

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

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



м. Житомир
23 листопада 2023 року

УДК 62; 69
С92

Сучасні проблеми гірництва та будівництва: тези Всеукраїнської науково-практичної конференції, 23 листопада 2023 року. Житомир: Житомирська політехніка, 2023. 129 с.

ISBN 978-966-683-640-6

Представлено доповіді учасників 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» у конференц залі університету та в онлайн режимі з використанням технологій Google Meet – 23 листопада 2023 року.

Наукове електронне видання

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

м. Житомир, 23 листопада 2023 року

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

Верстка та макетування: *І.А. Піскун*

Матеріали подано в авторській редакції

Об'єм даних – 14,5 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.

ISBN 978-966-683-640-6

© Житомирська політехніка, 2023

СЕКЦІЯ 1 ГІРНИЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Адамова В.О., Ложніков О.В.</i> МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ З ЧАСТКОВОЇ ЗАСИПКИ ВИРОБЛЕНИХ ПРОСТОРІВ КАР'ЄРІВ ПІД ЧАС РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ РОБІТ <i>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»</i>	9
<i>Білобров Д.М., Соколовський В.О., Дубінчук Д.О., Качуровський М.В., Коробійчук В.В.</i> ОЦІНКА БЛИСКУ ПОЛПРОВАНОЇ ПОВЕРХНІ ПІД ЧАС НАГРІВАННЯ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	11
<i>Бельтек М.І., Євпак Н.А., Фролов О.О.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ МІЦНОСТІ СКЕЛЬНОГО ГІРСЬКОГО МАСИВУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТУПЕНЮ ЙОГО ТРІЩИНУВАТОСТІ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Горького Сікорського»</i>	13
<i>Бовсунівський В.В., Піскун І.А.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ GEOVIA SURPAS ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ КАОЛІНОВИХ РОДОВИЩ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	15
<i>Буданов Д.О., Макарук Л.О., Петля І.І., Долгих Л.В.</i> ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МАРКШЕЙДЕРСЬКО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ОСВОЄННЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН <i>Криворізький національний університет</i>	17
<i>Василевський В.В., Підвисоцький В.Т.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗАРЯДІВ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ДРОБЛЕННЯ ВИСОКОМІЦНИХ ПОРІД В УМОВАХ ТОВ «ОМЕЛЯНІВСЬКИЙ КАР'ЄР» <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	18
<i>Гнітецький О.М., Котенко В.В.</i> ПРАКТИКА СТВОРЕННЯ ОРТОФОТОПЛАНІВ ПІД ЧАС ВІДВЕДЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПІД ВІДКРИТІ ГІРНИЧІ РОЗРОБКИ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	20
<i>Дзьоба М.В., Чміленко Д.Д., Фролов О.О.</i> ВСТАНОВЛЕННЯ СТУПЕНЮ СТІЙКОСТІ УСТУПУ КВАРЦОВИХ ПІСКІВ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Горького Сікорського»</i>	22
<i>Застрожний Д.В., Лисенко С.П.</i> ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ НЕГАБАРИТУ НЕВИБУХОВИМ СПОСОБОМ В УМОВАХ ТОВ «ГРАНІТ-РЕЗЕРВ» <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	24
<i>Ігнатюк М.М., Шамрай В.І.</i> КЕРУВАННЯ ДЕКОРАТИВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПРИРОДНОГО ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ В УМОВАХ ПП «КВАНТА-ЛЧ» <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	26
<i>Ігнатюк Р.М.</i> АНАЛІЗ ОБСЯГІВ УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	28

<p><i>Красуля В.О., Куницька М.С.</i> ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ПРИ ПІДРАХУНКУ ЗАПАСІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i></p>	29
<p><i>Кремер О.А., Долгіх О.В.</i> GPS-ТЕХНОЛОГІЇ В МАРКШЕЙДЕРСЬКІЙ СПРАВІ <i>Криворізький національний університет</i></p>	30
<p><i>Крячек В.П., Собко Б.Ю.</i> ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ДРОБИЛЬНО СОРТУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ПРИ ОСВОЄННІ РОДОВИЩ ТВЕРДИХ НЕРУДНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН <i>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»</i></p>	31
<p><i>Кучерук М.О.</i> ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИДОБУВАННІ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФУ <i>Національний університет водного господарства та природокористування</i></p>	33
<p><i>Леонець І.В., Микитенко С.В., Білобров Д.М., Шкабара Ю.В., Коробійчук В.В.</i> ВПЛИВ МІСЦЬ ЗБОРУ ШЛАМУ НА КАМЕНЕОБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ НА ЗЕРНОВИЙ СКЛАД ПРЕС-ПОРОШКІВ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i></p>	34
<p><i>Литвин В.М., Олефіренко Д.А.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ДРОБАРОК НА ЯКІСТЬ БУТОЩЕБЕНЕВОЇ СИРОВИНИ В УМОВАХ ТОВ «ОВРУЧГРАН» <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i></p>	36
<p><i>Литвинчук Р.В., Шамрай В.І.</i> ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ХІМІЧНИМ СПОСОБОМ В УМОВАХ ПП «ПАРИТЕТ» <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i></p>	38
<p><i>Маньковський А.М., Підвисоцький В.Т.</i> ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ДРОБАРОК В УМОВАХ ТОВ «ТРУД» <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i></p>	40
<p><i>Мачинський М.О., Піскун І.А.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗАОКРУГЛЕННЯ ОСНОВИ КОНУСА ГОЛОВКИ ІПКИ НА СТВОРЮВАНІ В НІЙ НАВАНТАЖЕННЯ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i></p>	41
<p><i>Меринов Р.Р.</i> ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДОКРЕМЛЕННЯ МОНОЛІТІВ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ВІД МАСИВУ АЛМАЗНО-КАНАТНИМИ УСТАНОВКАМИ З МЕТОЮ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i></p>	43
<p><i>Микитюк І. І., Левицький В.Г.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЦИФРОВОЇ ЗЙОМКИ КАР'ЄРІВ ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ З МЕТОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОПОВНЕННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i></p>	44
<p><i>Мітченко Д.В., Долгіх О.В.</i> ПРОБЛЕМИ В ІСНУЮЧИХ МЕТОДАХ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ <i>Криворізький національний університет</i></p>	46

<i>Осадчук І.Б., Шпакович С.М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКУ ЩЕБЕНЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНИ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	47
<i>Остапчук А.О., Рябініна С.С., Фролов О.О.</i> МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ГІРСЬКОГО МАСИВУ ПРИ ВИЙМАННІ ПРИБОРТОВИХ ЗАПАСІВ БУРОГО ВУГІЛЛЯ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	49
<i>Пико В.О., Піскун І.А.</i> РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ РОЗПУШЕНОЇ ВИБУХОМ ГІРНИЧОЇ МАСИ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	51
<i>Побігайло Д.П., Іськов С.С.</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ПОЗИЦІОНУВАННЯ GPS ДЛЯ ГЕОДЕЗІЇ ТА МАРКШЕЙДЕРІЇ: ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ ТА МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	53
<i>Поволоцький В.Б.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗЕМСНАРЯДУ ЗА УМОВ ВИДОБУТКУ БУДІВЕЛЬНИХ ПІСКІВ У МЕЖАХ РОДОВИЩА ПІВНІЧНЕ-1 У САМАРСЬКОМУ РАЙОНІ МІСТА ДНІПРА <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	55
<i>Пожарський Я.М., Піскун І.А., Башинський С.І.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГІРНИЧОЇ МАСИ НА ЩЕБЕНЕВОМУ КАР'ЄРІ ЗА УМОВ ПРАТ «ТНК ГРАНІТ» <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	56
<i>Поліщук Д.С., Панасюк А.В.</i> МЕТОДИ ВИКОНАННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ ЗЙОМКИ НА ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБОТАХ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	58
<i>Сидоренко А.А., Котенко В.В.</i> АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА КАР'ЄРАХ З ВИДОБУВАННЯ ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ З ВИСОКОМІЦНИХ ПОРІД <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	60
<i>Симоненко Я.А., Якімов М.О., Ган А.Л.</i> ФОРМУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ҐРУНТОВОГО МАСИВУ ОДНОСКЛЕПІНЧАСТОЇ СТАНЦІЇ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	64
<i>Семеній С.Ю., Башинський С.І.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІКРОХВИЛЬОВОГО НАГРІВАННЯ НА МІЦНІСНІ ВЛАСТИВОСТІ ЩЕБЕНЮ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	66
<i>Скорик М.А., Котенко В.В.</i> ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ НАЗЕМНОГО ФОТОГРАММЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ IPHONE 12 PRO ТА VIDOC RTK ROVER <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	68
<i>Тимошенко І.М., Піскун І.А.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБІВ ЗАХИСТУ ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ВІД ВПЛИВУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	69

<i>Цибульняк А.В., Котенко В.В.</i> АНАЛІЗ ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ ДЛЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА РОДОВИЩАХ НЕРУДНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ СИРОВИНИ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	71
<i>Якимчук Ю.С., Коробійчук В.В.</i> ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ МАСОВОГО ВИБУХУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД АНІЗОТРОПІЇ ТА ТРІЩИНУВАТОСТІ МАСИВУ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	73
<i>Янович О.А., Горшкальов С.А.</i> ЗАСТОСУВАННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ РОБІТ НА ОСНОВІ АЕРОФОТОГРАМЕТРИЧНИХ ДАНИХ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	75
<i>Янович О.А., Левицький В.Г.</i> АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ В'ЇЗНОЇ ТРАНШЕЇ В УМОВАХ ШАДУРСЬКОГО РОДОВИЩА ГАБРО <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	76
СЕКЦІЯ 2 ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА	
<i>Агаєв В.В., Башиїнський С.І.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	78
<i>Бітюцька Л.М.</i> ГЕОПОЛІМЕРИ – СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	80
<i>Болотюк Н.С., Ваннічна В.В.</i> МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ОСОБЛИВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПЕРЕКРИТТЯ ПІДЗЕМНОЇ СПОРУДИ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	82
<i>Болотюк Н.С., Ган О.В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІСЬКОЇ І ПРИРОДНОЇ СИСТЕМ НОВОВОЛИНСЬКА <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	84
<i>Дьяченко О.К., Ган О.В.</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	86
<i>Забродська А.М., Піскун І.А.</i> МОЖЛИВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АРХІТЕКТУРИ ТА БУДІВНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ КРИЗОВИХ ЯВИЩ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	88
<i>Іванюк В.В., Ваннічна В.В.</i> АНАЛІЗ СПОРУДЖЕННЯ БОМБОСХОВИЩ ТА УКРИТТІВ В УМОВАХ ВІЙНИ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	90

<i>¹Корзаченко М.М., ¹Прибилько І.О., ²Данич Д.І.,</i> РОЗРАХУНОК ФУНДАМЕНТІВ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ЛІРА-САІР ДЛЯ СПОРУДИ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОГО НЕКАТАЛІТИЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ОКСИДІВ АЗОТУ <i>¹Національний університет «Чернігівська політехніка»</i> <i>²Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»</i>	93
<i>Корольов Ю.А., Гайко Г.І.</i> ЗАСТОСУВАННЯ СТРУМЕНЕВОЇ ЦЕМЕНТАЦІЇ ҐРУНТІВ У ПІДЗЕМНОМУ БУДІВНИЦТВІ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	95
<i>Наумов Я.О.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЕОБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЧЕРЕЗ ЇХ ДОДАВАННЯ ДО БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	98
<i>Недільська Д.С., Остафійчук Н.М.</i> ВИКОРИСТАННЯ ПЛОЩ, ПОРУШЕНИХ ҐРНИЧИМИ РОБОТАМИ, В БУДІВНИЦТВІ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	100
<i>Приз С.С., Вапнічна В.В.</i> ТЕХНОЛОГІЯ УЛАШТУВАННЯ ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	102
<i>Припотень Ю.К.</i> SWOT АНАЛІЗ ТИПІВ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ПРИ ВИБОРІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	104
<i>Прищепя Є.В.</i> ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КАРКАСІВ У БАГАТОПОВЕРХОВОМУ БУДІВНИЦТВІ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	106
<i>Прищепя Є.В., Остафійчук Н.М.</i> ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ҐРНИЧОВИДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ У ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	109
<i>Прохоров Н. І., Байда Д.М.</i> НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ СУПРОВІД ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ СИСТЕМИ МЕМБРАНИ ЕЛІМІНАТОР, ЩО НАНОСИТЬСЯ МЕТОДОМ РОЗПИЛЮВАННЯ, ПІД ЧАС КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ МОСТА ЧЕРЕЗ РІЧКУ СІБ НА КМ 484+370 АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ М-12 (М. ГАЙСИН ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ) <i>Державний університет «Житомирська політехніка»</i>	110
<i>Савченко А.С., Вапнічна В.В.</i> АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ У СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»</i>	112

СЕКЦІЯ З ЄВРОПЕЙСЬКІ СТУДІЇ В ГАЛУЗІ ГІРНИЦТВА ТА ЕКОЛОГІЇ

Бугира В.О., Махно А.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ОРГАНІЗАЦІЇ ГІРНИЧИХ РОБІТ У ВІДПОВІДНОСТІ
ДО МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ

Державний університет «Житомирська політехніка»

114

Власюк О.В., Шамрай В.І.

УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ КАМЕНЕОБРОБНИХ ТА КАМЕНЕДОБУВНИХ
ПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ КРАЇН ЄС

Державний університет «Житомирська політехніка»

118

Ковбасюк Т.А., Кириленко Н.П.

ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ШЕБЕНЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА СТАНДАРТОМ
ISO 9001:2015 В РАМКАХ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ З ЄС

Державний університет «Житомирська політехніка»

121

Кукицяк Р.В., Підвисоцький В.Т.

ЗАКОНОДАВСТВО ТА СТАНДАРТИ ЄС ЩОДО СКИДУ І ПОВТОРНОГО
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ ВОД

Державний університет «Житомирська політехніка»

124

Остапчук Р.В., Шамрай В.І.

ВОДОПІДГОТОВКА ТА ОЧИЩЕННЯ ВОДИ НА КАМЕНЕОБРОБНИХ ТА
КАМЕНЕВИДОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ (ДОСВІД КРАЇН ЄС)

Державний університет «Житомирська політехніка»

126

УДК 622.271

**Адамова В.О., аспірантка другого курсу кафедри
відкритих гірничих робіт, група 184А-22-10,
Інститут природокористування
Науковий керівник: Ложніков О.В., д.т.н., проф.
професор кафедри відкритих гірничих робіт
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»**

МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ З ЧАСТКОВОЇ ЗАСИПКИ ВИРОБЛЕНИХ ПРОСТОРІВ КАР'ЄРІВ ПІД ЧАС РЕКУЛЬТИВАЦІЙНИХ РОБІТ

Створення відповідної форми рельєфу для подальшого використання порушених територій після видобутку корисних копалин є важливим процесом, який забезпечує необхідний стан для постехногенного освоєння земель. Для досягнення поставленої задачі невід'ємним процесом є рекультиваційні роботи, які сприяють покращенню візуального аспекту регіону, де розташовані кар'єри. Засаджування дерев та рослин, створення рекреаційних зон та місць для відпочинку можуть створити комфортну атмосферу для мешканців та відвідувачів. Тому при плануванні рекультивації враховується ряд факторів, які мають відповідати потребам громади з подальшого типу використання земель, передбачуваного кінцевого рельєфу ділянки, глибини залишкового виробленого простору, незалежно від того, чи було видобування здійснено механізованим або гідромеханізованим способом. При обранні ефективного напрямку відновлення мають бути враховані: наявність насипного матеріалу, характеристики ґрунту, наявність родючого шару ґрунту, розташування кар'єру відносно населеного пункту, вартість відновлювальних робіт, наявність технічної експертизи, характер навколишнього ландшафту, а також право власності на землю. Вони впливають на тип і вибір методів рекультивації, які можна застосувати, а також безпосередньо на остаточний вигляд ландшафту рекультивованого кар'єру.

Основними об'єктами гірничотехнічної рекультивації є вироблений простір кар'єрів, внутрішні та зовнішні відвали. Етап даного виду рекультивації є основним у створенні необхідних умов подальшого освоєння порушених земель. Також цей етап вважається невід'ємною частиною технології гірничих робіт на кар'єрах, що виконується перед біологічною рекультивацією. Тому технологічні схеми гірничотехнічної рекультивації повинні розглядатися у тісному взаємозв'язку з виробництвом розкривних та відвальних робіт. У зв'язку з цим, включення технології та комплексної механізації гірничотехнічної рекультивації до основних технологічних процесів виробництва гірничих робіт сприятиме підвищенню ефективності вирішення завдань щодо відновлення порушених земель відповідно до подальшого їх цільового використання за найменших витрат. До того ж застосування на сучасних кар'єрах потужного гірничотранспортного обладнання дозволяє ефективно вести роботи з рекультивації, включивши їх як складову частину в єдиний технологічний процес.

Особливої уваги заслуговує рекультивація вироблених просторів кар'єрів, що в подальшому будуть частково заповнені ґрунтовими водами. Оскільки постехногенні території кар'єрів є потенційними місцями відпочинку місцевих мешканців та туристів, приведення у безпечний стан їх виробок є пріоритетним завданням. До того ж, планування рекреаційних зон на бортах кар'єрів дозволить збільшити площі для відпочинку, що додатково сприятиме розвитку регіону. Вирішення зазначених завдань полягає у розробці безпечних технологічних рішень з часткової засипки залишкових вироблених просторів, які можуть бути реалізовані на заключних етапах розробки кар'єрів.

Нижче розглянемо у загальному вигляді технологічні схеми рекультивації залишкових вироблених просторів кар'єрів у взаємозв'язку з основними видами технології, що використовувалася при розробці кар'єрів.

Складування розкривних порід у вироблений простір кар'єру зазвичай застосовується для зменшення кількості порушених земель, а також для вивільнення порушених земель, що знаходяться на поверхні кар'єру. Аналіз існуючих джерел підтверджує, що для спрощення організації виконання відвальних робіт та забезпечення мінімальних витрат на транспортування розкривних порід, засипку кар'єрів бажано здійснювати з денної поверхні одним ярусом на повну глибину відпрацювання. Можливість застосування даної технологічної схеми обумовлена глибиною засипаного кар'єру і фізико-механічними властивостями порід, що складуються. Якщо стійка висота відвального ярусу дорівнює глибині кар'єру, він засипається одним ярусом. У тому випадку коли глибина кар'єру більша за стійку висоту ярусу, формування внутрішніх відвалів здійснюється уступами, максимальна висота яких має відповідати умовам стійкості.

Відмінність формування внутрішніх відвалів при використанні автосамоскидів від способу формування при безтранспортній технології, коли породи розкриву переміщуються у внутрішні відвали екскаваторами з великими лінійними параметрами, полягає у тому, що відвалоутворення можливо здійснювати згідно з принципами селективної розробки потенційно родючих порід та укладання їх у верхній ярус внутрішніх відвалів.

Аналіз робіт підтверджує, що безтранспортна система розробки не передбачена для створення рекреаційних зон на кар'єрах нерудної сировини оскільки в цьому випадку гірнича маса представлена скельними породами. Засипка неглибоких кар'єрів має здійснюватися поярусно для підвищення стійкості новостворених формувань, що мінімізує небезпеку при подальшому використанні. Зазначений спосіб засипки також може підвищити безпеку техногенного масиву в майбутньому і гарантувати охорону навколишнього середовища.

Висновок.

Світовий досвід проведення рекультиваційних робіт підтверджує, що при частковій засипці вироблених просторів кар'єрів, вибір технологічних рішень буде залежати від фізико-механічних властивостей гірничих порід, глибини кар'єру, висоти ярусу засипки та рівня води у залишкових виробках. Одним з найбільш ефективним способом є ярусна засипка кар'єру, яка включає створення горизонтальних рівнів всередині кар'єру і подальше заповнення їх твердими матеріалами. Цей спосіб дозволяє ефективно використовувати вироблений простір, мінімізувати негативний вплив на довкілля та прискорити процес відновлення ділянки землі. Також значна увага має бути приділена зменшенню кутів нахилу укосів при відсіпанні у відвали пухких порід, а також напівскельних порід при відносно невеликій висоті відвальних ярусів, що забезпечить стійкість техногенного масиву і безпечно використання рекреаційних зон.

Список літератури:

1. Канівець, О.М.; Пилипенко, Л.П. Рекультивация земель: основные этапы та напрямки проведения. Сучасний рух науки: тези доп. XI міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 8-9 жовтня 2020 р. – Дніпро, 2020.–Т. 1.–440 с., 261.
2. Кадол, Лариса; Кравчук, Лілія. Актуальність проведення рекультивації вироблених просторів кар'єрів. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції „Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах “та I Міжнародного студентського наукового форуму „Креативна економіка очима молоді“, 2018, 1: 96-98.
3. Sobko, B., Lozhnikov, O., & Drebenshtedt, C. (2020). Investigation of the influence of flooded bench hydraulic mining parameters on sludge pond formation in the pit residual space. In E3S Web of Conferences (Vol. 168, p. 00037). EDP Sciences.
4. Svoboda, I., Vrbova, M., & Ondracek, V. (2007). Surface coal mining and land reclamation in the Czech Republic. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 31, 587-594.
5. McRae, S. C. (2018). Land reclamation after open-pit mineral extraction in Britain. In *Remediation and management of degraded lands* (pp. 47-62). Routledge.
6. Kalybekov, T., Rysbekov, K. B., Sandibekov, M. N., Zhakypbek, Y., & Begymzhanova, Y. Y. (2020). The study of rational technology of reclamation of the mine-out quarry space. *Journal of Advanced Research in Natural Science*, (9), 63-70.
7. Gumenik, I., & Lozhnikov, O. (2015). Current condition of damaged lands by surface mining in Ukraine and its influence on environment. *New Developments in Mining Engineering*, 2015, 139.
8. Brejcha, J. (2012). Air quality development in hydrological reclamation locality. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 4, 253.
9. Testa, S. M., & Pompy, J. S. (2007). Backfilling of open-pit metallic mines. In *Proceeding of the America Society of Mining and Reclamation* (pp. 816-830).
10. Prikryl, I., & Kabrna, M. (2016). Findings from flooding residual pits remaining after coal mining in the Czech Republic. In *Mining meets water—conflicts and solutions*, International Mine Water Association Symposium (pp. 201-208).

Білобров Д.М., аспірант
Соколовський В.О., аспірант
Дубінчук Д.О., аспірант
Качуровський М.В., аспірант

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

ОЦІНКА БЛИСКУ ПОЛІРОВАНОЇ ПОВЕРХНІ ПІД ЧАС НАГРІВАННЯ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

У сучасному будівництві та дизайні природний камінь визнаний за естетичність та надійність. Однією з ключових характеристик його якості є блиск полірованої поверхні, який надає каменю розкіш і вишуканість. Проте, в контексті високих температур, які можуть виникнути у вирішенні практичних завдань (наприклад, обігрів підлоги або на вулиці), стійкість блиску стає предметом особливого інтересу та вивчення.

Ця наукова праця присвячена оцінці впливу нагрівання на блиск полірованої поверхні природного каменю. Ми спробуємо розібратися в механізмах змін, що виникають під впливом високих температур, та їх вплив на візуальні та фізичні характеристики поверхні. Дослідимо, чи можливе збереження високого ступеня блиску природного каменю при різних режимах теплового впливу.

Цей дослід здійснюватиметься за допомогою комплексного підходу, включаючи аналіз мікроструктури поверхні, вимірювання оптичних властивостей та спектроскопічні методи. Отримані результати будуть важливим внеском у розуміння та оптимізацію використання природного каменю в умовах підвищених температур та відкриють нові можливості для раціонального використання цього матеріалу в будівництві та дизайні.

Перед вимірюванням блиску прилад юстирувався на зразку чорного кольору, який йде в комплекті з приладом та має значення блиску 97 одиниць. На кожному зразку природного каменю здійснювалося вимірювання блиску в п'яти точках на дослідному зразку каменю. Отримані результати усереднювали.

При вимірюванні початкового блиску у контрольних зразках було з'ясовано, що найбільше значення блиску має полірована поверхня Іршинського габро, найменше значення – Лезниківського граніту (рис. 1).

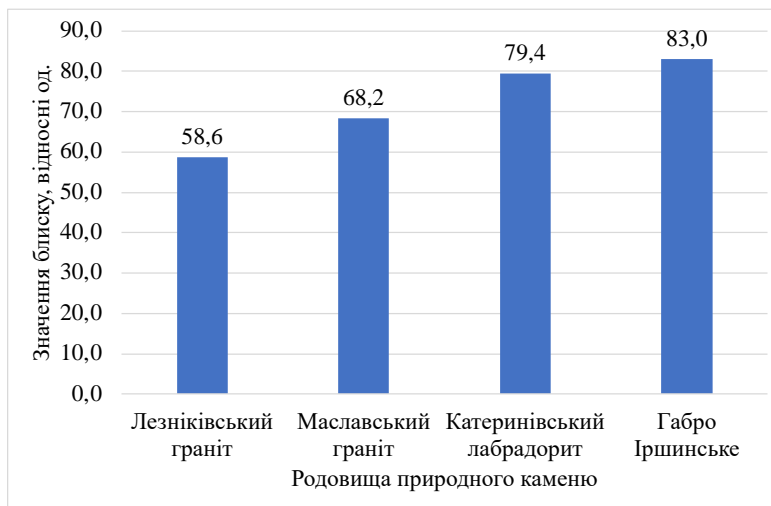


Рис. 1. Значення блиску полірованих поверхонь зразків каменю, які не піддавалися нагріванню

Під час дослідження блиску полірованої поверхні зразків лабрадориту виявлено, що при температурі 200 °С спостерігається зменшення показників блиску у зразків Катеринівського родовища лабрадоритів (рис. 3.10). При температурі 400 °С відбувається збільшення показників блиску, за яким слідує подальше зниження, і цей процес триває до температури 800 °С. Схожий тренд спостерігається у зразків Іршинського габро.

Падіння показників блиску полірованої поверхні зразків лабрадориту при температурі 200 °С пояснюється початком руйнування мінерального складу лабрадориту. При нагріванні мінералів відбувається дифузія атомів і молекул, що призводить до зміни їх кристалічної структури. У лабрадориті та габро основними мінералами є плагіоклази і лабрадор. При нагріванні плагіоклази починають

розкладатися на польовий шпат і анортит. Цей процес супроводжується виділенням вільної рідини, яка порушує поверхню зразка і знижує його блиск.

Підвищення показників блиску при температурі 400 °С пояснюється відновленням кристалічної структури лабрадориту. При подальшому нагріванні руйнування мінерального складу продовжується, що призводить до зниження показників блиску.

У Лезниківського граніта при нагріванні до 200 °С блиск знизився з 58,6 од. до 57,5 од., при нагріванні до 400 °С значення блиску майже не змінилося і складало 57,4 од.. При нагріванні зразків з Лезниківського граніту до 600 °С значення блиску знизилось до 55,1 од., при нагріванні граніту до 800 °С значення блиску набуло значення 44 од. Падіння показників блиску полірованої поверхні зразків Лезниківського граніту при температурі 200 °С пояснюється початком руйнування мінерального складу граніту. Майже незмінне значення блиску при 400 °С (57,4 од.) може вказувати на те, що при цій температурі хімічні та фізичні зміни у граніті не стільки впливають на оптичні властивості

Зниження блиску при 600 °С (55,1 од.) та 800 °С (44 од.) може бути пов'язане зі змінами у кристалічній структурі мінералів, наприклад, деформацією, розпадом або перетворенням фаз.

У Маславському граніті при нагріванні до 200 °С блиск знижувався з 68,2 од. до 56,6 од., при подальшому нагріванні до до 400 °С блиск навпаки зростає і навіть перевищив початкові показники ненагрітого зразка та склав 74 од., при подальшому нагріванні блиск знижувався при 600 °С – 63,5 од., при 800 °С – 49 од. Падіння показників блиску полірованої поверхні зразків Падіння показників блиску полірованої поверхні зразків Маславського граніту при температурі 200 °С пояснюється початком руйнування мінерального складу граніту. Підвищення показників блиску при температурі 400 °С пояснюється відновленням кристалічної структури граніту. При цьому також відбувається деяке видалення вільної рідини з поверхні зразка, що також сприяє підвищенню блиску. При цій температурі відбувається перекристалізація мікрокліна в більш стійкі форми. Це призводить до поліпшення структури поверхні зразка і підвищенню його блиску.

Зниження показників блиску при температурі 600 °С і більше пояснюється подальшим руйнуванням мінерального складу граніту. При цьому відбувається руйнування кварцу, біотиту і рогової обманки. Це призводить до погіршення структури поверхні зразка і зниження його блиску.

Список літератури:

1. Мамрай В. В. Встановлення питомої продуктивності різання природного каменю дисковими пилами / В. В. Мамрай, В. В. Коробійчук, В. О. Шлапак, С. С. Іськов, А. В. Панасюк // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. - 2019. - № 58. - С. 75-83. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpngu_2019_58_9
2. Коробійчук, В. В., Підвисоцький, В. Т., Шамрай, В. І., Качуровський, М. В., & Соколовський, В. О. (2022). Вплив технології відпрацювання розвалу гірської породи на розміри та форму розвалу негабариту. *Технічна інженерія*, (2(90)), 147–152. [https://doi.org/10.26642/ten-2022-2\(90\)-147-152](https://doi.org/10.26642/ten-2022-2(90)-147-152)
3. Темченко, А. Г., Темченко, О. А., Коробійчук, В. В., Шевчук, Н. А., & Піскун, І. А. . (2022). Оцінка енергоефективності збагачуваності залізорудної сировини в умовах формування екоіндустріальних парків. *Технічна інженерія*, (2(90)), 170–182. [https://doi.org/10.26642/ten-2022-2\(90\)-170-182](https://doi.org/10.26642/ten-2022-2(90)-170-182)
4. Justification of the method of soil densification of the interstation tunnel by jet injection based on computer modeling V.V. Vapnichna, V.V. Korobiichuk, N.V. Zuievskaya, S.S. Iskov, L.A.Kovalevych 3rd International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters 24/05/2022 - 27/05/2022 Kryvyi Rih, Ukraine
5. Геомеханіка вибухового руйнування масиву міцних гірських порід під час будівництва підземних споруд : монографія / Н.В. Зуєвська, К.С. Іщенко, О.К. Іщенко, В.В. Коробійчук – Електронні текстові дані (1 файл: 16 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 392 с
6. Войтенко, Ю. І., Кравець, В. Г., & Коробійчук, В. В. (2020). О синергетике поведения горных пород в условиях горного и пластового давления. *Технічна інженерія*, (2(86)), 150–161. [https://doi.org/10.26642/ten-2020-2\(86\)-150-161](https://doi.org/10.26642/ten-2020-2(86)-150-161)
7. Modeling of the effect of a high-pressure jet of cement mortar on the surrounding soil environment when performing jet grouting columns using jet technology. Natalia Zuievskaya, Valentyna Gubashova, Valentyn Korobiichuk E3S Web Conf. Volume 280, 2021
8. Мамрай, В. В., Коробійчук, В. В., Криворучко, А. О., Ковалевич, Л. А., & Заруцький, С. О. (2020). Вплив режимних параметрів дискової машини на зношення алмазного інструменту. *Технічна інженерія*, (1(85)), 208–214. [https://doi.org/10.26642/ten-2020-1\(85\)-208-214](https://doi.org/10.26642/ten-2020-1(85)-208-214)

Бельтек М.І., аспірант,
Євпак Н.А., студентка V курсу
Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ МІЦНОСТІ СКЕЛЬНОГО ГІРСЬКОГО МАСИВУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТУПЕНЮ ЙОГО ТРІЩИНУВАТОСТІ

Скельний масив гірських порід зазвичай має свою власну структурну будову. Зокрема, у ньому присутні природні та штучні тріщини з різним ступенем розкриття та різними матеріалами, що їх заповнюють, з різним ступенем обводненості та ін. Отже, завжди присутня просторова неоднорідність структури гірського масиву, яка посилює відмінності його міцнісних характеристик та скельних порід, що його складають. Для оцінки величини цієї відмінності науковцями запропоновано використовувати коефіцієнт структурного ослаблення (КСО).

Таким чином, дослідження щодо удосконалення методики визначення коефіцієнту структурного ослаблення та інших критеріїв зниження міцності гірського масиву є актуальним та становить важливу науково-технічну задачу.

Зазвичай, розрахунок коефіцієнту структурного ослаблення представляють відношенням межі міцності гірських порід на одноосьове стиснення у масиві до одноосьової межі міцності на стиснення зразку породи, яке встановлене за результатами лабораторних випробувань. Однак, при дослідженні ідентичності параметрів емпіричного критерія міцності Хоека-Брауна, що застосовується у закордонній практиці, значенню коефіцієнту структурного ослаблення, вчені дійшли до висновку, що КСО також можна представляти відношенням межі міцності порід на розтягнення у гірському масиві до межі міцності на розтягнення у лабораторному зразку. Також в науковій літературі присутні публікації, в яких зазначається, що коефіцієнт структурного ослаблення може визначатися також відношенням зчеплень породи у масиві та породи у шматку.

Отже, по своїй суті, коефіцієнт структурного ослаблення характеризує пов'язаний рівень граничних напружень і параметрів напруженого стану масиву залежно від гірських порід, що його складають.

У переважній більшості формул для розрахунку КСО в якості основного фактору впливу виступає показник тріщинуватості гірського масиву. Присутні також наукові дослідження, які додатково враховують один або декілька вищезазначених факторів, зокрема, кут падіння головних природних тріщин, мінімальний розмір породного структурного блоку в масиві та ін.

В закордонних наукових дослідженнях немає терміну «коефіцієнт структурного ослаблення». Однак наукові пошукування в напрямку вивчення та встановлення реальних міцнісних властивостей гірського масиву також проводяться на високому науковому рівні. Так, K. Roshöff, F. Lanaro, and L. Jing, пропонують оцінювати гірський масив показником стану гірського масиву *RMR* (Rock Mass Rating), а C. Edlbro – показником якості породи *RQD* (Rock Quality Designation), які по своїй суті є аналогом коефіцієнту структурного ослаблення. Також, для оцінки стану гірського масиву, A. Palmstrom пропонує використовувати індекс гірничої маси *RMI* (Rock Mass index), який був розроблений для характеристики міцності гірських порід. Відомий також критерій переходу від міцності зразка породи до міцності гірського масиву за методикою Хоека-Брауна та деякі інші. Для більшості цих показників встановлено їх чисельні значення залежно від стану гірського масиву або запропоновано формули для їх розрахунку. Слід відмітити, що основним параметром для визначення вищезазначених показників міцності є показник тріщинуватості гірського масиву.

В попередніх публікаціях запропоновано усі наукові дослідження з визначення КСО скельного гірського масиву та їх закордонних аналогів розбити на три групи. До першої групи віднесені дані таблиць та графіків зі встановлення КСО залежно від параметрів тріщинуватості гірського масиву. Другу групу досліджень запропоновано формувати з публікацій, в яких наведено аналітичні розрахункові формули з визначення КСО лише за модулем тріщинуватості масиву гірських порід. До третьої групи належать дослідження, в яких пропонується визначати КСО аналітичними виразами, що враховують, крім тріщинуватості, інші фактори впливу на міцність масиву.

До першої групи належить нормативна документація та довідники, в яких коефіцієнт структурного ослаблення визначають залежно від середньої відстані між тріщинами в скельних породах. Зазвичай, значення КСО у цих документах отримано на підставі даних інженерно-геологічних вишукувань.

Серед емпіричних (аналітичних) формул з визначення чисельного значення КСО залежно від ступеня (модуля) тріщинуватості гірського масиву, які віднесено авторами до другої групи наукових досліджень, найбільш відомі в Україні формули Сакураї, Шашенко О.М. та інших вчених.

Також існують публікації науковців, які зазначають, що визначення КСО лише на основі показника тріщинуватості (третя група наукових досліджень) є неточним і треба враховувати додаткові фактори. До таких факторів слід віднести: орієнтацію тріщин в просторі масиву, ступінь розкриття тріщини, матеріал заповнення міжтріщинного простору, зчеплення на контактних поверхнях окремоостей, масштабний ефект (розмір досліджуваного масиву), обводненість масиву та ін. Звісно ж, результати досліджень вчених з третьої групи дозволяють підвищити точність і реальність оцінки стану порушеного гірського масиву, але це значно ускладнює проведення самих досліджень і значно збільшує їх тривалість.

За межами України оцінка стану порушеності гірських масивів відбувається за іншими показниками. Як вже зазначалось, в багатьох випадках вони є подібними КСО. Зокрема, в США застосовується методика оцінки тріщинуватості масиву гірських порід за показником якості породи *RQD* (Rock Quality Designation).

У світі відома також класифікація масиву гірських масивів за показником *RMR* (Rock Mass Rating). Існують табличні значення *RMR* залежно від класифікації гірського масиву за ступенем тріщинуватості. Гірський масив також поділено на п'ять класів, як і класифікація гірських порід за ступенем тріщинуватості на Україні. Це дає підставу припустити, що значення *RMR* мають ідентичність з коефіцієнтом структурного ослаблення.

Отже, розгляд різних методів визначення коефіцієнту структурного ослаблення та показників оцінки стану порушеності гірського масиву, засвідчує, що їх сутність однакова.

Тому, для узагальнення результатів досліджень, на одному графіку проведено суміщення графічних залежностей коефіцієнту структурного ослаблення гірського масиву та показників оцінки стану порушеності масиву *RQD* та *RMR*, представлених у відносних одиницях, залежно від модуля тріщинуватості.

Для усіх проаналізованих графічних залежностей коефіцієнту структурного ослаблення та *RQD* і *RMR* від модуля тріщинуватості побудована крива апроксимації (тренду) (рис. 1) та встановлено значення величини достовірності апроксимації R^2 .

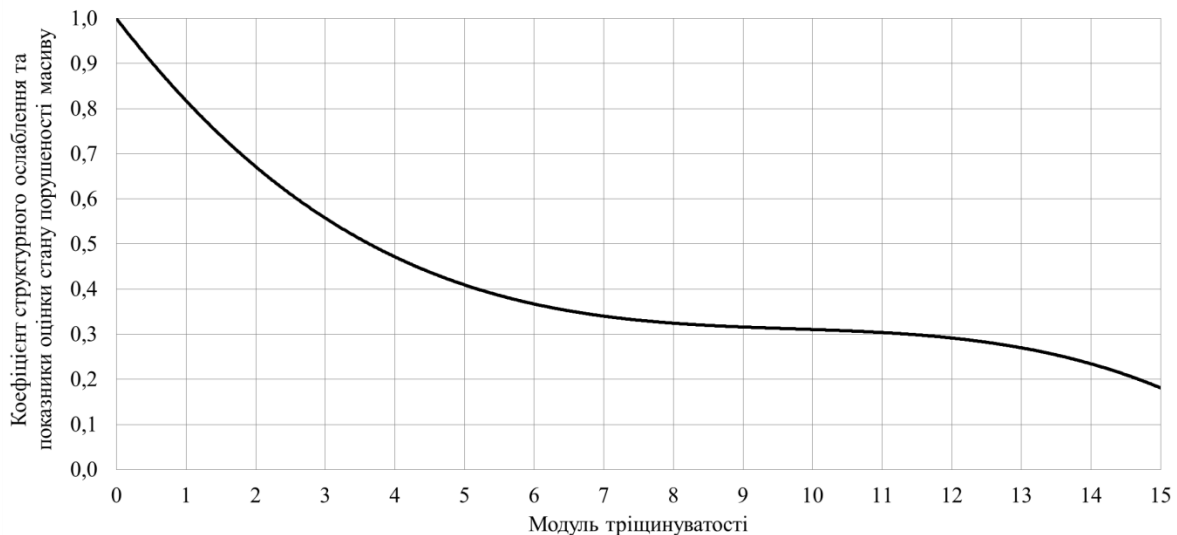


Рис. 1. Результати апроксимації графічних значень коефіцієнту структурного ослаблення та показників оцінки стану порушеності гірського масиву залежно від модуля його тріщинуватості

Після обробки графічних даних зміни коефіцієнту структурного ослаблення та показників оцінки стану порушеності гірського масиву від модуля його тріщинуватості отримана апроксимуюча крива, яку можна описати поліномом 3-го ступеню:

$$K_{сп} = 1 - 0,2021K_T + 0,0203K_T^2 - 0,0007K_T^3. \quad (1)$$

де $K_{сп}$ – узагальнений коефіцієнт зниження міцності гірського масиву.

Величина достовірності апроксимації становить $R^2=0,8975$.

За результатами виконаних досліджень запропоновано замість коефіцієнту структурного ослаблення, показника якості породи *RQD* та показника стану порушеності гірського масиву *RMR*, для оцінки міцності гірського масиву використовувати узагальнений коефіцієнт зниження міцності $K_{сп}$. Наведена розрахункова формула для його визначення може з часом змінюватися за рахунок додавання нових показників міцності.

В.В. Бовсунівський, магістр 1-го курсу, гр. РР-47м
Науковий керівник: І.А. Піскун, асистент
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ GEOVIA SURPAS ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ КАОЛІНОВИХ РОДОВИЩ

Україна є одним зі світових лідерів за запасами каоліну. Державною комісією України по запасах корисних копалин нараховується близько 150 родовищ каоліну, в яких містяться запаси у розмірі 1200 млрд.т каоліну різного типу – первинного, вторинного та лужного. Наявні запаси дозволяють впродовж багатьох років повністю покрити внутрішні потреби та займати одне з провідних місць серед найбільших країн експортерів каоліну [1]. Тривалий час одним з головних імпортерів українського каоліну була Росія, на неї припадала значна частка у розмірі 53% від загального об'єму експорту (рис.1), проте ескалація збройного конфлікту та оголошення Росією війни Україні призвели до припинення торгово-економічних зв'язків між країнами. Як наслідок, наразі перед українськими виробниками каоліну стоїть складна задача пов'язана з необхідністю виходу на нові ринки збуту у ряді Європейських країн, або ж у країнах Середнього та Близького Сходу. В свою чергу, вихід на нові ринки потребує більш комплексного підходу до керування якістю каолінової продукції та раціонального використання ресурсів [2].

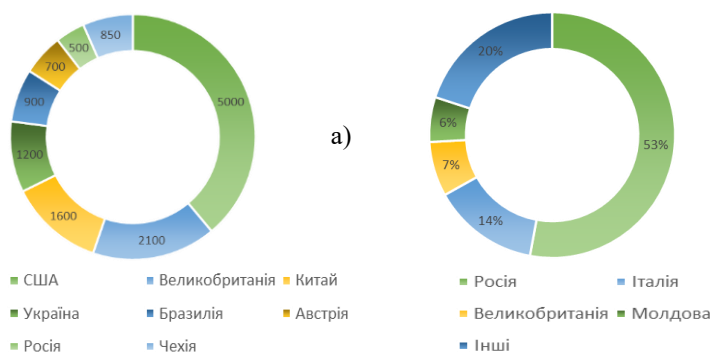


Рис.1. Світові лідери за запасами каоліну станом на 2018 р., млрд.т (а) та структура експорту каоліну Україною станом на 2016 р. (б)

Головним завданням, яке має бути виконане в ході геометризації родовища є аналіз і відображення тенденцій просторового розповсюдження різного роду параметрів, властивостей, вмісту, тощо. В контексті даної дослідної роботи, в якості головного атрибуту для виконання геометризації було прийнято значення хімічного складу корисної товщі. Такий вибір зумовлений наявними вимогами різних галузей промисловості, якими застосовується каолінова сировина [3].

При розробці алгоритму геометризації каолінових родовищ за основу було взято зведені результати геологічної розвідки та хімічного аналізу каоліну Йосипівського родовища (Зв'ягельський р-н), які виконувались впродовж різних етапів вивчення та освоєння родовища: починаючи з пошуково-розвідувальних робіт (1983 р.) закінчуючи експлуатаційною розвідкою (2011 р.). Загалом було зібрано та опрацьовано дані по 232 свердловинах, по яких було зроблено 1194 проби на визначення хімічного складу каоліну.

Проаналізувавши результати геологічної розвідки, а саме хімічний склад каоліну, було виконано статистичну обробку даних для встановлення сталих тенденцій розподілу окремих компонентів. Встановивши, що вміст таких компонентів як оксид кальцію та оксид калію не виходить за рамки встановлених вимог, вміст оксиду заліза та двоокису титану у ряді випадків перевищує встановлені нормативні значення, а вміст оксиду алюмінію подекуди є недостатнім, було прийнято рішення, що саме ці показники враховуватимуться під час районування родовища [4, 5].

