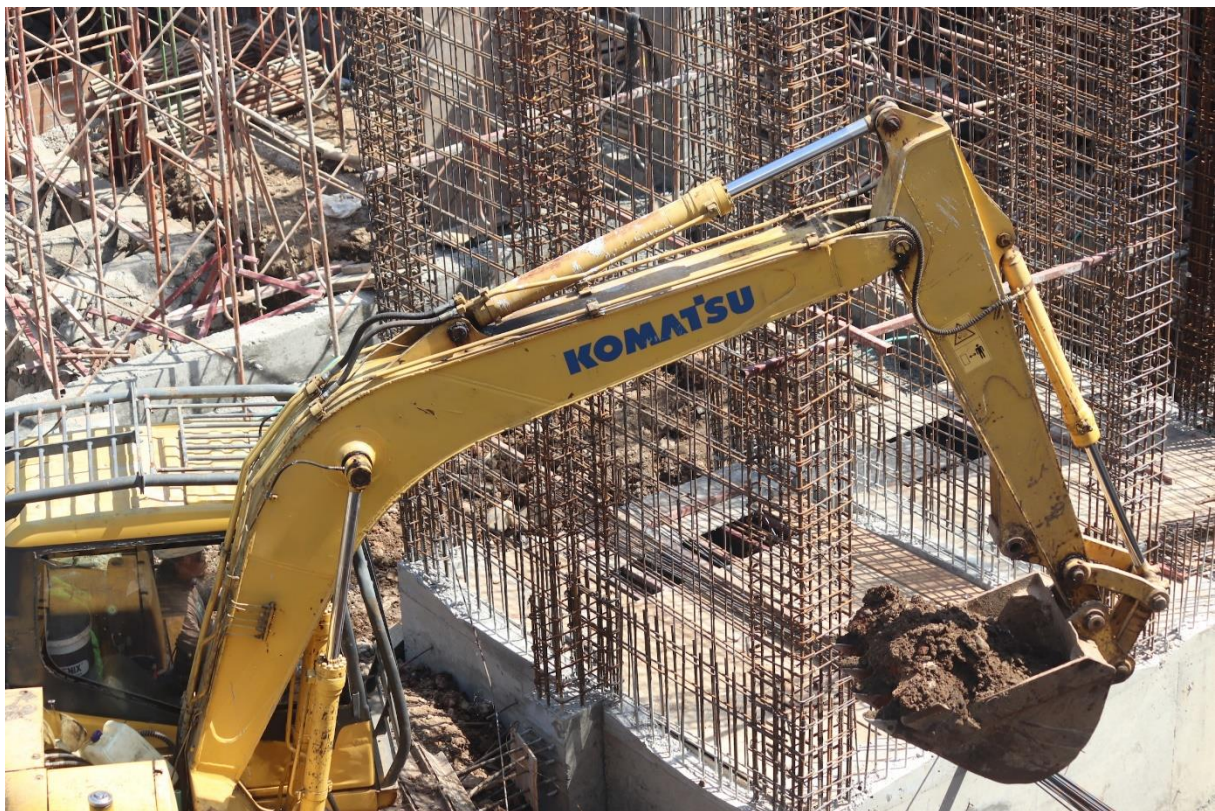


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ДНІПРОВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА»
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ТЕЗИ

II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні проблеми гірництва та будівництва»



м. Житомир
21 листопада 2024 року

УДК 62; 69
С91

Рекомендовано Вченою Радою Державного університету "Житомирська політехніка"
Протокол №13 від 29.11.2024 р.

Сучасні проблеми гірництва та будівництва: тези II Всеукраїнської науково-практичної конференції, 21 листопада 2024 року. - Житомир: Житомирська політехніка, 2024. - 120 с.

ISBN 978-966-683-679-6

УДК 62; 69

Представлено доповіді учасників II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні проблеми гірництва та будівництва». Наведено аналіз та результати досліджень сучасних проблем гірництва та будівництва.

Конференція проводилася на базі Державного університету «Житомирська політехніка» в онлайн режимі з використанням технологій Google Meet – 21 листопада 2024 року.

Наукове електронне видання

ТЕЗИ
II Всеукраїнської науково-практичної конференції
«Сучасні проблеми гірництва та будівництва»

м. Житомир, 21 листопада 2024 року

Редактори: *С.І. Башинський*
В.І. Шамрай

Верстка та макетування: *І.А. Піскун*

Матеріали подано в авторській редакції

Об'єм даних – 33,9 МБ

Видавець і виготівник
Державний університет «Житомирська політехніка»,
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
ЖТ № 08 від 26.03.2004 р.

СЕКЦІЯ 1 ГІРНИЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

- Hanzha Yu., Pashchenko O.*
HIGH-SPEED IMAGING ANALYSIS OF ROCK DESTRUCTION
Dnipro University of Technology 12
- Kozii Ye.S.*
MANGANESE IN THE OIL DEPOSITS OF THE DNIPRO-DONETSK DEPRESSION
Dnipro University of Technology 13
- Безсмертна О.О., Ган О.В.*
ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНИТОРИНГ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ЗА ДОПОМОГОЮ GPS-ПРИЙМАЧІВ
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 15
- Бельтек М.І., Косенко Т.В., Фролов О.О.*
ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДІЇ ВИБУХУ В МАСИВАХ РІЗНОЇ МІЦНОСТІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ В ANSYS AUTODYN
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 17
- Васильчук О.Ю., Заєць В.В.*
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ВНАСЛІДОК ВИДОБУВАННЯ БУРШТИНУ
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 19
- Войта М.О., Пащенко О.А.*
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИВНИХ РІДИН У НАФТОГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» 20
- Волокітін В.С., Назаренко В.О., Бруй Г.В.,*
ВИЯВЛЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ ВІДВАЛУ ТА ПЛОЩЕЮ ВІДВЕДЕНОЇ ПІД НЬОГО ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ
Технічний університет “Метінвест політехніка” 21

<i>Гнітецький О.М., Скорик М.А., Котенко В.В. ПРАКТИКА СТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ БЛОКУ ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ ЗА ДОПОМОГОЮ VIDOC RTK ROVER ТА IPHONE 13 PRO Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	<i>23</i>
<i>Дзьоба М.В., Міщенко А.А., Фролов О.О. УТРИМУЮЧІ СПОРУДИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ УКОСІВ УСТУПІВ ТА БОРТІВ КАР'ЄРІВ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	<i>25</i>
<i>Дмитрук О.І., Пащенко О.А. ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»</i>	<i>27</i>
<i>Євпак Н.А., Сагало Н.С., Фролов О.О. ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ТА СПОСОБИ ПРОХОДКИ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ВЕЛИКОГО ПЕРЕРІЗУ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	<i>28</i>
<i>Заліван Д.І., Піскун І.А. МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ ВИРОБКАМИ ПЛОЩ НА ПРИКЛАДІ ІЛЬМЕНІТОВИХ КАР'ЄРІВ Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	<i>30</i>
<i>Ігнатюк Р.М., Шамрай В.І. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАТРАТ РОБОЧОГО ЧАСУ ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ ПЕРВИННОГО ВРУБУ В УМОВАХ ПП «КВАНТА ЛЧ» Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	<i>32</i>
<i>Котенко О.І., Чміленко Д.А., Фролов О.О. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОГЕННОЇ ПОРУШЕНОСТІ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ В МЕЖАХ КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	<i>34</i>

- Криворучко М.А., Криворучко А.О., Іськов С.С.*
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РАДІАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ЗА
ПОРОДАМИ В КАР'ЄРІ ТА ГОТОВОЮ ПРОДУКЦІЄЮ НА
ГОРОДСЬКОМУ РОДОВИЩІ ГРАНІТУ ТА МІГМАТИТУ З
МЕТОЮ ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ ТА НЕДОПУЩЕННЯ
ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ
Державний університет «Житомирська політехніка» 35
- Крук Д.В., Куницька М.С.*
ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ
ВИРІШЕННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ЗАВДАНЬ
Державний університет «Житомирська політехніка» 37
- Куницька М.С., Криворучко А.О.*
ГЕОМЕТРИЗАЦІЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ
ШКІДЛИВИХ ТА КОРИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В УМОВАХ
ЗЛОБИЦЬКОГО РОДОВИЩА ІЛЬМЕНІТУ
Державний університет «Житомирська політехніка» 38
- Куницька М.С., Шшико С.М., Криворучко А.О.*
ГЕОМЕТРИЗАЦІЯ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ
ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ,
ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ЯКІСТЬ ЦЕБЕНЕВОЇ СИРОВИНИ
Державний університет «Житомирська політехніка» 40
- Кучерук М.О., Маланчук З.Р.*
ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОРФОВИХ
ПІДПРИЄМСТВ ТА ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ
*Національний університет водного господарства та
природокористування* 42
- Литвинчук І.Д., Климентова І.Я., Фролов О.О.*
ВПЛИВ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ
ФЛЮВІОГЛЯЦІАЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ РОЗКРИВНОГО УСТУПУ
НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУЛЬДОЗЕРА
*Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»* 44
- Луценко Д.О., Піскун І.А.*
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ
СЕПАРАЦІЇ ПРИ ЗБАГАЧЕННІ ПОЛЬОВОШПАТОВОЇ
СИРОВИНИ
Державний університет «Житомирська політехніка» 46

- Малюк М.В., Афанасьєвський І.І., Сергієнко М.І.*
**ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ
ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНИХ САМОСКИДІВ НА КАР'ЄРАХ УКРАЇНИ**
*Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»* 48
- Ніколайчук А.О., Святюк А.М., Ган О.В.*
**МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТУНЕЛІВ В ПРОГРАМНОМУ
КОМПЛЕКСІ PLAXIS**
*Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»* 50
- Омельченко Н.С., Криворучко А.О.*
**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДЗЕМНОЇ ГІРНИЧОЇ
РОЗРОБКИ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ:
ДОСВІД УКРАЇНИ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОНТЕКСТ**
Державний університет «Житомирська політехніка» 52
- Остапчук Р.В., Іськов С.С.*
**ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ
НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА
КАМЕНЕОБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**
Державний університет «Житомирська політехніка» 53
- Піскун І.А.*
**ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ КВАРЦ-ПОЛЬОВОШПАТОВОГО
КОНЦЕНТРАТУ, ОТРИМАНОГО ВНАСЛІДОК ЗБАГАЧЕННЯ
КАОЛІНУ У ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА
КЕРАМІКИ**
Державний університет «Житомирська політехніка» 55
- Поліщук Д.С., Панасюк А.В.*
**ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ
НА ВИБІР БПЛА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ
ЗЙОМКИ**
Державний університет «Житомирська політехніка» 57
- Семенюк В.В., Прощарук О.А., Корнієнко В.Я.*
**АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ
БУРШТИНОВИХ РОДОВИЩ**
*Національний університет водного господарства та
природокористування* 58

- Сидоренко А.А., Микитенко С.В., Шкабара Ю.В., Качуровський М.В., Соколовський В.О.
ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РІЗАННЯ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРИ ОБРОБЦІ КАМЕНЮ
Державний університет «Житомирська політехніка» 59
- ¹Сироїд Є.С., ²Сидоренко А.А., ²Кузнецов О.О., ²Шкабара Ю.В.,
²Толкач О.М.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДОБУТКУ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ АЛМАЗНО-КАНАТНОГО РІЗАННЯ
¹Поліський національний університет
²Державний університет «Житомирська політехніка» 61
- Соколовський В.О., Шкабара Ю.В., Качуровський М.В., Дубінчук Д.О.
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИБУХОВИХ РОБІТ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ЩЕБЕНЕВОЇ СИРОВИНИ
Державний університет «Житомирська політехніка» 62
- Толкач О.М.
АНАЛІЗ ВПЛИВУ СТРУКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАСИВУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ БУРОВИБУХОВИХ РОБІТ
Державний університет «Житомирська політехніка» 64
- Чернишов Д.В., Хоменко В.Л.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРФОРАЦІЇ СВЕРДЛОВИН
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» 66
- Шуляк А.В., Наумов Я.О.
ЕКОЛОГІЧНО ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ПЕРЕРОБКИ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЕВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЖИТОМИРЩИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ГЕОПЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ
Державний університет «Житомирська політехніка» 68
- Янович О.А., Горикальов С.А., Левицький В.Г.
ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВИКОНАННЯ КВАРТАЛЬНОЇ ЗЙОМКИ ПІЩАНОГО КАР'ЄРУ
Державний університет «Житомирська політехніка» 70

СЕКЦІЯ 2 ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА

- Агаєв В.В., Башинський С.І.*
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ВІКНА ТА ДВЕРІ: АЛЮМІНІЄВІ ТА ПЛАСТИКОВІ СИСТЕМИ В СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ УКРАЇНИ
Державний університет «Житомирська політехніка» 72
- Банцер В.Ю., Карабінський В.В., Шлапак В.О.*
МОДУЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ШВИДКОГО ВІДНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙНИ
Державний університет «Житомирська політехніка» 75
- Бережна О.О., Піскун І.А.*
ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ КОРИСНОЇ ДІЇ ТВЕРДОПАЛИВНИХ ПРОЛІЗНИХ КОТЛІВ НА ПРИКЛАДІ ATMOS DC 50S
Державний університет «Житомирська політехніка» 77
- Гаважук М.Б., Бабяк В.В., Шлапак В.О.*
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ
Державний університет «Житомирська політехніка» 79
- Гузенко О.В., Остафійчук Н.М., Башинський С.І.*
ВПЛИВ ТОВЩИНИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ШАРУ НА ВОЛОГІСНИЙ РЕЖИМ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ
Державний університет «Житомирська політехніка» 80
- Коберник А.Ю., Шимчук М.В., Шлапак В.О.*
АНАЛІЗ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ
Державний університет «Житомирська політехніка» 82
- Комаріцин В.А., Ремез Н.С.*
ПРОЕКТУВАННЯ ПІДЗЕМНОГО ПАРКІНГУ З КОМБІНУВАННЯМ РІЗНИХ ВИДІВ КРІПЛЕННЯ КОТЛОВАНУ
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 84

<i>Кузнєцов В.А., Пастухова С.В.</i> SWOT-АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ <i>Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету</i>	86
<i>Лобурець Д.І., Піскун І.А.</i> КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО РЕСУРСОЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ФІБРОЛІТОВИХ КОМПОЗИТІВ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	88
<i>Мельник В.Е., Вапнічна В.В.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБІВ ВОДОПОНИЖЕННЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІЮЧОГО КОЛЕКТОРА <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	90
<i>Наумов Я.О., Шамрай В.І.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЮ НА ВЛАСТИВОСТІ ГЕОПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛАХ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	93
<i>Німчук О.В., Мокрицький Є.М., Ковалевський Я.В., Юськов М.Б.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШЛАМІВ КАМЕНЕОБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	95
<i>Олефіренко Д.А., Бітюцька Л.М, Остафійчук Н.М.</i> АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ З ОРГАНІЗАЦІЇ РЕКРЕАЦІЙНИХ ПРОСТОРІВ НА ТЕРИТОРІЇ КАР'ЄРІВ, РОЗТАШОВАНИХ В М. ЖИТОМИР <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	96
<i>Постернак О.С., Постернак І.М.</i> ПІДСИЛЕННЯ ПРИСТАВНОЇ ДЕРЕВ'ЯНОЇ КРОКВ'ЯНОЇ СИСТЕМИ ЗА УМОВ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ФОНОВОЇ ЗАБУДОВИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ МІСТА ОДЕСИ <i>Одеська державна академія будівництва та архітектури</i>	98

<i>Прищепя Є.В., Наумов Я.О., ПЕРЕВАГИ РІЗНОТРАВ'Я НАД ГАЗОНАМИ Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	<i>100</i>
<i>Савченко А.С., Хімінчук О.М., Кисель А.В., Вапнічна В.В. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕВОЇ ФІБРИ ЯК АРМУЮЧОГО ЕЛЕМЕНТА В БЕТОННІЙ СУМІШІ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	<i>102</i>
<i>Савченко А.С., Хімінчук О.М., Ган О.В. НЕОБХІДНІ ПАРАМЕТРИ УКРИТТЯ ДЛЯ УЧБОВОГО КОРПУСУ НН ІЕЕ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	<i>104</i>
<i>Хома І.В., Остафійчук Н.М. ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	<i>106</i>
<i>Шепель П.В., Остафійчук Н.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕДЧАСНОГО РУЙНУВАННЯ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ В ПРАКТИЦІ ПАРКОВОГО БУДІВНИЦТВА НА ПРИКЛАДІ МОНУМЕНТУ СЛАВИ М. ЖИТОМИР Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	<i>107</i>

СЕКЦІЯ 3 ЄВРОПЕЙСЬКІ СТУДІЇ В ГАЛУЗІ ГІРНИЦТВА ТА ЕКОЛОГІЇ

- Антонюк П.П., Червінський А.М., Махно А.М.*
СТАНДАРТИЗАЦІЯ ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ З ЄС
Державний університет «Житомирська політехніка» 108
- Бугира В.О., Аринкін О.А., Махно А.М.*
ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ ДОСВІДУ ЄС В УКРАЇНІ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ГІРНИЧИХ РОБІТ
Державний університет «Житомирська політехніка» 110
- Везумський А.В., Суліган А.А., Коробійчук В.В.*
СТАЛИЙ РОЗВИТОК ГІРНИЧОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ
Державний університет «Житомирська політехніка» 111
- Кириленко Н.П., Шамрай В.І.*
ІОТ ДЛЯ СТАЛОГО ГІРНИЦТВА: ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ В ЄС ТА УКРАЇНІ
Державний університет «Житомирська політехніка» 112
- Кіреєв В.І., Коробійчук В.В.*
ОЦІНКА ШЛЯХІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ В УКРАЇНІ ТА ЄС
Державний університет «Житомирська політехніка» 114
- Ковбасюк Т.А., Ворончук І.П., Кириленко Н.П.*
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЩЕБЕНЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА СТАНДАРТОМ ISO 9001:2015 В РАМКАХ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ З ЄС
Державний університет «Житомирська політехніка» 115
- Кукицяк Р.В., Шевченко М.В., Підвисоцький В.Т.*
КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТЕХНІЧНИХ ВОД УКРАЇНИ ТА ЄС
Державний університет «Житомирська політехніка» 117
- Остапчук Р.В., Густі А.В., Шамрай В.І.*
ОХОРОНА НАДР В УКРАЇНІ ТА ЄС
Державний університет «Житомирська політехніка» 119

UDC 622.271.3

**Yurii Hanzha, Ph.D. postgraduate student in the specialty
185 Oil and Gas Engineering and Technology**
**Scientific Supervisor: O.A. Pashchenko, Ph.D. in Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Oil and Gas Engineering and Drilling**
Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

HIGH-SPEED IMAGING ANALYSIS OF ROCK DESTRUCTION

High-speed imaging provides a valuable method for analyzing the dynamic process of rock destruction, offering insights into fracture mechanisms and the factors that influence fracture patterns. This article explores the application of high-speed imaging in rock mechanics, with a focus on capturing and analyzing the real-time effects of rock destruction parameters, such as force, speed, and material properties, on fracture dynamics. By analyzing these parameters, the study aims to improve predictions and enhance the efficiency of rock drilling and mining operations [1].

High-speed imaging has become increasingly prevalent in research involving high-intensity events, especially in rock mechanics. Studies have shown that fracture dynamics are influenced by a combination of internal material properties and external conditions, such as load application speed and impact force. Previous research highlights the value of high-speed cameras in capturing micro-cracks and the progression of fractures, providing a basis for in-depth analysis of rock failure processes and informing improved drilling and cutting techniques.

Methodology:

1. Experimental Setup

The experimental setup consists of a high-speed camera system, capable of capturing images at 1,000 frames per second (fps) or higher, depending on the speed and nature of the fracture process. The setup includes:

High-speed camera (e.g., Phantom VEO 1310 or Photron FASTCAM)

Lighting sources to ensure even illumination

Specimen preparation area for rock samples of uniform dimensions

2. Sample Preparation

Rock samples are selected based on their homogeneity and composition. Typical samples include granite, sandstone, and limestone, each prepared to standard sizes to allow for consistent results across tests. Each sample undergoes controlled loading until fracture to simulate various drilling or mining conditions.

3. High-Speed Imaging Process

During testing, the high-speed camera captures fracture initiation and propagation. Camera settings are adjusted for optimal resolution, frame rate, and lighting to ensure all stages of the fracture process are documented. Parameters are monitored to analyze the sequence of events and identify significant fracture points.

4. Data Collection and Analysis

Post-capture video footage is analyzed frame-by-frame using software such as ImageJ or MATLAB to evaluate fracture patterns, speed, and particle ejection. Key parameters, including fracture initiation time, crack propagation speed, and the number of fracture branches, are measured.

Initial analysis suggests that fracture patterns vary significantly with changes in parameters like applied force and rock type. Higher impact forces result in more extensive fragmentation, while softer rock types tend to show slower crack propagation and fewer secondary fractures. High-speed footage enables the observation of micro-crack development and coalescence, providing a step-by-step visualization of the fracture process.

The high-speed imaging data underscores the importance of specific parameters, such as impact angle and force magnitude, in influencing rock destruction dynamics. By correlating high-speed footage with mechanical data, researchers gain insights into optimal parameters for efficient rock breaking. This information can be used to develop models that predict fracture behavior based on material properties and applied forces, supporting improved drill bit design and process optimization.

The findings from high-speed imaging analysis hold practical implications for enhancing the efficiency of mining and drilling operations. Insights into fracture mechanics can inform the design of tools and techniques to minimize energy use while maximizing material breakage. Additionally, high-speed imaging may serve as a diagnostic tool in assessing the suitability of drilling parameters for different rock types, contributing to cost reduction and operational efficiency.

Conclusion. High-speed imaging has proven to be an effective tool for analyzing the complex dynamics of rock destruction, allowing for a detailed examination of fracture processes and parameters. By identifying and understanding the critical parameters that influence fracture dynamics, this study provides a basis for improved predictive models in rock mechanics. Future research should continue to integrate high-speed imaging with other advanced data analysis techniques, such as machine learning, to further enhance predictive accuracy and application scope.

Kozii Ye.S.

Candidate of Geol. Sci.

*Associate Professor of Department of Geology
and Mineral Prospecting
Dnipro University of Technology
Associate Professor of Department of
Civil Engineering, Construction Technologies
and Environmental Protection
Dnipro State Agrarian and Economic University*

MANGANESE IN THE OIL DEPOSITS OF THE DNIPRO-DONETSK DEPRESSION

This work is devoted to the results of the latest research on the characteristics of the distribution and content of metals in oils with the aim of creating an objective (natural) classification of the main 36 active oil deposits of the largest oil and gas-bearing region of Ukraine - the Dnipro-Donetsk Basin using cluster analysis [1-4]. Solving this task will contribute to the development of a set of predictive criteria for hydrocarbon accumulations and the scientific substantiation of geological-economic, technological and ecological assessment of their use, which in turn determines the relevance and practical value of the conducted research.

The factual basis of the work was the results of analyzes of the manganese content in oils from 36 deposits of the Dnipro-Donetsk Basin. In the process of research, in order to achieve the goal, clustering of oil deposits was carried out using the weighted centroid method, which was implemented in the professional statistical software platforms "STATISTICA" and "SPSS", the analysis of the clustering results was performed, which made it possible to interpret the obtained geochemical information in a genetic sense.

During the clustering of Dnipro-Donetsk oil and gas region deposits according to the manganese content in the oils (Fig. 1), seven groups of clusters were noted: 1.1.1.1.1, 1.1.1.1.2.1, 1.1.1.1.2.2, 1.1.1.2, 1.1.2, 1.2 and 2. The average manganese content in deposits oils is 0.41 ± 0.05 ppm, median value 0.3 ppm. Cluster 1.1.1.1.1 contains oil deposits: *Matlakhivske*, *Perekopivske*, *Novo-Mykolaiivske*, *Monastyryshchenske*, *Malosorochynske* and *Korobochkynske* with an abnormally low manganese content from 0.068 ppm (*Matlakhivske* deposit) to 0.131 ppm (*Korobochkynske* deposit), with an average value for the cluster of 0.102 ppm. Cluster 1.1.1.1.2.1 unites the deposits: *Prokopenkivske*, *Kremenivske*, *Lipovodolynske*, *Solontsivske*, *Krasnozaiarske*, *Yaroshivske*, *Kachalivske*, *Rozpashnivske*, *Prylukske*, *Khukhrianske* and *Sukhodolivske* with low content from 0.18 ppm (*Prokopenkivske* deposit) to 0.27 ppm (*Sukhodolivskoye* deposit), average concentration manganese in the oils of the cluster deposits is 0.23 ppm. The *Sofiivske* and *Talalaivske* deposits form cluster 1.1.1.1.2.2 with content values below the average, respectively, from 0.3 ppm to 0.3058 ppm, the average content value for the cluster is 0.3029 ppm. Average concentrations of 0.373 ppm (*Bakhmachske* deposit) - 0.452 ppm (*Trostianetske* deposit) are deposits: *Bakhmachske*, *Radchenkivske*, *Kulychikhinske*, *Karaikozivske*, *Turutynske*, *Solokhivske* and *Trostanetske* deposits of cluster 1.1.1.2, with the average value of this indicator for the cluster 0.403 ppm. Cluster 1.1.2 is composed of deposits: *Zakhidno-Kharkivtsivske*, *Kybytsivske* No. 52, *Shchurynske*, *Kybytsivske* No. 1, *Kybytsivske* No. 56 and *Sahaidatske* No. 1 with content values above the average, from 0.547 ppm (*Zakhidno-Kharkivtsivske* deposit) to 0.719 ppm (*Sahaidatske* deposit No. 1), with an average value for the cluster of 0.604 ppm. Cluster 1.2 is represented by oil deposits: *Kybytsivske* No. 5, *Kybytsivske* No. 51 and *Sahaidatske* No. 13 with high values of manganese concentrations, from 0.9 ppm (*Kybytsivske* deposit No. 5) to 0.95 ppm (*Sahaidatske* deposit No. 13), with an average content of cluster 0.924 ppm. Abnormally high content is associated only with the single *Yuriivske* deposit of cluster 2 with a value of 1.6 ppm.

Taking into account that the concentration of metals in the composition of oil from the deposits of the Dnipro-Donetsk basin is a geochemical indicator of their general ontogenesis, such an analyzed factor as the manganese content requires further consideration and interpretation in genetic terms.

The main practical value of the performed research consists in establishing the concentrations and the possibility of predicting the content of metals in the oils of the studied deposits, which in turn provides the opportunity to solve the following urgent practical tasks:

- a number of industrial-raw materials issues, which are based on the assessment of the metal content of oils as ore raw materials, since the content of some elements in them sometimes exceeds ore concentrations, therefore there is a possibility of their concomitant industrial extraction from by-products during their processing processes;
- technological issues caused by the negative impact of some elements contained in oils on the equipment used during their extraction and processing;
- environmental problems associated with the formation in the process of processing and, to a lesser extent, during oil extraction, high concentrations of compounds of potentially toxic metals that pose a threat to the

environment.

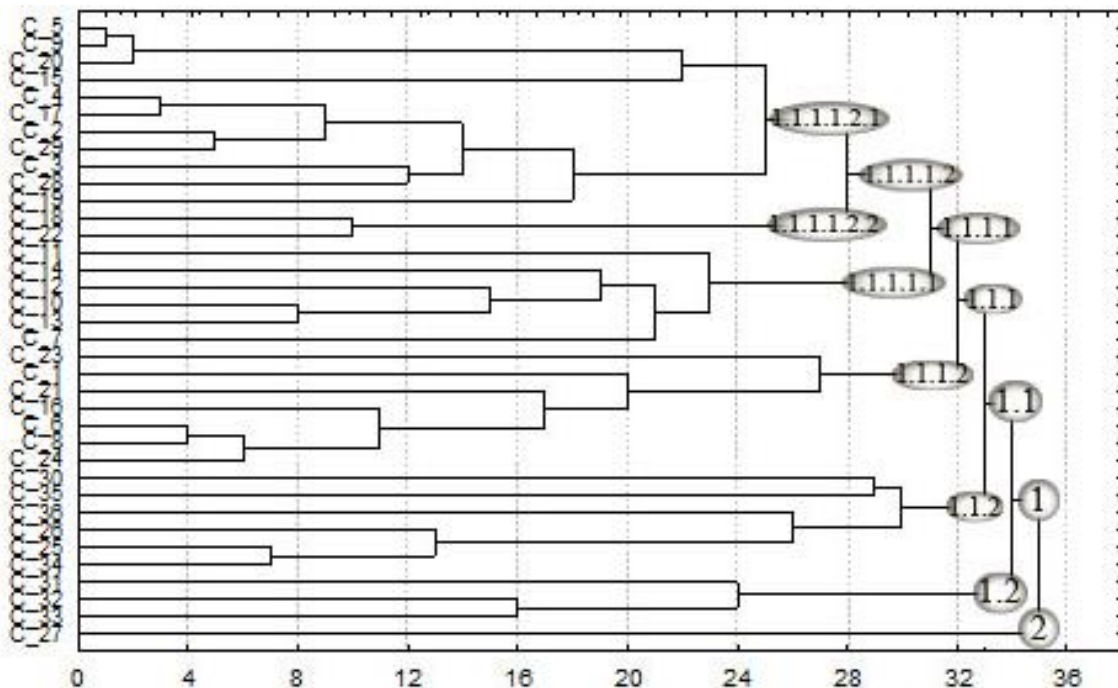


Figure 1. Dendrogram of the clustering results performed by means of the weighted centroid method of manganese content in oil deposits. Legend: 1, 2, 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3 – clusters; Oil deposits: 1 – Bakhmachske, 2 – Prylukske, 3 – Krasnozaiarske, 4 – Kachalivske, 5 – Kremenivske, 6 – Karaikozovske, 7 – Korobochkynske, 8 – Kulychykhinske, 9 – Lipovodolynske, 10 – Monastyryshchenske, 11 – Matlakhivske, 12 – Malosorochynske, 13 – Novo-Mykolaivske, 14 – Perekopivske, 15 – Prokopenkivske, 16 – Radchenkivske, 17 – Rozpashnivske, 18 – Sofiivske, 19 – Sukhodolivske, 20 – Solontivske, 21 – Solokhivske, 22 – Talalavskе, 23 – Trostianetske, 24 – Turutynske, 25 – Zakhidno-Kharkivtsivske, 26 – Shchurynske, 27 – Yuriivske, 28 – Yaroshivske, 29 – Khukhrianske, 30 – Sahaidatske No.1, 31 – Sahaidatske No.13, 32 – Kybytsivske No.5, 33 – Kybytsivske No.51, 34 – Kybytsivske No.52, 35 – Kybytsivske No.56, 36 – Kybytsivske No.1.

Reference:

- Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Kozar M.A. Features of vanadium geochemistry in oils from the oil and gas fields of Eastern region of Ukraine. Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics". 2022. No.162. pp. 85-96. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.162.085>
- Ishkov, V.V., Kozii, Ye.S., Kozar, M.A. Geochemistry features of aluminum in oils and classification of the deposits of the Dnipro-Donetsk depth according to its content. Odesa National University Herald. Geography and Geology. 2023. V.28. No. 1(42). pp. 131-147. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.1\(42\).282244](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2023.1(42).282244)
- Yerofieiev A.M., Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Bartashevskiy S.Ye. Geochemical features of nickel in the oils of the Dnipro-Donetsk basin. Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics". 2022. No. 160. pp. 5-16. <https://doi.org/10.15407/geotm2022.160.005>
- Yerofieiev A.M., Ishkov V.V., Kozii Ye.S. Bartashevskiy S.Ye. Research of clusterization methods of oil deposits in the Dnipro-Donetsk depression with the purpose of creating their classification by metal content (on the vanadium example). Scientific Papers of DONNTU Series: "The Mining and Geology. 2021. No. 1(25)-2(26). pp. 83-93. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1\(25\)-2\(26\)-83-93](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2021-1(25)-2(26)-83-93)

Безсмертна О.О., студентка 2 курсу, групи ГС-31,
кафедра геоінженерії, навчально-науковий інститут
енергозбереження та енергоменеджменту
Науковий керівник: Ган О.В., к.т.н., ст.викл.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інституту імені Ігоря Сікорського»

ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ЗА ДОПОМОГОЮ GPS-ПРИЙМАЧІВ

Вступ. Геодезичний моніторинг будівель і споруд — це комплекс заходів, спрямований на визначення можливих відхилень та деформацій об'єкта, що спостерігається. Ці роботи виконуються як на стадії будівництва, так і в окремих випадках після введення об'єкта в експлуатацію.

Мета та завдання. Метою є визначення ефективності геодезичного моніторингу в будівництві складних архітектурних об'єктів та інженерних споруд за допомогою GPS-приймачів, а також оцінити їхню надійність та безвідмовність протягом всього нормативного терміну експлуатації.

Матеріал і результати досліджень. Моніторинг фундаментів будівель і споруд за допомогою сучасних технологій дозволяє своєчасно виявляти просадки та деформації. Геодезичні GPS-приймачі забезпечують міліметрову точність вимірювань і дозволяють спостерігати за станом споруд у режимі реального часу. У разі перевищення допустимого рівня зсуву система генерує попередження, що дозволяє оперативно оцінити технічний стан об'єкта й ухвалити рішення про вжиття відповідних заходів. GPS-технології долають кліматичні обмеження, дозволяючи контролювати зміщення конструкцій у трьох напрямках і спостерігати за їхніми динамічними характеристиками. Висока автоматизація процесу робить ці рішення ефективними для значних та відповідальних об'єктів [1].

Забезпечення надійності, довговічності та належних умов експлуатації будівель і споруд є пріоритетним завданням для інженерів-будівельників. Звичайно, з часом, всі інженерні споруди зазнають фізичного зносу та втрачають свої початкові характеристики. Зокрема, до погіршення стану, внаслідок зміни рівня ґрунтових вод, пов'язаних з ними явищ: приливно-відливних, тектонічних, зсувних чи інших впливів. Постійний моніторинг таких споруд є дуже важливим, оскільки він надає інформацію, визначає характер поведінки споруди, виявляє небезпечні ділянки та дозволяє вчасно відреагувати на утворення деформаційних процесів і вжити відповідних інженерних заходів для забезпечення надійності будівель та споруд. Фундаменти призначені для передачі навантаження від споруди на основу. Останні в процесі експлуатації можуть істотно змінювати свої характеристики, тому вимагають постійного спостереження [2].

Існує багато методів визначення динамічних впливів, міцнісних характеристик та деформацій. Для їхнього вимірювання застосовують багато приладів, зокрема: акселерометри, лазерні інтерферометри, тахеометри, світловіддалеміри, радіовіддалеміри, електронні рулетки тощо. Традиційні методи обмежені і не відповідають вимогам моніторингу значних та відповідальних споруд з точки зору безперервності, реального часу і автоматизації.

Оперативний моніторинг значних та відповідальних споруд може бути легко досягнутий за допомогою технології GPS. За останнє десятиліття технологія GPS зазнала значного розвитку.

— GPS-технологія долає обмеження клімату і вимірює переміщення (деформації) конструкції в тривимірних напрямках;

— GPS-позиціонування належить до супутникового позиціонування,

— може вимірювати переміщення об'єктів у трьох напрямках,

— має високий ступінь автоматизації,

— це відкриває можливість спостереження за динамічними характеристиками значних та відповідальних споруд в режимі, близькому до реального часу [3].

Фундаменти будівлі знаходяться в ґрунтовому масиві, тому вони вразливі до впливу ґрунтових вод, тектонічних явищ та інших факторів. Постійний моніторинг дозволяє виявити потенційно небезпечні ділянки та розробити заходи для їх стабілізації. Сучасні GPS-приймачі, зокрема двочастотні та GNSS із функцією RTK, значно скорочують час польових робіт, забезпечуючи високу точність вимірювань [4]. Це дає змогу виконувати моніторинг у реальному часі, що важливо для запобігання аваріям. Своєчасне виявлення причин деструктивних процесів (тиск на ґрунтовій основі, інтенсивність підземних вод, механічні, вібраційні навантаження тощо) дозволяє вчасно запобігти виникненню негативних наслідків для будівель та споруд [5].

У сучасній Україні геодезичний моніторинг будівель і споруд набув особливого значення. Через старіння інженерних мереж та зношеність будівель і мостів, особливо у великих містах, моніторинг їхнього технічного стану є вкрай важливим. Геодезичний моніторинг дозволяє вчасно виявити деформації

та тріщини, які можуть призвести до аварій. Через російську агресію та обстріли в багатьох областях, включаючи міста та прифронтові зони, було пошкоджено значну кількість будівель та смироруд. Це вимагає ретельного моніторингу їхнього стану для запобігання обвалів і подальшого руйнування та забезпечення надійності протягом всього терміну експлуатації.

Висновок. Загалом, послуги геодезичного моніторингу актуальні для всіх типів будівель і конструкцій, адже жоден об'єкт не застрахований від можливих деформацій чи відхилень від нормативних стандартів. Особливо це важливо для об'єктів, що піддаються значним техногенним та антропогенним навантаженням, а також розташованих у районах із несприятливими геологічними чи сейсмічними умовами. З огляду на поточні виклики в Україні, геодезичний моніторинг має вирішальне значення для безпеки як нових, так і існуючих будівель. Впровадження сучасних технологій дозволяє швидко розпізнавати ризики та вчасно реагувати на них, щоб зменшити загрозу для життя людей.

Список використаних джерел:

1. Akib, W.A.A.W.M., Kok, S.K., & Amin, Z.A. *High Rise building deformation monitoring with GPS*. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/11777991.pdf> (дата звернення: 18.11.2024).
2. Mayunga, S.D. (2021). *Dynamic deformation monitoring of Lotsane bridge using global positioning systems (GPS)*. URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=107514> (дата звернення: 18.11.2024).
3. Cheng, P., Shi, W.J., & Zheng, W. *Large structure health dynamic monitoring using GPS technology*. China, Hong Kong.
URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig_2002/TS6-2/TS6_2_cheng_etal.pdf (дата звернення: 18.11.2024).
4. GPS для геодезії. URL: <https://geomagazin.com.ua/ua/g8047811-gps-dlya-geodezii> (дата звернення: 18.11.2024).
5. Геодезичний моніторинг будівель та споруд. URL: <https://topograph.com.ua/uk/blog/geodezychnyj-monitoring-budivel-ta-sporud/> (дата звернення: 18.11.2024).

Бельтек М.І., аспірант,
Косенко Т.В., ст. викладач
Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДІЇ ВИБУХУ В МАСИВАХ РІЗНОЇ МІЦНОСТІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ В ANSYS AUTODYN

Численними науковими дослідженнями встановлено, що практично у всіх гірських масивах присутні певні структурні неоднорідності, текстурні особливості, а також тріщини, які разом впливають на зниження його загальної міцності. У зв'язку з цим, науковці виділяють два поняття: «властивості масиву гірських порід» та «властивості порід у гірському масиві». Під властивостями масиву гірських порід розуміють їх властивості в межах, які більші за розміри елементарного блоку. Властивості порід у масиві це характеристики порід безпосередньо в об'ємі елементарного блоку (лабораторного зразку). Для встановлення ступеня зменшення міцнісних властивостей масиву у порівнянні з лабораторним зразком породи використовують коефіцієнт структурного ослаблення. Зазвичай, коефіцієнт структурного ослаблення K_c представляють співвідношенням межі міцності порід на одноосьове стиснення у гірському масиві $\sigma_{ст.м}$ та одноосьової межі міцності лабораторного зразку породи $\sigma_{ст.зр}$:

$$K_c = \frac{\sigma_{ст.м}}{\sigma_{ст.зр}}. \quad (1)$$

В ідеальному варіанті, коли у гірському масиві немає тріщин, анізотропії, кліважу та інших характеристик, що впливають на зниження міцності, значення K_c повинне дорівнює 1. Оскільки такого масиву в природних умовах не існує, то значення коефіцієнта структурного ослаблення завжди є меншим за 1. Залежно від впливаючих факторів, нижня межа зміни коефіцієнта структурного ослаблення може досягати 0,1 і менше. При проектуванні буропідричних робіт (БПР) на кар'єрах використовують показник одноосьової межі міцності лабораторного зразку породи. І тому, при розрахунку параметрів БПР значення відстаней між свердловин, у більшості випадків, отримують заниженими. Це призводить до переподрібнення гірничої маси та необґрунтованого збільшення витрат вибухових речовин (ВР).

З метою одержання більш точних даних про результати руйнування скельного гірського масиву вибухом свердловинного заряду ВР вченими рекомендується комп'ютерне моделювання дії вибуху в середовищі. Воно дає змогу виявити закономірності вибуху у масивах різної міцності та оцінити процес тріщиноутворення в гірській породі з метою оптимізації розташування свердловин ВР на промисловому блоці. Одним з найбільш ефективних програмних продуктів, який дозволяє розв'язувати складні задачі високошвидкісних динамічних процесів, є комплекс інженерного аналізу ANSYS AUTODYN.

Комп'ютерне моделювання руйнування масиву гірських порід вибухом циліндричного заряду ВР виконано для гранітів Пинязевицького кар'єру. Діаметр модельної свердловини становив 200 мм, загальна довжина свердловини – 3,0 м, тип ВР – Анемікс 70. Довжина заряду ВР прийнята 2,0 м, відповідно, довжина забійки – 1,0 м, матеріал забійки – пісок. Фізико-механічні властивості граніту, тобто характеристик породи у лабораторному зразку, наведено на рис. 1.

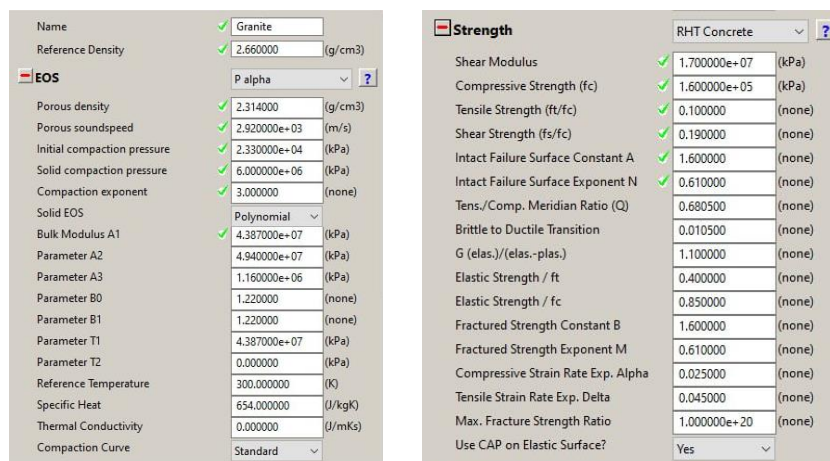


Рис. 1. Фізико-механічні властивості граніту у гірському масиві

Моделювання вибухового руйнування скельного середовища спочатку було здійснене для граніту з міцністю як у лабораторному зразку, тобто ідеальний стан гірського масиву. А потім розрахунки було проведено для масивів гірських порід різної міцності, яка встановлювалася значенням коефіцієнту структурного ослаблення K_c . Чисельні значення K_c змінювалися від 1,0 до 0,1 з інтервалом 0,1. Таким чином, виконано моделювання руйнування середовища вибухом свердловинного заряду ВР для 10 типів гранітного гірського масиву, від ідеально міцного до максимально структурно ослабленого. На рис. 2 наведені характерні епюри руйнувань та тріщиноутворення гірських масивів з показниками коефіцієнтів структурного ослаблення 1,0 та 0,1, відповідно.

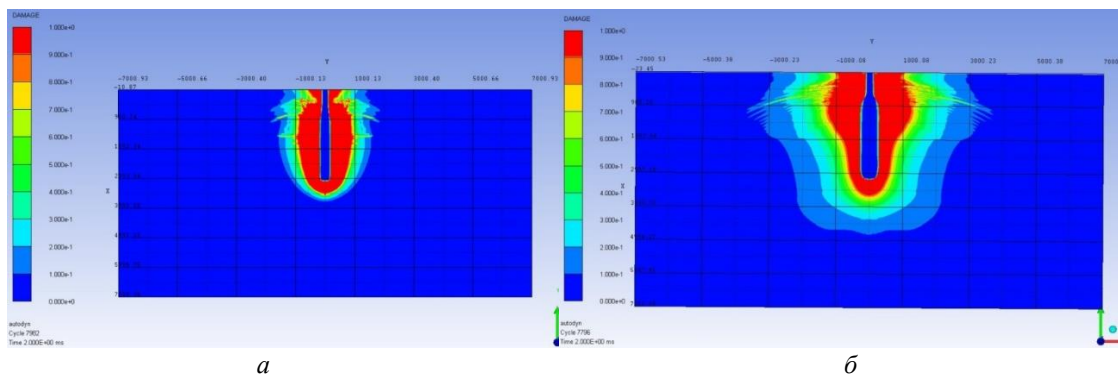


Рис. 2. Епюри руйнувань гірського масиву з коефіцієнтами структурного ослаблення K_c : а – 1,0; б – 0,1

Аналіз, наведених на рис. 2, епюр руйнувань показує суттєве збільшення зони дроблення максимально структурно ослабленого гірського масиву у порівнянні з дробленням граніту лабораторного зразка. Для встановлення об'єму руйнування масиву гірських порід вибухом свердловинного заряду використано програмне забезпечення Blender. Використовуючи результати розрахунків, що отримані в ANSYS AUTODYNE, створені об'ємні фігури обертання воронки руйнування для гірських масивів різної міцності. В таблиці наведені чисельні значення визначених об'ємів воронки руйнування для гірських масивів з різним ступенем структурного ослаблення.

Таблиця

Об'єми воронки руйнування гірського масиву різної міцності

K_c	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
$V, \text{м}^3$	22,9	24,9	28,2	32,1	38,2	48,6	61,8	80,1	105,5	136,5

Відповідно до наведених значень, побудовано графік залежності об'єму воронки руйнування V від коефіцієнту структурного ослаблення K_c гірського масиву (рис. 3).

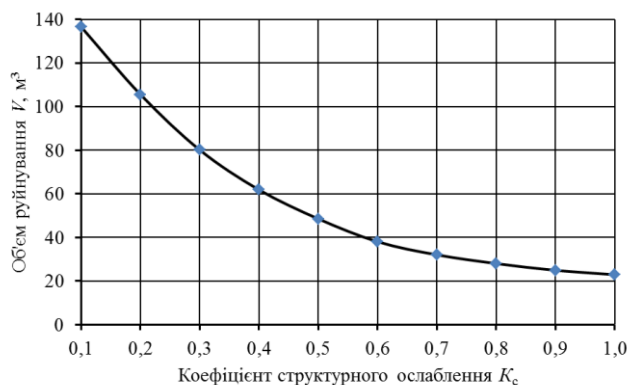


Рис. 3. Залежність об'єму воронки руйнування V від значень коефіцієнту структурного ослаблення K_c

Графічну залежність на рис.3 можна апроксимувати поліномом 3-го ступеню

$$V = 175,69 - 149,48 K_c^3 + 429,1 K_c^2 - 432,46 K_c, \text{ м}^3. \quad (2)$$

Отже, з урахуванням епюр руйнувань гірського масиву з різним ступенем структурного ослаблення, які отримані в ANSYS AUTODYNE, створені об'ємні фігури воронки руйнування та визначені об'єми зазначених воронки V залежно від коефіцієнту структурного ослаблення K_c гірського масиву.

Встановлено, що об'єм воронки руйнування граніту $V = 22,9 \text{ м}^3$, міцність якого як у лабораторному зразку, майже в 6 разів менше за об'єм руйнування максимально структурно ослабленого гранітного гірського масиву $V = 136,5 \text{ м}^3$, тобто коли $K_c=0,1$.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ВНАСЛІДОК ВИДОБУВАННЯ БУРШТИНУ

Україна є одним із світових лідерів із запасів бурштину. Українські компанії, які мають державні ліцензії на видобуток бурштину, щороку добувають близько 4000 кг. цього мінералу. Однак насправді це лише невеликий відсоток реального видобутку бурштину в Україні. Набагато більше його викопують старатели на незаконних промислах, про які держава знає, але які не контролює. Як стверджують фахівці, обсяги видобутку бурштину величезні. За найскромнішими підрахунками вони становлять від 120 до 300 тонн на рік.

Основні запаси бурштину України зосереджені насамперед у лісах на території Рівненської, Житомирської та Волинської областей. Екологи б'ють на сполох, адже внаслідок неконтрольованого видобутку "дару сонця" там стрімко знищуються лісові насадження та надра, для відновлення яких знадобляться десятиліття.

За даними Держлісагентства України, у лісах на території Рівненської, Житомирської та Волинської областей через нелегальний видобуток бурштину вже пошкоджено 3,5 тисячі гектарів лісу. Це відбувається тому, що "чорні" копачі не дотримуються технології видобутку, вимиваючи бурштин мотопомпами, що призводить до руйнування дренажних каналів підземних вод.

Однак без уваги всіх учасників цього промислу залишається рекультивація земель та лісових насаджень, які залишаються в катастрофічному стані після копачів. які - у ґрунтові води.

Щорічно внаслідок незаконного видобутку бурштину ушкоджується кілька сотень гектарів території Поліських земель. Найбільшою шкоди завдають лісонасадження.

Через неправильні технології видобутку екологам невідомо, як проводити рекультивацію цих земель, адже не знають, що потрапляє у підземні води та ґрунт. Але незважаючи на всі проблеми, які зустрічаються для екологів на шляху відновлення порушених земель, можна використовувати альтернативні та прості способи рекультивації. Залежно від того, під який тип господарства використовуватимуться відновлені землі (ліс, або сільське господарство), можна провести такі види робіт. Після видобутку бурштину гідравлічним та механічним способами утворюються насипи та вирви. Тому спочатку необхідно вирівняти поверхню за допомогою бульдозерів та, якщо необхідно, екскаваторів.

На Поліссі нелегальний видобуток бурштину привів до завалу багатьох лісонасаджень через підмивання кореневої системи дерев. Для її утилізації можна використати два способи. Перший полягає у тому, що з ділянок, де відбувається рекультивація, деревину збирають на транспортні засоби, транспортують у місцеві котельні, що у населених пунктах тих районів, подрібнюють у машинах і у вигляді суміші з фрезерним торфом спалюють у котлах.

Другий спосіб полягає в тому, що деревину на цих ділянках нікуди не транспортують, а подрібнюють в таких же навісних машинах безпосередньо на місці рекультивації. Утворена тирса використовується як добрива. Завдяки тому, що на Полісся припадає 54% запасів торфу України, на ділянках, де ведеться рекультивація як добрива, також необхідно встелити шар фрезерного торфу для покращення родючих властивостей поверхневого шару (2...4 см). Сировину на рекультиваційні ділянки не важко буде доставляти з місцевих торф'яних родовищ, які займаються процесом її видобутку. Таким чином, налагодиться спільна діяльність із реалізації готової продукції.

Наступний процес рекультивації ділянок полягає в тому, що необхідно виконати перемішування фрезерного торфу з поверхневим шаром. Цю операцію можна виконати за допомогою тракторів - тягачів та культиваторів або дисків, які використовують для дискування земель на сільськогосподарських роботах.

Залежно від того, що вирощуватимуть на відновлених ділянках (ліс, ягідні кущі або посіви у вигляді жита, ячменю тощо), вистилатимуть поверхню шаром торфу та проводять процес перемішування, необхідно виконувати кілька разів. Також для покращення родючості після процесу посіву або посадки можна вносити мінеральні добрива. Через відсутність процесу видобутку на відновлених ділянках згодом відбудеться самостійне відновлення русел підземних вод. Також за допомогою атмосферних опадів цей процес пришвидшиться. Фрезерний торф також у перезволожених ділянках втягуватиме в себе вологу і тому ці ділянки землі, де проводиться рекультивація, пройдуть процес осушення.

Таким чином, за кілька років (залежно від інтенсивності робіт, фінансування та що вирощуватиметься) порушені землі, які мають вигляд «місячної поверхні», перетворяться на цілком придатні та родючі території. Пропонована комплексна рекультивація родючого шару порушених земель дозволяє вирішити екологічну проблему промислових регіонів України, де відбувається видобуток бурштину незаконним способом за рахунок відновлення родючого шару порушених територій з вирівнюванням їх поверхні та внесенням у поверхневий шар фрезерного торфу територій на потреби сільського господарства України.

УДК 622.235

Войта М.О. аспірант спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології
Науковий керівник: Пашенко О.А., к.т.н.,
доцент кафедри нафтогазової інженерії та буріння
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИВНИХ РІДИН У НАФТОГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

У нафтогазовій промисловості очищення промивних рідин є критично важливим процесом, оскільки ці рідини містять різноманітні забруднюючі речовини, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище та безпеку операцій. Промивні рідини використовуються під час буріння для зменшення тертя, видалення продуктів буріння та підтримання стабільності стінок свердловини. Оскільки зростає тиск на галузь у напрямку зменшення екологічних наслідків, інноваційні технології очищення стають дедалі важливішими. Розглянемо новітні підходи до очищення промивних рідин, їх переваги, недоліки та вплив на екологію.

1. Механічні методи очищення. Фільтрація – це один з основних механічних методів, що використовуються для видалення твердих часток з промивних рідин. Залежно від типу застосовуваних фільтрів, процес може включати:

Картриджні фільтри: Використовуються для видалення великих часток.

Мембранні фільтри: Забезпечують високий рівень очищення, здатні затримувати навіть найменші частки.

Центрифуги: Використовуються для відділення забруднень завдяки центробіжній силі.

Ці методи є ефективними, проте вимагають регулярного обслуговування та заміни фільтруючих елементів.

2. Хімічні методи очищення. Хімічні реагенти можуть бути використані для поліпшення ефективності очищення промивних рідин. Основні типи хімічних методів включають:

Коагуляція: Процес, в якому хімічні реагенти з'єднують дрібні частки в більші агломерати для їх подальшого видалення.

Флокуляція: Включає додавання флокулянтів, які об'єднують частинки, покращуючи їх видалення з рідини.

Адсорбція: Застосування сорбентів для видалення небажаних речовин, таких як важкі метали та органічні сполуки.

3. Біологічні методи очищення. Біоремедіація є інноваційним методом, що передбачає використання мікроорганізмів для розкладання забруднюючих речовин у промивних рідинах. Цей процес може включати: використання специфічних штамів бактерій, які здатні розкласти нафту та інші органічні забруднювачі; процес компостування, в якому відходи обробляються для зменшення забруднення.

Біоремедіація має переваги в зниженні екологічного впливу, але її ефективність може варіюватися в залежності від складу промивних рідин.

4. Нанотехнології. Нанофільтрація та наноадсорбція — це сучасні технології, які використовують наноматеріали для очищення промивних рідин. Наноматеріали мають високу поверхневу площу та здатні адсорбувати забруднюючі речовини з великою ефективністю. Основні переваги включають: високу ефективність очищення завдяки малим розмірам часток; можливість видалення різноманітних забруднювачів, включаючи важкі метали та органічні сполуки.

Нанотехнології все ще перебувають на стадії дослідження, але мають великий потенціал для майбутнього використання.

5. Електрохімічні методи. Електрохімічні технології очищення також набувають популярності. Ці методи використовують електричний струм для видалення забруднювачів з рідин. Основні підходи включають:

Електроліз: Застосування електричного струму для розкладання забруднюючих речовин.

Електрофільтрація: Використання електричних полів для видалення часток з рідини.

Ці методи забезпечують високу ефективність очищення, але їх реалізація може вимагати значних ресурсів.

Таким чином, інноваційні технології очищення промивних рідин у нафтогазовій промисловості відіграють важливу роль у забезпеченні екологічної безпеки та ефективності виробничих процесів. Використання механічних, хімічних, біологічних, нанотехнологічних та електрохімічних методів дозволяє знижувати негативний вплив на навколишнє середовище та зменшувати витрати. Проте важливо враховувати як переваги, так і недоліки цих технологій для досягнення стійкого розвитку галузі. Майбутнє очищення промивних рідин потребує постійних досліджень та впровадження нових технологій, що забезпечить баланс між ефективністю та екологічною безпекою.