Для спрощення геометризації було застосовано середовище GEOVIA Surpac. В якості першоджерела для виконання обчислень, дане середовище використовує реляційні бази даних, які складаються з набору основних і допоміжних даних.

На основі завантаженої БД було згенеровано блок-модель родовища. Блок-модель за умов проектування покладу в середовищі GEOVIA Surpac складається з блоків певного розміру в середній зоні яких знаходиться умовна точка – центроїд, яка містить в собі дані у формі атрибутів про вміст, щільність, тип гірської породи та інше (в даному випадку про відсотковий вміст того чи іншого хімічного компоненту визначений в результаті геологічних досліджень). Обмеження блокової моделі виконувалось шляхом накладання на неї ЦТМ (цифрова топографічна модель) поверхонь. ЦТМ для обмеження родовища по

поверхні та підшві створювались на основі висотних позначок устя та вибоїв розвідувальних свердловин. Контури родовища у просторі було визначено координатам крайніх свердловин, і знову ж таки просторове обмеження виконувалось за рахунок накладання ЦТМ поверхні [6].

На етапі створення блокової моделі вже є доступним примітивне відображення вмісту, яке може бути виконане шляхом відображення атрибутів. У цьому випадку відображаються лише дійсні значення, які були безпосередньо визначені в ході виконання розвідувальних робіт [7].

Для встановлення невідомих значень вмісту для кожної точки досліджуваного родовища було виконано інтерполяцію методом кригінгу. В основі цього методу лежить припущення, що відстані між точками вимірів відображають просторову кореляцію, яку можна використати для прогнозування невідомих значень. Однією з причин вибору саме кригінгу стало те, що він найкраще підходить для опрацювання даних між якими присутні кореляційні зв'язки. Порядок виконання інтерполяції методом кригінгу в середовищі GEOVIA Surpac наступний: встановлення атрибуту за яким буде виконано інтерполяцію; налаштування параметрів розрахунку атрибутів; налаштування джерела даних для інтеграції відомостей про розповсюдження необхідного атрибуту; налаштування параметрів еліпсоїда пошуку; налаштування вихідних параметрів кригінгу; встановлення діапазону значень для їх подальшого розподілення в межах блокової моделі.

Результат інтерполяції каолінового родовища методом ординарного кригінгу за параметром вмісту оксиду алюмінію показано на рисунку 2. Аналогічні результати було отримано при виконанні інтерполяції методом ординарного кригінгу за вмістом оксиду феруму та двоокису заліза (рис.3).

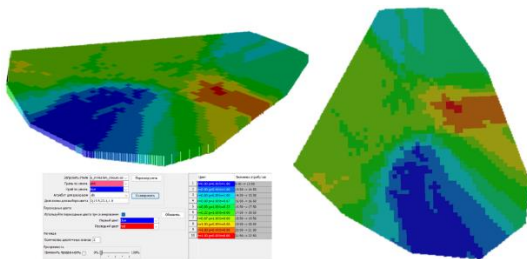


Рис.2. Результат прогнозування вмісту оксиду алюмінію за допомогою методу кригінгу в середовищі GEOVIA Surpac на прикладі Йосипівського родовища первинного каоліну

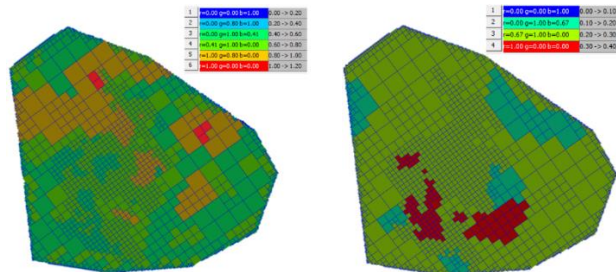


Рис.3. Результат прогнозування вмісту оксиду феруму (а) та двоокису заліза (б) за допомогою методу кригінгу в середовищі GEOVIA Surpac на прикладі Йосипівського родовища первинного каоліну

Одержані результати дозволяють шляхом автоматизації виконання об'ємних розрахунків та графічного аналізу: спростити процес прогнозування якісних показників у межах родовищ каоліну; вивести на абсолютно новий рівень точність одержаних при виконанні даного аналізу результатів; забезпечити в разі необхідності можливість швидкого створення додаткових графічних матеріалів (таких як горизонтальні чи вертикальні розрізи) що полегшить прийняття складних проектних рішень; робити швидкий а головне точний розрахунок об'єму корисної копалини в межах як всього родовища так і в окремих його частинах (блоках) з врахуванням якісних показників.

Список літератури:

1. Войновський А. С. Стан та основні, напрямки прогнозно-мінералогічних досліджень в Україні / А. С. Войновський, Д. С. Гурський, В. І. Калінін. // Мін. ресурси України. – 1999. – С. 14.
2. Гурський Д. С. Концептуальні засади державної мінерально-сировинної політики щодо використання стратегічно важливих для економіки країни корисних копалин / Д. С. Гурський. // Львів, ЗУКЦ. – 2008. – С. 192.
3. Каолін первинний для виготовлення керамічних виробів та будівельної кераміки : ТУ У В.2.7 – 14.2 – 05468498-006:2007 – [Чинний від 2007.03.02]. – Київ : Держстандарт України, 2006. – (Національний стандарт України).
4. Gemcom [Електронний ресурс] : [Інтернет-портал]. – Електронні дані. – [Gemcom Surpac 6.1, Робочі вказівки «Блочне моделювання», 2008-2018]. – Режим доступу: www.gemcom.com
5. Matheron G. Kriging or polynomial interpolation procedures / Matheron. // CIMM Trans. – 2006. – №70. – Р. 240–244.
6. Щеглов В. І. Прикладні методи кригінгу / В. І. Щеглов. // Миколаїв: МНДУ. – 1989. – С. 51.
7. Powell M. J. Radial basis functions for multivariable interpolation / Powell. – 2018. – С. 153.

**Буданов Д.О., Макарук Л.О., Петля І.І., магістранти, 1 курс, ГГ-23м,
Гірничо-металургійний факультет
Науковий керівник: Долгіх Л.В., доцент, кандидат технічних наук
Криворізький Національний Університет**

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МАРКШЕЙДЕРСЬКО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ОСВОЄННЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Маркшейдерська служба будь-якого гірничодобувного підприємства займає важливе місце на всіх етапах освоєння родовища, від розвідки корисної копалини до ліквідації підприємства чи його консервації. Маркшейдерське забезпечення гірничих робіт впливає на ефективність діяльності підприємства, на вартість добутої сировини. Тому важливо, щоб маркшейдерська служба гірничодобувного підприємства, для ефективного забезпечення гірничих робіт, мала не тільки висококваліфікованих спеціалістів, а й ефективне устаткування, прилади та програмне забезпечення.

Головний маркшейдер підприємства відповідає за якість виконаних маркшейдерських робіт, тому постійно слідкує за розвитком новітніх технологій, можливості впровадження їх у виробництво польових та камеральних робіт. З метою підвищення ефективності маркшейдерського забезпечення, впроваджуються цифрові та супутникові методи зйомок, вимірювань та графічних побудов.

Класичні прилади та методи виконання вимірів на денній поверхні та в підземних гірничих виробках до сьогодні ще використовуються на багатьох підприємствах. Легкі та недорогі оптичні теодоліти все ще ефективні при виконанні зйомок в підземних гірничих виробках та невеликих ділянок кар'єру, відвалу тощо. Ці прилади ефективні при винесенні проектних елементів в природу з технічною точністю. Ще значний об'єм робіт з дослідження різного роду деформацій виконується за допомогою нівелірів тощо.

Але новітні технології поступово витісняють, здається назавжди впроваджені методи виконання маркшейдерських робіт. На всіх етапах освоєння родовища маркшейдерське забезпечення геологорозвідувальних та гірничих робіт удосконалюється.

Тривалий час конкурували фотографічний спосіб знімання з високим розрізнення зображення та цифровий спосіб, який навіть з невисокою, спочатку, роздільною здатністю, мав перевагу в його оперативності. Скановані фотографічні зображення високого розрізнення не можна було опрацювати, через недостатній об'єм пам'яті та низьку швидкість комп'ютерів.

Деякі прогресивні технології не мали можливості на впровадження у виробництво, через недосконалість комп'ютерного забезпечення, і тільки з появою сучасних комп'ютерів, у повному обсязі стали використовуватися майже усі переваги новітніх технологій.

Сьогодні маркшейдерські служби гірничодобувних підприємств використовують електронні та лазерні прилади, цифрові камери та безпілотні літальні апарати (БПЛА), тобто прилади, розроблені та виготовлені з використанням новітніх технологій. Для проектування робіт, опрацювання вимірів, обчислення об'ємів виконаних гірничих робіт, математичної та графічної обробки різних маркшейдерських даних використовуються вітчизняні та зарубіжні програмні продукти.

Вітчизняне програмне забезпечення ДНПП «Аналітика» та ТОВ «Геосистема» Digitals не поступається зарубіжним аналогам. Цей програмний комплекс дозволяє виконувати опрацювання даних: при вирішенні задач із землепорядкування на підприємстві (при відведенні земель під об'єкти гірничодобувного підприємства, при передачі відпрацьованих та рекультивованих ділянок тощо); при побудові маркшейдерських планів за результатами цифрового знімання; при обчисленнях та зрівнюванні маркшейдерсько-геодезичних мереж, окремих ходів, засічок; при складанні гірничо-графічної документації; обчислення об'ємів гірничих мас та при вирішенні інших задач маркшейдерського забезпечення гірничих робіт.

На підприємствах Кривбасу, для автоматизації гірничих робіт відкритої та підземної розробки родовищ, широко використовується програмний комплекс K-MINE, який дозволяє підвищити ефективність не тільки гірничих робіт, а й геологічних та маркшейдерських.

В маркшейдерському відділі ПрАТ «ЦГЗК» організовано групу, яка виконує зйомки з БПЛА об'єктів гірничо-збагачувальних комбінатів, що входять до складу Гірничовидобувного дивізіону Групи Метінвест. Результати цифрових зйомок використовуються для оновлення маркшейдерських планів.

Підприємства відкритої розробки родовищ на сьогодні більш повно використовують досягнення сучасної науки ніж підприємства підземної розробки, де ще значна доля використання вже морально застарілих приладів. Маркшейдерські відділи шахт працюють з оптичними теодолітами, сталевими рулетками та не мають необхідного програмного забезпечення для опрацювання вимірів.

Науковий прогрес дозволяє маркшейдерській службі виконувати роботи з необхідною точністю у більш короткі строки, інколи за абсолютно новою методикою, наприклад, використання GNNS-технологій при координуванні пунктів, дозволило визначати координати, не вимірюючи при цьому ні кутів, ні ліній тощо.

Василевський В.В., студент гр. РР-47м

Підвисоцький В.Т., студент гр. ЗГГ-22м

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

ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗАРЯДІВ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ДРОБЛЕННЯ ВИСОКОМІЦНИХ ПОРІД В УМОВАХ ТОВ «ОМЕЛЯНІВСЬКИЙ КАР'ЄР»

На сьогоднішній день більшість корисних копалин видобувається шляхом широкомасштабного використання вибухових робіт. Особливо гострою проблемою підвищення ефективності використання хімічних вибухових речовин для руйнування гірських порід є все більш широке використання хімічних вибухових речовин в гірничій справі і будівництві.

В Україні близько 20% виробленої енергії йде на руйнування гірських порід. Тільки кар'єрів, у яких видобувають будівельні матеріали, - 258. Щорічно знищується й подрібнюється понад 100 млн. тон руди. При цьому ступінь використання енергії вибуху не перевищує 5-6%. Відбувається екологічне забруднення навколишнього середовища. При масових вибухах відносно висока частка негабаритних фракцій і висока міцність шматків видобутої маси призводять до багаторазового дроблення, великих енерговитрат і зносу дробарок. При дробленні граніту якість гравію недостатньо висока і часто виникають помилки при видобутку цінної мінеральної сировини. Все це свідчить про те, що проблема цілеспрямованого управління енергією вибуху, підвищення ефективності вибуху, ефективності руйнування та подрібнення гірських порід при розробці базується на вічних принципах управління руйнуванням і розпушенням гірських порід вибухами через визначення закономірностей фіз. гірських породах газодинамічні процеси в порожнині свердловинного заряду під час вибуху і в гірському масиві в околицях цієї свердловини, а також розкриття підривного механізму. Руйнування гірських порід має велике народногосподарське значення. Це є основою для розробки нових процесів і методів дроблення дробленням для переробки гірничої маси, які відповідають певним технологічним вимогам для різних підприємств. При обробці гірничих мас до методів підривних робіт пред'являються жорсткі вимоги, які можуть бути забезпечені тільки на основі теорії вибухових робіт і наукових експериментів, що дозволяють підвищити ефективність підривних робіт шляхом розробки інженерних методів. Управління енергією вибуху та підвищення його корисної роботи.

Збільшення інтенсивності подрібнення гірських порід енергією вибуху пов'язане зі збільшенням питомої витрати ВР, що зазвичай призводить до збільшення енерговитрат вибухової речовини на отримання одиниці готової продукції. деякі продукти. в свою чергу, підвищення енергонасиченості масиву у кар'єрах нерудних будівельних матеріалів призводить до небажаного збільшення виходу подрібненої гірничої маси, розпушення й розпилення шматків порід й посилення сейсмічного ефекту. Тому необхідно створювати різноманітні способи й способи вибухового впливу на масив, які дозволяють, не збільшуючи енерговитрат, досягти необхідного ступеня подрібнення гірських порід вибухом, що нерозривно пов'язане зі створенням й розвитком теоретичних основ вибухового руйнування гірських порід.

Високий вміст відсіву на виході готової продукції призводить до втрат корисних копалин (гранітного щебеню), збільшення запиленості робочої зони і погіршення екологічної ситуації поблизу кар'єрів. Виробництво негабаритних фракцій призводить до простоїв, зниження продуктивності, поломок транспортного й вантажного обладнання, а також необхідності вторинного дроблення, що, у свою чергу, призводить до виникнення повітряних ударних хвиль, які негативно впливають на будівлі і споруди.

Питанням зниження виходу відсівів й негабаритів при вибуховому руйнуванні гірських порід присвячені праці багатьох вчених: В.М. Родіонова, А.А. Співака, І.А. Сизова, В.В. Адушкіна, Є.І. Шемякіна, Б.М. Кутузова, Н.В. Мельникова, М.Г. Менжоуліна, В.М. Мосінсець, М.Ф. Друкований, Є.І. Єфремова, К.К. Шведова, В.А. Боровикова, І.Ф. Ванягіна, В.А. Падукова, Г.П. Парамонова, В.А. Артемов і ін.

Водночас питання, пов'язані із оцінкою параметрів БВР із урахуванням зон руйнування гірських масивів при вибуху комбінованих зарядів вибухової речовини, потребують додаткових досліджень.

Проведення досліджень щодо вибору і обґрунтування раціональних параметрів БВР дозволить оптимізувати результати прогресивного подрібнення, це сприятиме зниженню виходу негабаритних і доподрібнених фракцій із довкола вибухової зони.

Загалом було профедено 11 вибухів, вивезено 392,6 тис. м³ гірської маси. При цьому було підірвано 910 колодязів діаметром 214 мм, вага заряду ВР в кожній свердловині становила 360-400 кг, середня питома витрата ВР 0,82 кг/м³. Як БП використовували Анемікс-70 і Україніт-ПМ.

Виготовлення експериментальних вибухів проводилося у 3 варіантах: перший - заряди формувалися із однієї пари, другий - із двох пар й третій - із трьох пар БП. в всіх випадках акватор Т-15НС містився у затопленій нижній частині свердловини. у останньому випадку висота колон кожного типу ВР у парі дорівнювала 1,5 м. За всіма версіями, сталося щонайменше 3 потужних вибухи.

Якість вибухового руйнування гірських порід оцінювали за процентним вмістом в гранулометричному складі гірничої маси різних класів крупності, розміром діаметра середнього шматка, виходом негабаритів й шириною обвальної породи. маси після вибуху.

Критерії оцінки грудкуватості гірничого масиву визначали за відомими методиками. Порівняння експериментальних результатів із промисловими (при безперервному проектуванні завантаження) показує, що найкраще дроблення виходить в випадку, коли завантаження складається із 3 пар АД.

При цьому вихід дрібних фракцій (0-200 мм) збільшився із 10,5 до 38,3%, а великих фракцій (>800 мм) знизився із 17,5 до 9,8%. Загальний видобуток фракцій -500 мм при такому розрахунку навантаження збільшився із 30,9 до 76,3%, а +500 мм - знизився із 69,1 до 23,7% (табл. 3.2). Крім того, розмір середнього діаметра деталі і ефективність надлишкових товщин зменшуються на 31,2% і 34,5% відповідно. Значно зменшено також ширину обвалення гірничого масиву, середнє значення зменшення за 4 масовими вибухами становить 35,7%, чи на 15 м менше порівняно із промисловими вибухами.

Результати промислових досліджень свідчать про незаперечну ефективність комбінованих зарядів, які забезпечують каскадну детонацію. Дане дослідження проводилося у гранітних кар'єрах Коростенського родовища, де було здійснено 12 потужних вибухів із загальним об'ємом вилученої маси 690 тис. м³. Крім того, виконання рекомендованого розрахунку навантаження здійснювалось в поєднанні із раціональними параметрами сітки свердловин, які враховують анізотропію фізико-механічних властивостей гранітів. Параметри сітки були попередньо визначені у кар'єрах. Цей захід дозволив одночасно підвищити ступінь подрібнення й збільшити вихід гірничої маси на 1 пор. м свердловини на 10-15 м³ за рахунок використання запасу для руйнування об'єму породи одним зарядом.

Підривання гірничого масиву шахтними зарядами при виробництві потужних вибухів в кар'єрах проводили за схемою діагонального короткозатримкового підриву, найбільш ефективною для даних гірничо-геологічних умов. Таким чином, більш рівномірне розміщення ВР у масиві і багаторазове його навантаження дією зарядів ВР завдяки застосуванню комбінованих зарядів й колодязної сітки із урахуванням анізотропії порід, що допускаються у кар'єрах граніту, знижують середню діаметра заготовки на 14,8 й 17,1% відповідно. А вихід негабаритних фракцій – на 25,5 й 34%. При цьому вартість розробки масового майнінгу падає.

У гранітних кар'єрах Західдорвибухпрому сталися три потужні вибухи із каскадними детонаціями. Вибуховий блок був розділений на дві секції: контрольну і дослідну. Параметри вибухових робіт на дослідній ділянці були такими ж, як й на контрольній (промисловій) ділянці, змінилася лише конструкція заряду, колона якого була сформована із україніт-ПМ і анеміксу-70. Загальна маса одного заряду варіювалася від 340 до 400 кг й поміщалася у шахту діаметром 214 мм. Ініціація була досягнута локалізацією ДШ уздовж стінки свердловини.

Оцінку результатів дроблення гірничої маси проводили шляхом порівняння виходу гранулометричного складу за класами крупності, середнього діаметра куска і виходу негабариту. Трьома вибухами було відкинута 130 тис. м³ гірничої маси, із них зарядами рекомендованої моделі 34 тис. м³. Аналіз вибухів на дослідних ділянках показує, що вихід дрібних фракцій порівняно із контрольними зонами збільшився у середньому на 25%, а вихід великих фракцій зменшився на 27%. Вихід середніх фракцій відрізняється незначно.

Середній діаметр шматка при обваленні гірничої маси, відбитий навантаженнями на свердловину за допомогою ініціювання детонуючого шнура, зменшується на 17,5%, а негабаритний потік зменшується на 20%. Крім того, покращено інші гірничо-технологічні показники стану параметрів виїмки. На ділянках стовбурів із вибухом, викликаним детонуючим шнуром, глибоких пробоїн в масиві не було, обвалення гірничого масиву було більш компактним. Значно вдосконалено обробку підшови обода.

Слід також зазначити, що у середньо й сильно обводнених породах каскадна детонація може бути забезпечена шляхом розосередження стовпа заряду інертними проміжками на 3-5 частин із розташуванням кожної із них у залежності від бойової частини. Вибираючи інертний матеріал, що має певну щільність й стисливість, можна визначити енергію ВР, що йде на утворення ударної хвилі, й потенційну енергію стислих продуктів вибуху. в цьому випадку є оптимальне значення пропорції води і інертного матеріалу, що сприяє підвищенню ефективності.

Список літератури:

1. Hryhoriev, Y., Lutsenko, S., Kuttybayev, A., Ermekkali, A., & Shamrai, V. (2023). Study of the impact of the open pit productivity on the economic indicators of mining development. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012050>
2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Котенко В.В., Панасюк А.В., Іськов С.С. Тенденції розвитку ринку декоративного каміння України. Технічна інженерія. 2023. Вип. 1(91). С. 377–384.
3. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Шкабара Ю.В., Микитенко С.В., Ігнатюк Р.М. Аналіз сучасного стану каменедобувної та каменеобробної галузі України. Технічна інженерія. 2022. Вип. 2(90). С. 193–199. [https://doi.org/10.26642/ten-2022-2\(90\)-193-199](https://doi.org/10.26642/ten-2022-2(90)-193-199)
4. Коробійчук В.В., Підвисоцький В.Т., Шамрай В.І., Качуровський М.В., Соколовський В.О. Вплив технології відпрацювання розвалу гірської породи на розміри та форму розвалу негабариту. Технічна інженерія. 2022. Вип. 2(90). С. 147-152.

Гнітецький О.М., аспірант, 1 курс, PhD-184-23-2,
Котенко В.В. к.т.н., доц.

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

ПРАКТИКА СТВОРЕННЯ ОРТОФОТОПЛАНІВ ПІД ЧАС ВІДВЕДЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПІД ВІДКРИТІ ГІРНИЧІ РОЗРОБКИ

Актуальність: Актуальність створення ортофотопланів під час відведення земельних ділянок під відкриті гірничі розробки пов'язана в першу чергу зі швидкістю та ефективністю застосування безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА) для отримання ортофотопланів. Ортофотоплани створені за допомогою БПЛА мають високу роздільну здатність, оскільки сучасні дрони оснащені сучасними камерами і сенсорами, які забезпечують таку високу роздільну здатність. Також даний спосіб створення ортофотопланів допомагає мінімізувати ризики і витрати, такі як підняття на висоту, найм пілотів, тощо. Також це допоможе гірничим розробкам (кар'єрам) підвищити ефективність розробки та зменшити витрати при веденні господарської діяльності, адже орієнтуючись на актуальні ортофотоплани можна визначати напрямки планування ведення діяльності, визначати потреби з розширення земельної ділянки.

Постановка задач: Головною метою даної роботи було дослідження процесу створення ортофотоплану кар'єру в системі координат, що однозначно зв'язана з Державною геодезичною референційною системою координат УСК-2000, у місцевій системі координат МСК-18 та ідентифікувати усі аспекти, які можуть впливати на якість отриманих результатів.

Викладення матеріалу: Для відновлення земельної ділянки під діючим кар'єром Іршицького родовища габро, що знаходиться в Житомирському районі Житомирської області, необхідно було створити актуальний ортофотоплан для врахування існуючого положення гірничих виробок та фактичного положення адміністративно-побутових і виробничих об'єктів на території економічної діяльності підприємства. Площа інтересів складала 32 га, хоча сама земельна ділянка під кар'єром має площу 4,18 га.

Під час дії воєнного стану не функціонує Публічна кадастрова карта, яка відображала відомості Державного земельного кадастру (далі - ДЗК), серед яких були ортофотоплани, якими переважно всі користувалися. Однак, варто зазначити, що ортофотоплани, наявні в Публічній Кадастровій карті України М 1 : 10 000, створені в рамках виконання Угоди про позику (Проект «Видача державних актів на право власності на землю у сільській місцевості та розвиток системи кадастру») між Україною та Міжнародним банком реконструкції та розвитку від 17 жовтня 2003 року. Хоча угода датується 2003 роком, роботи в різних областях України та районах проводилася в різні роки. Ортофотоплан, наявний в ДЗК для нашого об'єкту був сформований в 2011 році, що не влаштувало нас для врахування даних вихідних даних під час визначення фактичного використання земельної ділянки для її відновлення в ДЗК.

Кращим вихідним матеріалом для таких задач може слугувати ортофотоплан з Google Maps, адже для нашого об'єкту, матеріали були актуальними станом на 21 вересня 2018 року. Однак, їх фактичне застосування для практичної діяльності завершується на рівні ознайомлення, адже незрозуміло з якою точністю був виконаний процес формування ортофотоплану, а також роздільна здатність таких знімків є невисокою. Це можна зрозуміти, адже для комерційного використання такі знімки продаються з високою роздільною здатністю, а невисока роздільна здатність знімків в публічному доступі дає можливість зменшити розмір даних файлів й не обмежувати трафік, дає можливість швидкої взаємодії з даними користувачам.

Для створення ортофотоплану був використаний наявний дрон Phantom 4 pro v2 з встановленим на нього додатково РРК модулем. Даний модуль дає можливість під час польоту в момент фотографування в середині витримки записувати RINEX дані. В той самий час встановлена наземна базова станція, у якості якої був South S660P, координати якої були визначені наземним способом в режимі RTK, теж записувала RINEX дані, урівнювання в подальшому цих даних між собою під час постобробки дала можливість забезпечити необхідну точність для прив'язки отриманого ортофотоплану до місцевої системи координат МСК-18.

План польоту дрону був завчасно запланований з врахуванням місця старту та оптимальних витрат часу для самого польоту в програмному забезпеченні DJI GS Pro. Висота польоту була 120 метрів, перекриття повздовжнє та поперечнє 80% / 70% відповідно, а швидкість була встановлена на рівні 8 м/с. Швидкість вітру на момент зйомки становила 7 м/с для запланованої висоти і була в межах допуску, адже максимально можлива по регламентним характеристикам пристрою є 10 м/с. Швидкість

вітру на місцевості визначалася мобільним застосунком Windy.

Обробка отриманих даних здійснювалася за допомогою RTKLIV (урівнювання RINEX даних) та в програмному забезпеченні PIX4Dmatic (Trial version).

Для додаткової перевірки та оцінки точності проведених робіт були закладені 5 опорних точок «опознаків» рівномірно віддалених один від одного на місцевості, координати яких були визначені наземно. Дані опорні точки дали змогу перевірити точність отриманих даних, похибка визначення координат опорних точок з ортофоплану відповідно до отриманих наземним шляхом складала від 1,12 см по X, до 4,99 см по Y.

За результатами було отримано цифрову модель місцевості з розширенням 14,2 см/пікс, щільність точок складала 49,7 точок/м². Було опрацьовано 187 знімків, з яких сформована хмара точок з 17,7 млн. точок.



Рис. 1. Фактичний та проектний план ділянки з сучасним відображенням стану гірничих виробок (Червона – ліцензійна ділянка надр, Синя – межа ділянки вихідна, Помаранчова – запроєктована межа ділянки).

Висновки: Отриманий в результаті знімання та постобробки ортофотоплан дав змогу врахувати усі особливості фактичного стану гірничих виробок, фактичного положення адміністративно-побутових та промислових об'єктів та суміжних земельних ділянок (рис. 1). Крім того це також дало змогу запроєктувати необхідні проектні під'їзди для ефективного використання земельних ресурсів. В результаті інформація про земельну ділянку була відновлена та дає можливість суб'єкту господарювання поновити договір оренди згідно чинного законодавства та продовжувати здійснювати господарську діяльність. Додатково за результатами аналізу ортофотоплану та фактичного використання гірничої розробки було рекомендовано додатково відвести земельну ділянку у східному напрямку.

Враховуючи, що для створення актуального ортофотоплану достатньо 2-3 дні, від підготовки до обробки даних, вважаємо за доцільне здійснювати такі заходи систематично, що надає суб'єктам господарювання можливість спостерігати за динамікою гірничих виробок, та контролю за дотримання проектних рішень під час освоєння Іршицького родовища габро.

Дзьоба М.В., аспірант,
Чміленко Д.Д., студентка III курсу
Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ВСТАНОВЛЕННЯ СТУПЕНЮ СТІЙКОСТІ УСТУПУ КВАРЦОВИХ ПІСКІВ

Виконання гірничих робіт з видобутку будівельних корисних копалин в сучасних умовах характеризується складністю геологічних і гідрогеологічних умов їх розробки та інтенсифікацією і концентрацією гірничих процесів. Ці особливості впливають на стійкість укосів уступів та бортів кар'єрів. Вони, у свою чергу, визначають ефективність та повноту відпрацювання родовища, а також техніко-економічні показники роботи підприємства. Тому однією з основних задач на кар'єрі є визначення оптимальних параметрів укосів для забезпечення їхньої тривалої стійкості при мінімальних обсягах гірничих робіт. Завищені кути укосів призводять до розвитку зсувних явищ, які завдають значної матеріальної шкоди гірничим підприємствам (рис. 1). Зокрема, під зсувом опиняються підготовлені до виймання запаси корисних копалин та порушуються безпечні умови праці. Занижені кути укосів викликають значне збільшення обсягів розкривних робіт і призводять до втрат корисних копалин у бортах кар'єру.



Рис. 1. Загальний вигляд уступу кварцових пісків

Для кількісної та якісної оцінки стійкості укосів використовують значення коефіцієнта стійкості. Тому, завданням дослідження є визначення коефіцієнту стійкості укосу.

Традиційним методом визначення коефіцієнту стійкості укосу є використання графічних побудов при розрахунках. Застосування графіків і діаграм є досить зручним, простим та задовольняє інженерним вимогам. Однак такі розрахунки обмежені в точності, трудомісткі і не дозволяють виконати більш складні обчислення для особливих умов забезпечення стійкості укосів. Розвиток інформаційних технологій зумовив розробку декількох пакетів прикладних програм для розрахунку стійкості схилів методами граничної рівноваги (SCAD Soft «Откос», Rocscience Slide, Slope, GeoStab 5 та ін.) та чисельних методів, що усувають зазначені недоліки.

Аналіз досліджень з питань вивчення стійкості природних і штучних укосів засвідчив, що на сьогодні існує значна кількість моделей, методів, критеріїв міцності масиву та способів розрахунку стійкості гірського масиву. Результатом розрахунків усіх їх є встановлення форми і місця розташування поверхні ковзання та визначення коефіцієнту стійкості гірського масиву. Зважаючи на це, метою досліджень є встановлення ступеня стійкості уступу кварцових пісків на кар'єрі Сихівського родовища та визначення коефіцієнту стійкості у програмному комплексі Rocscience Slide в 2D на основі методу граничної рівноваги.

Кварцові піски є тонко-дрібнозернистими, сипучими та слабо ущільненими. Фізико-механічні характеристики кварцових пісків Сихівського родовища наступні: об'ємна маса – $\gamma = 1,66 \text{ т/м}^3$; коефіцієнт

розпушення – $K_p=1,32$; природна вологість пісків – $W = 2,83 \%$; зчеплення пісків у гірському масиві – $C = 2$ кПа; кут внутрішнього тертя – $\varphi = 33^\circ$; коефіцієнт пористості – $e = 0,65$.

Відповідно до проекту розробки родовища висота робочого уступу повинна становити $H = 20$ м, а кут відкосу – $\alpha = 30^\circ$. Однак в деяких випадках, через низку об'єктивних причин, технологічні параметри на кар'єрі можуть не дотримуватися. Зокрема, через вихід з ладу робочого обладнання та високу інтенсивність робіт, кут відкосу робочого уступу певний час може становити до 50° . Це порушує технологію видобування та безпеку праці, а також може спричинити осипи, обвалення та зсуви. Для попередження і запобігання зсувних явищ на укосах уступів необхідно оперативно визначати стійкість гірського масиву та можливу поверхню обвалення (ковзання).

Розрахунок стійкості уступу кварцових пісків при $\alpha = 50^\circ$ виконано в програмі Slide 6 методами граничної рівноваги з використанням критерію міцності Mohr-Coulomb. Для аналізу обрані методи Bishop, Janbu та Spencer.

Зокрема, для спрощеного методу аналізу Bishop, маємо наступні результати: глобальну мінімальну поверхню ковзання та контури коефіцієнта стійкості з мінімальним коефіцієнтом стійкості з усіх аналізованих поверхонь (рис. 2, а); поверхню мінімального коефіцієнта стійкості (рис. 2, б); усі поверхні ковзання (рис. 2, в); поверхні ковзання зі значеннями коефіцієнта стійкості від 0,5 до 1,3 (нормативного) (рис. 2, г).

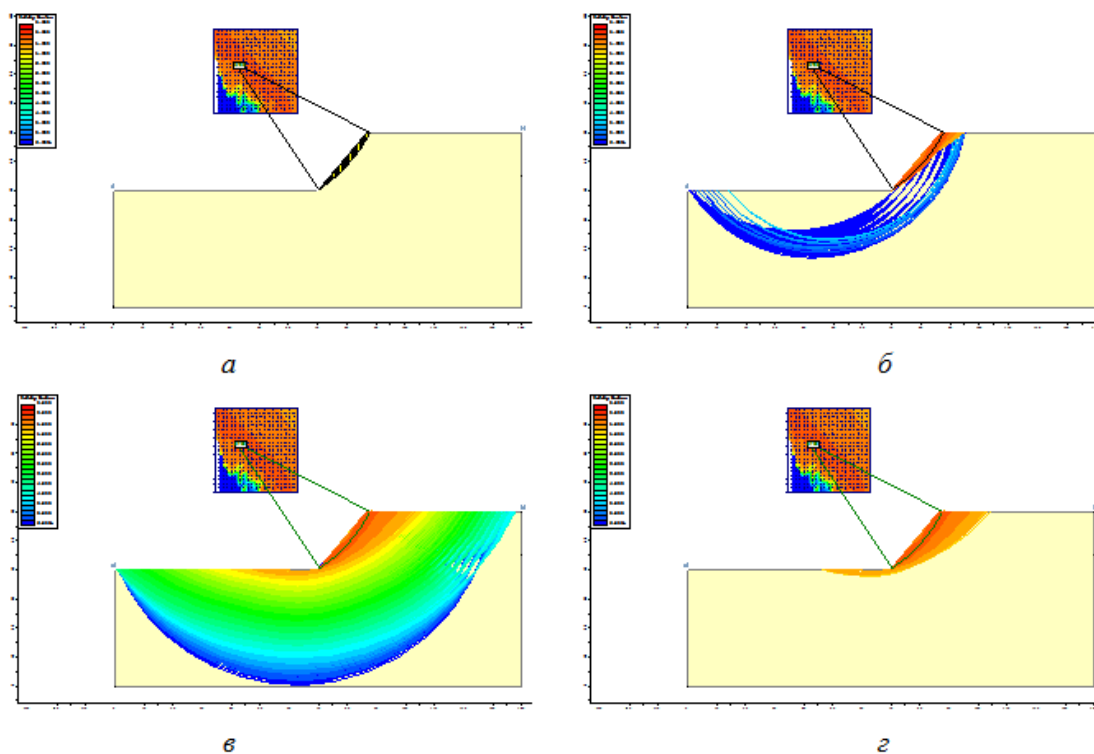


Рис. 2. Розрахунок стійкості уступу кварцових пісків за методом аналізу Bishop: а – глобальна мінімальна поверхня ковзання та контури коефіцієнта стійкості; б – поверхня мінімального коефіцієнта стійкості уступу; в – усі можливі поверхні ковзання; г – поверхні ковзання з коефіцієнтом стійкості від 0,5 до 1,3

Аналіз отриманих показників стійкості уступу показує, що методи Bishop та Spencer майже ідентичні. Так, коефіцієнт стійкості уступу при Bishop становить $K_{st} = 0,709$, а при Spencer – $K_{st} = 0,703$; радіуси кругло-циліндричної глобальної поверхні ковзання однакові і становлять $R = 52,145$ м; загальна площа зсуву при глобальному мінімумі для цих методів також однакова $S = 40,649$ м². Метод аналізу Janbu суттєво вирізняється показниками – $K_{st} = 0,677$, $R = 38,54$ м, $S = 48,643$ м².

Площі поверхонь ковзання для усіх значень мінімального коефіцієнта стійкості для зазначених методів різняться між собою в межах 7,83 м². Більш безпечні умови відробки уступу надає метод аналізу Janbu, при якому ширина призми небезпеки на поверхні уступу повинна становити 18,28 м. Це приблизно на 1 м більше, ніж за іншими методами. Отже в цілому, метод аналізу Janbu на 4...6 % по наведеним показникам стійкості відрізняється від Bishop та Spencer.

Застрожний Д.В., студент гр. РР-47м
Лисенко С.П., студент гр. РР-51м

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

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ НЕГАБАРИТУ НЕВИБУХОВИМ СПОСОБОМ В УМОВАХ ТОВ «ГРАНІТ-РЕЗЕРВ»

Основними завданнями сучасних промислових підприємств є: підвищення ефективності виробничих процесів, підвищення конкурентоспроможності продукції та зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище. На сьогоднішній день, через застій і прогресивні технології буріння не вдається повністю припинити виробництво великої (негабаритної) фракції гірських порід. Вихід негабариту в залежності від гірничо-геологічних та гірнітехнічних умов Пекарщинського родовища гранітів складає від 5 до 20 %. Під час збільшення продуктивності негабариту будуть накопичуватися на робочих майданчиках, що призведе до зниження ефективності видобувних процесів. Крім того, потрапляння негабаритної фракції в центральну порожнину головної дробарки може порушити весь технологічний ланцюжок підприємства.

Існують відмінності у величинах різних фізико-механічних властивостей (твердість, товщина, крихкість, тощо), що відбивається на різноманітності форм і розмірів і водночас, з одного боку, ускладнює вибір методів і технічних характеристик обладнання для проектування процесу руйнування негабариту, або в іншому випадку знижує його ефективність.

Традиційний метод буропідричних робіт, окрім своїх переваг, має низку недоліків: негативний вплив на навколишнє природне середовище, сейсмічний вплив на навколишню інфраструктуру, можливе пошкодження кабелів та гірничого обладнання через. Крім того, під час вибухових робіт виробничі процеси гірничого підприємства повинні бути зупинені на весь час проведення вибухових робіт, що призводить до додаткових економічних втрат.

На сьогодні найбільш поширеним механічним способом руйнування негабаритних шматків є механічний спосіб. Гідромолоти широко використовуються як заміне робоче обладнання на гідравлічних екскаваторах. Такий підхід дозволяє використовувати дане обладнання не тільки для руйнування негабаритних шматків, але і для демонтажу залізобетонних і бетонних конструкцій, зняття асфальтобетонних покриттів, а також розпушування твердих і мерзлих ґрунтів.

Широкий асортимент виробників сьогодні пропонує велику кількість ударних механізмів, заснованих на перетворенні різних видів енергії в механічну. Найбільшого поширення набули гідро- і гідропневматичні молоти, встановлені на базі гідравлічних екскаваторів.

Одним із шляхів підвищення ефективності руйнування негабаритів в умовах Пекарщинського родовища гранітів є поєднання параметрів впливу зовнішньої сили та інструменту руйнування породи, що відповідає фізичним характеристикам, механіці та геометрії негабаритів, тобто вибір параметрів силового навантаження та використання змінного інструменту.

На міцність і довговічність інструменту, окрім різних конструктивних особливостей, сильно впливають як механічні властивості матеріалу, з якого виготовлений інструмент, так і його відповідна термічна обробка. Інструментальні матеріали повинні мати високий коефіцієнт ударної в'язкості, а твердість, отримана в результаті термічної обробки, повинна бути якомога вищою. Щільність енергії, тобто кількість енергії удару на одиницю площі поперечного перерізу, повинна бути нижчою за ударну в'язкість. Крім того, використовувана сталь повинна мати хороші пробивні властивості, щоб висока твердість зберігалася по всьому перерізу. Тому для міцних, зносостійких інструментів використовують високолеговані сталі, що містять хром, нікель, марганець і ванадій.

Міцність шаруватих гірських порід залежить від напрямку. Міцність на стиск у напрямку, перпендикулярному до шаруватої породи, вища, ніж у напрямку, паралельному до шаруватої породи. Це слід враховувати при виборі місця для проведення гідроударних робіт.

Спеціальне дослідження з визначення оптимального кута заточування клиноподібних інструментів від 65° до 120° показало, що ефективність руйнування некондиційних фрагментів породи при цьому істотно не змінювалася.

Клиноподібні інструменти мають перевагу над конічними наконечниками. Це пов'язано з тим, що у випадку з клинами поширення тріщин у великогабаритних заготовках відбувається в напрямку від леза, тоді як конічна форма наконечника інструменту не дозволяє такому поширенню.

Клинові інструменти виготовляються з клиновими лезами, розташованими як поперечно, так і поздовжньо до осі робочого обладнання 30°. Клинові інструменти з кутом загострення більше 30° зазвичай називають зубилами.

Практика показує, що клиноподібні інструменти найбільш ефективні при руйнуванні некондиційних

уламків гірських порід у твердих породах, але, тим не менш, рідко використовуються в таких операціях. Причиною цього є те, що вони швидко тупляться і нерівномірно зношуються, що призводить до викришування ріжучої кромки і руйнування самого інструменту.

Були також спроби використовувати інструменти з увігнутою сферою або конусом на кінчику леза. Ріжуча кромка таких інструментів має кільцеподібну форму. Досвід показує, що такі інструменти мають переваги. Вони з меншою ймовірністю вискакують з надмірно великої зони руйнування, коли молоток наноситься на точку удару, ніж інструменти з пікоподібною або клиноподібною формою. Однак, коли ріжуча кромка зношується, такі інструменти знову тупляться.

У зв'язку з цим є можливість запропонувати породоруйнівні інструменти для руйнування твердих порід, які можуть уникнути вищезгаданого явища. Тому пропонується створити інструмент на основі моделі клинів з каналами для підведення промивальної рідини (ПР).

Запропонований спосіб руйнування гірських порід знижує знос привода і підвищує ефективність передачі енергії удару від інструменту до розкритих порід за рахунок видалення з поверхні некондиційних фрагментів породи, які були покриті очисним розчином.

Промивальна рідина також видаляє відбиті частинки породи, дозволяючи клиновому інструменту швидше проникати в породу з кожним наступним ударом. Це важливий фактор при руйнуванні негабаритних порід, оскільки збільшується площа контакту між інструментом і породою, а отже, і сила, з якою інструмент вдаряє по породі. Крім того, клиноподібна форма привода передбачає напрямок головної тріщини.

Припустимо, що деякі тріщини, утворені в породі, простягаються до поверхні негабариту. Розглянемо поведінку однієї тріщини, яка зазвичай простягається до межі охолодженої півплощини негабариту в нагрітому шарі породи.

Як згадувалося вище, переривчасте промивання можна використовувати для досягнення падіння температури в негабариті приблизно на 600°C або більше. У міру охолодження поверхні породи в призабійному шарі виникають розтягуючі напруження. При досягненні певної інтенсивності напружень починають рости поверхневі тріщини. Методологія розв'язання задачі зародження тріщин при термоциклічному навантаженні вибою була розроблена в роботі і базується на теорії нерівноважних тріщин. Ця методика застосована для дослідження процесу зародження тріщин у гірському масиві при руйнуванні негабаритного масиву гірських порід гідромолотом.

Розтягуючі напруження викликані як тепловіддачею через поверхню негабариту, так і через поверхню тріщини, але відносно збільшення швидкості росту тріщини за рахунок останнього ефекту становить менше 10% і цим явищем в першому наближенні можна знехтувати.

При розгляді одного циклу нагрівання-охолодження, тобто одного сектора матриці коронки і промивного вікна, що проходить через елементарний негабаритний переріз.

Питома енергоємність руйнування є такою ж, як і міцність породи, і тому зниження міцності є індикатором для оцінки підвищення ефективності процесу руйнування негабариту. Як було зазначено, переривчасте промивання призводить до збільшення механічної швидкості вторинного розриву внаслідок зменшення енергоємності процесу руйнування породи. Зменшення енергоємності руйнування негабариту пов'язане зі зниженням міцності гірських порід внаслідок зміни температурного режиму вибою. Механізм зміцнення породи полягає, з одного боку, в термодинамічному впливі високотемпературного сектора гідромолоту на нагрівання породи і її термічне ослаблення. З іншого боку, зниження міцності породи забезпечується поперемінною дією високих і низьких температур, що призводить до зростання природних і штучних мікротріщин, які виходять на поверхню гірських порід.

Нині, практичне застосування таких органів з використанням миючих розчинів ще не реалізовано. Це свідчить про потенціал даного дослідження в цій галузі застосування. Тому, в даній галузі проводяться дослідження за двома основними напрямками: розробка нових конструкцій робочих органів для специфічних умов розробки родовищ та вивчення поведінки окремих порід під час вторинного руйнування негабаритних порід гідромолотами із застосуванням очисних рідин.

Список літератури:

1. Коробійчук В.В., Підвисоцький В.Т., Шамрай В.І., Качуровський М.В., Соколовський В.О. Вплив технології відпрацювання розвалу гірської породи на розміри та форму розвалу негабариту. Технічна інженерія. 2022. Вип. 2(90). С. 147-152.
2. Коробійчук В.В., Темченко А.Г., Шамрай В.І., Іськов С.С., Дубінчук Б.В. Супутнє видобування блоків природного каменю в умовах щелепного кар'єру. Технічна інженерія. 2022. Вип. 2 (90). С. 153-160.
3. Ковалевич Л.А., Левицький В.Г., Білобров Д.М., Кириленко Н.П., Шамрай В.І. Динаміка споживання паливно-мастильних матеріалів самоскидами на Омелянівському родовищі гранітів. Технічна інженерія. 2021. Вип. 1(87). С. 142–148. [https://doi.org/10.26642/ten-2021-1\(87\)-142-148](https://doi.org/10.26642/ten-2021-1(87)-142-148)
4. Кириленко Н.П., Шамрай В.І., Ковалевич Л.А., Лебля М., Махно А.М. Обґрунтування транспортних робіт в умовах блочного кар'єру. Геоінженерія. 2021. Вип. 5. С. 14-23. <https://doi.org/10.20535/2707-2096.5.2021.230667>

Ігнатюк М.М., студент гр. РР-47м
Шамрай В.І., к.т.н., доц.

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

КЕРУВАННЯ ДЕКОРАТИВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПРИРОДНОГО ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ В УМОВАХ ПП «КВАНТА-ЛЧ»

Природний декоративно-облицювальний камінь широко застосовується для внутрішнього і зовнішнього облицювання будівель та споруд, виготовлення кам'яної дорожньо-будівельної продукції, виготовлення ритуальних та архітектурно-будівельних виробів різного призначення. Зовнішнє облицювання споруд виконують, головним чином природною кам'яною продукцією з таких високоміцних гірських порід: граніти, гранодіорити, лабрадорити, габро, анортозити, діорити, габро-норити та ін. Одним з головних параметрів, що характеризує декоративність каменю, є колір (забарвлення), сприйняття якого обумовлено різним розподілом енергії по спектрах світлового потоку, що потрапляє в зоровий аналізатор. Колір породи має вирішальне значення при виборі сировини для виготовлення певних груп виробів, наприклад, для оздоблення будівель.

При облицюванні споруд природним каменем можуть спостерігатися відмінності у кольоровому тоні різних плиток, спричинені мінералогічним та хімічним складом каменю. Зміна забарвлення природного каменю може спостерігатися в межах не лише одного родовища, а навіть у межах однієї ділянки кар'єру. Ця проблема спостерігається при виготовленні великої партії облицювальної продукції з природного каменю. Характерною особливістю Покоствіського гранодіориту (Grey Ukraine) є зміна світлості при незмінній текстурі каменю, яка сприймається зоровим аналізатором людини. Таким чином, при облицюванні споруд природним каменем, особливо коли такі роботи мають велику площу, виникає проблема із підбором однотонних плит.

При реставрації та відновленні пам'ятників та архітектурних об'єктів з природного каменю виникають суттєві проблеми з підбором природного каменю. Причина цього полягає в тому, що більшість родовищ, з яких брали природний камінь, або перестали існувати або в них почали розробляти інші горизонти природного каменю, декоративні показники яких суттєво відрізняються. Також слід пам'ятати, що під час тривалої експлуатації виробів з природного каменю внаслідок дії атмосферних чинників оброблена поверхня каменю поступово втрачає початкові декоративні показники.

Вимірювання та оцінка текстурно-колеристичних властивостей гірських порід може здійснюватися за допомогою інструментальних та візуальних методів. За допомогою інструментальних методів, які базуються на використанні приладів можна проводити вимірювання у кількісній шкалі параметрів текстури і кольору гірських порід, наприклад: основного колеристичного тону, ясність, насиченість тощо. Оцінка художньо-естетичної якості природного каміння проводиться за допомогою візуальних методів. На жаль, більшість традиційних методик дослідження зовнішнього вигляду гірських порід, в тому числі природного каменю, ґрунтуються на ручній праці. Тому вони мають низьку ефективність та високу трудомісткість і не дають можливості автоматизованої обробки результатів вимірювань. Застосування ж інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеоінформації для оцінки якості обробки поверхні природного каменю дає можливість уникнути названих вище недоліків. Для вирішення завдань аналізу зовнішнього виду поверхні необхідно сформулювати цифрове відеозображення поверхні облицювального каменю і виконати його обробку засобами сучасної обчислювальної техніки.

Методика проведення дослідження полягає у наступному:

- Проводився відбір зразків природного каменю 10×10×10 см після операцій шліфування-полірування;
- Вимірювалась шорсткість поверхні природного каменю;
- Зразки висушували та виконували сканування оброблених поверхонь;
- Проводилось калібрування зображень у колірній системі Lab за допомогою програми Adobe Photoshop та калібрувальної системи (3 кольори (білий, сірий, чорний));
- Отримане зображення опрацьовували в програмі «Mdistones»;
- Визначаються середні колірні показники у системі Lab для визначення показника світлості поверхні каменю (L).

Одним із критеріїв керування декоративними показниками природного облицювального каменю є наявність глянцевої поверхні. Було встановлено лінійні закономірності зміни блиску поверхні природного облицювального каменю після шліфування-полірування в залежності від шорсткості його поверхні (рис. 1).

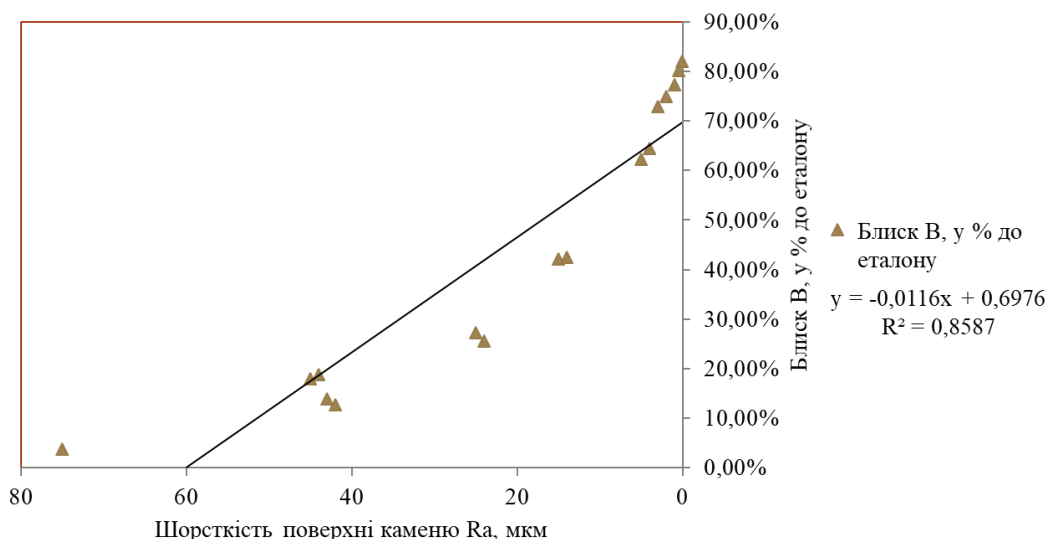


Рис. 1. Графік зміни блиску поверхні природного облицювального каменю після шліфування-полірування в залежності від шорсткості його поверхні

Було встановлено лінійні закономірності зміни світлості поверхні природного облицювального каменю після шліфування-полірування в залежності від шорсткості його поверхні (рис. 2). Це допомогло визначити діапазон показників світлості поверхні Покостівського гранодіориту, в межах яких можна ним керувати (від 57 до 63 %). За допомогою визначених закономірностей можливо керувати світлістю поверхні Покостівського гранодіориту та забезпечити рівномірний колірний тон облицьованої каменем будівлі.

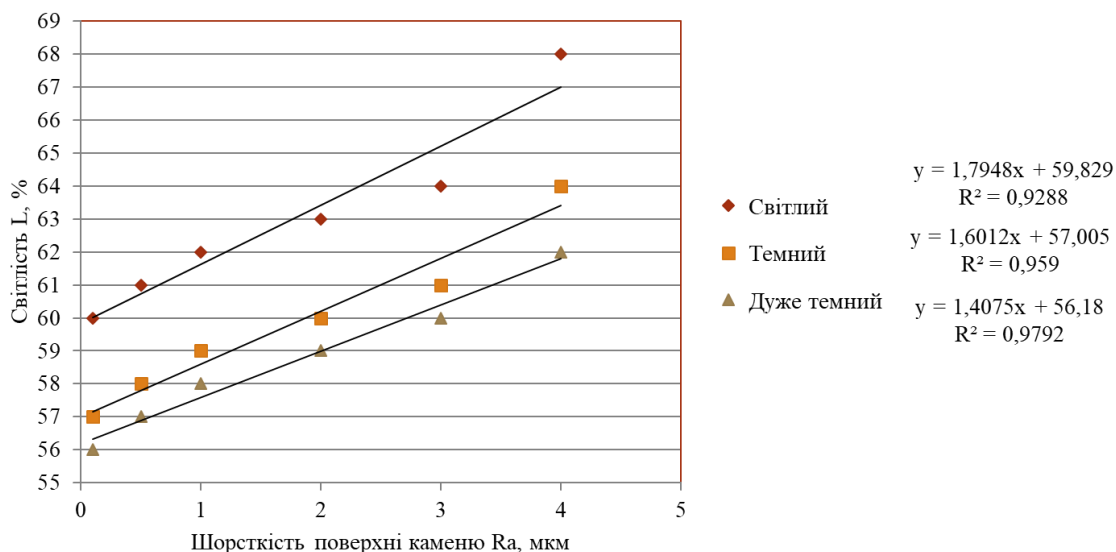


Рис. 2. Графік зміни світлості поверхні природного облицювального каменю після шліфування-полірування в залежності від шорсткості його поверхні

Список літератури:

1. Shamrai V., Melnyk-Shamrai V., Leonets I., Korobiichuk V., Lutsenko S. Quality index control for building products made of natural facing stone. *Mining of Mineral Deposits*. 2023. Vol. 17(3). P. 12-21. <https://doi.org/10.33271/mining17.03.012>
2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Котенко В.В., Панасюк А.В., Іськов С.С. Тенденції розвитку ринку декоративного камення України. *Технічна інженерія*. 2023. Вип. 1(91). С. 377–384.
3. Шамрай В.І., Коробійчук В.В., Леонець І.В. Оцінка оптичних показників поверхні природного каменю методом інфрачервоної спектроскопії. *Технічна інженерія*. 2021. Вип. 1(87). С. 169–182. [https://doi.org/10.26642/ten-2021-1\(87\)-169-182](https://doi.org/10.26642/ten-2021-1(87)-169-182)
4. Коробійчук, В.В., Шамрай, В.І., Сидоров, О., Заруцький, С. Оцінка впливу високої температури на облицювальний камінь з міцних гірських порід. *Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки"*. 2019. Вип. 1(83), С. 253-261.

Ігнатюк Р.М., аспірант
Науковий керівник: Шамрай В.І., к.т.н., доц.
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ОБСЯГІВ УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

Сучасна каменеобробна та будівельна галузь стикається з проблемою переробки та утилізації відходів. Ця проблема зумовлена не лише збільшенням обсягів будівництва, але й відсутністю сучасних стандартів та відповідного законодавства, які б передбачали раціональне використання природних ресурсів та охорону навколишнього середовища. Поряд з цим існує практика "самозахоронення" відходів на несанкціонованих сміттєзвалищах, що призводить до забруднення навколишнього середовища.

У розвинених країнах (ЄС, США, Канада) поводження з відходами каменеобробки регулюється відповідним законодавством. Вартість переробки відходів каменеобробки значно нижча, ніж їх захоронення на полігонах. Крім того, кожне підприємство має план управління відходами.

Нині, один за одним розробляються екологічні матеріали з низьким впливом на навколишнє середовище та викидами парникових газів, в основному в будівельному секторі. Слід пам'ятати, що будівельний сектор є одним з найбільш забруднюючих секторів, оскільки він споживає велику кількість сировини, майже не використовує оптимізовані виробничі процеси і виробляє величезну кількість продукції. Ці фактори не лише безпосередньо впливають на майбутній дефіцит ключової сировини, але й на споживання енергії, оскільки галузь генерує найбільше споживання енергії у світі.

Додавання відходів до керамічної сировини для виробництва цегли було реалізовано з використанням різноманітних відходів з певним успіхом. Успіх цього методу ґрунтується на низці факторів. З одного боку, він зменшує використання первинної сировини - глини - і скорочує операції з видобутку матеріалу, викиди, які це спричиняє, і вплив на навколишнє середовище на ділянці. З іншого боку, невикористані відходи використовуються, що зменшує економічну цінність кінцевого продукту і кількість відходів, що вивозяться на звалища. Крім того, включення відходів у керамічні матеріали може надати кінцевому матеріалу особливих властивостей, які є корисними. Ці властивості включають теплоізоляцію, звукоізоляцію та зменшення ваги матеріалу. Таке включення відходів може бути легко реалізоване без значних змін на виробничому майданчику, наприклад, у технологічних процесах та обладнанні.

Це варіант, який приносить економічні та екологічні вигоди, зменшує відкладення матеріалів на звалищах, дає нове життя відходам і, отже, повністю відповідає новій циркулярній економіці. Крім того, через свій хімічний склад деякі відходи часто завдають серйозної шкоди навколишньому середовищу, забруднюючи поверхневі та підземні води або впливаючи на рослинність і тваринний світ. З такими відходами потрібно поводитися з особливою обережністю і включати їх у матеріали таким чином, щоб конфліктні елементи та хімічні сполуки були належним чином утримані. У цьому випадку одним з найкращих варіантів є включення залишків забруднюючих речовин у керамічні матеріали, щоб уникнути того, що керамічна матриця буде утримувати і фільтрувати значну частину цих забруднювачів.

Тим часом у будівельному секторі індустрія декоративного каменю щорічно виробляє приблизно 5 мільйонів тонн кам'яного шламу в Європі. Ці відходи утворюються безпосередньо під час різання каменю для подальшої обробки та продажу. За оцінками, видобуток і обробка граніту та мармуру утворює 40% кам'яного шламу відносно початкового об'єму каменю, 20% з яких відповідає робочій силі, обробленій у галузі. Отже, це великий обсяг відходів, неконтрольоване накопичення яких може спричинити низку екологічних проблем. Різання граніту алмазними відрізними дисками, на якому базується це дослідження, зазвичай здійснюється з використанням води, щоб уникнути нагрівання матеріалу і верстата. В результаті кам'яна суспензія має невеликий розмір частинок - кілька десятків мікрометрів, а на відрізнних дисках часто виявляються металеві елементи, такі як кобальт і мідь. У той же час, часто виявляються органічні сполуки, отримані з мастил і мастил самого обладнання. При подальшому відділенні води від кам'яного шламу шляхом флокуляції частка отриманих флокулянтів зазвичай дуже обмежена для повторного використання.

Коротше кажучи, кам'яний осад є проблематичним відходом в Європі. Це ще більш серйозна проблема в країнах з менш суворими екологічними нормами, таких як Україна, де шлам після різання каменю накопичується безпосередньо у великих кар'єрах на територіях, прилеглих до виробничих підприємств. Більшість цих ям не є водонепроникними, і шлам осідає під дією сили тяжіння, а вода використовується повторно. Тому ці кар'єри можуть спричинити значне забруднення сільського господарства, дикої природи, поверхневих і підземних вод.

Список літератури:

1. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Темченко А.Г., Махно А.М., Ігнатюк Р.М. Дослідження якісних властивостей відходів каменевидабування 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)

Красуля В.О., студентка IV курсу, гр. ГГ-28,
Куницька М.С., ст. викладач кафедри маркшейдерії
Державний університет «Житомирська політехніка»

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ПРИ ПІДРАХУНКУ ЗАПАСІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Великої популярності за останні роки в геодезії та гірництві набуло використання БПЛА. Загальний вплив використання дронів у гірничих процесах полягає в підвищенні ефективності, зменшенні ризиків для працівників та оптимізації виробничих процесів.

Для дослідження було обране Наталіївське родовище гранодіоритів. Родовище являє собою відкритий кар'єр площею 3,46 га. Родовище знаходиться на пагорбі з мінімальним розвиненням осадових наносів та кори вивітрювання. Заводнення наявне головним чином у тріщинуватих у кристалічних породах власне у гранодіоритах та, у незначній мірі, в корі вивітрювання та у четвертинних пісках. Воно має своїм джерелом лише атмосферні опади (долина р. Шийка знаходиться у 3-х км на південний захід), отже цілком залежне від їх рясності. Сумарний водоприплив у діючий кар'єр – на рівні 394 м³ на добу, а за рахунок зливних вод – до 2600 м³ на добу.

Під час виконання тахеометричної зйомки на родовищі було використано такі геодезичні прилади: тахеометр SOKKIA SET 630R та DJI GO MAVIC 2 ZOOM. Зйомка БПЛА проводилась на висоті 60 метрів. З дрона було зроблено 234 фото, які потім було оброблено за допомогою програмного забезпечення Pix4D.

Для порівняння результатів тахеометричної та БПЛА зйомки за квартал було використано дані з 500 точок зйомки. Середнє відхилення координат X від тахеометричної зйомки для БПЛА зйомки склало 0,007 метра. Середнє відхилення координат Y від тахеометричної зйомки для БПЛА зйомки склало 0,005 метра. Середнє відхилення координат Z від тахеометричної зйомки для БПЛА зйомки склало 0,004 метра. Ці результати свідчать про те, що точність БПЛА зйомки залишається високою навіть за короткий період часу. Також для порівняння результатів тахеометричної та БПЛА зйомки було використано дані з оперативних обліків за весь період розробки.

Для порівняння результатів тахеометричної та БПЛА зйомки було проведено аналіз оперативних обліків за III квартал 2023 року. Результати порівняння підрахунку обсягів запасів за III квартал 2023 року представлені у табл.1.

Таблиця 1.

Порівняльна таблиця підрахунку обсягів запасів за III квартал 2023 року

Спосіб	Фактичні показники	Оперативний облік	Різниця	Відхилення, %
БПЛА	2273,8563	2273,8560	0,0003	0,0013%
Тахеометрична зйомка	2273,8564		0,0004	0,0018%

Порівняння результатів тахеометричної зйомки та зйомки за допомогою БПЛА за 3 квартал показало, що відхилення від оперативного обліку та тахеометричної зйомки не перевищують 0,0001 тис. м³, що відповідає вимогам до точності геодезичної зйомки. Таким чином, можна зробити висновок, що БПЛА зйомка є високоточним методом отримання даних про обсяг запасів корисних копалин. Вона відповідає вимогам до точності контролю якості та геодезичної зйомки.

Додатково можна відзначити, що відхилення від оперативного обліку та тахеометричної зйомки за 3 квартал становить 0,0001 тис. м³. Це означає, що точність БПЛА зйомки залишається високою навіть за короткий період часу.

У даному випадку, відхилення від оперативного обліку становить 0,0001 тис. м кубічних, або 0,00004%. Це дуже мале відхилення, що відповідає вимогам до точності контролю якості.

Кремер О. А., аспірантка, 3 курс, ГР-21а
Гірничо-металургійний факультет
Науковий керівник: Долгіх О. В., канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

GPS-ТЕХНОЛОГІЇ В МАРКШЕЙДЕРСЬКІЙ СПРАВІ

На сьогоднішній час, прогрес відбувається в кожній галузі науки. З кожним роком з'являється нове маркшейдерсько-геодезичне обладнання, та звісно з цим, нові вимоги до продуктивності маркшейдерського відділу та відповідно постає питання точності виконання польових та камеральних робіт. Наразі, нові методи вимірювання поступово, на багатьох гірничодобувних підприємствах, витісняють традиційні, впроваджується аерофотознімання за допомогою використання БПЛА та GPS-обладнання. Такі методи мають ряд переваг, що і є причиною їх впровадження. Звісно, цінова політика таких маркшейдерсько-геодезичних інструментів вносить свої корективи у їх застосування на невеликих підприємствах, і навіть на великих гірничодобувних підприємствах, але як показує досвід і це не є великою проблемою.

Сучасне GPS-обладнання є доволі різноманітним в плані ціни та звісно ж і характеристик. При виборі такого обладнання, на підприємствах звертають увагу на ці фактори, які знаходяться у залежності один від одного. Сьогоднішній ринок представляє безліч фірм, які виготовляють GPS-приймачі, але найбільшого попиту набувають Leica Geosystem, Trimble Navigation, Topcon. Аналізуючи різні типи GPS-приймачів, можна сказати, що тут дійсно діє залежність якості характеристик від ціни, але за умови однієї фірми-виробника. Так, GPS-приймач іншої фірми з приблизними характеристиками може мати зовсім іншу цінову політику, іноді це дорожче, іноді дешевше, тому при виборі приладів для маркшейдерських робіт необхідно витратити певний час для підбору оптимального варіанту.

Основними характеристиками, на які слід звертати увагу при виборі приладу для робіт, вважаються: супутникові системи, з якими взаємодіє приймач; кількість каналів; частота вимірів; наявність внутрішньої та зовнішньої пам'яті. Та, звісно, найголовнішою характеристикою є точність отримання координат як в плані так і по висоті в режимах статичної та кінематичної. Менша увага приділяється таким характеристикам як наявність Bluetooth, вага, діапазон температур, який здебільшого змінюється від -20°C до +65°C, що, при використанні на території України, повністю задовольняє потреби користувачів.

GPS-обладнання використовується для різних видів маркшейдерсько-геодезичних робіт: для виконання зйомок гірничих об'єктів; для спостереження за деформаційними процесами території, на які впливають підземні гірничі роботи; для забезпечення робіт на відвалах та шламосховищах; для забезпечення будівельних робіт тощо. Питання, пов'язане із застосування GPS-обладнання на підприємствах, є доволі актуальним на сьогоднішній час, і тому, багато науковців досліджують його з метою підвищення оперативності та точності маркшейдерських робіт.

GPS-обладнання, для виконання маркшейдерського знімання, вже давно широко використовується, а для досліджень деформаційних процесів на території нашої держави – використовується ще не в значній мірі. Дослідження деформаційних процесів проводяться на території Криворізького басейну, так як на території нашого міста є безліч гірничодобувних підприємств і тому спостерігаються процеси осідання та зсуву через те, що видобуток руди ведеться на постійній основі.

Процес осідання земної поверхні внаслідок підземної розробки корисної копалини та контроль за ним ведеться на території шахти ім. «Колачевського» (стара назва - ім. «Орджонікідзе») ПрАТ «ЦГЗК». Спостереження відбуваються по профільних лініях новими методами та з використання GPS-приймачів, з необхідною для цього періодичністю, виконуючи умови щодо точності для даного виду робіт, що в подальшому дає змогу проектувати гірничі виробки та способи видобування залізної руди.

Причиною, що викликала необхідність постійного дослідження даної території, стало обвалення денної поверхні у 2010 р. Спочатку дослідження велись такими традиційними методами, як геометричне нівелювання та лінійні проміри, але такі методи не дають повної інформації щодо вертикальних та горизонтальних складових деформаційного процесу. Саме через такий досвід, було прийнято рішення використовувати електронні тахеометри та GPS-обладнання. Профільні лінії розташовані перпендикулярно до зони зсуву, згідно з проектом. Дослідження виконуються за умови, що опорні реперні знаходяться за межами зони зрушень, а для дослідження їх сталого положення, виконується певний комплекс робіт. Системні спостереження з отриманням результатів інструментальних вимірів, у вигляді таблиць та побудованих графіків, слугують для подальшого аналізу зсувних процесів [1].

Список літератури:

1. Долгіх Л.В., Долгіх О.В. Дослідження території зони провалля від шахти ім. Орджонікідзе // Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг: КТУ, 2011. - Вип. 27. - С. 70-73.

Крячек В.П., аспірант

Науковий керівник: Собко Б.Ю., д.т.н., професор

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ДРОБИЛЬНО СОРТУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ПРИ ОСВОЄННІ РОДОВИЩ ТВЕРДИХ НЕРУДНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Родовища твердих нерудних корисних копалин слугують сировинною базою для виробництва будівельних матеріалів, було - щебеневої продукції. На території України ці родовища приурочені до Українського кристалічного щита. Щебенева продукція різної фракційності використовується в будівництві, а також як наповнювач бетону, складова покриття автомобільних доріг, для баластування залізничних колій та в багатьох інших галузях і напрямках економіки країни.

Починаючи з 2016 року попит на щебеневу продукцію почав збільшуватися, що пов'язано з розвитком будівельної галузі в Україні. Наприклад, у 2018 році виробництво щебеню склало майже 82 млн т, що на 9,2 % більше ніж у 2014 році. У подальші роки, аж до військової агресії проти України, тенденція щодо збільшення попиту і обсягів виробництва щебеневої продукції зберігалася. Очевидно, що у післявоєнний період буде передбачатися позитивна тенденція підвищення продуктивності видобутку будівельних матеріалів для відновлення країни.

Особлива увага, при цьому, має приділятися дослідженню впливу технологічних схем при відпрацюванні кар'єрів будівельних матеріалів з застосуванням мобільних дробильно-сортувальних комплексів (МДСУ). Використання таких комплексів в першу чергу призводить до скорочення перевантажувань гірничої маси в кар'єрі та її транспортування. Первинне подрібнення порід можливо виконувати безпосередньо у вибої забезпечуючи завантаження розпушеної вибухом мінеральної сировини в бункер МДСУ. В подальшому подрібнений продукт подається в дробарку вторинного дроблення та сортування.

Використання технологічних схем, що включають мобільні дробильні комплекси, враховують гірничотехнічні особливості родовищ, дозволяють забезпечити підвищення раціональності проектних рішень.

Технологічні схеми можуть включати використання мобільних дробильно-сортувальних комплексів тільки першої, або першої та другої, а також всіх стадій дроблення, до складу яких може входити обладнання, що необхідне для сортування продукції за фракціями. Для скорочення кількості пересувань мобільного дробильно-сортувального комплексу та зменшення пов'язаних з цим витрат, доцільно використовувати в якості виймально - навантажувального обладнання колісний навантажувач, який здійснює виймання гірничої маси з розпушеного масиву, а також завантажує транспортні судини гірничою породою, котру вже було відсортовано. Також, для живлення дробарок, можливе застосування сучасних високопродуктивних гідравлічних екскаваторів.

Аналіз попередніх досліджень з удосконалення видобувних робіт на кар'єрах з видобутку твердих нерудних корисних копалин та досвід розробки аналогічних підприємств України та близького зарубіжжя, показує що перспективним на даний момент є впровадження мобільних дробильно-сортувальних комплексів.

На основі аналізу літературних джерел можна стверджувати, що більшість авторів рекомендують застосування в комплексі з мобільним обладнанням конвеєрного транспорту, однак ці рекомендації стосуються здебільшого кар'єрів з великою глибиною розробки.

Сукупність досліджень при прийнятті технологічних рішень даної роботи полягає у порівняльній гірничо-технологічній та економічній оцінці можливих варіантів технологічних схем гірничих робіт на кар'єрах родовищ нерудних корисних копалин з мобільним дробильно-сортувальним устаткуванням для отримання щебеневої продукції та визначити найбільш ефективні з них для застосування.

В якості основного критерію вибору раціонального варіанту технологічної схеми розробки нерудних родовищ будівельної сировини прийнято середню відстань транспортування гірничої маси та собівартість розробки корисної копалини, в цілому.

В результаті проведених досліджень в роботі встановлено вплив глибини кар'єру на показники роботи транспортної системи розробки та циклічно-поточної технології при використанні автосамоскидів та конвеєрного транспорту, визначено вплив місця розташування мобільно-дробильного комплексу на показники роботи автомобільного транспорту.

На прикладі Пинязевицького родовища гранітів встановлено, що збільшення глибини кар'єру має негативний вплив на показники транспортної системи розробки з використанням автосамоскидів. В першу чергу, зменшується продуктивність автосамоскидів, що призводить до збільшення їх

необхідної кількості та зростання собівартості продукції, а також збільшується негативний вплив на довкілля через збільшення об'ємів викидів шкідливих речовин від роботи двигунів внутрішнього згоряння.

Зростання глибини кар'єру в 3 рази з 50 до 150 м призведе до зростання кількості автосамоскидів в 2,5 - 2,6 разів, в той час як збільшення продуктивності кар'єру в 4 рази з 400 до 1600 т/рік призведе до збільшення транспортного парку у 3,5 - 3,6 разів.

Встановлені результати досліджень, дозволять в подальшому визначити техніко-економічні показники застосування транспортної системи розробки з використанням автосамоскидів та області застосування циклічно-потокової технології при розробці нерудних родовищ корисних копалин.

З метою зменшення відстані транспортування гірничої маси автосамоскидами на кар'єрах отримало поширення використання комбінації автомобільного і конвеєрного транспорту, який розташовується на борті кар'єру в крутій траншеї, або на поверхні з системою ковзних з'їздів для автотранспорту.

Основною перевагою зазначеної технологічної схеми розробки є мінімізація відстаней транспортування автосамоскидами в межах робочих горизонтів і суттєве зменшення відстаней транспортування виїзними траншеями. У даній технологічній схемі додатково передбачено використання рудоскатів з верхніх горизонтів на концентраційний горизонт, на якому розташована мобільна дробарка. Це дозволить зменшити відстань транспортування гірничої маси похилими ділянками, однак призведе до необхідності залучення додаткового перевантажувача. Його основна функція полягатиме у переміщенні гірничої маси з навалу рудоскату до мобільної дробарки. Додаткові витрати для запровадження циклічно-потокової технології також будуть пов'язані зі встановленням мобільної дробарки, стрічкового конвеєру і спорудженням крутої траншеї для встановлення підйомного стрічкового конвеєра.

Отримані результати досліджень підтверджують, що запровадження циклічно-потокової технології розробки кар'єрів нерудних родовищ дозволяє суттєво зменшити відстані транспортування гірничої маси автосамоскидами. Ефективність даної технологічної схеми досягається при глибині кар'єру 150 м, при цьому зростає продуктивність кар'єру по гірничій масі до 1,6 млн т/рік за рахунок збільшення продуктивності автосамоскидів в 2,1 рази з 94,1 до 197,6 тис. т/рік у порівнянні з технологічною схемою при використанні автосамоскидів.

За рахунок збільшення продуктивності автосамоскидів в 2,1 рази при циклічно-потоковій технології досягається зменшення їх загальної кількості в два рази при однаковій продуктивності і глибині розробки на відміну від транспортної системи, де уся гірнична маса доставляється на поверхню автосамоскидами.

Встановлено, що найбільш ефективним технологічним рішенням є застосування циклічно-потокової технології відпрацювання кар'єру з розташуванням концентраційного горизонту на другому уступі від дна кар'єру. Таке рішення дозволяє зменшити відстань транспортування гірничої маси на поверхню кар'єру в 1,9 рази з 2550 до 1350 м при глибині кар'єру 150 м. Це призводить до зменшення кількості автосамоскидів в роботі в 2 рази з 18 до 9 одиниць при продуктивності кар'єру 1600 тис. т.

Таким чином, проведені дослідження дозволили встановити, що найбільш ефективним є застосування циклічно-потокової технології розробки родовища з використанням автосамоскидів в якості транспорту первинної ланки в кар'єрі та конвеєрного транспорту при транспортуванні подрібненої гірничої маси на поверхню з розташуванням мобільних дробильно-сортувальних комплексів безпосередньо на робочих горизонтах в кар'єрі.

ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИДОБУВАННІ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФУ

Видобуток фрезерного торфу здійснюється за допомогою пошарової обробки верхнього шару спеціальною технікою, в результаті якої утворюється торф'яна крихта 0,5-10 см. Залежно від погодних умов і запланованих циклів фрезерування крихта з торфу розподіляється для подальшої реалізації.

Фрезерний видобуток повністю механізований. Виробничі дільниці з видобутку торфу повинні утримуватись згідно правил технічної експлуатації підприємств торфової промисловості, не повинно бути ям, нерівностей, виступаючих пенеків.

Для забезпечення прохідності торфових машин виробничі дільниці необхідно добре осушувати. Через валові і картові канали в місцях переїзду машин і переході людей повинні бути встановлені надійні мости – переїзди вантажопідійомністю не менше 26 м і обладнані габаритними стовпчиками. Крім мостів переїздів для проходу людей через валові канали повинні будуватись містки, через кожні 450-500 м, машиністи торфових машин і тракторів повинні добре знати схеми роботи машин і маршрути переїздів на закріплених за ними технологічних майданчиках.

При роботі машин на гусеничному ході колоною відстань між ними в день повинна бути не менше 15 м, а в нічний час – не менше – 20 м, при роботі колісних тракторів відповідно – 30 і 40 м.

Під час густих туманів роботи машин колоною не допускається. Під час роботи машин з видобутку фрезерного торфу машиніст повинен перед початком і протягом зміни очищати вихлопний колектор двигуна на іскрогасник від торфового пилу і вихлопну трубу від нагару. Переміщення заднім ходом ворушилок і валкувачів з опущеними робочими органами не допускається.

Робітники, які працюють на виробничих майданчиках повинні бути забезпечені позахисними окулярами. Під час роботи фрезбарабанів людям треба бути позаду фрези на відстані не менше 30 м, а біля працюючої бункерної збиральної машини на відстані не менше 5 м.

Фрезбарабани і збиральні машини повинні мати надійні захисні кожухи на карданних валах. Бункерні збиральні машини повинні бути обладнаними сигналізаційними приладами і дзеркалом заднього виду за спостереженням за станом робочих органів. Не дозволяється під час роботи заходити і сідати на машину або трактор, регулювати глибину фрезерування при включеному валу відбору потужності.

Перед пуском штабелюючої машини необхідно перевірити стан кожухів, сталевих тросів і гідросистему. При тривалих зупинках чи ремонті штабелюючої машини салю баска повинна бути опущена на підставки. Під час сильного вітру і поганої видимості роботи по штабелюванню потрібно припинити.

Оскільки всі роботи по виробництву торфу виконують під відкритим небом, то в тих місцях, віддалених від польових баз, необхідно встановити пересувні вагончики.

Для стоянки, заправки, поточного ремонту на виробничих полях обладнано спеціальні польові бази з польовими заправочними станціями (ПЗС) у відповідності з правилами технічної експлуатації і нормам пожежної охорони торфопідприємств.

При влаштуванні польових баз для забезпечення їх безпечної експлуатації необхідно провести наступні загальні заходи: майданчики, які відведені для стоянки очистити і спланувати, а територію заправочної крім того забалансувати шаром піску товщиною не менше 20 см. Площа для стоянки машин повинна мати розміри, які б забезпечували відстань між окремими механізмами не менше 2 м. Для машин які підлягають ремонту повинна бути виділена окрема ділянка. Для ремонту потрібно побудувати закриті приміщення або навіс місце для ремонту габаритних машин необхідно загородити перилами.

Заправки і змазування машин повинні бути механізовані. Для цього необхідно встановлювати заправочні колонки.

При видобутку фрезерного торфу і ремонті площ спостерігається значна запиленість і загазованість повітря, висока температура, значний шум і вібрація в кабіні торфових машин. В деяких випадках це може призвести до порушення терморегулювання організму, ураження органів дихання, теплових ударів серцево-судинних захворювань.

На виробничих площах торфових підприємств, в особливості які виготовляють фрезерний торф, можуть виникати пожежі [1]. Основними причинами загорянь може бути самозапалювання торфу, укладеного в штабелі, необережне поводження з вогнем, іскри, які вилітають з вихлопних труб працюючих машин, розряди блискавок і ін. З метою своєчасного виявлення пожежі на полях видобутку торфу і на території польових баз споруджують спостерігаючі вишки з прямим телефонним зв'язком і флюгером для визначення швидкості вітру. Кожним торфовим підприємством розробляється оперативний план тушіння пожеж для кожної дільниці.

Список літератури:

1. Кучерук М.О. Прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій на торфових родовищах. Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки: зб. тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і ЗВО, Рівне: НУВГП, 2023. с. 56-58.

Леонець І.В., аспірант
Микитенко С.В., аспірант
Білобров Д.М., аспірант
Шкабара Ю.В., аспірант

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

ВПЛИВ МІСЦЬ ЗБОРУ ШЛАМУ НА КАМЕНЕОБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ НА ЗЕРНОВИЙ СКЛАД ПРЕС-ПОРОШКІВ

У світлі стрімкого розвитку каменетворчої промисловості виникають важливі питання ефективного управління виробничими відходами та їх вплив на отримані матеріали. Одним із ключових аспектів цієї проблематики є місця збору шламу та їхній вплив на зерновий склад прес-порошків, які визначають якість та характеристики матеріалу.

Метою даної публікації є розкриття важливості цього питання для каменеобробних підприємств та розуміння, як збільшити ефективність процесів збору шламу для покращення характеристик прес-порошків. Зокрема, розглядатиметься вплив різних місць збору шламу на гранульованість, розмір часток, та інші ключові параметри прес-порошків, що визначають їхню використовувальність у виробництві.

Ця публікація базується на результативних наукових дослідженнях та практичних випробуваннях, і її мета – не лише представити новий погляд на вирішення цього питання, але й вказати на можливості оптимізації процесів для досягнення вищих стандартів якості та ефективності виробництва на каменеобробних підприємствах.

Для визначення гранулометричного складу частинок шламу для кожного процесу різання на каменеобробному підприємстві було відібрано шлам з різних процесів обробки каменю: розпилювання алмазно-канатною машиною, алмазною дисковою пилкою діаметром 1600 мм, окантувального верстату, полірувального верстату.

Шлам відбирався в зливних каналах, які безпосередньо знаходяться біля каменеобробних верстатів. Для транспортування фасувався в поліетиленові пакети, потім просушувався в сушильній камері при температурі 105 °С протягом 12 год.

Просушений шлам просівався на сита з розмірами чарунок – 0,2; 0,14; 0,1; 0,05 мм. Під час просіювання шламу було встановлено, що фракція частинок шламу, який було відібрано з приямків каменеобробних верстатів наступна (рис. 1): більше 0,2 мм – від 1,1 до 29,2 %, фракція 0,2 мм – від 1,5 до 11,5 %, фракція 0,14 – від 3,4 до 38,4 %, фракція 0,1 мм – від 9,8 до 82,58 %, фракція 0,05 мм – від 2,3 до 17,1 %. Найбільше грубої фракції розміром більше 0,2 мм було виявлено у дискового каменеобробного верстату з діаметром диску 1600 мм – 29,2 % разом з тим м'якшої фракції шламу 0,05 мм у даного верстату утворюється теж не мало – 11,1 %. Слід зауважити, що найбільше м'якшої фракції шламу 0,05 мм утворюється при обробці природного каменю полірувальним верстатом – 17,1 %. При обробці окантувальним верстатом грубої фракції розміром більше 0,2 мм було виявлено 7,6 %, м'якшої фракції шламу 0,05 мм – 3,9 %. При обробці канатним верстатом природного каменю найбільше утворюється шламу фракції від 0,1–0,2 мм – 96,6 %.

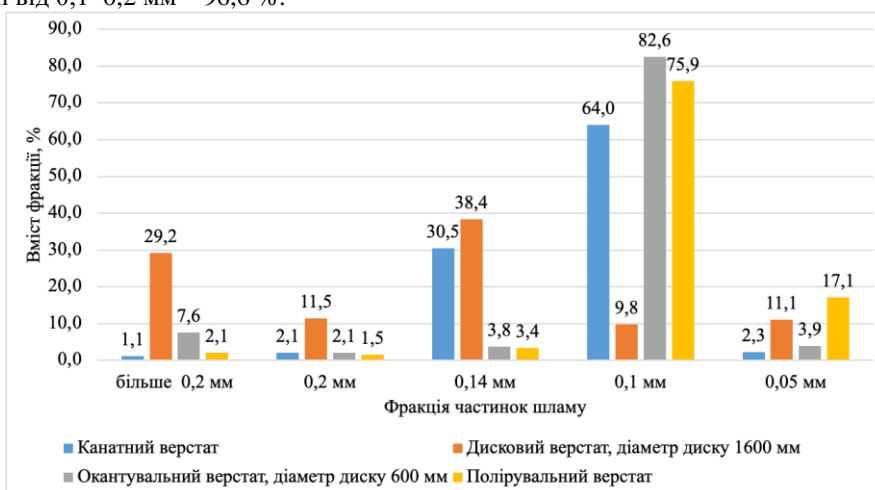


Рис. 1. Вміст фракцій частинок в шламі при різних технологіях обробки природного каменю

Шлам з природного каменю, який був відібрано з прямиків каменеобробних верстатів, підходить в якості домішки для керамічних будівельних матеріалів.

- Загальна фракція частинок шламу становить від 90,2 до 99,1%, що є достатньо високим показником. Це означає, що шлам буде добре скріплюватися з глиною та іншими компонентами керамічної суміші.

- Фракція частинок шламу менше 0,1 мм становить від 2,3 до 17,1 %, що є дуже високим показником. Це означає, що шлам буде мати хороші мінеральні властивості, що підвищить міцність, водостійкість та інші характеристики керамічних матеріалів.

- Фракція частинок шламу більше 0,2 мм становить від 1,1 до 29,2 %, що є достатньо низьким показником. Це означає, що шлам не буде мати надмірної пористості, що також позитивно позначиться на якості керамічних матеріалів.

Однак, для отримання найкращих результатів, слід провести додаткові дослідження, щоб визначити оптимальний вміст шламу в керамічній суміші. Також слід враховувати інші характеристики шламу, такі як його хімічний склад, мінеральний склад, гранулометричний склад тощо.

Так, наприклад, шлам з прямиків дискового каменеобробного верстату з діаметром диску 1600 мм містить значну кількість грубої фракції розміром більше 0,2 мм. Це може призвести до зниження міцності та водостійкості керамічних матеріалів, які будуть виготовлені з цього шламу. Тому, для виготовлення таких матеріалів, слід використовувати шлам з меншою фракцією.

Для покращення фракційного складу шламу необхідно сепарувати потоки шламу. Необхідно передбачити шляхи відділення крупної фракції шламу, який утворюється при дисковому різанні. Можливо застосувати механічне або гравітаційне відділення.

З іншого боку, шлам з прямиків канатного верстату містить значну кількість шламу фракції від 0,1–0,2 мм. Цей шлам має хороші мінеральні властивості, і він може використовуватися для виготовлення різних видів керамічних матеріалів.

Список літератури:

1. Мамрай В. В. Встановлення питомої продуктивності різання природного каменю дисковими пилами / В. В. Мамрай, В. В. Коробійчук, В. О. Шлапак, С. С. Іськов, А. В. Панасюк // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. - 2019. - № 58. - С. 75-83. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpngu_2019_58_9
2. Коробійчук, В. В., Підвисоцький, В. Т., Шамрай, В. І., Качуровський, М. В., & Соколовський, В. О. (2022). Вплив технології відпрацювання розвалу гірської породи на розміри та форму розвалу негабариту. *Технічна інженерія*, (2(90)), 147–152. [https://doi.org/10.26642/ten-2022-2\(90\)-147-152](https://doi.org/10.26642/ten-2022-2(90)-147-152)
3. Темченко, А. Г., Темченко, О. А., Коробійчук, В. В., Шевчук, Н. А., & Піскун, І. А. . (2022). Оцінка енергоефективності збагачуваності залізорудної сировини в умовах формування екоіндустріальних парків. *Технічна інженерія*, (2(90)), 170–182. [https://doi.org/10.26642/ten-2022-2\(90\)-170-182](https://doi.org/10.26642/ten-2022-2(90)-170-182)
4. Justification of the method of soil densification of the interstation tunnel by jet injection based on computer modeling V.V. Vapnichna, V.V. Korobiichuk, N.V. Zuievskaya, S.S. Iskov, L.A.Kovalevych 3rd International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters 24/05/2022 - 27/05/2022 Kryvyi Rih, Ukraine
5. Геомеханіка вибухового руйнування масиву міцних гірських порід під час будівництва підземних споруд : монографія / Н.В. Зуєвська, К.С. Іщенко, О.К. Іщенко, В.В. Коробійчук – Електронні текстові дані (1 файл: 16 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 392 с
6. Войтенко, Ю. І., Кравець, В. Г., & Коробійчук, В. В. (2020). О синергетике поведения горных пород в условиях горного и пластового давления. *Технічна інженерія*, (2(86)), 150–161. [https://doi.org/10.26642/ten-2020-2\(86\)-150-161](https://doi.org/10.26642/ten-2020-2(86)-150-161)
7. Modeling of the effect of a high-pressure jet of cement mortar on the surrounding soil environment when performing jet grouting columns using jet technology. Natalia Zuievskaya, Valentyna Gubashova, Valentyn Korobiichuk E3S Web Conf. Volume 280, 2021
8. Мамрай, В. В., Коробійчук, В. В., Криворучко, А. О., Ковалевич, Л. А., & Заруцький, С. О. (2020). Вплив режимних параметрів дискової машини на зношення алмазного інструменту. *Технічна інженерія*, (1(85)), 208–214. [https://doi.org/10.26642/ten-2020-1\(85\)-208-214](https://doi.org/10.26642/ten-2020-1(85)-208-214)

Литвин В.М., студент гр. РР-47м
Олефіренко Д.А., студент гр. РР-51
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ДРОБАРОК НА ЯКІСТЬ БУТОЩЕБЕНЕВОЇ СИРОВИНИ В УМОВАХ ТОВ «ОВРУЧГРАН»

В даний час в будівельній промисловості України випускається близько 70 млн. м³ щебеню в рік. При цьому близько 25 % гірської породи йде у відходи, що складається на складах дробильно-сортувальних заводів, займаючи величезні площі. Так на сучасному рівні дробильно-сортувального обладнання для стаціонарних дробильно-сортувальних заводів мінімальний вихід відсіву складає 20 %, а для пересувних комплексів, поширених за кордоном – 15 %.