Волокітін В.С., магістр 1 курс, група 184М-24-1м,
гірничо-металургійний факультет
Наукові керівники: Назаренко В.О., д.т.н., професор
Бруй Г.В., к.т.н., доцент

Технічний університет "МЕТИВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА", м. Запоріжжя, Україна

ВИЯВЛЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ ВІДВАЛУ ТА ПЛОЩЕЮ ВІДВЕДЕНОЇ ПІД НЬОГО ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ

У сучасному світі, де індустріалізація та видобувні роботи є невід'ємною частиною економіки, проблема раціонального використання земельних ресурсів набуває дедалі більшої актуальності. Важливим аспектом у цьому контексті є розуміння взаємозв'язку між параметрами відвалів, таких як об'єм, висота та форма, та площею, яку вони займають. Відвали, що утворюються в процесі гірничих робіт та інших індустріальних процесів, можуть значно впливати на екологічний стан територій та ефективність використання земельних ресурсів.

Встановлення чіткого зв'язку між геометричними параметрами відвалів та площею їхнього розміщення дозволить оптимізувати процеси планування і управління земельними ресурсами. Це, своєю чергою, сприятиме мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та підвищенню ефективності використання земельних ділянок.

Ця публікація присвячена дослідженню взаємозв'язку між параметрами відвалів та площею, яку вони займають. В рамках дослідження використовуються сучасні методи маркшейдерських знімів та аналізу даних, що дозволяє отримати детальне розуміння взаємозалежностей та розробити рекомендації щодо оптимізації використання земельних ресурсів.

Під час проведення аналітичних досліджень приймали, що насипи порожніх порід і некондиційних корисних копалин, які видобувають і видаляють під час відкритої розробки в межах виробленого простору кар'єра, називають внутрішніми, а ті, які транспортують за контури кар'єру - зовнішніми.

Зовнішнє відвалоутворення має місце переважно під час розробки відразу на всю потужність плаstopодібних покладів, що мають горизонтальне або близьке до нього залягання. Під час розробки потужних похилих або крутих пластів порожні породи транспортуються на зовнішні відвали, розташовані на значній відстані від кар'єра.

Існує й комбіноване відвалоутворення. Його зазвичай застосовують за значної потужності розкриття і доопрацювання нижнього розкривного уступу за безтранспортною або транспортно-відвальною системою, коли організація другого ярусу внутрішніх відвалів для приймання породи з розкривних уступів, що відпрацьовуються за транспортною системою, потребує великого обсягу планувальних робіт.

Ця робота мала за мету з'ясувати, як певні параметри кар'єрів України впливають на площі внутрішніх і зовнішніх відвалів. Подібний взаємозв'язок може простежуватися і щодо площі траншей. Визначальними параметрами, що впливають на площу під відвал або траншею, є глибина залягання кар'єру і кут відкосу бортів.

Висота відвальних уступів залежить від фізичних властивостей порід, ступеня їхнього осушення, ваги відвального і транспортного устаткування, розмірів відвалоутворювачів, типу і характеру розвитку відвалів тощо. Висота відвалів на більшості кар'єрів встановлюється дослідним шляхом.

При цьому, оптимальну висоту відвалу в межах кар'єру визначають з урахуванням кількох важливих факторів:

1. *Геологічні умови:* Включають тип та стан ґрунту, наявність підземних вод, сейсмічну активність і стабільність порід. Інженери-геологи проводять детальні дослідження для оцінки можливих ризиків обвалів або зсувів.

2. *Механічні властивості матеріалів:* Враховуються щільність, кут внутрішнього тертя та коефіцієнт ковзання матеріалів, які утворюють відвал. Це допомагає оцінити, яку вагу і висоту можуть витримати ґрунти.

3. *Кліматичні умови:* Враховується кількість опадів, вологість повітря, температурні коливання. Умови можуть впливати на стабільність відвалу, особливо під час тривалих дощів або значних температурних змін.

4. *Конструктивні характеристики:* Проектувальники розглядають методи будівництва відвалу, такі як терасування або встановлення дренажних систем, що можуть підвищити стабільність відвалу і дозволити збільшити його висоту.

5. *Нормативні вимоги:* Існують місцеві, національні та міжнародні стандарти і регламенти, які обмежують висоту відвалів для забезпечення безпеки працівників та мінімізації екологічного впливу.

Процес визначення допустимої висоти відвалу включає комплексний аналіз усіх вищезазначених факторів, модельні розрахунки та, за потреби, лабораторні експерименти. Це дозволяє забезпечити безпечне та ефективне управління відвалами в межах кар'єру.

Площа, відведена під відвали, і місткість відвалів повинні забезпечувати розміщення всього обсягу розкриву з урахуванням порід із міжпластів і відсортованих під час видобутку корисної копалини.

Для кількісної оцінки перемішуваних обсягів розкривних порід використовується спеціальний показник, званий коефіцієнтом розкриву. Коефіцієнт розкриву К показує, скільки одиниць розкривних порід необхідно перемістити в межах кар'єра або за його межі, щоб добути одиницю корисної копалини.

І в своїх дослідженнях брали до аналізу вже існуючі відвали і траншеї, з їх фактичними показниками, які систематизувалися і узагальнювалися. У дослідженні закономірностей порушення земель під час розроблення горизонтальних родовищ враховувалися такі дані:

Ширина залишкової траншеї $B=40\text{м}$;	Довжина зовнішнього відвалу $L_{од}=120\text{м}$;
Ширина виїзної траншеї $b=20\text{м}$;	Ширина зовнішнього відвалу $L_{ов}=135\text{м}$;
Потужність корисної копалини $h=5\text{м}$;	Ширина кар'єрного поля $L_d=3000\text{м}$;
Довжина кар'єрного поля $L=1250\text{м}$;	Коефіцієнт розкриву $K_p=1,2$;
Потужність розкриву $H_o=50\text{м}$;	$\gamma=45^\circ$; $\beta=35^\circ$; $\alpha=50^\circ$.

Розрахунки виконувалися за наступними формулами.

Площа внутрішнього відвалу:	Об'єм розрізної траншеї:
$S_{вн.о}=(L+H_T \text{ctg}\gamma-b-H_o \text{ctg}\beta)(L_d+H_T \text{ctg}\gamma-B-H_o \text{ctg}\beta)$.	$V_{рл}=[B+h(\text{ctg}\alpha+\text{ctg}\gamma)+(H_m-h)\text{ctg}\gamma](H_m-h)[L+H_m \text{ctg}\gamma]$
Площа капітальної траншеї:	Площа залишкової траншеї:
$S_{кт}=\frac{b+2bH_m \text{ctg}\beta}{2} * \frac{H_m}{i}$	$S_{от}=L(B+2H_T \text{ctg}\gamma)$
Об'єм капітальної траншеї:	Площа виїзної траншеї:
$V_{кт}=\frac{H_m^2}{i} \left(\frac{b}{2} + \frac{H_m}{3 \text{tg}\gamma} \right)$	$S_{вт}=(L_d-(B+H_T \text{ctg}\gamma))(2bH_T \text{ctg}\beta)$
	Площа зовнішнього відвалу:
	$S_{во}=\frac{V_k+V_p}{H_o} + S_{осодо}$

Результати розрахунків наведені у таблиці.

№ п.п.	Глибина залягання, м	Об'єм капітальної траншеї, тис. м ³	Об'єм розрізної траншеї, тис. м ³	Площа внутрішн. відвалу, тис. м ²	Площа зовнішн. відвалу, тис. м ²	Площа залишкової траншеї, тис. м ²	Площа виїзної траншеї, тис. м ²	Площа капітальної траншеї, тис. м ²
	H_T	$V_{кт}$	$V_{рл}$	$S_{вн.о}$	$S_{во}$	$S_{от}$	$S_{вт}$	$S_{кт}$
1	20	19,05	1223,3	3427,9	49,79	100,04	168,06	33,24
2	25	32,75	1765,1	3448,4	49,80	112,55	209,72	51,75
3	30	51,45	2375,2	3468,9	49,81	125,06	251,23	74,35
4	35	75,87	3054,3	3489,5	49,83	137,57	292,60	101,04
5	40	106,72	3803,1	3510,1	49,84	155,08	333,83	131,80
6	45	144,71	4622,5	3530,8	49,86	162,59	374,92	166,65
7	50	190,57	5513,2	3551,5	49,88	175,10	415,86	205,58
8	55	245,01	6475,8	3572,3	49,90	187,61	456,66	248,60
9	60	308,74	7511,3	3593,1	49,92	200,12	497,32	295,70
10	65	382,47	8620,2	3614,0	49,49	212,63	537,83	346,88

Якщо розглянути залежність обсягу траншеї від її висоти, то можна помітити деяку закономірність. Чим більша глибина залягання пласта, тим більший обсяг розрізної траншеї. Виразивши це у відсотковому співвідношенні, ми бачимо, що в разі підвищення глибини залягання пласта на 25% (від 20 м до 40 м), зростання об'єму йде на 14-10% відносно один одного. А за глибшого залягання (від 40 м до 80 м), на 2-3% відносно один одного. Наприклад: за глибини залягання пласта 25 м обсяг капітальної траншеї зріс на 67% відносно 20м залягання, а за 30м - на 53% відносно 25 м залягання.

Той самий висновок можна зробити і щодо обсягу капітальної траншеї. Але зростання його починається з 15% (від 20 до 40 м залягання пласта) і закінчується на 5-3% (від 40 до 80 м) відносно один одного.

Аналізуючи залежності вище зазначених площ одна від одної за глибини залягання 60 м, можна помітити, що на 1 місці стоїть площа внутрішнього відвалу, на 2 місці - площа виїзної траншеї, на 3 - площа капітальної траншеї, на 4 - площа зовнішнього відвалу, і на 5 місці - площа залишкової траншеї. Ця залежність при зменшенні глибини залягання пласта змінюється. За 20м залягання на 1 місці стоїть площа внутрішнього відвалу, на 2 - площа виїзної траншеї, яка менша за площу внутрішнього відвалу в 14 разів. На 3 місці - площа залишкової траншеї, на 4 - площа зовнішнього відвалу, яка менша за площу внутрішнього відвалу в 26 разів.

Якщо аналізувати всі три розрахунки, в яких змінюється коефіцієнт розкриву і кути, то можна зробити висновок, що за крутіших кутів обсяги капітальної і розрізної траншеї менші, ніж за більш пологих кутів. Найбільші обсяги траншей вийшли за кутів 45°, 30°, 40°. Що стосується площ, то відмінності між ними незначні.

Гнітецький О.М., аспірант, 2 курс, PhD-184-23-1,
Скорик М.А., аспірант, 2 курс, PhD-184-23-2,
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Котенко В.В. к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПРАКТИКА СТВОРЕННЯ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ БЛОКУ ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ ЗА ДОПОМОГОЮ viDOC RTK ROVER ТА IPHONE 13 PRO

Актуальність: Сучасний ринок природного каменю висуває високі вимоги до точності вимірювань розмірів товарних блоків та встановлення їх геометричної форми. Традиційні методи, такі як обміри за допомогою рулетки, є неефективними для великих складів блочної сировини і вони не дають змоги точно встановити геометричну форму блоку. Впровадження новітніх технологій, як-от viDoc RTK rover у поєднанні з мобільними пристроями, дозволяє суттєво підвищити точність вимірювань, зменшити час на виконання вимірів та автоматизувати процеси обліку, що важливо для забезпечення економічної ефективності підприємств.

Постановка задач: Метою дослідження є оцінка точності виконання вимірювань розмірів блоків і ефективність використання **viDoc RTK rover** для створення тривимірних моделей складів блочної сировини та порівняння даного методу з традиційними, такими як обміри рулеткою та використання електронних тахеометрів.

Викладення матеріалу: Для проведення дослідження було обрано комплект **viDoc RTK rover** разом із смартфоном **iPhone 13 Pro**, що використовувався для збору фотограмметричних даних у програмному забезпеченні **Pix4Dcatch**. Ця комбінація дозволяє забезпечити сантиметрову точність позиціонування завдяки використанню RTK поправок, що надходили від референсних GNSS-станцій. Під час підготовки до зйомки блоків були закладені наземні опорні точки (GCP) і контрольні точки (CheckPoint) для підвищення точності майбутньої моделі, рис. 1.

Склад блоків був розміщений на ґрунтовій площадці розміром 7×13 м на якій знаходиться 9 блоків, що відрізняються між собою формою та розмірами, рис. 2. Найменший блок має розміри 1,40×1,04×0,62 м, найбільший 3,00×2,16×1,46 м. Всі блоки мають форму подібну до призми, що ускладнює вимірювання та розрахунки традиційним методом за допомогою мірної стрічки.



Рис. 1 Закладення опорної точки GCP



Рис. 2. Цифрова модель складу блочної сировини

Збір даних здійснювався з відстані 1-3 метрів від блоків, залежно від їх розташування на майданчику. Після збору фотограмметричних даних, камеральна обробка проводилась у PIX4Dmatic, де весь процес тривав лише 18 хвилин, що значно швидше, ніж традиційні методи, як-от використання рулетки чи електронного тахеометра, які потребують значних затрат часу на польові роботи та камеральні. Загалом було отримано щільну хмару точок, середня щільність якої на модельному блоці складала на 10 см² складала 1 000-2 000 точок. Це дозволило створити точні цифрові копії блоків у форматі obj та провести детальний аналіз їхніх геометричних характеристик, включаючи об'єми та лінійні розміри. Приклад отриманої тривимірної моделі блоку можна побачити на рис. 3.

Наступним кроком було створення каркасної моделі блоку по опрацьованій хмарі точок для полегшення обрахунків та моделювання. Модельний блок в цьому випадку був з нетиповою

конфігурацією та складався з 22 ребер, що значно ускладнює обмірні роботи традиційним методом рис. 4.

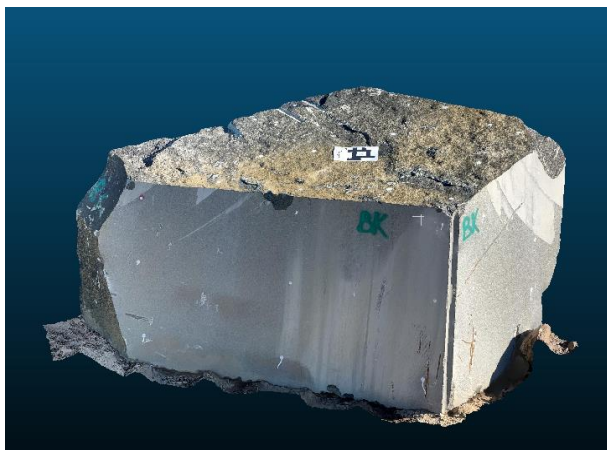


Рис. 3. Цифрова модель блоку у форматі *obj*, отримана в середовищі **PIX4Dmatic**

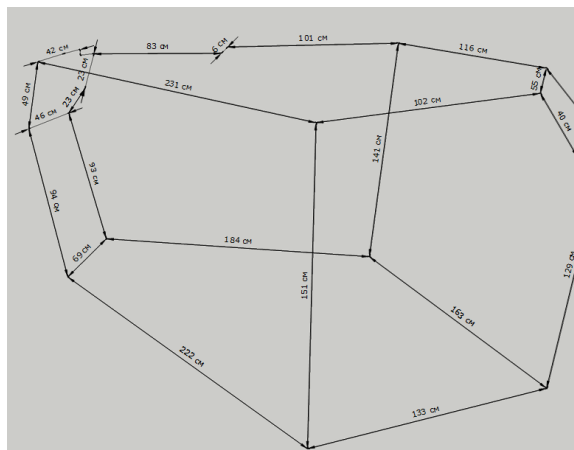


Рис. 4. Каркасна модель блоку

Для вирахування об'єму, блок в межах каркасу блоку було запроєктовано плити товщиною 10 см, які не виходили за межі самого каркасу. Сума об'єму плит складала загальний об'єм блоку, що дорівнював 4,87 м³ та близький до товарного вихідного продукту рис.5. Цифрова модель блоку дозволяє виконувати будь які проектні роботи, наприклад визначити максимальний розмір паралелепіпеда який можна вирізати з даного блоку рис. 6.

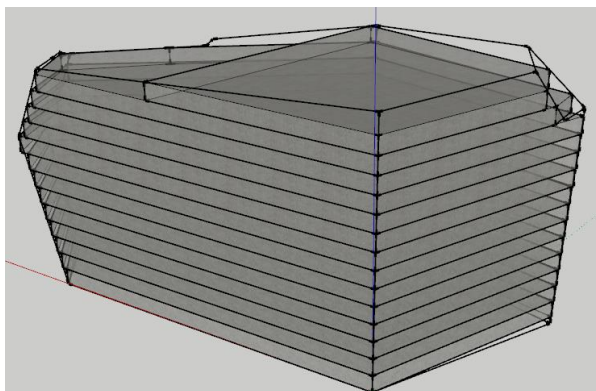


Рис. 5. Проектні плити запроєктовані в межах каркасу блоку

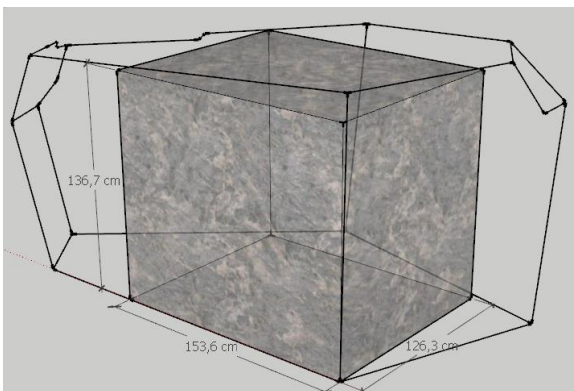


Рис. 6. Паралелепіпед вписаний в каркас блоку

Висновки: Застосування технології **viDoc RTK rover** для **iPhone** та **iPad** дозволяє створювати деталізовані тривимірні моделі складів блочної сировини з високою точністю та значною економією часу. Зокрема, використання цього методу надає підприємствам переваги у швидкості та доступності вимірювань порівняно з класичними методами, що робить його перспективним для широкого застосування у різних сферах. Проте подальші дослідження мають зосередитися на вдосконаленні процесів формування і геометрії складів, а також оптимізації розташування контрольних точок для підвищення точності моделювання.

Дзьоба М.В., аспірант
Міщенко А.А., студент II курсу магістратури
Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

УТРИМУЮЧІ СПОРУДИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ УКОСІВ УСТУПІВ ТА БОРТІВ КАР'ЄРІВ

У процесі відпрацювання родовища завжди виникає потреба забезпечення безпечної роботи людей та обладнання на горизонтах кар'єра. Особливо це стосується ділянок, схильних до руйнування. При неможливості або економічній недоцільності зміни кута укосу уступу кар'єру влаштовують утримуючі споруди, які запобігають зсувам, обвалам і вивалам ґрунтів.

Утримуючі споруди:

- палі (буронабивні, буроін'єкційні та ін.) – для забезпечення стійкості ґрунтових та скельних укосів;
- анкерні кріплення – для утримання окремих блоків порід до міцного масиву на схилах (укосах);
- підтримуючі стінки – для зміцнення ґрунтів, що нависають;
- контрфорси – для підпирання окремих скельних масивів;
- опояски – для підтримки нестійких укосів;
- облицювальні стіни – для запобігання вивітрювання та осипання ґрунтів.

Уловлювальні споруди та пристрої (стіни, сітки, вали, траншеї, полиці з бордюрними стінами) слід передбачати для захисту об'єктів від впливу осипів, вивалів, падіння окремих скельних уламків, а також обвалів породи в кількості, що визначається розрахунком. Уловлювальні стіни та сітки розташовують у підшви схилів (укосів) до 25-35° для захисту від впливу осипів, вивалів, падіння окремих скельних уламків та невеликих обвалів. Міцність та стійкість конструкцій уловлювальних стін перевіряються на статичне навантаження від обвальних гірничих мас, а також на динамічний удар окремих уламків скельних порід.

Уловлювальні траншеї і полиці з бордюрною стіною слід розміщувати біля підшви обвалонебезпечних схилів (укосів) висотою до 60 м та кутом укосу понад 35° для захисту від вивалів окремих уламків ґрунту обсягом до 1 м³. Уловлювальні вали влаштовують у підшви оголених обвалонебезпечних схилів великої довжини.

Існують механічні та фізико-хімічні способи зміцнення бортового масиву. Принцип зміцнення нестійких укосів механічними способами заснований на перерозподілі напружень у масиві гірських порід. Сприймаючи тиск призми обвалення, зміцнювальні конструкції та споруди передають його стійкій частині масиву, що знаходиться поза зоною зсуву. Необхідною умовою застосування механічних способів зміцнення укосів є наявність міцного, стійкого масиву поза поверхнею (зоною) ковзання або підшви укосу. Розглянемо найбільш поширені з них.

Палі є надійним засобом зміцнення ділянок уступів. Серед переваг палевого кріплення – висока несуча здатність, простота зведення та повна механізація робіт, а також можливість зміцнення ділянок значної протяжності та великої потужності з глибоким заляганням поверхні ковзання. Діаметр паль становить 200-1000 мм. У масиві гірських порід палі працюють в режимі деформацій зрізу або вигину. Залізобетонні палі можуть бути набивними з жорсткою або гнучкою арматурою або заводського виготовлення квадратного, прямокутного, трубчастого або суцільного круглого перерізу. Залежно від геологічної будови масиву, фізико-механічних властивостей порід, характеру деформування укосу, діаметра паль вони можуть бути розташовані в один або кілька рядів. При встановленні паль у один ряд на невеликій відстані один від одного утворюється стінка, яка є аналогічною шпунтовій; при встановленні в кілька рядів утворюється аналог підпірної стінки. Посилення роботи паль досягається шляхом з'єднання їх вершин залізобетонним ростверком, швелерами та ін. Застосування паль обмежується на ділянках, ослаблених крутопадаючими поверхнями ковзання, а також за наявності порушених гірських порід в межах призми можливого обвалення та значної потужності зони ослаблення.

Розрахунок параметрів зміцнення уступів палями полягає у виборі їх конструкції та визначення несучої здатності, відстані між палями, кількості рядів та глибини закладення, яка повинна бути нижчою за найбільш небезпечну поверхню ослаблення.

Анкерне (штангове) кріплення являє собою систему закріплення в шпурах або свердловинах металевих, залізобетонних, дерев'яних або полімерних анкерів у поєднанні з підтримуючими елементами для зміцнення масиву порід та підвищення його стійкості завдяки скріпленню шарів та структурних блоків. Залежно від діаметра анкера діаметр свердловини змінюється в межах 60-300 мм. Анкер заводиться в свердловину і після встановлення в проектне положення зона закладення цементується. При цьому міцність на роздавлювання досягає 30-40 МПа. Натяг анкерів здійснюється ступенями за допомогою

гідравлічних домкратів, після чого рухливий оголовок анкера остаточно фіксується на плиті з допомогою затискачів, клинів або гайок.

Підпірна стінка відноситься до суцільних протизсувних споруд і являє собою масивну залізобетонну конструкцію, яка приймає діючі по поверхні навантаження і утримує укіс у стійкому стані. Спорудження її утворює лобове опір тиску зсувних мас по фронту їх поширення та на висоту зсувного масиву. Розрахунок підпірних стінок виконують на міцність з урахуванням опору зсуву по підшві та перекиданню. Параметри стінки визначають за умови, що коефіцієнт запасу на зсув дорівнює 1,3 та коефіцієнт запасу на перекидання – 1,5. Масивним підпірним стінкам притаманні такі недоліки: значні витрати матеріалів та робочої сили; висока в порівнянні з іншими способами собівартість зміцнення; відносно невелика несуча здатність; велика маса, що створює додаткове навантаження на нижчі уступи. Тому підпірні стінки рідко використовуються у практиці відкритих гірничих робіт. З економічної точки зору доцільність їх застосування обмежується довжиною трохи більше 50 м.

Контрфорс (привантажувальна призма) – це насипна споруда з порід розкриву, що застосовується для зміцнення укосів уступів неробочих бортів, капітальних траншей, а також відвалів пухких порід. Зведення контрфорсу технологічне, мобільне та ефективно. Привантаження укосу слугує підпірною стінкою та дренажною призмюю, запобігає набухання та опливанню глинистих порід, захищає поверхню укосу від ерозійного руйнування. До недоліків споруд слід віднести велику власну масу та значні площі, що вимагають значної ширини берм безпеки. Для запобігання зсуву в основі контрфорсу здійснюють відсіпання твердих порід на пальовий фундамент, що складається з ряду вертикальних паль, не повністю забитих у основу уступу.

Контрбанкети застосовуються для зміцнення піщаних укосів (рис. 1). Параметри залежать від коефіцієнта фільтрації водоносного горизонту, питомої витрати води та закладання укосу уступу. Висота привантаження h_n повинна бути більшою (на 0,5-1,0 м) висоти рівня фільтраційних вод h_v . Створення такої споруди оберігає поверхню укосу від розмиву стічними водами, перешкоджає розвитку суфозії та фільтраційних деформацій укосів.

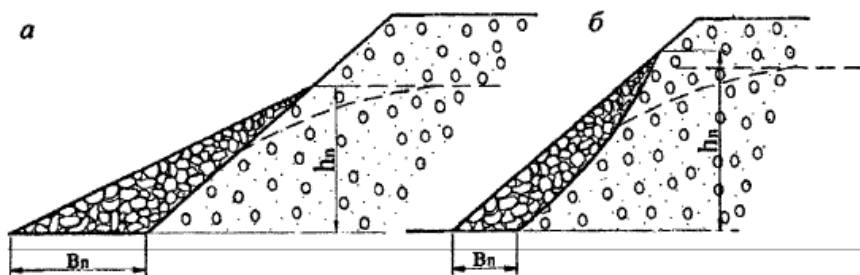


Рис. 1. Схеми привантаження укосів дренажним матеріалом: а – без виїмки частини порід укосу; б – з частковою виїмкою порід укосу; h_n , V_n – висота та ширина основи привантажувальної призми

До фізико-хімічних способів зміцнення бортового масиву належать цементация, силікатизация, смолизация, електрохімічне закріплення, ущільнення порід енергією вибуху.

Цементация полягає в заповненні порожнин, тріщин і великих пор гірських порід цементним, цементно-піщаним або цементно-глинистим розчинами, які схоплюються з породами та твердіють, сприяючи підвищенню водопроникності та стійкості укосів. Найбільший ефект від застосування цементации досягається в тріщинуватих породах – пісковиках, глинистих і піщаних сланцях, вапняках, гранітах, граніто-гнейсах, габро, аргілітах, алевролітах при відсутності в тріщинах глинистого заповнювача та величині коефіцієнта фільтрації порід 80-500 м/добу.

Силікатизация передбачає нагнітання силікатних розчинів у гірські породи, внаслідок чого вони набувають підвищеної механічної міцності, водопроникності та водостійкості. Силікатизацию застосовують з метою підвищення несучої здатності основ гірничо-технічних споруд, а також при влаштуванні протифільтраційних завіс.

Смолизация заснована на використанні в якості зміцнюючого засобу синтетичних смол, що зв'язують мінеральні частинки та надають породі міцність, стійкість та водонепроникність. Для цього застосовують епоксидні, поліефірні, фенолформальдегідні, карбамідні та меламіно-сечовинно-формальдегідні смоли.

Також можна виконувати *ущільнення порід вибухом*. Спосіб можна застосовувати для зміцнення укосів, складених глинами, суглинками, лесовими ґрунтами. Під час підривання свердловинних зарядів утворюється котел, а породи в зоні, що прилягає до стін свердловини, ущільнюються. Це сприяє підвищенню їх механічної міцності та стійкості. Після вибуху у свердловинах розміщують металеву арматуру та заповнюють їх бетоном, утворюючи шпони.

Вибір виду утримуючої споруди залежить, перш за все, від існуючих гірничо-технологічних умов кар'єру, економічної доцільності споруди, її надійності та простоти спорудження.

Дмитрук О.І. аспірант спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології
Науковий керівник: Пашенко О.А., к.т.н.,
доцент кафедри нафтогазової інженерії та буріння
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД

У сучасній гірничій промисловості ефективність руйнування гірських порід є ключовим чинником, що безпосередньо впливає на продуктивність та економічну доцільність видобутку. Проблема ефективності руйнування охоплює широкий спектр параметрів, таких як тип гірських порід, техніка буріння, вибір устаткування та енергетичні витрати. Неправильний підбір цих параметрів може призвести до значних втрат, як у фінансовому, так і в ресурсному плані.

Останнім часом машинне навчання (МН) стало потужним інструментом для вирішення складних задач у гірництві, дозволяючи аналізувати великі обсяги даних і виявляти закономірності, які не завжди помітні традиційними методами. Застосування алгоритмів МН у прогнозуванні ефективності руйнування гірських порід відкриває нові горизонти для оптимізації процесів буріння та підвищення загальної продуктивності.

Метою цієї статті є розгляд застосування алгоритмів машинного навчання для прогнозування ефективності руйнування гірських порід. У статті буде представлений огляд основних алгоритмів, які використовуються в цій області, а також їх можливості та обмеження.

В прогнозуванні ефективності руйнування гірських порід особливо актуальними є такі алгоритми:

Регресійні моделі — це прості статистичні моделі, які використовуються для прогнозування значення залежної змінної на основі одного або кількох незалежних факторів. Регресія дозволяє оцінити, як зміни в параметрах буріння впливають на ефективність руйнування.

Дерева рішень — ці алгоритми дозволяють побудувати модель, яка приймає рішення на основі заданих характеристик даних. Вони забезпечують прозорість у прийнятті рішень і є корисними для виявлення ключових факторів, що впливають на процес руйнування гірських порід.

Нейронні мережі — складніші моделі, натхненні роботою людського мозку, які можуть навчатися на великих обсягах даних. Вони виявляють складні залежності між параметрами і можуть використовуватися для прогнозування ефективності руйнування гірських порід у ситуаціях з багатьма змінними.

Ці алгоритми формують основу для розвитку ефективних моделей, що дозволяють покращити процеси руйнування гірських порід і підвищити продуктивність гірничої промисловості.

Процес навчання моделі машинного навчання для прогнозування ефективності руйнування гірських порід включає кілька ключових етапів, серед яких найважливішими є збір та підготовка даних, навчання моделі та її оцінка.

Першим етапом є збір даних, що охоплюють різні параметри, які можуть вплинути на процес руйнування гірських порід. Це можуть бути:

- Параметри буріння, такі як тип використаного обладнання, швидкість буріння, тиск, температура та інші механічні характеристики.
- Характеристики гірських порід, зокрема їх структура, щільність, міцність, вологість та інші геологічні фактори.

Після збору даних їх необхідно обробити, що включає:

- Попередню обробку даних, що включає очищення від шуму, заповнення пропущених значень, нормалізацію або стандартизацію значень, а також трансформацію даних у відповідний формат для подальшого аналізу.

- Розподіл даних на навчальну та тестову вибірки, де зазвичай 70-80% даних використовуються для навчання моделі, а решта — для її тестування. Це дозволяє оцінити, наскільки добре модель може прогнозувати на нових, раніше невідомих даних.

Загалом, застосування алгоритмів машинного навчання для прогнозування ефективності руйнування гірських порід відкриває нові можливості для підвищення продуктивності та зниження витрат у гірничій промисловості.

У результаті можна зробити кілька загальних висновків. По-перше, алгоритми машинного навчання демонструють значний потенціал для поліпшення процесів руйнування гірських порід, завдяки здатності аналізувати великі обсяги даних і виявляти складні залежності між параметрами буріння та характеристиками гірських порід. Це може не лише підвищити ефективність процесів видобутку, а й зменшити витрати та ризики.

По-друге, незважаючи на значні переваги, необхідно враховувати виклики, з якими стикаються дослідники та практики в цій області. Потрібні подальші дослідження для покращення якості даних, спрощення моделей для кращої інтерпретації, а також адаптації алгоритмів до нових умов.

Євпак Н.А., студентка II курсу магістратури,
Сагало Н.С., студентка IV курсу
Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ТА СПОСОБИ ПРОХОДКИ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ВЕЛИКОГО ПЕРЕРІЗУ

Спорудження підземних гірничих виробок великого перерізу є трудомістким процесом, який характеризується складністю виконання прохідницьких робіт. Існує декілька технологічних схем проходки таких виробок у підземних комплексах. Однак вибір їх для застосування в певних умовах не завжди відбувається правильно, зокрема, зважаючи на швидкості, безпеку та витрати на виконання прохідницьких робіт. Тому розробка рекомендацій щодо вибору технології проходки підземних споруд великого перерізу є актуальним.

Виробки великого перерізу прагнуть споруджувати в масивах гірських порід зі сприятливими інженерно-геологічними умовами. Це призвело до поширення двох основних форм їх поперечного перерізу. Відповідно, усі великі підземні виробки за формою поперечного перерізу можна розділити на дві основні групи: овальні (або підковоподібні) та грибоподібні (рис. 1).

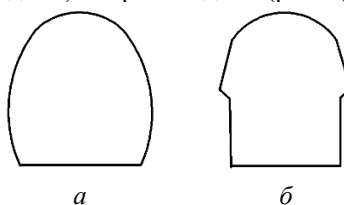


Рис. 1. Основні форми виробок великого перерізу: а – підковоподібна; б – грибоподібна.

Грибоподібна форма в минулому і зараз залишається найбільш поширеною. В конструкціях кріплення грибоподібних виробок особливістю є те, що залізобетонне монолітне склепіння опирається п'ятами на оточуючий гірський масив і монолітну залізобетонну конструкцію бокових стін.

Послідовність робіт при спорудженні таких виробок зазвичай є поетапною. Спочатку розкривають склепіння на висоту 5-10 м і встановлюють в ньому постійне монолітне залізобетонне кріплення. Зведення кріплення склепіння виконують або з деяким відставанням від основного вибою, або після проходки камери на всю довжину. Після зведення кріплення склепіння, починають розробку її основного ядра (рис. 2). Самим небезпечним моментом при спорудженні грибоподібних виробок є проходка склепіння, оскільки лише в процесі розкриття виробки відбувається його опускання (осідання). Абсолютні значення цих осідань залежать від величини прольоту склепіння і коефіцієнта бокового тиску порід в гірському масиві. Подальше розширення перерізу виробки практично не впливає на осідання склепіння. Більш того, у разі переважаючої дії тектонічних напружень, відбувається зворотне переміщення склепіння вгору. Тому такі виробки зазвичай не розкривають відразу на повний переріз.

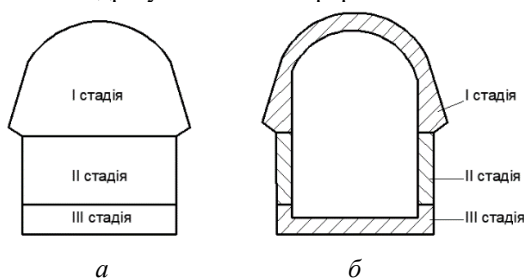


Рис. 2. Послідовність розкриття грибоподібної виробки (а) та зведення постійного кріплення (б)

Виробки овальної або підковоподібної форми, зазвичай, не мають залізобетонного склепіння і виїмок для п'ят. Тому контур їх поперечного перерізу має овальну форму без гострих кутів. При спорудженні виробки такої форми спочатку розкривають підсклепінчатий простір і зводять полегшене піддатливе кріплення з «пасивних» або попередньо напружених анкерів, іноді в поєднанні з металевою сіткою і набризкбетоном. Оскільки стіни виробки мають криволінійний обрис, то при проходці основного ядра не застосовують попереднє щілиноутворення по контуру стін, а по периметру стін залишають берму, яку потім доробляють до проектного контуру.

При будівництві підземних виробок великого перерізу в стійких породах можуть бути застосовані способи суцільного вибою та нижнього уступу (у разі, якщо висота виробки більше 10 м). Спосіб нижнього уступу також передбачає спочатку розкриття склепіння, а потім проходку нижнього уступу.

Спосіб суцільного вибою забезпечує широкий фронт прохідницьких робіт і можливість застосування потужного високопродуктивного обладнання, що обумовлює відносно просту організацію робіт з невеликим об'ємом підготовчих та заключних операцій в загальному циклі спорудження. Однак цьому способі властиві такі недоліки: необхідність у детальній геологічній розвідці гірського масиву по всій трасі тунелю; застосування громіздких та дорогих бурових установок, що викликає здорожчання будівництва; низький коефіцієнт використання гірничопрохідницького обладнання (20-30%); значні витрати на забезпечення безпеки робіт при доведенні перерізу виробки до проектного контуру.

Спосіб спорудження виробок великого перерізу нижнім уступом є більш тривалим у порівнянні зі способом суцільного вибою. Термін будівництва збільшується на 20-50%. Однак, в останні роки цей спосіб удосконалили, а саме, розробку породи в підсклепінчатій частині вибою і нижньому уступі виконують одночасно. Така технологічна схема проходки називається ступінчастою. Зокрема, за нею споруджували тунель Зальцбург-Північна Італія площею перерізу 100 м². Проходку здійснювали трьома вибоями одночасно з відставанням один від одного вздовж осі тунелю на 50-100 м. Відбиту породу з верхнього вибою скидали у середній, а потім на в нижній вибій, а вже звідти завантажували у вагони.

При постійному спостереженні за станом склепіння і боків виробки і своєчасному прийнятті відповідних заходів, така схема проходки дозволила розробляти вибій без попереднього кріплення і відмовитися від громіздкого обладнання, застосовуючи стандартне високопродуктивне устаткування. При цій технологічній схемі можна суміщавати у часі буріння і навантаження на нижніх уступах з процесами буріння і зведення тимчасового кріплення на верхньому уступі тунелю. Ступінчастий спосіб проходки виробки зберігає переваги способу нижнього уступу, і, водночас, виключає його недоліки.

До недоліків даного способу можна віднести ускладнену організацію робіт через одночасне виконання декількох операцій та вимагає додаткових витрат на провітрювання вибоїв. Зазначені недоліки способу проходки виробок суцільним вибоєм, а також складність його застосування в малостійких породах спонукали інженерів до розробки нового способу проведення гірничих виробок великого перерізу. Він має назву – новоавстрійський спосіб і в останні роки активно витісняє спосіб суцільного вибою навіть в стійких породах.

На даний час новоавстрійський спосіб проходки виробок великого перерізу є найбільш поширений завдяки його економічності та низької матеріаломісткості підземних конструкцій. Швидкість спорудження виробок як в стійких, так і в нестійких породах становить від 3 до 7 м/добу, а витрати на спорудження менші на 30-40% у порівнянні з традиційними способами. Він може бути застосований як в сприятливих, так і в складних інженерно-геологічних умовах проходки. Його також використовують в поєднанні зі спеціальними методами проходки гірничих виробок (зміцнення гірських порід ін'єктуванням, водозниження, заморожування тощо).

Головною особливістю новоавстрійського способу проходки виробок є максимальне використання несучої здатності оточуючої породи і залучення її в якості захисної конструкції від обвалів. Порода закріплюється тимчасовим кріпленням з анкерів, набризкбетону або піддатливим арочним кріпленням і перетворюється у вантажонесуче середовище, що сприймає значну частину зовнішніх навантажень. Інша частина навантажень передається на основне кріплення, матеріаломісткість якого значно знижена у порівнянні з кріпленням при інших способах проходки. Даний спосіб допускає суттєві переміщення контуру виробки, забезпечуючи тим самим розвантаження гірського масиву від напружень. Постійне бетонне або залізобетонне кріплення зводять після того, коли вичерпується несуча здатність тимчасового кріплення. Внаслідок цього конструкція постійного кріплення працює на навантаження, значно менше.

Існує також спосіб проходки виробок методом мінімальних уступів, при якому спочатку проходять колотну частину вибою на заходку до декількох метрів з одночасним кріпленням боків виробки та при необхідності – частину вибою, а потім розробляють одним або декількома уступами решту тунелю з одночасним кріпленням. Розробку вибою в колоті та уступі здійснюють послідовно. Цей спосіб дозволяє в найкоротші терміни замикати кільце набризкбетонного кріплення вибою по частинах.

Існує ще кілька технологічних схем проходки виробок великого перерізу, які дозволяють, використовувати принцип розробки вибою по частинах з одночасною організацією робіт в декількох вибоях. Зокрема, спосіб проходки з випереджаючою штольнею і подальшим її розширенням до проектного контуру. Випереджаюча штольня може розташовуватися як у центрі, так і в нижній частині тунелю. Наявність передових виробок дозволяє більш детально провести геологічну розвідку по трасі.

Також відомий спосіб бічного уступу, при якому спочатку розробляють центральну частину виробки на всю довжину, далі закріплюють склепіння, а потім розробляють бокові частини. Така послідовність робіт дозволяє поступово розкривати вибій і поетапно кріпити його склепіння, а також відмовитися від громіздкого устаткування. Цей спосіб, по суті, є різновидом новоавстрійського способу і є кращим за вартістю обладнання і темпам проходки в стійких породах порівняно зі способом суцільного вибою.

Д.І. Заліван, магістр 1-го курсу, гр. РР-49м

І.А. Піскун, асистент

*Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
Державний університет «Житомирська політехніка»*

МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ ВИРОБКАМИ ПЛОЩ НА ПРИКЛАДІ ІЛЬМЕНІТОВИХ КАР'ЄРІВ

Проблеми рекультивації земель в Україні є однією з нагальних екологічних та економічних задач, які зумовлені інтенсивною діяльністю гірничодобувної галузі, яка чинить масштабний вплив на довкілля, викликаючи серйозні зміни у природних ландшафтах, руйнування ґрунтового покриву, а також забруднення водних ресурсів і атмосфери. Внаслідок гірничих робіт значні площі земель стають непридатними для сільськогосподарського чи лісгосподарського використання, створюючи складні екологічні виклики, що потребують ефективних рішень у сфері рекультивації.

Гірничі роботи істотно впливають на стан земель, спричиняючи значні втрати площ та деградацію ландшафтів. Основними факторами, які порушують земельні ділянки, є видобуток корисних копалин, облаштування відвалів, кар'єрів та створення хвостосховищ.

Найбільші площі земель порушені через видобуток вугілля, залізної руди, марганцю, а також нерудних матеріалів, зокрема піску та глини. Видобуток вугілля спричиняє значні втрати через утворення териконів, зони просадок та шламосховищ, які займають великі площі. Наприклад, лише у промислових регіонах Донбасу значні площі земель виключено з сільськогосподарського використання, а відвали порід є джерелом забруднення повітря і ґрунтів

Відвали гірничих порід і хвостосховища, створені під час видобутку рудних і нерудних матеріалів, також суттєво змінюють рельєф та екосистеми. Наприклад, розкриті породи із залізородних кар'єрів використовуються для рекультивації відпрацьованих площ, однак це не компенсує втрати родючих ґрунтів

Порушення земельних ділянок супроводжується деградацією ґрунтів, змінами гідрологічного режиму, втратою біорізноманіття та формуванням антропогенно-гірничопромислових ландшафтів. Наприклад, викиди пилу та газів під час вибухових робіт і транспортування гірничих мас значно забруднюють атмосферу. На рівнинних територіях у зонах просадок часто утворюються заболочені ділянки, які не підлягають відновленню

Загалом гірничі роботи в Україні спричиняють комплексну екологічну проблему, яка потребує розробки ефективних технологій рекультивації, щоб зменшити втрати земельних ресурсів та зберегти екологічну стабільність.

Рекультивація земель загалом складається з кількох етапів, які включають інженерно-технічні та біологічні заходи, метою яких є повернення порушених територій до стану, придатного для використання в сільському, лісовому, рекреаційному або іншому напрямі. Однак процес відновлення ускладнюється тим, що техногенні впливи часто залишають ґрунти бідними на поживні речовини, забрудненими важкими металами, токсичними речовинами, і навіть радіонуклідами, що вимагає значних ресурсів для їх очищення і повернення до природного стану.

Основними проблемами рекультивації є висока вартість відновлювальних заходів і тривалий час, необхідний для досягнення відновлення природного балансу. Зокрема, площі кар'єрів, відвалів та хвостосховищ є значними і потребують великих інвестицій для їх рекультивації, включаючи переміщення ґрунтового шару, створення нових ландшафтів, посадку рослинності та забезпечення контролю за екологічною безпекою. Існуючі технології рекультивації часто не враховують усіх екологічних аспектів і можуть призводити до недостатньо ефективних результатів, що ускладнює зменшення екологічного навантаження на прилеглі території.

Окремим аспектом є різні підходи до рекультивації, які обираються залежно від регіону та ступеня порушення землі. Наприклад, у районах із помірним кліматом і родючими ґрунтами пріоритет надається відновленню земель для сільського господарства, а в посушливих зонах, де сільськогосподарське використання малоефективне, заліснення стає пріоритетним варіантом. Водночас для територій з високим рівнем антропогенного навантаження зручним є рекреаційний напрямок відновлення, де на місці гірничодобувних об'єктів створюються природоохоронні зони, парки та місця відпочинку.

В Україні вже накопичений досвід успішної рекультивації у районах видобування корисних копалин. Наприклад, на підприємствах вугільної та металургійної промисловості активно впроваджуються рекультиваційні заходи, як-от вирощування багаторічних трав на рекультивованих землях, створення водойм та лісових насаджень. Однак, темпи рекультивації залишаються недостатніми, що не дозволяє повернути значні площі земель у господарське використання в обсягах, необхідних для зменшення екологічного навантаження на регіони.

Для прикладу буде розглянуто відпрацьовані ільменітові кар'єри, часто їх рекультивація в вигляді заводнення є шкідливою, адже може спричинити значне навантаження на місцеві водні джерела, призводити до деградації екосистем, зниження рівня ґрунтових вод. Також серйозною проблемою є великий відсоток вмісту металів в воді, що робить водою шкідливою для екосистеми через можливість потрапляння забрудненої води в ґрунтові води, річки та унеможливорює використання її для рибного господарства, або, як об'єкт для активного відпочинку.



Рис.1 Відпрацьований ільменітовий кар'єр з високим вмістом заліза

Найбільш важливим етапом рекультивації з екологічної точки зору є біологічний. Одним з найпоширеніших методів є посадка сосни, адже це не вибагливе дерево, яке буде добре рости в піщано-глинистому ґрунті. Висадка сосни сприяє відновленню екологічного балансу на території її посадки, зменшуючи ерозію ґрунту, забезпечуючи місце проживання для диких тварин та підтримує біорізноманіття, але родючість ґрунту буде відновлюватись в довгий термін. Тому для покращення швидкості відновлення родючості після гірничотехнічного етапу удобрювати ділянку добривами, наприклад, біочар, який є хімічно нейтральним, добре накопичує вологу, здатен абсорбувати та нейтралізувати шкідливі хімічні речовини, знижувати кислотність ґрунту та збільшувати накопичення у ньому вуглецю. Після удобрення слід посіяти насіння рослини, яка здатна рости в піщано-глинистому ґрунті та є не вибагливою до кліматичних умов регіону, наприклад люпін, який служить азотонакопичувачем, що разом з біочар, значно підвищить швидкість відновлення родючості. Також для економії коштів та пришвидшення робіт можливе застосування сучасних технологій, наприклад, агродрон для висіву насіння, розпилення рідких добрив, або добрив з невеликою фракцією. Наведений приклад біологічного етапу рекультивації здатен підвищити швидкість відновлення родючості ґрунту до 2-3 років та на відміну від висадження дерев сосни та використовувати рекультивовану землю не лише для лісництва, а також для сільськогосподарських цілей, що дає змогу в подальшому громаді здавати землю фермерам та отримувати прибуток.

Необхідність удосконалення технологій рекультивації та впровадження нових підходів є важливою складовою сталого розвитку та поліпшення екології в Україні. Для цього важливо активізувати ландшафтно-екологічні дослідження, спрямовані на розробку методів, що забезпечують швидше відновлення ґрунтів та їхню придатність для продуктивного використання. Доцільно впроваджувати ландшафтне картування, яке дозволяє оцінити антропогенні зміни та визначити найоптимальніші способи використання рекультивованих земель. Додатково, впровадження сучасних методів фітомеліорації, що полягають у висаджуванні рослин та введення добрив для підвищення родючості ґрунтів, значно покращує ефективність рекультивації та її якість.

Отже, при виборі способу проведення та власне під час виконання рекультивації важливим є інтегрований підхід, який враховує регіональні особливості та сприяє відновленню екологічної стабільності. Запропоновані заходи можуть стати основою для подальших наукових досліджень і практичного впровадження сталих технологій у гірничій галузі України.

Список використаних джерел:

1. Іванов, Є.А., Біланюк, В.І. Проблеми рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами. Матеріали четвертої міжнародної науково-практичної конференції "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування", Трускавець, Україна, 6–10 листопада 2017 р., с. 262–270.
2. Заліван Д.І. Розробка проектних рішень по гірничо-технічній рекультивації відпрацьованих кар'єрів за умов ТОВ «Валки-Ільменіт»: Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, 2024.
3. Надра, землі і проблеми рекультивації [Електронний ресурс] // Головне управління Держгеокадастру у Житомирській області. – Режим доступу: <https://zhytomyrska.land.gov.ua/nadra-zemli-i-problemi-rekultivaci%D1%97/>.
4. Ремезова О.О. Екологічні проблеми освоєння корінних титанових родовищ Коростенського Плутону (Північний Захід Українського кристалічного щита), Вісник КДПУ. Екологічна безпека. Вип. 2 (37). Частина 2. 2006 р., с. 119-123.

Ігнатюк Р.М., аспірант,
Науковий керівник: Шамрай В.І., к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАТРАТ РОБОЧОГО ЧАСУ ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ ПЕРВИННОГО ВРУБУ В УМОВАХ ПП «КВАНТА ЛЧ»

Відпрацювання гірських порід відкритим способом є одним з найпоширеніших методів добування корисних копалин нашого регіону. Розширення бортів кар'єру невід'ємна частина розробки родовищ корисних копалин. Проведення первинних врубів вимагає детального планування для забезпечення ефективного використання ресурсів та високих темпів видобутку.

Для порівняння досліджувались два способи проведення первинного врубу в умовах ПП «Кванта ЛЧ». Перший з застосуванням ГТХ «Літокол», другий спосіб з додатковим поділенням алмазно-канатним пилянням. Під час відпрацювання первинного врубу створюється простір для ефективного забезпечення подальшого проведення гірничих робіт. Цей простір необхідний для встановлення обладнання і техніки. В умовах даного підприємства мінімальна ширина для встановлення бурового обладнання 2,6 м.

В першому способі пробурюють дві горизонтальні свердловини так щоб утворити трикутну площину. Далі знаходять точки на цих свердловинах, відстань між якими буде 2,6 м. та пробурюють сітку вертикальних свердловин в яких буде розміщено «Літокол». Приблизно по середній лінії пробурюють другу сітку вертикальних свердловин. Лінію по якій пробурюють свердловини іноді зміщують в глиб, або назовні залежно від розташування природних тріщин. Горизонтальну площину та дві бічні грані трапеції відділяють алмазно-канатним різанням (рис.1).

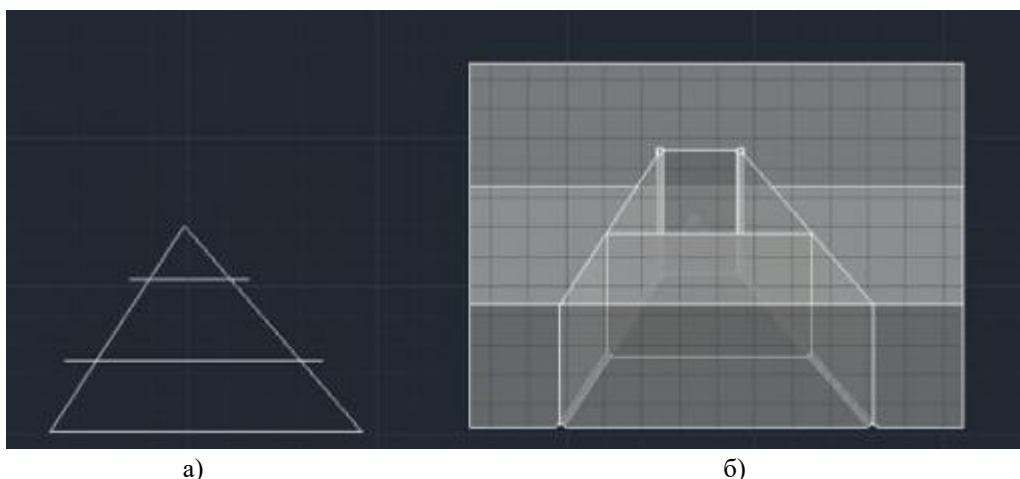


Рис.1. Вид зверху (а) та об'ємний вигляд (б) моноліту отримані при застосуванні першого способу.

В другому способі окрім двох горизонтальних свердловин, що утворюють трикутну площину, пробурюють ще чотири горизонтальні свердловини для поділення моноліту на пластини. Аналогічно до попереднього способу по коротшій основі трапеції та середній лінії пробурюють дві сітки свердловин. Після відділення алмазно-канатним різанням, за допомогою клинів, відколюють по середній лінії для завалення першого ряду пластин моноліту. Як тільки перший ряд пластин завалили і відтягнули, пробурюють ще 3 горизонтальні свердловини, які ділять решту моноліту на пластини (рис. 2). Аналогічно як попередній ряд пластин відділяють різанням, відколюють та завалюють з подальшим пасеруванням.

Об'єм пасерування після завалення моноліту залежить від природних тріщин та форми отриманих шматків. Гірничу масу перед нанесенням розмітки для пасерування змивають водою від залишків пульпи. В моноліті отриманому першим способом більшість тріщин вертикального напрямку, тоді як в другому моноліті переважали тріщини горизонтального напрямку. Тому тривалість завалення та пасерування не порівнювалась.

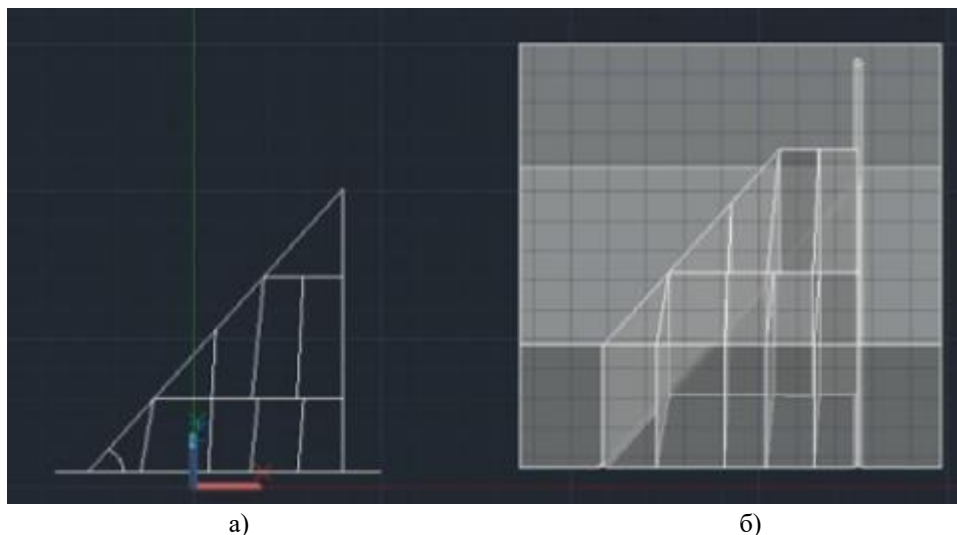


Рис.2. Вид зверху (а) та об'ємний вигляд (б) моноліту отримані при застосуванні другого способу

Загальний об'єм моноліту відпрацьованого першим способом складає $316,4 \text{ м}^3$. Роботи по підготовці та відділенню можна поділити на 3 частини: буріння свердловин, алмазно-канатне різання, застосування ГТХ «Літокол». Загальна тривалість бурових робіт 32 години 2 хвилини, тривалість різання 40 годин 31 хвилина, на застосування ГТХ «Літокол» було затрачено 1 годину 36 хвилин. Усі операції по підготовці та відділенню моноліту тривали 74 години 9 хвилин.