Відомі технології утилізації відсіву базуються на їх фракціонуванні по вузьким класам крупності з подальшим комбінуванням цих фракцій для отримання штучного піску. Однак, штучний пісок, отриманий таким шляхом, дорожче природного, а безпосередня заміна природного піску необробленим відсівом щебеню з лещадністю понад 15% при виробництві бетонів нерентабельна, так як відбувається висока витрата дорогого цементу.

Також, підвищення якості булощебеневої сировини та зменшення втрат завжди було актуальним науково-прикладним питанням. І на теперішній час, у зв'язку з використанням нових технологій, обладнання та матеріалів для проведення гірничо-видобувних робіт існує потреба у виконанні науково-прикладних досліджень з питань управління якістю продукції.

Якість сировини є одним з найважливіших факторів, що визначають технологію виробництва щебеню покращеної форми, а властивості оброблених порід впливають на вибір спеціального обладнання.

Форма зерен щебеню залежить від текстурно-структурних властивостей, мінералогічного складу та ступеня вивітрювання масиву порід [36-40].

Залежно від складності отримання щебеню найбільш поширені породи можна розділити на наступні групи:

I група - магматичні масивні породи грубо- та середньозернистої структури з розміром зерен мінералів більше 5 мм. Ці породи, особливо крупнозернисті, при дробленні дають найбільшу кількість щебеню кубічної форми.

II група - породи всіх генетичних типів, середньо- та середньодрібнозернистої структури, з зернистістю мінералу від 0,2 до 5 мм. До них відносяться масивні осадові породи без слідів нашарування і з підвищеною пористістю. Текстура порід масивна. Ступінь вивітрювання дещо збільшує кубатуру зерна щебеню.

III група - породи основних генетичних типів з щільною, дрібнозернистою, склоподібною структурою з зернистістю менше 0,2 мм. До цієї групи належать породи з масивною текстурою, які піддалися метаморфізму, що особливо яскраво виявляється при утворенні сланцевих порід. При дробленні порід цієї групи, особливо порід, що містять частково сланці або нашарування, одержують зменшену кількість кубовидного щебеню порівняно з породами першої та другої груп.

IV група - середньо-, дрібно- і дрібнозернисті кристалічні і частково кристалічні породи всіх генетичних типів: осадові породи з вираженою лещадністю і шаруватістю; метаморфічні та магматичні породи з сланцевими площинами. Текстура цих порід шарувата, переважає форма щебеню гладка і голчаста.

Загальну кількість лещадності зерен у щебені можна виразити таким рівнянням:

$$N_{лещ} = K(n_1N_{л1} + n_2N_{л2} + \dots + n_RN_{лR}),$$

де n_1 - кількість зерен у щебені даної гірської породи, % за вагою; $N_{л1}$ - вміст лещадних і плоских зерен в даній гірській породі; K - коефіцієнт, що враховує крупність вихідного матеріалу.

Для виробництва будівельних матеріалів застосовують різні типи дробильного і помольного обладнання, яке виробляється як на вітчизняних так і зарубіжних машинобудівних підприємствах. Високі темпи розвитку будівельного і дорожнього машинобудування та інших сумісних галузей промисловості вимагають удосконалення конструкції обладнання та підвищення його надійності і ефективності. Крім цього, дуже гостро стоїть проблема зниження собівартості продукції, підвищення її якості і рентабельності виробництва. Ця проблема може бути вирішена шляхом впровадження нової техніки та інноваційних технологій виробництва будівельних матеріалів. При проектуванні і виробництві обладнання для дезінтеграції твердих матеріалів необхідно враховувати і застосовувати отримані досягнення в науці і техніці і переходити на виробництво нового покоління дезінтеграторів, найбільш перспективним з яких є дезінтегратори відцентрового типу, які реалізують принцип руйнування твердих матеріалів вільним ударом в полі відцентрових сил. Застосування цього обладнання дозволяє реалізувати селективне

руйнування твердих мінеральних ресурсів (наприклад руд чорних і кольорових металів), завдячуючи чому більш ефективно вилучається корисний компонент і підвищується якість кінцевого продукту – концентраті. При застосуванні відцентрових дезінтеграторів для виробництва будівельних матеріалів (щебеню) із природного будівельного каменю також підвищується якість кінцевого продукту завдяки отриманню зерен кубовидної форми, що дозволяє виробляти бетонні суміші високої якості і міцності. Тому широке застосування у будівельній галузі дезінтеграторів відцентрового типу та розробка інноваційних конструкцій цих апаратів є надзвичайно актуальною і науковою, технічною і науково-господарською проблемою. Процеси дроблення і подрібнення належать до основних операцій рудопідготовки, без яких збагачення корисних копалин неможливе. Удосконалення технології і обладнання для дезінтеграції руд є надзвичайно актуальною науково-технічною проблемою. Дослідження і публікації з проблеми. Теоретичні і експериментальні пошукові роботи по створенню ефективної технології і обладнання подрібнення руд сьогодні здійснюється в різних напрямках. По-перше, ведеться пошук адекватних математичних описів процесу руйнування руд. У роботі досліджено співвідношення між енергією подрібнення і розміром одержуваного продукту для магнетитових руд. Встановлено, що рівняння Ріттингера задовольняє експериментальним даним. Водночас, рівняння Бонда не відповідає експериментальним даним і потребує модифікування. Авторами виявлена невідповідність між експериментально встановленою і розрахованою за рівнянням Бонда енергією при руйнуванні руди в шокової дробарці. Це пояснюється вузькими умовами застосування рівнянь Ріттингера, Кіка-Кірпічова і Бонда. По-друге, триває пошук шляхів оптимізації ефективності дробарок з точки зору зниження споживання енергії та збільшення продуктивності. В роботі виконані лабораторні дослідження залежності між швидкістю деформації, енергією удару, ступенем фрагментації (подрібнення) і енергетичною ефективністю фрагментації. Але ці результати потребують ретельної "прив'язки" до реальних промислових умов різних видів подрібнювального обладнання, після чого більш конкретно виокресляться проблеми і перспективи їх використання в циклах подрібнення руд. По-третє, в практиці дроблення і подрібнення з метою підвищення ефективності і зменшення енергоємності цих процесів застосовуються фізико-хімічні впливи на саму гірську породу з метою її розміщення. При цьому використовується відомий ефект Ребіндера, який проявляється в зниженні міцності і підвищенні крихкості, пластичності твердих тіл, що полегшує їх руйнування, диспергування. Ефект Ребіндера обумовлюють адсорбція ПАВ, змочування, електричний заряд поверхні, хімічні реакції. Разом з тим, область застосування ефекту Ребіндера обмежена так званним "мокрим подрібненням" у водному середовищі. При "сухому" дробленні і подрібненні (без зволоження вихідного матеріалу) ефект Ребіндера не діє. У роботі досліджувалося дроблення будівельних матеріалів. Експериментально показано, що дробимість граніту суттєво менша, ніж у залізної руди. Використовуючи цю відмінність можна будувати схеми вибіркового подрібнення, відбирати контрольним просіюванням на грохотах більш крупні зерна граніту від більш дрібних залізозмісних класів крупності, направляти надрешітний граніт у відвал, а підрешітну залізну руду на наступну стадію подрібнення і в цей спосіб зменшувати загальну енергоємність процесу дроблення. Треба звернути увагу на ту обставину, що існує багато методик оцінки подрібнюваності (розмолоздатності) матеріалу. Тому часто дані різних авторів, які застосовують різні методи, не порівнювані взагалі, або можуть бути використані не для кількісного а тільки для якісного аналізу.

При виробництві щебеню актуальним є питання зменшення його лещадності (виражається у відсотках вмісту зерен пластинчастої та голчастої форми в загальній масі щебеню). Найбільш якісним є так званий кубовидний щебінь, лещадність якого становить близько 10-15 %. Міцність кубовидного щебеню вища порівняно зі звичайними видами щебеню – лещатим та змішаним. Його застосування збільшує показник довговічності бетонних конструкцій та асфальтобетонних покриттів у 2–3 рази. При цьому зменшуються витрати щебеню, бітуму та цементу, зростає довговічність та морозостійкість дорожнього покриття. При укладанні асфальтобетонного покриття використання кубовидного щебеню знижує тривалість робіт і працезатрати майже на 70 %.

Список літератури:

1. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Котенко В.В., Панасюк А.В., Іськов С.С. Тенденції розвитку ринку декоративного камення України. Технічна інженерія. 2023. Вип. 1(91). С. 377–384.
2. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Шкабара Ю.В., Микитенко С.В., Ігнатюк Р.М. Аналіз сучасного стану каменедобувної та каменеобробної галузі України. Технічна інженерія. 2022. Вип. 2(90). С. 193–199. [https://doi.org/10.26642/ten-2022-2\(90\)-193-199](https://doi.org/10.26642/ten-2022-2(90)-193-199)
3. Коробійчук В.В., Темченко А.Г., Шамрай В.І., Іськов С.С., Дубінчук Б.В. Супутнє видобування блоків природного каменю в умовах щебеневого кар'єру. Технічна інженерія. 2022. Вип. 2 (90). С. 153-160.
4. Коробійчук В.В., Підвисоцький В.Т., Шамрай В.І., Качуровський М.В., Соколовський В.О. Вплив технології відпрацювання розвалу гірської породи на розміри та форму розвалу негабариту. Технічна інженерія. 2022. Вип. 2(90). С. 147-152.

Литвинчук Р.М., студент гр. РР-47м
Шамрай В.І., к.т.н., доц.

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

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ХІМІЧНИМ СПОСОБОМ В УМОВАХ ПП «ПАРИТЕТ»

В Україні природний камінь становить найважливішу частину мінеральної бази та сировини сучасного будівництва. Залежно від геологічного походження і мінералогічного складу гірських порід, фізико-механічних показників, способу виготовлення, обробки, призначення і декоративних характеристик природні кам'яні матеріали і вироби застосовуються в різних сферах будівництва. Так, для облицювання будівель і споруд найчастіше використовують граніт, діорит, сієніт, габро, порфір, лабрадорит і вулканічний туф. Однією з головних характеристик при виборі натурального каменю є його декоративність. Якщо не доглядати і не враховувати зовнішні фактори агресивного середовища, що впливають на стан покриття з натурального каменю, вироби почнуть втрачати свої декоративні властивості. Тому на сьогоднішній день існує досить широкий асортимент спеціальних хімічних просочень, які продовжують довговічність каменю. Оскільки кожен камінь має свій мінеральний склад, щільність, пористість і реакція на хімічні речовини будуть різними. Крім того, завдяки хімічним просоченням вдається домогтися збільшення декоративних показників і їх корекції. Підвищення або зниження різних видів декоративних показників вимагає аналізу, визначення та вибору відповідного хімічного засобу. Більшість компаній, які пропонують натуральний камінь для облицювання будівель і ландшафтного дизайну, рекомендують одночасно спеціальні засоби для очищення, захисту виробів з натурального каменю та підтримки їх природної краси – спеціальні герметики для обробки поверхонь, виготовлені на основі природних матеріалів і синтетичних восків; препарати для періодичного очищення, а також засоби профілактичного просочування виробів з каменю у вигляді спеціальних розчинів, що захищають від води, пилу, газів і мікроорганізмів. Якщо ви використовуєте в будівництві вироби з натурального каменю, вибирати гірські породи слід дуже ретельно, адже кожна з них по-своєму проявляє себе в процесі експлуатації будівлі.

Вимірювання та оцінка текстурно-колеристичних властивостей гірських порід може здійснюватися за допомогою інструментальних та візуальних методів. За допомогою інструментальних методів, які базуються на використанні приладів можна проводити вимірювання у кількісній шкалі параметрів текстури і кольору гірських порід, наприклад: основного колористичного тону, ясність, насиченість тощо. Оцінка художньо-естетичної якості природного каміння проводиться за допомогою візуальних методів. На жаль, більшість традиційних методик дослідження зовнішнього вигляду гірських порід, в тому числі природного каменю, оснований на ручній праці. Тому вони мають низьку ефективність та високу трудомісткість і не дають можливості автоматизованої обробки результатів вимірювань. Застосування ж інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеоінформації для оцінки якості обробки поверхні природного каменю дає можливість уникнути названих вище недоліків. Для вирішення завдань аналізу зовнішнього виду поверхні необхідно сформувати цифрове відеозображення поверхні облицювального каменю і виконати його обробку засобами сучасної обчислювальної техніки.

Методика проведення дослідження полягає у наступному:

- Проводився відбір зразків природного каменю 5×5×5 см;
- Проводилось полірування поверхонь зразків;
- Зразки висушували та виконували сканування оброблених поверхонь;
- Проводилось калібрування зображень у колірній системі RGB за допомогою програми Adobe Photoshop та калібрувальної системи X-Rite ColorChecker Classic Card (24 кольори);
- Отримане зображення опрацьовували в програмі «Mdistones»;
- Визначаються середні колірні показники у системі Lab для визначення показника світлості поверхні каменю (L);
- Проводилось конвертування колірних показників з системи Lab у систему HSV для визначення показника насиченості поверхні каменю (S).

Визначення кольору поверхні природного облицювального каменю обробленого механічними та хімічними методами

Однією із характеристик кольору являється світлість. При визначенні світлості каменю використовуються цифрові зображення поверхні природного облицювального каменю. В даному випадку визначались середні колірні координати 7 видів природного облицювального каменю при механічній та хімічній обробці.

У якості хімічних просочувальних засобів використовувалися:

1. Засіб для імпрегнації Tenaх Easywet, який надає поверхні ефект мокрого каменю та застосовується для обробки поверхні всіх видів природного каменю для захисту від вологи, масла, жиру і посилення кольору;

2. Прозорий кристалізатор – Kristalizer, що застосовується для поліпшення блиску і насиченості кольору всіх видів природного облицювального каменю;

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

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

Зміна світлості поверхні природного каменю в залежності від початкових показників світлості поверхні природного каменю показано на рис. 1.

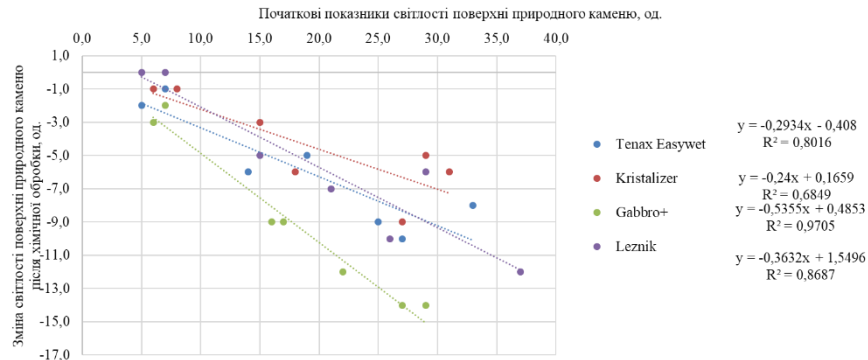


Рис. 1. Графік зміни світлості поверхні природного каменю в залежності від початкових показників світлості поверхні природного каменю

Як видно з рис. 1, після хімічної обробки поверхні зразків спостерігається зменшення світлості. Найбільше зниження світлості демонструють зразки з її великим початковим значенням.

Зміна насиченості поверхні природного каменю в залежності від початкових показників насиченості поверхні природного каменю показано на рис. 2.

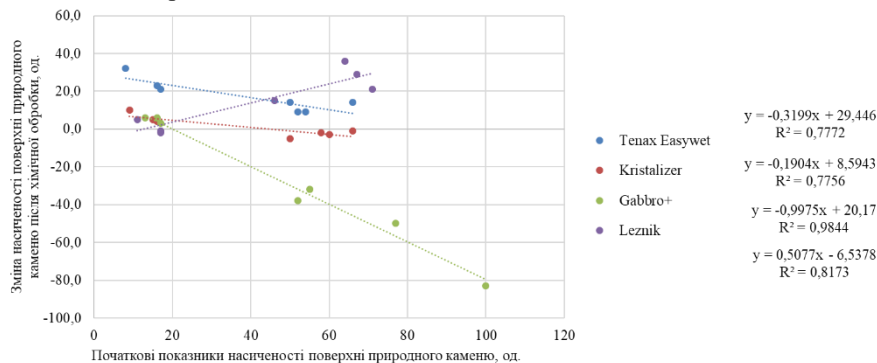


Рис. 2. Графік зміни насиченості поверхні природного каменю в залежності від початкових показників насиченості поверхні природного каменю

Як видно з рис. 2, при використанні засобу Gabbro+ значно знижується насиченість природного каменю, завдяки наявності чорних домішок, які забарвлюють камінь. Відповідно, його використання не рекомендується для порід світлого забарвлення і порід з хроматичним забарвленням, але його можна використовувати для порід, які мають забарвлення, близьке до чорного. При використанні засобу Leznik підвищується насиченість природного каменю червоних відтінків, а Tenax Easywet та Kristalizer є універсальними засобами та рекомендовані до використання для більшості видів натурального каменю.

Список літератури:

1. Shamrai V., Melnyk-Shamrai V., Leonets I., Korobiihuk V., Lutsenko S. Quality index control for building products made of natural facing stone. Mining of Mineral Deposits. 2023. Vol. 17(3). P. 12-21. <https://doi.org/10.33271/mining17.03.012>
2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Котенко В.В., Панасюк А.В., Іськов С.С. Тенденції розвитку ринку декоративного каміння України. Технічна інженерія. 2023. Вип. 1(91). С. 377–384.
3. Шамрай В.І., Коробійчук В.В., Леонет І.В. Оцінка оптичних показників поверхні природного каменю методом інфрачервоної спектроскопії. Технічна інженерія. 2021. Вип. 1(87). С. 169–182. [https://doi.org/10.26642/ten-2021-1\(87\)-169-182](https://doi.org/10.26642/ten-2021-1(87)-169-182)
4. Коробійчук, В.В., Шамрай, В.І., Сидоров, О., Заруцький, С. Оцінка впливу високої температури на облицювальний камінь з міцних гірських порід. Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки". 2019. Вип. 1(83), С. 253-261.

Маньковський А.М., студент гр. РР-47м

Підвисоцький В.Т., студент гр. ЗРР-22м

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

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ДРОБАРОК В УМОВАХ ТОВ «ТРУД»

Одним з найбільш енергоємних процесів у видобутку та переробці корисних копалин є дроблення та подрібнення продукту до необхідної форми та розміру.

Процеси дроблення і особливо подрібнення є дуже енергоємними. Наприклад, на збагачувальних фабриках на ці процеси витрачається більше половини енергії, що споживається. З іншого боку, ефективність промислового та дорожнього будівництва значною мірою залежить від стану промисловості нерудних будівельних матеріалів. Незважаючи на величезні запаси корисних копалин, Україна відстає від зарубіжних виробників за обсягами видобутку та переробки. Попит на щебінь з широким діапазоном фракційного складу призвів до ускладнення виробничої лінії, в основному за рахунок встановлення додаткового імпортного обладнання та збільшення внутрішніх циклів переробки. Таке рішення призвело до значного збільшення капітальних та енергетичних витрат на виробництво щебеню, що, в свою чергу, зменшило прибутки виробників. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є створення нових видів дробильно-сортувального обладнання для вітчизняного виробництва, а також розгляд нових технологічних рішень та використання існуючого обладнання.

У виробництві будівельних матеріалів використовуються різні види дробильно-сортувального обладнання, які виробляються вітчизняними та міжнародними машинобудівними компаніями. Високі темпи зростання будівельної та дорожньої індустрії, а також інших суміжних галузей призвели до необхідності вдосконалення конструкції, універсальності, надійності та ефективності дробильних технологій та обладнання.

Також існує нагальна потреба у зниженні собівартості, підвищенні якості продукції та збільшенні рентабельності виробництва. Ця проблема може бути вирішена шляхом впровадження нового обладнання та інноваційних технологій у виробництво будівельних матеріалів.

Виробництво щебеню в Україні в основному поділяється на гранітний щебінь, гравійний щебінь та вапняковий щебінь. Виробництво гранітного щебеню є найбільш перспективним і подрібнює гірську породу, що міститься в природних гірських масивах. Для цього гірську масу підривають до отримання кам'яних блоків і щебеню, які потім подрібнюють в дробарці і просівають для поділу на фракції за розміром.

Варто зазначити, що останніми роками спостерігається тенденція до збільшення виробництва щебеню, який має вищу якість, щільніше ущільнюється на мінімальній відстані при виробництві бетону, економить значні обсяги заповнювача та покращує зносостійкість.

Підвищення якості кінцевого продукту і отримання щебеню з природного будівельного каменю можна досягти за рахунок використання центрифуг. Рекомендації щодо використання центрифуг і впровадження інноваційних технологій виробництва будівельних матеріалів дозволяють знизити собівартість продукції, поліпшити якість і підвищити рентабельність виробництва.

На жаль, в даний час вітчизняна промисловість не в повній мірі освоїла масове виробництво щебеню. Тому вченим та інженерам необхідно зосередити свої зусилля в цьому напрямку і вирішити нагальну проблему виробництва щебеню різної форми шляхом удосконалення конструкції дробарок.

Згідно з проведеними дослідженнями найефективнішого способу отримання щебеню кубовидної форми, було встановлено, що якість отримуваної гірської маси прямо пропорційно залежить від обладнання, що використовується.

Потрібно зазначити, що чим нижче лещадність щебеневого матеріалу, тим він якісніший і тим менше витрата розчину для заповнення пустот при бетонуванні, тому від даного показника безпосередньо залежать розміри фракцій і міцність.

Отримані дані дозволили встановити, що дроблення гранітів з міцністю $151,5 \pm 15,1$ МПа є ефективним при одержанні високоякісного щебеню. Вихід фракцій конкретного розміру в залежності від міцності має прямо пропорційний характер і, отже, при обробці гірської маси з більшою міцністю буде прослідковуватись покращення дроблення і вихід фракцій кубовидної форми усередненого розміру.

Незважаючи на очевидну ефективність проведених теоретико-експериментальних досліджень, слід зазначити, що дроблення порід має масштабний характер і отримані дані не дають підстави повною мірою стверджувати про ефективність отримання кубовидного щебеню з граніту.

Список літератури:

1. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Котенко В.В., Панасюк А.В., Іськов С.С. Тенденції розвитку ринку декоративного каміння України. Технічна інженерія. 2023. Вип. 1(91). С. 377–384.
2. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Шкабара Ю.В., Микитенко С.В., Ігнатюк Р.М. Аналіз сучасного стану каменедобувної та каменеобробної галузі України. Технічна інженерія. 2022. Вип. 2(90). С. 193–199.

М.О. Мачинський, студент 3-го курсу, гр. РР-51

Науковий керівник: І.А. Піскун, асистент

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

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗАОКРУГЛЕННЯ ОСНОВИ КОНУСА ГОЛОВКИ ПІКИ НА СТВОРЮВАНІ В НІЙ НАВАНТАЖЕННЯ

Одним з головних недоліків буро-вибухових робіт є суттєвий вихід негабариту, що затрудняє виконання основних технологічних процесів та потребує застосування допоміжного обладнання для його подрібнення. Одним з найбільш поширених способів дроблення негабаритних шматків є механічний, який базується на використанні спеціального обладнання, а саме гідро- та пневмомолотів (бутобоїв).

Конструктивно гідромолот – це циліндр з вихідною ланкою у вигляді робочого інструменту (долота), який приводиться у дію робочою рідиною. Дроблення відбувається за рахунок видачі великої кількості енергії шляхом нанесення низки ударів за малий проміжок часу. Сам молот навішується на несучу машину або екскаватор. Існує велике різноманіття гідромолотів з варіативністю маси від сотні кілограм до декількох тон, що в свою чергу призводить до зміни сили удару, робочого тиску, витрати масла, а також кількості ударів.

Робочим інструментом є піка діаметром 40-180 мм і довжиною 345-884 мм. Форма кінцівки робочого інструменту залежить від виду роботи і параметрів матеріалу. Для загального користування – це точковий тип, для дроблення негабариту – з тупою кінцівкою, для шаруватого каменю і бетону використовують пірамідальну форму кінцівки.

Розвиток гірничої справи привів до більш широкого використання саме механічного способу руйнування негабариту. Для вивчення можливості покращення ефективності робочого інструменту було проведено дослідження впливу заокруглення основи конусної частини піки. Для моделювання та аналізу запропонованих змін було використано програму “Inventor”.

Початковими параметрами робочого інструменту були: загальна довжина l – 1100 мм, висота конуса h – 100 мм, діаметр d – 115,5 мм, кут гостроти піки α – 60°, матеріал – вуглецева сталь.

Навантаження, що були прикладені до кінцівки піки (1 кН), не відповідають аналогічним, що створювалися б при проведенні гірничих робіт, адже дослідження не є розглядом якогось окремого випадку для певної породи, а має лише ознайомчий характер для подальшого вивчення можливості застосування цього способу виготовлення робочого інструменту.

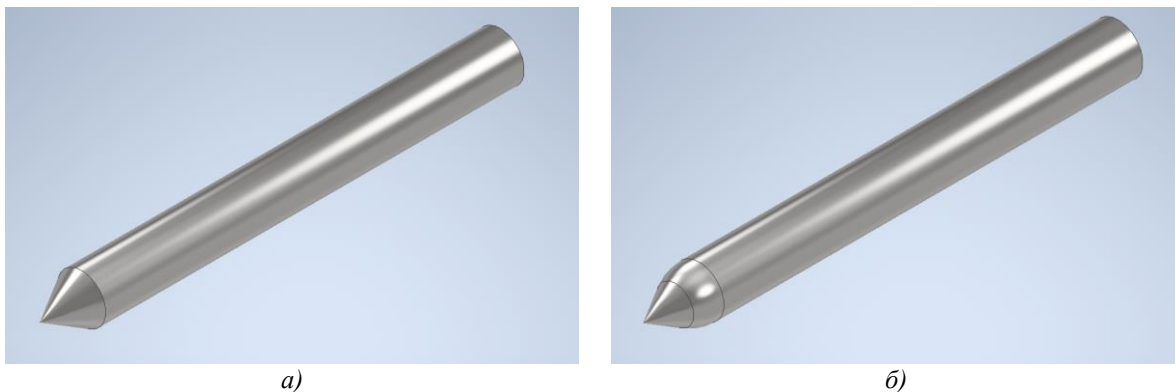


Рис.1. Загальний вигляд типової конічної піки (а) та конічної піки із заокругленням основи (б)

На рисунку 1 (а) зображено початкову форму піки з нульовим значенням заокруглення та піку зі значенням заокруглення 111 мм (рис. 1, б).

Для порівняння вимірювалось напруження на кінцівці піки (рис. 2), при однакових значеннях сили, що діяла. Змінювалось лише значення заокруглення в місці з'єднання штанги та конусоподібної частини.

Було проведено ряд вимірів з однаковим кроком збільшення заокруглення, що дорівнював 3 мм. В результаті був отриманий графік зміни напружень на кінцівці піки в залежності від зміни значення заокруглення (рис.3).

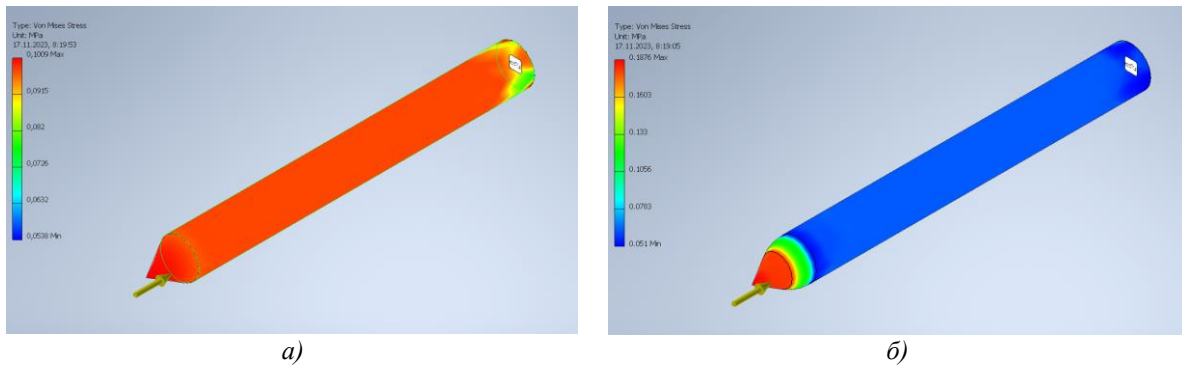


Рис.2. Результат моделювання напружень, що виникають при роботі конічної піки у звичайному виконанні (а) та при роботі піки зі значенням заокруглення основи у 111 мм (б)

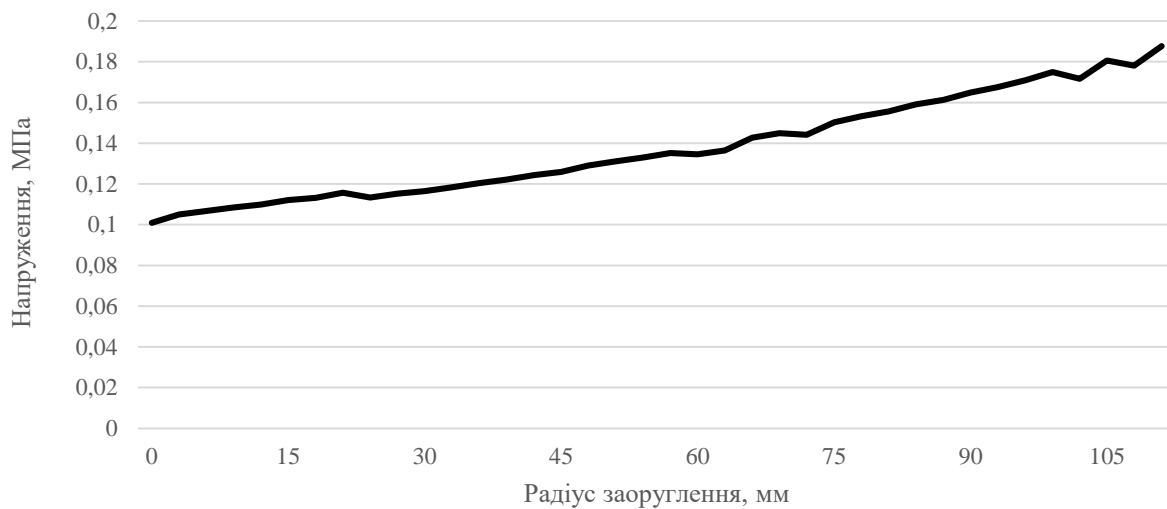


Рис. 3 Графік залежності зміни напружень на кінцівіці піки від зміни значення заокруглення.

З графіку видно залежність зміни напруження від зміни заокруглення. Ця зміна є обернено пропорційною до зміни площі конуса, тобто $\sigma_1/\sigma_2 = S_2/S_1$. Слід зазначити, що зі зміною напружень в головці піки, напруження в штанзі залишаються незмінними. Також, при застосуванні заокруглення, проявляється чітке розмежування зон напружень, на відміну від стандартної конфігурації, де напруження незначною мірою підвищуються при наближенні до зони взаємодії з породою.

Дане дослідження вказує на можливість варіативності схеми виконання головки піки з подальшим підбором схеми виготовлення та застосування, оскільки зменшення площі піки з найбільшим навантаженням не призводить до зміни діаметра штанги.

Список літератури:

1. А.Ю. Дриженко. Відкриті гірничі роботи: підручник / А.Ю. Дриженко; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т – Д.: НГУ, 2014. – 590 с.
2. М.В. Донченко. Технології комп'ютерного проектування : навч. посіб. / М. В. Донченко – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. – 364 с.
3. В.В. Коробійчук, О.А. Зубченко, В.І. Шамрай. (2014). Influence of technological parameters of hydrohammer DAEWOO DOOSAN on its performance. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(68), 41–46.
4. А.В. Панасюк та ін. (2017). Estimation of the effectiveness of the destruction of natural stone oversized by a hydraulic hammer. The Journal of Zhytomyr State Technological University. Series: Engineering. 1. 199-172. 10.26642/tn-2017-2(80)-199-172.

Меринів Р.Р., аспірант

Науковий керівник: Шамрай В.І., к.т.н., доц.

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

ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДОКРЕМЛЕННЯ МОНОЛІТІВ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ВІД МАСИВУ АЛМАЗНО- КАНАТНИМИ УСТАНОВКАМИ З МЕТОЮ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ

Аналіз сучасного стану видобування декоративного каменю показує, що головними причинами низької конкурентоспроможності блоків вітчизняних підприємств є їхня низька якість та невідповідність світовим стандартам, що зумовлено недосконалістю технології видобування блоків та її негативним впливом на технологічні, фізико-технічні та декоративні властивості сировини.

Видобування блоків високоміцних порід залишається все ще трудомістким процесом і не забезпечує на відповідному рівні їх якісні показники, а каменедобувна галузь України відчуває великий дефіцит блоків декоративного каменю.

Щоб підвишити прибутковість виробництва, є два шляхи: підвищення рівня механізації або впровадження нового устаткування. Внаслідок цього великого значення надають підвищенню продуктивності з найменшими економічними впливами.

Одним із найголовніших головних факторів, який суттєво впливає на якість блочної сировини, є технологія видобутку природного каменю. Найменшу шкоду спричиняють механічні (або невибухові) способи добування блочної сировини із природного каменю.

Було встановлено, що кількість втраченої сировини, тобто виникнення кількісних втрат при видобутку блочного каменю, залежить від діаметра свердловини та геометричних параметрів моноліту.

На виникнення кількісних втрат в свою чергу впливають наступні фактори:

- гірничо-геологічні умови родовища (кількість площин оголення моноліту);
- розміри моноліту, що підлягає видаленню (площа зрізу);
- технологічні параметри використовуваного бурового обладнання (абсолютний діаметр бура);
- товщина алмазного каната.

Наступні фактори в свою чергу впливають на виникнення втрат якості каменю:

- відхилення каната від заданої площини різання;
- виникнення втрат внаслідок нерівномірного зносу алмазних втулок, і, як наслідок, утворення нерівностей розпиляної поверхні;
- зміна товщини алмазного шару в результаті його зносу в процесі різання, і, як наслідок, відбувається зміна товщини зрізу

При розрахунку втрат якості слід приймати до уваги можливе відхилення бурового інструменту від проектною осі свердловини внаслідок високого опору породи бурінню і неточності установки бура.

Враховуючи значну вартість робочого інструмента та з метою скорочення витрат при використанні алмазно-канатного різання було визначено оптимальні параметри продуктивності які залежать: від швидкості різання, від зусилля подачі робочого органу, від відстані між ріжучими елементами та від межі міцності при стисканні каменю.

Порівнявши два різновиди канату було встановлено, що канат з "гальванічними" втулками має більшу швидкість різання, може працювати з двигуном потужністю не більше 18 кВт та зменшену витрату води для охолодження (10-20 л/хв.), а канат із втулками на основі спікання для різання всіх видів каменю має більший ресурс роботи (в 2 рази більше), але потребує потужності двигуна більше 29 кВт і більші витрат води для охолодження (20-50 л/хв.).

В результаті проведених експериментальних досліджень було встановлено значення питомих витрат алмазно-ріжучого інструменту від міцності породи. Для природного каменю Аннівського родовища отримані значення підтверджують встановлену залежність питомих витрат алмазної ріжучого інструменту віднесених до об'єму пропилю та питомих витрат алмазної ріжучого інструменту до роботи руйнування. Це дозволяє підтвердити, що при збільшенні міцності на стиск витрати як на роботу руйнування так і на об'єм пропилю також збільшуються.

Список використаних джерел:

1. Hryhoriev, Y., Lutsenko, S., Kuttybayev, A., Ermeckali, A., & Shamrai, V. (2023). Study of the impact of the open pit productivity on the economic indicators of mining development. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1254(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012050>

2. Korobiichuk I., Shamray V., Korobiichuk V., Kryvoruchko A., Iskov S. Dose Measurement of Flocculants in Water Treatment of Stone Processing Plants. In: Szewczyk R., Zieliński C., Kaliczyńska M. (eds) Automation 2021: Recent Achievements in Automation, Robotics and Measurement Techniques. AUTOMATION 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Cham. 2021. Vol. 1390. P. 387-394. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74893-7_34

**Микитюк І. І., магістр 2-го курсу,
Науковий керівник: к.т.н., доц. Левицький В.Г.**
*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЦИФРОВОЇ ЗЙОМКИ КАР'ЄРІВ ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ З МЕТОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОПОВНЕННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Актуальність даного дослідження полягає в тому, що цифрові зйомкові методи пропонують ряд переваг перед традиційними методами, включаючи підвищену точність, ефективність та цілісність даних. Крім того, дані цифрової зйомки можна використовувати для автоматизації поповнення маркшейдерської документації, що значно заощаджує час і гроші.

Для автоматизації поповнення маркшейдерської документації за допомогою цифрової зйомки необхідно врахувати ряд параметрів, які впливають на якість і точність результатів. Ключовими параметрами є:

- **Висота польоту:** висота польоту визначає кут огляду камери і, відповідно, ширину смуги зйомки. Ширина смуги зйомки повинна бути достатньою для того, щоб охопити всю площу кар'єру або ділянки, що знімається.

- **Кількість знімків:** кількість знімків визначає щільність охоплення поверхні і, відповідно, точність результатів. Чим більше знімків, тим точніше буде створений цифровий ортофотоплан або 3D-модель.

- **Інтервал між знімками:** інтервал між знімками визначає, наскільки близько розташовані один до одного знімки. Чим менший інтервал, тим точніше буде створений цифровий ортофотоплан або 3D-модель.

- **Рельєф місцевості:** рельєф місцевості впливає на точність результатів. При нерівному рельєфі рекомендується використовувати більшу висоту польоту і менший інтервал між знімками.

- **Освітлення:** освітлення також впливає на точність результатів. При нерівномірному освітленні рекомендується використовувати програмне забезпечення для корекції освітлення.

- **Погода:** погода також впливає на точність результатів. При поганій погоді (сильний вітер, дощ, сніг) рекомендується використовувати програмне забезпечення для корекції погодних умов.

Для автоматизації поповнення маркшейдерської документації за допомогою цифрової зйомки необхідно використовувати високоякісні зображення з достатнім розміром та рівномірним освітленням. Також важливо використовувати відповідну апаратуру для конкретного застосування.

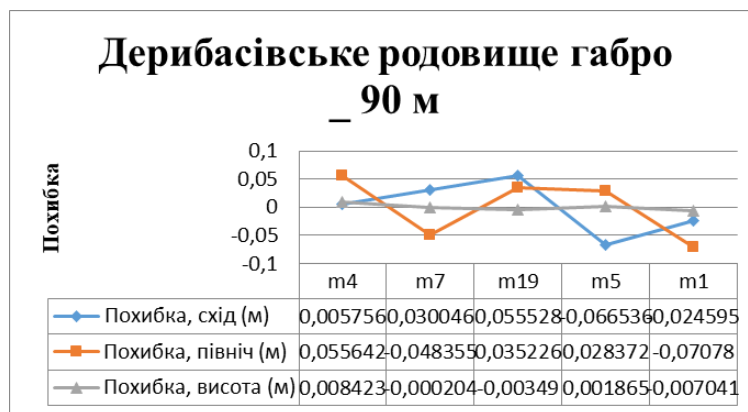
Цифрова зйомка може використовуватися для автоматизації поповнення маркшейдерської документації різними способами. Наприклад, її можна використовувати для:

- **Оновлення планів кар'єрів.**
- **Визначення обсягів видобутку.**
- **Розробки нових технологій видобутку.**

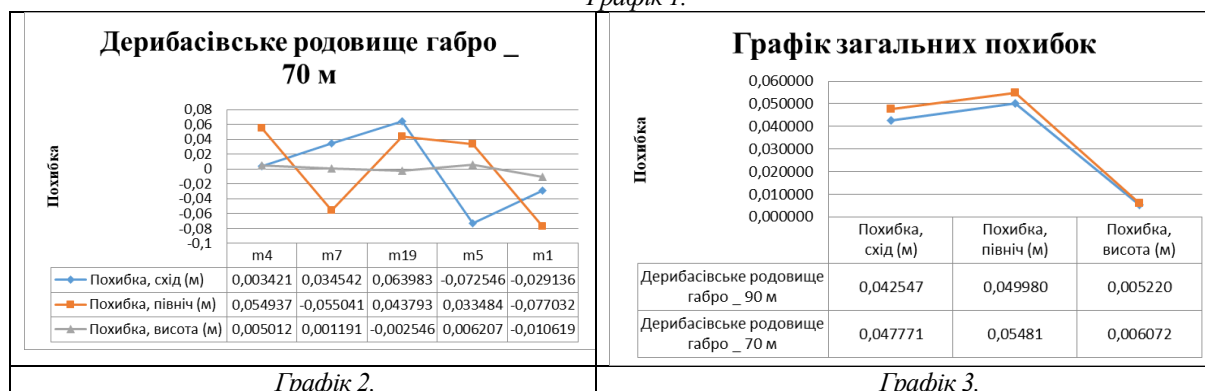
Метою дослідження було визначення оптимальних параметрів польоту дрона для зйомки кар'єрів облицювального каменю з метою автоматизації поповнення маркшейдерської документації.

Дослід проводився під час зйомки кар'єру облицювального каменю розміром 400 на 450 метрів з метою автоматизації поповнення маркшейдерської документації. У дослідженні використовувався дрон DJI Mavic 2 Zoom, який оснащений камерою з фокусною відстанню 20-48 мм.

Обробка даних проводилася в програмному забезпеченні Agisoft Metashape Professional. Під час обробки були побудовані графіки залежностей по похибкам які були визначені в процесі створення ортофотоплану.



Графік 1.



Графік 2.

Графік 3.

Дані по дослідженню приведемо у таблицю 1.

Таблиця 1

Параметр	Висота польоту 90 метрів	Висота польоту 70 метрів
Мінімальна абсолютна похибка	0,02 метра	0,04 метра
Максимальна абсолютна похибка	0,1 метра	0,2 метра
Середнє значення абсолютної похибки	0,05 метра	0,1 метра
Мінімальна відносна похибка	0,001%	0,002%
Максимальна відносна похибка	0,005%	0,01%
Середнє значення відносної похибки	0,003%	0,005%

Результати дослідження показали, що висота польоту 90 метрів забезпечує достатній рівень деталізації для створення точних цифрових ортофотопланів і 3D-моделей кар'єру розміром 400 на 450 метрів. На цій висоті ширина смуги зйомки становить близько 12 метрів, що дозволяє охопити всю площу кар'єру, а також отримати достатньо детальну інформацію про розміри і форми видобувних блоків.

Висота польоту 70 метрів забезпечує нижчий рівень деталізації, ніж висота 90 метрів. На цій висоті ширина смуги зйомки становить близько 16 метрів, що може призвести до втрати важливих деталей, таких як розміри і форми видобувних блоків.

Аналізуючи дані таблиць 1, 2 та 3, можна зробити такі висновки:

- Збільшення висоти польоту призводить до зменшення ширини смуги зйомки.
- Збільшення висоти польоту призводить до збільшення абсолютної і відносної похибок.

Порівнюючи результати таблиці 1 можна сказати, що порівнянні з результатами зйомки з висоти 90 метрів, при зйомці з висоти 70 метрів спостерігається зниження точності результатів. Середнє значення абсолютної похибки становить 0,1 метра, що відповідає відноській похибці 0,005%. Це пояснюється тим, що при меншій висоті польоту ширина смуги зйомки стає меншою, що призводить до зниження точності визначення координат точок на поверхні.

Таким чином, для створення точних цифрових ортофотопланів і 3D-моделей кар'єрів облицювального каменю розміром 400 на 450 метрів з нерівним рельєфом з висоти польоту 70 метрів необхідно використовувати більшу кількість знімків, ніж при зйомці з висоти 90 метрів.

Таким чином, висота польоту та кількість знімків є важливими параметрами, які впливають на якість цифрової зйомки кар'єрів облицювального каменю. Для забезпечення достатнього рівня деталізації та точності рекомендується використовувати висоту польоту в даному досліді не менше 90 метрів та кількість знімків не менше 94.

Мітченко Д.В., аспірант, 1 курс, ГР-23а,
Гірничо-металургійний факультет
Науковий керівник: Долгіх О.В., доцент, кандидат технічних наук
Криворізький Національний Університет

ПРОБЛЕМИ В ІСНУЮЧИХ МЕТОДАХ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ

Методи, які використовуються для дослідження стійкості бортів кар'єрів, нагляду за їх станом та станом підземного виробленого простору, у зонах воронкоутворення та зонах зсуву, не переглядалися вже кілька десятиліть. Дані методи є застарілими, та не в повній мірі враховують можливості сучасних наукових та технічних досягнень. Сучасний світ - потребує сучасних рішень, тому автоматизація та підвищення ефективності існуючих методів дослідження та прогнозування зсувних процесів є гострою необхідністю.

На сьогодні існує велика кількість методів та систем автоматизованого контролю, кожен з яких в тій чи іншій мірі виконує поставлене завдання. Вибір найбільш точного методу прогнозування стійкості бортів кар'єрів та відвалів, що при цьому потребує мінімальних затрат на його використання є однією з найважливіших частин процесу проведення спостережень за станом гірського масиву. Головною задачею спостережень є виявлення механізму зсувного процесу та встановлення найбільш важливих параметрів деформування укосу. Своєчасність і якість прогнозу прямо залежить від оперативності й точності отримання вихідної інформації про зміщення поверхні прибортового масиву [1].

На початковому етапі завжди використовується візуальний метод спостережень за деформаціями. Методом це складно назвати, адже це більше є оціночним фактором, основною задачею якого є визначення необхідного методу подальшого контролю та нагляду за зсувними процесами.

Найбільш розповсюдженим методом спостережень за зсувними процесами гірничого масиву та гірничотехнічних об'єктів є метод з використанням спостережних станцій. Він, в свою чергу, потребує правильного закладання профільних ліній, які закріплюються на місцевості реперами, після чого визначаються просторові деформації (у площині та по висоті). Дуже важливо при цьому правильно визначити місця розташування реперів, адже не завжди є можливість розташування їх у необхідному місці. Саме через такі нюанси, класичні методи спостереження за деформаціями постійно потребують удосконалення та автоматизації [2].

Також широко використовуються геофізичні дослідження. Основним завданням яких є: встановлення меж поширення та виду деформацій гірських порід, виявлення зон локальних обвалень, визначення поточної глибини та стану підземних пустот, встановлення меж зон з високою ймовірністю воронкоутворення, своєчасне попередження відповідальних осіб та працівників підприємства, що знаходяться в небезпечній зоні, про можливе обвалення гірської породи або вихід вирви на денну поверхню [3].

Безумовно використання сучасних технологій та GNSS-систем дозволили значно підвищити точність отриманих даних, але досі існує проблема із ділянками до яких фізично неможливо потрапити або це небезпечно для життя.

На сьогодні найбільш передовим методом дослідження зсувних процесів є використання георадарів. Цей новітній прилад дозволяє проводити моніторинг масиву, бортів, споруд у режимі реального часу на відстані від 200-300 метрів до 4-5 кілометрів, з точністю до 1 мм. У випадку зміни факторів довкілля, автоматично відбувається корегування даних спостережень. Існують як портативні, так і стаціонарні георадари. За їх допомогою також можливо визначити потенційно небезпечні ділянки, ще до початку будь яких зсувних процесів та зрушень. Висока щільність хмари точок, отриманої у результаті спостережень дозволить не тільки оцінити ступінь зрушень, а і виділити рухомі та нерухомі ділянки у зоні зсуву. Постійне та безперервне отримання даних дозволяє скоротити час на оцінку зсувних процесів з декількох місяців до кількох днів/тижнів. Таким чином можна отримати більш точні дані за надзвичайно короткі терміни, що дасть можливість оперативно розробити коригуючі заходи з подальшого ведення гірничих робіт у зонах зсуву, та допоможе уникнути потенційної катастрофи.

Список літератури:

1. Паламар А. Ю. Аналіз методів прогнозування стійкості бортів кар'єрів та відвалів / А. Ю. Паламар, Д. Д. Лауфер // Гірничий вісник : науково-технічний збірник. – Кривий Ріг, 2015. – Вип. 99. – С. 57–60.
2. Долгіх О. В. Використання спостережних станцій для дослідження деформацій земної поверхні та будівель, розташованих поблизу зони провалля / О. В. Долгіх, Л. В. Долгіх // Гірничий вісник : науково-технічний збірник. – Кривий Ріг, 2018. – Вип. 104. – С. 102–106.
3. Герасимова Є. В. Використання геофізичних методів спостережень для оцінки стійкості бортів залізородних кар'єрів / Є. В. Герасимова, А. В. Болотников // Гірничий вісник, 2012. – Вип. 95 (1). – С. 54–58.

УДК 622.2

І.Б. Осадчук, магістр 2-го курсу, гр. РР-47м
С.М. Шпакович, магістр 2-го курсу, гр. РР-47м
 Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
 Державний університет «Житомирська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКУ ЩЕБЕНЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНИ

Гірництво являє собою галузь виробництва, яка дуже тісно пов'язана з дуже широким переліком різних аспектів життєдіяльності суспільства. В свою чергу, одним з перспективних напрямків розробки гірництва є видобування будівельних гірських порід. При цьому, лівову частку серед цих матеріалів займає така будівельна сировина як щебінь. Проте, в Україні, через складну економіко-політичну ситуацію та кризу, що розпочалась наприкінці 2013 року, загальні об'єми промислового виробництва щебеневої продукції зазнали значного зниження. Через падіння покупної спроможності населення, девальвацію гривні та відсутність можливості виходу на зовнішні ринки збуту за період з 2015 по 2020 роки (рис. 1) ринок щебеню опинився в надскладному становищі та скоротився майже втричі, порівняно з піковими показниками 2011-2012 років.



Рис. 1. Динаміка виробництва щебеню в Україні за 2015-2020 рр. в натуральному вираженні, млн. тон

При більш детальному аналізі розподілення виробництв, що займаються комплексним добування та переробкою щебеневої сировини із результуною продукцією у вигляді фракціонованого товарного щебеню, можна зробити висновок про те, що Житомирщина займає одне із провідних позицій серед інших регіонів та входить у сімку лідерів (рис.2).



Рис. 2. Кількість кар'єрів по областям України на 2015 рік

В свою чергу, після досягнення піку падіння ринку в 2014-2015 рр., із 2016-го року до початку повномасштабного вторгнення спостерігається тенденція до відновлення об'ємів виробництва. Жорсткий закон ринкового відбору змусив зупинити та, навіть, припинити діяльність значної кількості підприємств. Але ті підприємства, що змогли зберегти свої промислові активи шляхом часткової консервації або ж перепрофілювання і оптимізації виробництва, залишившись на ринку опинились у тяжкому становищі відсутності ринку збуту.

Спираючись на дані про об'єми ринку щобеню справедливим є міркування, що в умовах значного ускладнення розвитку щобеневих підприємств у вигляді нарощення об'ємів виходу товарної продукції через розширення сировинної бази (відкриття нових кар'єрів), виключну актуальність набуває пошук шляхів, засобів і способів підвищення виходу товарної продукції без залучення нових ресурсів, а за рахунок оптимізації виробничих та технологічних процесів на макрорівні стабільності виробництва типового дробильно-сортувального заводу.

Іншими словами – через припинення діяльності значної кількості підприємств в роки кризи та втрату ринку збуту, діючи підприємства, що змогли зберегти можливість до своєї діяльності, вимушені пристосовуватись до економічних і ринкових умов. Умови диктують їм: високий рівень ризиків та суттєвий розмір капітальних вкладень у випадку підвищення об'ємів виробництва через розробку нових родовищ; відсутність у впевненості що до ринків зовнішнього збуту; підвищення вимог до сировини та попит на розширення її номенклатури. Окрім цього, варто зауважити, що намагання виходу на європейський ринок обмежуються різницею стандартів та набагато більшим асортиментом виробів європейських щобеневих підприємств, що практично унеможливує конкуренцію із ними та просування продукції на «захід». Таким чином, наразі типове українське щобеневе підприємство змушене здійснювати реалізацію продукції, переважно, на внутрішньому ринку.

При цьому варто розуміти взаємну залежність між попитом ринку та технологічною оптимізацією. Попит призводить до пошуку рішень по збільшенню об'ємів продукції, поряд із цим будь-яке технічне рішення по оптимізації виробництва із збільшенням виходу товарної продукції завжди залишається затребуваним. Тобто цілком логічно, що виробник завжди намагається виготовити як найбільше, але в умовах ринку постає питання навіть не про виготовлення, а про реальну можливість збуту. Немає сенсу в пошуку можливостей по підвищенню результативної продуктивності і об'ємів виробництва в натуральному вираженні (тони або кубометри), якщо немає нагоди до реалізації цієї товарної продукції. В результаті за обставин, що склалися на щобеневому ринку України в даний момент, актуальність досліджень по підвищенню виходу продукції щобеневих підприємств на рівні пошуку рішень на самому дробильно-сортувальному заводі/підприємстві/товаристві обумовлюється як вимогами попиту, так і вимогами з технологічної та раціональної оптимізації виробництва із врахуванням зростаючих вимог до розумного та екологічно безпечного користування природними надрами і природокористування загалом.

Не менш важливим фактором актуальності, котрий вартий зазначення, є висока міра «індивідуалізації» кожного щобеневого підприємства. Хоча типове обладнання і забезпечує певну загальну виробничу картину, та неповторність характеристик сировини (родовища) і сукупність широкого переліку виробничих факторів у конкретній визначеній ситуації, котрі практично неможливо врахувати на проектному рівні, робить кожне щобеневе підприємство та його збагачувальну лінію по своєму особливим. Тому дослідницька діяльність та рішення наукових питань на такому підприємстві набуває особливого, притаманного саме такому підприємству, ознак як практичної, так і загальної наукової актуальності.

Узагальнюючи факти наведені вище можливо виконати ряд висновків, таких як:

- світовий ринок нерудних будівельних матеріалів має стійку тенденцію до зростання свого об'єму;
- щобінь займає провідне положення серед нерудних будівельних матеріалів;
- ринок щобеню України зазнав значного спаду в роки кризи 2013-2015 рр., але поступово нарощує темпи та об'єми виробництва починаючи із 2016 року;
- серед лідерів по областях, що спеціалізуються на виготовленні щобеневої продукції, одне із важливих місць займає Житомирщина, котра володіє 18 кар'єрами та значною кількістю дробильно-сортувальних заводів у якості підприємств щобеневого виробництва.

Список літератури:

1. Промисловість України – 2016: стан та перспективи розвитку: П 81 наук.-аналіт. доп. / О.І. Амоша, І.П. Булеев, А.І. Землянкін, Л.О. Збаразська, Ю.М. Харазішвілі та ін.; НАН України, Ін-т економіки промсті. – Київ, 2017. – 120 с.
2. Мінеральні ресурси України - Київ, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України» - 2014 – 270 с.
3. Харчук О.Г., Арділан В.В. Деякі аспекти розвитку добувної промисловості і розроблення кар'єрів в Україні та збільшення їх частки експорту до Європейського Союзу / Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Економіка і управління» - Вип.36 - 2016.

**Остапчук А.О., аспірант,
Рябініна С.С., студентка IV курс
Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ГІРСЬКОГО МАСИВУ ПРИ ВИЙМАННІ ПРИБОРТОВИХ ЗАПАСІВ БУРОГО ВУГІЛЛЯ

При видобуванні корисних копалин однією з головних задач є найбільш повне виймання їх з надр. Аналіз наукової літератури показує, що після відробки родовищ в бортах кар'єрів може залишатися від 20 до 45 % корисних копалин. Їх зазвичай відносять до нормативних втрат. Розробка прибортових запасів дозволяє збільшити ступінь виймання корисних копалин та підвищити ефективність відробки кар'єрів.

Найбільш перспективним напрямком з виймання прибортових запасів кар'єрів в межах ліцензійних площ є застосування комбінованої технології відробки. Вона є ефективною для діючих кар'єрів, оскільки підвищує їх рентабельність та повноту виймання корисних копалин. Перехід від відкритої розробки до підземного видобутку не потребує значних матеріальних і фінансових витрат при відробці прибортових запасів. Однак, дослідники зазначають, що лише 18 % гірничих підприємств здійснюють розробку прибортових запасів. Інші підприємства переводять ці запаси категорію забалансових та списують. Тому виймання корисних копалин в бортах кар'єрів є актуальним.

Особливість відробки запасів в бортах кар'єру полягає в тому, що при їх вийманні змінюються геомеханічні властивості прибортового гірського масиву. Проведення гірничих виробок в бортах кар'єру змінює напружено-деформований стан масиву. Це негативно впливає на стійкість укосів та сприяє утворенню поверхонь ковзання, що може спричинити обвалення порід. Тому виймання корисних копалин треба здійснювати лише після приведення укосів у гарантовано стійкий стан. При постановці бортів у кінцеве положення необхідно враховувати фізико-механічні властивості гірських масивів, гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови розробки родовища, кути укосів бортів кар'єру, розміщення корисних копалин у бортах та його кількість.

Останнім часом, для відробки корисних копалин в неробочих бортах кар'єрів почали застосовувати безлюдні технології виймання корисних копалин з відкритого простору кар'єру. В основу такої технології виймання закладено принципи руйнування корисних копалин агрегатами з буровим або ріжучим виконавчим органом. Такі комплекси широко розповсюджені в Австралії, Індонезії, США та інших країнах, оскільки вони є безпечними і забезпечують економічну доцільність такого способу видобутку корисних копалин. Цей гірничий комплекс має у своєму складі комбайн безперервної дії або шнекову машину, які використовуються для виймання вугілля або інших корисних копалин з неробочих бортів кар'єру. Найбільш доцільним є відробка прибортових запасів, які мають форми залягання пластів та ліній.

Досвід застосування комплексів безлюдного виймання на кар'єрах, наукові дослідження та чисельне моделювання показали, що шнекові гірничо-видобувні системи забезпечують більш високу стабільність гірничих виробок та стійкість підробленого борта кар'єру.

Україна має значну кількість родовищ корисних копалин, після відробки яких, можлива їх доробка шляхом виймання прибортових запасів. Зокрема, це родовища кам'яного та бурого вугілля, марганцевих руд, графітів, фосфоритів, гіпсу, вапняку, горючих сланців, каоліну та ін. При досягненні на таких кар'єрах граничного коефіцієнта розкриття, тобто, коли продовження розробки родовища відкритим способом стає не вигідним, в бортах залишаються значні обсяги корисних копалин.

В даній роботі наведені результати досліджень впливу параметрів виймання на стійкість гірських масивів в умовах Семенівського родовища бурого вугілля. За результатами аналізу геологічної будови Олександрійського вугільного промислового району було встановлено, що покриваючими породами пласту бурого вугілля є піски кийської, полтавської та харківської свит, глинисті піски та глини, середньою потужністю розкриття 50-65 м. Середня потужність пласта бурого вугілля складає 3-4 м.

Для вивчення геомеханічної поведінки борта кар'єру в процесі виймання прибортових запасів корисних копалин, виконано чисельне моделювання борта в PLAXIS 3D Tunnel з використанням критерію міцності Мора-Кулона.

Для дослідження обрано тривимірну модель з наступними параметрами: висота моделі – 73 м; ширина – 20 м, глибина – 40 м. Товщина вугільного пласта становить 3,0 м. Пласт залягає в пісках, потужність яких над покрівлею становить 60 м, під подошвою – 10 м. Фізико-механічні властивості досліджуваних гірських порід наведено в таблиці 1.

Фізико-механічні властивості досліджуваних гірських порід

Назва породи	Щільність, кН/м ³	Модуль Юнга, кН/м ²	Коефіцієнт Пуасона	Кут внутрішнього тертя, град	Щеплення, кН/м ²
Пісок	13,72	39000	0,3	36	8
Буре вугілля	11,96	1,8·10 ⁷	0,43	30	5·10 ³

Моделювання виймання пласта вугілля виконано для двох варіантів:

- шнекового виконавчого органу діаметром 2,0 м, що пройдений на глибину 40 м (рис. 1, а);
- виконавчого органу безперервної дії, що утворює камери прямокутної форми перерізу шириною 3,5 м, висотою 2,0 м та глибиною 40 м (рис. 1, б).

Відстань між виймальними виробками в борту змінювалась від 4,0 до 0,5 м з інтервалом 0,5 м.

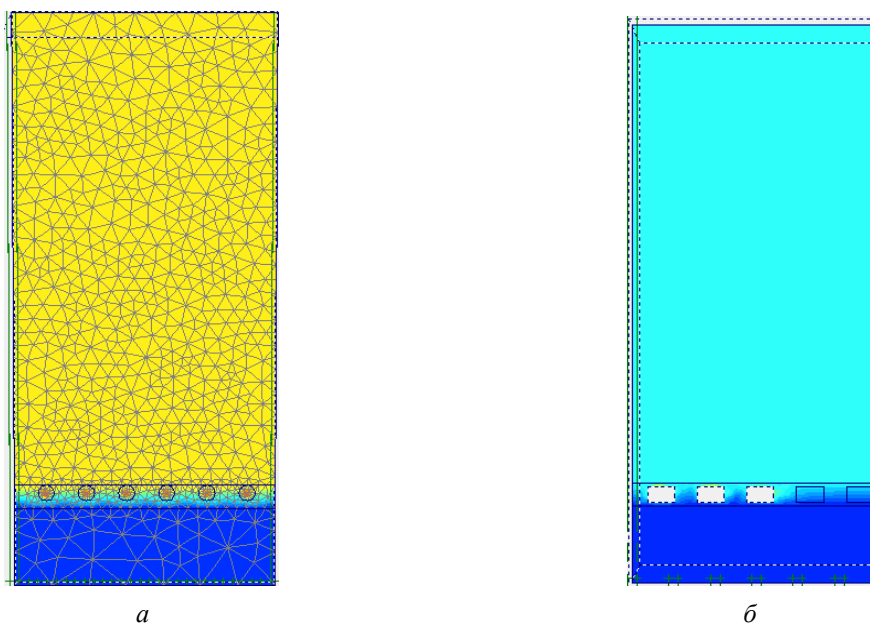


Рис. 1. Моделювання борту кар'єру після виймання прибортових запасів виробками на відстані 3,0 м одна від одної: а – шнековим виконавчим органом; б – безперервним виконавчим органом

Значення зміни осідань поверхні борту кар'єру залежно від відстані між пройденими виробками для вищезазначених варіантів моделювання наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Зміна осідань, 10⁻⁶ м, поверхні у місці розробки прибортових запасів при різній відстані між виробками

Форма перерізу	Відстань між виробками в борту кар'єра, м							
	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5
Кругла	4,77	4,77	5,57	5,96	7,30	8,03	8,54	11,89
Прямокутна	обвал	обвал	обвал	обвал	обвал	обвал	обвал	обвал

Аналіз даних табл. 2 свідчить про те, що вертикальні осідання поверхні при застосування шнекового виконавчого органу є незначними та не перевищують критичної межі при будь-якій відстані між виробками і (змінюється від 4,8·10⁻⁶ м до 11,9·10⁻⁶ м). При моделюванні відробки прибортових запасів безперервним виконавчим органом (форма отвору – прямокутна) відбувається обрушення порід після проходження декількох виробок (див. рис. 1, б). Аналіз результатів моделювання показує, що обрушення утворених виробок прямокутного перерізу починається вже на початкових стадіях відробки. Зокрема, при відстанях між виробками 4,0-1,0 м обвалення спостерігається в третій виробці після початку проходки, а при відстані між камерами 0,5 м обвалення відбувається вже у першій виробці. Таким чином, навіть при більших відстанях, ніж розрахункова максимальна ширина міжкамерного цілика, яка дорівнює 3,0 м., умова стійкості пройдених камер не виконується.

Отримані результати досліджень показують, що в подальшому необхідне вивчення особливостей моделювання процесу безлюдного виймання корисних копалин в бортах кар'єру.

В.О. Пико, магістр 2-го курсу, гр. РР-47м

Науковий керівник: І.А. Піскун, асистент

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

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ РОЗПУШЕНОЇ ВИБУХОМ ГІРНИЧОЇ МАСИ

Важливим аспектом гірничої галузі, як і багатьох інших секторів виробничої промисловості є залежність від планування та прогнозування показників виробництва. Один з прикладів стосується ведення буро-підричних робіт (БПР). На гірничих підприємствах на яких підготовка корисної копалини до виймання супроводжується БПР, даний вид робіт є одним з найбільш важливих та витратних. Від якості їх проектування залежать витрати на проведення вибуху, подальші витрати на подрібнення некондиційних шматків породи, також у випадку щелепних підприємств, швидкість зношення дробарного обладнання. Тому у даній роботі було досліджено способи прогнозування фракційного розподілу гірської маси після проведення БПР на етапі проектування та їх оптимізація, для досягнення найбільш раціональних параметрів БП.

На результат вибуху впливають три основні фактори:

- вибір вибухової речовини та її якість;
- параметри БПР та ступінь відповідності фактичних параметрів розрахунковим;
- характеристика гірської породи, розуміння її структури та поведінки при дії певного типу навантаження спричиненого вибуховою речовиною.

Власне в даній роботі розглянуто приклад використання базової всесвітньовідомої моделі Куз-Рама. Незважаючи на те, що з часу її створення були розроблені також інші моделі, але простота цієї моделі робить її найбільш використовуваною і до тепер. Модель Куз-Рама базується на трьох основних рівняннях розглянутих нижче.

Рівняння Кузнєцова, представлене Кузнєцовим, визначає середній розмір частинок уламків вибуху на основі кількості вибухових речовин, об'ємів вибухових речовин, сили вибуху та коефіцієнта породи. Рівняння має наступний вигляд:

$$x_m = A \cdot K^{-8} \cdot Q^{1/6} \cdot \left(\frac{115}{RWS_{ANFO}} \right)^{19/20} \quad (1)$$

де А – фактор породи; К – порошковий коефіцієнт (кг/м³); Q – кількість вибухівки використовувана на одну свердловину (кг); 115 – відносна потужність (RWS) тротилу порівняно з ANFO, відносна потужність (RWS) використаної вибухівки порівняно з ANFO.

Рівняння Розіна-Рамлера характеризує фрагментаційний розподіл породи. Він точно представляє частинки розміром від 10 до 1000 мм.

$$R_x = \exp \left[-0,693 \cdot \left(\frac{x}{x_m} \right)^n \right] \quad (2)$$

де R_x – масова частка, що залишається на отворі сита x; n – індекс однорідності, зазвичай знаходиться в діапазоні між 0,7 і 2.

Рівняння однорідності:

$$n = \left(2,2 - \frac{14 \cdot B}{d} \right) \cdot \sqrt{\left(\frac{1 + S/B}{2} \right)} \cdot \left(1 - \frac{W}{B} \right) \cdot \left(\text{abs} \left(\frac{BLC - CCL}{L} \right) + 0,1 \right)^{0,1} \cdot \frac{L}{H} \quad (3)$$

де В – навантаження, м; S – відстань, м; d – діаметр отвору, мм; W – стандартне відхилення точності буріння, м; L – загальна довжина заряду, м; BCL – довжина нижньої частини заряду, м; CCL – довжина верхньої частини заряду, м; H – висота уступу, м.

Для проведення даного дослідження застосовувалося програмне забезпечення (ПЗ) O-Pitblast, яке виконує задачі проектування БПР, та дозволяє отримати дані прогнозування за даною моделлю. Об'єктом

дослідження був вибух на підприємстві ТОВ «Тальнівський щебзавод». Параметри БПР були занесені до даного ПЗ. Результати даної роботи представлені на Рис. 1.



Рис. 1 Фрагментаційний розподіл гірської маси за базовою моделлю Куз-Рама

Для порівняння результатів даної моделі з реальними даними було використано ПЗ WipFrag, яке виконує фото-аналіз розвалу гірської маси та знаходить його фрагментаційний склад. Дані фото аналізу наведені на рис. 2-3.

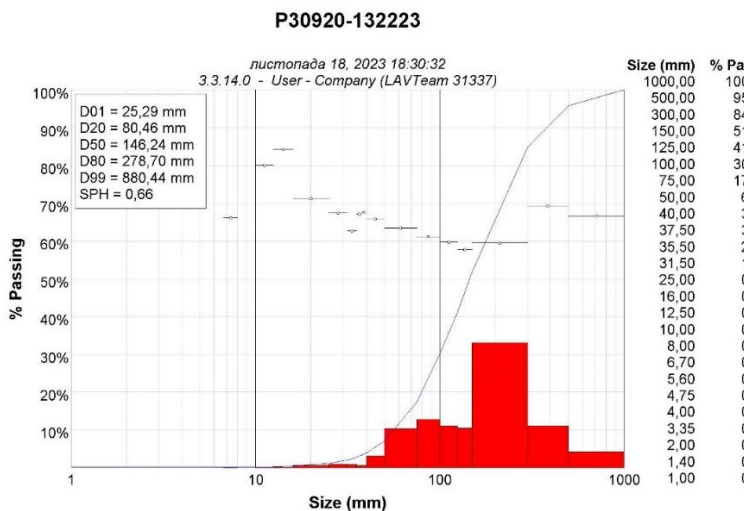


Рис. 2 Фрагментаційний розподіл гірської маси згідно фото аналізу ПЗ WipFrag



Рис. 3 Фото аналіз розвалу гірської маси

Згідно результатів помітно, що значення фрагментаційного розподілу гірської маси мають схожу тенденцію, але в значеннях різняться. Пов'язано це з недосконалістю базової моделі Куз-Рама, а також похибкою у фото аналізі, кількістю аналізованих фото, якістю їх обробки і т.д.. Тому дана тема потребує подальших досліджень, доповнення базової моделі Куз-Рама іншими коефіцієнтами, які б враховували детальний вплив геології, роботу вибухової речовини, затримки між зарядами свердловин і т.п.

Список літератури:

1. Brighton Conference Proceedings 2005, R. Holmberg et al ©2005 European Federation of Explosives Engineers, ISBN 0-9550290-0-7 5. Blast Modeling
2. Cunningham, C.V.B. 1983. The Kuz–Ram model for prediction of fragmentation from blasting. In R. Holmberg & A Rustan (eds), Proceedings of First International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting, Luleå, 439–454.
3. Cunningham, C.V.B. 1987. Fragmentation estimations and the Kuz–Ram model – four years on. In W. Fournay (ed.), Proceedings of Second International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting, Keystone, Colorado, 475–487.

Побігайло Д. П., аспірант, курс 1, група PhD 184-23-2
 Іськов С. С., кандидат технічних наук, доцент
 Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
 Державний університет «Житомирська політехніка»

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ПОЗИЦІОНУВАННЯ GPS ДЛЯ ГЕОДЕЗІЇ ТА МАРКШЕЙДЕРІЇ: ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ ТА МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ

Точне визначення місцезнаходження об'єктів стає невід'ємною складовою сучасного світу. Використання GPS-технологій продовжує укорінюватися в таких галузях як гірництво, картографія, геодезія, будівництво, сільське господарство для виконання низки вагомих задач. Однак, для досягнення потрібної точності вимірювань та забезпечення високої якості результатів, важливо розуміти особливості та можливості кожного з режимів використання GPS.

Так до прикладу, автономний абсолютний режим передбачає отримання сигналу на GPS-приймач від супутників без будь-яких зовнішніх корекцій чи додаткової інформації. В свою чергу абсолютний диференційний режим потребує використання двох GPS-приймачів, де один буде виступати базовою станцією, а інший перебуватиме в русі. У такому випадку базова станція буде виконувати коригування сигналів та передавати їх до рухомого приймача. Такий режим роботи дозволяє виправити систематичні помилки. У разі застосування відносного режиму два і більше приймачів взаємодіють між собою для визначення різниці в їх позиціях. Такий режим враховує те, що точна позиція одного приймача може бути невідома і тоді вимірювання здійснюється відносного одного або декількох інших приймачів.

Не зважаючи на відмінності цих режимів, кожен із них має свої власні переваги та недоліки, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Переваги та недоліки режимів позиціонування

Тип режиму	Переваги	Недоліки
Абсолютний автономний	<ul style="list-style-type: none"> ✓ незалежність; ✓ простота використання; ✓ гнучкість в роботі; 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ низька точність; ✗ підвищена чутливість до факторів зовнішнього середовища; ✗ великі витрати часу для точного визначення координат;
Абсолютний диференційний	<ul style="list-style-type: none"> ✓ висока точність; ✓ корекція похибок; ✓ стійкість до впливу; ✓ зовнішніх факторів; 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ потреба у додатковому обладнанні; ✗ обмежений радіус роботи;
Відносний	<ul style="list-style-type: none"> ✓ висока точність різницевого вимірювання; ✓ низька чутливість до деяких факторів; 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ потреба у відомостях про одну з точок; ✗ складність проведення робіт;

З вищенаведеного можна зробити висновок, що кожен з режимів має свої особливості, які сприяють їхньому використанню у різних галузях та для різних цілей.

Для геодезії, картографії та будівництва, де вимагається висока точність та відсутність систематичних похибок у вимірюваннях доцільно використовувати абсолютний диференційний режим. У випадках, коли немає доступу до базових станцій або інших джерел корекції, наприклад, при геологічних дослідженнях чи експедиціях у віддаленні райони, єдиним можливим для застосування буде абсолютний автономний режим. Для виконання контролю стійкості гірничих виробок, визначення рухів земної поверхні, де потрібна висока точність у визначенні різниць між точками має місце використання відносного режиму роботи GPS-приймача.

Варто звернути увагу на те, що у сучасному світі найпопулярнішим та найбільш розповсюдженим режимом роботи GPS є саме абсолютний автономний режим. Така тенденція може пояснюватися гнучкістю та простотою у використанні і, звичайно, універсальністю. Що стосується таких галузей як маркшейдерія та геодезія, то тут найкраще застосовувати абсолютним диференційним режимом GPS. Саме цей режим забезпечує найвищу точність серед інших режимів (див. табл. 2), завдяки коригуванню сигналів. Використання базових станцій забезпечує стабільність та уникнення систематичних похибок.

Таблиця 2

Порівняльна таблиця максимальної точності різних режимів

Тип режиму	у горизонтальній площині	у вертикальній площині
Абсолютний автономний	5-10 м	10-20 м
Абсолютний диференційних	1-3 см	2-5 см
Відносний	залежить від взаємодії між двома приймачами (як правило від декількох сантиметрів, при умові видимої відстані між приймачами та коректної обробки даних)	

При побудові планової геодезичної мережі за допомогою GPS слід керуватися «Інструкцією з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500».

Враховуючи тенденції та потреби геодезії та маркшейдерії, можна зробити висновок, що абсолютний диференційний режим є найбільш актуальним, оскільки він надає найвищу точність серед різних режимів та враховує особливості цих галузей.

Список літератури:

1. Інструкція з виконання маркшейдерських робіт на вуглевидобувних підприємствах України, затверджена Наказом міністерства палива і енергетики України від 12 грудня 2000 року №561. Режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/nraon_74.2-5.02-00.pdf

2. Правила виконання маркшейдерських робіт під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин, затверджені Наказом Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України від 31 березня 2021 року № 669. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0884-21#Text>

3. ГКНТА-2.04-02-98 Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500, затверджена Наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №56 від 9 квітня 1998 р. Режим доступу: <http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3501#p1>

Поволоцький В.Б., магістр 2-го курсу, гр. РР-47м
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗЕМСНАРЯДУ ЗА УМОВ ВИДОБУТКУ БУДІВЕЛЬНИХ ПІСКІВ У МЕЖАХ РОДОВИЩА ПІВНІЧНЕ-1 У САМАРСЬКОМУ РАЙОНІ МІСТА ДНІПРА

Розробка ефективних алгоритмів управління в сфері видобутку будівельних пісків – це складний процес, що вимагає інтеграції різноманітних параметрів для оптимального функціонування системи. Починаючи з докладного аналізу функціональності земснаряду та зв'язаних з ним компонентів, висвітлення критичних елементів видобутку, а також урахування взаємодії з навколишнім середовищем, алгоритми розробляються з орієнтацією на оптимізацію ключових параметрів.

Це включає визначення оптимальних швидкостей обертання різців, режимів всмоктування та викидів матеріалу, щоб максимізувати видобуток при мінімальних витратах енергії та зношеності обладнання. Додатково, алгоритми можуть бути налаштовані для реагування на змінні умови, такі як зміни у складі ґрунту чи глибина залягання корисних відкладень.

Важливою частиною розробки алгоритмів є їх адаптація до системи зворотного зв'язку, що дозволяє в реальному часі коригувати параметри роботи з урахуванням змін у вихідних даних та умовах експлуатації. Це дозволяє підтримувати стабільну та продуктивну роботу обладнання, а також запобігати виникненню аварійних ситуацій.

Інтеграція датчиків та системи зворотного зв'язку є важливим етапом в розробці системи управління для ефективного видобутку будівельних пісків. Датчики, розміщені на обладнанні, збирають реальні дані про умови роботи, такі як глибина залягання піску, властивості ґрунту, тиск в системі всмоктування, та інші параметри.

Інтеграція датчиків дозволяє враховувати зміни в складі ґрунту, оптимізувати глибину залягання різців, регулювати інтенсивність всмоктування в залежності від властивостей піску тощо. Це сприяє максимізації видобутку при мінімізації енерговитрат та зношеності обладнання.

Взаємодія із системою зворотного зв'язку також дозволяє автоматично коригувати параметри роботи з урахуванням змін у вихідних умовах, що підвищує стійкість та надійність видобуткового процесу. Ця інтеграція створює "розумну" систему управління, здатну оптимізувати роботу земснаряду в реальному часі.

Забезпечення стійкості та надійності системи управління для видобутку будівельних пісків включає в себе комплекс заходів, спрямованих на запобігання та ефективне усунення можливих відмов. Один із ключових підходів - це використання дуплікації ключових компонентів, що дозволяє системі продовжувати працювати в разі відмови окремих елементів. Додатково, впроваджуються системи автоматичного виявлення та усунення несправностей, які постійно моніторять параметри роботи та автоматично реагують на будь-які відхилення від норми.

Регулярне технічне обслуговування відіграє важливу роль у запобіганні потенційних проблем шляхом вчасного виявлення та усунення зносу чи несправностей. Системи повинні бути стійкими до зовнішніх впливів, таких як зміни погоди або зношення від елементів навколишнього середовища.

Важливими елементами забезпечення стійкості є також автоматизовані системи резервування, що дозволяють перехід на альтернативні джерела чи компоненти у випадку відмови основних. Високий рівень підготовки персоналу та системи навчання грають важливу роль у забезпеченні того, що персонал може швидко та ефективно реагувати на будь-які виниклі ситуації. Загальна мета цих заходів — максимізувати стійкість, запобігти відмовам та забезпечити ефективну роботу видобувного обладнання у будь-яких умовах.

Енергоефективність в контексті видобутку будівельних пісків у родовищі Південне-1 визначається комплексом технічних та технологічних рішень, спрямованих на оптимізацію використання енергії та зниження витрат пального, забезпечуючи при цьому високу продуктивність та ефективність видобутку.

Одним з ключових аспектів є оптимізація робочих параметрів земснаряду, таких як швидкість обертання двигуна та сила всмоктування. Аналіз взаємодії цих параметрів дозволяє визначити оптимальні значення, які сприяють максимальній продуктивності при мінімізації витрат енергії.

Технічні рішення, спрямовані на оптимізацію обладнання для видобутку піску з dna водойми, також враховують аспекти енергоефективності. Використання передових технологій, ефективні системи резервування та системи автоматизованого управління спрямовані на мінімізацію витрат енергії та забезпечення оптимальної продуктивності.

Дослідження ефективності роботи земснаряду, яке враховує взаємозв'язок між обертанням двигуна, продуктивністю та витратами пального, служить основою для розробки енергоефективних стратегій управління видобутком пісків у родовищі Південне-1. Впровадження таких стратегій сприяє покращенню стійкості та продуктивності видобуткового процесу при зменшенні негативного впливу на екологію та оптимізації витрат енергії.

Я.М. Пожарський, магістр 2-го курсу

Піскун І.А., аспірант

Керівник: Башинський С.І., к.т.н., доц.

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

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГІРНИЧОЇ МАСИ НА ЩЕБЕНЕВОМУ КАР'ЄРІ ЗА УМОВ ПрАТ «ТНК «Граніт»

Підвищення ефективності транспортування гірничої маси на щебеневому кар'єрі умовах ПрАТ "ТНК "Граніт" визначається нагостреним питанням економічної доцільності перевезення корисної копалини з місця видобутку на дробильно-сортувальний завод. Актуальність даної теми базується на стремінні до оптимізації виробничих процесів та зменшенні витрат на транспортування гірничої маси з місця видобутку до дробильно-сортувального заводу.

Зазвичай більшість підприємств використовують застарілу для теперішнього часу техніку для транспортування гірничої маси що не є доцільним в плані експлуатаційних витрат, адже старі самоскиди потроху втрачають свою продуктивність і потребують частішого обслуговування та ремонту.

Тому для вирішення питань щодо оптимізації собівартості транспортування гірничої маси було вивчено собівартість транспортування автосамоскидом БелАЗ-7547 що використовує підприємство і ще чотирьох інших запропонованих варіантів сучасних автосамоскидів після чого обрати найбільш оптимальний.

Всі витрати підприємства, що стосуються транспортного обладнання, можна поділити на капітальні та експлуатаційні. Капітальні витрати (вкладення) на формування системи транспортування з автосамоскидами мають наступні складові:

- придбання автосамоскидів;
- спорудження (чи модернізація) ремонтної бази;
- спорудження автомобільних шляхів;
- нормалізація екологічного стану у кар'єрі.

При цьому вартість спорудження ремонтної бази і автошляхів для кожного варіанту буде майже однакова, тому для спрощення розрахунків будемо вважати, що транспортування здійснюється по існуючій дорозі, ремонтна база існує і її модернізація не потрібна. Глибина кар'єрів за умовою невелика і не перевищує 120 м, тому немає потреби у нормалізації атмосфери в кар'єрі. Для розрахунку використовуються лише сучасні моделі автосамоскидів, які обладнані системами нейтралізації газів. Тому капітальні витрати пов'язані лише з придбанням автосамоскидів.

Щодо експлуатаційних витрат вони включають:

- витрати на паливо
- вартість шин
- вартість технічного обслуговування і ремонту
- заробітна плата робітників
- вартість підтримання автошляхів
- накладені цехові витрати (20%)

Результати експлуатаційного розрахунку і капітальних витрат наведені в таблиці 1.

При оцінці економічної ефективності слід пам'ятати, що строк фізичного зносу кар'єрного автосамоскида звичайно менший нормативного строку окупності. Тому для економічної оцінки використовують приведені витрати – суму експлуатаційних витрат і капітальних вкладень, приведених до однакової розмірності, результати яких наведені в таблиці 1.

В результаті розрахунків було встановлено що найбільш оптимальним є Komatsu HD405-6 2. у відповідності до результатів наведених в таблиці 1. Ця заміна дозволяє значно зменшити загальні витрати підприємства за рахунок зменшення собівартості перевезення.

Техніко-економічні показники

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
Модель автосамоскиду	БелА3-7547	НІТАСНІ ЕН-750-2	Кomatsu HD405-6	TEREX TR-50	Caterpillar 770
Капітальні витрати, грн.	1102000	1160000	1130000	1189000	1218000
Експлуатаційні витрати, грн.	67049922,48	58909857,64	57997655,37	60613270,15	68391236,06
Приведені середньорічні витрати, грн.	67215222,48	59083857,64	58167155,37	60791620,15	68573936,06
Загальна собівартість перевезення: — грн./т	37,64	33,08	32,57	34,04	38,40

Очікувані результати від запропонованих впроваджень свідчать про позитивний вплив на фінансовий стан підприємства. Зменшення витрат на транспортування гірничої маси призведе до підвищення рентабельності на 3,97%. Важливо відзначити, що ці економічні вигоди не лише зменшать витрати на підприємстві, а й сприятимуть загальній екологічній стійкості, зменшуючи вплив транспортування на навколишнє середовище. Інтеграція сучасних технологій та ефективного обладнання стане ключовим кроком у досягненні більш стійкого та конкурентоспроможного розвитку гранітового кар'єру "ТНК «Граніт»".

Список літератури:

1. Транспорт на гірничих підприємствах: Підручник для вузів. - 3-є вид./ Під. ред. проф. М.Я. Біліченка – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2005.
2. . Салов В.О. Основи експлуатаційних розрахунків транспорту гірничих підприємств: навч. посіб. / В.О. Салов. – Д.: Національний гірничий університет, 2005..
3. Іськов С. С., Толкач О.М., Левицький В.Г., Шлапак В.О. Організація та планування гірничих робіт. Практикум : навч. посібник / С.С. Іськов, О.М. Толкач, В.Г. Левицький, В.О. Шлапак. – Житомир: ЖДТУ, 2017.

Д. С. Поліщук, PhD студент
 А. В. Панасюк, к. т. н., доцент кафедри маркшейдерії
 Державний університет «Житомирська політехніка»
 dimapolishy@gmail.com

МЕТОДИ ВИКОНАННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ ЗЙОМКИ НА ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБОТАХ

Маркшейдерські роботи в умовах кар'єрів насамперед виконують з дотриманням встановлених вимог щодо безпечного виробництва гірничих робіт. При виконанні маркшейдерських робіт забезпечуються повнота та точність вимірювань та розрахунків, достатніх для раціонального використання та охорони надр, безпечного ведення гірничих робіт. Для виконання цих умов застосовуються маркшейдерські прилади, перелік яких постійно розширюється і модернізується.

Певним маркшейдерським завданням відповідають певні прилади, методи та способи їх виконання. З метою зменшення трудомісткості та витрат часу на виконання процесів маркшейдерського забезпечення застосовуються комбіновані та гібридні методи вимірювань, з використанням різних маркшейдерських приладів, що використовуються одночасно.

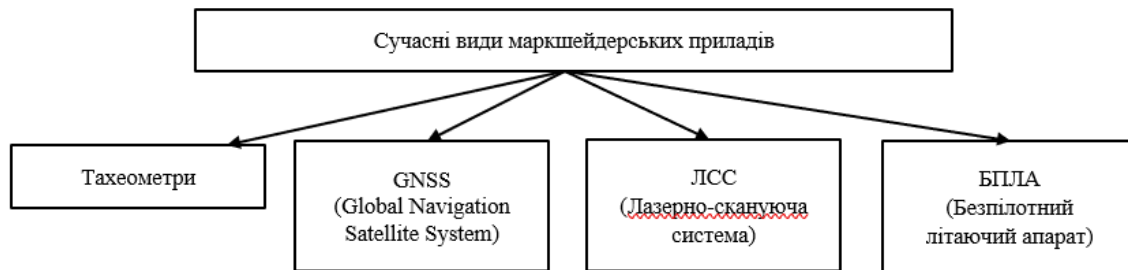


Рис. 1. Сучасні види маркшейдерських приладів при виконанні маркшейдерської зйомки

Тим не менш, в даний час найбільш поширеним в умовах кар'єрів залишається застосування тахеометрів, які виділяються серед інших маркшейдерських приладів своєю функціональністю та універсальністю. Тахеометр, як прилад маркшейдерських вимірів, використовується з метою зйомки ситуації, винесення геометричних проектних елементів, спостереження за зрушенням і деформаціями товщі гірських порід.