Об'єм моноліту при застосуванні 2 способу складає $327,6 \text{ м}^3$. Тривалість буріння всіх свердловин 60 годин 13 хвилин, тривалість різання 45 годин 25 хвилин. Загальна тривалість всіх процесів по підготовці та відділенню моноліту 105 годин 38 хвилин.

При застосуванні першого способу, із $316,4 \text{ м}^3$ на склад підприємства поступило $134,08 \text{ м}^3$ блоків різних категорій, що становить 42,43% від об'єму відпрацьованої гірничої маси. При застосуванні другого способу об'єм відпрацьованої гірничої маси складає $327,59 \text{ м}^3$, з яких $242,74 \text{ м}^3$ блоків різних категорій. Відсотковий вихід блоків з гірничої маси при застосуванні другого способу 74,1%. Решта гірничої маси складається у відвал.

Список використаних джерел:

1. Визначення анізотропності та механічних властивостей природного каменю за допомогою інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеозображень (на прикладі габроїдних порід Коростенського плутону) / А.О. Криворучко, Ю.О. Подчашинський, О.О. Ремезова, В.О. Шлапак // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – 2005. – № 4 (35). – С. 128–134.
2. Тенденції розвитку ринку декоративного каміння України / В.І. Шамрай, В.В. Мельник-Шамрай, В.В. Котенко та ін. // Технічна інженерія. – 2023. – № 1 (91). – С. 377–384. DOI: 10.26642/TEN-2023-1(91)-377-384.
3. Технологія екологічнобезпечної відкритої розробки родовищ твердих корисних копалин : монографія / В.І. Симоненко та ін. – Дніпро : Журфонд, 2022. – 365 с.
4. Дриженко А.Ю. Відкриті гірничі роботи : підручник / А.Ю. Дриженко ; М-во освіти і науки України. – Д. : НГУ, 2014. – 590 с.
5. НПАОП 0.00-1.24-10. Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. – К. : Державний комітет України з пром. безпеки, охорони пр. та гірничого нагляду, 2010. – 63 с.
6. Levytskyi V. The optimization of technological mining parameters in a quarry for dimension stone blocks quality improvement based on photogrammetric techniques of measurement / V.Levytskyi, R.Sobolevskyi, V.V. Korobiichuk // Rudarsko-geološko-naftni zbornik. – 2018. – Vol. 33, № 2. – P. 83–90.
7. Бакка М.Т. Гірничо-геометричне планування гірничих робіт на родовищах облицювального каменю для збільшення коефіцієнту виходу блочної сировини / М.Т. Бакка, В.В. Котенко // Вісник КТУ. – Кривий Ріг. – 2005. – Вип. 9. – С. 20–23.
8. Визначення оптимального напрямку ведення гірничих робіт при видобуванні блоків з природного каменю / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, Р.В. Соболевський та ін. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер. : Технічні науки. – 2016. – № 3 (78). – С. 150–163.

Котенко О.І., студент II курсу магістратури,
Чміленко Д.А., студентка IV курсу
Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОГЕННОЇ ПОРУШЕНОСТІ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ В МЕЖАХ КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ

Криворізький залізорудний басейн є найбільшим в Україні районом з покладами залізних руд. Активна техногенна діяльність людини понад 150 років, а саме розробка корисних копалин відкритим та підземним способами, спричинили порушення земної поверхні на близько 40 тис. га. На даній території спостерігаються локальні та регіональні зміни ландшафту поверхні, порушується стійкість гірських масивів, утворюються різного виду геологічні та гідрогеологічні аномалії. Основними джерелами, що спричиняють шкідливе техногенне навантаження на довкілля, є кар'єри, рудні шахти, хвостосховища, відвали розкривних гірських порід, обвалення, зсуви, різного виду підтоплення тощо.

Прояв інтенсивних техногенних порушень земної поверхні у вигляді порожнин (див. рис.), що утворилися на денній поверхні та на різних глибинах, простягається майже на 100 км, і супроводжується послідовним розташуванням кар'єрів, шахт, відвалів розкривних гірських порід, зон зниження стійкості масивів гірських порід, їх зсувів, просідань, провалів, зон підроблення, а також хвосто- та шламсховищ. За механізмом утворення та рівнем заповнення порожнини поділяються на:

- не заповнені розкривними породами;
- частково заповнені підземні порожнини;
- провальні лійки.



Рисунок. Утворена порожнина внаслідок обвалу земної поверхні

Існуюча небезпека обумовлюється, насамперед, нестійкістю масивів гірських порід, які формують борти діючих та відпрацьованих кар'єрів. Частіше за все спостерігаються зсуви та викиди пливунів. Основними причинами зсувів є неприпустимі кути укосів бортів кар'єрів та занадто великі навантаження на поверхні поблизу контурів кар'єрів (відвали розкривних порід, тимчасові склади) через значні об'єми гірничої маси. Зсуви можуть утворюються також у зонах оконтурювання провальних ліжок, які сформувались над відпрацьованими покладами залізних руд, що видобуваються підземним способом.

Таким чином, у межах Криворізького залізорудного басейну утворилася так звана регіональна природно-техногенна геосистема, яка сформувала незворотні зміни в навколишньому природному середовищі, а саме в ландшафті, в геологічному середовищі, на поверхневої гідросфери та біосфери. Основними факторами впливу на навколишнє середовище, пов'язаних з діяльністю підприємств гірничо-видобувного комплексу, є наступні:

- порушення природного масиву внаслідок ведення гірничих робіт;
- відходи гірничодобувного і збагачувального комплексу;
- вилучення сільськогосподарських земель;
- порушення гідрогеологічного режиму території;
- забруднення в межах даного району ґрунтів, вод, повітря.

На сьогоднішній день відсутня комплексна повна інформація щодо тенденцій протікання геодинамічних процесів та змін, що відбуваються на техногенних ділянках надр і земної поверхні даного регіону. Тому дослідження зон техногенної порушеності з метою комплексного і ефективного їх використання, а також запобігання розвитку негативних процесів є актуальним.

Криворучко М.А. студент 1-го курсу, групи РР-49м,
факультету гірничої справи, природокористування та будівництва
Криворучко А.О. к.т.н., доц.

Іськов С.С. к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РАДІАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ПОРОДАМИ В КАР'ЄРІ ТА ГОТОВОЮ ПРОДУКЦІЄЮ НА ГОРОДСЬКОМУ РОДОВИЩІ ГРАНІТУ ТА МІГМАТИТУ З МЕТОЮ ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ ТА НЕДОПУЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Радіаційний контроль є важливою складовою системи безпеки праці у гірництві. Гірництво може бути пов'язане з великими ризиками для здоров'я, зокрема внаслідок впливу радіації. Працівники, які піддаються радіаційному випромінюванню без належного контролю, можуть стати жертвами різних захворювань, включаючи рак, порушення в роботі органів і інші серйозні проблеми зі здоров'ям.

В Україні, як і в багатьох країнах, розроблене законодавство, яке регулює рівні радіації на робочому місці. Недотримання цих вимог може призвести до штрафів, судових позовів та інших правових наслідків для підприємств гірничої галузі. Гірничі компанії, які демонструють високий рівень контролю за радіаційними ризиками, зберігають свою репутацію серед громадськості та зацікавлених сторін. Це важливо для підтримання довіри споживачів, інвесторів та регулюючих органів.

Інциденти, пов'язані з радіаційним забрудненням, можуть призвести до значних економічних втрат для компаній у гірничій галузі. Це може включати витрати на очищення (вилучення) забрудненого середовища, компенсації для постраждалих працівників та втрати виробництва через призупинення діяльності.

Радіаційний контроль в гірництві також важливий для стратегічного планування та управління ризиками. Аналіз рівнів радіації дозволяє ідентифікувати потенційні загрози та приймати відповідні заходи щодо їх запобігання або мінімізації.

Об'єкт дослідження – джерела радіаційного випромінювання на Городському родовищі граніту та мігматиту (рис. 1).

Мета роботи – отримання інформації та побудова моделей про рівні опромінення людей, радіаційну обстановку на об'єктах та у навколишньому середовищі в межах Городського родовища граніту та мігматиту.

Методи дослідження – пішохідна пошукова гамма-зйомка за допомогою портативного багатфункціонального гамма-спектрометра МКС-АТ6101Д, моделювання та побудова моделей розподілу з використанням програмного забезпечення Serfer.

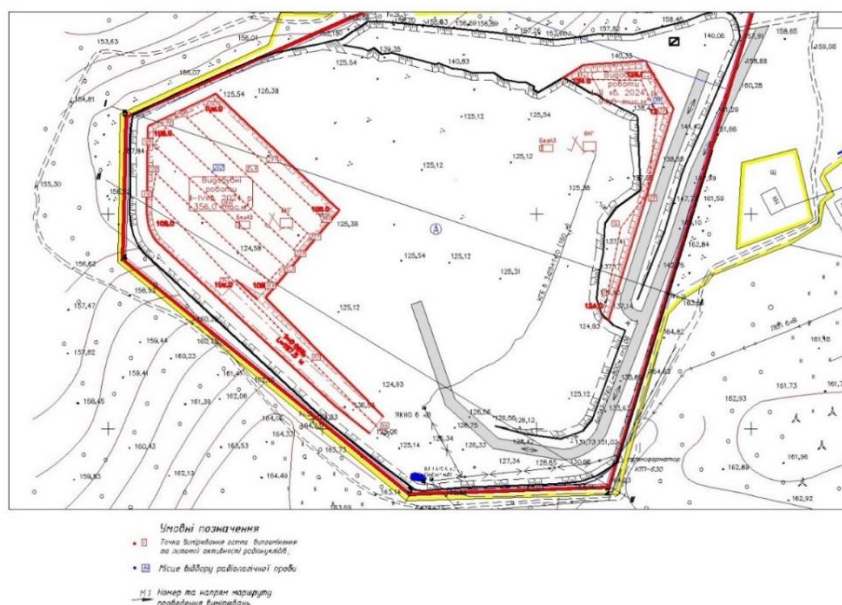


Рис.1.Об'єкт дослідження, Городське родовище гранітів та схема виконання робіт

До складу радіаційного контролю у відповідності з Програмою на проведення радіаційно-екологічних вишукувань на родовищі, з вимогами ДГН 6.6.1.-6.5.001-98 Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) здійснено:

- виявлення можливих радіаційних аномалій на ділянці родовища;
- вимірювання потужності еквівалентної дози (ПЕД) гамма – випромінювання родовища;
- побудову моделей, на основі одержаної інформації
- оцінку радіаційної якості готової продукції;
- визначення ефективної питомої активності природних радіонуклідів в корисній копалині на ділянці ведення робіт.

Модель, що відображає зміну питома еквівалентна доза гамма-випромінювання в межах обстеженої ділянки Городського родовища граніту та мігматиту представлено на рисунку 2.

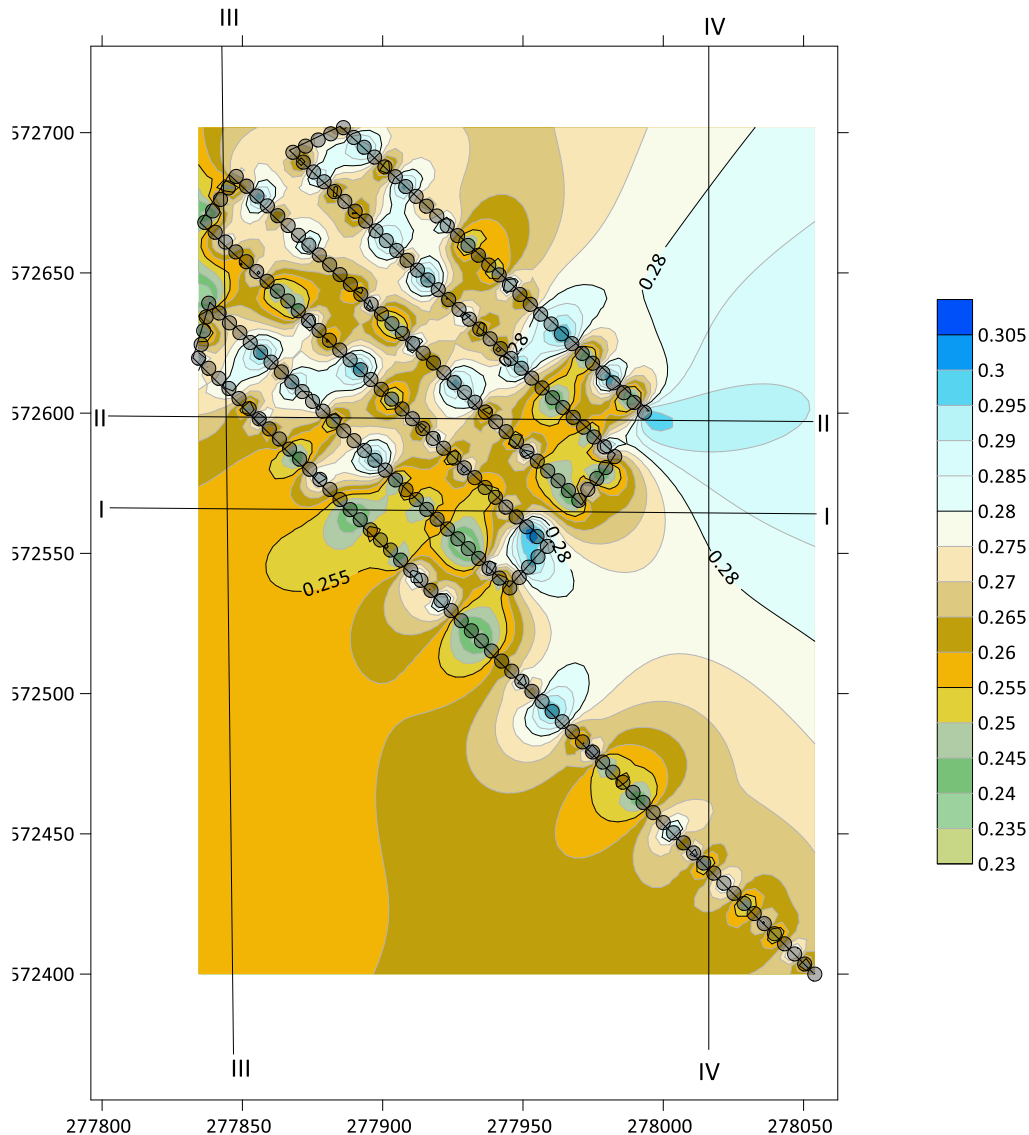


Рис. 2. Модель, що відображає зміну питома еквівалентна доза гамма-випромінювання в межах обстеженої ділянки Городського родовища граніту та мігматиту. Значення в точках, мкЗв/г

Обсяг досліджень спирається на нормативні вимоги (НРБУ-97) і достатній для оцінки даної ситуації.

Проаналізувавши одержані моделі та статистичні дані, можна зробити висновок, що на дослідженій території корисної копалини (граніт), радіаційні аномалії та радіонуклідні джерела іонізуючого випромінювання не виявлені. Середня ефективна питома активність ПРН складає – $401,8 \pm 80,4$ Бк/кг. По середнім результатам вимірювання питомої активності природних радіонуклідів – корисна копалина відноситься до 2 класу застосування.

Крук Д.В., студент, група ГГ-27м
Куницька М.С., ст. викладач кафедри маркшейдерії
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ЗАВДАНЬ

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) набувають все більшого поширення в гірничодобувній промисловості завдяки своїм унікальним можливостям ефективного збору та аналізу даних. В умовах активного розвитку технологій дистанційного зондування землі БПЛА стають ключовим інструментом для підвищення точності, оперативності та безпеки маркшейдерських робіт. Їх застосування особливо актуальне для моніторингу великих територій, важкодоступних або небезпечних для традиційних методів зони.

Основні маркшейдерські завдання, які вирішуються:

1. Створення тривимірних моделей кар'єрів та рудників: БПЛА, обладнані високоточними камерами та лідарами, дозволяють отримувати детальні 3D-моделі рельєфу та інфраструктури. Це дає можливість оперативно проводити обміри і відслідковувати обсяги видобутої породи.

2. Моніторинг деформацій поверхні та контролю стабільності схилів: За допомогою БПЛА можна виявляти зміни рельєфу та деформації на об'єктах гірничодобувної діяльності, що мінімізує ризики аварій та підвищує безпеку.

3. Оновлення топографічних карт: БПЛА швидко та з високою точністю збирають дані, необхідні для оновлення картографічних матеріалів, що особливо важливо в умовах інтенсивного видобутку.

4. Контроль обсягів робіт: БПЛА дозволяють швидко обраховувати об'єми видобутої породи та ефективно контролювати виконання запланованих обсягів робіт.

Для вирішення цих завдань необхідною умовою є достатня просторова роздільна здатність фотоматеріалів, які використовуються для візуального аналізу та контролю техногенних і природних об'єктів. Використання лазерних сканерів з БПЛА дозволяє значно розширити обсяги виконуваних робіт, зокрема здійснювати лазерне сканування розвалів підірваної гірської породи та оцінювати якість проведених масових вибухів. Це створює можливості для оперативного внесення коректив у проекти вибухових робіт. Зйомка з БПЛА для цих цілей може проводитися на невеликій висоті (200-600 м), що забезпечує отримання якісних результатів з роздільною здатністю до 3 см. Проаналізувавши переваги та недолки БПЛА, складено таблицю

Таблиця 1.

Переваги та недоліки БПЛА

Критерій	Переваги БПЛА	Недоліки БПЛА
Точність	Висока точність збору даних (до кількох сантиметрів).	Залежність від якості обладнання (камер, лідара) та умов освітлення.
Швидкість збору даних	Швидкий обліт великих територій, скорочення часу на обробку інформації.	Часовий вплив: БПЛА обмежені часом польоту через акумулятор.
Безпека	Мінімізує ризик для людей у небезпечних зонах (обриви, нестабільні схили).	Може вимагати спеціальної підготовки операторів для безпечного управління.
Доступ до важкодоступних місць	Можливість отримання даних у важкодоступних або небезпечних місцях.	Вразливість до погодних умов (дощ, вітер), що обмежує використання.
Ефективність витрат	Зниження витрат на персонал і техніку для наземних вимірювань.	Початкові витрати на придбання БПЛА та обладнання для обробки даних.
Оновлення даних	Можливість частого оновлення топографічних карт, швидкий моніторинг змін.	Вимоги до регулярного технічного обслуговування та оновлення програмного забезпечення.
Тривалість роботи	Автоматизація процесів дозволяє зменшити трудомісткість маркшейдерських робіт.	Обмежена тривалість польоту (залежить від ємності батарей).
Простота візуалізації	Легкість створення 3D-моделей та обробки даних для аналітики.	Необхідність спеціального програмного забезпечення для обробки та аналізу даних.

Застосування БПЛА в маркшейдерії є перспективним напрямом для розвитку гірничодобувної галузі, що забезпечує підвищення точності, безпеки та ефективності робіт. Впровадження БПЛА сприяє оптимізації виробничих процесів і підвищенню рівня технологічної інтеграції у маркшейдерській практиці, що є важливим кроком на шляху до автоматизації й цифровізації гірничих робіт.

ГЕОМЕТРИЗАЦІЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ШКІДЛИВИХ ТА КОРИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В УМОВАХ ЗЛОБИЦЬКОГО РОДОВИЩА ІЛЬМЕНІТУ

Актуальність геометризації просторового розподілу корисних і шкідливих елементів у розсіпних родовищах ільменіту зумовлена низкою важливих факторів, що впливають на ефективність видобутку, безпеку праці, екологічну стійкість і економічну доцільність.

Геометризація дає змогу створити тривимірну модель, яка відображає розташування корисних компонентів (ільменіту) та шкідливих домішок у родовищі. Це дозволяє оптимізувати процеси видобутку: зосередитися на вилученні цінних мінералів і мінімізувати витрати, пов'язані з обробкою порід із високим вмістом шкідливих елементів. Такий підхід підвищує ефективність збагачення, знижує витрати на переробку та збільшує економічну цінність родовища, особливо якщо можливе комплексне видобування кількох корисних компонентів одночасно.

Екологічний аспект також відіграє важливу роль. Геометризація дозволяє ідентифікувати зони з високим рівнем шкідливих домішок, що сприяє ефективному управлінню відходами та рекультивациі територій, знижуючи ризик забруднення ґрунтів і водних ресурсів.

Крім того, точне картування ресурсів забезпечує раціональне використання родовища, підвищуючи якість кінцевого продукту за рахунок зменшення частки шкідливих домішок. Це не лише робить продукт конкурентоспроможнішим, але й скорочує витрати на переробку та утилізацію відходів.

Метою роботи було одержання моделей для Злобицького родовища, які дадуть змогу визначити якість родовища, виявити найбільш рентабельні ділянки для першочергової розробки та обґрунтувати напрями розробки родовища.

В роботі досліджувалось Злобицьке родовище ільменіту (рис. 1). Візуалізація цифрової моделі Злобицького розсіпного родовища ільменіту, зображена на рисунках 2-6.

Аналіз параметрів, геометризація та побудова моделей виконувалась в програмі Surfer метод інтерполяції крігінг. Статистична обробка результатів здійснювалась за допомогою MS Excel.

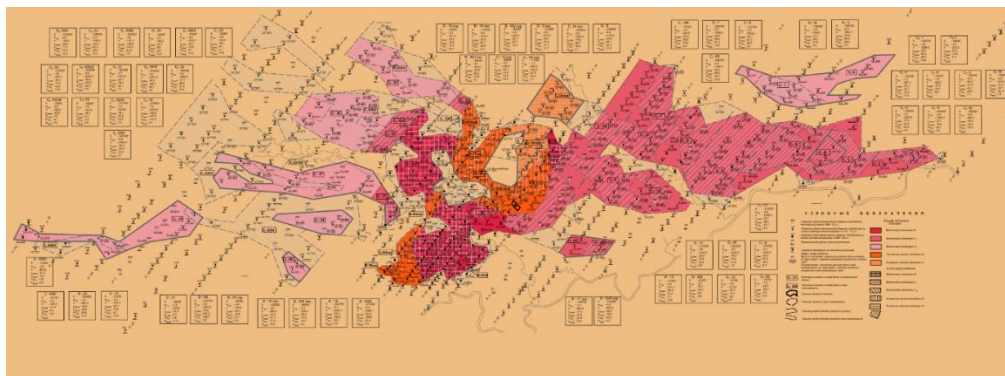


Рис. 1. Злобицьке родовище ільменіту

Для побудови моделей були використані дані з 918 свердловин, що розташовані в межах Злобицького родовища (рис. 2). Були побудовані такі моделі: вміст ільменіту, кг/м^3 (рис. 3), потужність пласта, м (рис., 4), потужність підшови, м (рис. 5) та потужність торфів, м (рис. 6).

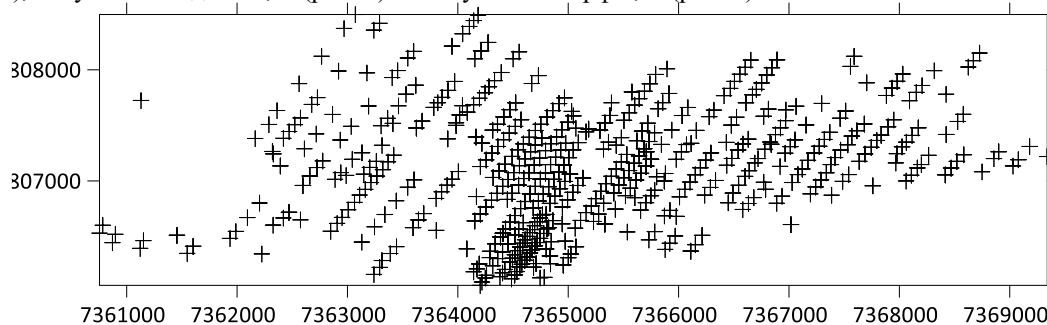


Рис. 2. Розташування розвідувальних свердловин для аналізу та побудови моделей (918 по всьому

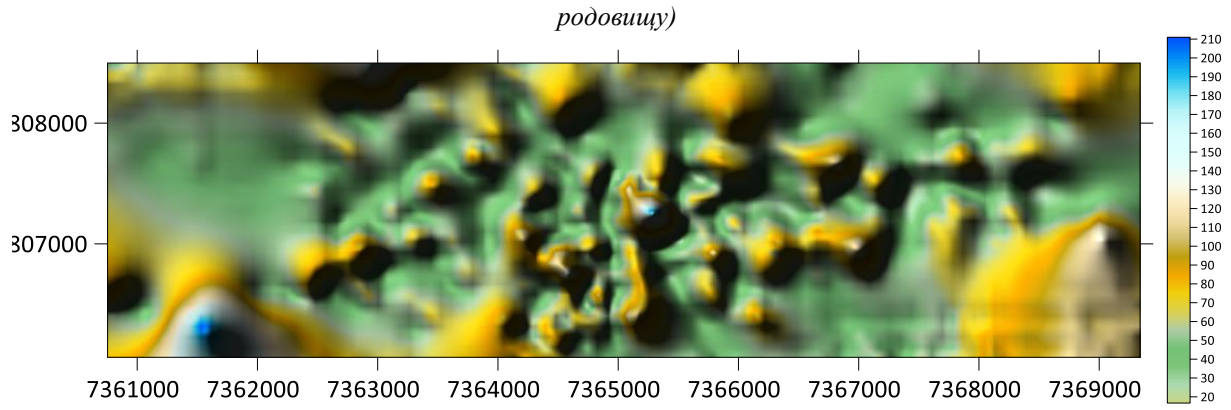


Рис. 3. Вміст ільменіту, $\text{кг}/\text{м}^3$

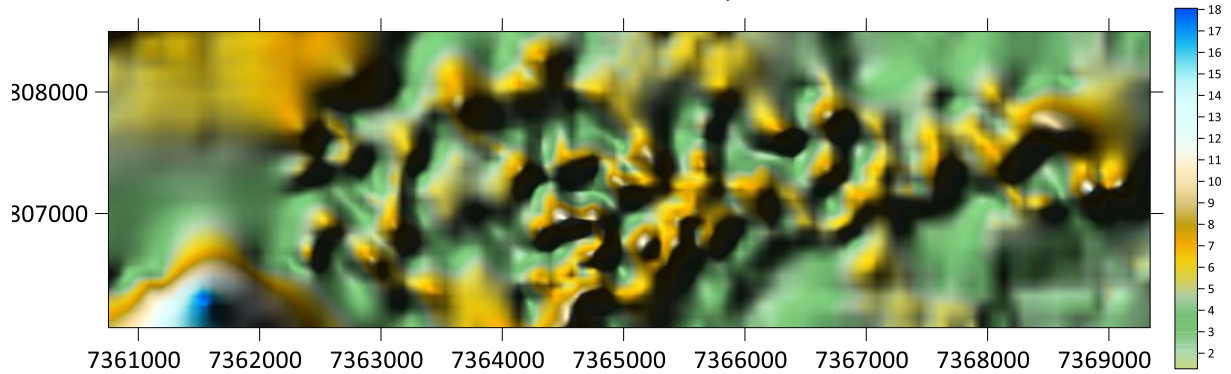


Рис. 4. Потужність пласта, м

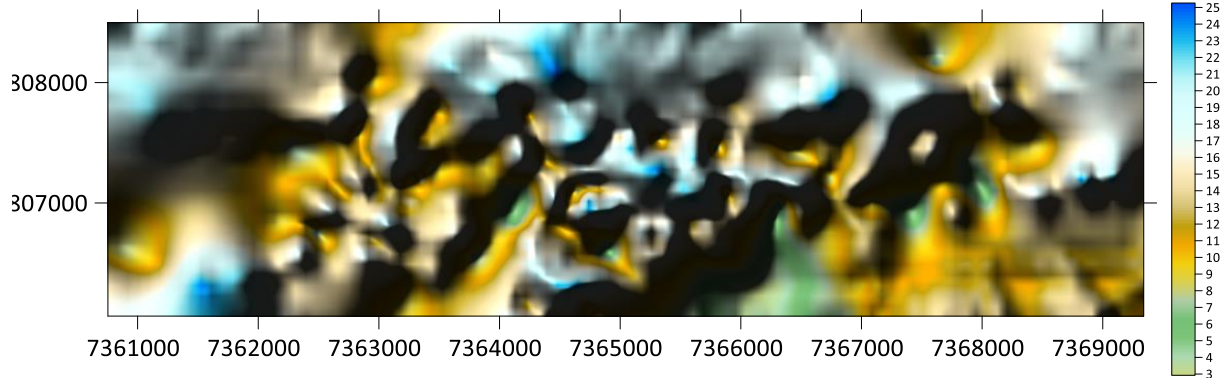


Рис. 5. Потужність підшиви, м

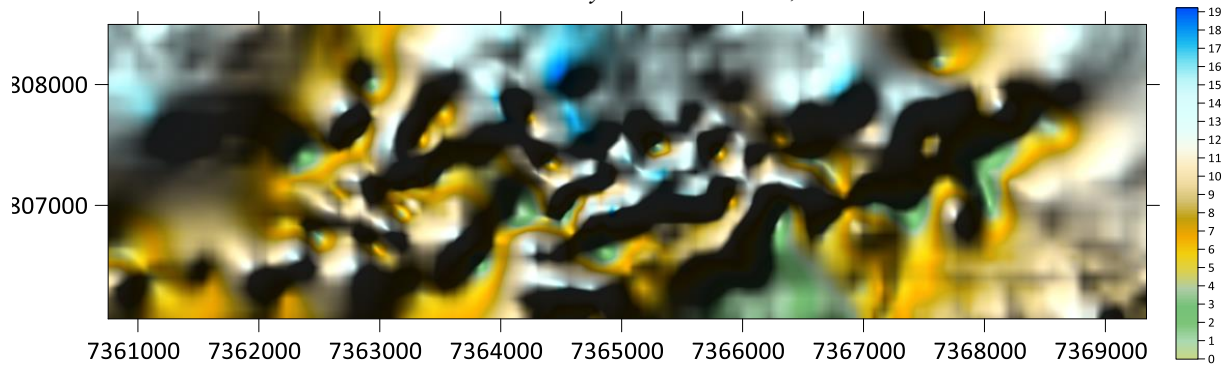


Рис. 6. Потужність торфів, м

На моделях можна чітко виділити ділянки з підвищеним вмістом ільменіту, що розташовані в центральній частині родовища. За даними ізоліній можна констатувати зміну товщини корисної копалини із заходу на схід.

Куницька М.С., ст. викладач кафедри маркшейдерії
С.М. Шишко, аспірант
Криворучко А.О., к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії
Державний університет «Житомирська політехніка»

ГЕОМЕТРИЗАЦІЯ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ЯКІСТЬ ЩЕБЕНЕВОЇ СИРОВИНИ

Геометризація, моделювання та аналіз просторового розподілу основних показників, що характеризують якість щебеневої сировини, є важливими етапами в оцінці та оптимізації видобутку та використання гранітних матеріалів. Ці процеси дозволяють визначити просторову варіативність якісних параметрів сировини, що сприяє ефективному плануванню видобувних робіт та забезпеченню стабільної якості продукції. Зокрема, дослідження просторової мінливості якісних показників при видобуванні кварц-польовошпатової сировини показало, що якість сировини для різних галузей промисловості можливо забезпечити лише на основі її селективного видобування за даними геометризації

Геометризація родовищ корисних копалин включає вивчення структурно-морфологічних особливостей родовищ, умов їх залягання та тектоніки. Це допомагає оптимізувати процеси видобутку та переробки корисних копалин. Отже, геометризація родовищ щебеневої сировини є ключовим елементом для забезпечення ефективного, екологічно стійкого та раціонального використання гранітної сировини, що має важливе значення для будівельної галузі та економіки загалом. Досить часто для оцінки якості покладу формують інтегральні показники, принцип формування яких суттєво відрізняється для кожного конкретного випадку.

Геометризацію виконували поетапно. На першому етапі, під час геометризації гранітного покладу Коростенського родовища, здійснювали кореляційно-регресійний аналіз. Спочатку проаналізували дані для виявлення можливих викидів або грубих помилок. Результати досліджень показали відсутність значних грубих помилок у межах кожної з розвідувальних ліній, що були об'єктом аналізу.

У межах усього родовища було проведено дослідження кореляційного зв'язку між основними показниками гранітів. Результати цього кореляційного аналізу представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Кореляційна таблиця для всього покладу

	SiO ₂	Густина	Водопоглинання	Пористість	Міцність сух. стан	Міцність вол. стані
SiO ₂	1	0.86	-0.89	-0.82	0.89	0.83
Густина	0.86	1	-0.82	-0.72	0.86	0.83
Водопоглинання	-0.89	-0.82	1	0.91	-0.91	-0.87
Пористість	-0.82	-0.72	0.91	1	-0.80	-0.82
Міцність сух. стані	0.89	0.86	-0.91	-0.80	1	0.83
Міцність вол. стані	0.83	0.83	-0.87	-0.82	0.83	1

Дослідження кореляційних зв'язків між основними показниками гранітів є важливим етапом у геологічному аналізі, оскільки дозволяє виявити взаємозалежності між різними фізико-хімічними властивостями породи. Це сприяє кращому розумінню формування гранітів, їхньої якості та придатності для різних промислових застосувань.

Розуміння кореляційних зв'язків між показниками гранітів дозволяє прогнозувати їхні властивості на основі обмеженого набору даних, оптимізувати процеси видобутку та обробки, а також підбирати граніти з необхідними характеристиками для конкретних інженерних або декоративних цілей.

Таким чином, кореляційний аналіз, сприяє глибшому розумінню властивостей гранітів та їхньої придатності для різних застосувань.

Аналіз кореляційної таблиці для всього покладу Коростенського родовища гранітів виявив сильний кореляційний зв'язок між усіма досліджуваними показниками, з коефіцієнтами кореляції в діапазоні від 0,82 до 0,92.

На другому етапі геометризації покладу Коростенського родовища гранітів було здійснено побудову комплексу моделей, які характеризують геопросторову мінливість основних показників якості

бутощевеневої сировини. Для побудови моделей було використано програму Surfer метод інтерполяції – крігінг (рис. 1-5).

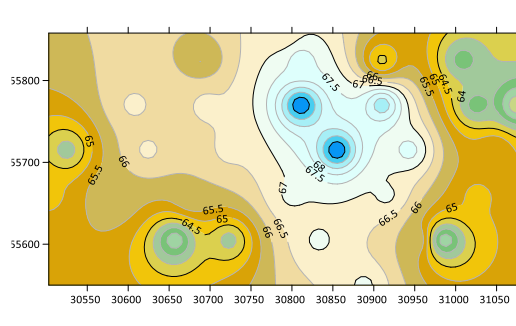


Рис.1. Гірничо-геометрична модель зміни вмісту кварцу в межах родовища, %

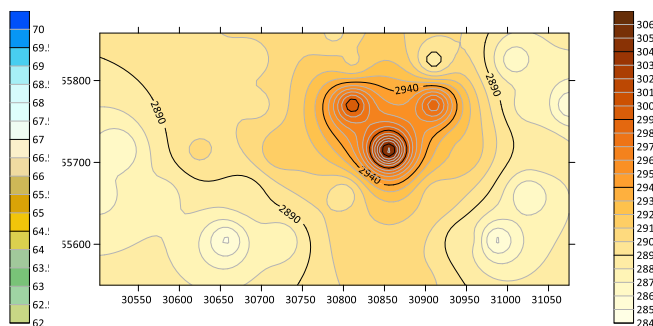


Рис.2. Гірничо-геометрична модель зміни густини породи в межах родовища, кг/м³

Максимальну концентрацію кварцу можна спостерігати в центральній частині родовища та в південній частині. Мінімальні показники на південному заході та північному сході.

Густина породи переважно залежить від вмісту кварцу, відповідно максимальна густина простежується в центральній та південній частині.

Пористість граніту родовища знижується до центру, мінімальні значення можна спостерігати в східній частині, південно західній та північно західній.

Загалом модель водопоглинання подібна до моделі пористості, тому що переважно сама пористість впливає на водопоглинання.

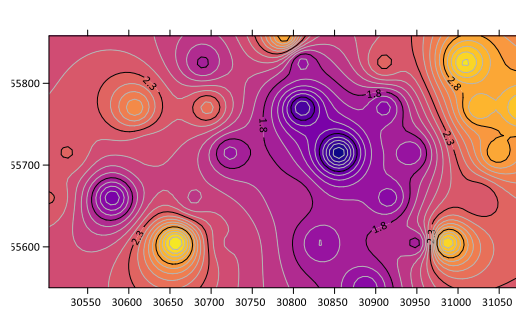


Рис.3. Гірничо-геометрична модель зміни пористості в межах родовища, %

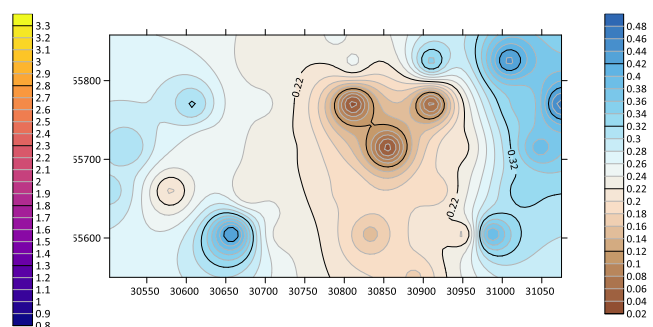


Рис.4. Гірничо-геометрична модель зміни водопоглинання в межах родовища, %

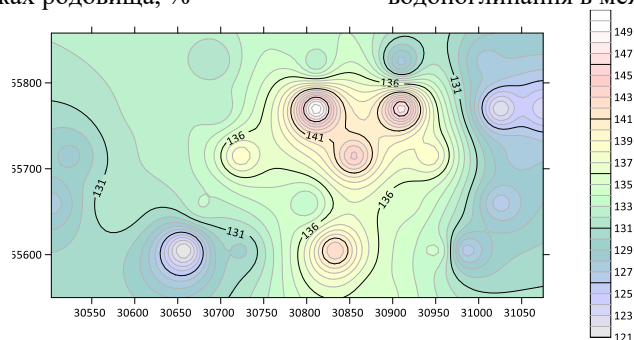


Рис.5. Гірничо-геометрична модель зміни міцності на стиск в межах родовища, МПа.

На основі аналізу одержаних гірничо-геометричних моделей можна зробити висновок, що найбільш якісна сировина в центральній та південній частинах родовища, а найменш якісна – в східній.

Однак необхідно відмітити, що породи родовища повністю задовольняють вимоги стандартів.

Кучерук М.О., ст. викладачка
Маланчук З.Р., професор, д.т.н., професор
Національний університет водного господарства та природокористування

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОРФОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

У сучасних умовах видобуток торфу потребує високих стандартів безпеки та ефективності, особливо в умовах недостатнього природного освітлення. Одним з ключових чинників, що забезпечують безпечне та продуктивне функціонування торфових підприємств, є ефективна система освітлення. Недостатня освітленість робочих зон може призводити до аварійних ситуацій, знижувати продуктивність праці та впливати на загальну ефективність підприємства [1-2]. Проектування системи прожекторного освітлення вимагає комплексного підходу, що включає аналіз робочих умов, специфіки видобувних процесів, характеристик торф'яних родовищ та особливостей ландшафту. Важливим є не лише забезпечення достатнього рівня освітленості, але й досягнення енергоефективності, мінімізації експлуатаційних витрат та зниження впливу на довкілля.

При розробці генерального плану торфопідприємства важливо забезпечити грамотне функціональне зонування території, враховуючи як технологічні, так і санітарно-технічні вимоги. Це необхідно для оптимізації виробничих процесів, забезпечення безпеки працівників, а також для мінімізації негативного впливу виробництва на навколишнє середовище та населення, яке може проживати поблизу. Територія підприємства зазвичай поділяється на кілька основних зон.

Першою є виробнича зона, до складу якої входять промислові споруди, адміністративні будівлі, а також безпосередньо поля добування торфу. У цій зоні здійснюються всі основні виробничі процеси, такі як видобуток, первинна обробка та складування торфу. Тут важливо розмістити інфраструктуру таким чином, щоб мінімізувати логістичні витрати та забезпечити ефективне управління потоками матеріалів і працівників.

Другою важливою складовою є технологічна зона, яка включає в себе об'єкти, пов'язані з обслуговуванням виробничого процесу, наприклад, ремонтні майстерні, склади паливно-мастильних матеріалів та інші допоміжні об'єкти. Вона має бути розташована таким чином, щоб з одного боку забезпечувати легкий доступ до виробничих площ, а з іншого – не створювати зайвого перешкодження технологічним процесам.

Крім того, необхідно передбачити зони для житлових масивів, які можуть розташовуватись поблизу підприємства для працівників. Проте, враховуючи потенційний негативний вплив виробництва на довкілля та здоров'я людей, між виробничою зоною та житловими районами має бути передбачена санітарно-захисна зона. Ця зона призначена для захисту населених пунктів і житлових районів від впливу виробничих викидів, шуму, пилу, та інших шкідливих факторів, що можуть виникати під час видобутку та обробки торфу [3]. Розміри санітарно-захисної зони визначаються відповідно до чинних нормативів, і вони залежать від масштабу та характеру діяльності підприємства.

Таким чином, правильне зонування території торфопідприємства дозволяє ефективно організувати виробничий процес, забезпечити відповідність санітарним вимогам та створити безпечні умови для мешканців навколишніх районів.

Заплановано п'ять класів таких зон. Місця видобутку фрезерного торфу відносяться до 4 класу, з шириною 100 метрів. На цих ділянках будуються польові виробничі бази (ПВБ) з відповідними об'єктами. Ця територія повинна бути освітлена, для цього і проводиться розрахунок прожекторного освітлення площею $a = 100$ м на $b = 135$ м.

Кількість прожекторів (рис. 1):

$$N = \frac{m \cdot E_H \cdot A \cdot k}{P} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 13500 \cdot 1,5}{1000} = 8 \text{ шт.}, \quad (1)$$

де m – коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерела світла, коефіцієнт корисної дії прожекторів і коефіцієнт використання світлового потоку для ЛН рівна 0,2...0,25;

E_H – нормативна освітленість горизонтальної поверхні;

k – коефіцієнт запасу $k = 1,5$ [4 ст. 162];

A – площа яка освітлюється, м²;

P – потужність лампи, $P=1000$ Вт.

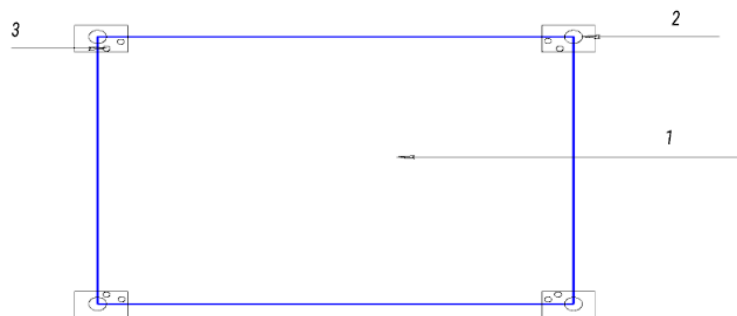


Рис 1. Схема розташування прожекторів на території ПVB: 1 – польова виробнича база (ПVB), 2 – щогла з прожекторами, 3 – прожектори.

Вибираємо відповідний тип прожектора ПЗС-45 з ЛН Г 220-1000 [5].

Мінімальна висота монтажу прожектора над освітлюваною поверхнею:

$$h_{min} = \frac{\sqrt{i_{max}}}{300} = \frac{\sqrt{130000}}{300} = 21 \text{ м}, \quad (2)$$

де i_{max} – максимальна сила світла $i_{max} = 130000$ кд.

У цьому випадку зручно встановити по одній щоглі з двома прожекторами в кожному з кутків польової виробничої бази.

Для забезпечення загального рівномірного освітлення можна скористатися рекомендованими схемами розташування щогл з прожекторами (рис.2), якщо освітленість становить $E_n = 2$ люкси [5, ст. 171]. Для стандартного майданчика рекомендується використовувати прожектори ПЗС-45 з ЛН 1000 Вт, висотою $h = 30$ м; відстань між щоглами становить 275 м; $N = 8$; кут нахилу прожекторів $\theta = 180^\circ$, а кут між оптичними осями $\tau = 200^\circ$. При цьому коефіцієнт нерівномірності $z = E_{min}/E_{cp} = 0,75$, а питома потужність $0,7 \text{ Вт/м}^2$.

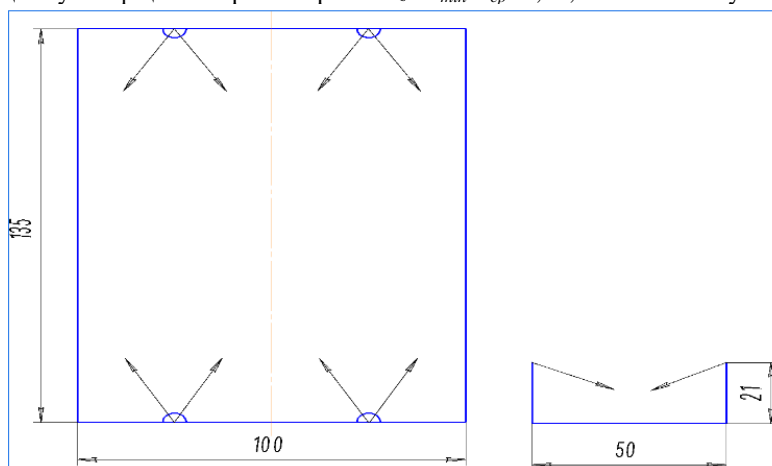


Рис. 2. Схема розташування щогл з прожекторами

Список використаних джерел:

1. Кучерук М.О., Рекультивация вироблених торфових родовищ. Тези VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів», 21-22 жовтня 2021 року. – Житомир : Житомирська політехніка, 2021. с. 63-64.

2. Technology of production and processing of peat at enterprises of the Rivne region / V. S. Moshynskyi, L. M. Solvar, V.V. Semeniuk, M.O. Kucheruk // Resource-saving technologies of raw-material base development in mineral mining and processing : multi-authored monograph. – Petrosani, Romania : UNIVERSITAS Publishing, 2020. – PP. 34–52.

3. Кучерук М.О., Прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій на торфових родовищах. Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки : збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти, 11–12 травня 2023 року, м. Рівне. - Рівне : НУВГП, 2023. с. 56-58.

4. Бизов В.Ф., Дриженко А.Ю. Відкриті гірничі роботи. – Т. XIII “Виробничі процеси”: Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком “Гірництво”.- Кривий Ріг: Мінерал. 2004. – 341 с. з іл..

5. Ярошевська В.М. Проектування та розрахунки засобів захисту з технічної і пожежної безпеки в дипломних проектах. Рівне: 2005. - 273с.

Литвинчук І.Д., аспірант,
Климентова І.Я., студентка IV курсу.
Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ВПЛИВ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ФЛЮВІОГЛЯЦІАЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ РОЗКРИВНОГО УСТУПУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУЛЬДОЗЕРА

Гравійно-піщана маса флювіогляціальних відкладів має дуже нерівномірний гранулометричний склад, а деякі залягання мають значну кількість валунів. Тому ефективність розробки таких відкладів залежить, перш за все, від знання розподілу компонентів по фракціям та вмісту валунів.

При наявності флювіогляціальних відкладів на розкривному уступі скельних порід запропоновано використовувати технологію розробки з використанням бульдозера-розпушувача. В окремих випадках, внаслідок обмеження робочого простору майданчику на розкривному уступі, така технологія може бути єдиною можливою. Науковці зазначають, що для ефективної та безперебійної роботи обладнання, необхідно, щоб розмір максимального шматка (в даному випадку – валуна) не перевищував 100-120 см. В протилежному разі ефективність роботи бульдозера різко знижується. Вочевидь, що і менші за розмірами крупні фракції також негативно впливають на його продуктивність. Тому, встановлення впливу гранулометричного складу гірничої маси на продуктивність бульдозера є актуальною науковою задачею.

Детальний аналіз попередніх наукових досліджень показує, що вплив фракційного складу гірничої маси на технічну продуктивність бульдозера можна встановити на підставі нижченаведених формул.

Технічну продуктивність бульдозера при розробці та переміщенні гірничої маси визначають за формулою

$$P_{\sigma} = \frac{3600V_{п.в} k_{пр}}{T_{ц.б} k_{роз}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1)$$

де $V_{п.в}$ – об'єм призми волочиння, яка зрізається відвалом, м^3 ; $k_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності бульдозера від ухилу розробки, відстані переміщення породи та ступеня подрібнення порід; $T_{ц.б}$ – тривалість робочого циклу, с; $k_{роз}$ – коефіцієнт розпушення гірничої маси в призмі волочиння.

Значення коефіцієнту $k_{пр}$ пропонуємо розраховувати як

$$k_{пр} = \frac{k_{у.в}}{k_{к.к}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2)$$

де $k_{у.в}$ – коефіцієнт, який враховує зміну продуктивності від ухилу і відстані переміщення гірничої маси; $k_{к.к}$ – коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності від впливу крупних шматків породи.

Коефіцієнт $k_{к.к}$ можна визначити за формулою

$$k_{к.к} = 1 + 0,6n_{к.к} k_{м.в} \frac{m^2}{l_{від}} \text{tg}\alpha, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3)$$

де $n_{к.к}$ – вихід крупних шматків в розвалі, %; $k_{м.в}$ – коефіцієнт, що враховує марку бульдозера і відстань транспортування породи; m – відношення частини валу, зануреної в породу, до повної довжини відвалу бульдозера; $l_{від}$ – довжина відвалу бульдозера, м; α – кут укосу гірничої маси в призмі волочиння, град.

В представлених дослідженнях розрахунки виконано для умов залягання гравійно-піщаної маси на розкривному уступі Соснівського родовища гранітів. Робочим обладнанням є бульдозер Д-711С з наступними технічними характеристиками: потужність двигуна – 132,4(180) кВт (к.с.); довжина відвалу $l_{від}$ – 3640 мм; висота відвалу $h_{д}$ – 1480 мм; кут різання – 45-55 град; максимальне заглиблення – 300 мм; кут поперечного переміщення відвалу – 4 град.

Коефіцієнт розпушення породи в призмі волочиння бульдозера становить $k_{роз}=1,4$.

Для визначення коефіцієнту $k_{пр}$ згідно (2), необхідно встановити значення коефіцієнту $k_{у.в}$, що враховує зміну продуктивності бульдозера залежно від ухилу і відстані переміщення породи, та коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності від впливу крупних шматків породи $k_{к.к}$. Згідно даних Малишева Н.А. значення коефіцієнту $k_{у.в}$ при відстані транспортування гірничої маси 50 м по горизонтальній ділянці розкривного уступу становить $k_{у.в}=0,43$. Чисельні значення коефіцієнту $k_{к.к}$ пропонується визначити за формулою (3), в якій коефіцієнт $k_{м.в}$, що враховує марку бульдозера і відстань переміщення породи, становить $k_{м.в}=0,25$.

Вихід крупних кусків в розрихленій гірничій масі флювіогляціальних відкладів $n_{к.к}$ залежить від наявності валунів. Залежно від території розташування родовища флювіогляціальні відклади мають дуже різний вміст фракцій. Авторами були проведені дослідження з визначення фракційного складу валунно-гравійно-піщаної гірничої маси на п'яти родовищах України. За результатами обробки отриманих даних

отримана залежність між середньозваженим розміром шматка гірничої маси та вмістом валунів, яку можна апроксимувати поліномом 2-ого ступеню:

$$n_{к.к} = -0,00013d_{\text{сер.зв}}^2 + 0,2165 d_{\text{сер.зв}} - 6,1563, \% \quad (4)$$

де $n_{к.к}$ – вміст валунів у гірничій масі, %.

Отже, отримавши дані з родовищ щодо середньозважених значень розміру шматка $d_{\text{сер.зв}}$, ми можемо за (4) розрахувати значення виходу крупних фракцій в розрихленій гірничій масі $n_{к.к}$ для подальшого визначення коефіцієнту $k_{к.к}$ за (3).

Відношення частини валу, що занурена в гірничу масу, до повної довжини відвалу бульдозера m можна визначити за формулою

$$m = \frac{h_{\text{від}}}{\text{tg}\alpha} \sqrt{\frac{1}{l_{\text{від}} L_{\text{н}}}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5)$$

де $L_{\text{н}}$ – довжина шляху набору гірничої маси (у сприятливих умовах вона становить 6...10 м), м; α – кут укусу піщано-гравійно-валунної маси флювіогляціальних відкладів у розвалі, град.

Для умов Соснівського родовища приймаємо $l_{\text{н}} = 8$ м; $\alpha = 45^\circ$.

Об'єм призми волочіння породи визначається як

$$V_{\text{п}} = \frac{l_{\text{від}} h_{\text{п}}^2}{2\text{tg}\alpha}, \text{ м}^3, \quad (6)$$

де $l_{\text{від}}$ – довжина відвалу бульдозера, м; $h_{\text{п}}$ – висота відвалу, м; α – кут відкосу гірничої маси в призмі волочіння, тобто кут природного укусу, град;

Тривалість робочого циклу бульдозера при поверненні його до місця набору гірничої маси заднім ходом становить

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{п}} + t_{\text{зв}} + t_{\text{в}} = \frac{L_{\text{н}}}{v_{\text{н}}} + \frac{L_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} + \frac{L_{\text{п}}}{v_{\text{зв}}} + t_{\text{в}}, \text{ с}, \quad (7)$$

де $t_{\text{н}}$ – тривалість набору гірничої маси, с; $t_{\text{п}}$ – тривалість її переміщення, с; $t_{\text{н}}$ – тривалість руху бульдозера у зворотному напрямку, с; $t_{\text{в}} = 5...10$ – тривалість перемикання передач і опускання відвалу, с; $L_{\text{н}}$, $L_{\text{п}}$ – відстані набору та переміщення породи, м; $v_{\text{н}}$, $v_{\text{п}}$, $v_{\text{зв}}$ – середні швидкості руху бульдозера при набиранні та переміщенні породи, а також у зворотному русі до місця розробки породи, м/с.

Тривалість перемикання передач бульдозера і опускання відвалу приймаємо $t_{\text{в}} = 10$ с. Чисельні значення середніх швидкостей руху бульдозера приймаємо наступні: $v_{\text{н}} = 0,9$; $v_{\text{п}} = 1,3$; $v_{\text{зв}} = 2,8$ м/с.

Отже, використовуючи формули (1)-(3) та (4-7), з урахуванням технічних характеристик обладнання та умов розробки флювіогляціальних відкладів на розкривному уступі, здійснено розрахунок технічної продуктивності бульдозера Π_6 для різних значень середньозваженого розміру шматка породи $d_{\text{сер.зв}}$.

За результатами отриманих значень, побудована графічна залежність зміни технічної продуктивності бульдозера від середньозваженого розміру шматка піщано-гравійної маси флювіогляціальних відкладів.