За останні роки системи супутникового обладнання міцно увійшли до маркшейдерської практики в усьому світі та широко використовуються при забезпеченні гірничого процесу. Основне призначення GNSS (Global Navigation Satellite System) систем полягає у створенні опорного маркшейдерсько-геодезичного обґрунтування та для детальних зйомок на гірничих підприємствах. Застосування супутникових геодезичних систем дозволяє підвищити продуктивність польових та камеральних робіт, тим самим покращити якість маркшейдерського обслуговування гірничого підприємства. Варто зазначити, що супутникове обладнання з урахуванням свого принципу роботи, що полягає в роботі під відкритим небом, стало незамінним засобом вимірювання маркшейдера у забезпеченні відкритих гірничих робіт.

Геометрія родовищ корисних копалин, що розробляються відкритим способом, сприяє використанню обладнання, що має унікальні функціональні можливості виконання маркшейдерських вимірювань на великих площах і на значних відстанях. Прикладом такого приладу може бути ЛСС (лазерно-скануюча система) – знімальна система, що вимірює з високою швидкістю та реєструє відповідні напрямки до поверхні об'єкта з подальшим створенням тривимірного зображення у вигляді хмари точок.

Специфічність лазерно-скануючих систем пояснюється певною методикою вимірювань, що відрізняється автоматизованими компонентами зйомки, що зменшують час польових робіт і підштовхують фахівців до досягнення компетенцій та набуття кваліфікації в сегменті обробки результатів маркшейдерських вимірювань – у камеральній обробці. Крім маркшейдерської точності, професійних навичок фахівців у вмінні застосування різних інструментів обсяг приладів і, зрештою, наявність цих самих приладів у маркшейдерській службі, вже не ключові сегменти для виконання маркшейдерського забезпечення кар'єрів.

У сучасному світі, за нинішньої ситуації процесів видобутку корисних копалин на гірничодобувних підприємствах, вибір маркшейдерських приладів пояснюються головним чином факторами продуктивності та економічної доцільності. Наприклад, при маркшейдерському забезпеченні родовищ

загальнопоширених корисних копалин, що специфічно відрізняються своїми найчастіше невеликими геометричними розмірами, раціонально використовувати тахеометр (при ітеративних зйомках), GNSS-обладнання. Використання лазерно-скануючих систем на відкритих гірських роботах такого типу корисних копалин досить рідкісне явище, проте є певна лінійка ЛСС, раціональних для експлуатування (лазерно-скануючі системи фазового методу зйомки).

Прикладом співвідношення маркшейдерського приладу до певного діапазону геометричного розміру об'єкта відкритих гірських робіт є БПЛА (безпілотний літальний апарат). Маркшейдерське обслуговування золотих копалень, вугільних розрізів та рудних кар'єрів все частіше виконується за допомогою безпіотної технології. Їх перевагою є ідеальна фотоапаратура, форма і габарити, тобто. тих факторів, які визначають необхідну якість маркшейдерської зйомки для гірничодобувного підприємства великої площі.

Потенціал та перспектива застосування БПЛА у гірничій справі, зокрема на відкритих гірничих роботах, постійно підтверджується, оскільки даний прилад маркшейдерського забезпечення став справжнім незамінним інструментом для фахівця. Таким чином, завдяки значним перевагам, в першу чергу, зменшення витрати часу та трудомісткості польових робіт, застосування геодезичних квадрокоптерів та інших безпілотних технологій спрямовує галузь маркшейдерської справи на відкритих гірничих роботах у сферу фотограмметрії та ІТ-технологій.

Маркшейдерська зйомка за допомогою квадрокоптера вимагає від фахівця особливих знань у галузі фотограмметрії та гірничої справи, у свою чергу, камеральна обробка маркшейдерського польоту потребує компетенцій роботи зі спеціальним програмним забезпеченням та підготовленості в галузі інформаційних технологій.

Сидоренко А.А., аспірант
Котенко В.В., к.т.н., доц.

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

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА КАР'ЄРАХ З ВИДОБУВАННЯ ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ З ВИСОКОМІЦНИХ ПОРІД

При виконанні аналізу технологічних процесів, пов'язаних із підготовчими та видобувними операціями в межах дії технологічного комплексу, на кар'єрах з видобування блочного каменю високої міцності, було виділено наступні ключові технологічні операції:

- проведення підготовчих операцій для відокремлення масиву;
- відокремлення моноліту від основного масиву;
- проведення операції з завалювання моноліту;
- розділення моноліту на товарні блоки.

Такий систематичний підхід до розгляду технологічних процесів дозволяє вдосконалити управління видобувним процесом та забезпечити ефективну організацію виробничих процесів на кар'єрі, що сприяє оптимізації виробничих витрат та збільшенню продуктивності гірничого підприємства.

В більшій частині покладів облицювального каменю присутні скельні розкриті породи, які попередньо потрібно відпрацювати. При цьому важливо забезпечити цілісність гірської породи та її фізико-технічних та декоративних властивостей для основного масиву. Це, в свою чергу, обмежує використання різноманітних методів підготовки порід до видобутку. Практично застосовують два підходи: вибуховий та механічний.

Вибухова дія бризантних вибухових речовин дозволяє отримати розірвану гірську масу, кускуватість якої гарантує ефективну роботу виймально-навантажувального обладнання. Проте їх використання може створити нові техногенні тріщини.

При невеликій потужності скельного розкриття можна використовувати метод шпурових зарядів, який забезпечує ефективне розділення порід потужністю менше 2 метрів. Однак недоліком є великий обсяг бурових робіт на 1 м³ породи, необхідність підривання великої кількості зарядів для забезпечення продуктивної роботи виймально-навантажувального обладнання та значні витрати на засоби підривання.

Існує значна кількість методів відокремлення монолітів від масиву та їх поділу на товарні блоки. Для належної організації технологічного процесу видобування товарних блоків необхідно правильно вибрати метод відокремлення моноліту від масиву та поділу моноліту на товарні блоки.

В роботі було проаналізовано різні способи відокремлення, які можна найбільш ефективно використовувати для родовищ високоміцних порід: габро, граніту та лабрадориту.

Кожен із зазначених нижче методів відокремлення має свої плюси та мінуси.

Механічний спосіб

Застосування канатного різання.

Позитивні сторони: висока швидкість різання; значна довжина різання при невеликій ширині пропилю; висока якість пропилю, що зменшує втрати сировини; ефективність в економічному плані; низьке енергоспоживання; можливість видобування блоків великих розмірів.

Негативні сторони: різкий спад продуктивності та техніко-економічних показників при високій тріщинуватості масиву та наявності в породі твердих включень; наявність підготовчих робіт, зокрема буріння свердловин для заведення канату; значні витрати на канат; сезонність виконання робіт.

Суцільне оббурювання. Шляхом суцільного оббурювання передбачається формування щілини вздовж контуру блоку, який відокремлюється. Для цього проводять буріння ряду свердловин, розташованих впритул одна до одної на всю висоту блоку.

Позитивні сторони: висока збереженість каменю; точність розмірів відокремлених монолітів.

Негативні сторони: великий обсяг бурових робіт; значні втрати при утворенні щілини; висока трудоемність; можливість відхилення робочого інструменту від заданого напрямку буріння.

Відокремлення монолітів розклинюванням. Передбачає формування стрічки шпурів, де встановлюються клини. Розпірні сили виникають внаслідок ударів по клину (ручні клини) або завдяки тиску гідравлічної сили (гідроклинів) – цей метод виявляється більш ефективним для високоміцних дрібнозернистих порід, зокрема типу габро.

При використанні ручних клинів відзначаються такі переваги: якість блоків; не вимагає застосування дорогих машин та механізмів; максимальне використання тріщинуватості масиву.

Однак існують недоліки: залучення ручної праці; обмежена продуктивність; великий обсяг буріння шпурів; обов'язкова формування трьох вільних площин у вибої.

При використанні гідроклінів спостерігаються такі позитивні сторони: полегшення умов праці робітників; покращення якості блоків; збільшення продуктивності видобувних робіт; простота та безпека експлуатації; можливість відокремлення блоків різних розмірів; максимальне використання тріщинуватості масиву.

До недоліків можна віднести: збільшення об'єму буріння шпурів; висока собівартість блоків (близько 80%, яке припадає на бурові роботи); обов'язкове формування трьох вільних площин у вибої; значні витрати на відходи каменю через знос розколювання – діагональний скол, направлений під кутом до наміченої площини відколювання.

Відколювання розпірними пристроями або гідророксплітерами – полягає у формуванні ряду шпурів (свердловин), в які вставляють розпірні пристрої – гідророксплітери. Руйнування гірських порід здійснюється завдяки навантаженню на стінки свердловини пуансонами, які ініціюють утворення тріщин у визначеному напрямку.

Переваги цього методу включають такі аспекти: простота конструкції (не вимагає гідравлічної суміші для зворотного ходу); можливість використання в стиснених умовах; зменшена маса та компактність; різноманітні технологічні схеми використання (паралельне або послідовне з'єднання гідророксплітерів у робочі системи).

У той же час, існують певні недоліки: обмежений робочий хід (8-18 мм), що робить застосування гідророксплітерів менш ефективним для міцних порід; діаметр свердловини при використанні гідророксплітера повинен перевищувати діаметр пристрою на 2-5 мм.

Вибуховий спосіб

Вибійка з використанням димного пороху. Різновиди вибухової відбійки включають одиночну свердловину, групову, шпурову, парно-зближену свердловину або шпурову, та контурну. В площині необхідного відколу формують стрічку шпурів (свердловини), заповнену димним порохом у спеціальних водонепроникних обгортках. Щоб уникнути «прострілу» заряду, шпур тісно заповнюють піском, дерев'яною або алюмінієвою трубкою. Ініціюючими елементами можуть бути ДШ або електрозапальники.

Переваги цього методу включають: можливість використання для видобування різних гірських порід; застосування при ускладнених гірничо-геологічних умовах; невисока енерго- та матеріальноємність процесу підготовки блоків до виймання; простота процесу.

Недоліки включають: порушення монолітності породи (що може призвести до зменшення виходу готової продукції); утворення небажаних системних мікротріщин; необхідність проведення вибуху виключно спеціалізованими службами; можливість відмови заряду; складність зберігання і перевезення вибухових речовин.

Використання детонаційно-шнурового вибухового матеріалу (ДШ). Для вибуху зарядів ДШ використовують магістральний дріт детонуючого ДШ, до якого послідовно приєднують зростки, що йдуть від кожного шпура заряду. Ініціювання виконується капсуль-детонатором або електродетонатором. Одночасне підривання всіх відрізків ДШ за допомогою промислових електродетонаторів неможливе. Відривання моноліту відбувається через тиск газоподібних продуктів детонації та прямих хвиль напруги. Швидкість детонації ДШ становить приблизно 6 500 м/с, відстань між шнурами складає 15-50 см, а час затримки для кожного заряду – 50-70 мкс.

Переваги цього методу включають: збереження монолітності; можливість відколу моноліту від масиву та його переміщення; максимальний вихід блоків при мінімальних витратах; висока продуктивність.

Недоліки включають: великий обсяг бурових робіт; високі вимоги до точності буріння (шпури повинні бути строго паралельними та мати однакову відстань один від одного).

Фізико-технічні способи

Використання термогазоструминних пальників. Термогазоструминне різання здійснюється за допомогою пальника з температурою 2 000 К та газів, що витікають із сопла пальника і створюють тепловий ударний імпульс при дотику з поверхнею каменю. Термогазодинамічне різання використовує кінетичну енергію термоструменя для руйнування каменю шляхом безпосередньої газодинамічної дії, досягнутої пальниками пульсуючого типу.

Переваги включають: низька трудомісткість порівняно з бурінням і вибуховим методом; висока якість видобутих блоків; високий вихід блоків.

Недоліки цього методу включають: висока вартість експлуатації через підвищення цін на паливо в умовах сучасної економіки; великі втрати каменю на пропил; значний обсяг ручної праці; високий рівень шуму під час роботи; висока загазованість робочого приміщення; обмежена швидкість проходження щілин; вимоги до безпеки ведення робіт; низька продуктивність при великій тріщинуватості масиву; можливість використання методу тільки для кварцевмісних порід.

Застосування неініційованого розтріскування порід. Принцип полягає у створенні шпурів, куди потім вводять розчин невибухової руйнуючої суміші (НРС). Після змішування суміші з водою отриманий розчин подають в шпури, робочий розчин згущується, збільшуючи свій об'єм і створюючи тиск, який

призводить до руйнування порід у заданому напрямку.

Переваги цього методу включають: відсутність шуму; НРС розвивають великі зусилля в шпурах, що дозволяє регулювати розміри монолітів та блоків з мінімальними витратами матеріалу; збереження цілісності масиву, оскільки навантаження на саме напружене зростає плавно до повного розколювання порід; високий вихід блоків високої якості; можливість виконання декількох операцій одночасно; відсутність необхідності в складному та високовартісному обладнанні.

Недоліки методу включають: обмежена можливість використання невибухових руйнуючих сумішей при низьких температурах; висока гігроскопічність порошку; необхідність точного дотримання співвідношення НРС і води в робочій суміші, порушення якого не лише знижує продуктивність, але може призвести до повної його втрати.

Комбіновані способи

Існує значна різноманітність комбінованих методів видобування. Для високоміцних порід застосовуються наступні підходи:

Механічне нарізання щілин полягає у поєднанні суцільного оббурювання та використання вибухової відбійки; поєднання механічної підрізки моноліту з іншими методами його остаточного відокремлення.

Способи з термонарізанням щілин: поєднання термонарізання з використанням вибухового відбивання; поєднання термонарізання з клиновим розколюванням; поєднання термонарізання з неініційованим розтріскуванням.

Способи з використанням початкового НРС: поєднання НРС із процесом гідророзколювання; поєднання НРЗ із використанням електроімпульсних установок.

Відокремлення монолітів від масиву. Включає дві основні операції: відокремлення моноліту від масиву та його завалювання для подальшого розділення на блоки, іноді ці етапи можуть поєднуватись.

Найпоширеніші методи завалювання монолітів:

- завалювання монолітів гідродомкратами;
- переміщення та завалювання моноліту за допомогою пристроїв, що розширюються;
- переміщення та завалювання моноліту за допомогою колісного фронтального навантажувача зі знімним обладнанням.

Завалювання монолітів гідродомкратами передбачає використання комплекту двоступеневого насоса, з робочим тиском 70 МПа, на візку та двох гідродомкратів, пов'язаних із насосом гнучкими шлангами.

Переваги: збереження монолітності каменю; мобільність та маневреність; великі розпірні сили (до 1 280 кН і більше); можливість використання як при відриванні від вертикальної площини, так і похилій чи горизонтальній; простота й безпека експлуатації; можливість відокремлення блоків різних розмірів; максимальне використання тріщинуватості масиву.

Недоліки: необхідність створення додаткової пом'якшувальної «подушки» та спеціальних ніш; значна вага гідродомкратів (від 64 до 90 кг); необхідність ручної установки обладнання; великі втрати часу на переміщення моноліту.

Переміщення та завалювання монолітів з використанням пристроїв, які розширюються (спеціальних пневмоподушок із твердої гуми). При наповненні повітрям подушки розширюються, що дозволяє здійснювати посування моноліту із зусиллям до 550 кН. Кожні 15-20 см переміщення подушку знімають, переміщують у потрібне місце та знову наповнюють компресором до досягнення потрібної величини переміщення моноліту.

Переваги: збереження монолітності каменю; невелика маса обладнання; мобільність та маневреність; відсутність потреби в утворенні спеціальних ніш для розстановки опорних пристроїв; можливість відокремлення блоків різних розмірів.

Недоліки: стандартні розміри подушок (0,6×0,6×0,4 та 0,6×0,8×0,4 м) є досить товстими, тому їх часто неможливо вводити вузькі щілини відокремленого моноліту; висока вартість подушок; існує ризик пошкодження подушок гострими кутами каменю, після чого їх використання може стати неможливим.

Переміщення та завалювання моноліту за допомогою колісного фронтального навантажувача включає в себе використання змінного навісного обладнання (стріли та вил), а також використання сили двигуна навантажувача та його власної маси. Вилами можливе відривання та підняття моноліту від горизонтальної поверхні, тоді як стріла з особливим металевим зубом дозволяє посування моноліту від вертикальної поверхні в напрямку навантажувача.

Переваги: відсутність ручної праці; мінімальні втрати часу під час переміщення моноліту; відсутність втрат матеріалу.

Недоліки: обмежений розмір монолітів, які можна переміщувати.

Після відокремлення моноліту від масиву та його завалювання, переходять до розділення моноліту на товарні блоки. Цей процес виконується подібними методами, які використовуються для відокремлення моноліту від масиву, але він має певні технологічні відмінності.

Найпоширенішими методами поділу моноліту є: розколювання моноліту ручними клинами та гідроклинами; поділ монолітів гідророзколюючими пристроями; розколювання монолітів підіриванням детонуючого шнура; поділ моноліту на товарні блоки за допомогою установки канатного різання; використання фізико-технічних методів.

Зазвичай відокремлений від масиву моноліт розколюють на блоки, використовуючи гідроклини. Для цього в моноліті формують площину розколу шляхом буріння шпурів для установки гідроклинів. Відстань між робочими шпурами приймають у межах 0,2-0,4 м, а глибину – не менше 0,5 м. У деяких випадках для зниження міцності породи в площинах розколу бурять проміжні шпури на всю висоту моноліту. При розколюванні великих монолітів іноді застосовують ручні клини для створення попередніх розтягуючих напружень, що полегшує подальшу роботу гідроклинів.

Метод поділу монолітів гідророзколюючими пристроями дещо схожий на попередній спосіб. Згідно із заданими розмірами блоків в моноліті формують площину відколу шляхом буріння вертикальних шпурів діаметром 42 мм. Відстань між шпурами, де встановлюють гідророзколюючі пристрої, становить 0,3-0,5 м, залежно від міцності породи на розрив, її в'язкості, висоти моноліту та інших характеристик.

Для послаблення площини розбиття між робочими шпурами доцільно свердлити пусті шпури на всю висоту моноліту, при цьому вони можуть мати більший або менший діаметр, ніж робочі. Робочі шпури свердлять на глибину не менше 0,5 висоти моноліту, що розбивається. У робочі шпури встановлюють циліндричні гідророзколюючі пристрої діаметром 40 мм, які за допомогою маслостійких рукавів високого тиску з'єднують з маслостійкою гідравлічною станцією, що розвиває тиск до 600 атм. Усі гідророзколюючі пристрої вмикають в роботу одночасно, працюючи синхронно. Моноліт піддається розтягу, що призводить до розбиття каменю по заданому напрямку.

При видобутку масивів високоміцних порід з великими міжпластовими тріщинами (понад 5-7 метрів), виникають суттєві труднощі з поділом великих монолітів на блоки. В даному випадку більш ефективним виявляється розколювання монолітів на блоки за допомогою вибуху детонуючого шнура (ДШ) в шпурах малого діаметра. У площині розколювання бурять шпури діаметром 32-36 мм на всю висоту моноліту з недобором 0,2 м. Відстань між шпурами встановлюється від 0,15 до 0,50 м, залежно від петрографічної будови, анізотропії породи та її в'язкості. Розколювання монолітів на блоки досягається одночасним підіриванням відрізків ДШ в шпурах, розміщених в одному ряді.

Переваги використання вибухового методу для поділу моноліту на блоки виявляються у зменшенні часу, необхідного для проведення процесу, та в невеликих витратах коштів на виконання робіт. Основним недоліком є утворення техногенних тріщин у зоні навколо шпурованого каменю, значний обсяг бурових операцій та підвищена небезпека, пов'язана з проведенням вибухових робіт.

Метод поділу моноліту на товарні блоки за допомогою установки алмазно-канатного різання ставши загальнопоширеним на сучасних кар'єрах високоміцного каменю. Його популярність обумовлена високою ефективністю різання порівняно з іншими техніками поділу, мінімальними втратами матеріалу при пропилуванні, низькою енергоспоживаністю і можливістю розділення блоків різних розмірів. Крім того, цей метод усуває необхідність подальшого вирівнювання граней товарних блоків, зберігає цілісність моноліту та уникає виникнення зайвих напружень, що можуть призвести до формування небажаних тріщин. Незважаючи на ці переваги, його недоліками є сезонність робіт, обумовлена потребою в подачі охолоджуючої рідини у пропили, а також небезпека при розділенні, пов'язана з можливістю обриву канату та високою зносостійкістю алмазного канату при роботі з міцними породами та його високою вартістю.

У сприятливих кліматичних умовах використовується метод розділення монолітів за допомогою невибухових руйнуючих сумішей (НРС). Для його застосування в моноліті формують площину розділення на блоки відповідно до зазначених лінійних розмірів. У цих площинах пробурюють вертикальні шпури для заливання в них НРС на висоту 0,9 від висоти моноліту, який підлягає розділенню; для порід дрібнозернистих і середньозернистих, що мають крихкі властивості, допускається менша глибина шпурів, але не менше 0,8 від висоти моноліту. Між шпурами встановлюють відстань, яка залежить від фізико-механічних властивостей гірських порід, для гранітів ця відстань складає 0,3 м.

Перевагами цього методу є можливість видобування блоків із порід усіх генетичних типів в будь-яких гірничо-геологічних умовах, низькі матеріало- та енергоємність процесу, та висока якість отриманих блоків. До недоліків відносять значний об'єм буріння при розділенні монолітів, залежність якості розділення від температурних та погодних умов, та високі трудомісткість приготування робочої суміші НРС та її заливання в шпури.

Симоненко Я. А., студент 2 курсу магістратури НН ІЕЕ
 Якімов М.О., студент 2 курсу магістратури НН ІЕЕ
 Науковий курівник: Ган А.Л., к.т.н., доцент
 Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

ФОРМУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ҐРУНТОВОГО МАСИВУ ОДНОСКЛЕПІНЧАТОЇ СТАНЦІЇ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ

Метою роботи є дослідження напружено-деформованого стану ґрунтового масиву навколо станції мілкового закладання односклепінчастої форми

У світовій практиці спорудження станцій та перегінних тунелів метрополітену будують двома способами – відкритим та підземним (гірничим). Станції метро мілкового закладання за формою поперечного перерізу можуть бути: односклепінні, двосклепінні, трисклепінні та прямокутні. Трисклепінчасті станції в свою чергу бувають: колонного типу, пілонного та без бічних платформ. Останнім часом популярності набувають станції мілкового закладання односклепінчастої форми, особливо при спорудженні відкритим способом [1 – 4].

Потреби сьогодення зумовлюють все більшого освоєння підземного простору мегаполісів, що в свою чергу може забезпечити тривимірну свободу пересування людей, матеріальних, водних та енергетичних ресурсів, зокрема до малодоступних об'єктів у щільно забудованих районах міста. Ефективно спланована підземна інфраструктура підвищує якість життя та екологічну безпеку значно більшою мірою, ніж аналогічна функціональна система на поверхні. У зв'язку зі світовими тенденціями збільшення воєнних і терористичних загроз, які різко актуалізувалися з 2022 р. (військова агресія Росії проти України), виникла потреба більш широкого використання потенціалу підземного простору для безпеки цивільного населення та критичної інфраструктури. Дослідження напружено-деформованого стану ґрунтового масиву може забезпечити надійність, довговічність та належний технічний стан, що є першочерговою задачею для станцій метрополітену.

Розглянемо на прикладі застосування односклепінної станції з платформою острівного типу в реальних умовах київського метрополітену (рис. 1).

В результаті геологорозвідувальних робіт (табл. 1) було встановлено, що поперечний переріз станції по всій довжині вписується в товщу спондилової глини, напівтвердої і тугопластичної консистенції, з тонкими лінзами та прошарками сірого мілкового піску, місцями сильно тріщинуватої, водопроникненої по тріщинам та піщаним прошаркам.

Таблиця 1. Фізико-механічних характеристик і розрахункових параметрів ґрунтів

№ п/п	Найменування ґрунтів	Природна вологість W, частки од.	Питома вага, т/м ³	Коефіцієнт фільтрації, м/добу	Кут внутрішнього тертя φ, град.	Сила зчеплення C, кг/см ²	Модуль деформації E, кг/см ²	Коефіцієнт міцності f по Протод'яконову
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Насипний ґрунт неоднорідний	0,18	1,70	-	-	-	-	-
2	Пісок мілкий водонасичений	0,26	1,90	5,0	30	1	18	0,4
3	Суглинок з прошарками піску м'яко- та текучопластичний	0,28	1,91	0,2	18	23	15	0,4
4	Супісок з прошарками піску текучий	0,27	1,88	0,5-1,0	19	10	9	0,4
5	Суглинок пилюватий (наглинок)	0,28	1,95	0,1	17	40	18	0,8
6	Глина мергелиста м'яко-, тугопластична (глина спондилова)	0,22	1,98	0,001	14	80	25	1,0

Для заданих умов розглянемо варіант застосування конструкції з урахуванням можливості пропуску рухомого складу і пасажиропотоком, розрахункова схема якого наведена на рисунку 2.

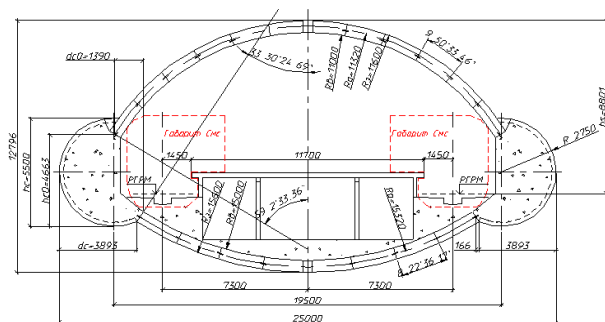


Рис. 1. Станція односклепінчаста з платформою острівного типу. Ширина платформи – 11,7 м, довжина – 102 м.

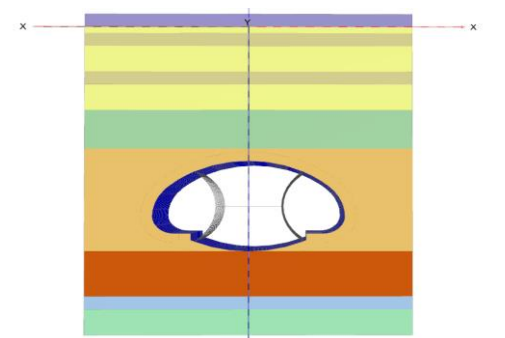


Рис. 2. Розрахункова схема односклепінчастої станції мілкого закладання

Несуча конструкція станції включає верхнє склепіння, опорні стіни, та зворотнє склепіння. Елементи конструкції виготовлені з бетону та залізобетону: верхнє склепіння збірне залізобетонне, стіни виконані з монолітного бетону

Оправа верхнього склепіння – багат шарнірна, обтиснута в ґрунт. Склепіння кругового окреслення, постійної товщини збирається з залізобетонних блоків суцільного прямокутного поперечного перерізу, що виготовляються з бетону марки В35 з використанням прямого армування. Ширина арок верхнього склепіння 0,75 м. Кількість елементів в арці 13 (включаючи замковий блок). Арки склепіння збираються без перев'язки швів. Величина радіусу кривизни верхнього склепіння становить: $R_0=11,32$ м.;

Моделювання станції мілкого закладання односклепінчастої форми виконувалось за допомогою програмного комплексу PLAXIS-3D. Отримані результати розрахунків деформацій та переміщень наведено відповідно на рисунках 3 та 4.

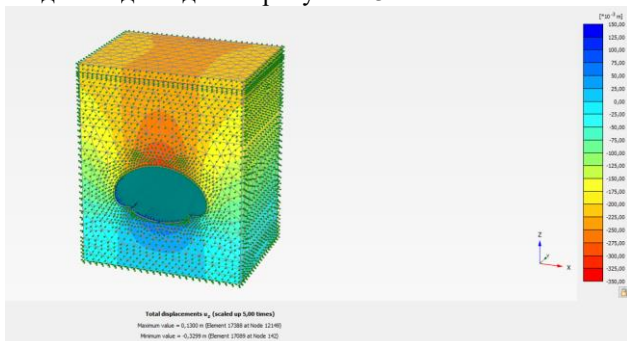


Рис. 3. Переміщення станції мілкого закладання

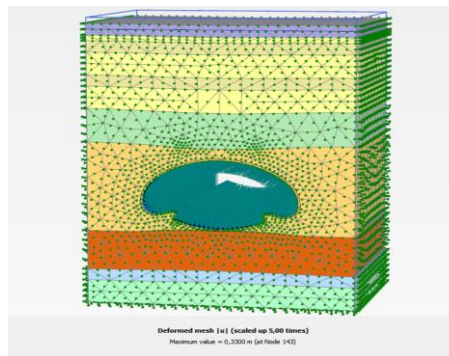


Рис. 4. Деформації станції мілкого закладання

Аналіз розрахунків показує, що найбільші деформації станції мілкого закладання односклепінчастої форми знаходяться в нижньому склепінні і складають 0,3300м. Щодо переміщення аналіз показав, що найбільші переміщення знаходяться в районі верхнього склепіння і становлять -0,3299м а мінімальне значення в області нижнього склепіння становить 0,1300м

Висновок в ході даної роботи був проведений аналіз математичного моделювання напружено-деформованого стану ґрунтового масиву навколо станції мілкого закладання односклепінчастої форми. Результати дослідження показали, що переміщення і деформація масиву навколо станції є в межах норми і тим самим робить цю станцію надійною.

Список літератури:

1. Гайко Г.І., Ган А.Л., Ган О.В., Хлевнюк Д.В., Симоненко Я.А. Обґрунтування конструкції станції кївського метрополітену в умовах мілкого закладання. Збірник наукових праць національного гірничого університету. ISSN 2071-1859(print), ISSN 2521-6635(online) –С.165-177.
2. Гайко Г.І., Матвійчук І.О., Тарасюк О.С. Вплив зміни властивостей геологічного середовища на формування навантажень на підземні споруди мілкого закладання. *Геоінженерія*, випуск №2, С 27-36.
3. Ган А.Л., Стовпник С.М., Шайдецька Л.В. Формування стійкості ґрунтового масиву навколо тунелів мілкого закладання. Молодий вчений. - 2019. - №2(66). - С.230-235.
4. Самедов .А.М., Кравець .І. В (2011) . Будівництво підземних споруд; навчальний посібник, КПІ ім. Ігоря Сікорського

С.Ю. Семеній, магістр 2-го курсу гр. РР-47м
Науковий керівник: С.І. Башинський, к.т.н., доц.
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІКРОХВИЛЬОВОГО НАГРІВАННЯ НА МІЦНІСНІ ВЛАСТИВОСТІ ШЕБЕНЮ

Щебінь, як продукція гірничих підприємств, серед усіх інших має дві головні характеристики – міцність та фракційність. Необхідна фракційність досягається шляхом подрібнення гірничої маси, натомість міцність є сталою природною характеристикою і обумовлюється геологією родовища породи та його особливостями. Товарний щебінь за працемісткістю виготовлення практично порівну розподіляється між процесами, добування сировини у кар'єрі, та процесами збагачення на дробильно-сортувальному підприємстві. В обох випадках, при зведенні суті діяльності до макрорівня, задача спрощується до створення необхідного зусилля на подолання міцності внутрішніх зв'язків найменших елементів, що складають породу.

Звертаючись до досвіду використання технології НВЧ-випромінювання в гірництві загалом можна дійти висновку, що різна теплопровідність та теплоємність мінералів, котрі складають гірські породи, породжує ситуацію, при якій порушення міцності їх зв'язків, у порівнянні із іншими мінералами, відбувається нерівномірно, що може провокувати руйнування породи при менших значеннях наданого зусилля, а отже це засвідчує зменшення міцності зразка породи загалом.

Відомо, що мікрохвильове (надвисокочастотне) випромінювання являє собою спектр електромагнітного випромінювання діапазоном частот 300 ГГц – 300 МГц (довжина хвилі від 1 мм до 1м). Вказано, що для ефекту нагрівання використовують хвилі частотою від 915 МГц до 2,45 ГГц і довжиною 33,5 см та 12,2 см відповідно. Джерелом випромінювання у НВЧ-установках слугує магнетрон. Фізична суть нагрівання полягає в тому, що при взаємодії електромагнітного поля частотою 2450 МГц полярні або поляризовані молекули чи іони речовини орієнтуються у відповідності із пульсаціями поля. Через невідповідність по фазі між коливаннями поля і обертанням диполів енергія випромінювання перетворюється в кінетичну енергію молекул, відбувається розігрівання речовини зсередини і по всьому об'єму.

Експериментальні дослідження направлені на підтвердження вище висунутої гіпотези проводились на підприємстві з виготовлення щебеню ПрАТ "ТНК "ГРАНІТ", основна продукція якого – товарний щебінь фракцій 5-20 мм, 20-40 мм та 40-70 мм. Декларована характеристика міцності даного граніту – 290-315 МПа на стиск при густині 2,71-2,8 т/м³.

Здійснивши відбір 60 проб зразків, з яких: 20 проб на кожну з фракцій (10 з яких для визначення номінальної межі міцності на стиск і 10 для визначення межі міцності на стиск після впливу на них хвиль НВЧ) було виконано їх опромінення запропонованим способом. Експеримент показав, що для всіх фракцій межа міцності на стиск сталонних зразків має більше значення ніж межа міцності зразків опромінених хвилями НВЧ, проте конкретно для фракції 5-20 мм: у числовому вираженні, різниця становить 60,9 МПа; у відсотковому співвідношенні, різниця межі міцності становить 20,49 %. Для фракції 20-40 мм: у числовому вираженні, різниця межі міцності становить 75,3 МПа; у відсотковому співвідношенні різниця становить 27,13 %. Для фракції 40-70: у числовому вираженні, різниця становить 90,5 МПа; у відсотковому співвідношенні різниця становить 34,66 %.

Таким чином засвідчений безпосередній вплив мікрохвильового нагрівання на міцність різнофракційного щебеню, а саме пониження значення міцності відносно номінальної на 20,49-34,66 % в залежності від крупності фракції.

При аналізі створених по результатам досліджень діаграм виконано висновок про кореляційні зв'язки між розміром досліджуваних зразків та їх стійкістю до деформацій стиску.

Можна припустити, що більші зразки мають менше значення межі міцності на стиск, оскільки на їх об'єм припадає більша кількість невидимих тріщин та механічних ушкоджень отриманих в процесі дроблення. Відповідно на менші за об'ємом зразки припадає і менший об'єм тріщин та пустот, як природних та і механічних, що робить їх більш монолітними та менш піддатливими дії на них зусиль стиску.

На основі даних фактів встановлено лінійну залежність (рисунок 1). Оскільки одна фракція включає в себе широкий спектр розмірів її окремостей, а в ході виконання досліду це не враховувалось (тобто немає взаємозв'язку безпосередньо між лінійним розміром кожного зразка та його межею міцності на стиск), для встановлення лінійної залежності було прийнято умовні розміри фракцій, а саме верхню межу фракції (тобто якщо фракція включає в себе окремості розміром від 5 до 20 мм, то для побудови графіка та встановлення лінійної залежності приймається умова що всі окремості даної фракції відповідають розміру

20 мм). Зміна міцності еталонних зразків показана на прикладі формули (1), а для зразків опромінених хвилями НВЧ на прикладі формули (2).

$$y = -0,7084x + 309,3316 \quad (1)$$

$$y = -1,2937x + 259,1263 \quad (2)$$

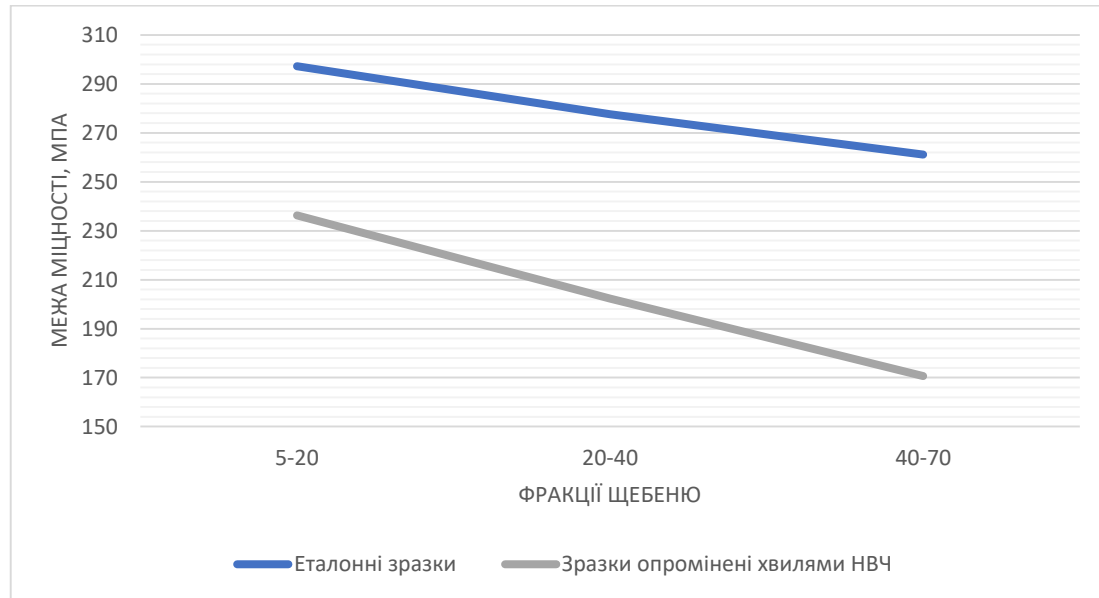


Рис. 1. Графік залежності межі міцності від фракції щебеню

Використання запропонованого методу дозволить знизити енергоємність дроблення при застосуванні мікрохвильового нагрівання як процесу проміжного збагачення та дозволить зменшити собівартість виготовлення сировини.

Отже, застосування запропонованої технології в якості проміжної операції циклу виробництва щебеневої сировини буде доцільним. Проте, також потрібно відмітити, що для використання НВЧ за умов реального виробництва, сформоване тезисне підґрунтя є недостатнім та потребує що найменше подальшого розширення і поглиблення наукової роботи в даному напрямку, а саме:

- визначення конкретної міри зниження енергоємності дроблення при застосуванні мікрохвильового нагрівання як процесу проміжного збагачення;
- проведення економічної оцінки доцільності використання НВЧ-опромінення у вигляді співставленого розрахунку вартості процесу нагрівання і вартості процесу подальшого збагачення задля встановлення ступеню рентабельності та термінів окупності запропонованого рішення;
- виконання фінансової оцінки на вплив собівартості одиниці товарної сировини на виході, що дозволить встановити раціональність технології у застосуванні що до щебеню як гірничої сировини взагалі.

Список літератури:

1. D. Mingos, R. Baghurst. Microwave-Assisted Solid-State Reactions Involving Metal Powders // Chem. Soc. Rev. 1991. No. 20. pp. 103-107.
2. J. Walkiewicz, A. Clark, S. McGill. Microwave assisted grinding. IEEE Trans. on Industry Appl., 1991, 27, № 2, pp. 239-243.
3. K. Haque. Microwave irradiation pretreatment of a refractory gold concentrate. Proc. of the Internet // Symposium on gold metallurgy. Winnipeg, Canada, 1987. pp. 327-334.
4. P. Hartlieb, and other. Thermo-physical properties of selected hard rocks and their relation to microwave-assisted comminution. Miner. Eng. New York. 2015. Miner. Eng. pp. 234-240.

Скорик М.А., аспірант, 1 курс, PhD-184-23-2
Котенко В.В. к.т.н., доц.

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

ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ НАЗЕМНОГО ФОТОГРАМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ IPHONE 12 PRO ТА VIDOC RTK ROVER

Використання безпілотних повітряних суден (БПС) значно зросло за останні п'ять років завдяки прогресу в технологіях, зниженню вартості та їх універсальному застосуванню в різних галузях. Сьогодні це основний інструмент для проведення швидкого, економічно вигідного та точного дистанційного зондування землі. Використання БПС потребує отримання спеціальних дозволів на використання повітряного простору, підготовки кваліфікованих кадрів, залежність від погодних умов, також у зв'язку з учиненням за допомогою БПС терористичних актів (диверсій) росією, використання БПС ускладнюється необхідністю завчасного отримання спеціального дозволу від Генерального штабу України. Всі ці фактори сприяють набуттю попиту проведення наземної фотограмметрії серед виконавців робіт.

Починаючи з 2020 року Apple Inc. Оновила лінійку гаджетів iPad Pro 2020 і iPhone 12 Pro (смартфон) додавши сенсор Light Detection and Ranging (LiDAR). Це привернуло увагу розробників програмних продуктів до розробки програм здатних в режимі реального часу на дисплеї смартфона будувати тривимірні моделі об'єктів (Pix4DCatch, Polycam, 3D Scanner App та EveryPoint та інші). Для збору даних про орієнтацію смартфон обладнаний датчиками IMU та GPS, але останній має низьку точність (~5 метрів в площині), цього не достатньо для виконання топографо-геодезичних робіт.

ViDoc RTK rover вирішує цю проблему забезпечуючи позиціонування в реальному часі (RTK). Будучи підключений до мережі постійно діючих референтних GNSS-станцій System.Net через мобільний інтернет-зв'язок отримуються RTK поправки, що забезпечую позиціонування з сантиметровою точністю. ViDoc RTK rover підключається до смартфона через Bluetooth таким чином, фотографії зроблені в програмі PIX4Dcatch отримують геоприв'язку з точністю RTK.

Моделним об'єктом виступила земельна ділянка площею 0,22 га з розміщенням на ній парканом, офісною будівлею та господарськими спорудами у м. Біла Церква Київської області. Для здійснення оцінки точності перед початком виконання знімання по периметру ділянки були розміщені 6 контрольних точок. Координати яких визначені в режимі РТК в системі координат WGS84 GPS приймачем марки SOUTH S660P.

Після отримання фіксованого рішення RTK сигналу розпочався процес збору фотографій. Попередньо в налаштуваннях PIX4Dcatch встановлені значення при яких виконується фотографування, це дистанція в 30 см та кут в 20°, що забезпечує повздовжнє перекриття в 90%. Зауважимо, що знімання виконувалося лише з повздовжнім перекриття по периметру земельної ділянки, таким чином щоб в межі фотознімку потрапляли горизонтальна частина земної поверхні та вертикальна частина об'єктів (паркан, споруди). В результаті знімання зібрано 2445 знімків у форматі *.jрег що представляють вміст зображення та 4490 файлів Confidence.tiff і DepthMap.tiff, що представляють дані глибини LiDAR.

Проект знятий за допомогою Pix4DCatch та ViDoc RTK rover має декілька варіантів опрацювання. Один з варіантів це завантажити в хмарне рішення PIX4Dcloud для отримання наймиттевіших результатів або експорт проекту і обробка за допомогою PIX4Dmatic. Процес опрацювання даних фотограмметрії в PIX4Dmatic суттєво не відрізняється від аналогічних програмних продуктів, за виключенням можливості поєднати хмару точок, згенеровану із зображень, із хмарию, згенерованою з карт глибини LiDAR. Об'єднана хмара точок часто щільніша та повніша в тих областях, де традиційна фотограмметрія не може відтворити складні геометрії чи однорідні текстури. Загальна кількість точок в хмарі становила 31,5 млн. Роздільна здатність землі (GSD) становить 0,1 см.

Оцінка точності виконана по контрольним точкам, які не приймали участі в першому етапі вирівнювання фотографій та складає по осі X від -0,056 м до 0,017 м, по осі Y від -0,020 м до 0,024 м, по осі Z від -0,061 м до 0,023 м, максимальне значення помилки в пікселях становить 2,6 px.

Дослідженням встановлено, що за умови фіксованого рішення РТК при зйомці PIX4Dcatch у поєднанні з ViDoc RTK rover точність хмари точок відповідає заявленим показникам; сенсор LiDAR допомагає контролювати якість збору даних; хмара точок глибини створена з карт глибин LiDAR, може бути використана для заповнення прогалін на відбиваючих поверхнях.

За результатами дослідження хмари точок, отриманої за допомогою смартфона, Pix4DCatch та ViDoc RTK rover можна зробити наступні висновки: виконання наземної фотограмметрії даним комплектом не потребує спеціальних навичок та може досить швидко використовуватись у виробничих процесах; висока роздільна здатність камери смартфона підвищує якість та повноту хмари точок.

Даний комплект може використовуватись для поновлення інформації гірничих виробок, вирахуванню об'ємів складів порід та оперативної передачі даних органам управління.

Недоліком являється ускладнення знімання високих об'єктів (уступів, складів), який можна частково вирішити використавши телескопічну віху; для роботи без опорних точок потрібен якісний мобільний інтернет та пряма видимість супутників.

І.М. Тимошенко, студент 2-го курсу, гр. РР-52

Науковий керівник: І.А. Піскун, асистент

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

ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБІВ ЗАХИСТУ ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ВІД ВПЛИВУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Широке застосування природного каменю обумовлює широкий спектр середовищ, в якому він знаходиться після обробки та складових цих середовищ, що на нього впливають. Будь-яке середовище впливає на природний камінь негативно – різниця лиш в мірі та інтенсивності такого впливу. Жодного негативного впливу камінь не має лише знаходячись в своєму природному стані – в глибині напруженого масиву гірських порід в товщі землі.

Еквівалентним поняттям до середовища негативного впливу є агресивність, так як негативний вплив проявляється у стрімкому погіршенні властивостей каменю через активну дію на нього чинників, а отже така дія є агресивною.

Формалізувати агресивні середовища, що діють на природний камінь можливо в залежності від підходу до оцінки цього явища. За першим методом можливо визначити загальну модель, а саме розподілити такі середовища в залежності від сфери використання каменю. За другим деталізувати або звести до загальних категорій конкретні джерела впливу, такі як типові сольові, кислотні і лужні розчини. За третім методом, самим суперечливим, можливо розглядати питання за принципом «від зворотного» та спиратись, перш за все, на характер погіршення якостей і тип якісної ознаки, відносно чого надавати певну оцінку агресивному середовищу чи чиннику, що на нього вплинула. У відповідності до характеристик, на які може впливати агресивне середовище, можливо вивести такий перелік: міцність; водопоглинання та водо насичення; блиск (для полірованих і оброблених поверхонь); колір; структура; фактура.

Уособленням трьох останніх характеристик є сукупний показник декоративності. Простіше кажучи – комплексне візуальне сприйняття зовнішнього вигляду каменю, яке може погіршуватись від дії агресивних чинників. У відповідності до середовища використання каменю виокремлюють:

- дію агресивних компонентів середовища типу «зовнішнє середовище», «вулиця», «навколишнє середовище» за умови використання каменю в якості облицювання, оздоблення, в будівництві доріг і архітектурі будівель ззовні, чи в якості ритуальних виробів;

- дія агресивних компонентів середовища типу «приміщення» за умови використання каменю в якості внутрішнього оздоблення будівель;

- дія агресивних компонентів середовища типу «побут» і «господарство» за умови використання каменю в якості елементів побуду і оздоблення в побутовій сфері пов'язаній, перш за все, із санітарією.

Перед деталізацією агресивних чинників кожного середовища варто нагадати, загальний перелік можливих негативних чинників впливу на вироби з каменю:

- механічна дія (пошкодження, руйнування поверхні, відколи ударного і навантажувального характеру);

- дія сил води (змочування поверхні, насичення водою із її проникненням в найменші пори та капіляри з подальшим розширенням в них та руйнуванням поверхні каменю; зниження декоративності під тривалою дією води – зменшення блиску, збіднення кольору; корозія каменю в наслідок хімічної взаємодії води із мінералами та включеннями);

- термальна дія та інсоляція (вигоряння поверхні каменю; деформаційні явища від різких або критичних і тривалих знижень і підвищень температури);

- дія хімічно агресивних середовищ (найбільш характерне для застосування каменю в побуті – потрапляння на поверхню каменю агресивних побутових засобів чищення і миття, санітарних розчинів дезінфекції і розчинення та ін.);

- фізико-експлуатаційна дія та експлуатаційне забруднення (стирання поверхні, її «замилування» та ін.);

- старіння самого каменю (сповільнюється або інтенсифікується в залежності від частоти і інтенсивності всіх факторів і дій, вказаних вище).

Узагальнюючи характер середовищ із співставленням до дій та факторів можливо навести таке розподілення:

- агресивне хімічне і фізико-хімічне середовище (речовини класу основ, лугів та кислот і їх варіації);

- агресивне фізичне і фізико-механічне середовище (безпосередній вплив фізичних і фізико-механічних явищ техногенного походження – стиск, удар, стирання та ін.).

Варто звернути увагу на кліматичну групу проявів агресивних середовищ, а саме на вплив на камінь забрудненого повітря, води і вивітрювання. З урахуванням того, що атмосферне повітря та атмосферні води з кожним роком стають агресивнішими через посилення антропогенного впливу – вони забруднюються та в них підвищується вміст оксидів сірки, азоту, вуглецю та інших інгредієнтів. У зв'язку з цим і вироби з високоміцних декоративних порід (особливо – габро) в такому агресивному середовищі зазнають значного ураження – інтенсифікується їх старіння, відбувається погіршення декоративності через хімічне ураження поверхні (корозія, руйнування).

Задля збереження каменю виконують ряд заходів по його захисту від агресивних середовищ - інженерно-конструктивні, хімічні, реставрація та відновлення.

Найпоширеніший і загальновідомий такий метод захисту каменю, як фарбування – основа для реставрації та відновлення каменю. Нині відомо безліч типів кам'яних фарб, які відрізняються по властивостях і хімічному складу та разом з відповідними малярними матеріалами дозволяють відремонтувати і надати естетичний вигляд будь-яким зразкам облицовального каменю. Однак багато історичних і нових будинків побудовані з використанням високоякісної облицовальної цегли, природного каменю, штучного каменю з гарною декоративною фактурою. Тому зафарбовування таких фасадних елементів не є доцільним, оскільки при фарбуванні втрачається фактура матеріалу і строк служби такого захисту невеликий. Для вирішення цієї проблеми використовують матеріали для «прозорого» захисту каменю. Застосовують їх в двох випадках: 1) для нових фасадів із облицовального штучного чи природного каменю, які не потребують реставрації – гідрофобізатори; 2) для відреставрованих фасадів із природного каменю і облицовальної цегли – лазури [33].

В першому випадку основним методом захисту матеріалів від вологи і агресивного впливу зовнішнього середовища є гідрофобізація. Гідрофобізація – це явище просочення матеріалів розчинами кременеорганічних з'єднань, які, проникаючи в пори матеріалу, не утворюють на поверхні плівку, а змінюють коефіцієнт змочуваності поверхні пор і капілярів матеріалу. Залежно від пористості матеріалу, глибина обробки коливається від 5–7 мм до декількох сантиметрів.

В другому випадку для захисту природного каменю при збереженні кольорів і фактури, застосовують напівпрозорі покриття, так звані лазури. Оброблена таким розчином поверхня має вигляд і фактуру натурального каменю, при цьому основа просвічується крізь плівку лазури, а дефекти і сліди ремонту стають непомітними. Лазури являють собою високоякісні лесуючі фарби на основі кременеорганіки і неорганічних лужностійких невицвітаючих пігментів.

На протипагу цьому існують такі основні види хімічних засобів для захисту природного каменю: миючі засоби, які знищують бруд та відклади солі на камені; спеціальні клеї та мастики; просочення, які не змінюють зовнішній вигляд каменю; просочення, які виділяють колір каменю і підкреслюють його текстуру; лаки, які надають каменю матовість або блиск, а також стійкість до зношування.

Для захисту кам'яних підлог від стирання, а також від вологи, застосовують процес кристалізації (вертифікації). Кристалізація – це термохімічний процес між кристалізатором і кальційвміщуючим матеріалом, що дозволяє надати каменю натуральний глибокий блиск (високий коефіцієнт відбиття світла), високу міцність і водонепроникність. В свою чергу кристалізатор – це порошкоподібна або рідка слабокислотна речовина, яка застосовується в процесі кристалізації. Найбільшого поширення і застосування одержав порошкоподібний кристалізатор. Це пов'язано з тим, що порошок, поряд з хімічною, має ще й абразивну складову (абразивна частина становить близько 70–80 % питомої ваги всього порошку). Таким чином, окрім термохімічного процесу відбувається ще й механічна обробка каменю дрібним абразивом – фактично полірування.

Інженерно-конструктивні способи захисту. Ці способи найбільш традиційні, так як вони захищають матеріали пам'ятника від основних факторів: опадів, ґрунтових вод, верховодки. Перш за все це прокладка гідроізоляції, обмазка фундаментів і підземних частин стін глиною та захисними покриттями загалом і дренаж для захисту від зволоження ґрунтовими водами (застосування геотекстилю при забудові), планування розташування виробів із мінімізацією потенційного впливу на них агресивних середовищ, екранування виробів іншими спорудами та конструкціями розташованими поблизу та ін.. Тепло-фізичні методи збереження спрямовані на стабілізацію термодинамічної стану каменю, яке залежить від швидкості зміни параметрів навколишнього середовища, під якими, перш за все, розуміється температура і відносна вологість повітря, які можна регулювати (підтримувати), дозволяючи знизити інтенсивність процесів старіння в камені і забезпечити його збереження – елементарне опалення, підігрів, укриття.

Таким чином можливо виконати узагальнення, що на камінь в кожному середовищі його використання діють чинники цього середовища. Як правило будь-яке середовище є для каменя агресивним, різниця полягає лише в мірі такої агресивності. Типовими агресивними середовищами є середовища фізико-хімічної, хімічної та фізико-механічної природи. Кожне агресивне середовище можна деталізувати за конкретними чинниками прямої дії – вода, вітер, активні реагенти, складні хімічні сполуки, сонячні промені, прояви механічного навантаження і т.д. Комбінація, міра, степінь, спосіб і інтенсивність їх дії на камінь різняться і залежить від сфери використання виробів із натурального каменю. В загальному розумінні кожний чинник негативно впливає на камінь інтенсифікуючи його старіння та знижуючи його відповідні характеристики – міцність, декоративність (блиск, колір, структуру і текстуру), стійкість. При цьому заходи захисту каменю, що застосовуються, можна умовно поділити на такі класи: інженерно-конструктивний (дренаж, планування, підігрів); хімічний (засоби просочення, лаки, мастики, клеї, кристалізатори), реставрація та відновлення (фарби, гідрофобізатори і лазури).

Список літератури:

1. Камських О.В., Козловська Т.Ф., Давидчук С.П., Чинники формування екологічного ризику руйнування породоутворюючих мінералів гірських порід під дією техногенних чинників довкілля - Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 3/2012 (74) – с. 121-125
2. Криворучко А.О. Дослідження впливу фактурної обробки на декоративність виробів з природного каменю / А.О. Криворучко, О.В. Камських, Г.М. Ломаков // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2011. – № 2 (57). – С. 141–145
3. Самойлович В.В. Врахування естетичних вимог до матеріалів при виборі опорядження приміщень // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Науково-технічний збірник.-К.: КНУБА, 2007. – Випуск 18. –С.28-36.

А.В. Цибульняк, магістрант, 1 курс

В.В. Котенко, канд. техн. наук, доц.

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

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ ДЛЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА РОДОВИЩАХ НЕРУДНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ СИРОВИНИ

В даній роботі наведено аналіз досвіду застосування дронів в умовах видобування булощебеневої сировини відкритим способом.

Проблема ефективності виконання маркшейдерських робіт: В сучасних умовах споживачі пред'являють жорсткіші вимоги до якості та кондиції щебеню, що в свою чергу вимагає застосування прогресивних вибухових речовин і вдосконалення паспортів буровибухових робіт. В цьому випадку маркшейдерське забезпечення повинно забезпечувати достатню точність зйомочних робіт, оперативність отримання інформації та можливість виконання зйомки з наступним створення тривимірних моделей окремих елементів гірничих виробок. Крім того для забезпечення оперативного контролю за рухом гірничої маси і готової продукції маркшейдерська служба повинна забезпечувати оперативну зйомку складів гірничої маси та готової продукції з достатнім рівнем точності.

Практики використання дронів.

В даній роботі аналізується досвід використання дронів в умовах Березівського-1 родовища гранітів в Житомирському районі Житомирської області для створення паспорта буровибухових робіт.

З метою створення паспорта буровибухових робіт в умовах Березівського-1 родовища гранітів було використано аерофотозйомку з використанням квадрокоптера Mavic 3 Enterprise.

Для планування польоту було використано програмне забезпечення DJI PILOT 2. При плануванні польоту було закладено наступні параметри польоту: висота польоту – 80 м; швидкість польоту – 15.0 м/с; перекриття фотознімків, поздовжнє/поперечне – 65/75 %; витримка – 1/2000 с; світлочутливість – ISO 100; діафрагма – F/2.8 ; фокусна відстань – 12 мм. За результатами зйомки було отримано 369 знімків. Знімки оброблювалися в програмному середовищі Pix4D. В результаті було отримано щільну хмару точок з кількістю точок 185 492809 роздільна здатність моделі склала – 5.1 см на піксель. Отримана модель зображена на рис. 1, з окресленими контурами блоку, що готується до вибухових робіт. На основі даної моделі було запроєктовано паспорт буровибухових робіт для даного блоку. Розташування свердловин першого ряду було максимально враховано до особливостей геометрії відкошу блоку. Результат проектування наведено на рис. 2.



Рис. 1. Модель блоку підготовленого до вибуху на Березівському-1 родовищі граніту

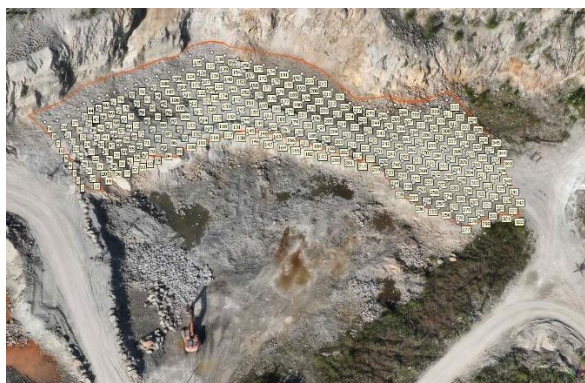


Рис. 2. Розташування свердловин в паспорті буровибухових робіт на Березівському-1 родовищі граніту

За результатами буріння свердловин було уточнено положення свердловин відповідно до паспорта буровибухових робіт. Результат зйомки, частини блоку, зображено на рис. 3.



Рис. 3. Модель блока з фактичним розташування свердловин в паспорті буровибухових робіт на Березівському-1 родовищі граніту

За результатами вимірювання параметрів сітки свердловин за даною моделлю було встановлено, що відхилення устя свердловин від проектного положення не перевищує 30.0 см.

В результаті проведених досліджень можна виділити наступні переваги у використанні дронів при розробці нерудних родовищ корисних копалин.

Ефективність: Дрони дозволяють здійснювати швидкі та точні аерофотозйомки, які допомагають збирати велику кількість даних у короткий час.

Зменшення ризику для працівників: Використання дронів дозволяє уникнути ризиків, пов'язаних із відвідуванням важкодоступних або небезпечних місць.

Висока роздільна здатність: Дрони оснащені камерами високої роздільної здатності, які дозволяють здійснювати детальні зйомки.

Економія часу та коштів: Використання дронів допомагає знизити витрати на дорогі виїзди, робочий час, та людські ресурси.

Разом з тим можна виділити ряд факторів, що обмежують можливості широкого використання дронів:

Обмежена часова продуктивність: Дрони обмежені тривалістю польоту, і це може обмежувати їхню продуктивність у великих проєктах.

Погодні умови: Погодні умови, такі як сильний вітер або дощ, можуть обмежувати можливість використання дронів.

Приватність та безпека даних: Збір даних за допомогою дронів може порушувати приватність осіб або організацій, а також може виникнути загроза безпеці даних.

Технічні проблеми: Виникнення технічних проблем з дронами може призвести до втрати дорожочінних даних та затрат на їх відновлення.

На основі даного досвіду застосування дронів можна окреслити перспективи використання дронів у розробці нерудних родовищ корисних копалин. З вдосконаленням технологій та розвитком програмного забезпечення для дронів, можна очікувати подальший ріст їхнього використання у гірничодобувній галузі. Дрони можуть бути інтегровані з іншими технологіями, такими як штучний інтелект і аналітика даних, для автоматизації процесів моніторингу та аналізу фізико-механічних показників родовища. Крім того, розвиток беспілотних літальних апаратів з більшою тривалістю польоту та здатністю працювати в складних погодних умовах також сприятиме розширенню сфер їхнього використання.

Враховуючи наведене вище, дрони можуть стати ключовим інструментом для розробки родовищ, приносячи численні переваги, але, разом з тим, вимагаючи ретельного планування та управління, щоб подолати можливі виклики та забезпечити безпеку та приватність.

Ю.С. Якимчук, магістр 2-го курсу
Науковий керівник: В.В. Коробійчук, д.т.н., проф.
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ МАСОВОГО ВИБУХУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД АНІЗОТРОПІЇ ТА ТРІЩИНУВАТОСТІ МАСИВУ

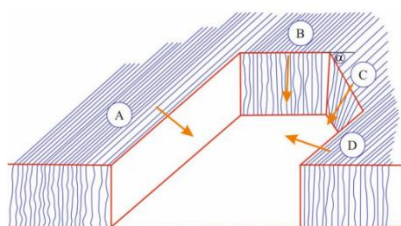
Зазвичай напрям вибуху перпендикулярний до фронту уступу, і його слід підбирати залежно від напрямку тріщин в масиві гірських порід. У спеціальних випадках напрям фронту уступу може бути зафіксований у невигідному напрямку через рельєф місцевості, межі кар'єру або через жорсткі геометричні вимоги, як у випадку будівництва доріг або створення будівельних майданчиків. У цих випадках схема монтажу системи ініціювання може бути використана для контролю напрямку вибуху та покращення результатів вибуху.

Перед бурінням свердловин напрям вибуху має бути підібраний згідно з орієнтацією основних систем тріщин. Фрагментація, форма розвалу гірської породи та проблеми з завищенням підшви уступу залежать від напрямку вибуху.

Оптимальна фрагментація гірської породи, зазвичай, є найважливішим критерієм оцінки вибуху.

Разом з тим слід враховувати інші критерії: ухил укосу новоствореного уступу, відсутність заколів підшви уступу, відсутність закидання гірської породи на задню стінку, щоб отримати оптимальний загальний результат. Орієнтація задньої стінки може знаходитися вздовж площини послаблення, і напрям вибуху має бути налаштований максимально близько до оптимального кута.

Розглянемо деякі з найбільш поширених поєднань типів гірської породи, тріщинуватості та результатів вибуху.



Напрямок фронту вибуху	Фрагментація гірської породи	Закидання на верхній уступ	Заколи на підшви уступу
A	Середня	Маленьке	Середні
B	Погано	Велике	Великі
C	Від середньої до доброї	Маленьке	Середні
D	Середня	Маленьке	Середні

Рис. 1. Напрями фронту уступу в анізотропній гірській масі з приблизно вертикальною тріщинуватістю та наслідками вибуху різних напрямів фронту уступу

Анізотропна гірська маса з приблизно вертикальною тріщинуватістю:

Низька тріщинуватість призводить до поганого руйнування гірської породи, як наслідок до утворення заколів на підшви уступу. Тому відстань між свердловинами має бути зменшена в першому ряду.

Газ виходить вздовж шаруватості у стінках масиву. Фрагментація шматків нормальна, особливо в першому ряду свердловин.

Напрямок вибуху С є найбільш вигідним (рис. 1). Найкращий результат отримується при напрямку вибуху перпендикулярно до С і в задній стінці вздовж фронту D.

Похила тріщинуватість:

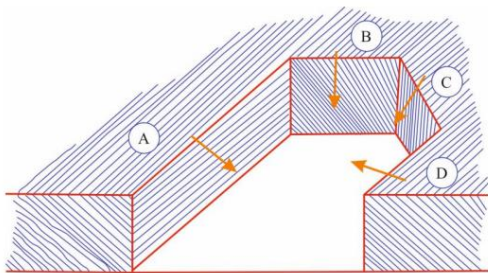
Основна проблема з похилою тріщинуватістю полягає в тому, що найбільш сприятливий напрямок вибуху (В), який паралельний напрямку простягання тріщин. Під час вибуху ряд за рядом, укос уступу стане недостатньо жорстким та матиме надмірне викривлення.

Цю проблему можна вирішити зменшенням висоти уступу або бурінням свердловин невеликого діаметру.

Спостерігаються деякі зрушення та зсуви по тріщинах уздовж тріщинуватості.

У гірській породі з похилами тріщинами є найбільш сприятлива орієнтація напрямку вибуху – С (рис. 2), коли йдеться про рівну задню стінку.

Незалежно від напрямку вибуху, відхилення свердловини може бути значною проблемою для гірської породи з нахилою тріщинуватістю, що призводить до зон із слабкою фрагментацією та проблемами з підшвою.



Напрямок фронту вибуху	Фрагментація гірської породи	Закидання на верхній уступ	Заколи на підшві уступу
A	Добра	Велике	Великі
B	Погана	Трохи	Середні
C	Добра	Трохи	Середні
D	Добра	трохи	Середні і великі

Рис. 2. Напрями фронту уступу в гірській масі з похилою тріщинуватістю та наслідками вибуху різних напрямів фронту уступу

Приблизно вертикальна тріщинуватість і невелика анізотропія (типовими типами порід є кварцит і граніт-гнейс):

1. Спостерігаються невеликі зворотні відколи. При неправильному вирівнюванні свердловин вздовж напрямку руйнування, призведе до значних випадінь вздовж слабких площин, навіть при $\alpha < 10^\circ$.

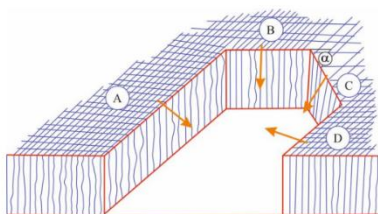
2. Шорстка і нерівна задня стінка. Вибій стає більш нерівним із вищим ступенем тріщинуватості, збільшенням діаметра свердловини та тиску в свердловині. Це призводить до появи більшої кількості негабариту перед розвалом гірської породи.

3. Спостерігається максимальне зворотне відколювання для $\alpha = 45$ призведе до появи деяких негабаритних шматків на задньому боці розвалу гірських порід, через випадіння. Зворотне відколювання можливо зменшити шляхом збільшення незаряженої частини свердловин в останньому ряду.

4. Витоки газу під тиском у відкритому фронті уступу призводить до викидів гірської породи, поганого розколювання шматків (особливо вздовж підшви уступу) та загальних проблем із підшовою уступу.

5. Проблеми з підшовою уступу можуть виникнути, якщо перший ряд погано руйнується.

Покращити підривання можливо шляхом: розміщенням свердловин вздовж фронту D та підривання в напрямку C (рис. 3).



Напрямок фронту вибуху	Фрагментація гірської породи	Закидання на верхній уступ	Заколи на підшві уступу
A	Добра	Мале	Середне
B	Менше середньої	Трохи	Різні
C	Добра	Багато	Малі
D	Добра	Мале	Середні

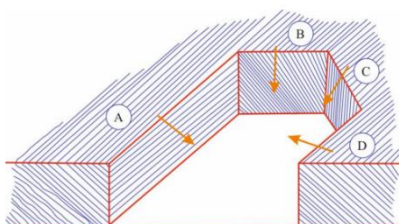
Рис. 3. Напрями фронту уступу в гірській масі з приблизно вертикальною тріщинуватістю і невеликою анізотропією та наслідками вибуху різних напрямів фронту уступу

Гірська порода з похилою тріщинуватістю і невеликою анізотропією:

1. Щоб уникнути проблем із заколами на підшві уступу, необхідно збільшити перебуру свердловин.

2. C (рис. 4) є найбільш сприятливою орієнтацією, якщо задня стінка та перший ряд добре підриваються. Якщо ні, необхідно зменшити питому витрату вибухівки у задньому ряду та зменшити відстань між свердловинами в першому ряду, це покращать результат вибуху.

3. Проблеми з заколами підшви зменшуються завдяки збільшенню перебуру свердловин. Необхідність додаткового перебуру залежить від кута нахилу свердловини.



Напрямок фронту вибуху	Фрагментація гірської породи	Закидання на верхній уступ	Заколи на підшві уступу
A	Погана	Дуже велика	Велике
B	Добра	Трохи	Середні
C	Дуже добра	Мале	Середні
D	Добра	Мале	Від середніх до великих

Рис. 4. Напрями фронту уступу в гірській масі з похилою тріщинуватістю і невеликою анізотропією та наслідками вибуху різних напрямів фронту уступу

Збільшення відхилення свердловини від проектного положення зменшує ступінь фрагментації та збільшує проблеми з підшовою уступу.

**Янович О.А., аспірант,
Горшкальов С.А., аспірант,**
*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ЗАСТОСУВАННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ РОБІТ НА ОСНОВІ АЕРОФОТОГРАМЕТРИЧНИХ ДАНИХ

Застосування моделювання на основі аерофотограметричних даних дає змогу маркшейдеру виконувати свої обов'язки швидше та ефективніше. Збільшити точність та зменшити вплив людського фактору при отриманні результатів зйомки.

Використання БПЛА та дронів розширюють можливості виконання посадових задач маркшейдера та дають змогу наглядно показати ситуацію на гірничо-видобувному підприємстві.

Створені 3D-моделі можуть слугувати для виконання наступних робіт:

1. Точне виконання планів і креслярської документації на момент виконання зйомки, навіть при високій динаміці зміни ситуації.
2. Детальне визначення рельєфу та отримання висотних відміток з отриманої моделі, які можуть бути використані для наступних робіт і виконання розрахунків.
3. Планування розвитку інфраструктури. Відображення існуючих доріг на моделі та проектування майбутніх дасть змогу краще організувати інфраструктуру.
4. На 3D-моделях можна створити симуляції для аналізу впливу змін та різних сценаріїв на маркшейдерські об'єкти. Наприклад, якщо потрібно розширити дорогу, можна визначити, як це вплине на навколишню інфраструктуру та трафік.
5. Візуалізація 3D-моделі дозволяє візуалізувати проекти та результати аналізу в зручній для сприйняття формі. Це полегшує спілкування зі зацікавленими сторонами: власника кар'єру, ІТП та державні органи контролю.

Ці роботи покращують виконання маркшейдерських робіт на відкритих гірничих роботах. Відповідно необхідно спеціалісту знати основи фотограмметрії, мати та вміти використовувати дрон та GPS приймач, відповідне програмне забезпечення.

Для виконання аерофотозйомки необхідно використати дрон який виконає зйомку на заданій висоті та по маршруту. Перед виконанням польоту необхідно закріпити наземні контрольні пункти за якими будуть орієнтуватися знімки.

Закріплення наземних контрольних точок необхідно виконати для вирівнювання майбутньої 3D-моделі в просторі. Згідно досвіду виконання зйомки, рекомендовано закріпити контрольні точки по периметру ділянки та на орієнтовно мінімальній та максимальній висотних відмітках ділянки, центрами які будуть добре видно на майбутніх знімках.

Наступним етапом є обробка знімків та створення цифрової моделі місцевості (DEM). Популярними програмами є Pix4D, Agisoft Metashape, DroneDeploy та інші. Далі на основі цифрової моделі створюється 3D-модель ділянки зйомки або окремих об'єктів які були на ділянці виконання зйомки.

3D-модель дає змогу виконувати вимірювання відстаней, об'ємів та інших геометричних елементів які можуть бути необхідними для аналізу та контролю ситуації на кар'єрі.

Необхідно взяти до уваги що обробка даних аерофотозйомки може бути за часом і ресурсозатратною процедурою та вимагати досить потужних обчислювальних можливостей комп'ютерів.

До того ж, при інтенсивному видобуванні та через постійні зміни висотних відміток аерофотозйомка дає можливість зафіксувати всю ситуацію на момент зйомки. Це є перевагою сучасного методу перед традиційним, а отримані 3D-моделі дають змогу виконувати їх обробку вже пізніше, навіть якщо ситуація на ділянці кардинально змінилась. Накопичення отриманих моделей при регулярному виконання зйомочних робіт дають змогу виконати аналіз розвитку підприємства, визначити перспективи розвитку та можливі помилки які виникли під час розробки.

Згідно наведених даних, переваг та обмежень, використання 3D моделей створених на основі аерофотограметричних даних є ефективним способом отримання точних та корисних даних для виконання маркшейдерських робіт.

Янович О.А., PhD, група PhD-184-23-2,

Левицький В.Г., к.т.н., доцент

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

АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ В'ЇЗНОЇ ТРАНШЕЇ В УМОВАХ ШАДУРСЬКОГО РОДОВИЩА ГАБРО

В'їзна траншея - це шлях або дорога, яка будується для транспортування обладнання, матеріалів і працівників на родовище, а також для вивезення видобутого габро.

Для визначення параметрів в'їзної траншеї було виконано аерофотозйомку з використанням дрону DJI Mini 3. Для орієнтування ортофотоплану на ділянці зйомки було закладено п'ять наземних контрольних точок, три з яких являються постійними закріпленими ліцензійними кутовими точками, дві тимчасові винесені для виконання зйомки.

Зйомка ділянки активної розробки, а саме кар'єру виконувалась на висоті 40 м з надиром в 15° для кращого зображення уступів та бортів кар'єру. З досвіду виконання робіт, саме ці параметри зйомки ефективні, які після обробки максимально відобразить на моделі поточну ситуацію на родовищі. Створена цифрова модель рельєфу дає змогу виконати креслення зведено плану розробки та точно відобразити існуючі уступи.

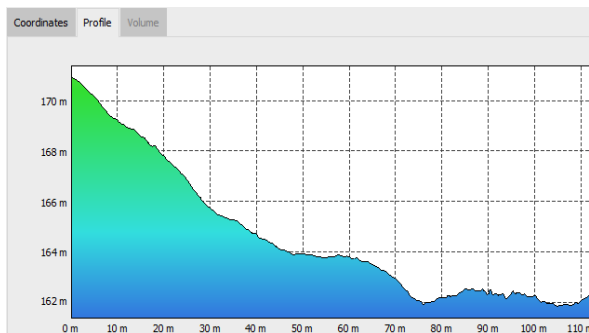
Основною метою виконання зйомки було визначення параметрів в'їзної траншеї. Виконання обробки зйомки було використано програмне забезпечення Agisoft Metashape. Результатом зйомки стали 342 фотознімки, які всі були використані при обробці результатів та моделювання. Для визначення параметрів на створеній цифровій моделі за допомогою функції «polyline» по осі траншеї поставлено шість точок які і утворили осьову лінію траншеї (рис.1). Використовуючи функцію «measure» було автоматично спроектовано вісь на модель, визначено координати точок осі та висоту в просторі. Програмне забезпечення також автоматично генерує рельєф який перетинає накреслена крива та відображає її у вигляді профілю (рис. 2).



Рис 1- Зображення осі траншеї на ортофотоплані

Point	Longitude	Latitude	Altii	DEM altitu
1	28°24'02.95" E	50°42'34.39" N	170.939	
2	28°24'03.78" E	50°42'35.19" N	165.781	
3	28°24'03.84" E	50°42'35.74" N	164.001	
4	28°24'03.68" E	50°42'36.24" N	163.637	
5	28°24'03.06" E	50°42'36.75" N	162.242	
6	28°24'02.99" E	50°42'37.73" N	162.307	

а - координати точок полілінії



б - автоматичний профіль осі траншеї

Рис 2 – Меню «measure» для осі траншеї

Для виконання побудови профілю траншеї використовуємо отримані координати для обчислення відстаней між точками на креслимо профіль традиційним методом в масштабі. Отриманий профіль менш деталізований, але схожий на створений автоматично. Побудова профілю траншеї важлива для розробки і планування будівництва, так як вона дозволяє інженерам краще розуміти та керувати процесом будівництва. Отримані дані дають змогу виконати розрахунок перепадів висот та ухилів між пікетами.

Кар'єрні автодороги споруджуються за вимогами будівельних норм проектування (СНіП 2.05.07-91 «Промисловий транспорт») внутрішніх автомобільних доріг промислових підприємств. За терміном служби кар'єрні дороги відносять до постійних технологічних шляхів, оскільки їх термін служби більше одного року.

Згідно робочого проекту ухил траншеї має складати $i=0,08$, а з отриманих даних видно що дана умова не виконується. Тому виконуємо проектування траншеї з необхідним нахилом.

На рисунку 3 зображено спроектовану в'їзну траншею з фактичними і проектними відмітками, які необхідно додати для правильного виконання умов розробки родовища та забезпечення безпечного транспортування порід на Шадурському родовищі габро. Згідно правил чорним кольором зображено фактичну ситуацію, червоним проектні відмітки та профіль який необхідно отримати після будівництва правильної в'їзної траншеї.

З зображення видно що довжини фактичної траншеї достатньо, але необхідно виконати досипку розкривних порід для забезпечення ухилу.

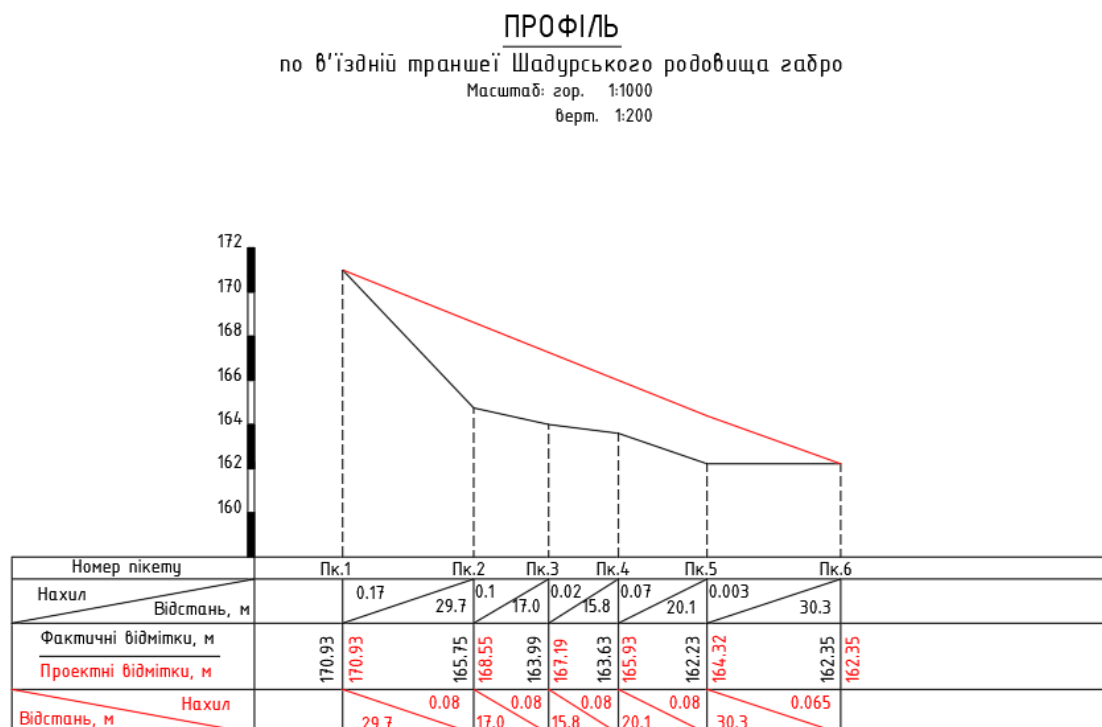


Рис 3- Профіль в'їзної траншеї

Для створення проектного профілю за допомогою отриманого креслення легко визначити об'єм порід підсипки. Площа між фактичним та проектним профілем помножена на ширину траншеї отримаємо 2.5 тис.м³ розкривних порід.

Кар'єрні автодороги облаштовуються переважно в скельних породах, в зв'язку з чим їх покриття не передбачається, при необхідності відсипається і планується вирівнюючий шар із щебеню. В пухких породах проїзна частина покращується скельними породами.

Результатом виконання зйомки Шадурського родовища габро з використанням дрону DJI Mini 3 стало створення цифрової моделі родовища, визначення параметрів траншеї, креслення та проектування профілю траншеї, який має бути побудований для безпечного транспортування корисної копалини та розкривних порід на родовищі габро. Також виконано орієнтовний розрахунок об'ємів порід які необхідно використати для будівництва траншеї.

Агасв В.В., студент 1 курсу, група ПЦБ 2к
Башинський С.І., к.т.н., доц.

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

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Однією з головних переваг використання адитивних технологій в будівництві є його ефективність та швидкість. Традиційні методи будівництва часто вимагають великих трудових і фінансових вкладень, але завдяки 3D-друку цей процес значно прискорюється. Спеціалізовані 3D-принтери дозволяють виготовляти будівельні елементи, які ідеально відповідають потребам проекту та вимогам.

Перший будинок, в якій заселилась для проживання сім'я з п'яти чоловік, було надруковано у 2018 році у Франції. При площі будинку 95 м², стіни були надруковані за 54 години. Загальна вартість склала на 20% менше ніж для аналогічних будинків при традиційних технологія будівництва.

Україна не залишається осторонь від цих інновацій. Вже розпочався перший проєкт будівництва за допомогою 3D-друку в місті Львові. Навчальний заклад, корпус для першокласників школи № 23, що вже споруджений за допомогою цієї технології всього за 48 годин.

3D-друк може у будівельній галузі може застосовуватись за двома напрямками: друк основних елементів кінцевої споруди чи будівлі та друк окремих елементів.

У першому випадку процес друку відбувається на будівельному майданчику. При цьому стикаємось з рядом проблем. Зокрема, розміри самого принтера повинні бути більшими за споруду, що зводиться. Тобто об'єм будівлі повинен поміщатись у об'єм зони друку принтера. Також важливим при цьому є співвідношення швидкості друку і строки тверднення матеріалу, яким друкують, а також ряд інших властивостей матеріалу: абразивність, хімічна стійкість, стійкість до УФ-променів та факторів навколишнього середовища тощо.

У другому випадку розміри принтера можуть бути меншими. При стабільних фізико-механічних властивостях матеріалу, яким здійснюється друк, може бути забезпечена точність розмірів друкованих деталей. А це дозволить розбивати деталі споруди на дрібні елементи з подальшим збиранням.

У будівельному масштабі основними методами 3D-друку є екструзія (бетон/цемент, віск, піна, полімери), порошкове з'єднання (полімерне з'єднання, реактивне з'єднання, спікання) та адитивне зварювання. В основі роботи будівельного принтера – екструдер, який подає особливу швидкозастигаючу бетонну суміш з різними добавками. За рахунок того, що шари чітко наносяться один на одного, легко можна зводити не тільки стіни, але і різноманітні конструкції. Шари скріплюються між собою, ущільнюються, що дозволяє витримувати не тільки власну вагу, але й зовнішні навантаження. При необхідності можна використовувати горизонтальне або вертикальне армування. Горизонтальне зміцнення встановлюється поступово між шарами. Вертикальне армування монтується після остаточного затвердіння суміші у спеціальних технологічних отворах, а потім заливається будівельними розчинами чи бетоном.



Рис 1. Принтер VOD2 компанії SOBOD. Друк здійснюється цементним розчином

Для всього процесу достатньо дві людини: одна стежить за робочими параметрами принтера, інша – виконує супутні роботи, наприклад, укладає горизонтальне армування або технологічні перемички,

з'єднуючи основну стіну із фасадною.

Головні переваги будівельних принтерів – мінімальні (в порівнянні з традиційними способами виконання робіт) терміни, ефективність логістичних операцій, раціональне використання матеріалів.

Як недоліки можна зазначити неможливість впровадження 3D технологій в комплексний процес будівництва, реконструкції та ремонту; висока вартість сучасних моделей тривимірних будівельних принтерів.

Як вже зазначалось вище, робочий об'єм принтера повинен бути більшим за будівлю, що друкується. Дотримання цієї умови є важливим для забезпечення максимальної швидкості та ефективності роботи принтера, оскільки при цьому маємо друк цілісної споруди та відсутність перерв на перестановку обладнання. Таким чином застосування традиційних схем компоновки механічної частини принтера: порталної, рамної (див. рис. 1) чи консольної, обмежує розміри друкованої споруди. Збільшення робочого об'єму принтера спричинить непропорційне збільшення металоємності конструкцій і як наслідок здорожчання вартості самого обладнання, втрату точності друку через збільшення інерційних сил під час роботи принтера.

У 2017 році стався порив у цій області, що відкриває широкі перспективи по застосуванню адитивних технологій саме у будівництві.

Незвичайною розробкою здивував шведський інженер Торбьорн Людвігсен розробивши принципово нову механіку FMD 3D принтера, що отримав назву «Hangprinter» або підвісний принтер (див. рис. 2). Пристрій підвішується до стелі та фіксується на стінах за допомогою тросів; пересувається за рахунок керованих комп'ютером шківів. Каретка переміщається за рахунок натягу та ослаблення тросів по осях X/Y/Z. На сьогодні існує 4 версії. Перша версія мала екструдер звичайного FMD принтера, проте область друку сягала 4 м. Тобто збільшення області одразу в 10 раз.

Документація по «Hangprinter» поширюється на умовах ліцензії GNU Торбьорном Людвігсеном. Тобто будь-хто може отримати технічну документацію на принтер, збудувати його та вносити зміни та покращення.

Hangprinter досить точний, щоб виробляти великі об'єкти без загрози їхньої структурної цілісності. Остання версія передбачає розташування приводів, що забезпечують рух каретки з екструдером, у точках підвісу тросової системи. Це в разі зменшує вагу самої каретки.

Система підвісів, встановлених на мачтах навколо будівельного майданчика дозволить друкувати досить протяжні споруди. Загалом, при такій механіці принтера питання масштабування робочої зони обмежуватиметься лише вагою самих тросів та висотою мачт.

У підсумку, використання адитивних технологій в будівництві відкриває безліч можливостей для сталого та інноваційного розвитку галузі. Ці технології вимагають співпраці між різними галузями та фахівцями, але разом вони можуть революціонізувати сферу будівництва і сприяти створенню більш сталого та комфортного майбутнього.

Список літератури:

1. France-Press, Agence (18 жовтня 2017). World's first 3D-printed bridge opens to cyclists in Netherlands. The Guardian
2. Kreiger, Eric L.; Kreiger, Megan A.; Case, Michael P. (2019). Development of the construction processes for reinforced additively constructed concrete. Additive Manufacturing 28. pp. 39–49.
3. "Interview with the inventor of the frameless Hangprinter 3D printer building the Tower of Babel". 3D Printing Industry. Retrieved 19 March 2017.
4. Ludvigsen, Torbjorn. "Torbjorn Ludvigsen". torbjornludvigsen.com. Retrieved 8 August 2023.

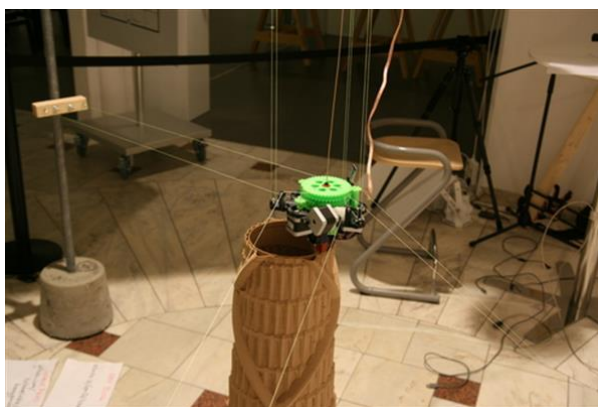


Рис. 2. 3D принтер «Hangprinter»

Бітюцька Л.М., студентка 2 курсу, група ПЦБ 2
Науковий керівник: Башинський С.І., к.т.н., доц.
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ГЕОПОЛІМЕРИ – СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Геополімер - це матеріал, який формується хімічною реакцією між мінеральними сировинами та лужним активатором. Основними складовими геополімерів є різні типи пилу, відходи або природні мінерали, такі як зола від вугільної електростанції, метакаолін, та інші.

Геополімери можна класифікувати на дві великі групи: чисті неорганічні геополімери та органічні геополімери, синтетичні аналоги природних макромолекул. Геополімер – це, по суті, мінеральна хімічна сполука або суміш сполук, що складаються з повторюваних одиниць, наприклад, оксид кремнію (-Si-O-Si-O-), алюмінат кремнію (-Si-O-Al-O-), ферросилікоалюмінат (-Fe-O-Si-O-Al-O-) або алюмофосфат (-Al-O-P-O-), створений за допомогою процесу геополімеризації. Геополімеризація - це процес формування полімерних матеріалів з неорганічних сполук, таких як силікати та алюмосилікати, за допомогою хімічних реакцій.