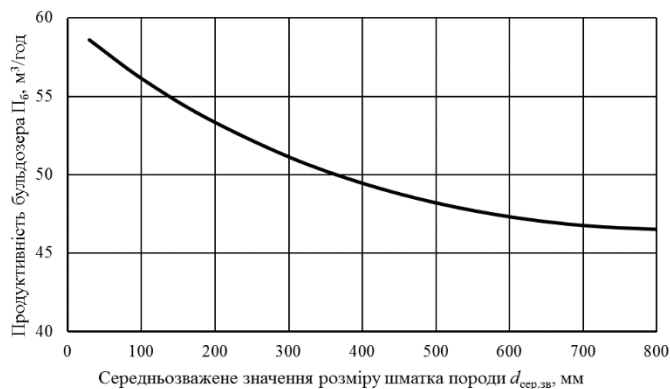


Рис. 1. Зміна технічної продуктивності бульдозера від середньозваженого значення розміру шматка гірничої маси

Графічна залежність з високим ступенем достовірності апроксимується поліномом 2-ої степені:

$$\Pi_6 = 0,00002d_{\text{сер.зв}}^2 - 0,0337d_{\text{сер.зв}} + 59,361, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (8)$$

Отже, для природних і технологічних умов кар'єру Соснівського родовища гранітів та технічних характеристик розглянутого обладнання отримана залежність зміни продуктивності бульдозера на розкривному уступі від різного значення фракційного складу флювіогляціальних відкладів.

Луценко Д.О., студент 3-го курсу, гр. РР-52

Науковий керівник: І.А. Піскун, асистент

Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
Державний університет «Житомирська політехніка»**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ ПРИ
ЗБАГАЧЕННІ ПОЛЬОВОШПАТОВОЇ СИРОВИНИ**

Польовий шпат (алюмосилікатний мінерал) є одним із найважливіших компонентів у численних галузях промисловості, таких як склокераміка, виробництво порцеляни, емалей, санітарної кераміки та вогнетривів. Останнім часом вимоги до якості цієї сировини стають дедалі жорсткішими. Зокрема, особлива увага приділяється зниженню вмісту оксидів заліза (Fe_2O_3), які погіршують білизну та механічні властивості готових виробів. Допустимий рівень Fe_2O_3 для високоякісної кераміки не повинен перевищувати 0,3%, оскільки кожне перевищення цього показника на 0,1% знижує білизну продукції на 3%.

Зважаючи на складність виробів, при виробництві яких використовується польовий шпат, до нього висувається ряд спеціальних вимог, які визначають та в строго зазначеному діапазоні регулюють його хімічний склад, фізичні властивості, мінералогічний склад, тощо. Зокрема, для кераміки потрібна сировина із мінімальною кількістю домішок Fe_2O_3 (<0,15%). У скляній промисловості важлива відсутність барвників та висока прозорість матеріалу. Металургія вимагає матеріалів із високою флюсовою здатністю.

Отже, поглиблення досліджень у сфері збагачення польового шпату є вкрай актуальним завданням, оскільки сучасні технології та потреби промисловості вимагають високоякісної сировини. Подальший розвиток технологій дозволить ефективніше використовувати природні ресурси та забезпечити сталий розвиток керамічної промисловості.

Україна відноситься до найперспективніших країн світу з точки зору видобутку польовошпатової сировини із загальними запасами близько 16,5 млн. т, але на сьогодні серед врахованих Державним балансом з одинадцяти родовищ розробляється лише шість. Станом на 01 січня 2024 року сумарний видобуток сировини на цих родовищах (Житомирська, Закарпатська, Хмельницька області) становив лише 486 тис. т (3 %).

Тому існує дефіцит вітчизняної польовошпатової сировини, яка для подолання дефіциту завозиться з країн ближнього зарубіжжя в кількості близько 100 тис. т щорічно, що робить актуальною задачу імпортозаміщення в цій галузі.

На вітчизняному ринку польовошпатової сировини найбільш відомим є Дочірнє підприємство «Шпат» холдингу «Агромат» (Житомирська область), яке видобуває і переробляє кварц-польовошпатову сировину з родовища «Гірне». В напрямку переробки кварц-польовошпатової сировини підприємство працює за ТУ У08.9-24705521-001:2013 і виробляє пегматити для тонкої кераміки (марки ПТ), санітарно-технічних виробів, облицювальної плитки (марки ПБ), будівельної кераміки (марки ПВ) і працює над розширенням асортиментного ряду цих мінеральних продуктів (табл. 1). Для кварц-польовошпатових порід внаслідок їх різного генезису характерна мінливість хіміко-мінерального складу зі значними коливаннями вмісту кварцу, що відбивається на технологічних властивостях порід і потребує їх вивчення у прив'язці до конкретної керамічної технології.

Таблиця 1

Якісна характеристика кварц-польовошпатової сировини отриманої за умов ДП «Шпат» відповідно до ТУ У08.9-24705521-001:2013

Характеристики		Марка ПТ	Марка ПБ-0.5	Марка ПБ-0,8	Марка ПВ
Хімічний склад	SiO_2	75% не більше	77% не більше	78% не більше	80% не більше
	Al_2O_3	14%	13,5%	13,0%	12,0%
	Fe_2O_3	0,35% не більше	0,5% не більше	0,8% не більше	Не нормується
	K_2O	4,0%	4,0%	4,0%	3,50%
	$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	8,0% не менше	7,5% не менше	7,0% не менше	6,5% не менше
Технологічні властивості	доля вологи	6,0% не більше	8,0% не більше	8,0% не більше	10,0% не більше
	ППП(втрати при прожаренні)	0,45%; не більше	0,55% не більше	0,65% не більше	1,5% не більше
Фракційний склад		мілкодроблений 0-1,25 мм.	мілкодроблений 0-6,0 мм.	мілкодроблений 0-6,0 мм.	0-10 мм

Родовище «Гірне», що має ділянки «Гірне» та «Вільха», утворене біотит-плагіоклазовим гнейсом, який виконує роль вмшуючої породи, пегматитом, що представляє корисну копалину, і гранітами, які у більшості теж є корисною копалиною. Біля поверхні, під дією зовнішніх руйнуючих агентів, кристалічні породи суттєво змінені і перетворюються в кору вивітрювання. Всі ці геологічні утворення перекриваються суцільним малопотужним покривом глинисто-піщаних відкладів четвертинного віку.

Відпрацювання ділянки «Вільха» родовища «Гірне» здійснюється відкритим способом із застосуванням екскаваторів та самоскидів. Видобута сировина транспортується до пункту первинної переробки. При цьому видобута гірнична маса містить кварц, польовий шпат, слюду та залізовмісні домішки.

Підготовка гірничої маси до збагачення розпочинається з першої стадії дроблення, в процесі якої, сировина дробиться за допомогою шоквої дробарки до фракції 200-300 мм, що дозволяє забезпечити рівномірні розміри частинок на наступних стадіях. Наступним кроком технологічної схеми підготовки гірничої маси є друга та третя стадії дроблення, які виконуються конусною та відцентровою дробарками відповідно.

Після дроблення сировина подається на грохочення, за результатами якого відокремлюється фракція 10-20 мм, яка надходить на наступні етапи переробки, а великі частки направляються на повторне дроблення (закрита схема дроблення).

Власне збагачення розпочинається з надтонкого дроблення матеріалу за допомогою відцентрової дробарки, в наслідок чого одержують фракцію 1-3 мм, яка направляється на сепарацію. Зменшення розміру частинок до фракції 1-3 дозволяє збільшити площу контакту з магнітним полем, підвищуючи ефективність видалення домішок.

Процес магнітної сепарації виконується за допомогою магнітного сепаратора високої індукції (0,8-1,2 Тл). Основні етапи даного процесу включають: розподіл, під час якого матеріал проходить через магнітні барабани, які відокремлюють залізовмісні домішки; вторинну сепарацію, призначену для очищення матеріалу шляхом контрольної сепарації для видалення залишкових домішок; класифікацію, результатом якої є сортування очищеного продукту за якістю та розміром.

Після сепарації продукт збагачення обов'язково аналізується на вміст Fe_2O_3 , K_2O , Na_2O та інших компонентів, після чого відбувається сертифікація продукції та її транспортування споживачу. Основними робочими параметрами даного процесу є: продуктивність до 150-200 т/год; рівень індукції до 1,2 Тл; чистота кінцевого продукту, яка забезпечується на рівні до 95%; енергомісткість близько 200-250 кВт·год/т.

Не дивлячись на відносну технологічну простоту технології електромагнітної сепарації, раціональне її використання потребує точного налагодження ряду технологічних показників. Зокрема, магнітна індукція визначатиме силу магнітного поля, яке впливає на матеріал. Для збагачення польового шпату оптимальний рівень індукції знаходиться у межах 0,8–1,2 Тл, при цьому, занадто низький рівень індукції не забезпечить повного видалення залізовмісних домішок, тоді як надмірна індукція може спричинити зчеплення небажаних частинок між собою, знижуючи якість продукту.

Розмір частинок збагачуваного матеріалу повинен бути однорідним і знаходитися у межах 0,1–3 мм. Надмірно дрібні частинки можуть бути втягнуті у потоки повітря або пиловловлюючі системи, знижуючи ефективність. Великі частинки, своєю чергою, можуть не проходити через магнітне поле належним чином.

Матеріал має бути добре висушеним (оптимальний рівень вологості – до 2%). Вологий матеріал схильний до злипання, що ускладнює розділення частинок та може знижувати продуктивність обладнання. При цьому існують обмеження і стосовно його температури, так як значення температури також впливає на магнітні властивості домішок. Оптимальна температура середовища для роботи магнітного сепаратора становить від +10 до +30 °С. Не менш важливою є рівномірна швидкість подачі сировини на магнітний сепаратор, оскільки перевантаження може спричинити зниження ефективності, тоді як недостатня подача зменшує продуктивність процесу.

Окрім того, процес електромагнітної сепарації залежить від вмісту домішок, таких як Fe_2O_3 або кварцу, та їх структури. Чим нижчий вміст домішок і чіткіше їх розмежування, тим вищою буде ефективність.

Як наслідок, розглянутий метод електромагнітної сепарації, застосований за умов ДП «Шпат», забезпечує високу ефективність та якість кінцевого продукту. Основними перевагами даного методу є ефективне видалення залізовмісних домішок, можливість обробки великих обсягів сировини та високий ступінь автоматизації процесів. До недоліків може бути віднесено залежність якості кінцевого продукту від ряду фізико-механічних властивостей вхідної сировини (гранулометричний склад, вологість, температура та ін.) та порівняно високі витрати на енергію.

Список використаних джерел:

1. Піскун, І. А., Котенко, В. В. (2021). Дослідження перспектив використання первинного каоліну Йосипівського родовища у керамічній промисловості. Всеукраїнська науково-практична on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвячена Дню науки (Т. 1, № 1). Житомир.

2. Піскун, І. А. (2021). Дослідження якісних характеристик каолінових родовищ на прикладі Йосипівського родовища. X Науково-практична конференція «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання» (Т. 1, № 1). Житомир.

3. Олійник, Т. А. (2016). Особливості технологій переробки каолінової сировини України. Збагачення корисних копалин. Вип. 63 (104).

4. Михайлов, В. А., Курило, М. М. (2010) Мінерально-сировинна база флюсової сировини України. Київ. Ніка-Центр. 198 с.

Малюк М.В., студент 3 курсу, група ОС-21, НН ІЕЕ
Афанасьєвський І.І., студент 3 курсу, група ОС-21, НН ІЕЕ
Науковий керівник: Сергієнко М.І., старший викладач
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНИХ САМОСКИДІВ НА КАР'ЄРАХ УКРАЇНИ

Одним із головних технологічних процесів які впливають на основні показники роботи кар'єрів України - продуктивність, собівартість, техніку безпеки та вплив на довкілля є ефективність роботи кар'єрного транспорту [1]. Основним видом сучасного технологічного транспорту на кар'єрах України є автомобільний транспорт, в основному зарубіжного виробництва. Ці потужні автомобілі-самоскиди виготовляють всесвітньовідомі автомобільні фірми: Caterpillar, Komatsu, Liebherr, Terex, Volvo. Вантажопідйомність сучасних, автоматизованих самоскидів складає від десятків до декількох сотень тон. В сучасних кар'єрних автосамоскидах застосовуються самі різноманітні двигуни за джерелом енергії, і самим енергоефективним є електротранспорт.

Електротранспорт — це вид транспорту, що використовує електроенергію як основне джерело енергії для свого функціонування. До електротранспорту належать транспортні засоби, оснащені електродвигунами, які живляться від акумуляторних батарей, контактної мережі, паливних елементів або інших джерел електроенергії. В електротранспорті, як правило, двигуни використовують також для гальмування (генераторне гальмування). У сучасних транспортних засобах вироблена при гальмуванні енергія зберігається або використовується, тобто забезпечується рекуперація енергії та зростає ККД [2].

Електричний транспорт у гірничій галузі має багаторічну історію, яка почалася на початку ХХ століття з використання електровозів у підземних шахтах. Їх впровадження було обумовлене потребою підвищення продуктивності транспортування вантажів і зменшення використання парових двигунів та живих тяглових сил, що допомогло значно зменшити рівень вуглецевого газу в шахтах і підвищити енергоефективність. У другій половині ХХ століття електрифікація поширилася на відкриті кар'єри, де почали застосовуватися електричні екскаватори та тролейні самоскиди, які отримували живлення через контактні мережі. У 1970-х роках гірничий транспорт доповнився гібридними моделями, що поєднували дизельні й електричні приводи, забезпечуючи вищу енергоефективність. Сучасний етап розвитку включає впровадження автономних електросамоскидів із літій-іонними акумуляторами та системами рекуперації енергії. Ці технології спрямовані на мінімізацію викидів, підвищення енергоефективності та вдосконалення роботи гірничих підприємств. Еволюція електричного транспорту в гірничій галузі демонструє його важливу роль у забезпеченні стійкого розвитку промисловості.

Електричні двигуни мають дуже мало рухомих частин, не потребують складних трансмісій, коробок передач і елементів приводу, властивих двигунам внутрішнього згорання. Електромобілі, у порівнянні із традиційними автомобілями мають більш простіше технічне обслуговування, оскільки їм не потрібні ні складні системи запалювання робочих нафтових палив, багатоступінчасті коробки передач, ні перетворювачі крутного моменту. Більше того, на цих авто для зміни швидкості руху, використовується частотне управління в мережі електроживлення електродвигуна.

Електричний гірничий транспорт є перспективним напрямом для економії ресурсів у гірничій галузі України. Використання електротехніки дозволяє суттєво знизити витрати на паливо, що в умовах війни є плюсом для держави. Електродвигуни мають вищий коефіцієнт корисної дії порівняно з дизельними, що забезпечує ефективніше використання енергії. Зниження витрат на обслуговування завдяки простій конструкції електродвигунів також сприяє економії. Окрім цього, електротранспорт зменшує залежність від імпортованих нафтопродуктів і скорочує викиди парникових газів, що може призвести до отримання екологічних субсидій. Таким чином, електрифікація транспорту сприятиме підвищенню економічної та екологічної стійкості галузі.

Подальшим перспективним напрямком є також автономні кар'єрні самоскиди - безпілотники. На виставці великих виробників транспортної спецтехніки Minexpo, що проходила у вересні 2023 року в Лас-Вегасі, одночасно кілька великих компаній презентували інноваційні безпілотні кар'єрні самоскиди, в яких навіть не передбачено робоче місце для водія. Автономні кар'єрні самоскиди оснащені сучасним GPS-обладнанням і лазерними радарми типу "Lidar". Впровадження самоскидів безпілотників на виробництві дозволить підвищити техніко-економічні показники видобувних підприємств на 15-30 %.

Використання електричного гірничого транспорту в умовах війни в Україні стикається з численними викликами. Як зазначено в урядовому звіті, понад 50% енергетичної інфраструктури України пошкоджено внаслідок російських атак. Це ускладнює стабільне енергопостачання, необхідне для роботи електротранспорту. Крім того, втрати виробничих потужностей сягають 50 %, що знижує загальний рівень генерації електроенергії. Згідно з оцінкою ООН, для повного відновлення енергосистеми потрібні інвестиції в масштабі понад 2 мільярди доларів США [3].

Висновок. На даний час електромобілі - є гарним технічним, екологічним і економічним рішенням проблем з транспортом та навколишнім середовищем, але все одно не ідеальним. Розробникам є над чим працювати та розвивати технологію електромобільного транспорту, яка буде технічно і економічно вигідною, та екологічно чистою і доступною для застосування.

Список використаних джерел:

1. Ширін Л.Н. Транспортні комплекси кар'єрів: навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.С. Пригунов, О.В. Денищенко // . – Д. : НГУ, 2015. – 241 с.
2. Електротранспорт - Вікіпедія URL:<https://uk.wikipedia.org/> (дата звернення: 22.10.2024).
3. 2023-й – рік енергетичних викликів та перемог: підсумки року від Міненерго URL:<https://www.kmu.gov.ua/news/2023-i-rik-enerhetychnykh-vykykiv-ta-peremoh-pidsumky-roku-vid-minenerho> (дата звернення: 31.12.2023).

Ніколайчук А.О., Святюк А.М., студенти 4 курсу, групи ОС-11,
кафедра геоінженерії, навчально-науковий інститут
енергозбереження та енергоменеджменту
Науковий керівник: Ган О.В., к.т.н., ст.викл.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інституту імені Ігоря Сікорського»

МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТУНЕЛІВ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ PLAXIS

Вступ. Активне будівництво у щільній забудові міста вимагає від інженерів мінімізувати вплив на будівлі, що знаходяться в безпосередній близькості до будівельного майданчика. Тунельні конструкції відіграють ключову роль у транспортній інфраструктурі, забезпечуючи ефективний і безпечний рух підземними шляхами. Моделювання таких конструкцій із використанням програмного комплексу Plaxis дозволяє виконати детальний аналіз їхньої взаємодії із ґрунтами і будівлями, розташованими поруч з тунелем. Програма PLAXIS заснована на методі кінцевих елементів і призначена для визначення деформацій, переміщень та стійкості в різних інженерно-геотехнічних умовах. Прості графічні процедури введення даних дозволяють швидко створювати складні кінцево-елементні моделі.

Мета та завдання. Метою є аналіз напружено-деформованого стану ґрунтового масиву та деформаційних процесів у конструкціях тунелів із різними формами поперечного перерізу під дією ґрунтових і зовнішніх навантажень із використанням програмного комплексу Plaxis.

Матеріал і результати досліджень. PLAXIS — це комп'ютерна програма для чисельного моделювання методом скінченних елементів (СЕ), розроблена спеціально для геотехнічної інженерії. Вона широко використовується для аналізу напружено-деформованого стану ґрунтових масивів і стійкості конструкцій а також їхню взаємодію у геотехнічному будівництві як під час спорудження, так і під час експлуатації будівель та споруд [1].

У процесі дослідження отримані результати моделювання поперечного перерізу геометричної моделі тунелю мілкого закладання, якій розташовано у щільній міській забудові. Для дослідження вибрано дві основні форми поперечного перерізу тунелів: круглу та прямокутну. Відомо, що тунелі круглої форми забезпечують рівномірний розподіл навантаження, це робить їх стійкими в складних ґрунтових і сейсмічних умовах, тунелі прямокутної форми дозволяють максимально ефективно використовувати внутрішній простір, зазвичай створюються відкритим способом через простоту монтажу конструкцій. Однак вони менш стійкі до зовнішнього тиску, що вимагає додаткових заходів щодо застосування в нестабільних ґрунтах.

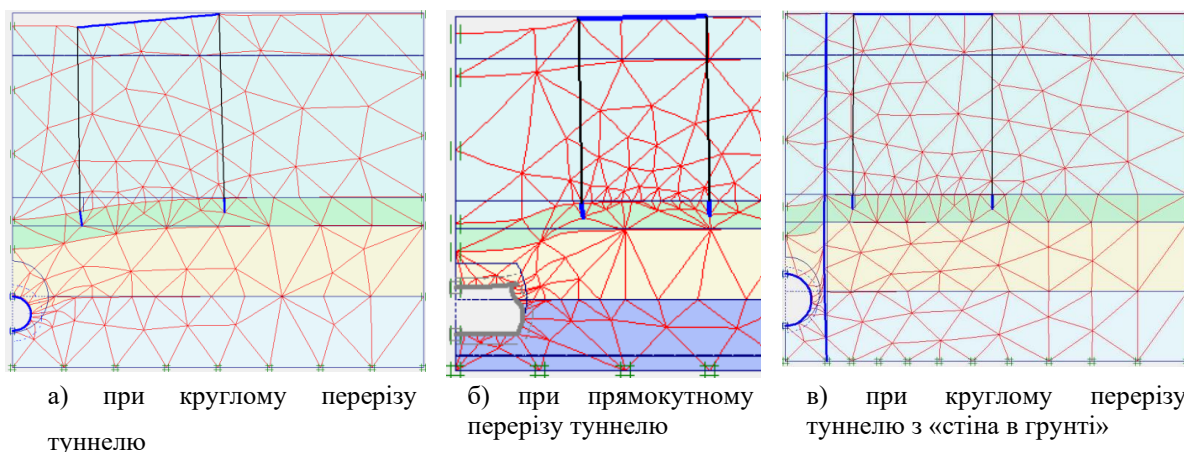


Рис.1 – Схема деформацій туннелю та ґрунту

В результаті моделювання у програмному комплексі Plaxis були отримані наступні результати (рис. 1): круглий переріз тунелю демонструє рівномірний розподіл деформацій (рис. 1, а) та забезпечує необхідну стійкість тунелю. Проте розташовані поблизу існуючі будівлі зазнають вагомих деформацій. У свою чергу, прямокутний переріз тунелю (рис. 1, б), має значні зони концентрації напружень на кутах, що призводить до значних, не припустимих для експлуатації, деформацій. Для заданих геологічних умов прямокутну форму застосовувати не доцільно.

Для безпечної експлуатації існуючих поверхневих споруд було запропоновано відгородити їх за допомогою «стіни в ґрунті» від зони тунелю перед його спорудженням (рис. 1, в). «Стіна в ґрунті» занурена нище відмітки тунелю та виконує наступні функції: захищає поверхневі споруди від просідання під час проходки тунелів та від динамічного впливу (вібрації від потягів) під час експлуатації тунелів [2]. Завдяки вжитим заходам були створені необхідні для існуючих споруд умови, які забезпечили їхню стійкість, локалізували вплив підземних робіт та зменшили ризик осідання. У поєднанні з використанням тунелів круглого перерізу застосування «стіни в ґрунті» створює комплексний підхід, спрямований на зниження ризиків деформацій, забезпечення довговічності конструкцій навіть у складних геологічних умовах і при значних навантаженнях та безпечній і надійній експлуатації існуючих поверхневих будівель та споруд.

Висновок. Аналіз результатів проведеного моделювання тунельних конструкцій та ґрунтового масиву у програмному комплексі PLAXIS показали ефективність інтеграції додаткових елементів для підвищення стійкості тунелів у багатошарових ґрунтах та зниження впливу на поверхневі існуючі споруди. Додаткова вертикальна конструкція «стіни в ґрунті» дозволила зменшити зсувні процеси ґрунту та забезпечити стабільність поверхні та навколо тунельного простору. Перерозподіл напружень знизив концентрацію напружень у верхній частині тунелю, мінімізуючи ризик обвалів.

Список використаних джерел:

1. Tutorial Manual. V8. Plaxis Professional 8.2 URL: <https://docslib.org/doc/11945096/plaxis-version-8-tutorial-manual> (дата звернення: 18.11.2024).
2. Бойко, В. В. Спеціальні вибухові технології в геоінженерії: монографія / Бойко В. В., Ган А. Л., Ган О. В. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,97 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 316 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49097>

**Омельченко Н. С., студент 1-го курсу, групи РР-49м,
факультету гірничої справи, природокористування та будівництва
Науковий керівник: Криворучко А.О., к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДЗЕМНОЇ ГІРНИЧОЇ РОЗРОБКИ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ: ДОСВІД УКРАЇНИ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОНТЕКСТ

Сучасна гірнича галузь в Україні стикається з численними викликами: зниженням продуктивності, високими енерговитратами, екологічними проблемами та старінням інфраструктури. Інтеграція України до європейського простору вимагає впровадження інноваційних технологій та екологічних стандартів, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності. Зниження негативного впливу на довкілля та безпечна експлуатація шахт стають ключовими пріоритетами сталого розвитку галузі.

Впровадження автоматизованого обладнання знижує ризики травматизму, зменшує участь людини в небезпечних процесах і підвищує точність робіт. Використання роботизованих систем та безпілотних комплексів забезпечує стабільність виробничих процесів і мінімізує час простою. Інноваційні технології сприяють зростанню продуктивності та скороченню операційних витрат завдяки підвищеній ефективності обладнання.

Ефективне управління ресурсами з використанням нових вентиляційних систем та енергозберігаючих технологій дозволяє значно скоротити витрати енергії. Сучасні системи вентиляції, оснащені інтелектуальними алгоритмами управління, здатні адаптивно регулювати подачу повітря залежно від потреб конкретних зон шахти, зменшуючи споживання енергії та викиди парникових газів. Використання енергозберігаючих технологій, таких як електрифіковане обладнання, відновлювані джерела енергії та рециклінг тепла, сприяє оптимізації виробничих процесів, знижує витрати та підвищує екологічну стійкість підприємств. Такий підхід не лише забезпечує економічну вигоду, а й відповідає сучасним екологічним стандартам, роблячи гірничі роботи безпечнішими для працівників і до довкілля.

Актуальність використання технологій геомоніторингу при підземній розробці зумовлена необхідністю забезпечення безпеки гірничих робіт, збереження навколишнього середовища та ефективного управління ресурсами. Ці технології дозволяють здійснювати безперервний контроль за стійкістю гірських порід, рівнем підземних вод та іншими критично важливими параметрами, що знижує ризики обвалів, проривів води та техногенних катастроф. Завдяки впровадженню сучасних сенсорів, супутникових даних та систем IoT можна в реальному часі отримувати інформацію про стан підземних виробок, що дає змогу оперативно реагувати на будь-які небезпечні зміни. Крім того, геомоніторинг сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля, дозволяючи точно прогнозувати наслідки гірничих робіт і запобігати деградації ландшафтів та забрудненню підземних вод. Інтеграція цих технологій підвищує ефективність виробничих процесів, мінімізуючи витрати на усунення аварій та екологічні збитки, що робить їх надзвичайно важливими для сучасної гірничої промисловості.

Шахтні води містять важкі метали та інші забруднювачі, які негативно впливають на довкілля. Ефективні методи очищення допоможуть мінімізувати ці впливи. Проблема викидів метану потребує впровадження сучасних систем дегазації, що дозволяють безпечно виводити газ із шахт та використовувати його як джерело енергії. Рекультивация земель та відновлення екосистем після видобутку сприятимуть збереженню природних ресурсів та покращенню екологічного стану регіонів.

Провідні країни Європи демонструють успіхи у впровадженні енергоефективних технологій та безпечних виробничих практик. Співпраця з європейськими інституціями та участь у міжнародних проєктах сприяють доступу до інновацій та передових наукових розробок. Інтеграція до європейських екологічних та виробничих стандартів відкриває нові можливості для експорту української продукції та залучення іноземних інвестицій.

Модернізація обладнання та оновлення інфраструктури шахт є критично важливими для забезпечення стабільного розвитку галузі. Використання цифрових технологій, таких як 3D-моделювання та ГІС-системи, оптимізує процеси планування та управління виробництвом. Інвестиції в нові екологічні рішення та залучення міжнародних партнерів сприятимуть переходу до сталого видобутку з мінімальним впливом на довкілля.

Впровадження інноваційних технологій у гірничій галузі України забезпечує підвищення продуктивності, безпеки та екологічної відповідальності. Модернізація вентиляційних і виробничих систем дозволяє зменшити енерговитрати та скоротити вплив на довкілля. Інтеграція з європейським ринком сприятиме зміцненню позицій українських підприємств та підвищенню їхньої конкурентоспроможності. Державна підтримка, розвиток наукових досліджень та міжнародне співробітництво є ключовими умовами для сталого розвитку гірничої галузі.

**Остапчук Р.В., студент 1-го курсу, групи РР-49м,
факультету гірничої справи, природокористування та будівництва
Іськов С.С. к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ОСОБЛИВОСТІ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА КАМЕНЕОБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Каменеобробна промисловість характеризується низкою потенційних ризиків, серед яких підвищений рівень шуму, вібрації, утворення пилу та небезпека при роботі з виробничим устаткуванням. У тезах розглядаються основні заходи з охорони праці працівників, зокрема вимоги до безпечної організації робочих місць, використання засобів індивідуального захисту, а також рекомендації щодо мінімізації негативного впливу на довкілля.

Охорона праці на каменеобробних підприємствах є ключовим аспектом забезпечення безпеки працівників та захисту навколишнього середовища. Питання техніки безпеки на каменеобробних підприємствах регулюються НПАОП 0.00-1.64-77 «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в промисловості будівельних матеріалів» [1] та НПАОП 26.7-1.01-85 «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії під час обробки природного каменю» [2].

Безпечні умови праці працівників повинні забезпечуватися за рахунок розміщення ділянок, розстановки обладнання, вибором оптимальної висоти приміщень, що відповідає прийнятому технологічному обладнанню та підйомно-транспортним засобам. Сучасні каменеобробні підприємства можуть мати доволі різноманітне каменерозпилювальне та каменеобробне обладнання, кожне з якого має свої особливості використання, і, відповідно, специфічні правила безпечної роботи на ньому [3]. Наведемо лише деякі з цих правил.

Так, відповідно до Правил техніки безпеки [2]:

1. Розміщення, установку, монтаж, експлуатацію та ремонт виробничого устаткування і технологічних ліній обробки природного каменю здійснюють з дотриманням вимог інструкцій заводів-виробників.
2. Робочі місця обладнуються дерев'яними настилами завширшки не менше 1,5 м, з проміжками між планками не більше 0,03 м.
3. Заміну різального інструменту проводять лише після повної зупинки устаткування та роз'єднання електричної схеми.
4. Перед початком робіт на пускових пристроях встановлюють заборонні знаки («Не вмикати! Працюють люди!»).
5. Роботи з ударної обробки каменю виконуються в окремих приміщеннях або на спеціально захищених робочих місцях із використанням звукопоглинальних екранів заввишки не менше 2 м.
6. Працівників забезпечують захисними окулярами, протишумовими навушниками та іншими засобами індивідуального захисту.
7. Для захисту від бризок води та часток оброблюваного каменю верстати обладнуються бортами висотою не менше 0,25 м.
8. Шліфувально-полірувальні верстати оснащуються блокувальними пристроями, які забезпечують автоматичну зупинку при несправностях.

Не менш важливим є дотримання електробезпеки та пожежної безпеки на підприємстві. До основних положень електробезпеки відносяться:

1. Регулярна перевірка електроустаткування та інструментів із своєчасним обслуговуванням і ремонтом.
2. Забезпечення якісного заземлення обладнання та використання ізоляційних матеріалів для уникнення коротких замикань.
3. Організація робочих місць із визначенням безпечних зон і запобігання перевантаженню розеток електромережі.
4. Проведення інструктажів та навчання працівників правилам електробезпеки і роботи з обладнанням.

Пожежна безпека забезпечується за рахунок:

1. Ідентифікації потенційних джерел пожеж, таких як гарячі поверхні чи несправне обладнання.
2. Розміщення вогнегасників та інших засобів пожежогасіння в легкодоступних місцях.
3. Регулярної перевірки систем пожежогасіння та тестування планів евакуації.
4. Проведення тренувань із пожежної евакуації та забезпечення відповідності обладнання вимогам пожежної безпеки.
5. Дотримання безпечних відстаней від можливих джерел пожеж.

Всі ці заходи створюють безпечне робоче середовище та допомагають уникнути аварійних ситуацій в майбутньому.

Продукція з природного каменю, яка виготовляється каменеобробними підприємствами, використовується для різних цілей, зокрема у цивільному та промисловому будівництві. Тому продукція повинна відповідати санітарним та будівельним нормам, бути безпечною для людей і не здійснювати шкідливий вплив на життя і здоров'я людини та навколишнє природне середовище.

При виготовленні продукції з природного каменю утворюється велика кількість відходів і витрачаються великі об'єми води. Тому важливою складовою роботи будь-якого каменеобробного підприємства є охорона навколишнього середовища. При проектуванні підприємства та плануванні його роботи обов'язково повинні враховуватись технологічні заходи з охорони навколишнього природного середовища, які для каменеобробних підприємств мають такі особливості [3]:

- у технологічній частині проекту повинні бути передбачені заходи щодо охорони навколишнього природного середовища відповідно до вимог природоохоронного законодавства та нормативно-технічної документації з охорони атмосферного повітря, поверхневих вод і ґрунтів від забруднення;

- плити і вироби із природного каменю за вмістом в них шкідливих речовин звичайно відносяться до малонебезпечних (є винятки за радіоактивністю для продукції деяких родовищ);

- виготовлені плити та вироби не виявляють подразнюючої дії на організм людини;

- всі процеси обробки каменю – розпилювання, окантування та шліфування-полірування – є “мокрими”, що виключає забруднення повітряного басейну абразивним пилом. Тому, враховуючи дуже малі обсяги викидів шкідливих речовин в атмосферу каменеобробним виробництвом, при проектуванні звичайно не передбачається спеціальних заходів щодо зниження викидів. Підвищене вологовиділення видаляється з робочої зони загальнообмінною вентиляцією.

- вода, використана при обробці каменю, вміщує значну концентрацію зважених часток, пилу, абразивних матеріалів та хімічних реагентів, що обумовлює необхідність організації на підприємстві системи оборотного водопостачання та обов'язкового очищення промислових вод перед їх повторним використанням.

Для охорони підземних вод від забруднення на каменеобробних підприємствах та їх раціонального використання повинні бути передбачені такі заходи:

1. організація відведення поверхневих вод з території підприємства;
2. штучне підвищення планувальних відміток території;
3. влаштування системи оборотного водопостачання для повторного використання води для технологічних потреб;
4. влаштування очисних споруд для механічного очищення стічних виробничих вод;
5. влаштування очисних споруд для механічного та біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод.

Список використаних джерел:

1. НПАОП 0.00-1.64-77 «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в промисловості будівельних матеріалів», затверджені постановою ЦК профспілки робітників будівництва і промбудматеріалів від 19.12.1977 та наказом Міністерством промисловості будівельних матеріалів СРСР від 21.12.1977. Режим доступу: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-1_64-77_1_02_ru.php

2. НПАОП 26.7-1.01-85 «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії під час обробки природного каменю», затверджені постановою ЦК профспілки робітників будівництва і промбудматеріалів від 31.10.1985 (протокол №53) та наказом Міністерства промисловості будівельних матеріалів СРСР № 654 від 11.11.1985. Режим доступу: http://sop.zp.ua/norm_npaop_26_7-1_01-85_03_ru.php

3. Проектування каменеобробних підприємств. Ч. II : навч. посібник / С.С. Іськов, В.В. Коробійчук, В.Г. Кравець, Р.В. Соболевський, А.О. Криворучко, О.М. Толкач. – Житомир : ЖДТУ, 2019. – 248 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ КВАРЦ-ПОЛЬОВОШПАТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ, ОТРИМАНОГО ВНАСЛІДОК ЗБАГАЧЕННЯ КАОЛІНУ У ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМІКИ

З технологічної точки зору, кварц-польовошпатова сировина являє собою комплекс мінералів, який включає кварц, польовий шпат та мікроклін. Кварц-польовошпатова сировина в Україні представлена різними типами родовищ, включаючи пегматитові, гранітні та кварцитові. Найбільші родовища знаходяться в центральній та західній частинах країни, зокрема в Кропивницькій, Вінницькій та Житомирській областях. За даними Геологічної служби України станом на 2019 рік було виявлено 7 родовищ, 3 з яких розроблялись. Загальні запаси, підраховані в межах цих родовищ становлять 6,85 млн.т., що забезпечує значний потенціал, проте фактично, видобуток даної продукції у довоєнний період знаходився на рівні 30-50 тис.т на рік, що суттєво недостатньо для покриття промислових потреб, тому значна частка кварц-польовошпатової сировини імпортувалась, аналогічні тенденції спостерігаються і зараз, що особливо помітно на фоні збільшення потреб у даному виді продукції.

Однією з головних проблем, які стримують видобування кварц-польовошпатової сировини є порівняно висока вартість гірничих робіт та необхідність застосування спеціалізованого обладнання та методики видобування, оскільки це переважно міцні скельні породи, руйнування яких є працемістким та енерговитратним. До того ж, дані родовища можуть мати значну глибину залягання наслідком чого є збільшення коефіцієнту розкриття, або розташовуватись в районах зі складними гірничо-геологічними умовами, що вимагає проведення детальних геологорозвідувальних робіт та створення складної інфраструктури для забезпечення можливості видобування.

Окрім того, технологія отримання кварц-польовошпатової сировини передбачає необхідність збагачення вихідної гірничої маси, яке складається з багатостадійного дроблення, подрібнення (розмельювання) з подальшими флотацією та магнітною сепарацією, що дозволяє досягти необхідного рівня якісних параметрів матеріалу.

Процес збагачення каоліну зазвичай виконується одним із базових способів: мокрий та сухий способи збагачення. Проте, переважаючим лишається мокрий спосіб збагачення. В переважній більшості, даний спосіб базується на відділенні каолінового концентрату методом класифікації в повітряному, або водному середовищі тонко-дисперсних частинок каолініту розміром менше 0,056 мм, від більш великих зерен кварцу, польових шпатів, слюди і інших мінералів, які утримуються в каоліновій породі. В результаті утворюються значні обсяги відходів, які містять кварцу у кількості до 60-70% та польового шпату у кількості до 10-20%. Ці компоненти є основними мінералами, що використовуються у виробництві керамічних та скляних виробів. Важливим аспектом є вміст домішок, таких як залізо і титан, які можуть впливати на якість кінцевої продукції, покращити яку можна за допомогою флотації, або ж магнітної сепарації.

Одними з найбільш перспективних напрямків використання продуктів збагачення каоліну може бути їх використання в якості сировини для керамічної промисловості. Вимоги до сировини, придатної для виробництва керамічної продукції наразі є застарілими та визначаються положеннями наведеними в ГОСТ 7030-75, на базі якого розроблено ряд ТУ використовуваних в межах окремих підприємств.

З метою підтвердження можливості застосування кварц-польовошпатового матеріалу сформованого внаслідок збагачення каоліну було проведено лабораторне дослідження, цілю якого є визначення хімічного складу продуктів збагачення (рис. 1). В свою чергу, продукти збагачення були отримані внаслідок мокрого збагачення каолінової маси, яке включало дезінтеграцію вихідної сировини, грубу класифікацію для видалення зернистих абразивних частинок, а після повторної класифікації – тонких абразивних частинок.

Лабораторні дослідження хімічного складу відходів збагачення каоліну виконувалось на базі ДП «Шпат» яке займається розробкою Йосипівського родовища. В ході виконання дослідження відділення каоліну від піску проводилось на ситі 0,056 мм. Піщаний залишок вивчався з метою отримання кондиційних кварцових і кварц-польовошпатових концентратів методами флотації у кислому і близькому до нейтрального середовищах, а також методом електричної сепарації.

Флотація пісків в кислому середовищі застосована як оціночний параметр, що забезпечує отримання найбільш можливих показників розділення польового шпату і кварцу. Результати показали, що шляхом флотації пісків можливо отримання кондиційних відповідно до вище згаданого ГОСТ 7030-75 кварц-польовошпатових і кварцових концентратів.

Флотація пісків у середовищі, близькому до нейтрального (рН = 6-7) показала можливість підвищення вмісту окислів лужних металів в продуктах збагачення без застосування агресивних середовищ. В якості збирача застосовані солі четвертинної основності, а в якості депресора польових шпатів – хлорид калію. Результати випробувань дозволили отримати кварц-польовошпатові концентрати.

Електрична сепарація пісків проводилась після їх подрібнення до 0,5 мм і дешламації по класу 0,056 мм. Концентрат з сумою лугів більше 8% було отримано після основної електросепарації. При цьому вихід кварц-польовошпатового продукту склав в середньому 31,6 % від початкової маси каоліну-сирцю.

Результати хімічного аналізу досліджуваних проб наведені у таблиці 1, де відображено вміст їх основних складових компонентів.

Таблиця 1

Хімічний склад кварц-польовошпатового концентрату одержаного в наслідок збагачення каоліну

№ проби	Хімічний склад, % (пісок-відсів)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	SO ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O+Na ₂ O
1	80,77	10,14	0,21	0,06	0,1	0,06	-	7,9	0,2	8,1
2	79	10,9	0,29	0,05	0,1	0,06	-	8,76	0,24	9
3	80,38	9,99	0,22	0,06	0,1	0,06	-	8,34	0,24	8,58
4	77,81	11,41	0,25	0,11	0,1	0,06	-	9,28	0,35	9,63
5	79,05	10,81	0,29	0,08	0,1	0,06	0,19	8,34	0,35	8,69
6	79,28	10,64	0,25	0,07	0,1	0,06	0,11	8,37	0,37	8,74
7	81,77	9,26	0,27	0,07	0,1	0,06	-	7,62	0,24	7,86
8	80,3	10,05	0,28	0,07	0,1	0,06	-	8,35	0,24	8,59
9	81,45	9,25	0,34	0,07	0,1	0,06	-	7,9	0,24	8,14
10	80,34	10,37	0,23	0,07	0,1	0,06	-	7,9	0,24	8,14
11	78,54	11,24	0,34	0,12	0,1	0,06	-	8,49	0,28	8,77
12	78,34	11,16	0,26	0,1	0,1	0,06	-	8,92	0,28	9,2
Разом	957,03	125,22	3,23	0,93	1,2	0,72	0,30	100,17	3,27	103,44
Сер.	79,75	10,43	0,26	0,07	0,1	0,06	0,15	8,34	0,27	8,62

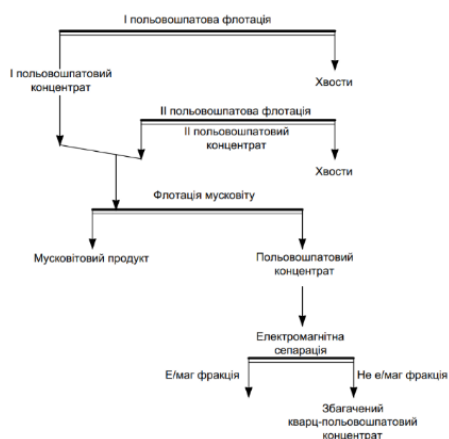


Рис.1. Схема збагачення кварц-польовошпатового концентрату (відходів збагачення каоліну)

Відповідно до результатів у пробах спостерігається високий вміст діоксиду кремнію. Це позитивно впливає на фізико-механічні властивості керамічних виробів, зокрема їх міцність і термостійкість. Однак, значне перевищення вмісту SiO₂ може вимагати корекції при виробництві тонкої кераміки, де надмірний вміст кварцу може спричинити підвищену крихкість.

Оксид алюмінію, який сприяє формуванню склоподібної фази при випаленні кераміки, характеризується середнім вмістом, що дозволить забезпечити необхідну плавкість та в'язкість.

Незначний вміст оксиду заліза є критичним фактором для виробництва тонкої кераміки, де присутність заліза може спричинити дефекти і змінити колір виробів. Значення, що перевищує 0,2%, вимагає додаткового очищення або обробки сировини для використання у високоякісних керамічних виробках.

Сума лужних оксидів відповідає вимогам керамічної промисловості, забезпечуючи необхідні показники плавкості і стабільності при високих температурах. Високе співвідношення K₂O:Na₂O свідчить про специфічні властивості сировини, які можуть потребувати коригування в процесі технологічного виробництва. Значення вмісту кварцу перевищує допустимі межі для тонкої кераміки (до 30%), що може призвести до підвищеної крихкості виробів. Проте, цей показник знаходиться в межах норми для будівельної кераміки (до 40%).

Список використаних джерел:

1. Котенко, В. В., Куницька, М. С., Пісун, І. А., Ігнатюк, Р. М., & Сидоренко, А. А. (2023). Автоматизація обробки результатів геологічної розвідки каолінових родовищ в середовищі GEOVIA Suprac. Технічна інженерія, 2(92), 225–233. [http://dx.doi.org/10.26642/ten-2023-2\(92\)-225-233](http://dx.doi.org/10.26642/ten-2023-2(92)-225-233)
2. Соболевський, Р. В., Вашук, А.О., Толкач, О.М., Коробійчук, В.В., Левицький, В.Г. (2017). Моделювання родовищ каолінової сировини на основі комплексного аналізу показників якості. Східно-Європейський журнал підприємницьких технологій, 3 (3 (87)), 54-66. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103289>
3. Підвисоцький, В. Т., Котенко, В. В., Башинський, С. І., & Пісун, І. А. (2022). Обґрунтування доцільності застосування методу зворотніх зважених відстаней для кластеризації Йосипівського родовища каоліну. Науковий вісник ДонНТУ, 1(8)-2(9), 94-105. [https://www.doi.org/10.31474/2415-7902-2022-1\(8\)-2\(9\)-94-105](https://www.doi.org/10.31474/2415-7902-2022-1(8)-2(9)-94-105)
4. Larsen, E., & Kleiv, R. (2016). Flotation of quartz from quartz-feldspar mixtures by the HF method. Minerals Engineering, (98), 49-51. <https://www.doi.org/10.1016/j.mineng.2016.07.021>
5. Котенко, В. В., Башинський, С. І., & Пісун, І. А. (2021). Застосування методу Пірсона для отримання залежностей розподілу хімічних елементів у межах родовища каоліну. Технічна інженерія, 88, 129-134. [https://doi.org/10.26642/ten-2021-2\(88\)-129-134](https://doi.org/10.26642/ten-2021-2(88)-129-134)

Поліщук Д.С., Phd 184-23-3
 Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
 А. В. Панасюк, к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії
 Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР БПЛА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ ЗЙОМКИ

Способи проведення маркшейдерської зйомки за допомогою БПЛА характеризуються дальністю та конфігурацією маршруту польоту, які визначаються метою та особливостями завдання які стоять перед маркшейдерською службою. Маркшейдерська зйомка може проводитися як для виконання певного завдання, так і для поповнення планової документації.

Безпілотні технології як інструмент виконання інженерних завдань у галузі геодезії щільно зайняла своє місце. Підйом розвитку конструктивних новинок, зменшення розмірів та форм, комплектації які також зазнавали змін, призвело до виникнення класифікації БПЛА, появи всляких методик проведення вимірювань залежно від виду виконання необхідної задачі. Процес еволюції використання БПЛА торкнувся майже всіх сфер інженерної справи: від виміру лінійних об'єктів до дендрологічних досліджень лісових масивів. Таким чином, широке поширення безпілотної технології, зокрема в геодезії, не могло оминути маркшейдерську справу.

Під час проведення відкритих гірничих робіт потрібно вирішувати різні маркшейдерські завдання: моніторингу робіт, картування, а також оцінки обсягів гірничих виробок та відвалів. Безпілотні технології незамінні для зйомки копалень, розрізів та кар'єрів, з їх допомогою маркшейдерські роботи виконуються з мінімальними затратами на польові роботи, але необхідні специфічні навички та знання для виконання камеральної процедури обробки отриманих даних.

Останнім часом гірничодобувна промисловість виявила підвищений інтерес до використання безпілотних літальних апаратів для рутинних робіт на відкритих гірничих роботах та підземних гірничих роботах (шахтах).

Проведення топографічних зйомок на діючих підприємствах є складним завданням через поточні роботи та небезпеки, які піддаються постійним та активним переміщенням мас.

Під час проведення відкритих гірничих робіт потрібно вирішувати різні маркшейдерські завдання: моніторингу робіт, картування, а також оцінки обсягів гірничих виробок та відвалів. Безпілотні технології незамінні для зйомки копалень, розрізів та кар'єрів, з їх допомогою маркшейдерські роботи виконуються з мінімальними затратами на польові роботи, але необхідні специфічні навички та знання для виконання камеральної процедури обробки отриманих даних.

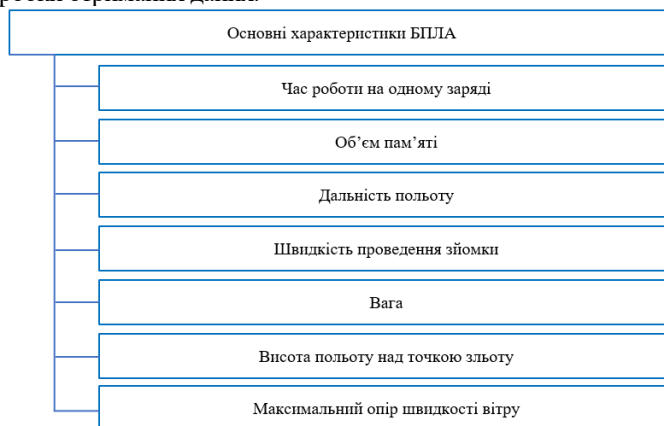


Рисунок 1 Перелік основних характеристик БПЛА

В організаційному плані проведення маркшейдерських зйомок за допомогою БПЛА вимагає відповідних умінь та навичок маркшейдерської служби. Зокрема, поряд з досконаліми знаннями роботи БПЛА та навичками управління ними вимагається володіння методикою оцінки технічних характеристик БПЛА щодо можливостей його застосування для виконання поставленої задачі та володіння методикою розробки маршруту і програми маркшейдерської зйомки за допомогою БПЛА з обчисленням необхідних затрат часу та енергетичних ресурсів. Умови виконання задачі можуть бути ускладнені природно-кліматичними факторами – опади, вітер, низька температура. При підготовці та проведенні маркшейдерської зйомки основна проблема полягає у виборі БПЛА, технічні можливості якого задовольняють вимогам завдання. Оптико-електронна система БПЛА при заданій висоті польоту повинна забезпечувати достатню роздільну здатність фото та відеоматеріалів.

Для вибору певного типу та певної моделі потрібно враховувати параметри основних характеристик БПЛА при виборі для виконання маркшейдерських робіт.

Семенюк В. В., аспірант
Прощарук О.А., аспірант

Науковий керівник: Корнієнко В. Я., д.т.н., проф.

Національний університет водного господарства та природокористування

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ БУРШТИНОВИХ РОДОВИЩ

Світовий запас бурштину в Україні становить близько шести відсотків. Основні поклади бурштину знаходяться на Поліссі – Прип'ятському бурштиноносному басейні (північна частина Волинської, Рівненської, Житомирської та Київської областей). Промислова розробка ведеться в Рівненській області на родовищах в Сарненському (Клесівське, Вільне) та Володимирецькому районах. Загальні запаси оцінюються близько у 100 тис. т., які переважно залягають у піщаних та піщано-глинистих бурштиновмісних ґрунтах на глибині до 15 м. Найбільшими бурштиновими родовищами в Рівненській області є «Клесів», «Вільне», «Володимирець-Східний». Вони разом містять кілька сотень тон бурштинової сировини, з яких розвіданими в промислових запасах є 128 т. Два із них сьогодні експлуатуються: Клесівське родовище (ділянка «Пугач») розробляється державним підприємством «Бурштин України», «Володимирець-Східний» – ТОВ «Центр «Сонячне ремесло». У державному балансі запасів «Янтар» рахувались чотири родовища – Клесівське, Володимирець-Східний, Вільне та Золоте (Південно-Східна ділянка). Балансові запаси родовищ становлять: по категорії С1 – 63,61 т, по категорії С2 – 162,87 т.

Розробка бурштиновмісних родовищ здійснюється механічним та гідравлічним способами, які мають ряд недоліків. Механічний спосіб включає в себе механічну розробку масиву ґрунту у відкритому кар'єрі або під землею. Даний спосіб включає наступні етапи: розкриття продуктивного шару ґрунту, екскаваційні роботи, транспортування породи від місця розробки до грохоту, де відбувається відділення бурштину від породи шляхом миття, рекультивацію земель. Недоліками механічного способу є: великі експлуатаційні та економічні затрати, винос породи на поверхню і негативні екологічний вплив на навколишнє середовище.

Спосіб свердловинної гідравлічної розробки родовищ корисних копалин включає розкриття продуктивного горизонту свердловинами по контуру видобувної камери, їх обсадку, встановлення в них гідро видобувного обладнання з видавальним пристроєм. Також йде сполучення між свердловинами, підрізання продуктивного горизонту і заповнення підрізаної щілини водою. Наступним етапом йде руйнування порід продуктивного горизонту в підрізню щілину, гідророзмив породи в затопленому забої та підняття пульпи на поверхню по свердловині самовиливом за рахунок постійного надходження рідини в робочу зону в центрі видобувної камери.

Гідро-механічний видобуток передбачає збудження корисної копалини в рухомий стан шляхом впливу механічного органу, після чого вона гідросумішшю подається на поверхню через вертикальні гірничі виробки. Подальший розвиток процесу видобутку можливий при удосконаленні механічного гідровидобутку з вібродією на масив, що інтенсифікує процес за рахунок обґрунтування і вибору форми та просторового рознесення вібровипромінювачів інтенсифікатора.

Відомий й інший спосіб свердловинного добування корисних копалин, наприклад, з використанням сумішей різної в'язкості. Так, в підготовлену свердловину подається в'язка незамерзаюча рідина, яка утворює з ґрунтовим масивом пульпу та за рахунок різниці густини, більш важкі фракції опускаються вниз свердловини, а більш легкі – виносяться разом з ґрунтовим масивом насосами, які викачують пульпу на поверхню родовища. Даний спосіб використовується для добування матеріалів з мерзлих ґрунтів, а також для сортування корисних копалин різної густини. Проте всі ці методи супроводжуються виносом мінерального ґрунту на поверхню родовища, не забезпечують повного вилучення бурштину з родовищ, енергомісткі, призводять до зміни структури ґрунтів та утворення пустот.

Багаторічні дослідження дозволили запропонувати для видобутку бурштину комплексний спосіб, який включає в себе ряд технологічних операцій із застосуванням різної техніки. Цей спосіб включає в себе пошарову розробку бурштинових масивів із застосуванням технологічного обладнання по вскришним, добувним роботам та переробкою гірничої маси на місці розробки. Застосування комплексу машин дозволяє ефективно вилучати найменші фракції бурштину.

Запропонована технологія пошарового видобутку бурштину має цілий ряд переваг над існуючою гідромеханічною і свердловинною технологіями, але для повної оцінки її економічної ефективності необхідно визначити ряд впливових факторів, зокрема: необхідну продуктивність нової технології, перелік та ціни необхідного обладнання, режими його роботи і необхідність обслуговування, енерго- і водопостачання технологічного процесу, а також цінову політику реалізацій бурштину різних класів крупності. Такі дані враховуються при виконанні проекту на впровадження нової технології згідно з його вихідними вимогами, при якому досягається вища продуктивність та ефективність, а також зменшується негативний екологічний вплив на навколишнє середовище.

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

Державний університет «Житомирська політехніка»

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РІЗАННЯ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРИ ОБРОБЦІ КАМЕНЮ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Список використаних джерел:

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

Сироїд Є.С., ст. викладач
Поліський національний університет
Сидоренко А.А., аспірант
Кузнецов О.О., аспірант
Шкабара Ю.В., аспірант
Толкач О.М., докторант

Державний університет «Житомирська політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДОБУТКУ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ АЛМАЗНО-КАНАТНОГО РІЗАННЯ

Актуальність. Оптимізація параметрів різання, таких як сила струму, натяг канату та швидкість подачі, є важливою для забезпечення стабільності процесу, зменшення зносу обладнання та зниження витрат на енергію. Удосконалення цих параметрів дозволяє не лише знизити витрати, але й зменшити негативний вплив на навколишнє середовище через оптимальне використання енергоресурсів. Крім того, підвищення ефективності різання має значний потенціал для зменшення собівартості видобутку та підвищення конкурентоспроможності продукції, що є актуальним для підприємств, які працюють в умовах високої конкуренції та обмеженого фінансування.

Таким чином, дослідження, спрямовані на оптимізацію режимних параметрів алмазно-канатного різання, мають не лише наукове, але й велике практичне значення, оскільки результати можуть бути впроваджені у виробництво з метою підвищення ефективності процесу та зниження експлуатаційних витрат.

Мета дослідження. Основною метою нашого дослідження було покращення процесу різання природного каменю в кар'єрах шляхом оптимізації параметрів роботи алмазно-канатних машин, зокрема такого параметра, як сила струму. Оптимізація режимних параметрів допоможе зменшити знос алмазного канату, підвищити продуктивність та знизити енергетичні витрати.

Методологія. Дослідження проводилося на Лезниківському кар'єрі із застосуванням алмазно-канатної машини МКС-55. Основні параметри цієї машини включають потужність головного приводу в 55 кВт, швидкість руху канату до 40 м/с та довжину канату від 20 до 120 м.

Ми проводили експерименти з використанням трьох рівнів сили струму – 55 А, 60 А та 65 А – що дозволило виявити вплив цього параметра на продуктивність різання монолітів різних розмірів. Під час експериментів збиралися дані про натяг канату, швидкість руху, тривалість роботи та температуру канату. Теоретичний аналіз включав математичне моделювання для визначення взаємозв'язку між режимними параметрами, стабільністю процесу та енергетичною ефективністю різання.

Результати. Експериментальні дослідження показали, що найвища продуктивність різання (2,8 м²/год) досягалася при силі струму 55 А на великих площах різання до 108 м². Це свідчить про оптимальність саме цього режиму, адже він забезпечує стабільність натягу канату та рівномірний знос алмазних зерен. На початкових етапах використання сили струму 65 А дозволяло збільшити швидкість різання до 3,14 м²/год для менших площ, однак при збільшенні обсягів площі різання до 72 м² продуктивність різко знижувалася до 2,09 м²/год через перегрів канату. Це підкреслює важливість контролю температури для забезпечення стабільності процесу.

Наукова новизна. У ході дослідження вперше систематично проаналізовано вплив різних рівнів сили струму на ефективність роботи алмазно-канатних машин під час обробки монолітів різних розмірів. Було розроблено рекомендації щодо оптимальних параметрів різання, що враховують силу струму, натяг канату, швидкість різання та температурний режим. Це дозволило визначити оптимальні налаштування для зниження зносу алмазного інструменту та підвищення стабільності процесу різання.

Практична значимість. Результати наших досліджень можуть знайти практичне застосування на каменедобувних підприємствах, що використовують алмазно-канатні машини для видобутку природного каменю. Встановлено, що режим роботи при струмі 55 А забезпечує оптимальне поєднання продуктивності та довговічності канату при великих обсягах різання. Це дозволяє знизити експлуатаційні витрати, продовжити термін служби обладнання та зменшити споживання енергії. Впровадження розроблених рекомендацій сприятиме підвищенню якості різання, що забезпечить кращі фінансові результати для підприємств.

Висновки.

- Сила струму 55 А забезпечує стабільну продуктивність різання на середніх і великих площах. Максимальна продуктивність досягалася на площі 108 м², що на 40% вище у порівнянні з меншими площами.
- Використання сили струму 65 А забезпечувало високу початкову продуктивність, але при великих площах різання процес втрачав стабільність через перегрів канату.

Отримані результати підтверджують необхідність дотримання оптимальних режимів роботи для досягнення високої продуктивності та мінімального зносу обладнання.

Соколовський В.О., аспірант
Шкабара Ю.В., аспірант
Качуровський М.В., аспірант
Дубінчук Д.О., аспірант

Державний університет «Житомирська політехніка»

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИБУХОВИХ РОБІТ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ЩЕБЕНЕВОЇ СИРОВИНИ

Вступ. Вибухові роботи є одним із ключових етапів видобутку щебеневої сировини, що значною мірою визначає ефективність подальших етапів переробки. Якість вибухових робіт безпосередньо впливає на фракційний склад отриманої породи, а також на витрати на дроблення і подальше оброблення матеріалу. Одним із найважливіших завдань є оптимізація параметрів вибуху, щоб забезпечити мінімальні витрати енергії та максимально ефективний видобуток.

Методологія. Дослідження проводилося на кар'єрі з видобутку щебеню з використанням стандартного вибухового обладнання. Експерименти включали зміну параметрів, таких як щільність заряду, глибина свердловин та кількість вибухів. Для вимірювання ефективності використовувалися різні показники, включаючи розмір фракцій щебеню, витрати на дроблення та енергоспоживання. Кожна комбінація параметрів тестувалася кілька разів для отримання репрезентативних даних.

Результати та обговорення.

Результати показали, що підвищення щільності заряду призводить до кращого дроблення породи, що знижує витрати на подальше дроблення та обробку. Водночас надмірне підвищення щільності може призвести до значного збільшення витрат вибухових матеріалів і пошкодження обладнання. Оптимальною була визнана щільність заряду, яка забезпечувала рівномірне дроблення з мінімальними витратами на подальше дроблення.

Щільність заряду є критичним фактором, що впливає на ефективність вибуху. Експериментальні результати показали, що при низькій щільності заряду спостерігалася недостатня фрагментація породи, що призводило до збільшення витрат на додаткове дроблення. З іншого боку, занадто висока щільність заряду спричиняла надмірний розподіл енергії, що могло пошкодити обладнання та викликати небажані ефекти, такі як надмірна вібрація. Таким чином, було встановлено оптимальний діапазон щільності заряду, який забезпечував найкращий баланс між фрагментацією породи та витратами.

Глибина свердловин також мала значний вплив на ефективність вибухових робіт. Було виявлено, що більш глибокі свердловини сприяють кращому розподілу енергії вибуху, що призводить до більш ефективного дроблення породи. Наприклад, глибина свердловин 15-20 метрів забезпечувала рівномірний розподіл енергії, що дозволяло досягти бажаної фрагментації з меншими витратами на подальше дроблення. Однак надмірна глибина свердловин призводила до збільшення витрат на буріння і могла спричинити нерівномірне дроблення породи внаслідок неоднорідного розподілу вибухової енергії. Тому вибір глибини свердловин є важливим аспектом оптимізації вибухових робіт.

Кількість вибухів, виконаних одночасно, впливала на однорідність дроблення породи. Було встановлено, що збільшення кількості вибухів покращує ефективність дроблення, але також підвищує ризик нерівномірного дроблення та пошкодження навколишньої інфраструктури. Зокрема, при виконанні великої кількості вибухів одночасно можуть виникати хвильові інтерференції, які негативно впливають на ефективність дроблення. Оптимальним виявилось використання середньої кількості вибухів із контролем за однорідністю розподілу енергії, що дозволяє забезпечити якісне дроблення без надмірних витрат.

Крім того, в дослідженні було оцінено вплив використання різних типів вибухових матеріалів на ефективність вибухових робіт. Результати показали, що вибір вибухових матеріалів із вищою енергоємністю дозволяє досягти кращої фрагментації породи при меншій кількості вибухів, що знижує загальні витрати на вибухові роботи. Однак ці матеріали мають вищу вартість, тому необхідно враховувати економічний аспект при виборі оптимальних вибухових матеріалів для конкретних умов видобутку.

Важливим аспектом, що був виявлений під час дослідження, є вплив геологічних умов на ефективність вибухових робіт. Неоднорідність структури породи може впливати на результати вибуху, тому перед початком робіт рекомендується проводити геологічні дослідження для визначення оптимальних параметрів вибуху. Наприклад, у випадку наявності тріщинуватих порід було виявлено, що зменшення щільності заряду та глибини свердловин дозволяє досягти більш рівномірного дроблення без підвищення ризику утворення великих шматків породи.

Загалом, результати дослідження показали, що оптимізація параметрів вибухових робіт дозволяє значно знизити витрати на подальше дроблення і підвищити продуктивність процесу видобутку щебеневої сировини. Використання оптимальної щільності заряду, правильної глибини свердловин та

контрольованої кількості вибухів забезпечує ефективне дроблення породи, зменшуючи витрати на подальше подрібнення та обробку матеріалу. Це сприяє підвищенню рентабельності підприємства та зниженню витрат на енергоресурси.

Практичне значення. Оптимізація параметрів вибухових робіт може значно підвищити ефективність видобутку щелевеної сировини. Визначені оптимальні параметри вибуху дозволяють зменшити витрати на вибухові матеріали та енергоспоживання, а також підвищити якість отриманої сировини. Це сприяє зниженню загальних витрат на виробництво та підвищенню рентабельності підприємств.

Висновок

Дослідження показало, що оптимізація параметрів вибухових робіт є ключовим чинником для підвищення ефективності видобутку щелевеної сировини. Правильний вибір щільності заряду, глибини свердловин та кількості вибухів дозволяє досягти якісного дроблення породи з мінімальними витратами на подальшу переробку. Збалансоване використання ресурсів та оптимальні технологічні параметри вибухових робіт забезпечують не лише зниження енергоспоживання, а й покращення якості отриманої щелевеної сировини. Крім того, врахування геологічних умов і ретельний підбір вибухових матеріалів сприяють підвищенню ефективності та безпеки робіт. Таким чином, впровадження оптимізованих параметрів вибухових робіт дозволяє підвищити продуктивність, зменшити витрати та забезпечити стабільно високу якість кінцевої продукції, що є важливим для підвищення рентабельності та конкурентоспроможності підприємств у галузі видобутку щелевеної сировини.

Список використаних джерел:

1. Закусило Р.В., Кравець В.Г., Коробійчук В.В. Засоби ініціювання промислових зарядів вибухових речовин: монографія. Житомир: ЖДТУ, 2011. 212 с.
2. Кравець В.Г., Коробійчук В.В., Бойко В.В. Фізичні процеси прикладної геодинаміки вибуху: монографія. Житомир: ЖДТУ, 2015. 408 с.
3. Коробійчук В.В., Подчашинський Ю.О., Ремезова О.О. та ін. 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.
4. Криворучко А.О., Коробійчук В.В., Соболевський Р.В. та ін. Визначення оптимального напрямку ведення гірничих робіт при видобуванні блоків з природного каменю. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2016. № 3 (78). С. 150–163.
5. Sobolevskyi R., Zuievskia N., Korobiichuk V. and other. 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.
6. Korobiichuk V., Shamrai V., Iziumova O. and other. 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.
7. Korobiichuk I., Korobiichuk V., Nowicki M. and other. The study of corrosion resistance of Pokostivskiy granodiorites after processing by various chemical and mechanical methods. Construction and Building Materials. 2016. Vol. 114. P. 241–247.
8. Sobolevskyi R., Vaschuk O., Tolkach O. and other. A procedure for modeling the deposits of kaolin raw materials based on the comprehensive analysis of quality indicators. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2017. № 3 (87). P. 54–67.
9. Korobiichuk V. Study of Ultrasonic Characteristics of Ukraine Red Granites at Low Temperatures. International Conference on Systems, Control and Information Technologies. Springer International Publishing, 2016. P. 653–658.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СТРУКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАСИВУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ БУРОВИБУХОВИХ РОБІТ

Удосконалення технології видобування гранітів, як основної сировини для виробництва щебеневої продукції, нерозривно пов'язане із ефективністю ведення буровибухових робіт (БВР), які є однією із найважливіших складових при підготовці гірничої маси до виймання. Витрати на зазначені роботи є досить значними (близько 15-25 %), тому проведення досліджень щодо підвищення ефективності БВР та зниження загальної вартості видобутку є актуальним завданням.

Вибір комплексу параметрів буровибухових робіт значною мірою визначається отриманою у результаті вибухової підготовки гірничої маси якістю її гранулометричного складу. До основних параметрів буровибухових робіт у цьому випадку, перш за все можна віднести: питомі витрати ВР, параметри сітки свердловин, тип ВР, конструкцію зарядів, схеми короткоуповільненого підривання. Вибір даних параметрів обумовлений наступними факторами: категорією міцності порід, блочністю, ступенем тріщинуватості та анізотропією порід.

Правильне врахування анізотропії, механічної міцності масиву порід, тріщинуватості має велике значення при виконанні буровибухових робіт, оскільки породи при підриванні руйнуються по ослабленим площинам. Наявність у масиві різного роду нашарувань, включень, мікро- та макротріщин призводить до незворотних поглинань і розсіювань енергії ударної хвилі. В результаті впливу цих факторів спостерігається сильне затухання енергії вибуху, що призводить до нерівномірності дроблення гірничої маси. Найбільш важливими характеристиками, які визначають зазначені фактори, є: геометричні параметри (глибина закладання заряду, розміри природних окремоств), фізико-механічні властивості порід масиву, показники і знаки тензора напружень у масиві, що знаходиться у природній рівновазі (без впливу гірничих робіт).

До основних показників, які визначають енергоємність та ефективність ведення гірничих робіт, відносять: міцність та тріщинуватість, від яких залежать техніко-економічні показники буровибухових робіт; стійкість уступів та бортів кар'єрів; показники роботи виймально-навантажувальної та транспортної техніки.

Україна багата гранітними родовищами, основна частина яких сконцентрована в межах Українського кристалічного щита. Для гранітів кожного із родовищ, у залежності від вихідного стану мікроструктури породи, існує таке граничне значення амплітуди вибухового навантаження, при якому розпочинаються незворотні пластичні деформації в зернах кварцу та польового шпату. Накопичення дефектів відбувається переважно по межах зерен породоутворюючих мінералів.

Фізико-механічні властивості та структурні особливості гранітів різних родовищ дещо відрізняються і мають значний вплив на ступінь дроблення енергією вибуху. На загальний стан та ступінь руйнування порід суттєво впливають гірничотехнічні умови розробки родовища. Зменшення ширини робочих майданчиків на нижніх горизонтах кар'єру призводить до скорочення кількості рядів вибухових свердловин, що значно знижує ефективність багаторядного короткоуповільненого підривання та погіршення якості дроблення порід.

Загальноприйнятим критерієм для порівняльної характеристики гірських порід за міцністю є величина опору порід одновісному стисканню σ_{cm} . За шкалою проф. М.М. Протодьяконова міцність порід оцінюється коефіцієнтом f , який складає соту частку σ_{cm} . Проф. Л.І. Барон запропонував іншу залежність між коефіцієнтом міцності та значеннями σ_{cm} :

$$f_B = \frac{\sigma_{cm}}{300} + \sqrt{\frac{\sigma_{cm}}{30}} \quad (1)$$

де показник f_B має кращий взаємозв'язок із емпіричними значеннями коефіцієнта міцності для міцних порід, ніж $\frac{\sigma_{cm}}{300}$. У даному випадку задача ставиться ширше: при збалансованому гранулометричному складі гірничої маси необхідно, за можливості, максимально розміцнити породу. Це призведе до зниження витрат енергії при подальшому механічному дробленні та подрібненні.

Руйнування гірських порід вибухом характеризується межею енергоємності якісного дроблення. Перевищення цієї межі за рахунок створення в руйнівному середовищі підвищеної щільності енергії призводить до того, що процес переходить із області дроблення в область викиду з погіршенням рівномірності дроблення за рахунок виходу одночасно переподрібненої породи, дроблення якої збільшує

вихід дрібних фракцій. Чим швидше протікає процес вибухового руйнування, тим більше диференціюється гранулометричний склад гірничої маси. Відповідно різко збільшується об'єм переподрібненої породи.

Як правило, при проведенні масових вибухів застосовуються суцільні свердловинні заряди із однорідної ВР. У цьому випадку якість вибуху в основному визначається питомими витратами та типом ВР. Питомі витрати ВР в залежності від категорії міцності порід визначаються по табличним даним із нормативної довідкової літератури і потім у практиці ведення вибухових робіт уточнюється шляхом аналізу результатів дослідних та промислових вибухів. Отримані емпіричні формули дають можливість виконувати розрахунок масового вибуху в залежності від категорії блочності породи. Найбільш відомою і простою є формула проф. М.М. Протодьяконова:

$$q = 0,27\sqrt[3]{f}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \quad (2)$$

де q – питомі витрати ВР; f – коефіцієнт міцності за М.М. Протодьяконовим.

У представленому вигляді дана формула для гранітних кар'єрів забезпечує задовільне наближення розрахункових та експериментальних значень q для порід середньої блочності. Проте для порід різної блочності вводиться поправочний коефіцієнт, який враховує категорію блочності порід: для дрібноблочних порід $k_B = 0,8$; для середньоблочних порід $k_B = 1,0$; для крупноблочних порід $k_B = 1,2$.

Для різних типів ВР у формулу (2) вводиться перевідний коефіцієнт k_n . У кінцевому вигляді розрахунок питомих витрат ВР для порід різної блочності проводиться за наступним виразом:

$$q = 0,27k_B k_n \sqrt[3]{f}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \quad (3)$$

У представленому виразі враховано залежність питомих витрат ВР від структури порід та їх міцності, але без врахування анізотропії міцнісних властивостей породи. Це пов'язано з тим, що змінювати значення питомих витрат ВР у залежності від напрямку вибухової відбійки менш зручніше, ніж керувати інтенсивністю вибухового навантаження шляхом зміни розмірів і форми сітки свердловин при $q = const$. Також у суцільному заряді із однорідної ВР поле напружень характеризується осью симетрією, тому в ньому ростуть, переважно, радіальні тріщини. Під час росту тріщин порода розвантажується і розміщення стає недостатньо ефективним. Розміри шматків відбитої гірничої маси ростуть пропорційно до відстані від заряду. На великій відстані від заряду з'являються негабаритні шматки породи. Для зменшення виходу негабариту питомі витрати ВР дещо завищують, що, в свою чергу, призводить до переподрібнення породи поблизу свердловини, а коефіцієнт корисної дії вибуху зменшується.

Відомо, що взаємозв'язок між розмірами сітки свердловин виражається через коефіцієнт зближення зарядів m :

$$m = \frac{a}{b}, \quad (4)$$

де a – відстань між свердловинами в ряду, b – відстань між рядами свердловин.

Гранітні масиви характеризуються просторовим орієнтуванням та ступенем анізотропії міцнісних властивостей, що підтверджується результатами дослідних вибухів одинарних шпурових зарядів на монолітних ділянках. Вирва вибуху в площині, перпендикулярній до осі заряду, має, як правило, форму еліпса, в якому співвідношення малої та великої осей складає 0,44-0,56. Асиметрію зони руйнування в числовому вираженні можна представити, використовуючи поняття коефіцієнту стиснення k_c .

З урахуванням анізотропії міцнісних властивостей породи коефіцієнт зближення зарядів складе:

$$m_1 = m k_1, \quad (5)$$

де m – коефіцієнт зближення зарядів без урахування анізотропії властивостей; k_1 – коефіцієнт взаєморозташування лінії вибою та більшої осі вирви руйнування.

Значення k_1 змінюється в межах від k_2 до $1/k_2$, а проміжні його значення визначаються із виразу:

$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha + k_2^2 \sin^2 \alpha}{\sin^2 \alpha + k_2^2 \cos^2 \alpha}} \quad (6)$$

де α – кут між лінією вибою та більшою віссю вирви вибуху.

Нове значення коефіцієнту зближення зарядів буде наступним:

$$m_1 = m \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha + (B/A)^2 \sin^2 \alpha}{\sin^2 \alpha + (B/A)^2 \cos^2 \alpha}} \quad (7)$$

Врахування нового значення коефіцієнту зближення зарядів дає можливість більш раціонально пов'язати розташування свердловин та розподіл вибухового навантаження в масиві з його міцнісними властивостями.

**Чернишов Д.В., студент, курс 2, група 185М-23з-1,
факультет природничих наук і технологій
Науковий керівник: Хоменко В.Л., канд. техн. наук доцент
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»**

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРФОРАЦІЇ СВЕРДЛОВИН

Процес видобутку нафти й газу значною мірою залежить від ефективного зв'язку між продуктивним пластом і внутрішнім простором свердловини. Після буріння, встановлення обсадної колони та цементування свердловина ізольована від пласта, що робить неможливим приплив вуглеводнів. На цьому етапі й виникає необхідність у перфорації – створенні каналів, які дозволяють флюїдам (газу, нафти, воді) надходити до свердловини для подальшого видобутку. У багатьох випадках правильно виконана перфорація значно підвищує продуктивність свердловини та ефективність усього родовища.

Перфорація забезпечує фізичний зв'язок між пластом і внутрішнім простором свердловини, створюючи відкриті канали, через які вуглеводні можуть рухатися під природним пластовим тиском або під дією методів штучного підйому. Цей процес є важливим не тільки для організації видобутку, але й для оцінки параметрів продуктивного пласта. За допомогою перфорації визначають рівень проникності пласта, його насиченість, тиск, температуру і навіть особливості складу рідин. У випадках, коли тиск пласта недостатній, для стимулювання припливу може застосовуватися гідророзрив пласта (ГРП) або кислотна обробка, що є додатковими методами інтенсифікації після перфорації.

Перфорація є частиною завершального етапу буріння, який називається завершенням свердловини. Завершення має на меті підготувати свердловину для тривалої експлуатації, створюючи міцний і стійкий зв'язок із продуктивним пластом. Завершення також включає операції зі встановлення обсадної колони та цементування, що утворюють герметичну структуру, що захищає пласт від забруднення, а свердловину – від колапсу.

Перфорація виконується після того, як обсадна колона повністю зацементована, оскільки це гарантує захист пласта від сторонніх забруднень. Безпосередньо перед перфорацією проводять оцінку даних щодо товщини обсадної колони, параметрів цементування та відомостей про пласт, щоб оптимально визначити місця для перфорації та уникнути руйнування породи.

Процес перфорації складається з кількох важливих етапів, що потребують точного планування і контролю.

1. Планування перфорації. Основне завдання планування — розробити оптимальний перфораційний дизайн, що забезпечить найвищий приплив флюїдів із пласта. При плануванні враховуються такі параметри, як товщина і проникність пласта, тиск і в'язкість флюїдів, а також особливості буріння та цементування. Також важливо враховувати розмір і розташування перфораційних отворів: від їхньої кількості та діаметра залежить потужність припливу. Чим більше і ширше отвори, тим нижчий гідравлічний опір, що збільшує потенційний об'єм флюїдів, які можуть проходити крізь канали. Однак, надмірно широкі отвори можуть послабити стінки свердловини, тому цей баланс має бути ретельно розрахований.

2. Спуск перфораторного обладнання. Спеціальні інструменти для перфорації, зокрема перфоратори та зарядні пристрої, спускаються у свердловину до визначеного місця, де будуть створені перфораційні канали. Це обладнання забезпечує виконання процесу з високою точністю, мінімізуючи вплив на навколишню породу. В залежності від умов свердловини та параметрів пласта можуть використовуватися різні види обладнання, яке забезпечує виконання процесу з високою точністю.

3. Виконання перфорації. На цьому етапі створюються отвори в обсадній колоні та в породі, що прилягає до свердловини. Найчастіше використовують кумулятивні заряди, які генерують спрямовані струмені, що пробивають породу й створюють канали, через які можуть надходити флюїди. Альтернативно можуть застосовуватися механічні або гідродинамічні методи перфорації.

4. Контроль і оцінка результатів перфорації. Після виконання перфорації проводять тестування свердловини, що дозволяє оцінити пропускну здатність створених каналів і виявити можливі перешкоди для руху флюїдів. Якщо перфораційні канали мають недостатню прохідність, можуть знадобитися додаткові процедури, як, наприклад, очищення або хімічна обробка для забезпечення належного припливу.

Кульова перфорація є вибуховим методом, який використовує спеціальні кулі, що запускаються в стінки свердловини через вибухові заряди. Під час вибуху кулі проникають у товщу породи та обсадної колони, утворюючи канали для флюїдів. Цей метод застосовується для пробивання свердловин у складних геологічних умовах, де породи мають високу міцність. Він дозволяє створити великі стійкі отвори з мінімальним ризиком пошкодження стінок свердловини. Однак, цей метод потребує значних витрат на вибухові матеріали та обладнання. Також можливі проблеми з точністю установки перфоратора та ризик пошкодження цементного кільця.

Торпедна перфорація є також вибуховим методом, при якому вибухові заряди зруйнують породу за допомогою торпедного пристрою, що створює численні тріщини та канали. Цей метод дозволяє збільшити приплив флюїдів завдяки великій кількості тріщин, проте його ефективність знижується при роботі з твердішими породами або при низькій проникності пласта. Крім того, він менш точний, ніж кумулятивна перфорація, і може не бути достатньо ефективним для порід з високою міцністю.

Кумулятивна перфорація є одним із найпоширеніших вибухових методів, який використовує спрямований струмінь вибуху, що прорізає стінку обсадної колони та породу, створюючи чітко визначені канали. Це забезпечує високу точність і ефективність при створенні великих каналів для переміщення флюїдів. Цей метод є найбільш контрольованим серед вибухових способів, однак він потребує точних розрахунків і високих витрат на матеріали і обладнання.

Гідродинамічна перфорація використовує струмені води, газу або іншої рідини під високим тиском для створення каналів в обсадній колоні та породі. Цей метод забезпечує високий рівень точності, не застосовуючи вибухових матеріалів, і є екологічно чистим. Він часто використовується для свердловин із м'якими або пористими породами, однак його ефективність знижується при роботі з твердими породами. Крім того, для його використання необхідне спеціальне обладнання для створення високого тиску.

Механічна перфорація включає використання різальних або свердильних інструментів для пробивання стінки свердловини. Цей метод має високу точність і дозволяє контролювати процес, але займає більше часу порівняно з вибуховими методами. Механічна перфорація застосовується для порід з низьким і середнім рівнем міцності та є менш ефективною при роботі з твердими породами. Вона вимагає високих витрат на обладнання і підтримку, але є кращим вибором у випадках, коли потрібно уникати вибухових методів через обмеження по безпеці або екологічним вимогам.

Хімічна перфорація використовує хімічні реагенти для розчинення породи навколо свердловини. Це дозволяє створювати канали без механічного або вибухового впливу, що дає можливість точного контролю за процесом. Однак цей метод має високу вартість хімічних реагентів і обмежений спектр застосування, оскільки він менш ефективний при високій проникності пласта.

Вибір методу перфорації залежить від кількох ключових факторів. Перш за все, слід враховувати геологічні умови свердловини, зокрема міцність породи, рівень проникності пласта і тип рідин, що переміщуються. Методи вибухової перфорації, такі як кульова, торпедна та кумулятивна перфорація, є ефективними для твердих або високоміцних порід. Однак якщо потрібно мінімізувати вплив на навколишнє середовище або точність розташування отворів має критичне значення, доцільно вибирати механічну або гідродинамічну перфорацію. Вибір методу також залежить від економічних чинників, таких як вартість обладнання і матеріалів, а також технічні вимоги до проведення робіт.

Правильно проведена перфорація дозволяє значно підвищити ефективність експлуатації свердловини та забезпечує високий рівень видобутку. За допомогою перфорації створюються оптимальні умови для руху флюїдів із пласта в стовбур свердловини, знижуючи гідравлічний опір і підвищуючи приток вуглеводнів. Якісна перфорація допомагає зберегти цілісність обсадної колони, підвищити об'єм видобутку та зменшити потребу в подальшій інтенсифікації.

Висновки

Перфорація свердловин є ключовим етапом процесу завершення свердловини, від якого залежить ефективність подальших операцій видобутку вуглеводнів. Вона забезпечує необхідний зв'язок між продуктивним пластом і стовбуром свердловини, дозволяючи досягти високого рівня припливу флюїдів і зберігаючи ресурс свердловини. Вибір методу перфорації, точність виконання та ефективний контроль є критичними факторами успішного використання цього процесу в сучасній нафтогазовій індустрії.

Список використаних джерел:

1. Togasheva, A., Bayamirova, R., Sarbopeyeva, M., Bisengaliev, M., & Khomenko, V. L. (2024). Measures to prevent and combat complications in the operation of high-viscosity oils of Western Kazakhstan. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 1(463), 257–270. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.379>
2. Ratov, B., Borash, A., Biletskiy, M., Khomenko, V., Koroviaka, Y., Gusmanova, A., Pashchenko, O., Rastsvietaiev, V., & Matyash O. (2023). Identifying the operating features of a device for creating implosion impact on the water bearing formation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(1 (125)), 35–44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.287447>
3. Zhobassarova, A. T., Bayamirova, R. Y., Ratov, B. T., Khomenko, V. L., Togasheva, A. R., Sarbopeyeva, M. D., Tabylganov, M. T., Saduakasov, D. S., Gusmanova, A. G., & Koroviaka, Ye. A. (2024). Development of technology for intensification of oil production using emulsion based on natural gasoline and solutions of nitrite compounds. *SOCAR Proceedings*, 2, 48–55. <https://doi.org/10.5510/OGP20240200965>
4. Khomenko, V., Pashchenko, O., Ratov, B., Kirin, R., Svitlychnyi, S., & Moskalenko, A. (2024). Optimization of the technology of hoisting operations when drilling oil and gas wells. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1348(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012008>

Шуляк А.В., студент 1 курсу ОР «магістр»,
спец. «184 Гірництва», групи РР-49м,
Науковий керівник: Наумов Я.О., асистент кафедри
гірничих технологій та будівництва
ім. проф. Бакка М.Т.,
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЕКОЛОГІЧНО ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ПЕРЕРОБКИ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЕВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ У ВИРОБНИЦТВІ ГЕОПЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

На сучасному етапі економічного розвитку України та світу, суспільство стикається як з новими можливостями, так і з новими загрозами. Більше того, невирішені проблеми, пов'язані з наслідками глобалізації, стають все більш серйозними і потребують нагального вирішення. Серед невирішених проблем сучасного суспільства є питання поводження з промисловими відходами. У деяких випадках питання переробки та утилізації промислових відходів навіть розглядається як частина національної безпеки. В Україні обсяг відходів гірничодобувної промисловості перевищує 25 мільярдів тонн, а їхня площа становить 150 000 га.

Особливе місце в мінерально-сировинному потенціалі Житомирської області займають поклади магматичних інтрузивних порід (граніти, габро, лабрадорити), які забезпечують мінеральну-сировинну базу для гірничих підприємств з видобутку та виробництву декоративно-облицювальної сировини з каменю. Каменевидобувні та каменеобробні підприємства утворюють велику кількість відходів каменю. З усіх видів відходів вище наведених виробництв, дрібнозернисті відходи найменше піддаються переробці. В цьому дослідженні розглядається використання дрібнозернистих відходів каменю в геополімерних сумішах, які характеризуються високими технічними та екологічними показниками.

На території області користувачам надано 92 родовища природного каменю з загальними запасами 140 млн. м³. Це створює високу концентрацію переробних підприємств у регіоні. Як і будь-які переробні підприємства, каменеобробні також створюють відходи. За окремими оцінками щорічний обсяг утворення відходів під час обробки природного каменю підприємствами у Житомирському регіоні може сягати до 50 тис. м³.

Дрібнодисперсні відходи природного каменю можна розділити за місцем їх утворення:

- на відходи каменеобробного виробництва, що утворюються на підприємствах з обробки природного (блочного) каменю. Вони характеризуються мінливістю якісного складу, що спричинене переробкою різнотипних гірських порід за мінералогічним та хімічним складом;
- на відходи каменевидобувного виробництва, що утворюються на підприємствах з видобування природного каменю (як блочної, так і було-щебеневої сировини). Які характеризуються переважною сталістю якісного складу, що спричинене незначним коливанням мінералогічного та хімічного складу гірської породи в межах родовища.

Нині існують сучасні тенденції розвитку галузі будівельних матеріалів, що включають у себе акцент на стійкість, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та пошук екологічно-ефективних рішень. Розвиток галузі в напрямку розробки екологічно чистих матеріалів зумовлене зростанням екологічної свідомості населення, обмеженістю природними ресурсами і посиленнями екологічними стандартами в різних країнах.

Одним з найперспективніших напрямків утилізації дрібнодисперсних відходів нерудної будівельної індустрії є геополімерні матеріали, сфера застосування яких є надзвичайно різноманітною. Для визначення сфери застосування геополімерів вивчають хімічний склад їхніх компонентів.

Відповідні властивості, структури та застосування геополімерів залежать від співвідношення Si/Al:

- Si/Al = 1 – матеріали для виготовлення цегли, кераміки та вогнестійких виробів;
- Si/Al = 2 – матеріали для виробництва в'язучих, бетонів з низьким виділенням вуглекислого газу при виробництві, та матеріали для капсулювання отруйних та токсичних відходів;
- Si/Al = 3 – матеріали для виготовлення скловолокна, для виробництва обладнання, що використовується у ливарному виробництві;
- Si/Al > 3 – матеріали для виготовлення герметизуючих покриттів;
- 20 < Si/Al < 35 – матеріали для виготовлення вогнестійких та стійких до впливу високих температур фіброматеріалів.

Було досліджено хімічний склад дрібнодисперсних відходів каменевидобувного виробництва для найбільш поширеніших видів гірських порід Житомирської області (граніти, габро, лабрадорити) (табл. 1).

Хімічний склад дрібнодисперсних відходів каменевидобувного виробництва

Компонент	Бистрівське родовище габро, wt. %	Невіривське родовище лабрадориту, wt. %	Лезниківське родовище граніту, wt %
SiO ₂	51,530	50,790	69,290
Al ₂ O ₃	15,764	19,300	14,030
Fe ₂ O ₃	12,329	9,310	4,950
CaO	8,950	9,710	1,830
Na ₂ O	2,785	3,700	2,780
MgO	4,185	3,470	0,526
K ₂ O	1,214	0,861	5,300
TiO ₂	2,011	1,890	0,407
P ₂ O ₅	0,604	0,277	0,283
SO ₃	0,273	0,191	0,013
Mn ₂ O ₃	0,211	0,121	0,064
SrO	0,065	0,065	0,018
ZnO	-	0,012	0,021
Cr ₂ O ₃	-	0,021	0,035
As ₂ O ₃	-	0,088	0,060
Cl	-	0,052	0,051
Всього:	99,921	99,858	99,657
Si/Al	3,27	2,63	4,94

Отже як було показано в табл. 1, дрібнодисперсні відходи каменевидобувного виробництва можна використовувати при виготовленні геополімерів для герметизуючих покриттів. Але при дослідженні відходів з Невіривського лабрадориту було виявлено, що відношення Si/Al не відповідає жодному складу компонентів геополімерної суміші, що використовується при виготовленні відповідного матеріалу. Тому для використання відходів лабрадориту у геополімерних сумішах необхідно детально дослідити їх експлуатаційні характеристики.

Список використаних джерел:

1. Aralovna, O. G., Nurillaevich, O. B., Ayonovna, A. S., & Manzarov, Y. K. (2023). Ecological globalization and its social place in the globalization system of processes. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(1S), 5000-5006. <https://sifisheriessciences.com/journal/index.php/journal/article/view/1815>
2. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Темченко А.Г., Махно А.М., Ігнатюк Р.М. Дослідження якісних властивостей відходів каменевидобування та каменеобробки з метою їх використання як сировини для виготовлення геополімерного бетону. *Технічна інженерія*. 2023. Вип. 1(91). С. 385–397. [https://doi.org/10.26642/ten-2023-1\(91\)-385-397](https://doi.org/10.26642/ten-2023-1(91)-385-397)
3. Terrones-Saeta JM, Suárez-Macías J, Corpas-Iglesias FA, Korobiichuk V, Shamrai V. Development of Ceramic Materials for the Manufacture of Bricks with Stone Cutting Sludge from Granite. *Minerals*. 2020; 10(7):621. <https://doi.org/10.3390/min10070621>
4. Нестеровський, В., Деревська, К., & Руденко, К. (2021). Проблеми та шляхи оптимізації використання відходів облицювального каміння в Україні. *Збірник матеріалів XI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння»*, 04–05 листопада 2021 року. С. 39-41.
5. Studinski, V., & Dynyak, S. (2021). Economic and ecological aspects of granite mining in Zhytomyr region: problems and prospects. *University Economic Bulletin*, (51), 90-95. <https://doi.org/10.31470/2306-546X-2021-51-90-95>
6. Oyejobi, D. O., Firoozi, A. A., Fernandez, D. B., & Avudaiappan, S. (2024). Integrating Circular Economy Principles into Concrete Technology: Enhancing Sustainability Through Industrial Waste Utilization. *Results in Engineering*, 102846. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102846>
7. J. Davidovits, Geopolymers: Ceramic-Like Inorganic Polymers, *Journal of Ceramic Science and Technology*, 8, 3, 2017, 335-350.
8. Gupta, L. K., & Vyas, A. K. (2018). Impact on mechanical properties of cement sand mortar containing waste granite powder. *Construction and Building Materials*, 191, 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.203>
9. Munir, Q., Abdulkareem, M., Horttanainen, M., & Kärki, T. (2023). A comparative cradle-to-gate life cycle assessment of geopolymer concrete produced from industrial side streams in comparison with traditional concrete. *Science of The Total Environment*, 865, 161230. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161230>

Янович О.А., PhD, 2 курс
Горшкальов С.А., PhD, 3 курс
Науковий керівник: Левицький В.Г., к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВИКОНАННЯ КВАРТАЛЬНОЇ ЗЙОМКИ ПІЩАНОГО КАР'ЄРУ

Квартальна зйомка видобувних уступів є важливим етапом обліку обсягів гірничих робіт. Вибір методу впливає на точність, оперативність та економічну ефективність виконання зйомки. У дослідженні порівнюються два методи: GPS-метод з використанням RTK і дронева зйомка з наземними контрольними точками.

GPS-метод із RTK

GPS-метод із використанням RTK є традиційним підходом до виконання зйомки. У дослідженні використовувався приймач Alpha GEO L2, що підтримує RTK-режим. Перед початком зйомки пристрій був відкалібрований, а для забезпечення коректної роботи використовувалася базова станція RTK.

Під час виконання зйомки було виконано зйомку 40 точок по маршруту загальною довжиною 750 м. Ці точки включали верхню і нижню бровки уступу, а також точки на його поверхні. Зібрані дані використовувалися для моделювання поверхні площею 4640 м².

Обробка зібраної інформації здійснювалася за допомогою програмного забезпечення Civil 3D, у якому були створені моделі поверхонь і виконано підрахунок об'єму гірничих робіт.

Критерій	GPS-метод із RTK	Зйомка дроном
Точність	±10 мм (RTK)	±10 мм (з використанням GCPs)
Щільність точок	0,008 точок/м ²	7,46 точок/м ²
Довжина маршруту	750 м	450 м
Час виконання	40хв	6 хв 40 с
Обладнання	Alpha GEO L2	DJI Mini 3 Pro + Alpha GEO L2
Площа поверхні	4640 м ²	13 900 м ²
Обробка даних	Civil 3D	Metashape + Civil 3D

Зйомка дроном з контрольними точками

Зйомка БПЛА із застосуванням наземних контрольних точок демонструє сучасний підхід до збору геоданих. Для виконання цього методу використовувався дрон DJI Mini 3 Pro із вбудованою 48-мегапіксельною камерою. Перед початком зйомки на місцевості було встановлено 5 наземних контрольних точок, координати яких визначалися за допомогою того ж GPS-приймача Alpha GEO L2, що використовувався у GPS-методі. Точки розташовувалися по периметру ділянки та в її центрі, щоб забезпечити високу точність геоприв'язки моделі.

Маршрут польоту планувався заздалегідь, враховуючи відому площу ділянки. Дрон виконував зйомку з висоти 50 метрів, а покриття кадрів становило 80% у поздовжньому та 70% у поперечному напрямках. Зйомка тривала лише 6 хвилин 40 секунд, протягом яких було зроблено 114 фотографій. Цей підхід дозволив покрити площу 13 900 м² і значно підвищити щільність точок моделювання – 7,46 точок/м² у порівнянні з 0,008 точок/м² у GPS-методі.

Отримані зображення оброблялися у програмі Agisoft Metashape, де були створені тривимірні моделі і цифровий рельєф ділянки. Подальший аналіз і підрахунок об'ємів також виконувалися у Civil 3D за аналогією з GPS-методом.

Порівняння результатів вимірювання об'єму гірничої маси:

- GPS-метод із RTK: об'єм гірничої маси становить 4271,49 м³.
- Зйомка дроном : об'єм – 4071,96 м³.

Різниця між результатами складає 199,53 м³ або 4,7%.



Рис. 1. Ділянка виконання підрахунку вийнятої гірничої маси

Причини різниці

Щільність точок – GPS-метод мав лише 0,008 точок/м² із 40 точок, тоді як зйомка БПЛА забезпечила 7,46 точок/м², відображаючи дрібні нерівності рельєфу.

Методи збору – GPS-метод залежав від ручного збору точок, що ускладнювало доступ до деяких ділянок. Дрон покривав всю зону рівномірно.

Обробка даних – у GPS-методі об'єм міг бути завищеним через інтерполяцію, тоді як дронева модель із більшою деталізацією дала точніші результати.

Висновки:

Точність і деталізація: зйомка виконана дроном забезпечує значно вищу щільність точок, що підвищує деталізацію моделей.

Ефективність: дрон дозволяє швидко покривати великі ділянки з меншими витратами часу.

Рекомендації: для квартальної зйомки рекомендується метод зйомки БПЛА, зокрема для великих площ. GPS-метод із RTK залишається актуальним для локальних і бюджетних задач.

Агасв В.В., студент 2 курсу, група ПЦБ 2к
Башинський С.І., к.т.н., доц.

кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ВІКНА ТА ДВЕРІ: АЛЮМІНІЄВІ ТА ПЛАСТИКОВІ СИСТЕМИ В СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ УКРАЇНИ

У сучасному будівництві енергоефективність стає пріоритетом, враховуючи екологічні виклики та необхідність зниження витрат на енергоресурси. Особливу роль у цьому відіграють вікна та двері, через які будівля може втрачати до 30% тепла. Сьогодні найбільш популярними матеріалами для виготовлення енергоефективних вікон і дверей є алюміній та пластик (ПВХ).



Алюміній — це матеріал, який поєднує в собі міцність, легкість та стійкість до корозії. Основні переваги алюмінієвих систем:

- Легкість і міцність: Алюмінієві вікна та двері підходять для будівель із великими фасадними площами та великими скляними панелями. Вони забезпечують сучасний мінімалістичний вигляд.
- Довговічність: Алюмінієві профілі можуть експлуатуватися протягом десятків років, не втрачаючи своїх властивостей, особливо в умовах впливу вологи або агресивних середовищ.
- Естетика: Завдяки тонким профілям та можливості створювати великі скляні фасади, алюмінієві системи використовуються для створення сучасних архітектурних рішень.



Енергоефективність алюмінієвих вікон і дверей забезпечується за допомогою терморозриву — спеціальної ізоляційної вставки, яка зменшує теплопровідність профілю.

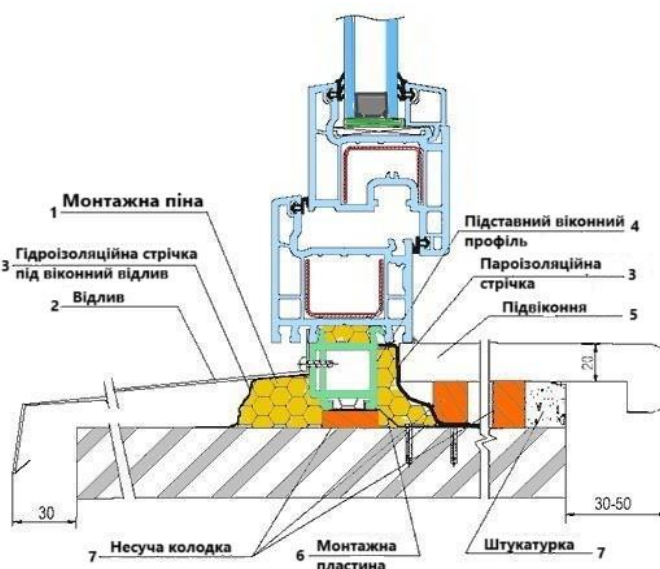
Вузол примикання вікна до стіни є важливим конструктивним елементом, який забезпечує надійне і герметичне з'єднання віконної рами зі стіною. Його правильне виконання впливає на теплоізоляцію, звукоізоляцію, захист від вологи, а також на загальний вигляд конструкції.

Основним завданням вузла є уникнення утворення «містків холоду».

Для цього використовується монтажна піна (1), відлив (2) та ізоляційні матеріали (3), підставний віконний профіль (4).

Зовнішній шар вузла має бути водонепроникним, але паропроникним, щоб забезпечувати виведення вологи назовні та захищати конструкцію від дощу. Внутрішній шар виконує функцію пароізоляції, запобігаючи проникненню вологи з приміщення до теплоізоляційного шару.

Між зовнішнім і внутрішнім шарами знаходиться середній шар, що слугує для тепло- та звукоізоляції. Як правило, для цього використовують монтажну піну, яка забезпечує щільне прилягання рами до стіни. Закріплення віконної конструкції виконується за допомогою анкерів або монтажних пластин (6). Це гарантує її стабільність та довговічність.



Після монтажу вузол примикання оздоблюють відповідно до внутрішнього і зовнішнього дизайну. Це може бути штукатурка (7), пластикові накладки чи декоративні плінтуси. Неправильне виконання вузла може призвести до протягів, появи конденсату та втрати тепла, тому важливо дотримуватися будівельних стандартів і застосовувати якісні матеріали, адаптовані до кліматичних умов.

Наприклад, компанія ALUPROF, яка є одним із лідерів на ринку алюмінієвих віконних систем в Україні, активно впроваджує енергоефективні технології. Їхні віконні системи оснащені склопакетами з Low-E склом і наповнені інертним газом, що додатково знижує тепловтрати.

Приклад будівлі: Торговий центр Gulliver в Києві — це один із найбільш сучасних торгово-розважальних центрів в Україні. Фасад будівлі складається з великих скляних панелей, встановлених на алюмінієві профілі з терморозривом, що забезпечує оптимальну теплоізоляцію і естетичний вигляд. Завдяки цьому комплекс досягає високого рівня енергоефективності.



Пластикові вікна та двері (ПВХ) широко використовуються в житловому будівництві завдяки своїм чудовим теплоізоляційним характеристикам та доступності. Основні переваги:

- Теплоізоляція: ПВХ-профілі зазвичай мають багатокамерну структуру, що дозволяє значно знижувати втрати тепла.



- Доступна ціна: ПВХ-вікна є економічно вигідним варіантом, особливо для житлового будівництва.

- Звукоізоляція: Багатокамерна структура пластикових профілів не тільки знижує тепловтрати, але й забезпечує високу звукоізоляцію, що важливо у великих містах.

Сучасні ПВХ-системи використовують склопакети з Low-E склом, яке відбиває інфрачервоне випромінювання і зберігає тепло всередині приміщення. Крім того, камери між склом можуть бути заповнені інертними газами, такими як аргон, для поліпшення теплоізоляції.

Приклад будівлі: Житловий комплекс “Комфорт Таун” у Києві — це один із найпопулярніших житлових комплексів в Україні. Багато його будинків оснащені пластиковими вікнами компанії Steko, що забезпечують високу енергоефективність завдяки багатокамерним профілям та сучасним склопакетам.



Обидва матеріали мають свої переваги, але їхнє застосування залежить від конкретних потреб проекту:

• Теплоізоляція: ПВХ-вікна зазвичай мають кращі теплоізоляційні властивості завдяки багатокамерним профілям, тоді як алюмінієві системи з терморозривом теж можуть досягати високої енергоефективності, особливо у великих комерційних будівлях.

• Довговічність: Алюміній є стійкішим до впливу зовнішніх факторів, таких як ультрафіолетове випромінювання та корозія. Алюмінієві вікна зазвичай довше зберігають свій зовнішній вигляд і технічні характеристики порівняно з ПВХ.

• Ціна: ПВХ-вікна є дешевшими у виробництві та установці, що робить їх доступнішими для широкого використання, особливо у житлових проектах.

У контексті екологічності важливо враховувати можливість вторинної переробки матеріалів:

• Алюміній є одним із найбільш екологічних матеріалів, оскільки його можна повністю переробляти без втрати якості. Це робить його більш стійким матеріалом у довгостроковій перспективі.

• ПВХ також підлягає переробці, проте цей процес складніший і менш екологічно чистий порівняно з алюмінієм.

Алюмінієві та пластикові системи використовуються в численних будівельних проектах по всій Україні. Це включає як комерційні, так і житлові об'єкти:

• ALUPROF постачає алюмінієві фасадні та віконні системи для великих офісних і комерційних будівель у Києві та інших містах. Наприклад, БЦ IQ Business Center — це сучасна офісна будівля, яка використовує алюмінієві системи з терморозривом для зниження енергоспоживання.

• Steko, найбільший виробник ПВХ-вікон в Україні, постачає свої системи для численних житлових комплексів, таких як ЖК “Новопечерські Липки”, відомий своєю високою енергоефективністю та сучасними архітектурними рішеннями.

Алюмінієві та пластикові системи є ключовими елементами енергоефективного будівництва в Україні. Вибір між ними залежить від специфіки проекту, вимог до теплоізоляції, довговічності та бюджету. Завдяки впровадженню інноваційних рішень, таких як терморозрив у алюмінієвих системах та багатокамерні профілі у ПВХ-вікнах, сучасні будівлі можуть значно знизити споживання енергії та підвищити комфорт для мешканців.

Приклади великих проектів, таких як Торговий центр Gulliver або ЖК “Комфорт Таун”, демонструють, як енергоефективні вікна та двері можуть позитивно вплинути на енергетичну ефективність будівель та їхній екологічний слід.

Список використаних джерел:

1. Склопакет // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 179. — ISBN 978-966-7407-83-4.
2. Allen, Edward; Thallon, Rob (2011). *Fundamentals of Residential Construction* (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley. p. 654. ISBN 978-0-470-54083-1.
3. Kent, Michael; Schiavon, Stefano (2022). "Predicting Window View Preferences Using the Environmental Information Criteria" . LEUKOS. 19 (2): 190–209. doi:10.1080/15502724.2022.2077753. S2CID 251121476. Retrieved November 9, 2022.
4. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT)
5. ДСТУ EN 1279-6:2022 Скло в будівлі. Склопакети. Частина 6. Контроль продукції на виробництві та періодичні випробування (EN 1279-6:2018, IDT).

Банцер В.Ю., студент гр. ПЦБ-3
 Карабінський В.В., студент гр. ПЦБ-2к
 Шлапак В.О., к.т.н., доц.

Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
 Державний університет «Житомирська політехніка»

МОДУЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ШВИДКОГО ВІДНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙНИ

В умовах масштабних руйнувань в Україні, спричинених війною, питання відновлення житлового фонду, об'єктів соціального призначення та критичної інфраструктури є надзвичайно актуальним. Традиційні будівельні методи вимагають значних ресурсів і часу, тоді як модульне будівництво відкриває можливість швидко зводити якісні й економічно вигідні об'єкти. Модульне будівництво, вже випробуване в умовах кризи, має перспективи для масштабного впровадження як інструменту швидкої відбудови зруйнованої інфраструктури.

Модульне будівництво передбачає виготовлення окремих блоків або модулів на заводі, які згодом транспортуються на будівельний майданчик і монтуються в готову конструкцію. Це дозволяє скоротити витрати та зменшити час на будівництво, одночасно підвищуючи контроль якості на кожному етапі виробництва.

Потрібно зазначити, що сучасні інновації в будівництві дозволяють значно розширити можливості модульного будівництва, а саме до останніх досягнень можна виділити:

- інтеграція технологій «розумного будинку» (новітні модулі оснащені автоматизованими системами управління, такими як освітлення, клімат-контроль та енергоспоживання, що підвищує комфорт і функціональність);
- енергозберігаючі матеріали (використання матеріалів, які значно покращують теплоізоляційні властивості модулів, знижуючи енерговитрати);
- вдосконалені методи складання (роботизовані системи на заводах прискорюють виробництво модулів і знижують витрати).

Для оцінки переваг модульного будівництва потрібно виконати порівняльний аналіз, який має наступні параметри: витрати, швидкість будівництва та енергозбереження

Витрат на будівництво квадратного метру (таб. 1) показує, що модульне будівництво значно економічніше за традиційне, особливо у великих проєктах.

Таблиця 1.

Порівняння витрат і часу завершення модульного та традиційного будівництва

Тип будівництва	Вартість за м ² (у.о.)	Час завершення (днів)
Модульне будівництво	800	30
Традиційне будівництво	1200	120

Графік швидкості будівництва, що представлений на рисунку 1, демонструє переваги модульного будівництва для об'єктів різного масштабу, враховуючи терміни зведення в часі.



Рис.1 Графік швидкості будівництва

Виконавши аеналіз енергозбереження для модульного та традиційного будівництва, була отримана діаграма енергозбереження (рис. 2), яка показує, що модульні енергоефективні конструкції знижують річні витрати на енергоспоживання до 400 у.о. порівняно з 1000 у.о. для традиційних будівель.

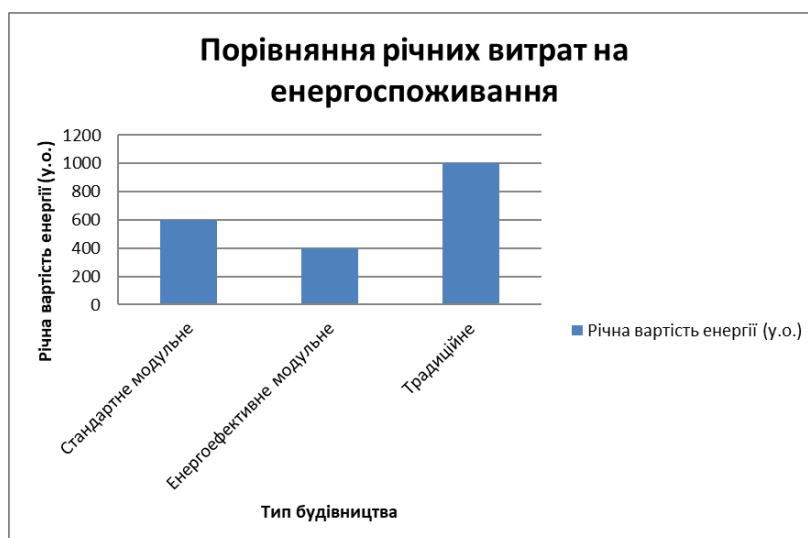


Рис.2 Діаграма енергозбереження

Важливим фактором при зведенні будівель і споруд є розподіл витрат, який показує, що модульне будівництво дозволяє оптимізувати витрати на етапах виробництва та складання на заводі-виробнику модульних конструкцій, тоді як традиційне будівництво потребує значних витрат на безпосереднє зведення об'єкта будівництва на майданчику.

Таблиця 2.

Діаграма з розподілу витрат при модульному та традиційному будівництві

Етап будівництва	Модульне будівництво (%)	Традиційне будівництво (%)
Проектування та планування	15	25
Виробництво	50	0
Транспортування	10	0
Збірка на місці	25	75

Модульне будівництво є перспективною технологією для відновлення інфраструктури України після війни, оскільки дозволяє швидко та ефективно зводити будівлі різного призначення. Впровадження цієї технології сприятиме економічному відновленню, створенню робочих місць у будівельній галузі та сталому розвитку країни. Використання модульного будівництва в Україні може закласти основу для створення сучасної та інноваційної будівельної індустрії, орієнтованої на швидке реагування на виклики відбудови.

О.О. Бережна, студентка 4-го курсу, гр. ПЦБ-1

І.А. Піскун, асистент

Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЕНТУ КОРИСНОЇ ДІЇ ТВЕРДОПАЛИВНИХ ПІРОЛІЗНИХ КОТЛІВ НА ПРИКЛАДІ ATMOS DC 50S

Виходячи з умов сьогодення, під час яких відбувається постійне зростання вартості природного газу все більш актуальним стає питання пошуку альтернативних пристроїв для генерування тепла. Одним з потенційних варіантів таких пристроїв є твердопаливні котли. Впродовж останніх років спостерігається активне застосування даного типу котлів на територіях північних та північно-західних районів України. Такі тенденції розповсюдження пояснюються перш за все доступністю та відносною дешевизною лісоматеріалів у цих районах, які застосовуються в якості палива для твердопаливних котлів. Найчастіше, даний тип опалення застосовується для обігріву приватних будинків незначної площі (до 500 м²).

Оскільки даний тип опалення набуває все більшого попиту та стає широко розповсюдженим (наразі ведеться розробка конструктивних рішень направлених на імplementацію даного типу устаткування за умов підприємств комунальної та промислової теплоенергетики України в національних масштабах), постає питання необхідності дослідження параметрів його роботи з метою їх раціоналізації та забезпечення максимальної ефективності використання палива. На шляху до цього, важливим є розуміння того, яка саме конфігурація твердопаливних котлів дозволяє забезпечити максимальні показники енергоефективності, адже згідно даних Держкомстату, експлуатаційне значення коефіцієнту корисної дії твердопаливних котлів малої та середньої потужності наразі не перевищує 70-80%, що зумовлено недостатністю вивчення параметрів їх роботи і відсутністю теоретичного та практичного досвіду їх експлуатації [1-2].

Метою даного дослідження є проведення ряду експериментальних досліджень для встановлення експлуатаційного (дійсного) значення коефіцієнту корисної дії твердопаливного котла піролізного типу.

Оцінка ефективності котла базується на виконанні експериментального дослідження роботи піролізного котла Atmos DC 50S (виробник «Atmos», Чехія). Матеріально-дослідна база була забезпечена підприємством «Магія комфорту», яке виконує облаштування систем тепло- та водопостачання. Методологія виконання дослідження базувалась на вивченні параметрів при яких працював котел (кількість та якість палива, початкова температура в котлі, задана на регуляторі температура та ін), також, задля визначення кількості тепла яку продукує котел, в систему опалення було вмонтовано відповідний лічильник [3-5].

Принцип роботи піролізного котла (рис. 1) базується на тому, що після розгоряння дров, кількості первинного повітря починає не вистачати, завдяки чому з дров виділяються піролізні гази, які складаються з оксиду вуглецю CO, діоксиду вуглецю CO₂ та метану CH₄. За рахунок роботи димососу, або тяги димової труби піролізні гази поступають в другу камеру, в яку подається і вторинне повітря. В цій камері відбувається змішування повітря з піролізним газом, за рахунок чого забезпечується підпалювання та якісне згоряння утвореної газової суміші [6].

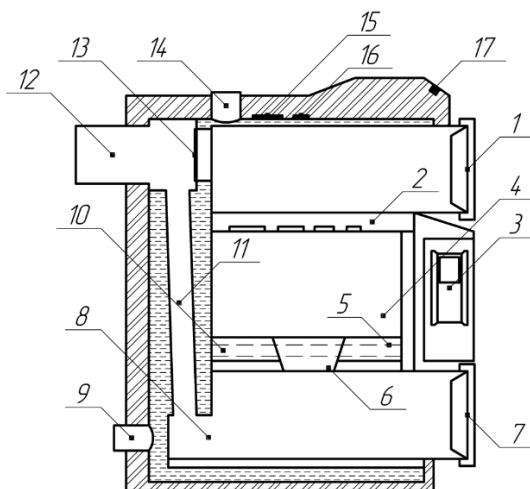


Рис.1. Будова піролізного котла:
1 – дверці для завантаження; 2 – канал подачі повітря; 3 – вентилятор;
4 – топка; 5 – водяний теплообмінник;
6 – форсунка; 7 – дверці для очищення котла; 8 – камера спалювання піролізних газів; 9 – патрубок зворотної подачі води; 10 – канал подачі вторинного повітря; 11 – канал відведення диму; 12 – боров;
13 – дросель димоходу; 14 – патрубок подачі води; 15 – датчик температури;
16 – датчик тиску; 17 – регулятор температури

Результати дослідження піролізного котла Atmos DC 50S наведені в таблиці 1. Особливість котлів даного типу полягає в тому, що вони мають дві камери, одна з яких призначена для завантаження палива, а

інша для спалювання. З метою захисту від впливу високих температур стінки цих камер облицьовують шамотною цеглою, нею також вимощують дно камери завантажування, залишаючи невелику щілину, яка виконує роль форсунки, через яку в камеру згоряння буде потрапляти піролізний газ. В задній частині котла знаходиться трубчастий теплообмінник.

Таблиця 1

Результати дослідної експлуатації піролізного котла Atmos DC 50S

№ з/п	Параметр	Значення	Одиниці виміру
1	Тип палива	Колода соснова діаметром 10-20 см	-
2	Маса палива	70	кг
3	Вологість палива	12-15	%
4	Початкова температура в котлі	40	°С
5	Задана на регуляторі температура	85	°С
6	Початкові дані теплового лічильника	0,000	Гкал
7	Кінцеві дані теплового лічильника	0,186	Гкал
8	Середня теплова потужність за час дослідження	30-35	кВт
9	Кількість теплової енергії одержаної при спалюванні 1 кг палива	2657	ккал/кг
10	Теплота згоряння 1 кг палива заданої вологості	2900	ккал/кг

Використання соснової деревини з вологістю 12-15% як основного палива сприяє зменшенню витрат на обігрів. Показник теплової енергії, отриманої від спалювання 1 кг палива (2657 ккал/кг), наближається до теплоти згоряння (2900 ккал/кг), що свідчить про раціональне використання ресурсу.

Високий рівень ККД і можливість роботи з локально доступними видами палива роблять такі котли перспективними не лише для індивідуального використання, а й для застосування у промисловій та комунальній теплоенергетиці.

Результати дослідження демонструють, що піролізні котли, зокрема Atmos DC 50S, можуть суттєво підвищити енергоефективність систем опалення за умови правильного підбору палива та оптимізації режимів експлуатації. Досягнутий ККД у 91,6% є підтвердженням раціонального проектного підходу до конструкції котла, що забезпечує його конкурентоспроможність на ринку альтернативних джерел енергії.

Для подальшого розвитку цієї галузі рекомендовано:

- розширити дослідження на інші типи палива з різними характеристиками;
- вдосконалити конструктивні рішення для інтеграції таких котлів у масштабах промислових підприємств;
- впроваджувати автоматизовані системи контролю для підвищення стабільності ККД в умовах змінних режимів експлуатації.

Загалом, результати роботи є вагомим внеском у вирішення питань енергозбереження та розширення застосування відновлюваних джерел енергії в Україні.

Список використаних джерел:

1. Припотень, Ю. К., Котенко, В. В., Башинський, С. І., Піскун І. А. (2022). Дослідження коефіцієнту корисної дії твердопаливних котлів різної конфігурації. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2022. № 1. С. 73-78. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/36257> (DOI 10.31649/2311-1429-2022-1-73-78)
2. Теоретичні та прикладні основи економічного, екологічного та технологічного функціонування об'єктів енергетики / [В.О. Артемчук, Т.Р. Білан, І.В. Блінов та ін.; за ред. А.О. Запорожця, Т.Р. Білан]. – Київ, 2017. – 312 с.
3. Теплотехніка / О.С. Бессараб, А.А. Долінський, А.В. Міщенко, О.В. Шеліванова (за ред. Б.Х. Драганова). – 2-е вид., перероб. і доп. – Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.
4. Апаратно-програмне забезпечення моніторингу об'єктів генерування, транспортування та споживання теплової енергії: Монографія / В.П. Бабак, В.С. Берегун та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / - Київ, Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2016. – 352 с.
5. Капустяський А.О., Побігушка В.І. Шляхи підвищення надійності та економічності спалювання непроєктного твердого палива // Науковий вісник НЛТУ України – 2013 – №23.1 – С. 172–176.
6. ДСТУ 2326-93. Котли опалювальні водогрійні теплопродуктивністю до 100 кВт. Загальні технічні умови – Держстандарт України, 1994. – 17 с.

Гаважук М.Б. студент гр. ПЦБ-3
Бабяк В.В., аспірант
Шлапак В.О., к.т.н., доц.

*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ

Будівельна галузь є однією з ключових сфер економіки України, яка значною мірою визначає темпи економічного зростання, зайнятість населення та загальний добробут країни. В умовах післявоєнного відновлення її роль стає ще важливішою, оскільки відновлення зруйнованої інфраструктури є пріоритетним завданням для подальшого розвитку держави. Галузь стикається з низкою викликів, які потребують рішень, таких як економічна нестабільність, дефіцит кваліфікованої робочої сили та зростання вартості будівельних матеріалів.

Після початку повномасштабної агресії Російської Федерації обсяги будівельних робіт в Україні значно скоротилися. Також на показники будівельної активності вплинула пандемія COVID-19, яка спричинила спад будівництва майже на 50%. Попри це, будівельна галузь залишається важливою частиною національної економіки, забезпечуючи потреби населення в житлі та відновленні інфраструктури. Загалом, будівельна галузь України перебуває на етапі відновлення та трансформації, адаптуючись до нових реалій та викликів сучасності.

Будівельний сектор є одним з основних секторів, що визначають розвиток національної економіки, та робить значний внесок у формування валового внутрішнього продукту (ВВП). За даними Міністерства економіки України, обсяги будівництва мають потенціал стати вагомим стимулом для економічного зростання, особливо в контексті потреби відновлення зруйнованих об'єктів інфраструктури, таких як житлові будинки, дороги, мости та інші громадські споруди. Розвиток будівництва не лише забезпечує відновлення інфраструктури, але й стимулюють розвиток суміжних галузей, створюють робочі місця та підтримують соціально-економічну стабільність.

Для ефективного розвитку будівельної галузі потрібна особлива підтримки з боку держави та наявності сприятливого інвестиційного клімату. Одним із важливих напрямів державної політики має бути створення умов для залучення іноземних інвестицій у будівництво та відновлення інфраструктури. Інвестиції в цей сектор є критично важливими для економічного зростання та забезпечення житлових потреб населення. Попри виклики, такі як дефіцит кадрів та необхідність значних фінансових вкладень, галузь демонструє потенціал для зростання та залучення як внутрішніх, так і міжнародних інвесторів.

Впровадження новітніх технологій, таких як блокчейн, Інтернет речей, дрони та робототехніка, сприяє підвищенню продуктивності праці в будівництві та зниженню витрат. Також важливу роль відіграє сертифікація будівель за міжнародними енергозберігаючими стандартами, такими як BREEAM та LEED. Це дозволяє значно скоротити споживання енергії та підвищити екологічну ефективність об'єктів [4].

Будівельна галузь України стикається з низкою серйозних проблем, зокрема: руйнування інфраструктури внаслідок війни; економічна нестабільність; дефіцит кваліфікованих кадрів; зростання цін на будівельні матеріали; корупція та бюрократія; відсутність сучасної нормативної бази; потреба у швидкому житловому будівництві; екологічний вплив будівництва.

Ці фактори ускладнюють процеси відновлення та розвитку будівельної галузі вцілому. Серед заходів для подолання цих викликів є підготовка викосокваліфікованих кадрів, зменшення бюрократії, а саме спрощення дозвільних процедур, фінансова підтримка від держави та іноземних партнерів, а також стимулювання розвитку місцевого виробництва будівельних матеріалів за відповідними екологічними нормами.

Потрібно зазначити, що відновлення будівельної активності в регіонах України відбувається нерівномірно, а саме, що західні області країни демонструють більш швидке зростання через внутрішнє переміщення населення, що сприяє попиту на житло. Подальший розвиток ринку житла також буде залежати від залучення нових інвесторів для реалізації проєктів, що спрямовані на відновлення зруйнованих територій.

Перспективами розвитку будівельної галузі є можливим завдяки залученню іноземних інвестицій та реалізації міжнародних програм, зокрема у сфері енергозберігаючого та екологічного будівництва. Значний потенціал для розвитку мають технології 3D-друку, модульного будівництва, інформаційного моделювання (BIM) та автоматизації процесів будівництва.

Будівельна галузь України є стратегічно важливим сектором економіки, що відіграє ключову роль у відновленні інфраструктури, створенні робочих місць і стимулюванні економічного зростання. Попри виклики, такі як руйнування інфраструктури, дефіцит кадрів, економічна нестабільність і бюрократія, галузь демонструє значний потенціал для розвитку завдяки впровадженню інноваційних технологій (3D-друк, BIM, енергозберігаючі стандарти) та залученню іноземних інвестицій. Ефективний розвиток можливий за умов державної підтримки, спрощення регуляторних процедур і стимулювання екологічного будівництва, що сприятиме прискоренню відновлення країни перетворивши будівельний сектор на важливий драйвер економічного зростання країни.

Гузенко О.В., студент, 4 курс, група РР-51,
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Остафійчук Н.М., старший викладач,
Башинський С.І., к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВПЛИВ ТОВЩИНИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ШАРУ НА ВОЛОГІСНИЙ РЕЖИМ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Оцінка вологісного режиму огороджувальних конструкцій здійснювалась відповідно до положень та вимог ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 для зовнішніх стін лабораторного корпусу Державного університету «Житомирська політехніка». Для визначення впливу товщини теплоізоляційного шару на температурно-вологісні показники було обрано найбільш поширені утеплювачі – мінеральну вату і спінений пінополістирол.

Розрахунок проводився для кліматичних параметрів найбільш холодного місяця року згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27. Вологісні умови експлуатації матеріалів огороджувальної конструкції визначено згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021. Призначення будівлі – будівля навчальних закладів, для якої згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункові значення температури і вологості приміщень $\theta_{int} = 20\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_{int} = 50\%$ відповідно. Вологісний режим приміщень приймаємо згідно з таблиці Б.1 ДБН В.2.6-31:2021 – нормальний, а також враховуючи, що конструкція зовнішня, то умови експлуатації згідно з таблицею Б.3 ДБН В.2.6-31:2021.

Результатом розрахунків є графічне представлення розподілу по товщині конструкції її температурно-вологісних показників з наведенням інформації щодо можливості конденсації вологи, шару матеріалу, де відбувається конденсація та відносно збільшення його вологості.

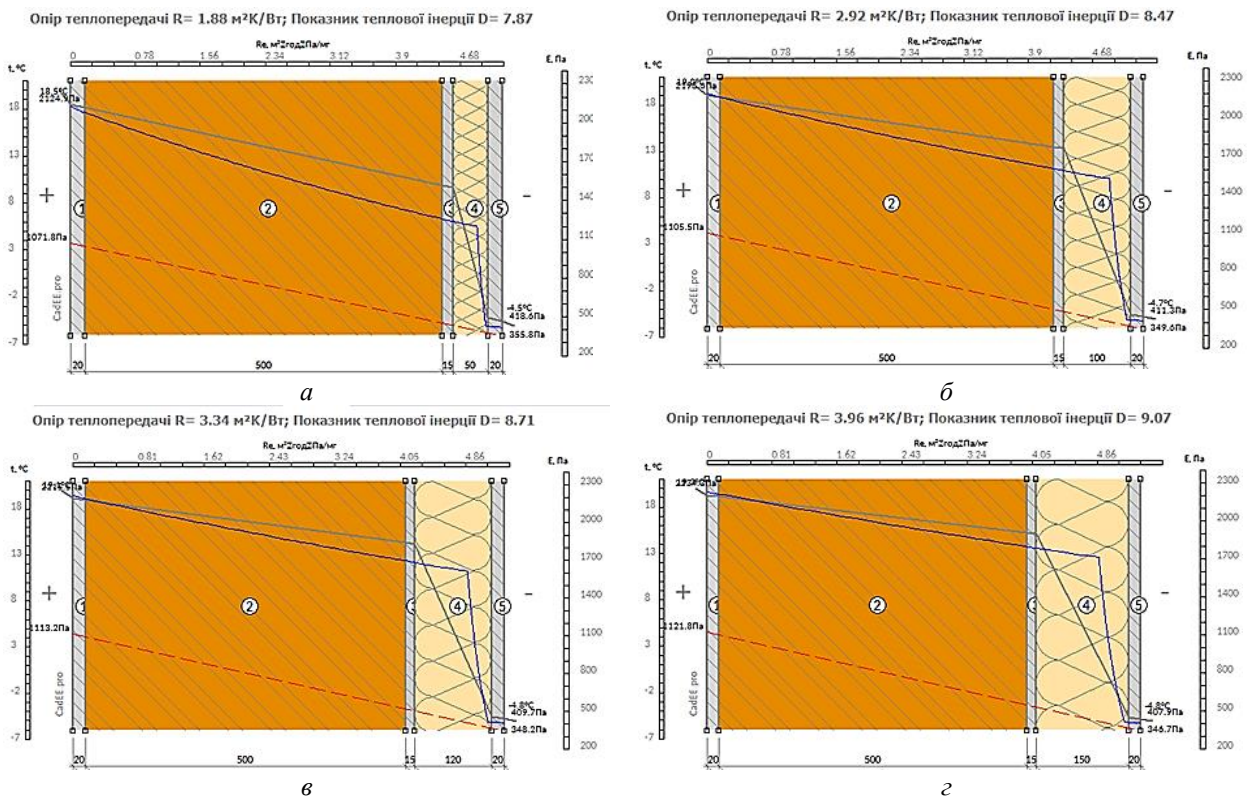


Рис. 1. Розподіл парціальних тисків і температур у товщині огороджувальної конструкції (в січні місяці) при утепненні мінеральною ватою густиною 100 кг/м^3 і товщиною 50 мм (а), 100 мм (б), 120 мм (в), 150 мм (г)

1 – розчин вапняно-піщаний; 2 – кладка з цегли керамічної повнотілої звичайної на цементно-піщаному розчині; 3 – розчин цементно-піщаний; 4 – мінеральна вата (на основі базальтового волокна); 5 – розчин складний (пісок, вапно, цемент). На графіку: сіра лінія – розподіл температур (t), синя – розподіл парціального тиску насиченої водяної пари (E), червона – лінія для оцінки наявності конденсації пари (e)

Як видно з рисунку 1, при утепленні мінеральною ватою будівлі навчального закладу в усіх випадках не забезпечується мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі. Для виконання умови (4) ДБН В.2.6-31:2021 необхідно обрати мінеральну вату густиною 75 кг/м^3 і товщиною 150 мм. Проте, в усіх випадках лінії E та e не перетинаються, тоді згідно з п.4.2.5 та п.4.3.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013, конденсація водяної пари в товщині конструкції не відбувається. Оскільки конденсації не відбувається, то згідно з п.4.2.5 та п.4.3.3 ДСТУ Б В.2.6-192:2013 умови (1) та (2) вважаємо виконаними.

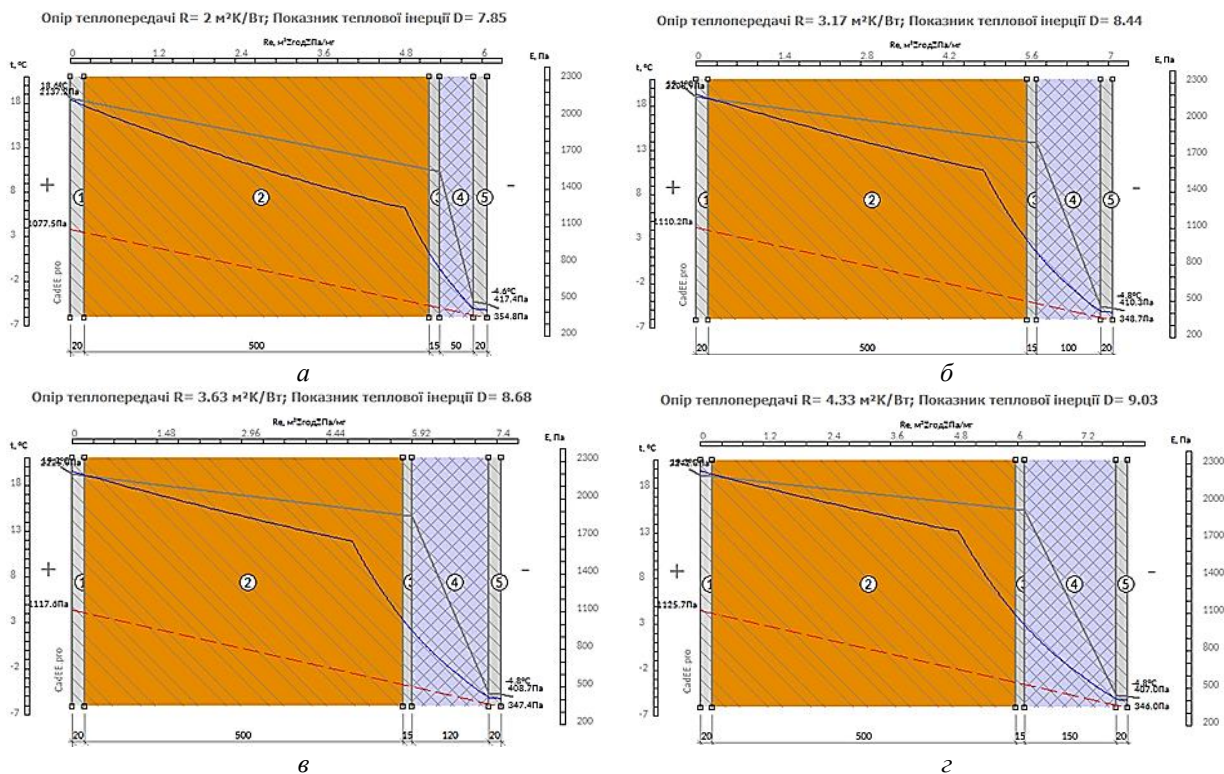


Рис. 2. Розподіл парціальних тисків і температур у товщині огорожувальної конструкції (в січні місяці) при утепленні спіненим пінополістиролом густиною 50 кг/м^3 і товщиною 50 мм (а), 100 мм (б), 120 мм (в), 150 мм (г)

1 – розчин вапняно-піщаний; 2 – кладка з цегли керамічної повнотілої звичайної на цементно-піщаному розчині; 3 – розчин цементно-піщаний; 4 – спінений пінополістирол; 5 – розчин складний (пісок, вапно, цемент). На графіку: сіра лінія – розподіл температури (t), синя – розподіл парціального тиску насиченої водяної пари (E), червона – лінія для оцінки наявності конденсації пари (e)

Як видно з рисунку 2, при утепленні в перших трьох випадках не забезпечується мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі. Проте, при утепленні огорожувальної конструкції спіненим пінополістиролом різної товщини, лінії парціального тиску насиченої водяної пари (E) та парціального тиску водяної пари (e) не перетинаються, що свідчить про відсутність конденсації вологи в товщі зовнішньої стіни.

Результати розрахунків показують, що для конструкції зовнішньої стіни при утепленні як мінеральною ватою, так і спіненим пінополістиролом різної товщини, конденсація вологи в товщі конструкції не відбувається і нормативні вимоги п.6.12 ДБН В.2.6-31 виконуються. Отже, товщина теплоізоляційного шару на вологісний режим шарів непрозорих огорожувальних конструкцій лабораторного корпусу суттєво не впливає.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ, Міністерство розвитку громад та територій України, 2022 – 23 с.
2. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. ДП «УкрНДНЦ», 2023. – 60 с.
3. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013. Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. Київ, Мінрегіон України, 2014. – 37 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Київ, Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с
5. <https://cadee.pro/> Калькулятор для розрахунку теплотехнічних характеристик огорожуючих конструкцій (ДБН В.2.6-31:2021; ДСТУ 9191:2022).

Коберник А.Ю., студент гр. ПЦБ-3
Шимчук М.В., студент гр. ПЦБ-2
Шлапак В.О., к.т.н., доц.

*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

АНАЛІЗ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Забезпечення енергозбереження є одним із ключових завдань сучасного будівництва, яке актуальне як при спорудженні нових об'єктів, так і при реконструкції існуючих. Це зумовлено значним підвищенням витрат на енергоносії, що робить питання енергозбереження будівель та споруд особливо важливим.

Сучасні будівельні норми та стандарти вимагають застосування енергоефективних конструкцій та матеріалів, які відповідають високим вимогам. Особлива увага приділяється вибору матеріалів для стінових конструкцій, що потребує наявності детальної та достовірної інформації про їх властивості.

Теплоізоляція включає елементи конструкцій, що знижують тепловтрати. Це поняття також стосується матеріалів, які застосовуються для створення таких елементів, або комплексу робіт з їхнього встановлення.

Теплоізоляційні матеріали є ключовим елементом у забезпеченні енергоефективності будівель. Вони допомагають зменшити втрати тепла через огорожувальні конструкції, забезпечуючи комфортні умови проживання та скорочуючи витрати на енергоносії.

Теплоізоляційні матеріали характеризуються низькою теплопровідністю і використовуються для ізоляції огорожувальних конструкцій будівель, промислового обладнання та трубопроводів.

Сучасні теплоізоляційні матеріали мають низку теплофізичних властивостей, серед яких:

- теплопровідність;
- щільність;
- міцність на стиск;
- водопоглинання;
- морозостійкість;
- паропроникність.

Економічна ефективність матеріалів визначається їхньою вартістю, трудомісткістю монтажу, а також довговічністю. Екологічні показники включають вогнестійкість, хімічну та біологічну стійкість.

Теплоізоляційні матеріали класифікуються за структурою та складом. За структурою виділяють:

- волокнисті;
- зернисті;
- комірчасті утеплювачі.

Залежно від основного компонента, вони поділяються на три основні категорії:

Мінеральні матеріали:

- Базальтова вата, скловолокно, комірчасті бетони.
- Переваги: негорючість, термостійкість, екологічність, шумопоглинання.
- Недоліки: низька гігроскопічність, висока паропроникність, необхідність гідроізоляції.

Полімерні матеріали:

- Пінополістирол, пінофол, пінополіуретан, ЕППС.
- Плюси: легкість, доступна ціна, висока теплоємність.
- Мінуси: можливість займання, токсичні випари, потреба у вентиляції.

Органічні матеріали:

- Целюзна вата, тирса, торф, коркова кора, очерет, солома.
- Переваги: здатність до вологопоглинання, відсутність токсичних випарів.
- Недоліки: легкозаймистість, низька довговічність.

Такий поділ матеріалів дозволяє оптимально підібрати утеплювач відповідно до вимог конкретного об'єкта.

Використання теплоізоляційних матеріалів уможливорює зменшити товщину і масу стін й інших огорожувальних конструкцій, знизити витрату основних конструктивних матеріалів, зменшити транспортні витрати і відповідно знизити вартість будівництва.



Рис. 1 Розподіл використання теплоізоляційних матеріалів у будівництві

Для порівняння утеплювачів, наведена таблиця з основними теплофізичними характеристиками (табл. 1).

Таблиця 1

Теплофізичні характеристики сучасних термоізоляційних матеріалів

Назва утеплювача	Базальтова вата	Скловата	Пінопласт	ЕПП*	Пінополіуретан
Теплопровідність, Вт/м·К	0,032 - 0,048	0,041-0,043	0,032 - 0,04	0,03 - 0,033	0,019 - 0,028
Водопоглинання, від маси за 24 години	0,095%	1,7%	2%	0,2%	1 - 3%
Щільність, кг/м ³	28-100	11-25	15-50	22-47	30-86
Паропроникність, мг/(Па·м·год)	0,3	0,4 - 0,12	0,05	0,004 - 0,005	0,023 - 0,05
Робоча температура, °С	від -180 до +750 °С	від -60 до +450 °С	від -50 до +75 °С	від -50 до +75 °С	від -100 до +150 °С
Стійкість до дії розчинників	висока хімічна стійкість	хімічно нейтральна	мало стійкий	мало стійкий	хімічно стійкий

ЕПП*- екструдований пінополістирол

У будівельній галузі зростає значення інноваційних технологій, які дозволяють досягати високих результатів завдяки впровадженню сучасних енергоефективних елементів конструкцій.

Теплоізоляційні матеріали активно використовуються у виробництві сендвіч-панелей, фасадних термопанелей, багатошарових блоків, теплоблоків та інших енергозберігаючих елементів. Ці матеріали повністю відповідають сучасним стандартам термoeфективності для будівель і споруд.

Проведений аналіз дозволив висвітлити ключові теплофізичні характеристики теплоізоляційних матеріалів, розкрити їхні переваги та недоліки залежно від типу основного компонента, а також показати структуру споживання цих матеріалів на ринку. Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів сприяє значному енергозбереженню як при будівництві нових об'єктів, так і при реконструкції існуючих.

Застосування теплоізоляції у створенні будівельних елементів розширює можливості їхнього використання. Використання таких матеріалів в огорожувальних конструкціях забезпечує суттєве скорочення витрат на енергоносії в процесі експлуатації будівель і споруд.

Комаріцин В. А., магістр, 6 курс, ГС-31мп, ІЕЕ, кафедра геоінженерії
Науковий керівник: Ремез Н. С, доктор технічних наук, професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПРОЕКТУВАННЯ ПІДЗЕМНОГО ПАРКІНГУ З КОМБІНУВАННЯМ РІЗНИХ ВИДІВ КРІПЛЕННЯ КОТЛОВАНУ

Вступ: У сучасних умовах урбанізації будівництво підземних паркінгів набуває дедалі більшої актуальності через щільну забудову міст і обмеженість вільних територій. Підземні паркінги дозволяють раціонально використовувати площу, забезпечуючи комфорт для жителів і знижуючи навантаження на міську інфраструктуру. Проте реалізація таких проєктів пов'язана з численними інженерними викликами, серед яких ключовим є гарантування стабільності котлованів під час будівельних робіт.

Складні геологічні умови, високий рівень водонасичення ґрунтів, щільна забудова та техногенний вплив на природні системи обумовлюють необхідність впровадження сучасних технологій кріплення котлованів. Особливу увагу слід приділяти забезпеченню безпеки будівельних робіт і мінімізації ризиків для навколишніх споруд, адже неправильний вибір методу кріплення може спричинити зсуви, осідання ґрунтів та пошкодження інфраструктури, що матиме значні економічні й екологічні наслідки.

Розробка та впровадження інноваційних методів кріплення котлованів є одним із найважливіших завдань інженерів при будівництві підземних споруд. Використання нових матеріалів, автоматизованих систем моніторингу та комплексного підходу до моделювання геотехнічних параметрів сприятиме підвищенню довговічності, стабільності та безпеки конструкцій. У сучасних умовах урбанізації будівництво підземних паркінгів є актуальним рішенням, а забезпечення стійкості котлованів у складних геологічних умовах залишається одним із ключових викликів у цій сфері.

Мета та завдання дослідження: Метою дослідження є розробка та впровадження ефективних технологій кріплення котловану для забезпечення безпеки та довговічності конструкції підземного паркінгу.

Матеріал та результати досліджень: У цьому дослідженні запропоновано інноваційний підхід до вибору методів кріплення котловану для будівництва підземних паркінгів, що включає комбінування традиційних механічних методів із сучасними матеріалами, такими як геосинтетика та армовані конструкції. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність захисту котловану від зсувів і осідань, особливо за умов складних геологічних і гідрогеологічних факторів, характерних для міської забудови.

Аналіз методів кріплення

Для забезпечення стабільності котловану застосовуються різні технології, які можуть бути як тимчасовими, так і постійними. Вибір методу залежить від типу ґрунтів, рівня ґрунтових вод, глибини котловану та особливостей об'єкта. Серед найпоширеніших методів використовуються:

1. Монолітні залізобетонні стіни, що забезпечують високу міцність і довговічність;
2. Геосинтетичні матеріали, які покращують стабільність ґрунтів і водонепроникність конструкцій;
3. Буроабивні палі, що підсилюють основи в умовах слабких або насичених водою ґрунтів.

Комбіновані рішення включають застосування кількох методів одночасно. Наприклад, буронабивні палі в поєднанні з армованими монолітними стінами забезпечують додаткову жорсткість конструкцій, а використання геомембран і геотекстилю допомагає захистити котлован від проникнення ґрунтових вод і розмивання основи.

Результати моделювання: ефективність методів кріплення оцінювалася за допомогою комп'ютерного моделювання, що дозволило детально проаналізувати вплив різних факторів на стійкість конструкцій. Дослідження показало, що комбінування геосинтетичних матеріалів із буронабивними палями знижує осідання ґрунту на 25–30% порівняно з традиційними методами. Використання геосинтетики дозволило скоротити товщину бетонних стінок, зменшивши загальну масу конструкції без втрати міцності.

Розширені можливості комбінування: у сучасних будівельних проєктах все частіше застосовуються багатокомпонентні системи кріплення. Наприклад, поєднання розпірок зі сталевих балок із армованими стінами створює додатковий рівень безпеки в умовах складної забудови. Крім того, інтеграція геосинтетичних елементів із ґрунтоцементними стінами сприяє зменшенню ризику зсувів у зонах із нестабільними ґрунтами.

Вплив гідрогеологічних умов: регіонах із високим рівнем ґрунтових вод застосування геосинтетичних матеріалів, таких як геомембрани та геотекстиль, у поєднанні з армованими стінками дозволяє значно знизити ризики проникнення води до котловану. Це особливо актуально для будівництва підземних паркінгів у щільно забудованих міських районах, де водонепроникність конструкцій є критичною умовою.

Економічна та екологічна ефективність: комбінування різних типів кріплення не лише підвищує стабільність конструкцій, але й дозволяє оптимізувати витрати. Зокрема, зменшення обсягів використання бетону та сталі завдяки геосинтетичним матеріалам знижує загальні витрати на будівництво та зменшує

екологічний вплив. Такий підхід також сприяє зменшенню кількості відходів і витрат на транспортування матеріалів.

Загальні результати дослідження: запропоновані комбіновані методи кріплення котлованів на основі поєднання традиційних і сучасних рішень продемонстрували високу ефективність і надійність. Використання геосинтетичних матеріалів у комплексі з армованими конструкціями забезпечує не лише безпеку будівництва, але й значно скорочує терміни виконання робіт, підвищує економічну ефективність та сприяє збереженню навколишнього середовища.

Список використаних джерел:

1. Будівництво підземних споруд: керівництво для інженерів / В. П. Коваленко, О. Г. Ткаченко. – Київ: Основа, 2021. – 340 с.
2. Інженерна геологія: навчальний посібник / В. М. Кравченко. – Львів: Техніка, 2019. – 412 с.
3. Системи кріплення котлованів: сучасні підходи / Інженерна справа.
Посилання: <https://engineeringua.com/kriplennya-kotlovaniv> (дата звернення: 17.11.2024).
4. Використання геосинтетичних матеріалів у будівництві / Геобудівництво.
Посилання: <https://geobuild.com.ua/geosintetiki> (дата звернення: 17.11.2024).
5. Сучасні технології у фундаментобудуванні / Інженер-проектувальник.
Посилання: <https://project-engineering.ua/fundament> (дата звернення: 17.11.2024).

Кузнєцов В. А., студент 3 курсу, групи 6.1922-ПЦБ, ІННІ ЗНУ
Науковий керівник: Пастухова С. В., ст. викладач кафедри ПЦБ ІННІ ЗНУ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потєбні
Запорізького національного університету

SWOT-АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ

Застосування BIM-технологій є актуальним та інноваційним елементом розвитку будівельної індустрії. Зокрема, у процесі повоєнної відбудови України їх використання стане більш затребуваним, у порівнянні з сьогоднішнім. Однак, попри те, що BIM-технології є перспективним рушієм, дуже-таки актуальним аспектом є аналіз їх загального використання, так як важливо знати про ризики, з якими можна стикнутися, можливості, які можна отримати та інше, що гратиме значну роль загалом.

Повномасштабне вторгнення завдало серйозних збитків території України, так, згідно аналітичних даних Київської Школи Економіки та інших державних структур, станом на кінець 2023 року, загальна кількість зруйнованих або пошкоджених об'єктів житлового фонду становить близько 250 тис. будівель. Також було пошкоджено 3429 та щонайменше зруйновано 380 об'єктів освітньої інфраструктури та 1284 заклади охорони здоров'я. Також руйнувань зазнали 48 соціальних центрів, 46 санаторіїв, 31 інтернат, серед культурно-спортивних об'єктів постраждали 348 релігійних об'єктів, 771 будинок культури/палаці культури, 83 музеї, 157 готелів/ресторанів та 8 спортивних стадіонів. Окрім, зазначених об'єктів, було пошкоджено або зруйновано активи щонайменше 426 великих та середніх приватних підприємств і десятків тисяч малих приватних, ще ушкоджень та руйнувань зазнали 19 аеропортів і цивільних аеродромів, щонайменше 126 залізничних вокзалів і станцій та 344 мостів і мостових переходів державного, місцевого або комунального значення тощо [1, с. 7-11; 14]. Загалом усі вказані об'єкти доведеться відновлювати або зводити, починаючи з початку, і перспективним рушієм в цих аспектах буде використання BIM.

BIM-технології (англ. Building Information Modeling) – це інформаційне моделювання будівель та споруд, особливість якого полягає у тому, що майбутній об'єкт планують, проектують, розруховують, спираючись на його віртуальну модель, де продумані та прораховані кожен елементи, у контексті чого, будівельники, інженери, дизайнери та інші можуть заздалегідь побачити готовий об'єкт, який буде в подальшому зведено або відновлено, в контексті таких аспектів як реставрація, реконструкція, ревіталізація або реновація [2].

Наразі використання BIM в Україні знаходиться на стадії впровадження та дослідження досвіду таких держав, як США, Велика Британія, Сінгапур, Нова Зеландія, країни ЄС тощо. Однак, попри це, в Україні вже є об'єкти, які були зведені з використанням BIM-технологій, зокрема, такими прикладами, є будівлі збудовані у Києві: ЖК «Комфорт Таун» (Рисунок 1) та ТРЦ «Республіка» (Рисунок 2) та проєкт відновлення Харківської ОДА (Рисунок 3).



Рисунок 1. ЖК «Комфорт Таун»



Рисунок 2. Модель ТРЦ «Республіка»



Рисунок 3. Проект відновлення Харківської ОДА;

Проте використання таких інновацій потребує аналізу, оскільки кожна технологія має свої недоліки та представляє собою перспективні можливості. У рамках дослідження було проведено SWOT-аналіз використання BIM у процесі повоєнної відбудови України. Зокрема, «Сильні сторони» – це ефективність в управлінні ресурсами, зниження витрат, зменшення кількості помилок під час проєктування або розрахунків, забезпечення прозорості та точності процесів, спрощення комунікації між зацікавленими сторонами, збереження та накопичення даних. «Слабкі сторони» – це висока вартість впровадження, потреба в спеціальному програмному забезпеченні та оснащенні, дефіцит висококваліфікованих кадрів та зацікавлених осіб, неповністю розвинені нормативно-правові документи та елементи стандартизації. «Можливості» – це швидке відновлення інфраструктури, залучення міжнародних інвесторів, покращення міського планування, впровадження новітніх технологій та інноваційний розвиток суміжних галузей. «Загрози» – це труднощі з фінансуванням та інвестуванням, складнощі з інтеграцією в законодавчу базу, ризик кібератак, витоку даних чи їх спотворення, спротив будівельних компаній через необхідність перегляду процесів, значні витрати часу на навчання або кваліфікацію щодо BIM-впровадження.

Таким чином, варто зазначити, що застосування BIM-технологій у процесі повоєнної відбудови України буде дуже корисним, бо забезпечуватиме прозорість та ефективність на кожному етапі будівництва, полегшуватиме працю робітників та зменшуватиме витрати. Але, задля їх використання, слід вирішити питання стандартизації та нормативно-правової бази, які є неповністю розвиненими, варто розв'язати кадрові та освітні проблеми, а також складнощі фінансування й інвестування цієї сфери. Застосування BIM-технологій забезпечить стійкість та вдосконалення інфраструктури, але за умови продуманого впровадження, пошуку важелів стимулювання розвитку та підтримки з боку держави та міжнародних партнерів.

Список використаних джерел:

1. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року. Київ, 2024. 38 с. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf (дата звернення: 16.11.2024)
2. 5 порад, як плавно перейти до розумного BIM-будівництва - Хмарочос. *Хмарочос*. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2024/05/28/5-porad-yak-plavno-perejty-do-rozumnogo-vim-budivnyctva/> (дата звернення: 16.11.2024)

Д.І. Лобурець, студентка 2-го курсу, гр. ПЦБ-3

І.А. Піскун, асистент

Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО РЕСУРСОЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ОБРОБКИ ДЕРЕВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ФІБРОЛІТОВИХ КОМПОЗИТІВ

Людством було давно помічено унікальність, екологічність і практичність будівництва будинків і виготовлення виробів з деревини. Хоч будівельний матеріал має безліч переваг, але наявні і недоліки. Одним з них є велика кількість відходів після отримання необхідного будівельного матеріалу. У сучасному світі приділяють підвищену увагу до проблем раціональності та ефективності використання природних ресурсів. Також почало набирати обертів питання проблеми ефективного використання відходів, які утворюються на всіх стадіях заготівлі та переробки деревини, проте можуть бути сировиною для виготовлення будівельних матеріалів та виробів.

В процесі обробки деревини з однієї тисячі кубометрів лісу виходить близько чотирьохсот кубометрів відходів. В Україні, зазвичай використовується лише ліквідна частина деревини, а інші частини просто спалюються. При цьому на збір та утилізацію цих відходів потрібні додаткові трудові та грошові затрати. З економічної точки зору для більш ефективного використання відходів деревини раціонально виготовляти із них різноманітні будівельні матеріали.

Усі дерев'яні відходи поділяються на: обпил, тирсу, щепу, горбиль, гілки. Тирса — найбільш масові відходи лісопиляння та деревообробки. Фракційний склад її залежить від способу одержання і перебуває в межах 0,2 – 10,0 мм. Одним з найкращих варіантів використання такої тирси є виготовлення деревностружкових плит. Виготовляють різного роду деревностружкові плити пресуванням подрібненої деревини застосовуючи полімерні в'язучі речовини, їх додавання до стружок збільшує використання деревних відходів, з'являються нові види конструктивних елементів, матеріалів та виробів. Якщо ж говорити про конкретні приклади, то подрібнені відходи деревини використовують для виробництва ДВП і ДСП, гіпсо-стружкових плит, арболіту, ксилоліту, фіброліту (табл. 1).

Таблиця 1

Вироби з відходів обробки деревини та їх основні властивості

Матеріал	Основна сировина	Переваги	Недоліки	Напрями використання
ДВП і ДСП	Тирса, щепи, синтетичні смоли	Хороший теплозахист, доступність	Горючість, виділення токсинів при горінні	Ізоляція підлогового покриття, горіщ та стін
Гіпсо-стружкові плити	Суміш будівельного гіпсу і деревного заповнювача	Екологічність, вогнестійкість	Низька міцність, слабка водостійкість	Внутрішня обробка стель і стін
Арболіт	Деревна тріска, цемент, вода та мінеральні добавки	Легкість, тепло- і звукоізоляція	Нестійкість до агресивних середовищ	Панелі, блоки для стін і перекриттів
Ксилоліт	Тирса, магнезійні в'язучі, розчин хлориду магнію та пігментів	Міцність, вогнестійкість, не пліснявють та не гниють	Корозія сталевих деталей	Підлоги, облицювання стін
Фіброліт	Деревна стружка, цемент	Тепло- і звукоізоляція, міцність, екологічність	Високе водопоглинання, повітропроникність	Панелі, перекриття, незнімна опалубка

Таким чином, кожен вид деревних відходів має специфічне застосування, що сприяє оптимізації виробництва та зменшенню впливу на довкілля, фіброліт же в свою чергу є найбільш перспективним серед цих матеріалів, який поєднує екологічність, міцність і універсальність використання, має стабільні фізико-механічні властивості й високу якість поверхні, в чому його переваги серед інших видів деревностружкових плит.

Фіброліт – це легкий і міцний будівельний матеріал, який складається з деревної стружки і цементу. Його використовують для виготовлення панелей, застосовують як декоративний та акустичний матеріал для ізоляції стін, підлог, покриттів, для заповнення багатошарових стін, перегородок, перекриттів каркасних будівель, адже вирізняється хорошими тепло- та звукоізоляційними властивостями.

Вихідні матеріали для виробництва цементного фіброліту – тонка деревна тирса стрічкоподібного виду та портландцемент. У класичній рецептурі в ролі в'язучого виступає портландцемент марки М500.

Як сировина найпридатніші відходи хвойної деревини, оскільки при застосуванні деревини листяних порід використовують магнезійні в'язучі. Деревна стружка має відповідати наступним вимогам: довжина від 1-5 мм до 200-500 мм, ширина 4-7 мм, товщина 0,2-0,5 мм. Для декоративних та акустичних потреб використовують більш вузьку стружку з великим діаметром закруту, для ізоляції – ширшу й меншого діаметра.

Технологія виробництва фіброліту включає наступні процеси:

- приготування деревної вовни;
- обробку її мінералізатором;
- змішування з цементом обробленої сировини;
- пресування плит при підвищеному тиску і їх термічну обробку.
- пропарення для прискорення затвердіння і сушіння до досягнення вологості 12-17%.

Волокна деревної стружки мають горизонтальну розкладку у тілі матеріалу, що сприяє рівномірному розподілу по ньому ударних навантажень, а також запобігає появі тріщин і розривів.

Фіброліт являє собою листовий матеріал, виготовляють його у вигляді плит довжиною 2400-3000 мм; шириною 500, 600 і 1200 мм; товщиною 30...100 мм, його легко впізнати за специфічною структурою. Матеріал має помітну пористість, за зовнішнім виглядом нагадує деревно-стружкову плиту, набряклу від намокання.

Фіброліт випускається у трьох основних марках:

1. Теплоізоляційний (300–350 кг/м³) – цей матеріал має хороші теплоізоляційні властивості, які дозволяють зменшити втрати тепла через конструкції будівель.

2. Акустичний (350–400 кг/м³) – фіброліт даного типу відрізняється високим звукопоглинанням обумовленим характерними порами, а також хорошою оброблюваністю тирси, зчепленням з шпукатурним шаром і бетоном, що дозволяє створювати затишне та тихе середовище всередині будівель.

3. Конструкційно-теплоізоляційний (400–500 кг/м³).

Плити фіброліту можуть мати різну паропроникність в залежності від використаного цементу та додаткових матеріалів, але за нормами їх вологість не повинна перевищувати 20%. Деякі види фіброліту можуть бути менш паропроникними, що дозволяє зменшити проникнення вологи у будівлю.

Під плити фіброліту можлива адаптація будь-якого існуючого проекту будівлі, або планованих капітальних ремонтів, в заданих елементах будинку. Його використання є одним з найпростіших, економічних і швидких способів побудови будинків. При цьому немає потреби у залученні важкої спецтехніки.

Його часто використовують для створення звукоізоляційних внутрішніх стін та перегородок, застосовують для теплоізоляції стін, підлог і дахів. Він допомагає зберігати тепло всередині будівлі, знижуючи витрати на опалення. У будівлях із каркасною структурою фіброліт використовують для заповнення стінових і міжповерхових конструкцій. Також може бути застосований для створення незнімної опалубки при будівництві залізобетонних конструкцій. Після заливки бетону плити залишаються частиною будівельної конструкції, додаючи тепло- та звукоізоляційні властивості. Плити можуть бути використані як зовнішнє облицювання будівель, захищаючи стіни від вологи, температурних перепадів і забезпечуючи декоративний ефект. Не рідко можна побачити у якості вогнестійких бар'єрів і елементів у місцях, де підвищені вимоги до безпеки, адже матеріал володіє високим рівнем стійкості до вогню та витримує високі температури.

Загалом, фіброліт широко використовується у будівництві різних типів будівель – від житлових до промислових. Його переваги як екологічного, доступного і функціонального матеріалу роблять його популярним вибором.

Фіброліт – це сучасний перспективний матеріал для розвитку будівельної галузі, який поєднує в собі екологічність деревини та міцність мінерального в'язучого, такого як цемент. У таких країнах, як Австрія, Німеччина, Швеція, тобто ті країни де досить висока екологічна грамотність суспільства, фіброліт випускається в обсягах що перевищують 30 млн. м³ на рік.

Технологія виробництва фіброліту досить проста, його виробництво не потребує великих енергетичних витрат, що робить цей матеріал не лише економічно вигідним, а й енергоефективним.

Використання фіброліту в сучасному будівництві сприяє вирішенню багатьох важливих завдань, таких як підвищення енергоефективності будівель, забезпечення комфорту завдяки високим показникам звукоізоляції, а також зменшення впливу на довкілля. Важливим фактором, що підвищує попит на фіброліт, є саме його екологічна безпечність, оскільки в процесі виробництва використовуються природні компоненти, що робить його привабливим вибором для сучасного сталого будівництва.

Крім того, фіброліт відповідає сучасним вимогам будівельних норм щодо вогнестійкості та механічної міцності, що робить його надійним вибором для зведення різноманітних конструкцій.

Його використання дозволяє знижувати собівартість будівництва, підвищувати якість будівель та сприяти сталому розвитку переробки деревини та використання дерев'яних відходів, що є важливими факторами в умовах сучасного ринку. Завдяки своїм властивостям і простоті у виробництві широко застосовується має значний потенціал для поширення в майбутньому

Список використаних джерел:

1. Sassi, R., Mazzoli, C., Spiess, R., Cester, T. (2004). Towards a better understanding of the fibrolite problem: the effect of reaction overstepping and surface energy anisotropy. *Journal of Petrology*. Vol. 45. 1467-1479 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/248381521_Towards_a_better_understanding_of_the_fibrolite_problem_the_effect_of_reaction_overstepping_and_surface_energy_anisotropy
2. Richard N., Stacey M., Richard E. (2000). Heats of combustion of high temperature polymers. *Fire Mater*, Vol. 24. 245-252 p. URL: doi:10.1002/1099-1018(200009/10)24:53.0.CO;2-7

Мельник В.Е., магістр,
 Науковий керівник: к.т.н., доцент В.В. Вапнічна
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБІВ ВОДОПОНИЖЕННЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДЮЧОГО КОЛЕКТОРА

Вступ. Міська інфраструктура неможлива без ефективних систем водовідведення, що забезпечують безпечно і безперервне відведення стічних вод. Каналізаційні колектори відіграють ключову роль у підтримці санітарно-гігієнічних умов, попередженні забруднення водних ресурсів та забезпеченні екологічної безпеки міських територій. В умовах урбанізації, зміни клімату та підвищення рівня ґрунтових вод, питання реконструкції каналізаційних колекторів стає все більш **актуальним**. Проте багато колекторів працюють на межі своїх можливостей через їхній тривалий термін експлуатації, фізичне зношення, вплив агресивного середовища та зростання обсягів стічних вод.

Реконструкція каналізаційного колектора є складним інженерним завданням, що потребує ретельного проєктування та врахування численних факторів. Одним з найважливіших аспектів під час проведення таких робіт є забезпечення водопониження — зниження рівня ґрунтових вод у зоні будівництва, що створює необхідні умови для виконання будівельних робіт та знижує ризик затоплення. Вибір та обґрунтування заходів з водопониження потребують врахування гідрогеологічних характеристик ділянки, типу ґрунтів, рівня ґрунтових вод, глибини закладання колектора та інших особливостей об'єкта реконструкції.

Існує кілька ефективних методів водопониження, серед яких голкофільтри, водопонижувальні свердловини, заморожування ґрунту та електроосмос. Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження, що робить вибір технології критично важливим для досягнення необхідних технічних результатів з мінімальними витратами та впливом на довкілля. Розробка і впровадження оптимальних рішень з водопониження дозволяють забезпечити стабільну і безпечну експлуатацію каналізаційних колекторів навіть у складних гідрогеологічних умовах (рис. 1).

Мета і завдання дослідження. Метою є розробити інженерні заходи з водопониження для реконструкції каналізаційного колектора з урахуванням специфіки умов експлуатації та сучасних технологічних можливостей. Для досягнення цієї мети визначено такі завдання: провести аналіз сучасного стану та основних проблем, пов'язаних із зношенням та аварійністю каналізаційних колекторів; проаналізувати методи водопониження; обґрунтувати вибір інженерних заходів з водопониження для конкретних типів ґрунтів та гідрогеологічних умов.

Розглянемо водопониження колектора голкофільтрами є ефективним методом для тимчасового зниження рівня ґрунтових вод під час будівництва або ремонту підземних інженерних споруд, таких як колектори, тунелі чи дренажні системи. Ця технологія забезпечує осушення ґрунту, зменшує тиск води та створює умови для безпечного виконання робіт.

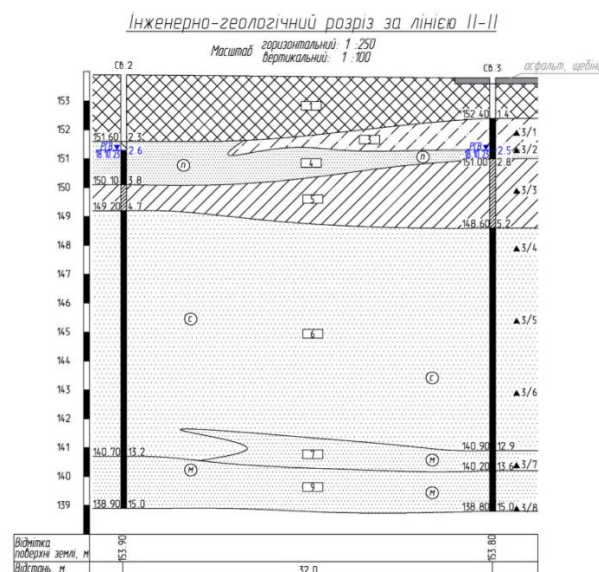


Рисунок 1 – Інженерно-геологічний розріз

Голкофільтри — це тонкі труби з перфорацією в нижній частині, яка покрита фільтрувальним матеріалом. Вони встановлюються вертикально в ґрунт для збору ґрунтових вод. Голкофільтри підключаються до колектора (розподільчої труби), який приєднаний до вакуумного насоса. Вакуум створює розрідження, яке "тягне" воду з ґрунту до голкофільтрів. Вода перекачується в приймальну ємність або в систему водовідведення. Існують певні етапи виконання робіт: геологічне дослідження, визначення рівня ґрунтових вод, типу ґрунтів та оцінка необхідної глибини водопониження.

При проектуванні розраховують кількість голкофільтрів, їх розташування та продуктивності насосного обладнання. Монтаж системи передбачає буріння свердловин, встановлення голкофільтрів, з'єднання їх із колектором. Запуск насосів для постійного відведення води.

Переваги цього методу: висока ефективність у піщаних та супіщаних ґрунтах, можливість осушення великих площ, мінімізація осідання ґрунту, що знижує ризик пошкодження конструкцій. Є обмеження: не підходить для щільних глинистих ґрунтів, крім того має високі енергетичні витрати при тривалій експлуатації насосів і є необхідність постійного моніторингу роботи системи.

Цей спосіб знайшов застосування в будівництві колекторів, дренажних систем та інших інженерних споруд, а також при ліквідації аварій, пов'язаних із підтопленнями.

Грамотна спроектована система голкофільтрів забезпечує ефективне водопониження, підвищуючи безпеку та якість виконання будівельних робіт.

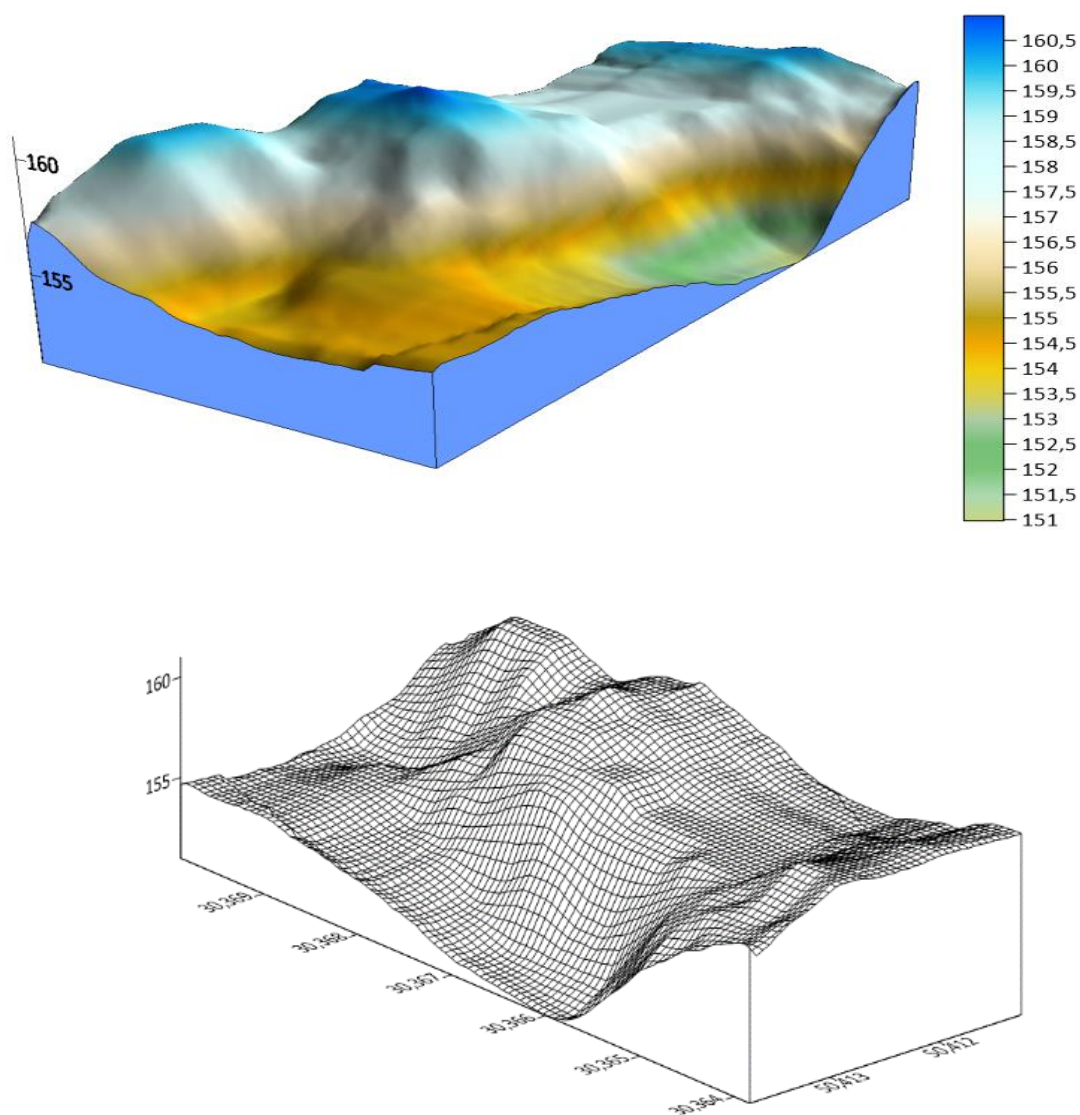


Рисунок 2 – 3D модель досліджуваної ділянки

Ще одним методом водопониження є свердловинний метод, тобто ефективна технологія для зниження рівня ґрунтових вод на значних глибинах або в умовах низькопроникних ґрунтів. Цей метод добре підходить для будівництва колекторів, де необхідно забезпечити сухі умови.

Свердловини встановлюються вздовж траси колектора або по периметру котловану. Зі свердловин відкачується вода за допомогою глибинних насосів, забезпечуючи зниження рівня ґрунтових вод. Свердловини обладнуються фільтрами, які затримують частинки ґрунту, пропускаючи воду. Глибина свердловин залежить від рівня залягання водоносних горизонтів і необхідної глибини водозниження. Використовуються занурювані насоси, які забезпечують постійну відкачку води. Крім того, можливе застосування автоматизованих систем управління для контролю рівня води. Перевагами методу є, він ефективний для глибоких котлованів (до 20-30 м і більше). Можливість локального зниження рівня води в проблемних зонах. Висока продуктивність навіть у слабопроникних ґрунтах. Є також і обмеження, тобто висока вартість обладнання та монтажу свердловин і необхідність регулярного обслуговування насосів і фільтрів.

При будівництві колектора здійснюють підготовчі роботи, що включають геологічні дослідження для визначення складу ґрунтів і рівня ґрунтових вод. Розробляють схеми розташування свердловин відповідно до проекту колектора. Далі свердловини бурять на потрібну глибину, після чого встановлюють обсадні труби з фільтрами. Насоси підключають до системи збору води, яка відводиться за межі будівельного майданчика. Наступним етапом є моніторинг і управління, регулярно контролюють рівень води для підтримки стабільних умов. Якщо потрібно, то замінюють або очищають фільтри. У разі складних умов, свердловинний метод можна поєднувати з іншими системами водозниження, наприклад, із застосуванням шпунтових огорожень.

Висновок. Для водозниження у глинистих ґрунтах, які мають низьку проникність (коефіцієнт фільтрації 0,01–0,1 м/добу), доцільніше застосовувати свердловинний метод замість системи голкофільтрів. Голкофільтри менш ефективні через слабку фільтрацію води. Свердловинний метод, який використовує глибинні насоси, забезпечує надійне зниження рівня ґрунтових вод навіть у слабопроникних шарах, дозволяючи уникнути затримок у будівельних роботах і додаткових витрат.

Список використаних джерел

1. Технологія, механізація та організація геотехнічного будівництва - 2. Технологія та організація геотехнічного будівництва: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Геоінженерія» / Л.В. Гембарський, С.М. Стовпник; В.В. Вапнічна; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 160 с.
2. Будівництво підземних споруд: керівництво для інженерів / В. П. Коваленко, О. Г. Ткаченко. – Київ: Основа, 2021. – 340 с.
3. Водозниження за допомогою голкофільтрів. Посилання: <https://yak.koshachek.com/articles/vodoznizhennja-za-dopomogoj-golkofiltriv.html> (дата звернення: 15.11.2024).
4. Голкофільтрувальна установка. Посилання: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення: 15.11.2024). Технології геотехнічного будівництва / Снісаренко В.І., Гембарський Л.В., Гембарська М.О. – К. : НДІ ПІДЗЕМСПЕЦБУД, 2018. – 552 с.

Наумов Я.О., асистент

Шамрай В.І., к.т.н., доцент

Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бака М.Т.,
Державний університет «Житомирська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЮ НА ВЛАСТИВОСТІ ГЕОПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛАХ

На сучасному етапі глобалізації та інтенсивного розвитку промисловості питання раціонального використання ресурсів і зниження негативного впливу на навколишнє середовище стає особливо актуальним. В Україні, як і в багатьох інших країнах, проблема накопичення промислових відходів посідає чільне місце серед екологічних викликів. Одним із перспективних рішень є розробка та застосування геополімерних матеріалів, здатних переробляти відходи різних промислових галузей, включаючи каменевидобувну та каменеобробну. Геополімери користуються попитом у будівництві та промисловості завдяки своїм властивостям: високій міцності, термостійкості, а також мінімальним викидам вуглекислого газу при виробництві[1].

Дрібнодисперсні відходи видобування природного каменю (граніту, габро, лабрадориту) мають у своєму складі компоненти, які дозволяють використовувати їх для виготовлення геополімерів. Зокрема, відходи з гірничодобувних підприємств можуть слугувати основою для геополімерних композитів, які відповідають сучасним екологічним стандартам. Дослідження показують, що такі відходи сприяють підвищенню механічних характеристик і довговічності геополімерів, роблячи їх ефективним матеріалом для широкого кола будівельних і промислових застосувань[2].

Прикладом застосування геополімерів є створення екологічно чистих бетонів, придатних для капсулювання токсичних речовин, герметизації поверхонь і виготовлення вогнестійких будівельних матеріалів. Це особливо актуально на тлі зростаючої екологічної свідомості та вимог до сталого розвитку, а також в умовах європейської політики переходу на «зелену» економіку.

Дослідження показують, що геополімери, виготовлені з відходів каменевидобувних підприємств, можуть досягати значної міцності на стиск, порівняної з традиційними бетонами середньої міцності, що відкриває для них широкі перспективи в будівництві. Переважаюча фракція частинок у цих відходах становить від 0,14 до 0,63 мм, що є наслідком технологічних процесів видобування та переробки гірських порід (буріння, різання, дроблення). У випадку дрібнодисперсних відходів каменеобробної промисловості розміри частинок є значно меншими (від 0,05 до 0,1 мм) через процеси шліфування та полірування, які вимагають високої якості поверхні каменю.

Для виготовлення геополімерів у цьому дослідженні використовували дрібнодисперсні відходи Лезниківського родовища граніту. Методика її включала такі кроки:

1. В дослідженні використовувалося 2,2 кг дрібнодисперсних відходів каменевидобувного виробництва, що висушувалися до постійної маси при температурі 105°C.

2. Під час висушення дрібнодисперсних відходів, готувався 2-молярний розчин гідроксиду натрію (NaOH) загальним об'ємом 220 мл (10% до маси висушених дрібнодисперсних відходів). За для цього в 100 мл дистильованої води було розчинено 8 г NaOH. І при взаємодії гідроксиду натрію з дистильованою водою відбувалося виділення тепла. Розчин залишали у скляній колбі на 24 години.

3. До розчину гідроксиду натрію додавалося рідке скло (Na_2SiO_3) з розрахунку 10% до маси висушених дрібнодисперсних відходів. Після додавання рідке скло ретельно змішувалося з розчином луку.

4. У висушені відходи додавали розчин гідроксиду натрію та рідкого скла ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SiO}_3$) і ретельно перемішували до однорідності.

5. Надалі формувалися кубічні зразки розмірами 70×70×70 мм. Для цього суміш укладалася у форми і проводилося пресування із тиском 10 МПа. Слід зауважити, що при виготовленні зразків використовували пергаментний папір для уникнення приставання до форми після затвердіння зразків, у зв'язку з високою адгезією до металічної форми, що дозвляло їх з легкістю виймати і при цьому їх не руйнуючи.

6. Отримані зразки тверділи при поступовій тепловій обробці температури 200 °C, що пришвидшило реакцію геополімеризації.

7. Дані кубічні зразки (рис. 1) випробовувалися на міцність на стиск, які показали непогані результати.

Застосування розчину гідроксиду натрію та рідкого скла дало змогу отримати геополімерні суміші з використанням дрібнодисперсних відходів каменевидобування з міцністю при стиску від 10 до 20 МПа. При цьому геополімерні суміші з дрібнодисперсних відходів каменеобробного виробництва мають меншу міцність на стиск. Характеристики досліджуваних зразків показано в табл. 1.



Рис. 1. Геополімерні зразки, що випробовувалися на міцність

Процеси утилізації відходів можна розглядати як важливий фактор зниження негативного впливу на довкілля та покращення стану промислового виробництва. Важливою умовою для розвитку підприємств з переробки є наявність ефективної державної політики у сфері поводження з відходами, а також стимулювання й підвищення мотивації компаній до зменшення навантаження на природу. Завдання щодо підтримки цієї галузі має стати пріоритетним кроком на шляху до екологічно збалансованого розвитку регіонів.

Таблиця 1.

Характеристика досліджуваних геополімерних сумішей

№ п/п	Тип відходів, маса сухої суміші, кг	Витрата розчину лугу (NaOH + H ₂ O), мл	Витрата рідкого скла (Na ₂ SiO ₃), кг	Міцність при стиску, МПа
1	Дрібнодисперсні відходи каменевидобування, 2,2 кг	220	0,220	17,18
2		220	0,220	14,95
3		220	0,220	14,72

Таким чином, використання дрібнодисперсних відходів каменевидобування та каменеобробного виробництва дає змогу отримати нові матеріали та відкриває нові можливості утилізації відходів каменевидобування у будівельній галузі.

Список використаних джерел:

1. Башинський С.І., Блецко М.І., Панасюк А.В., Припотень Ю.К., Остафійчук Н.М. Дослідження фізико-хімічних властивостей дрібнодисперсних відходів каменеобробних підприємств з метою визначення стратегії поведінки. Технічна інженерія, 2023. Вип. 1 (91). С. 271-279
2. Наумов Я.О., Скиба Г.В. Склад і виготовлення геополімерного бетону із використанням пульпи як наповнювача. Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених "Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції". Житомир, 2021. С.29

Німчук О.В., студент
Мокрицький Є.М., студент
Ковалевський Я.В., студент
Юськов М.Б., студент

*Кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.,
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШЛАМІВ КАМЕНЕОБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Сучасна каменеобробна 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.

У розвинених країнах (країни ЄС, США, Канада) поводження з відходами каменеобробного 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.

Метою роботи є визначення шляхів утилізації шламів каменеобробних підприємств.

Для того щоб достовірно дослідити вплив додавання кам'яного шламу у виробництві керамічної цегли проводився процес сушіння для усунення води, яка в ньому містилася, і забезпечували в ході дослідження більший контроль усіх змінних, серед яких була вологість. Однак існування вологості на заводі в процесі виробництва не зашкодить кінцевому матеріалу; це просто потрібно було б взяти до уваги, щоб не додавати надлишок води, і дотримуватися оптимальних комбінацій матеріалів, передбачених цим дослідженням. Тому всі випробування, описані в методиці, проводяться із сухими матеріалами та без вологи.

Використаними матеріалами та основою цієї роботи є глина та кам'яний шлам.

Відповідно до досліджень, що виконувалися Коробійчуком В.В., Шамраєм В.І., в поєднанні з кам'яним шламом використовували червону глину.

Червону глину оцінювали за допомогою різних тестів, однак слід зазначити, що вона має високу якість завдяки малому розміру частинок і не містить шкідливих хімічних елементів та органічних речовин.

Глину, що використовувалась для дослідження, просівали ситом 0,25 мм; таким чином, отримують матеріал, який можна легко переробити в суміші.

Кам'яний шлам, що використаний в цьому дослідженні, належать каменеобробним компаніям, що виробляють вироби з каменю, розташованим у безпосередній близькості від міста Житомир, Україна.

Кам'яний шлам виробляється в процесі різання граніту для виготовлення різних декоративних елементів. Використання води для запобігання нагріванню машин утворює пульпу. Він осідає в ямах для повторного використання води після чого відбувається осідання та висушування відходів природними процесами випаровування. Він має зменшений розмір частинок через процес утворення.

Початковий матеріал, з якого він походить, дуже схожий протягом усього виробничого процесу, а також використовуваних машин. Цей факт є суттєвим для використання відходів, оскільки він прямо вказує на те, що фізико-хімічні характеристики кам'яного шламу залишається незмінним протягом часу, у різних виробництвах та в різні роки. Тому легко визначити відповідну комбінацію матеріалів з цими відходами, яка є стабільною і не повинна постійно змінюватися за властивостями відходів. Для інших типів відходів, таких як шлам стічних вод або будівельні відходи, це не відповідає дійсності, тому важко визначити оптимальну комбінацію матеріалів.

Фізико-хімічні випробування кам'яного шламу визначені в методології. Методологія, якої дотримуються в цій роботі, складається із серії логічно упорядкованих випробувань для оцінки придатності включення кам'яного в геополімери керамічні матеріали. Таким чином можна визначити критичні процеси, а також особливу обережність, яка повинна бути докладена до цілей дослідження.

По-перше, і в якості основи для будь-якого вивчення включення відходів були оцінені фізичні та хімічні характеристики вихідних матеріалів. З цією метою були проведені випробування для визначення хімічного складу обох матеріалів, а також фізичних властивостей, що обумовлювали їх змішування, та їх сумісності.

Згодом, оцінивши придатність кам'яного шламу та глини для виготовлення кераміки та геополімерів, різні групи зразків відповідали зростаючому відсотку відходів, від 100% глини до 100% кам'яного шламу. Таким чином можна було отримати зразки з усіма варіаціями. Ці зразки були змішані та спікані для подальшої оцінки їх фізичних властивостей. Випробування показали, що міцність зразків з додаванням 70% відходів становить 15 МПа, що задовільняє вимоги стандартів щодо міцності будівельних матеріалів.

Олефіренко Д.А., студент, 4 курс, група РР-51,
 Бітюцька Л.М., студентка, 3 курс, група ПЦБ-2,
 факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
 Остафійчук Н.М., старший викладач
 Державний університет «Житомирська політехніка»

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ З ОРГАНІЗАЦІЇ РЕКРЕАЦІЙНИХ ПРОСТОРІВ НА ТЕРИТОРІЇ КАР'ЄРІВ, РОЗТАШОВАНИХ В М. ЖИТОМИР

Вибір методів архітектурно-планувальної організації території відпрацьованого кар'єру залежить від багатьох факторів: геометрії та структури кар'єру, його обводненості, основних складових порід, розташування транспортних мереж. Кар'єри, розташовані в м. Житомир були згруповані за спільними характеристиками, що спрощує їх подальше вивчення.

1. Тип корисних копалин – нерудні (видобувалися будівельні матеріали (граніт, глини, піски).
2. Спосіб видобутку – відкритий (видобуток з поверхні землі).
3. Глибина – середньоглибокі (глибина 50-150 м) і неглибокі (глибина до 50 м).
4. Обводненість – обводнені, характеризуються наявністю джерел, які можуть бути підземними або поверхневими. Глибина і рівень підземних вод, швидкість їх руху та їх якість мають важливе значення при плануванні та експлуатації кар'єру.
5. За формою в плані – прості форми (округлі рис. 1. а,б, овальні).
6. За функціональним станом – відпрацьовані (затоплені).
7. За розташуванням кар'єрів відносно міської території – локація в приміському центрі й на периферії міста.
8. За використанням в туристичній сфері – необхідні для відвідування (відсутній оглядовий майданчик, під'їзди, ускладнені підходи).

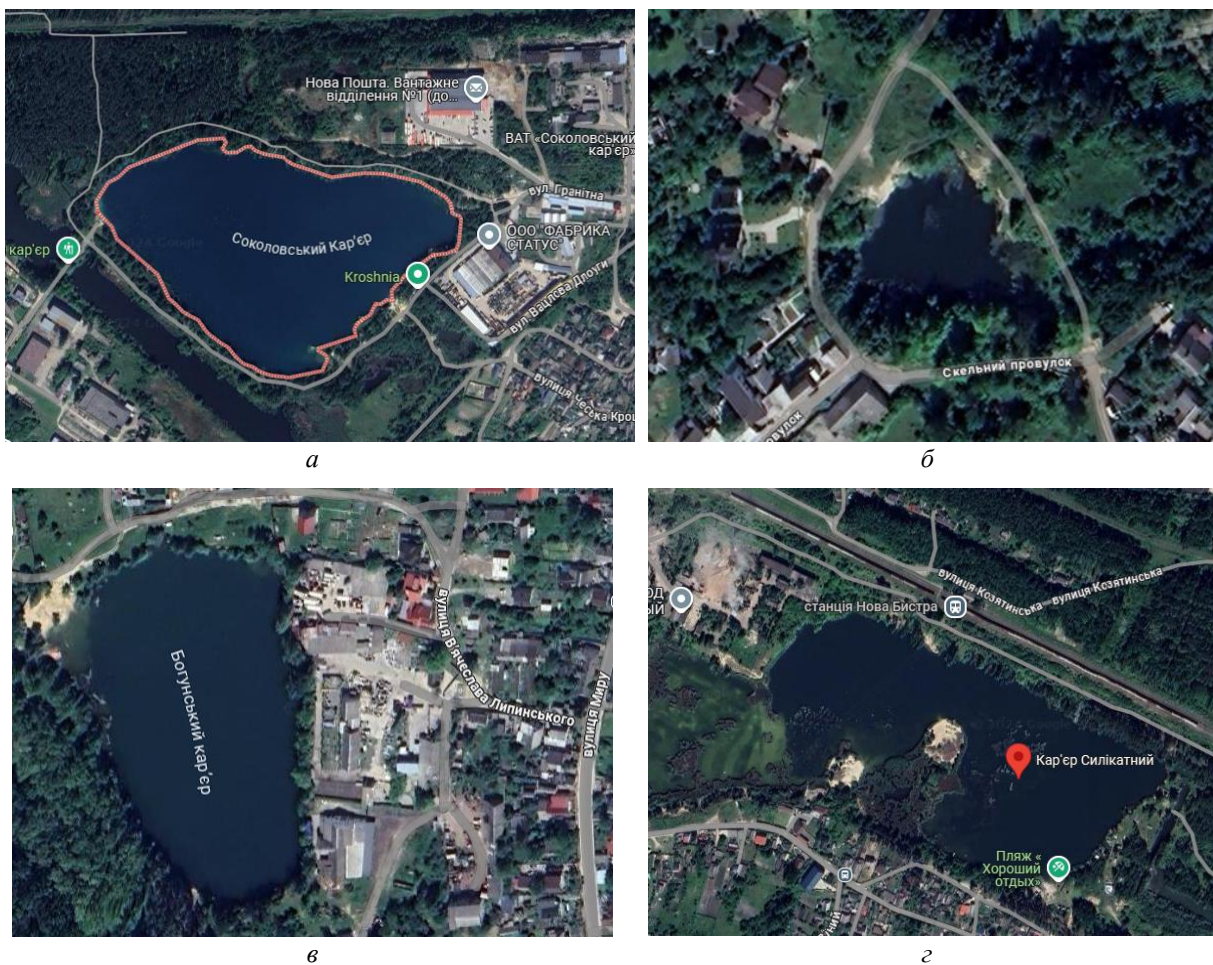


Рис.1. Конфігурація в плані відпрацьованих кар'єрів, розташованих в м. Житомир
 а, б – округлої форми; в, г – овальної форми

Щоб максимально швидко та точно сформувавши головні принципи та прийоми формування архітектурно-планувальної організації просторів на території рекультивованих кар'єрів, необхідно опрацювати теоретичну модель, яка включає основні вимоги до об'єкту дослідження, завдання, що стоять перед архітектором під час дослідження, з урахуванням основних факторів та характеристик впливу на всіх рівнях.

Принцип раціонального архітектурно-планувального рішення при проектуванні рекреаційних зон на порушених територіях передбачає вибір найбільш раціональних об'ємно-планувальних рішень забудови території відповідно до чинних норм. Даний принцип передбачає також на містобудівному рівні врахування доступності об'єкта, що впливає на його інвестиційну привабливість та рентабельність. Адже, наявність чи відсутність інженерних мереж на також впливає на підсумкову вартість об'єкту.

Принцип відповідності функціональної спрямованості відродження відпрацьованих територій враховує містобудівну цінність території. А саме, потрібно враховувати розташування кар'єру в місті або поза населеними пунктами, розташування ділянки відносно центру міста, рекреаційних зон.

Принцип раціонального використання територіального ресурсу передбачає вирішення проблеми активного територіального росту міст. Тому вкрай важливим на сьогодні є питання ефективного використання наявних територій, а також реабілітація колишніх промислових територій для подальшого формування повноцінного соціального середовища.

Принцип сталого розвитку визнається як важлива стратегія для досягнення економічного, соціального та екологічного збалансованого розвитку міських територій. Цей принцип передбачає забезпечення потреб сучасного покоління, не позбавляючи можливостей майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

Принцип позитивного впливу на формування ландшафту порушених територій відіграє важливу роль у рекультивативній та відновленні природних або промислово зруйнованих місць. Цей принцип передбачає активне впровадження заходів, спрямованих на створення нових, естетичних та функціональних ландшафтів з метою поліпшення екологічного, соціального та економічного стану таких територій.

Рекреаційні простори на території рекультивованих кар'єрів мають свої особливості, зумовлені характером господарського використання території в минулому та певними технологічними вимогами щодо благоустрою ландшафту. Одним із найперспективніших напрямів сучасної ландшафтної архітектури є геопластика – це метод моделювання та перетворення поверхневих форм території, що дозволяє змінювати їх геометрію та конфігурацію.

Ідея перепрофілювання відпрацьованих територій активно досліджується з другої половини ХХ ст. Найчастіше розглядалось питання ландшафтно-планової організації рекреаційних зон і парків на таких територіях. Одночасно досліджувалися особливості проектування на складному рельєфі, що стало можливим з удосконаленням будівельних матеріалів і методів будівництва. На ранніх стадіях розвитку проекти рекультивативні були в основному спрямовані на благоустрій навколишнього середовища. Відпрацьовані кар'єри перетворюються на заводнені зони для відпочинку та спорту, а схили пагорбів – для активного озеленення.

При проектуванні рекреаційних просторів кар'єрів необхідно враховувати потреби та інтереси різних груп людей. Деякі колишні кар'єри піддаються пригодницькому туризму, наприклад, скелелазінню, екстрим-спуску на тросі, банджі-джампінгу. Ці заходи дозволяють відвідувачам оцінити унікальні краєвиди, беручи участь у захоплюючих враженнях. Однією з головних принад затоплених кар'єрів є сюрреалістичні та часто драматичні пейзажі, що зацікавлюють дайверів. Затоплені кар'єри часто містять приховані скарби, включаючи покинуте обладнання та транспортні засоби.

Аналізуючи вище наведене можна зазначити, що для кар'єрів, розташованих в м. Житомир потрібно проектувати та здійснювати зміцнення та огорожу відкосів, навколо водно-рекреаційних зон по периметру кар'єрів необхідно передбачати облаштування доріжок для прогулянок з зонами відпочинку, лавами й альтанками, а також з місцями, облаштованими для пікніків. Орім невеликих пляжних зон на територіях відпрацьованих кар'єрів необхідно розміщувати басейни для дорослих та дітей, спортивні майданчики, майданчики для рухливих ігор, причали для човнів і катамаранів. Для Соколовського кар'єру цікавим рішенням було б влаштування дайвінгу.

Список використаних джерел:

1. Недільська Д.С., Остафійчук Н.М. Використання площ, порушених гірничими виробками, в будівництві. Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні проблеми гірництва та будівництва», 23 листопада 2023 року, Житомир : «Житомирська політехніка», 2023. С.100-101.
2. Паспорт. Житомирська область. 2020 рік. Житомир, від 29 квітня 2020 року, № 110-6/VI
3. ДБН Б.2.2-12:2019 Містобудування. Планування і забудова територій [Чинний від 2018-09-01]. –К.: Держбуд України, 2018. – 175 с.
4. ДБН Б.2.2-5:2011 Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. Зміна № 1. [Чинний від 2014-09-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 64 с.

Постернак О.С., студент, групи ПЦБ-481,
 Інженерно-будівельного інституту
 Постернак І.М., канд.техн.наук, доцент,
 Одеська державна академія будівництва та архітектури

ПІДСИЛЕННЯ ПРИСТАВНОЇ ДЕРЕВ'ЯНОЇ КРОКВ'ЯНОЇ СИСТЕМИ ЗА УМОВ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ФОНОВОЇ ЗАБУДОВИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ МІСТА ОДЕСИ

Містобудівна реконструкція – це цілеспрямована діяльність зі зміни раніше сформованої містобудівної структури, що обумовлена потребами розвитку та вдосконалення.

Реконструкція стала одним з магістральних напрямків в області будівництва, і об'єми її неухильно зростають.

Переважає більшість будівель фонові за будови центрального району м. Одеси, які потребують реконструкції, – це малоповерхові (в 3-4 поверхи) будівлі, зі стінами з каменю вапняку-черепашнику і скатними горищними дахами різноманітної конструкції, несуча частина яких – кроквяна система – виконана з деревини [1]. Роботи з реконструкції повинні здійснюватись на базі індивідуального підходу до кожного з можливих об'єктів із збереженням сформованої архітектурної забудови, характерної для центральної частини м. Одеси.

Реконструкція горищних дахів будівель фонові за будови пов'язана з трьома основними напрямками: ремонт у зв'язку з руйнуванням окремих елементів – підсилення конструкцій; зміна кута нахилу покрівлі у зв'язку зі зміною покрівельного матеріалу; а також перебудова горищного поверху у мансардний.

Підсилення елементів кроквяної системи може виконуватись такими способами:

- 1) нарощування крокв при зміні кута нахилу (виконується за допомогою додаткових кроквяних ніг, що з'єднуються з існуючими за допомогою стояків);
- 2) підсилення системи ригелями або введенням додаткового ригелю;
- 3) підсилення підкосами;
- 4) додаткові проміжні крокви (між існуючими) із підсиленням прогона підкосами;
- 5) підсилення кроквяних ніг нарощуванням (дошки, металеві протези, сталеві профілі);
- 6) заміна пошкодженої деревини протезами [2,3].

Розглянемо варіанти підсилення (1...5) для приставних кроквяних систем та визначимо найбільш раціональний при збільшенні розрахункового навантаження (наприклад в 2 рази, тобто $q_2=2q_1$).

1. При необхідності зміни кута нахилу покрівлі, щоб уникнути повної заміни всієї кроквяної системи, виконують підсилення кроквяних ніг за допомогою додаткових, що з'єднуються за допомогою стояків з існуючими. Цей спосіб розглянемо в сенсі підсилення кроквяної ноги за рахунок перетворення її конструкції з балки на ферму, а зміну кута нахилу розглянемо як побічний ефект. В такому випадку прямокутний переріз перетворюється на складний, що складається з двох прямокутних.

2. Підсилення системи ригелями або введенням додаткового ригелю: ригель сприймає розпір, надає додаткову жорсткість, але не зменшує розрахункового прольоту кроквяної ноги, і не збільшує несучої здатності крокв. Якщо в системі вводиться додатковий ригель, то він сприймає частину розпору, що не сприйняв існуючий.

3. Підкіс надає системі додаткової жорсткості та його можна вважати додатковою опорою для кроквяної ноги. Тоді вона перетворюється на двопролітну нерозрізну балку.

Якщо підкіс введено у конструктивну систему таким чином, що кроквяна нога спирається на нього посередині свого прольоту, тобто $l_2 = l_1/2$, тоді:

$$M_1 = \frac{q_1 l_1^2}{8} \quad (1)$$

$$M_{\max, 2} = \frac{q_2 l_2^2}{8} \quad (2)$$

$$M_1 = M_2 \quad (3)$$

$$\frac{q_1 l_1^2}{8} = \frac{q_2 l_2^2}{8} \quad (4)$$

Після підстановки $q_2=2q_1$ в (4) отримуємо $q_2 = 4q_1$. Отже, при введенні підкосу так, що $l_2 = l_1/2$ навантаження можна збільшити в 4 рази.

4. Введення додаткових проміжних крокв між існуючими дозволяє кроквяній системі сприймати більш навантаження, крім того, надається додаткова жорсткість усій кроквяній системі в поздовжньому напрямку за рахунок підкосів.

При введенні додаткових кроквяних ніг такого ж перерізу, як і існуючі, навантаження на них розподіляється порівну, тобто якщо кількість кроквяних ніг збільшується в 2 рази, то навантаження на одну пару кроквяних ніг відповідно зменшується в 2 рази.

До реконструкції, в такому випадку, прогін служить для жорсткості у поздовжньому напрямку, а також для сприйняття незначних зусиль при виникненні ексцентриситету при спиранні крокв через прогін на стояки. При додаванні нових крокв вони верхньою частиною спираються лише на прогін, тобто передають частину навантаження на нього, і тоді прогін вже працює як нерозрізна багатопролітна балка з зосередженими навантаженнями. Далі вводять підкоси, які слугують додатковими опорами для прогону. Якщо підкоси кріпити до прогону у місцях обпирання кроквяних ніг, то вертикальна складова навантаження від них буде передаватись через підкіс безпосередньо на стіну, і згинаючий момент у прогоні не виникне.

5. Підсилення кроквяних ніг нарощуванням збільшує несучу здатність підсилюваних елементів за рахунок збільшення їх перерізу.

При збільшенні навантаження у 2 рази, згинаючий момент також збільшується в 2 рази, отже і потрібний момент опору перерізу має бути в 2 рази більший:

$$W_2 = 2W_1 \quad (5)$$

$$W_2 = 2 \frac{b_1 h_1^2}{6} \quad (6)$$

Тобто переріз повинен мати розміри $2b_1 \times h_1$ або $b_1 \times h_1 \sqrt{2}$.

Цей спосіб цікавий тим, що можливо збільшити розміри перерізу місцево, тобто лише на ділянці дії максимальних зусиль (зазвичай всередині прольоту в зоні дії максимальних згинаючих моментів).

Якщо виходити з умови, що розміри перерізу існуючих крокв задовольняють умови міцності та жорсткості, то нарощування перерізу має сенс лише на тій ділянці, де згинаючий момент від нового навантаження більший, ніж максимальний згинаючий момент від існуючого:

$$M_{2x} = M_{1x, \max} \quad (7)$$

$$M_{1x, \max} = \frac{q_1 l_1^2}{8} \quad (8)$$

$$M_{2x} = \frac{q_2 l_1 x}{2} - \frac{q_2 x^2}{2} \quad (9)$$

$$M_{2x} = \frac{2q_1 l_1 x}{2} - \frac{2q_1 x^2}{2} = q_1 (l_1 x - x^2) \quad (10)$$

$$l_1 x - x^2 - \frac{l_1^2}{8} = 0 \quad (11)$$

$$x = 0,146 l_1 \quad (12)$$

$$a = l_1 - 2x = 0,708 l_1 \quad (13)$$

Отже, на ділянці довжиною $a = 0,708 l_1$ переріз повинен мати розмір $2b_1 \times h_1$ або $b_1 \times h_1 \sqrt{2}$.

Висновок: розглянуто способи підсилення приставної дерев'яної кроквяної системи будівель фонові забудови центру Одеси за умов реконструкції. На основі порівняння визначено, що введення підкосів є найбільш раціональним варіантом підсилення трикутної кроквяної системи без підкосів і затяжок. Для більш складних систем раціональним є нарощування перерізу на ділянці довжини. Усі варіанти підсилення кроквяних ніг вимагають урахування зусиль також у стояках, зазвичай розміри їх перерізу приймаються конструктивно з запасом несучої здатності.

Список використаних джерел:

1. Постернак С.О, Коцюрубенко О.М. Інженерна архітектура житлових будівель історичної забудови міста Одеси // Реставрація, реконструкція, урбоекологія RUR-2010: зб. наук. праць № 7-8 [щорічник ПУВНК ICOMOS]. – Одеса: Вид-во «Optimum». – с.87-96.
2. Posternak I.M., Posternak S.A. Posternak O.S. *Technical research and development: collective monograph* / International Science Group. – Boston (USA): Primedia eLaunch, 2021. 616 (Section 8. Innovative technologies: 8.3. CSTC T-PPR: organizational measures technologies of enhancing energy efficiency of reconstruction buildings historical building of Odessa. P. 270–274. DOI- 10.46299/ISG.2021.MONO.TECH.I
3. Вахненко П.Ф. Реконструкція будівель і споруд агропромислового комплексу / П.Ф. Вахненко, В.П. Вахненко, Є.В. Клименко та ін.; за ред. П.Ф. Вахненка. – К. : Урожай, 1994. – 296с.

Прищеп С.В., студент 3 курсу ОР «бакалавр», групи ПЦБ-2,
 Науковий керівник: Наумов Я.О., асистент кафедри гірничих технологій
 та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
 Державний університет «Житомирська політехніка»

ПЕРЕВАГИ РІЗНОТРАВ'Я НАД ГАЗОНАМИ

Різотрав'я – це природна форма рослинного покриву, яка включає різноманітні види трав, квітів та інших рослин, характерних для місцевих екосистем. На відміну від однорідних газонів, які зазвичай створюються штучним шляхом і складаються з обмеженого набору видів трав, різотрав'я пропонує численні переваги з екологічної, економічної та естетичної точок зору. Протягом тривалого часу в різних країнах світу поширеною практикою було створення монокультурних газонів, що складаються здебільшого з одного або кількох видів трав. Однак сучасні тенденції у ландшафтному дизайні та екології все частіше звертають увагу на переваги різотрав'я – різноманітного покриття, яке складається з великої кількості видів рослин, що природно розростаються на певній території. Різотрав'я, або квітковий луг, як правило, включає різні види багаторічних трав, квітів і невеликих чагарників, які створюють природний килим рослинності. Його переваги перед монокультурним газоном стосуються не лише екології, а й зручності, естетики, економічності, і загального впливу на довкілля.

В екологічному аспекті різотрав'я є природним біотопом, який підтримує багату екосистему. Унікальність різотрав'я полягає у великій кількості видів, які утворюють середовище проживання для багатьох комах-запилювачів, птахів та інших тварин. Наприклад, різноманітні дикорослі квіти слугують джерелом нектару для бджіл, які відіграють ключову роль у запиленні рослин. Натомість газони не можуть підтримувати таку кількість біологічних зв'язків через свою однорідність.

Різотрав'я сприяє створенню сприятливого мікроклімату, оскільки має високу здатність до поглинання вологи та зниження температури навколишнього середовища. Густа рослинність квіткового луку допомагає зменшити пил, утримуючи його частинки на листках і стеблах, а також сприяє зменшенню рівня шуму. До того ж, різотрав'я виділяє велику кількість кисню і абсорбує вуглекислий газ, що сприяє очищенню повітря і покращенню екологічної ситуації у містах.

До того ж, кореневі системи рослин різотрав'я сприяють аерації ґрунту, збагачують його органічними речовинами та запобігають ерозії. Крім того, вони стимулюють розвиток корисної мікрофлори ґрунту, яка сприяє поліпшенню його родючості. Більшість багаторічних рослин квіткового луку природно відмирає і розкладається, створюючи природне добриво для ґрунту та збагачуючи його необхідними поживними речовинами.

В економічному аспекті різотрав'я не потребує значних витрат на догляд на відміну від газону. Це дозволяє зекономити кошти на підтримку його естетичного вигляду. Різотрав'я привабливе завдяки різноманіттю кольорів, форм і текстур рослин, які створюють живий і динамічний ландшафт.

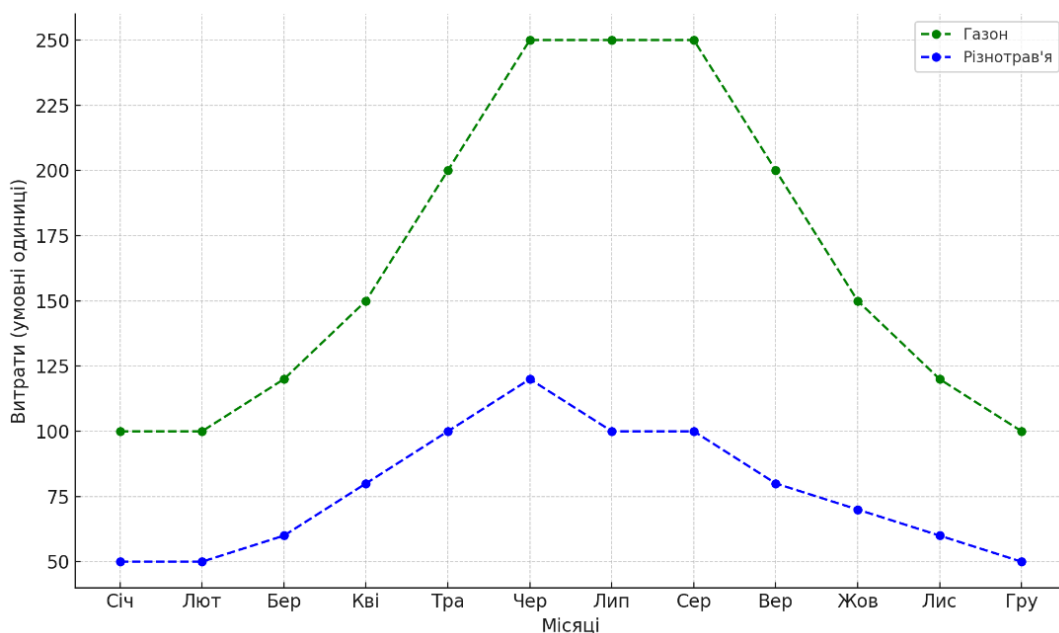


Рис. 1 Витрати на обслуговування газону та різотрав'я протягом року

Квітковий луг змінюється з часом, адже кожен сезон приносить нове цвітіння різних рослин. Це створює природний естетичний ефект, що надає ландшафту особливого колориту та чарівності. Газони, зі свого боку, забезпечують рівномірне зелене покриття, однак не здатні забезпечити таку різноманітність і насиченість фарбами, що обмежує їхній візуальний вплив на довкілля. У великих містах це може стати суттєвою економією для муніципалітетів.

У порівнянні з газонами, які вимагають постійного поливу, різнотрав'я значно знижує водоспоживання. Наприклад, дослідження в міських районах показали, що використання різнотрав'я зменшує витрати води на 30-50%. Утримання газонів потребує регулярного скошування, поливу, підживлення та обробки від шкідників. Це означає не лише значні витрати ресурсів (води, електроенергії, робочої сили), але й фінансові витрати. На рис. 1 показані витрати на обслуговування газону та різнотрав'я протягом року. Як видно, обслуговування газону коштує дорожче, особливо в теплі місяці, коли потрібне часте косіння, полив і застосування добрив. Витрати на різнотрав'я залишаються нижчими і стабільнішими, оскільки цей тип покриття потребує менше догляду.

Різнотрав'я, на відміну від газонів, вимагає мінімального догляду. Після висіву, його можна косити один-два рази на рік або взагалі залишати без догляду, що значно знижує витрати на його утримання. Це особливо актуально для великих територій, де вартість догляду за газоном може бути суттєвою статтею витрат.

Дослідження показують, що природні ландшафти позитивно впливають на психологічний стан людей. Спостереження за квітучими луками сприяє зниженню рівня стресу, покращенню настрою та підвищенню загального почуття благополуччя. Різноманіття кольорів та форм рослин у різнотрав'ї створює відчуття гармонії та наближеності до природи. У той час як газони можуть виглядати формально і навіть штучно, різнотрав'я створює природну атмосферу, що сприяє релаксації та відпочинку.

Також при використанні газонів здійснюється негативний вплив на довкілля. Газони зазвичай вимагають значної кількості добрив, пестицидів і гербіцидів для збереження їхньої рівномірності й зеленості. Це призводить до хімічного забруднення довкілля, особливо у великих містах, де дощова вода змиває ці речовини у водойми. У свою чергу, різнотрав'я, як правило, не потребує використання хімікатів, оскільки природний баланс рослин і тварин у його складі самостійно регулює чисельність шкідників та пригнічує розвиток бур'янів. Таким чином, квіткові луки сприяють підтримці природного середовища, не вимагаючи значних екологічних витрат.

Отже, різнотрав'я є ефективною альтернативою газонам у контексті сучасного екологічного та урбаністичного планування. Його використання дозволяє зберегти біорізноманіття, адаптуватися до змін клімату та зменшити економічні витрати. Вибір різнотрав'я замість газону є кроком до більш стійкого, природного підходу до озеленення, що зберігає природні ресурси та сприяє гармонійному співіснуванню з навколишнім середовищем.

Савченко А.С., студентка 3 курсу, групи ОС-21,
Хімінчук О.М., студентка 3 курсу, групи ОС-21,
Кисель А. В.

Науковий керівник: Вапнічна В.В., к.т.н., доцент
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інституту імені Ігоря Сікорського»

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕВОЇ ФІБРИ ЯК АРМУЮЧОГО ЕЛЕМЕНТА В БЕТОННІЙ СУМІШІ

Вступ. Фібробетон – це новий вид бетону, який має широкі перспективи в майбутньому. Дисперсне армування фіброю дає можливість не тільки компенсувати недоліки бетону (низьку міцність при розтягненні і крихкість), але й наділити його новими властивостями, а що ще важливіше – зробити процес виробництва армованих конструкцій автоматизованим (3D друк будівель) [1].

Матеріал і результати досліджень. На ринку України та за кордоном використовують різні типи сталевих фібри, яка залежно від характеристик і властивостей може мати різні форми та види. Основні типи сталевих фібри включають макрофібру, що підвищує міцність і тріщиностійкість бетону у великих об'єктах, мікрофібру для контролю тріщиноутворення і зносостійкості, а також гачкову, стрічкову та дротоподібну фібру, які підсилюють стійкість до розтягування і зносу, покращують механічні властивості бетону. Використання сталевих фібри у бетонних сумішах має численні переваги: зниження витрат, раціональне використання природних ресурсів, покращення фізико-механічних властивостей, тріщиностійкості, стійкості до зношування і корозії, а також специфічні функції, як-от захист від електромагнітних перешкод.

Дослідження М. Г. Сур'янінова показали, що несуча здатність сталевих фібробетону під час стиску майже не змінюється залежно від форми волокон, але впливає на тип руйнування: зразок не розпадається миттєво, а зберігає цілісність завдяки волокнам, які утримують бетон від остаточного руйнування. Наприклад, зразки сталевих фібробетону витримують навантаження на 11 % більше, ніж звичайний бетон, демонструючи кращі деформаційні характеристики. Зокрема, відносна поздовжня деформація сталевих фібробетону перевищує показники звичайного бетону в середньому на 36 % [2]. Дослідження фібри Vater вказали на її ефективність для дрібнозернистих бетонів, що пояснюється збільшеною поверхнею зчеплення завдяки хвилястій формі та анкерам на кінцях. Експерименти з різними типами фібри (хвиляста, анкерна із загнутими чи сплюсненими кінцями, прямолінійна) підтвердили, що хвиляста фібра Vater забезпечує найвищі значення міцності на стиск і згин, що на 40-50 % перевищує показники звичайного бетону.

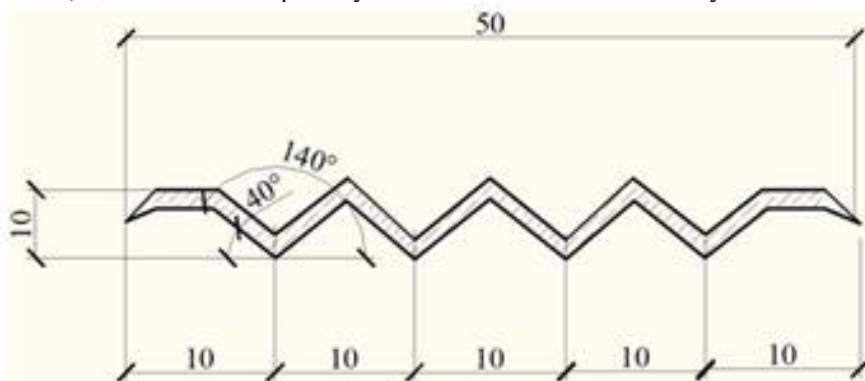


Рисунок 1- Креслення фібри Vater

Дослідження напружено-деформованого стану фібробетонних елементів охоплювали шість видів бетону: бетон без фібри (б/ф), бетон з фіброю Vater (Ф1), анкерною із загнутими кінцями (Ф2), анкерною зі сплюсненими кінцями (Ф3), анкерною із загнутими кінцями (Ф4) та прямолінійною фіброю з анкерами у вигляді конусів (Ф5). Результати експериментів показали, що найвищі показники міцності, особливо при стиску та згині, спостерігаються при використанні хвилястої фібри Vater (Ф1). Для дрібнозернистого бетону абсолютні значення міцності при розтягуванні на згин перевищують показники звичайного важкого бетону на 40-50 %. Це зумовлено збільшеною поверхнею зчеплення хвилястої фібри Vater з розчиновою частиною дрібнозернистого бетону порівняно з іншими видами анкерної фібри (Ф2-Ф5) (рис. 2-3).

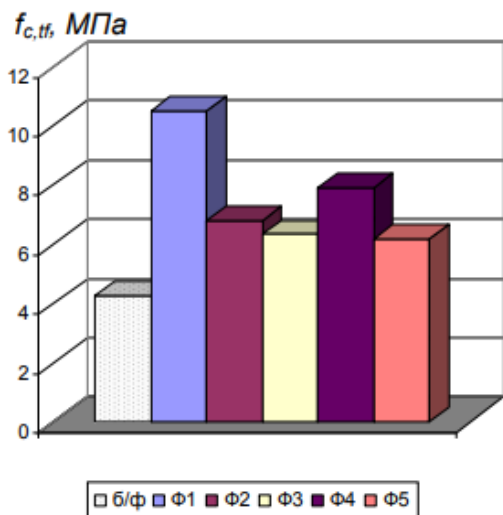


Рисунок 2 - Вплив виду фібри на значення міцності на розтяг при згині дрібнозернистого сталевібробетону у віці 28 діб (об'ємний вміст фібри 0,5).

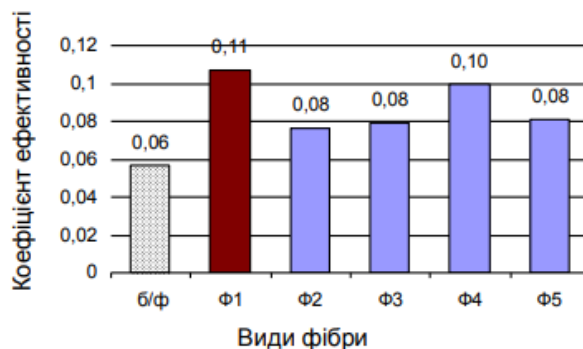


Рисунок 3 - Значення коефіцієнта ефективності дисперсного армування ($f_{c,tf} / f_{cm}$) при використанні різних видів фібр для дрібнозернистого бетону.

Павловим А.П., було виявлено, що міцність фібробетону (позначеної як R) на основі ПЦ500 варіюється в залежності від довжини застосовуваної сталевіброї (позначеної як L). Отримані результати демонструють тенденцію, що зі збільшенням довжини сталевіброї збільшується міцність фібробетону, що представлено графічно на (рис.4) [3].

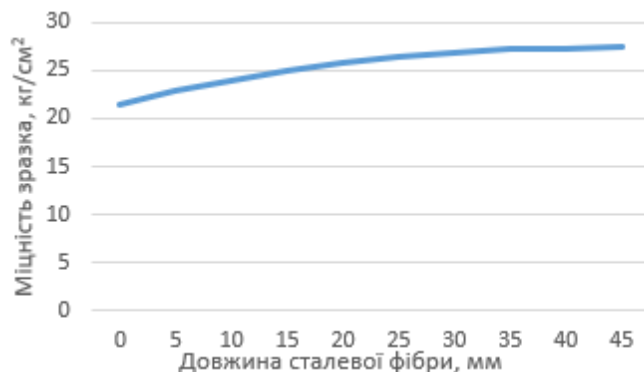


Рисунок 4 - Вплив довжини сталевіброї на міцність зразка

Висновок: встановлено, що наявність сталевіброї у складі бетону покращує його несучу здатність, деформаційні властивості та змінює механізм руйнування, забезпечуючи підвищення міцності на 11–36 % залежно від виду фібри. Найкращі результати досягнуті при використанні хвилястої сталевіброї для важких і дрібнозернистих бетонів, що дозволяє отримати міцність при стиску до 100 МПа. Подальші дослідження мають зосереджуватись на оптимізації вмісту та розподілу металевих наповнювачів для покращення характеристик будівельних матеріалів.

Список використаних джерел:

1. Гуслиста Г., Колохов В., Ярошенко Д. Пошук оптимальних параметрів сталевібробетонних плити на пружній основі. Дніпропетровськ, 2017. С. 76. URL: <http://srd.pdaba.edu.ua:8080/bitstream/123456789/3066/1/Guslysta.pdf> (дата звернення: 19.11.2024).
2. Сур'янінов, М. Г., Неутов, С. П., Корнєєва, І. Б., & Величко, Д. В. (2020). Несуча здатність сталевібробетону з фіброю різного типу. Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, (2(49)), 18
3. Павлов, О.П. Залежність міцності розчину від витрати цементу [Текст] / О.П. Павлов, Л.М. Фомиця // Журнал «Будівельні матеріали і конструкції», - К., «Будівельник», № 1. – 1971. – С. 35-37.

Савченко А.С., студентка 3 курсу, групи ОС-21,
 Хімінчук О.М., студентка 3 курсу, групи ОС-21,
 Науковий керівник: Ган О.В., к.т.н., ст.викл.
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інституту імені Ігоря Сікорського»

НЕОБХІДНІ ПАРАМЕТРИ УКРИТТЯ ДЛЯ УЧБОВОГО КОРПУСУ НН ІЕЕ

Вступ. Захисні споруди цивільного захисту (цивільної оборони) — інженерні споруди, призначені для укриття і тимчасового захисту людей, техніки та майна від небезпеки, що може виникнути або виникла внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, а також від дії засобів ураження в особливий період [1, 2]. Захисні споруди в залежності від мети створення та своїх властивостей поділяють на: протирадіаційна (ПРУ), прості укриття та сховища.

Матеріал і результати досліджень. Найпростіше укриття - це цокольне або підвальне приміщення, інша споруда підземного простору, в якій створені умови для тимчасового перебування людей (не менше 48 годин) у разі виникнення небезпеки їх життя та здоров'ю з метою зменшення непрямой дії звичайних засобів ураження під час воєнних (бойових) дій та/або терористичних актів [1, 3].

Глибина розташування укриття залежить від його призначення: для тимчасового використання в умовах надзвичайних ситуацій рекомендується будувати на глибині 3–5 метрів, а для постійного проживання — понад 5 метрів. Приміщення мають відповідати нормативним розмірам: мінімальна висота становить 2.5 метра, а для використання дворівневих ліжок — не менше 2.9 метра. Ширина дверей до технічних приміщень, таких як вентиляційна або щитова, повинна бути не менше 0.7 метра. Основною технічною умовою являється людський простір- площа на одну особу не повинна бути меншою ніж 1.5 м³, при розташування двох'ярусних ліжок приймається 0.5м².

Для забезпечення життєдіяльності всередині укриття передбачаються системи вентиляції, очищення повітря, автономного енергопостачання, водопостачання та каналізації. Система повітропостачання (вентиляції) у сховищах забезпечує оптимальні умови для людей, підтримуючи необхідну температуру, вологість і склад повітря. Вона не тільки подає свіже повітря, але й захищає від потрапляння радіоактивного пилу, хімічно-небезпечних речовин, бактеріальних агентів та продуктів горіння. Система складається з повітрозабірників, протипилових фільтрів, фільтрів-поглиначів, вентиляторів, повітропроводів та регенераційного обладнання для сховищ з повною ізоляцією. Вентиляція може здійснюватися в трьох режимах: чиста вентиляція, фільтровентиляція та регенерація повітря. У першому режимі подається повітря з вулиці, очищене від пилу, з нормою 8-13 м³/год на людину. В режимі фільтровентиляції повітря очищається від радіоактивного пилу, НХР і біологічних засобів, а в режимі регенерації повітря забезпечується замкнутим циклом із подачею кисню з балонів та очищенням від вуглекислого газу. Очищення повітря здійснюється через фільтри різних типів. Протипилові фільтри, зокрема масляні сітчасті, очищують повітря від пилу, в тому числі радіоактивного. Фільтри-поглиначі очищують повітря від хімічно-небезпечних і бактеріальних речовин. Вентилятори подають повітря до сховища, забезпечуючи постійну циркуляцію.

Одним з важливих етапів будівництва укриттів є визначення необхідної площі на певну кількість людей, та визначення коефіцієнту місткості [1]. В даному випадку це розраховується на студентів науково-навчального інституту та його працівників які в сумі складають 620 персон.

$$S_{\text{заг}} = \frac{N * V_{\text{л}}}{h} + S_{\text{доп}} = \frac{620 * 1.5}{2.65} + 42 = 392,94 \text{ м}^2 \quad (1)$$

де $S_{\text{заг}}$ - загальна площа всіх приміщень в зоні герметизації(крім приміщень, для дизельної електростанції, тамбурів і розширювальних камер); N -кількість осіб; $V_{\text{л}}$ - мінімальний внутрішній об'єм приміщення на 1 людину. $S_{\text{доп}}$ -загальна площа допоміжних приміщень; h - висота приміщень.

$$S_{\text{осн}} = S_{\text{заг}} - S_{\text{доп}} = 392.94 - 42 = 350.94 \text{ м}^2 \quad (2)$$

$$S_{\text{люд}} = 620 * 1.5 = 930 \text{ м}^2 \quad (3)$$

$S_{\text{осн}}$ - Загальна площа основних приміщень.

$S_{\text{люд}}$ - площа приміщення для укриття людей.

$$M_v = \frac{S_{\text{заг}} * h}{V_l} = \frac{392.94 * 2.65}{1.5} = 694.194 \quad (4)$$

M_v - місткість сховища за об'ємом всіх приміщень в зоні герметизації.
Приймається значення в 694 людини.

$$M_s = \frac{S_{\text{люд}}}{S_n} = \frac{930}{0.5} = 1860 \text{ люд.} \quad (5)$$

M_s - місткість сховища за площею при двох'ярусному розміщенні ліжок.

$$k_m = \frac{M_{\phi}}{N} = \frac{1860}{620} = 3 \quad (6)$$

M_{ϕ} -фактична місткість (за неї приймається менше значення з величин); k_m - коефіцієнт місткості захисних споруд.

Висновок. За результатами розрахунків було визначено, що для забезпечення найбільшої місткості захисної споруди, необхідна площа під будову складає 930 м². Це дозволяє досягти коефіцієнта місткості, що перевищує одиницю, і забезпечує укриття максимальної кількості осіб, які одночасно перебувають у навчальному корпусі.

Захисні споруди цивільного захисту є важливою частиною інфраструктури, що гарантує тимчасове укриття та захист людей від надзвичайних ситуацій, терористичних актів та бойових дій. Вони повинні відповідати чітко визначеним технічним вимогам, зокрема щодо розмірів приміщень, умов для життєдіяльності та вентиляційних систем. Вентиляція у таких спорудах відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки, оскільки вона не лише забезпечує постачання свіжого повітря, а й очищає його від небезпечних часток і токсичних речовин, підтримуючи необхідні умови для комфортного і безпечного перебування людей у надзвичайних умовах.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.2-5:2023 "Захисні споруди цивільного захисту "
2. Використання захисних споруд цивільного захисту (цивільної оборони) для господарських, культурних та побутових потреб : Порядок від 09.03.2009 № № 253. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/204306186> (дата звернення: 17.11.2024).
3. Кодекс цивільного захисту України : URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 18.11.2024).

**Хома І.В., студентка, 2 курс, група ПЦБ-3,
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Остафійчук Н.М., старший викладач,
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Новими стандартами будівництва, прийнятими в країнах Європи, передбачається будівництво споруд з наближеним до нуля використанням енергії, що в першу чергу стосується житлових будинків індустріальної серії. Дотримання таких вимог потребує пошуку нових технічних рішень для стінових конструкцій, в тому числі таких, які б базувались на використанні теплоефективних матеріалів. Аналіз технологій енергоефективного будівництва в Україні показав, що в цьому напрямку типовим рішенням є створення багатошарових стін з використанням ніздрюватого бетону в поєднанні з мінеральним або синтетичним утеплювачем.

Кераміка зазвичай має відносно високу теплопровідність, через що вона погано утримує тепло. Це призводить до швидких тепловтрат у будівлях, які облицьовані керамічними виробами. В місцях стикування керамічних елементів (наприклад, цегли або плитки) часто виникають теплові містки, через які тепло легко виходить назовні. Деякі види кераміки, наприклад теракота, мають пористу структуру, яка поглинає вологу. Це може погіршувати теплоізоляційні властивості та вологісний стан огорожувальних конструкцій, особливо у вологих умовах. Керамічні плитки або тонкі шари керамічної облицювання не забезпечують достатнього рівня теплоізоляції, особливо якщо їх використовують без додаткових ізоляційних матеріалів.

Враховуючи певні суттєві недоліки цих утеплювачів, більш доцільним варіантом спорудження теплоефективної стіни могло б стати використання в ній пористо-пустотілих керамічних виробів, що виключало б необхідність додаткового утеплення. Представлена на будівельному ринку вітчизняна продукція такого типу за рівнем густини може бути віднесена до категорії конструкційних матеріалів, що при їх використанні знижуватиме теплоефективність стін. Виходячи з цього, набуває актуальності задача розроблення конструкційно-теплоізоляційної кераміки, яка б забезпечувала ефективний тепловий захист стінової конструкції при необхідному рівні її міцності.

Одним із методів підвищення теплоізоляційних властивостей кераміки є застосування добавок – перліту, вермикуліту, мікросфер, аерогелю, піноскла, кам'яного борошна. Загалом, добавки вводять на початковому етапі підготовки керамічної маси, щоб вони рівномірно розподілилися в матеріалі. Після змішування масу формують у вироби, які потім висушують і випалюють. Під час випалу добавки впливають на структуру матеріалу, створюючи пори і знижуючи його теплопровідність, що забезпечує кращу теплоізоляцію кінцевих керамічних виробів.

Поєднання кераміки з біоматеріалами є новим напрямком у матеріалознавстві, особливо з точки зору підвищення теплоізоляційних властивостей. Основна ідея полягає в тому, щоб полегшити керамічні вироби, зменшити їхню теплопровідність і водночас зберегти механічну міцність. Біоматеріали також допомагають створити пористу структуру, яка утримує повітря і знижує теплопередачу, що є ключовим для ізоляції.

Серед біоматеріалів, які успішно поєднуються з керамікою є: целюлоза (додають до керамічних матеріалів для створення легких, пористих структур); водорості та мікрowodорості (для виготовлення біокераміки з покращеними ізоляційними характеристиками); кокосова шкаралупа та інші деревні матеріали (після випалу такі добавки згорають, залишаючи повітряні порожнини, які підвищують теплоізоляційні властивості); грибні мікеліуми (для створення біокомпозитів з керамікою); лігнін (покращує ізоляційні якості кераміки завдяки своїй здатності до стабільної мікропористості).

Такі біо-добавки дозволяють кераміці ставати більш екологічно чистою, знижуючи вміст неорганічних хімічних компонентів та підвищуючи енергоефективність. Завдяки цьому поєднанню, біокерамічні вироби можуть використовуватись як в будівельних матеріалах, так і в інноваційних теплоізоляційних рішеннях.

Для виготовлення структур з низькою щільністю й високим вмістом повітряних пор успішно слугує 3D-друк. Така кераміка може бути використана для теплоізоляційних панелей, що покращують енергоефективність будівель. Завдяки цьому підходу можна створювати ізоляційні матеріали для промислового обладнання, що працює в умовах високих температур.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022 – 23 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-282:2011 (EN 14411:2006, NEQ). Плитки керамічні. Технічні умови. К: Мінрегіон України, 2012. – 38 с.

Шепель П.В., студент, 3 курс, група РР-52,
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Остафійчук Н.М., старший викладач,
Державний університет «Житомирська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕДЧАСНОГО РУЙНУВАННЯ АРХІТЕКТУРНО- БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ В ПРАКТИЦІ ПАРКОВОГО БУДІВНИЦТВА НА ПРИКЛАДІ МОНУМЕНТУ СЛАВИ М. ЖИТОМИР

Монумент Слави являє собою високу масивну колону циліндричної форми, котра облицьована лекальними плитами з лабрадориту, на якій установлена скульптурна композиція.

З головного входу монументу, зустрічаються перші проблеми даного монументально-паркового ансамблю. Через вологість у підніжжі монументу бруківка обросла лишайниками та мохом в проміжках (рис 1а). Монтаж сходиць по периметру парку був проведений не дотримуючись будівельних норм – правильних кутів нахилу, ширини та висоти сходиць (рис 1 б,в). Більшість доріжок, які були спроектовані, з часом засипались ґрунтом і ведуть в закинуті частини паркової зони (рис. 1г).

Основа монументально-паркової зони – це сам монумент. Відійшовши від монументу спостерігається відхилення споруди від вертикальної вісі. На лабрадоритових плитах видно сліди сірих висолів з цементу, та плями від окиснення залізовмісних мінералів (рис. 1д). Облицьовальні плити через недотримання технологій монтажу зазнали передчасного руйнування – утворенню сколів та тріщин (рис 1е). Сторона монументу, яка напрямлена до річки, має найбільшу кількість сколів шириною від 4 до 10 см і за довжиною від 3 см. З протилежної сторони сколи або відсутні або в межах норми.

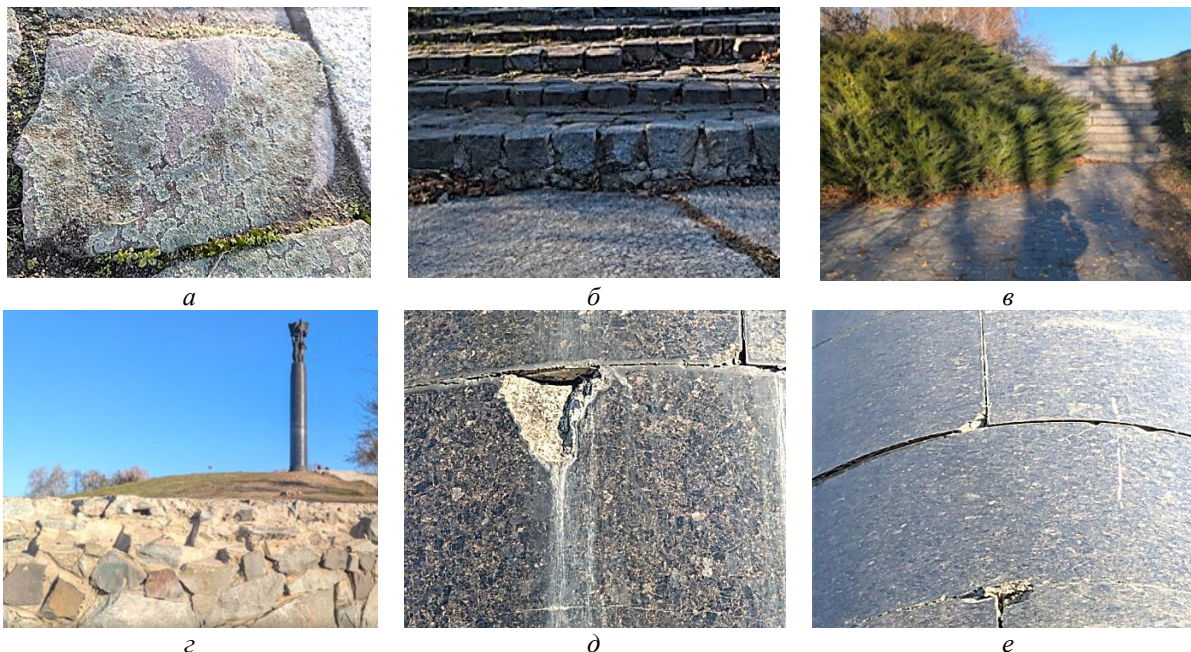


Рис.1. Стан архітектурно будівельних виробів Монументу Слави м. Житомир:

*а – пошкодження бруківки; б,в – руйнування сходиць і доріжок; г – висоли і сколи на облицьовальних плитах;
д – відходження плит від площини облицьовання*

Рекомендації що до покращення монументально-паркової зони:

1. Заміна бруківки та знищення лишайників і моху за допомогою реактивів.
2. Проектування нових сходиць та доріжок.
3. Зміцнення основи монументу.
4. Пошкоджені облицьовальні плити необхідно замінити та виконати гідрофобізацію компенсаційних швів для усунення висолів цементу. Дрібні сколи та тріщини усунути шляхом шліфування плит або заповненням мастиками, після чого зафарбувати в колір наближений до кольору плит.
5. Для поліпшення паркової зони слід поділити її на окермі зони, в кожній з яких буде свій унікальний ландшафт, що придасть зоні естетичності та збільшить приток зацікавленості серед людей.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ 9273:2024 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість. Київ, ДП "УкрНДНЦ", 2024 – 91 с.

ЄВРОПЕЙСЬКІ СТУДІЇ В ГАЛУЗІ ГІРНИЦТВА ТА ЕКОЛОГІЇ

УДК 622

Антонюк П.П., студент
Червінський А.М., студент
Махно А.М., аспірант

*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ З ЄС

Вступ

Інтеграція України до Європейського Союзу створює нові можливості та виклики для вітчизняного бізнесу. Одним із важливих аспектів адаптації української економіки до європейських стандартів є гармонізація національної системи стандартизації. Це питання є особливо актуальним для галузей, пов'язаних із виробництвом виробів із природного каменю, які мають великий експортний потенціал. Вимоги ЄС до якості продукції, екологічності та відповідності технічним нормам потребують особливої уваги, адже від цього залежить конкурентоспроможність українських виробників на європейському ринку.

Необхідність стандартизації

Стандартизація виробів із природного каменю є ключовим елементом для забезпечення стабільної якості продукції та відповідності міжнародним вимогам. У ЄС діє система єдиних технічних регламентів та стандартів, що регулюють вимоги до матеріалів, методів виробництва, екологічної безпеки та експлуатаційних характеристик. Українські виробники, прагнучи вийти на європейський ринок, повинні забезпечити відповідність продукції цим стандартам, що вимагає модернізації виробництва, підвищення кваліфікації персоналу та впровадження сучасних методів контролю якості.

Європейські стандарти на вироби з природного каменю

У Європейському Союзі для виробів із природного каменю діє серія стандартів EN (European Norms), які регламентують такі аспекти:

1. **Фізико-механічні характеристики:** міцність на стиск, згин, водопоглинання, стійкість до стирання тощо.
2. **Екологічна відповідність:** забезпечення безпеки матеріалів для здоров'я людей і навколишнього середовища.
3. **Декларація продуктивності:** відповідно до Регламенту ЄС №305/2011, кожен виробник зобов'язаний надавати споживачам інформацію про експлуатаційні характеристики виробу.
4. **Маркування CE:** забезпечення можливості вільного обігу товарів у межах ЄС завдяки наявності маркування, яке підтверджує відповідність продукції європейським нормам.

Виклики для українських виробників

Українська промисловість з обробки природного каменю має потужний потенціал, проте стикається з низкою викликів на шляху до інтеграції з ринком ЄС:

1. **Різниця в технічних регламентах:** українські стандарти в багатьох випадках не відповідають європейським.
2. **Застаріле обладнання:** більшість підприємств використовують технології, які не забезпечують належної якості продукції.
3. **Високі витрати на сертифікацію:** процес отримання європейських сертифікатів є фінансово затратним.
4. **Недостатній рівень інформованості:** багато виробників не володіють необхідними знаннями про європейські вимоги.

Шляхи вирішення

Для успішної інтеграції українських виробників у європейський ринок необхідно реалізувати комплекс заходів, зокрема:

1. **Гармонізація національних стандартів із європейськими:** оновлення нормативної бази відповідно до вимог EN.
2. **Підвищення якості продукції:** впровадження сучасних технологій обробки та контролю якості природного каменю.
3. **Навчання персоналу:** організація тренінгів та семінарів для працівників підприємств щодо вимог європейського законодавства.
4. **Державна підтримка:** субсидії на сертифікацію, модернізацію виробництва та участь у міжнародних виставках.

5. **Співпраця з європейськими партнерами:** створення спільних підприємств, обмін досвідом та технологіями.

Переваги стандартизації

Запровадження європейських стандартів дасть змогу українським виробникам отримати ряд переваг:

1. **Підвищення конкурентоспроможності:** відповідність європейським нормам відкриє доступ до нових ринків.

2. **Зростання довіри споживачів:** сертифікована продукція викликає більше довіри серед європейських партнерів і клієнтів.

3. **Економічний розвиток:** розширення експорту сприятиме зростанню доходів підприємств і створенню нових робочих місць.

4. **Екологічна відповідальність:** відповідність європейським екологічним стандартам дозволить зменшити вплив виробництва на довкілля.

Висновок

Стандартизація виробів із природного каменю є необхідною умовою для інтеграції України до європейського ринку. Цей процес вимагає значних зусиль, але його успішна реалізація сприятиме підвищенню якості продукції, зміцненню позицій вітчизняних виробників та розширенню економічного потенціалу країни. Завдяки впровадженню європейських стандартів Україна зможе зайняти гідне місце серед провідних постачальників природного каменю на міжнародному рівні.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ Б В.2.7-69-98. Каміні природні облицювальні. Технічні умови. – Київ: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 1998.

2. Європейський парламент і Рада ЄС. Регламент (ЄС) №305/2011 про встановлення гармонізованих умов для реалізації будівельної продукції. – Офіційний вісник ЄС, 2011.

3. Системи стандартизації та сертифікації в ЄС: методичні рекомендації / За ред. О.І. Павленко. – Київ: Центр європейських досліджень, 2015.

4. Адаменко І.О., Гладкий Б.А. Стандартизація продукції в умовах євроінтеграції. – Харків: Видавництво НТУ "ХПІ", 2020.

5. Ткачук О.М. Екологічні аспекти стандартизації природних матеріалів для будівництва. // Екологічний вісник. – 2018. – №2. – С. 12-18.

6. EN 1467:2012. Природний камінь. Блоки для обробки. Технічні вимоги. – Європейський комітет зі стандартизації (CEN), 2012.

7. Жук О.П. Особливості адаптації українських підприємств до стандартів ЄС. // Економіка та стандартизація. – 2017. – №3. – С. 24-30.

8. Гребінь В.М. Інтеграція української системи стандартизації з європейською: перспективи та виклики. // Журнал "Технічні науки". – 2019. – №4. – С. 33-40.

9. Directive 89/106/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products. – Official Journal of the European Communities, 1989.

10. Кам'яний ринок Європи: тенденції та стандарти / В.Г. Сімонов. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019.

Бугира В.О., студент
Аринкін О.А., студент
Махно А.М., аспірант

*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ ДОСВІДУ ЄС В УКРАЇНІ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ГІРНИЧИХ РОБІТ

Гірничодобувна промисловість є стратегічно важливим сектором економіки України, який забезпечує потреби багатьох інших галузей. Проте, незважаючи на значний ресурсний потенціал, ефективність організації гірничих робіт у країні потребує вдосконалення. Інтеграція досвіду Європейського Союзу (ЄС) у цій сфері є важливим кроком на шляху до підвищення ефективності, екологічності та безпечності гірничих робіт.

Європейський Союз вирізняється високими стандартами організації гірничих робіт, які ґрунтуються на таких принципах:

1. **Екологічна стійкість.** Країни ЄС приділяють значну увагу зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. Регламенти ЄС передбачають жорсткі вимоги до рекультивації земель, збереження біорізноманіття та управління відходами.
2. **Безпека праці.** У рамках директив ЄС діють суворі норми щодо охорони праці, використання інноваційного обладнання та запобігання аваріям.
3. **Енергоефективність.** ЄС активно впроваджує сучасні технології, що дозволяють оптимізувати енергоспоживання та знижувати викиди вуглекислого газу.
4. **Інновації.** Використання цифрових технологій, автоматизації та діджиталізації процесів є невід'ємною частиною гірничих робіт у Європі.

Україна має значний мінерально-сировинний потенціал, але більшість підприємств працює за застарілими стандартами, що призводить до низької ефективності, значних втрат ресурсів і негативного впливу на довкілля. Впровадження європейського досвіду організації гірничих робіт є важливим для:

1. **Підвищення конкурентоспроможності** української гірничої промисловості.
2. **Забезпечення екологічної відповідальності** відповідно до міжнародних норм.
3. **Зменшення травматизму** та підвищення рівня безпеки працівників.
4. **Розширення доступу до європейських ринків** для української продукції.

Інтеграція досвіду ЄС в Україні можлива за такими напрямками:

1. Гармонізація законодавства

Україні необхідно адаптувати національну нормативно-правову базу до європейських стандартів. Основними документами для гармонізації є директиви ЄС, такі як: Директива 92/91/ЄЕС щодо гірничих робіт; Директива 2006/21/ЄС про управління відходами видобувної промисловості.

2. Впровадження інноваційних технологій

ЄС широко використовує автоматизацію процесів, системи моніторингу та управління ризиками, що дозволяє знизити витрати та покращити безпеку. Для цього в Україні потрібно інвестувати у модернізацію обладнання та розвивати наукові дослідження у сфері видобутку корисних копалин.

3. Підвищення екологічних стандартів

В Україні слід впровадити практики рекультивації земель, переробки відходів та використання екологічно безпечних методів видобутку, які є стандартом для ЄС.

4. Підготовка кадрів

Одним із ключових аспектів є навчання персоналу. Українські фахівці повинні бути обізнаними з сучасними технологіями та стандартами, що діють у країнах ЄС.

5. Державна підтримка та міжнародна співпраця

Для інтеграції європейського досвіду необхідно забезпечити фінансову підтримку підприємств для модернізації виробництва та налагодити співпрацю з європейськими партнерами, зокрема через програми обміну досвідом. Попри перспективи, інтеграція досвіду ЄС вимагає подолання таких викликів:

1. **Фінансова складність.** Модернізація обладнання та впровадження інновацій потребують значних інвестицій.
2. **Слабка нормативна база.** Недостатня адаптація українського законодавства до стандартів ЄС уповільнює процес інтеграції.
3. **Опір змінам.** Частина підприємств та працівників може не бути готовою до впровадження нових технологій і практик.

Інтеграція досвіду ЄС в організацію гірничих робіт відкриває перед Україною можливості для модернізації галузі, підвищення її конкурентоспроможності та забезпечення стійкого розвитку. Успішна реалізація цих змін залежить від комплексного підходу, який включає гармонізацію законодавства, впровадження інновацій, підготовку кадрів та державну підтримку. Україна, використовуючи досвід ЄС, може не лише вдосконалити власну гірничодобувну промисловість, але й стати сильним гравцем на міжнародному ринку.

**Верезумський А.В., студент,
Суліган А.А., студент,
Коробійчук В.В., д.т.н., проф.**

*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ГІРНИЧОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

Сталий розвиток гірничого виробництва є ключовою складовою стратегії гармонійного розвитку економіки України. Умови євроінтеграції ставлять перед українськими підприємствами нові виклики, серед яких забезпечення екологічної відповідальності, раціонального використання природних ресурсів та впровадження інноваційних технологій. Відповідність принципам сталого розвитку не лише підвищує конкурентоспроможність гірничої галузі, а й сприяє зміцненню позицій України на міжнародному ринку.

Сталий розвиток гірничого виробництва передбачає збалансоване врахування екологічних, економічних і соціальних аспектів. Європейський Союз є лідером у впровадженні принципів сталого розвитку в гірничій галузі. До ключових аспектів європейського підходу належать:

1. **Нормативна база.** У країнах ЄС діють жорсткі екологічні стандарти, такі як Директива 2006/21/ЄС про управління відходами видобувної промисловості.

2. **Інноваційні технології.** Європейські підприємства активно впроваджують автоматизовані системи управління, цифрові платформи для моніторингу та оптимізації процесів.

3. **Рекультивация та управління відходами.** У ЄС практикується повний цикл відновлення екосистем, включаючи повторне використання відходів і відновлення ландшафтів.

4. **Публічно-приватне партнерство.** Активна співпраця між державою, підприємствами та місцевими громадами для впровадження сталих практик.

Українська гірничодобувна промисловість має значний потенціал, проте стикається з низкою проблем на шляху до сталого розвитку:

1. **Застарілі технології.** Багато підприємств використовують обладнання, яке не відповідає сучасним екологічним стандартам.

2. **Недостатнє фінансування.** Реалізація сталих проєктів потребує значних інвестицій, які не завжди доступні для українських компаній.

3. **Слабка нормативна база.** Законодавство України лише частково гармонізоване з європейськими стандартами.

4. **Екологічні проблеми.** Невідновлені землі, значний обсяг відходів та високий рівень забруднення навколишнього середовища.

Для інтеграції принципів сталого розвитку в гірничу промисловість України необхідно здійснити низку заходів:

1. **Гармонізація законодавства.** Приведення національної нормативно-правової бази у відповідність до стандартів ЄС.

2. **Модернізація виробництва.** Впровадження нових технологій, що сприяють зменшенню споживання енергії, води та інших ресурсів.

3. **Екологічна відповідальність.** Рекультивация порушених земель, ефективне управління відходами, зменшення забруднень.

4. **Державна підтримка.** Забезпечення фінансових стимулів для підприємств, які впроваджують екологічно безпечні практики.

5. **Навчання персоналу.** Організація тренінгів та підвищення кваліфікації працівників щодо сучасних стандартів і технологій.

Впровадження принципів сталого розвитку в гірничій галузі дає низку переваг:

1. **Підвищення конкурентоспроможності.** Виробництво екологічно чистої продукції сприятиме виходу на міжнародні ринки.

2. **Зменшення екологічного навантаження.** Скорочення забруднень та відновлення природних ресурсів позитивно вплине на довкілля.

3. **Розвиток місцевих громад.** Створення нових робочих місць і поліпшення умов життя для населення.

4. **Покращення іміджу країни.** Україна отримає репутацію держави, яка дотримується міжнародних стандартів у сфері видобутку корисних копалин.

Сталий розвиток гірничого виробництва є необхідною умовою для забезпечення довгострокової конкурентоспроможності української гірничої галузі в умовах євроінтеграції. Використання європейського досвіду та впровадження інноваційних рішень дозволять підвищити ефективність виробництва, мінімізувати його вплив на навколишнє середовище та сприяти соціально-економічному розвитку регіонів. Україна має всі передумови для того, щоб стати лідером у впровадженні сталих практик у гірничодобувній галузі.

**Н.П. Кириленко, асистент
Шамрай В.І., к.т.н., доц.**

Державний університет «Житомирська політехніка»

ІОТ ДЛЯ СТАЛОГО ГІРНИЦТВА: ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ В ЄС ТА УКРАЇНІ

Корисні копалини є надважливими для економіки Європи, формуючи міцну промислову базу, що підтримує виробництво товарів та технологій, необхідних для сучасного життя. Забезпечення надійного доступу до критично важливої сировини стає дедалі актуальнішим як у межах ЄС, так і на глобальному рівні, оскільки технологічний прогрес та якість життя залежать від дедалі ширшого спектра природних ресурсів. Гірничодобувна галузь стикається з численними викликами, включаючи необхідність підвищення ефективності, зниження витрат, покращення безпеки праці та мінімізацію впливу на навколишнє середовище. Для досягнення цих цілей гірничі компанії все частіше впроваджують інноваційні технології, особливо системи промислового управління на основі Інтернету речей (ІоТ).

ЄС надає особливого значення захисту довкілля та безпеці праці, і технології ІоТ мають значний потенціал для досягнення цих пріоритетів. Різні європейські ініціативи та державні програми підтримують впровадження цифрових технологій для сприяння сталому розвитку промисловості. У даній роботі досліджується застосування ІоТ у гірничій галузі, аналізуються його переваги, виклики та перспективи в межах ЄС та України. Робота підкреслює необхідність міждисциплінарної співпраці у сферах бізнесу, цифрових технологій та гірництва відповідно до підходів ЄС.

Інтернет речей (ІоТ) – це концепція мережі фізичних об'єктів із вбудованими датчиками, програмним забезпеченням та іншими технологіями для збору і передачі даних через Інтернет або інші мережі. Завдяки ІоТ ці «речі» можуть взаємодіяти одна з одною та з навколишнім середовищем тим самим автоматизуючи процеси, підвищуючи ефективність і відкриваючи нові можливості для аналізу та контролю виробництва.

ІоТ включає декілька основних компонентів, що забезпечують ефективну інтеграцію технологій у гірничодобувну промисловість. Перш за все, це *фізичні пристрої* – видобувне обладнання та кар'єрний транспорт, оснащені датчиками. Ці датчики збирають дані про робочі умови (споживання палива, температуру, тиск, вібрації) для наступного їх аналізу та оптимізації виробництва. *Протоколи зв'язку та мережеві технології* (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, мобільні мережі 3G, 4G, 5G), забезпечують надійну передачу даних у режимі реального часу, забезпечуючи безперебійне виробництво. *Хмарні платформи* (такі як AWS, Microsoft Azure та Google Cloud) використовуються для збору та обробки великих обсягів даних з пристроїв ІоТ, що дає можливість застосовувати машинне навчання для оптимізації виробничих процесів. *Аналітика даних та користувацькі інтерфейси* відіграють важливу роль у прийнятті управлінських рішень. Технології великих даних (Big Data) і машинного навчання (Machine Learning) можуть допомогти виявити потенційні проблеми, передбачити інциденти та швидко реагувати на зміни в роботі обладнання. Технологія периферійних обчислень (Edge Computing) дозволяє обробляти дані безпосередньо в точці збору, зводячи до мінімуму затримки та простої, забезпечуючи безпеку гірничодобувних робіт.

Кібербезпека є невід'ємною частиною інфраструктури ІоТ. Вона забезпечує захист даних, таких як шифрування, автентифікація користувачів та запобігання несанкціонованому доступу, що є важливим для підтримання стабільності операцій та захисту конфіденційних даних. *Інтеграція зі штучним інтелектом* (ШІ) підвищує ефективність використання даних ІоТ, автоматизує процеси прийняття рішень і покращує взаємодію між «розумними» пристроями. Це сприяє більш точному прогнозуванню та підвищенню продуктивності обладнання. Останнім важливим компонентом є *управління пристроями та їх інтеграція*. Спеціалізовані платформи, такі як IBM Watson IoT і Cisco IoT, дозволяють одночасно керувати великою кількістю пристроїв, оновлювати програмне забезпечення, налаштовувати параметри та відстежувати стан обладнання в режимі реального часу. Це забезпечує ефективне управління виробничим процесом і дозволяє швидко реагувати на зміни умов праці.

Переваги впровадження ІоТ в гірничодобувній промисловості

Дані з галузевих звітів та тематичних досліджень свідчать, що впровадження ІоТ у гірничій промисловості приносить значні позитивні зміни. Використання автономних бурових установок та екскаваторів на основі ІоТ сприяє значній *автоматизації*, зменшуючи втручання людини у небезпечних умовах і підвищуючи рівень безпеки працівників. Крім того, *оптимізація видобутку* завдяки ІоТ включає збір даних про роботу обладнання, стан підприємств і витрати ресурсів, що дозволяє автоматично коригувати процеси для підвищення ефективності. Наприклад, *оптимізація транспортних операцій*, які становлять 40–65 % від загальних витрат на виробництво, дозволяє скоротити споживання палива (середній кар'єр блочного каменю використовує близько 400 літрів на день або 100000 літрів на рік) та знизити викиди парникових газів. Наприклад, каменедобувна галузь України щорічно викидає близько

66750 тон CO₂, що становить 18,2 % викидів гірничого сектору. Крім того, така оптимізація сприятиме зниженню загальних операційних витрат. IoT дозволяє *прогнозувати* виробничі процеси завдяки аналітиці великих обсягів даних для своєчасного обслуговування обладнання. Такий підхід допомагає запобігти аваріям і мінімізувати простої.

Крім того технології IoT підвищують *безпеку праці* завдяки постійному моніторингу умов на кар'єрах, включаючи викиди газів, температуру та якість повітря. При виявленні небезпечних показників система автоматично надсилає сповіщення для оперативної евакуації працівників або вжиття інших безпекових заходів. IoT також підтримує відстеження місцезнаходження працівників у робочих зонах, що прискорює реагування у надзвичайних ситуаціях.

Що стосується світового досвіду інтеграції IoT у гірничодобувну промисловість, то дана технологія стає дедалі більш популярною серед провідних видобувних компаній світу. Згідно зі звітом GlobalData за 2023 рік, випадки впровадження IoT демонструють значні переваги для компаній. Наприклад, BHP (Австралія, Чилі) з 2017 року використовує самохідні автосамоскиди та пристрої для моніторингу показників здоров'я водіїв під час роботи, допомагаючи знижувати кількість аварій, пов'язаних із втомою працівників. У 2022 році компанія почала використовувати автономні бурові установки на руднику Спенс. Rio Tinto (Великобританія, Індія, Австралія) використовує автоматизовану платформу для інтеграції даних з різних автономних пристроїв, яка робить можливим прогнозувати несправності обладнання та зменшувати час простоїв. Vale (Бразилія, Канада) впроваджує IoT з 2016 року, використовуючи автономні вантажівки та безпілотні літальні апарати для моніторингу та підвищення рівня безпеки робіт.

У Швеції компанія Boliden використовує IoT для моніторингу кар'єрного обладнання, такого як самохідні вантажівки та колісні навантажувачі, що дає змогу своєчасно виявляти знос та несправності вузлів, підвищуючи загальну продуктивність до 80 %. Компанія також використовує IoT для управління водними ресурсами та моніторингу стану навколишнього середовища в межах підприємств.

Що стосується України, то одним з небагатьох відомих прикладів впровадження IoT є компанія Fergexro, яка у співпраці з Vodafone Ukraine створила приватну мережу e-LTE для автоматизації гірничого виробництва на базі Полтавського ГЗК. Це рішення дозволило мінімізувати присутність персоналу у вибухонебезпечних зонах, що знизило експлуатаційні витрати та підвищило безпеку праці. Крім того, з 2017 року напівавтономні бурові установки та БПЛА використовуються для підвищення стандартів безпеки в кар'єрах. Fergexro також планує автоматизувати всі 12 вантажівок CAT793D і впровадити повністю автономні бурові установки в поєднання з системами підтримки електротранспорту для зниження витрат дизельного палива.

Незважаючи на переваги, впровадження IoT у гірничодобувну промисловість відбувається досить повільно і стикається з певними викликами. Основні технічні перешкоди включають застарілу інфраструктуру, обладнання та обмежене покриття мережами, що ускладнює інтеграцію сучасних технологій. Інтеграція IoT зазвичай вимагає значного переобладнання або навіть повної заміни обладнання зі значними капіталовкладеннями. Для невеликих кар'єрів витрати на придбання обладнання для реалізації рішень на основі IoT, встановлення, навчання персоналу та подальше обслуговування такої системи є серйозним фінансовим тягарем. Крім того, інтеграція IoT несе додаткові ризики з точки зору захисту даних від потенційних кіберзагроз та стабільності операцій. Вирішення цих проблем вимагає комплексного підходу, включаючи державну підтримку та залучення інвесторів, що допоможе забезпечити ефективну цифрову трансформацію гірничодобувної промисловості. Прикладом успіху у вирішенні таких проблем є проєкт «розумного кар'єру» Fergexro, який демонструє потенціал для України у підвищенні ефективності та безпеки навіть в умовах економічних труднощів.

Таким чином, впровадження технологій IoT у гірничодобувну промисловість України є важливим кроком на шляху до досягнення Цілей сталого розвитку. Цифрова трансформація галузі є важливою для підвищення конкурентоспроможності та довіри до українських підприємств на світовій арені, особливо в контексті європейської інтеграції та виконання вимог Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.

Подальші дослідження та міжнародні інноваційні проєкти мають бути спрямовані на *розробку передових технологій для видобутку корисних копалин* з особливим акцентом на автоматизацію та використання автономних систем для підвищення безпеки праці. Подальше *впровадження IoT для моніторингу виробничих і екологічних показників* дозволить скоротити викиди парникових газів, оптимізує використання ресурсів та підвищить енергоефективність виробництва. Ці заходи відповідають європейським пріоритетам розвитку усіх видів промисловості та сприятимуть спільному досягненню кліматичних цілей ЄС.

Спільні європейсько-українські проєкти повинні охоплювати використання ШІ, платформ великих даних та аналітики для оптимізації процесів і прийняття рішень на основі цих даних. Реалізація таких заходів не тільки сприятиме економічному зростанню і сталому розвитку України, а й дозволить їй повноцінно інтегруватися в європейський простір шляхом впровадження європейських стандартів і передових технологій. Це також посилить міжнародну співпрацю, зміцнивши позиції України на світовому ринку та сприяючи її участі у розвитку європейської «зеленої» економіки.

**Кіресь В.І., студент,
Коробійчук В.В., д.т.н., проф.**
*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ОЦІНКА ШЛЯХІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ В УКРАЇНІ ТА ЄС

Відходи гірничих підприємств є однією з найбільших екологічних проблем сучасного світу. Утворення великої кількості відвалів, шламів та інших залишків видобутку створює загрози для навколишнього середовища, водних ресурсів та здоров'я людей. В умовах інтеграції України з ЄС особливого значення набуває впровадження європейських підходів до управління гірничими відходами, що базуються на принципах сталого розвитку та ефективного використання ресурсів.

Гірничодобувна галузь України генерує значну частину промислових відходів, які часто не піддаються належній утилізації або переробці. Основні проблеми утилізації відходів включають:

1. **Низький рівень технологій переробки.** Більшість підприємств використовують застаріле обладнання.
2. **Відсутність ефективного контролю.** Незадовільне управління відходами створює додаткові ризики для екосистем.
3. **Недостатня рекультивация.** Землі, зайняті відходами, часто залишаються деградованими.
4. **Обмежене вторинне використання.** Відходи не завжди перетворюються на цінні ресурси, такі як будівельні матеріали.

Європейський Союз має добре розроблену нормативно-правову базу щодо управління відходами гірничої промисловості, що визначається такими ключовими документами:

- **Директива 2006/21/ЄС** про управління відходами видобувної промисловості, яка регулює створення та експлуатацію об'єктів для зберігання відходів.
- **Програма циркулярної економіки.** Вона передбачає максимальне повторне використання ресурсів і мінімізацію утворення відходів.
- **Технологічні інновації.** У ЄС широко впроваджуються технології переробки відходів у корисні матеріали, такі як мінеральні добрива або будівельні суміші.

Шляхи утилізації відходів у ЄС

1. **Рекультивация земель.** У ЄС обов'язковою є практика відновлення територій після завершення гірничих робіт. Використовуються методи біологічного відновлення, озеленення та створення штучних ландшафтів.
2. **Переробка та повторне використання.** Значна частина відходів переробляється для використання у будівництві, виробництві цементу, дорожньому покритті.
3. **Екологічно безпечне зберігання.** Для відходів, що не можуть бути перероблені, створюються спеціалізовані сховища, які мінімізують витік токсичних речовин.

Україна поступово впроваджує європейські підходи до управління відходами, але цей процес стикається з численними викликами:

1. **Низький рівень технологічної оснащеності.** Більшість підприємств продовжують використовувати методи, що не відповідають сучасним стандартам.
2. **Відсутність стимулів.** Нестача державної підтримки у вигляді субсидій та податкових пільг уповільнює модернізацію підприємств.
3. **Проблеми із законодавством.** Нормативно-правова база України ще не повністю гармонізована із законодавством ЄС.

Шляхи вдосконалення утилізації відходів в Україні

1. **Адаптація законодавства.** Необхідно привести українські нормативи у відповідність до вимог Директиви 2006/21/ЄС.
2. **Модернізація підприємств.** Впровадження сучасних технологій дозволить зменшити обсяги утворення відходів та підвищити їх вторинне використання.
3. **Розвиток вторинної переробки.** Використання гірничих відходів у будівельній галузі, сільському господарстві та енергетиці сприятиме ефективнішому використанню ресурсів.
4. **Державна підтримка.** Надання фінансових стимулів для підприємств, які інвестують у екологічні рішення.

Управління відходами гірничих підприємств є критичним питанням для України, особливо в умовах інтеграції з ЄС. Використання європейського досвіду, зокрема впровадження циркулярної економіки та сучасних технологій, дозволить значно зменшити екологічне навантаження та підвищити ефективність використання ресурсів. Дотримання цих принципів сприятиме сталому розвитку гірничої галузі України та зміцненню її позицій на міжнародному ринку.

Ковбасюк Т.А., студент
Ворончук І.П., студент
Кириленко Н.П., асистент

*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЩЕБЕНЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА СТАНДАРТОМ ISO 9001:2015 В РАМКАХ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ З ЄС

Вступ

Україна, інтегруючись до Європейського Союзу, прагне відповідати високим стандартам у всіх сферах економіки. Гірничодобувна галузь, зокрема виробництво щебеню, є стратегічно важливою для розвитку інфраструктури та будівництва. Забезпечення якості продукції відповідно до міжнародного стандарту ISO 9001:2015 стає одним із ключових завдань для українських виробників. Це не лише підвищує конкурентоспроможність продукції на міжнародному ринку, а й сприяє сталому розвитку галузі.

Значення щебеневої продукції для економіки України

Щебінь є важливим будівельним матеріалом, що використовується у дорожньому будівництві, зведенні будівель, виробництві бетону тощо. Україна має значний потенціал у виробництві щебеню завдяки великим запасам природного каменю. Проте вихід на європейський ринок вимагає відповідності продукції не лише фізико-механічним характеристикам, але й вимогам до системи управління якістю.

ISO 9001:2015: загальна характеристика

Стандарт ISO 9001:2015 є міжнародним стандартом, що регулює вимоги до системи управління якістю (СУЯ). Його основна мета – забезпечення стабільної якості продукції та послуг. Головними принципами стандарту є:

1. **Орієнтація на клієнта.** Забезпечення потреб і очікувань споживачів.
2. **Лідерство.** Визначення ролі керівництва у створенні умов для успішного функціонування СУЯ.
3. **Залучення працівників.** Активна участь персоналу у всіх процесах управління якістю.
4. **Процесний підхід.** Управління діяльністю підприємства як комплексом взаємопов'язаних процесів.
5. **Постійне вдосконалення.** Безперервний розвиток системи якості.
6. **Прийняття рішень на основі фактів.** Використання актуальної інформації та даних для ухвалення рішень.
7. **Управління взаємовідносинами.** Підтримка довгострокових партнерських відносин з постачальниками та клієнтами.

Впровадження ISO 9001:2015 на підприємствах щебеневої галузі України

Для підприємств, які виробляють щебенеvu продукцію, впровадження ISO 9001:2015 включає кілька ключових етапів:

1. **Аналіз поточного стану**
Проведення аудиту на відповідність існуючих процесів вимогам стандарту. Це дозволяє визначити сильні та слабкі сторони у виробничому циклі.
2. **Розробка документації**
Підготовка необхідних процедур, інструкцій та політики якості, які регламентують основні етапи виробництва, контролю та управління ризиками.
3. **Навчання персоналу**
Проведення тренінгів для співробітників щодо принципів ISO 9001:2015, важливості контролю якості та їхньої ролі у системі управління.
4. **Модернізація виробництва**
Впровадження сучасного обладнання та технологій для забезпечення відповідності щебеню європейським стандартам.
5. **Внутрішній аудит**
Оцінка ефективності впроваджених заходів та готовності до сертифікації.
6. **Отримання сертифікації**
Проведення зовнішнього аудиту акредитованою організацією для підтвердження відповідності стандарту.

Переваги впровадження ISO 9001:2015 для українських виробників

1. **Підвищення конкурентоспроможності**
Сертифікація за стандартом ISO 9001:2015 відкриває доступ до європейського ринку та сприяє залученню нових клієнтів.
2. **Забезпечення стабільної якості**

Встановлення чітких процедур і контрольних точок у виробництві дозволяє уникати браку та забезпечувати відповідність продукції вимогам споживачів.

3. Оптимізація витрат

Впровадження процесного підходу дозволяє знизити виробничі витрати завдяки більш ефективному використанню ресурсів.

4. Покращення іміджу

Відповідність міжнародним стандартам зміцнює репутацію компанії серед партнерів і клієнтів.

5. Сталий розвиток

Постійне вдосконалення процесів сприяє екологічній відповідальності та ефективнішому використанню природних ресурсів.

Виклики впровадження ISO 9001:2015

Підприємства щелевеної галузі в Україні можуть зіткнутися з такими труднощами:

1. **Фінансові витрати.** Впровадження системи управління якістю вимагає значних інвестицій у модернізацію обладнання та навчання персоналу.

2. **Спротив змін.** Часто працівники та керівництво не готові до впровадження нових процедур та систем.

3. **Недостатність знань.** Брак інформації про вимоги стандарту та досвіду його впровадження.

Інтеграція до ЄС: нові можливості для українських виробників

У рамках євроінтеграції Україна гармонізує свої нормативно-правові акти з європейськими стандартами. Впровадження ISO 9001:2015 допоможе:

- Виконати вимоги директив ЄС щодо якості будівельних матеріалів.
- Зміцнити економічні зв'язки з європейськими партнерами.
- Забезпечити довгострокову конкурентоспроможність галузі.

Висновок

Управління якістю щелевеної продукції за стандартом ISO 9001:2015 є ключовим інструментом для підвищення ефективності та екологічної відповідальності українських виробників у контексті євроінтеграції. Впровадження міжнародних стандартів сприятиме розвитку гірничодобувної галузі України, її адаптації до сучасних викликів і розширенню присутності на європейських ринках.

Список використаних джерел

1. ISO 9001:2015. Системи управління якістю – Вимоги. – Міжнародна організація зі стандартизації, 2015.
2. Директива 89/106/ЕЕС. Про наближення законодавств держав-членів щодо будівельної продукції. – Офіційний журнал Європейських співтовариств, 1989.
3. Проект ЄС «Гармонізація української системи стандартизації з європейською»: звіт. – Київ: Центр європейських досліджень, 2020.
4. Козлов В.І., Руденко А.О. Управління якістю будівельної продукції: посібник. – Харків: Видавництво НТУ "ХП", 2019.
5. Гончарук О.А. Розробка систем управління якістю на основі ISO 9001: практичні рекомендації. – Київ: Академвидав, 2018.
6. Європейські стандарти на щелевеву продукцію (EN 12620, EN 13242). – Європейський комітет зі стандартизації (CEN), 2016.
7. Ткаченко С.В. Стандарти ISO в системі управління якістю гірничодобувної продукції. // Науковий журнал "Промислові ресурси". – 2021. – №4. – С. 28–35.
8. Національний стандарт України ДСТУ Б EN 12620:2018. Заповнювачі для бетону. – Київ: УкрНДІЦС, 2018.
9. Шевчук В.П. Сертифікація продукції в умовах євроінтеграції. // Вісник економічних досліджень. – 2020. – №3. – С. 45–50.
10. Звіт про адаптацію стандартів ISO 9001 у будівельній галузі України. – Київ: Інститут державних стратегій, 2021.

Кукицяк Р.В., студент
Шевченко М.В., студент
Підвисоцький В.Т., д.геол.н., проф.
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТЕХНІЧНИХ ВОД УКРАЇНИ ТА ЄС

Вступ

Технічна вода є невід'ємною складовою промислових процесів, енергетики, сільського господарства та комунального господарства. Висока якість технічних вод є критично важливою для забезпечення ефективності виробництва, зменшення впливу на навколишнє середовище та дотримання санітарно-гігієнічних норм. У контексті євроінтеграції України особливо актуальним є гармонізація системи контролю якості технічних вод із вимогами Європейського Союзу (ЄС). Це передбачає використання сучасних технологій моніторингу, впровадження міжнародних стандартів та екологічно відповідальних практик.

Технічні води: поняття та значення

Технічні води використовуються для охолодження, змащування, транспортування сировини, підготовки продуктів, гідравлічних процесів та інших технічних цілей. Основними джерелами технічної води є природні поверхневі та підземні води, а також очищені стічні води.

Якість технічних вод визначається такими основними параметрами:

1. Хімічний склад (вміст солей, важких металів, органічних сполук).
2. Фізичні властивості (температура, мутність, забарвлення).
3. Мікробіологічний стан (наявність патогенних мікроорганізмів).

Недостатній контроль якості технічних вод може призводити до корозії обладнання, зниження ефективності виробничих процесів, а також значного забруднення навколишнього середовища.

Нормативно-правова база України

Контроль якості технічних вод в Україні регулюється низкою нормативно-правових актів:

- **Водний кодекс України** визначає основні принципи управління водними ресурсами, включаючи технічні води.
 - **Державні санітарні правила і норми (ДСПН)** регламентують гігієнічні вимоги до води, що використовується в промисловості.
 - **ДСТУ ISO 5667-3:2007** "Керівництво з відбору проб води" регулює методологію моніторингу.
- Однак українська нормативна база має ряд недоліків, таких як відсутність чіткої системи відповідальності за контроль якості технічних вод та обмеженість сучасних методів моніторингу.

Європейський підхід до контролю якості технічних вод

У ЄС контроль якості вод, включаючи технічні, базується на Директиві 2000/60/ЄС ("Водна рамкова директива"), яка встановлює загальні рамки для управління водними ресурсами. Ключовими аспектами є:

1. **Екологічна стійкість.** Пріоритет надається збереженню водних екосистем та повторному використанню технічних вод.
2. **Періодичний моніторинг.** Обов'язкові регулярні перевірки на відповідність стандартам якості.
3. **Гармонізовані методики.** Використання сучасних технологій та стандартизованих процедур для аналізу води.

Директива також визначає обов'язкові параметри якості, включаючи:

- Концентрацію забруднюючих речовин (наприклад, важких металів).
- Температурні показники.
- Рівень рН, кисневий режим, органічні сполуки.

Порівняння систем контролю якості України та ЄС

Параметр	Україна	ЄС
Нормативна база	Фрагментована, недостатньо гармонізована	Комплексна, базується на єдиній рамковій директиві
Моніторинг	Обмежений, нерегулярний	Постійний, з використанням сучасних технологій
Технології контролю	Застарілі методи аналізу	Автоматизовані системи та діджиталізація
Використання повторної води	На початковому етапі	Широке застосування

Шляхи вдосконалення системи контролю в Україні

Для підвищення ефективності контролю якості технічних вод в Україні необхідно реалізувати такі заходи:

1. Гармонізація законодавства

Адаптація української нормативно-правової бази до вимог ЄС, зокрема Директиви 2000/60/ЄС.

2. Сучасні технології моніторингу

Впровадження автоматизованих систем контролю, використання сенсорів для постійного моніторингу параметрів води.

3. Розвиток лабораторій

Оснащення лабораторій сучасним обладнанням для аналізу якості води відповідно до міжнародних стандартів.

4. Навчання фахівців

Проведення тренінгів для працівників водного господарства щодо сучасних підходів до контролю та управління водними ресурсами.

5. Програми повторного використання води

Стимулювання підприємств до використання очищених стічних вод для технічних потреб.

6. Міжнародна співпраця

Налагодження партнерств із країнами ЄС для обміну досвідом та технологіями у сфері управління водними ресурсами.

Висновок

Контроль якості технічних вод є важливим компонентом екологічної безпеки та ефективного управління водними ресурсами. Удосконалення цієї системи в Україні, з урахуванням європейського досвіду, сприятиме підвищенню ефективності виробництва, зменшенню екологічного навантаження та гармонізації з нормами ЄС. Успішна реалізація цих змін вимагатиме інтегрованого підходу, що включає адаптацію законодавства, впровадження інноваційних технологій та розвиток інфраструктури моніторингу.

Список використаних джерел:

1. Водний кодекс України. Закон України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>
2. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 року "Водна рамкова директива". – Офіційний вісник Європейського Союзу, 2000.
3. ДСТУ ISO 5667-3:2007. Керівництво з відбору проб води. Ч. 3: Керівництво з зберігання та поводження з пробами. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007.
4. Гончарук В.В., Бортник М.С., Синяк Є.М. Екологічні аспекти управління якістю водних ресурсів. – Київ: Академвидав, 2019.
5. Європейська комісія. Звіт про реалізацію Водної рамкової директиви: підсумки та перспективи. – Брюссель: ЄК, 2021.
6. Ткаченко Л.М. Управління якістю водних ресурсів: гармонізація з європейськими стандартами. – Харків: Видавництво НТУ "ХПІ", 2020.
7. Сучасні технології очищення та моніторингу водних ресурсів / За ред. О.М. Поліщука. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018.
8. Directive 91/271/EEC concerning urban waste-water treatment. – Official Journal of the European Communities, 1991.
9. Березовський В.М. Контроль якості технічних вод в Україні: проблеми та перспективи. // Журнал "Екологія і безпека". – 2021. – №3. – С. 14–22.
10. Швець В.О., Дяченко Л.І. Водні ресурси та сталий розвиток: досвід України та ЄС. – Київ: Центр європейських досліджень, 2019.

Остапчук Р.В., студент
Густі А.В., студент
Шамрай В.І., к.т.н., доц.

Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ОХОРОНА НАДР В УКРАЇНІ ТА ЄС

Вступ

Охорона надр є однією з ключових складових сталого розвитку, адже раціональне використання мінерально-сировинних ресурсів сприяє забезпеченню економічної стабільності, екологічної безпеки та соціального добробуту. В умовах євроінтеграції Україна зобов'язана адаптувати своє законодавство та підходи до охорони надр відповідно до вимог Європейського Союзу (ЄС). Досвід країн ЄС може стати основою для вдосконалення української системи управління надрами, зменшення екологічних ризиків та підвищення ефективності використання ресурсів.

Значення охорони надр

Надра є джерелом природних ресурсів, необхідних для функціонування різних галузей промисловості. Охорона надр передбачає:

1. Раціональне використання запасів корисних копалин.
2. Зменшення екологічного впливу гірничодобувної діяльності.
3. Забезпечення безпеки гірничих робіт.
4. Відновлення порушених екосистем після завершення видобувних робіт.

Недотримання цих принципів може призводити до виснаження ресурсів, забруднення ґрунтів, вод та атмосфери, а також до соціальних конфліктів через незадовільний стан довкілля.

Законодавча база охорони надр в Україні

В Україні охорона надр регулюється низкою законодавчих актів:

1. **Кодекс України про надра.** Визначає основні принципи використання надр, їх охорони та відновлення.
2. **Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища".** Регламентує екологічні аспекти гірничодобувної діяльності.
3. **Державні будівельні норми (ДБН).** Встановлюють вимоги до рекультивації земель після завершення видобутку корисних копалин.
4. **Державна стратегія управління природними ресурсами.** Містить положення щодо раціонального використання надр.

Незважаючи на існуючу нормативну базу, її ефективність часто залишається низькою через недостатній контроль, слабкий рівень впровадження сучасних технологій та брак фінансування.

Європейський підхід до охорони надр

У Європейському Союзі охорона надр є невід'ємною частиною екологічної політики. Основним документом у цій сфері є **Директива 2006/21/ЄС про управління відходами видобувної промисловості**, яка регулює:

1. Зберігання, переробку та утилізацію відходів видобувної промисловості.
2. Рекультивацію земель, порушених гірничими роботами.
3. Забезпечення екологічної безпеки при видобутку корисних копалин.

Також у рамках політики сталого розвитку ЄС реалізуються такі заходи:

- **Моніторинг надр.** Використання сучасних геоінформаційних систем (ГІС) для аналізу стану надр.
- **Раціональне використання ресурсів.** Оптимізація видобутку, переробки та використання корисних копалин для зменшення втрат.
- **Захист від забруднення.** Обов'язкове впровадження технологій, які знижують вплив гірничодобувної діяльності на довкілля.

Шляхи вдосконалення системи охорони надр в Україні

Для адаптації української системи охорони надр до стандартів ЄС необхідно реалізувати такі заходи:

1. **Гармонізація законодавства.**

Приведення нормативно-правової бази України у відповідність до директив ЄС, зокрема Директиви 2006/21/ЄС.

2. **Впровадження сучасних технологій.**

Застосування цифрових технологій, автоматизація процесів моніторингу та використання екологічно безпечних методів видобутку.

3. **Підвищення ефективності контролю.**

Створення незалежних інспекцій для контролю за використанням надр і рекультивацією земель.

4. Освіта та навчання.

Підготовка спеціалістів у сфері раціонального використання ресурсів і екологічної безпеки.

5. Державна підтримка та інвестиції.

Стимулювання підприємств до використання екологічних технологій через субсидії, податкові пільги та гранти.

6. Міжнародна співпраця.

Залучення європейських партнерів до спільних проєктів у сфері моніторингу та охорони надр.

Переваги вдосконалення системи охорони надр

Запровадження європейського досвіду в управлінні надрами дає такі переваги:

1. **Економічна ефективність.** Оптимізація використання ресурсів сприяє зниженню витрат.

2. **Екологічна безпека.** Зменшення забруднення довкілля завдяки сучасним технологіям.

3. **Соціальна відповідальність.** Підвищення рівня довіри до підприємств гірничодобувної галузі.

4. **Конкурентоспроможність.** Україна зможе залучати міжнародні інвестиції у гірничодобувний сектор.

Висновок

Охорона надр є важливим напрямком екологічної політики, що вимагає комплексного підходу до управління природними ресурсами. Україна має всі передумови для вдосконалення своєї системи охорони надр на основі досвіду ЄС. Гармонізація законодавства, впровадження сучасних технологій та посилення контролю забезпечать сталий розвиток гірничодобувної галузі, екологічну безпеку та ефективне використання природних багатств.