Основні принципи формування геополімерів:

Геополімери формуються за допомогою хімічних реакцій між прекурсорами. Прекурсор - це хімічні речовини з низьким вмістом води, такі як металеві оксиди та кислоти. Для ініціації полімеризації використовують активатори, які зазвичай є лугами, такими як натрій або калій гідроксид. Вони взаємодіють з прекурсорами та сприяють утворенню полімерних ланцюгів. Геополімеризація відбувається при температурі навколишнього середовища або злегка підвищеній температурі, коли вилуговування твердої алюмосилікатної сировини в лужних розчинах призводить до перенесення вилужених частинок з твердих поверхонь у зростаючу гелеву фазу з подальшим зародженням і конденсацією гелевої фази з утворенням твердої речовини. Висока температура сприяє активізації хімічних реакцій та полімеризації. Полімеризація геополімерів може займати від годин до декількох днів. Час реакції впливає на міцність та інші властивості утвореного матеріалу.

Клас геополімерних матеріалів, включає:

- Геополімерне в'язуче на основі метакаоліну МК-750
хімічна формула (Na,K)-(Si-O-Al-O-Si-O-), співвідношення Si:Al=2 (діапазон від 1,5 до 2,5)
- Геополімерне сполучне на основі кремнезему
хімічна формула (Na,K)-n(Si-O)-(Si-O-Al-), співвідношення Si:Al>20 (діапазон від 15 до 40).
- Геополімерне в'язуче на золь-гелевій основі (синтетичне МК-750)
хімічна формула (Na,K)-(Si-O-Al-O-Si-O-), співвідношення Si:Al=2

Існує широкий спектр потенційних і вже існуючих застосувань. Деякі з застосувань геополімерів все ще знаходяться в розробці, тоді як інші вже індустріалізовані та комерціалізовані. Вони поділяються на три основні категорії:

Геополімерні смоли та в'язучі:

- Вогнестійкі матеріали, теплоізоляція, піни;
- Низькоенергетична керамічна плитка, вогнетривкі вироби, термоударні вогнетриви;
- Високотехнологічні смоляні системи, фарби, в'язучі речовини та розчини;
- Біотехнології (матеріали для медичного застосування);
- Ливарна промисловість (смоли), інструмент для виробництва органічних волокнистих композитів;
- Композитні матеріали для ремонту та зміцнення інфраструктури, вогнестійкі та жароміцні високотехнологічні вуглеволоконні композити для інтер'єру літаків та автомобілів;
- Контейнери радіоактивних і токсичних відходів;

Геополімерні цементи та бетони

- Низькотехнологічні будівельні матеріали (глиняна цегла);
- Цементи та бетони з низьким вмістом CO₂.

Мистецтво та археологія

- Вироби з декоративного каменю, мистецтва та декору;
- Культурна спадщина, археологія та історія наук.

Вплив на навколишнє середовище:

Геополімери є інноваційним матеріалом, який може сприяти вирішенню проблем забруднення навколишнього середовища.

Використання відходів: Геополімери можуть бути вироблені з різних відходів, таких як попіл від теплових електростанцій, металургійні відходи чи рудні відходи. Це дозволяє зменшити кількість сміття та вторинних ресурсів, сприяючи одночасно вирішенню проблеми забруднення.

Низький викид CO₂: Геополімери виробляють менше вуглекислого газу порівняно з традиційними цементними матеріалами. Процес виробництва геополімерів може бути менш енергоефективним та менш викидати CO₂, що сприяє зменшенню негативного впливу на клімат.

Висока міцність та тривалий термін служби: Збільшення тривалості служби будівельних конструкцій допомагає зменшити потребу в їх реконструкції та відновленні, що в свою чергу зменшує використання ресурсів та генерацію відходів.

Зменшення ерозії ґрунту: Геополімери можуть бути використані для створення стійких до ерозії покриттів на ґрунті. Це може допомогти у збереженні ґрунту та уникненні проблем ерозії, які можуть призвести до забруднення водойм та втрати родючості ґрунту.

Використання у водному господарстві: Геополімери використовують для створення матеріалів для очищення води, а також для створення бар'єрів для управління забрудненням водойм.

Загальний внесок геополімерів у вирішенні екологічних проблем полягає у їхній інертності в навколишньому середовищі, зниженні викидів CO₂, використанні вторинних ресурсів та покращенні тривалості служби інфраструктури, що може призвести до зменшення екологічного впливу наших будівельних та інфраструктурних проектів.

Список літератури:

1. Kim, D.; Lai, H.T.; Chilingar, G.V.; Yen T.F. (2006), Geopolymer formation and its unique properties, *Environ. Geol*, 51[1], 103–111.
2. Feng, Dingwu; Provis, John L. and van Deventer, Jannie S. J. (2012) (University of Melbourne, Australia), Thermal Activation of Albite for the Synthesis of One-Part Mix Geopolymers, *J. Am. Ceram. Soc.*, 95 [2] 565–572.
3. Chapters 8, 11, 20 in J. Davidovits' book *Geopolymer Chemistry and Applications*.
4. 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)
5. Lozano-Lunar, A. and Dubchenko, I. and Bashynskyi, S. and Rodero, A. and Fernández, J. M. and Jiménez, J. R. Performance of self-compacting mortars with granite sludge as aggregate. *Construction and Building Materials*. Vol. 251. 10 August 2020, Article number 118998

Болотюк Н.С., студентка 4 курсу, ОС-01
 Вапнічна В.В., доцент

ННІЕЕ, Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ОСОБЛИВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПЕРЕКРИТТЯ ПІДЗЕМНОЇ СПОРУДИ

З початком повномасштабного вторгнення на територію нашої держави, одним з важливих питань для всіх українців є безпека. Надійним та доступним місцем для збереження життя на даний момент є станції метрополітену, які знаходяться глибоко під землею. Тому, ми вирішили розглянути, як буде деформуватися перекриття підземної споруди, в залежності від товщини та матеріалу, щоб у майбутньому спроектувати надійну захисну споруду.

У програмі SCAD ми створили перекриття площею 11,6 м². Взяли різні товщини - 450 мм та 1200 мм. Клас бетону - В15, В30 та В45. В загальному отримали шість різних моделей: 1) 450 мм, В15; 2) 450 мм, В30; 3) 450 мм, В45; 4) 1200 мм, В15; 5) 1200 мм, В30; 6) 1200 мм, В45.

Після надання жорсткості призначили з'єднання по всьому периметру. Навантажували перекриття власною вагою плити (рис. 1) та особливим навантаженням - 490 кН (рис. 2).

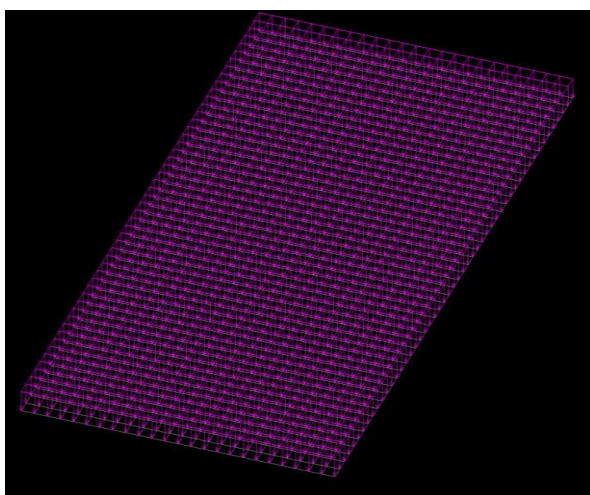


Рис. 1. Навантаження власної ваги

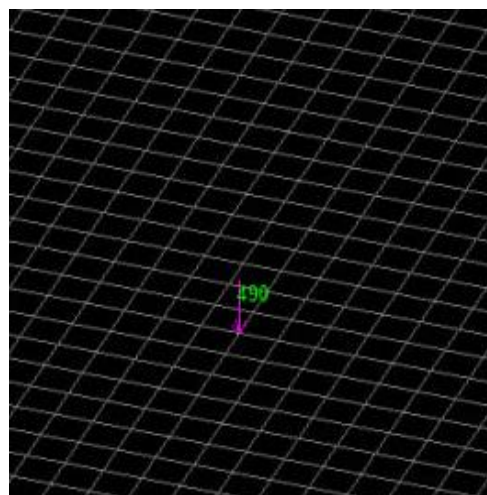


Рис. 2. Особливе навантаження

Після розрахунку отримали показники переміщення перекриття (табл. 1) та суміщене зображення початкової та деформаційної схеми від власної ваги (рис. 3), особливого навантаження (рис. 4) та комбінації заданих навантажень (рис. 5).

Таблиця 1.

Результати переміщень від заданих навантажень.

Марка бетону\Товщина плити	450 мм	1200 мм
В15	0,011 мм	0,001 мм
В30	0,008 мм	8,6 мм
В45	0,007 мм	6,9 мм

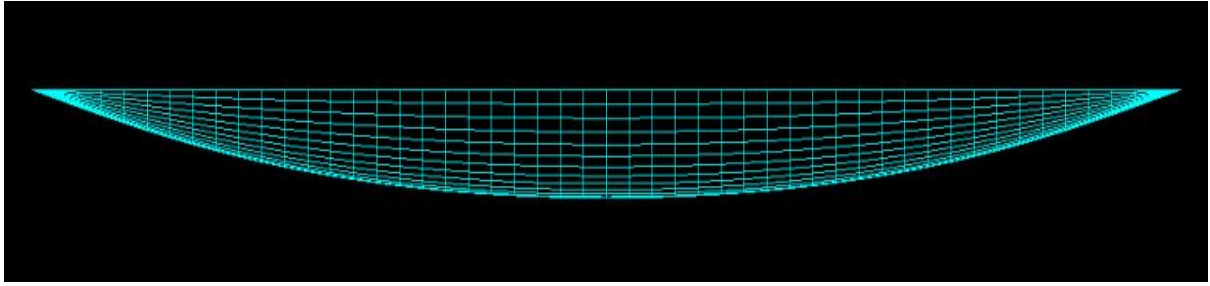


Рис. 3. Деформаційна схема від власної ваги

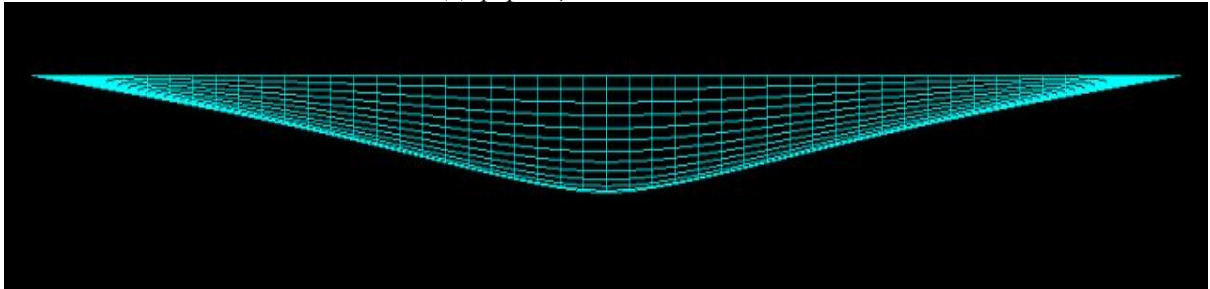


Рис. 4. Деформаційна схема від особливого навантаження

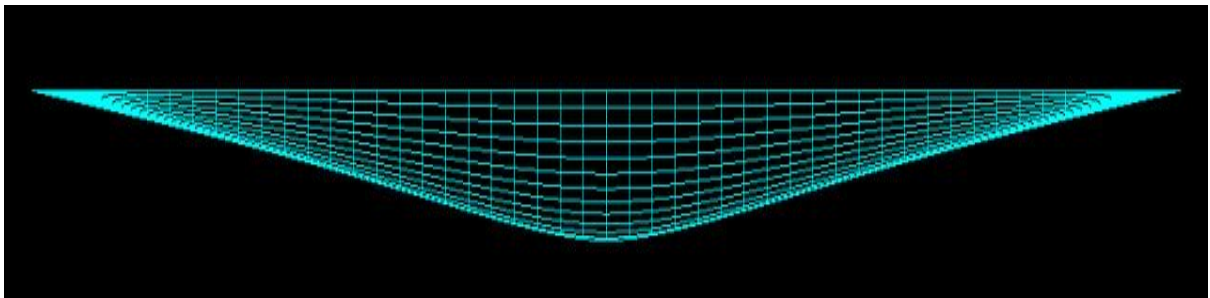


Рис. 5. Деформаційна схема при комбінації заданих навантажень

Отже, за результатами таблиці можемо зазначити:

- 1) для плити товщиною 450 мм краща буде марка бетону В45, оскільки переміщення при заданій комбінації навантажень найменше - 0,007 мм;
- 2) для перекриття товщиною 1200 мм - В15, оскільки переміщення при заданій комбінації навантажень - 0,001 мм.

За деформаційними схемами можемо зазначити, що основне переміщення перекриття відбувається через власну вагу. Для покращення результату можемо використати армування.

Болотюк Н.С., студентка 4 курсу, ОС-01

Ган О.В., к.т.н.

НН ІЕЕ, Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІСЬКОЇ І ПРИРОДНОЇ СИСТЕМ НОВОВОЛИНСЬКА

Основним екологічним компонентом урбанізованої екосистеми виступає людина, або міське населення. Відповідно універсальне екологічне відношення “організм - середовище” постає у вигляді відношення “суспільство - природа”, а останнє - у вигляді відношення “міське населення (людина) - міське середовище”. На екологічний стан навколишнього середовища міст впливають не тільки промисловість і транспорт, а й безпосередньо його мешканці. Саме від свідомої поведінки й обізнаності мешканців урбанізованих територій залежить те, чи буде місто екологічно безпечним і комфортним для проживання.

Нововолінськ — місто у Володимирському районі Волинської області (рис. 1).

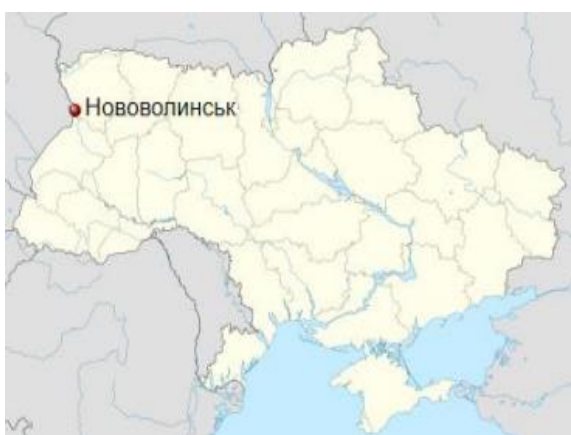


Рис. 1 – Розміщення міста Нововолінськ на карті України

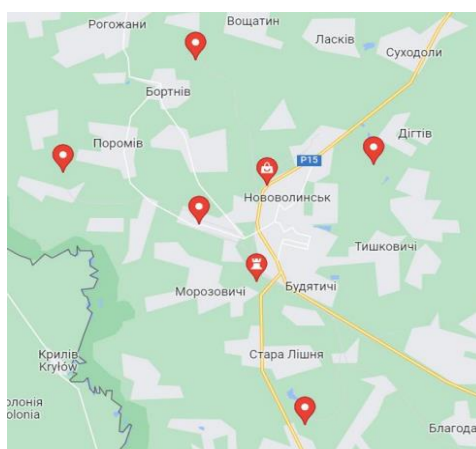


Рис. 2 – Розташування шахт та териконів Нововолінська

Загальна площа - 1733 га, з них: 1) забудовані землі — 1159,92 га; 2) сільськогосподарські землі — 570,08 га; 3) лісовкриті площі — 0 га; 4) відкриті заболочені землі — 3 га.

Водойми: р. Студянка, озеро Шахтарське. Лабораторією особливо-небезпечних інфекцій з води озера виділено 10 культур непатогенних холероподібних мікроорганізмів, що можуть викликати захворювання шлунково-кишкового тракту.

Вітер переважно південно-східний, пориви вітру можуть сягати від 11 м/с. Нововолінськ розташований на волинській височині. Клімат помірно континентальний. Зима м'яка, літо тепле. Середня температура січня $-4,5^{\circ}\text{C}$, липня $18,6^{\circ}\text{C}$. Опадів 550–600 мм на рік. Вегетаційний період близько 200 днів.

У липні 1954 року з'явилась перша шахта у Львівсько-Волинському вугільному басейні – шахта №1 “Нововолінська”. А згодом одне за одним почали виростати інші вугільні підприємства: шахти №2,3,4,5,6,7,8,9, “Бужанська” (рис. 2). Нині ДП “Волиньвугілля” має в своєму складі дві діючі шахти №9 та “Бужанська”. Також невідомою лишається доля довгобуду шахти №10.

Місто не є ідеальним, для того щоб потрапити з віддалених районів до міських установ потрібно більше ніж 30 хвилин, не скрізь в пішій доступності є дитячі садки, школи та навіть магазини. Основна частина магазинів з одягом розташована в центрі міста. В місті Нововолінськ розташовані установи та підприємства обслуговування міжселенного та міського значення. Переважна їх більшість зосереджена в центральній частині міста. Великим недоліком в плануванні є те що заводи по виготовленню та переробці знаходяться на околиці та в самому місті, що негативно впливає на населення.

В місті забруднення повітря найпоширеніша проблема. Один період заводи, які займаються переробкою м'яса, зливали воду в ґрунт, а вона потрапляла на городи містян, а також скидали тверді відходи. Основними джерелами забруднення повітряного басейну є об'єкти підприємств вугільної галузі, де відбуваються викиди шахтного газу шахтними вентиляційними установками, а також продукти згоряння внаслідок самозаймання вуглевміщуючих порід у відвалах і териконах. Доволі велике забруднення й після спалювання пального двигуном внутрішнього згоряння. В місті проходить траса регіонального сполучення, через що відбувається великий викид вуглекислого газу.

Радіаційний фон		Пил	
Погана якість повітря			
Інші токсичні гази		Основні гази	
Пил 1.0 мкм PM1.0		23.8 мкг/м ³	
Пил 2.5 мкм PM2.5		24.6 мкг/м ³	
Пил 10 мкм PM10		30.9 мкг/м ³	
Температура Temperature		15.18 °C	
Вологість Humidity	Активация Windows Перейдіть до розділу "Налаштування" активувати Windows.	47.71 %	
Атмосферний тиск Pressure		743.72 мм.рт.ст.	

Рис. 3 - Результати станції

Навесні у Нововолинську встановили три станції контролю якості повітря. Показники, які можна переглянути: пил, радіаційний фон, основні гази та інші токсичні гази. На сайті результати станцій доступні за 48 годин. Пристрої отримали у межах співпраці з програмою EGAP. Екостанції встановлені на базі ліцеїв №4, №6 та №8. На жаль не завжди можна переглянути всі показники. На станції, яка встановлена на ліцеї №6 показує тільки показник пилу, а інші станції можуть не відображати усіх показників з технічних причин (рис. 3).

У населеному пункті є тільки станції, які відображають тільки якість повітря. На жаль вихідні результати не завжди можуть порадувати громадян, оскільки на території міста знаходиться великий завод «Кроноспан». Станом на 2020 рік у підприємства в процесі виробництва експлуатується 62 джерела викиду забруднюючих речовин. Якщо показник пилу позначений червоним кольором, що означає IV категорію якості повітря, тобто погану якість. Рекомендації, які надають громадянам при такому забрудненні «Вміст у повітрі забруднюючих речовин становить небезпеку при довготривалому впливі. Усі категорії населення можуть відчувати загострення рефлекторних реакцій та мати наслідки для здоров'я при довготривалому впливі.»

Основні проблеми міст пов'язані зі станом міського навколишнього середовища: забруднення повітря, шум, забруднення води, транспортні проблеми, інтенсивна урбанізація, тощо. Місто майбутнього це екологічне місто, яке живе гармонії з природою. Країни, які перші це зрозуміють і інвестують в "зелене (екологічне) власне майбутнє" отримують не лише екологічну, а й економічну перевагу. Людина по максимуму повинна зберігати екосистему, яку природа сама створила. Для своїх потреб вона може зробити штучну екосистему, але без знищення природної. Найкращим буде не змінювати ті екологічні системи, які створені природою. Місто може існувати з різними екосистемами, головне щоб не приносили шкоду їй і навпаки.

УДК 38.3

Дьяченко О.К., студентка 4 курсу, гр. ОС-01 НН ІЕЕ
Науковий керівник: Ган О.В., к.т.н.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ В БУДІВЕЛЬНИЙ ГАЛУЗІ

Використання композитної арматури замість сталеві, разом з використанням мінеральних добавок в сучасних цементних бетонах являється найбільш вагомим напрямком зменшення енергоємності виробництва будівельних матеріалів. Композитна арматура має великі резерви для використання при будівництві доріг, аеродромів, гідротехнічних споруд, портових споруд, підземного будівництва, де особливо відчутне агресивне середовище.

Пропоную розглянути всі плюси та мінуси композитної арматури та визначити чи підходить все ж таки вона для застосування в будівельних елементах.

Перевагами композитної арматури є:

Більш висока питома міцність на розрив - до 3-х разів вище, ніж у сталеві арматури АІІ (межа міцності на розтяг АКС (АБП) становить 1300 МПа на куб.см, тоді як у СтА - тільки до 390 МПа на куб.см). Цей факт дозволяє при рівномірній заміні застосовувати композитні арматурні стрижні меншого діаметру, істотно знижуючи вартість будівництва.

Набагато менша питома вага - щільність скловолоконного композиту (1900 кг / куб.м), що в 4 рази менше, ніж у сталі (7850 кг / куб.м.). З урахуванням рівномірної заміни, низька щільність композитного матеріалу дозволяє значно зменшити вагу будівельних конструкцій.

Абсолютна корозійна стійкість - композитної арматури, яка є нержавіючим матеріалом в природних та близьких до них умовах. Тоді як арматура сталева А-ІІІ цілком собі іржавіє, в тому числі в складі бетонних монолітів, тим самим обмежуючи їх термін служби. Композитна арматура АСП / АБП відмінно працює в умовах постійного обводнення, в морській воді, при контакті з каналізаційними, хімічними стоками, й ін. Що дозволяє її гарантовано експлуатувати в складі інженерно-будівельних конструкцій тривалістю від 80 років і більше, застосовувати в важких умовах експлуатації, в контакті з хімічно активними середовищами.

Дуже низька теплопровідність - коефіцієнт теплопровідності 0,35 Вт / м / с в порівнянні зі сталеві (коефіцієнт теплопровідності 46 Вт / м / с, що в 130 разів вище). В результаті чого арматура АСП і АБП в будівельних конструкціях: - не утворює містків холоду; - має коефіцієнт теплового розширення приблизно такий же, як у бетону, в результаті багатоциклічного різноперемінного нагріву й охолодження не схильна втрачати з ним зв'язок, кришити бетонний моноліт.

Неелектропровідний матеріал - діелектрик, в якому не утворюються наведені струми. Як результат, застосування арматури АСП і АБП затребуване в умовах підвищених вимог електро- та вибухобезпеки.

Ідеально-пружний матеріал - тоді як сталь пружно-пластична. Даний фактор дозволяє скручувати композитну арматуру в компактні бухти, після вилучення з яких вона легко відновлює свою прямолінійність.

Відмінна транспортабельність - мала питома вага композитного матеріалу в сукупності з його транспортною компактністю (бобіни й бухти) дозволяють в одному і тому ж транспортному об'ємі перевозити більший метраж арматури АСП (АБП), ніж сталеві. До того ж для перевезення легкої композитної арматури в бухтах можливо застосовувати найбільш малооб'ємний транспорт, наприклад, вантажний багажник малолітражного легкового автомобіля.

Довговічна - стійкість до різних впливів дозволяє гарантовано експлуатувати арматуру в складі інженерно-будівельних конструкцій від 80 років і більше, застосовувати в важких умовах експлуатації, в контакті з хімічно активними середовищами.

Дешева - композитна арматура дешевше на 50% равнопрочного сталеві аналога, зменшує витрати на доставку, монтажні та такелажні роботи. Склопластикові арматура приблизно в 3 рази міцніше сталеві, тому для робіт можна використовувати склопластикову арматуру меншого діаметру, в порівнянні з металеві. Звичайно, вона буде дешевше, що кардинальним чином позначиться на вартості споруджуваного об'єкта.

Але не дивлячись на великий перелік переваг композитної арматури, недоліки все ж присутні в даному матеріалі, які обмежують його практичне використання, а саме:

Недостатня поперечна жорсткість - (модуль пружності АКС - 45 ГПа, що в чотири рази нижче, ніж у аналогічного сталеві прута - 200 ГПа), як побічний результат високої пружності композитного

арматурного стержня. В результаті, застосування склопластикової арматури обмежено для поперечних перекриттів, або при цьому проводиться збільшення коефіцієнта армування.

Відсутність пластичної деформації - (т.зв. майданчик текучості) при розтягуванні. При перевищенні межі міцності, пошкодження АСП / АБП відразу набуває характеру повного руйнування (розриву). Як результат, буває важко завчасно виявити місця накопичення надлишкових напруг в будівельній конструкції (по появі типової тріщинності), і вжити запобіжних заходів щодо її ремонту. Незважаючи на високу подовжню міцність, даний фактор обмежує застосування композитної арматури в відповідальних високонавантажених (несучих) елементах будівель і споруд.

Знижена термостійкість - так, розм'якшення епоксидного просочення склопластикової арматури АКС, що приводить до її деформації, починається вже при 150 ° С (базальтопластикової АБП - при 300 ° С). Тоді як сталева арматура А-III може витримувати без деформації температури до 500 град.С. В результаті низької температурної стійкості арматури АСП / АБП, конструкції з їх застосуванням різко втрачають міцності в умовах інтенсивного нагріву, наприклад, при виникненні пожежі. Цей фактор також є обмежуючим для застосування композитної арматури в відповідальних несучих елементах конструкцій.

Підводячи підсумки, можу зазначити, що композитна арматура може використовуватись в багатьох випадках будівництва, та може легко замінити традиційну сталеву арматуру. Але для більш ефективної дії та зменшення вартості, можна використовувати одразу два види арматури – композитну та металеву.

Список літератури:

1. <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/download/765/713>
2. <https://kt-stal.com.ua/ua/sravnitelnyj-analiz-texnicheskix-xa>
3. <https://tehpromproect.com.ua/ua/blog/porivnyannya-kompozitnoi-ta-metalevoi-armaturi-yaka-krascha>

А.М. Забродська, студентка 1-го курсу, гр. ПЦБ-3
Науковий керівник: І.А. Піскун, асистент
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

МОЖЛИВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АРХІТЕКТУРИ ТА БУДІВНИЦТВА З УРАХУВАННЯМ КРИЗОВИХ ЯВИЩ

В будівельній галузі України існує багато проблем, які багато в чому є наслідком криз як зовнішнього, так і внутрішнього характеру.

Наприклад, одним з наслідків війни є втрата людьми постійного місця проживання, що призвело до підвищення міграційних рухів великої кількості населення у напрямку більш віддалених, від безпосередньої зони військових дій, регіонів. До прикладу, на момент 23 серпня 2022 року в Україні кількість внутрішньо переміщених осіб становила 6,9 млн (офіційно – близько 5 млн.) і ця статистика показувала тенденції зростання [1].

Щодо характеристики стану ринку нерухомості, то він може бути охарактеризований наступними тенденціями:

- на початку війни (до липня-серпня 2022 року) у компанії «Інтергал-Буд», яка веде проекти у багатьох містах починаючи з 2014 року, продажі були відсутні, за винятком поодиноких угод;
- у липні-серпні цій та іншим компаніям вдавалося вийти на 10-15% довоєнного попиту;
- починаючи з березня-квітня 2023 року ринок суттєво поживався і на момент осені вище згадана компанія вийшла на 30-40% довоєнного попиту [2].

Власне на момент 22 квітня 2022 року за даними аналітики DOM.RIA у 17 областях виросла частка новобудов, які збільшили ціну. Найбільше – на заході України, де найшвидше відновилась зацікавленість людей новобудовами. Найістотніший ріст, безпосередньо, цін за м² у однокімнатних квартирах спостерігався у Запорізькій (на 13% до 22800 гривень), Івано-Франківській (на 10% до 16010 гривень) і Тернопільській (на 8% до 17191 гривні) областях, де ризик ведення військових дій є незначним [3].

Взявши до уваги поточні тенденції, чим довше буде тривати війна, тим гостріше відчуватиметься необхідність у будівництві достатньої кількості житлових масивів, які були б відносно доступними для середньостатистичного громадянина.

Найбільш імовірними наразі варіантами вирішення цього питання є :

- доступне кредитування і надання додаткової підтримки від держави (до прикладу, як було з програмою «Доступне житло», яка могла покривати 30-50% вартості житла);
- спрощення бюрократичних схем для забудовників і підвищення прозорості за рахунок цифровізації (інструменти прогнозування продажів, CRM-системи, тощо).
- зміни у тенденціях типового планування будівель, так як військові дії вплинули на вимоги покупців та інвесторів (до прикладу, суттєво знизився попит на панорамні вікна і квартири на верхніх поверхах) [2].

Початок військових дій, головним чином ракетні обстріли, показали неадаптованість більшості житлових будинків до таких умов (особливо це стосується будинків збудованих за радянських часів). Основна проблема – відсутність укриттів, які б відповідали необхідним нормам і могли б дійсно гарантувати безпеку.

Актуальність і гострота цієї проблеми полягає у тому, що до моменту завершення військових дій на території нашої держави, населення особливо потребує захисту, а після настання «умовного миру» доведеться жити у стані відтермінованої загрози, так як за географічним розташуванням Україна знаходиться у зоні ризику, навіть якщо кордони країн, які її оточують, зміняться. У такому разі доцільно звернути увагу на досвід Ізраїлю та Швейцарії у питаннях створення захисних споруд.

Наприклад у Швейцарії дуже відповідально ставляться до питання захисту населення від можливої радіаційної загрози. Стійкі до радіації бомбосховища є обов'язковими для всіх будівель. Зазвичай вони будуються на один або декілька будинків в розрахунок на загальну кількість мешканців. Бомбосховище являє собою приміщення, захищене потужними залізобетонними блоками (шириною близько 30 см), оснащене системою вентиляції, запасом провізії і медикаментів [4].

Натомість у Ізраїлі, окрім стандартних бомбосховищ, є практика облаштування окремих більш захищених приміщень в межах кожного поверху чи квартири – «мамадів». Мамад являє собою кімнату розміром не менше 9 м², стіни якої виготовлені з армованого бетону та мають товщину 35-50 см (якщо мова йде про зовнішні стіни) або ж 20-25 см (для внутрішніх стін). Віконні прорізи огорожують посиленними скляними конструкціями, а дверні прорізи – важкими залізними дверима. Якщо у разі обстрілу будинок завалиться, то ці захищені кімнати лишаються неушкодженими [5].

При спробі застосування вище описаних технологій за умов українських реалій доведеться враховувати стан сфери нерухомості і підлаштовувати концепції під них. Варіанти можливих дій наступні:

- при зведенні нових житлових комплексів та інших будівель, призначених для перебування людей, необхідно проектувати ще й повноцінні бомбосховища відповідно до чинних стандартів.

- не менш ефективним в контексті новобудов може бути варіант облаштування захищених кімнат як це роблять у Ізраїлі.

Але потрібно зауважити, що як один, так і інший варіант має мати підтримку та заохочення зі сторони держави, так як обидва вони є фінансово вони є досить затратними.

Стосовно наявного житлового фонду, то значна його частина сама по собі потребує або тотальної реставрації, реконструкції, а в окремих випадках і ліквідації. Якщо аналізувати ту частину житлового фонду, яка за своїм станом ще може експлуатуватись протягом деякого часу, то можна розглянути варіант облаштування бомбосховищ на прилеглих до них територіях, у більш нових об'єктах. Таке рішення дозволить убезпечити від необхідності повторного будівництва бомбосховищ після завершення експлуатаційного періоду старого житлового фонду. Проте у цьому разі необхідно враховувати, що крім комфорту перебування людей, такі місця мають відповідати нормам безпеки, за якими вони не мають зруйнуватись разом з основною будівлею, мати окремі додаткові виходи з вентиляції, засоби очищення повітря і бути, загалом, автономними на випадок екстремальних ситуацій. На даний момент чимала частина підвальних приміщень, які облаштовують під укриття, не можуть конструктивно відповідати нормам, тому максимум, на який їх можна використовувати – захист від артилерії, уламків та інших, не надто масштабних, загроз. Ідея криється у тому, що залишати цю проблему невирішеною надовго не можна і, враховуючи існуючі загрози тривалого характеру, потрібно піднімати ці питання на обговорення і розробку планів подальших дій.

Разом з загрозою війни збільшився попит на автономність квартир і будинків у разі відключення світла чи опалення. У разі екологічних катастроф хімічного чи військового характеру, таких як аварії на заводах, що провокують викиди шкідливих речовин у воду і повітря, необхідно, щоб самі будівлі мали можливість забезпечити ефективний захист і можливість перебування там людей протягом необхідного часу для нейтралізації загрози. Це стосується очисних споруд для водопостачання, ефективні системи вентиляції чи фільтрації повітря.

Окрім того, впродовж останніх років на нашій планеті спостерігається ще й постійне погіршення екологічної ситуації. До стандартних у нашому регіоні перепадів температур і погодних умов додалися екстремальніші, такі як надмірно високі показники температури повітря протягом тривалого часу, що веде за собою порушення теплового балансу і проблеми зі здоров'ям у населення. Отож підвищення рівня автономності будівель за рахунок використання відновлювальних джерел енергії допоможе запобігти посиленню даних проблем.

Аналізуючи ситуацію, яка склалася навколо будівельної галузі України та різного роду фактори, які призвели до цього, можна зробити висновок про те, що майбутні тенденції розвитку архітектури і будівництва включатимуть в першу чергу проекти і елементи, направлені на досягнення безпеки у разі кризових ситуацій. Облаштування достатньої кількості житла з укриттями, які дійсно можуть захистити, і організація певної автономності з озелененням міст є тими тенденціями, які, у першу чергу з практичної сторони, матимуть на меті забезпечення нормальних умови для життя людей.

Список літератури:

1. Global Migration Data Portal. Migration Statistics, Policy and Humanitarian Responses. <https://www.migrationdataportal.org/ukraine>. URL: <https://www.migrationdataportal.org/ukraine>.
2. Лаєвська А. Будівельний ринок під час війни: яке житло вибирають українці. Економічна правда. URL: https://www.epravda.com.ua/cdn/cd1/2023/budivelnnyi_rynok_pid_chas_viiny/.
3. DIM.RIA – Аналітика зміни ринку первинної нерухомості під час воєнного стану (інфографіка). DOM.RIA.com. URL: <https://dom.ria.com/uk/news/analitika-izmeneniya-rynka-pervichnoj-nedvizhimosti-vo-vremya-voennogo-256028.html>.
4. Berger Ziauddin S. (De)territorializing the home. The nuclear bomb shelter as a malleable site of passage. Environment and Planning D: Society and Space. 2016. Vol. 35, no. 4. P. 674–693. URL: <https://doi.org/10.1177/0263775816677551> (date of access: 19.11.2023)
5. Shapiro M., Bird-David N. Routinergency: Domestic securitization in contemporary Israel. Environment and Planning D: Society and Space. 2016. Vol. 35, no. 4. P. 637–655. URL: <https://doi.org/10.1177/0263775816677550> (date of access: 19.11.2023).

Іванюк В.В., студент 3 курсу, група ОС-11,
Вапнічна В.В., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

АНАЛІЗ СПОРУДЖЕННЯ БОМБОСХОВИЩ ТА УКРИТТІВ В УМОВАХ ВІЙНИ

Бомбосховища та укриття слугують для цивільного населення спеціальними інженерними спорудами, які призначені для укриття людей, майна, техніки від різних видів небезпек, зокрема аварій і катастроф на потенційно небезпечних об'єктах або стихійних лих у районах розміщення цих об'єктів, а також від впливу сучасних засобів ураження.

Яскравим прикладом, будівництва сховищ під час війни є Ізраїль, де останні тридцять років діють особливі вимоги безпеки до будівництва не лише укриттів, але й квартир. В цій країні є декілька видів укриттів різного типу: мамад (рис. 1) – кімната з масивними залізобетонними стінами, товщиною у 30 см, потовщеними перекриттями, металевими герметичними дверима, що витримують вибухову хвилю, сталевими віконницями з двосантиметрового листа сталі та фільтром повітря для хімічного захисту. Можуть бути або в окремій квартирі, або на кожному поверсі багатоквартирних будинків, також обов'язково мають бути у громадських будівлях.



Рисунок 1 - Типова конструкція мамаду, Ізраїль

Міклат (рис. 2) – традиційні укриття, які є майже у кожній оселі та у громадських місцях. Головна проблема міклатів, за свідченням місцевих жителів, безвідповідальне ставлення до них (якщо це приміщення довго не використовується за призначенням, то перетворюється на склад велосипедів, дитячих візочків тощо), і це дуже нагадує ті проблеми, з якими стикалися в Україні перед війною під час рейду бомбосховищ. Ями безпеки – на даний час майже не використовуються у країні, та у період гострих небезпек були створені з метою, аби після того, як громадянин знаходив підозрілий предмет, він швидко мав перемістити його у таку яму чи металеву бочку поряд. Та, як неодноразово нам нагадують військові, підозрілі предмети невідомого походження краще взагалі не чіпати.



Рисунок 2 – Облаштування міклата в громадському місці

ТАМА 38 (рис. 3) – програма реновації старих об'єктів, збудованих до 1991 року. За нею девелопери можуть добудувати мамади у багатоповерхівках, а також додатково декілька поверхів квартир на продаж. Для цього потрібна згода 75 % мешканців будинку.



Рисунок 3 - Порівняльні зображення до та після використання програми ТАМА 38

Влаштування ізраїльських бомбосховищ відбувається за двома типами: мамад - захищена кімната в квартирі чи будинку, на одну родину та мамак - для широкого загалу, наприклад, на поверсі. Мамади почали створювати, щоб люди могли не бігти на вулицю, аби потрапити до бомбосховища, а буквально пройти до сусідньої захищеної кімнати. Розмір мамада розраховують за кількістю людей на поверсі. Громадські будівлі теж обов'язково мають таке приміщення — воно повинно бути на кожному поверсі, де є люди. Без наявності мамада міська влада не дасть дозволу на будівництво або не введе споруду в експлуатацію. Такі приміщення будують одне над іншим для підвищення стійкості. Вони можуть врятувати від уламків ракет і снарядів, а також хімічної зброї й землетрусів.

Основні вимоги при будівництві бомбосховищ в Ізраїлі.

Двері мають бути залізними та відкриватися надвір [1-2]. Перед ними має бути бетонна стіна для захисту. Вікно - конструкція з двох частин (металеві віконниці, що відкриваються надвір та непомітні у звичайному житті та герметичне вікно, розмірами не більше 120x100 см). Воно має бути на висоті мінімум 1,5 м від підлоги та без решітки. Мережі у мамаді повинні мати мінімум 3 електричні розетки, 1 телефонна та 1 радіо- чи теле- розетка. Вентиляційна система у бомбосховищах облаштовується так, щоб у них під час хімічної атаки можна було знаходитися без протигазу. Необхідні вимоги до площі - мінімум 9 квадратних метрів, висота стелі мінімум 2,5 метри, ширина кімнати мінімум 1,6 метри, стіни суцільні, без опор та перекриття, матеріал – залізобетон, товщина стін мінімум 25 см. Такі бомбосховища розраховані на пряме попадання снаряду. У звичайному житті така кімната часто є спальнею когось з дітей, або робочим кабінетом. Для будинків, що необлаштовані мамадом, є можливість докупити кімнату-бомбосховище (рис. 4).



Рисунок 4 - Вигляд кімнати - бомбосховища, яку можна докупити

На приватних ділянках їх часто ставлять окремо від дому, це найдешевший та найпростіший варіант або під'єднують як додаткову кімнату, що робить зручнішим його використання у мирному житті [1]. Для власників квартир без вбудованого мамаду ситуація складніша, бо для його зведення потрібна згода всіх мешканців будинку. Тому часто приватні бомбосховища або добудовують усі разом (одне над одним, щоб вони утворювали монолітну конструкцію), або облаштовують мамак – спільне укриття на поверсі. Безпосередньо при спорудженні мамаків використовують технологію монолітного будівництва - вона включає застосування бетону як основного будівельного матеріалу. Бетонні блоки та стіни формуються на місці будівництва, а потім зливаються в єдину монолітну структуру. Цей метод забезпечує високу міцність та довговічність бомбосховища. Монолітне бомбосховище є одним з типів бомбосховищ, яке зазвичай будується з бетону. Процес будівництва монолітного бомбосховища [3] складається з наступних етапів: планування та вимірювання місця будівництва, очищення майданчика від рослинності та інших перешкод; виходячи з проектування, виконуються розкопки для створення ям, в яких буде знаходитися бомбосховище; сталеві арматура складається у відповідності з проектуванням та викладається в будівельну яму; опалубка є стіновою конструкцією, яка створює форму майбутнього бомбосховища. Опалубку виготовляють з дерева, металу або пластику; бетонна суміш готується та наливається у яму з арматурою та опалубкою. Після заповнення ями, бетон деякий час твердіє; після того опалубка знімається, а поверхня бомбосховища вирівнюється; в стінах та на даху бомбосховища встановлюються двері та вентиляційні отвори для доступу та забезпечення потрібної вентиляції; здійснюються внутрішні роботи з оздоблення та обладнання

бомбосховища необхідними пристроями, наприклад, системою освітлення, забезпеченням зберігання продуктів, води. Основною особливістю будівництва монолітного бомбосховища є те, що воно передбачає зведення однієї масивної конструкції з бетону, яка включає в себе стіни, дах та підлогу. Для цього використовують форми з армованого бетону, які заповнюють спеціальним бетоном, що містить підвищену міцність. Оскільки монолітне бомбосховище є однією масивною конструкцією, то його будівництво вимагає значних фінансових витрат на закупівлю матеріалів та обладнання, а також висококваліфікованих робітників, які здатні працювати зі складною технікою та матеріалами (рис. 5).



Рисунок 5 - Будівництво укриттів та бомбосховищ в Ізраїлі, з використанням складної техніки та технологій

При будівництві монолітного бомбосховища також важливо дотримуватися правильного розрахунку товщини стін та даху, оскільки це безпосередньо впливає на міцність та стійкість будівлі. Також важливо забезпечити якісний монтаж арматури та застосувати відповідні технології зведення конструкції. Враховуючи, що наша країна знаходиться в стані війни, то для України є теж актуальним питанням технології спорудження бомбосховищ та їх видів. З точки зору професійних експертів, переймати повністю досвід Ізраїлю не варто через абсолютно різний перебіг війни та географічне, кліматичне розміщення. На думку українського конструктора Дмитра Макагона кращим варіантом буде переоблаштувати старі бомбосховища, зробивши їх комфортними, та створити нові. Сучасні будівлі, пояснює Макагон, і так досить стійкі, а гарантовано захистити від удару може тільки підземне сховище [5]. Як приклад, він наводить хмарочос на проспекті Лобановського у Києві, який вистояв після влучання уламків ракети [7]. Про нові стандарти будівництва у травні 2022 року говорила також мерія Львова. Як пояснив керівник профільного управління Антон Коломєйцев, підземні паркінги та інші підземні приміщення рекомендується адаптувати для укриття населення. При цьому приміщення укриття варто відокремлювати від решти паркінгу, забезпечити його санвузлами та розкладними місцями для сидіння. Також будівельники мають передбачити щонайменше 2 виходи. Міський голова Львова Андрій Садовий наголосив, що дотримання цих стандартів забудовниками враховуватиметься при видачі містобудівних умов та обмежень, та закликав уряд врахувати їх у державно-будівельних нормах [4]. Як на мене, то Україна теж може запровадити використання монолітної технології спорудження бомбосховищ та укриттів. Проте не виключеним варіантом є теж те, що з врахуванням сучасних можливостей та новітніх технологій ми можемо знайти нову технологію, яка адаптується під наші умови застосування та задовільнить потреби українців.

Список літератури:

1. Вимоги будівництва мамадів. Режим доступу: <https://www.timesofisrael.com/the-safest-spot-in-the-house/>
2. Вимоги будівництва мамадів. Режим доступу: <https://derorit.co.il/the-dos-and-donts-of-the-mamad/>
3. Технологія монолітного будівництва. Режим доступу: <https://sanpol.ua/ua/library/o-promyshlennom-stroitelstve/monolitnoe-stroitelstvo-tehnologicheskie-etapy/>
4. Інтеграція в українські реалії досвіду Ізраїлю. Режим доступу: https://realestate.24tv.ua/shho-take-mamadi-mamaki-izrayili-vid-chogo-voni-zahishhayut_n2181368
5. Інтеграція в українські реалії досвіду Ізраїлю. Режим доступу: <https://birdinflight.com/architectura-uk/20220411-mamad.html>
6. Термінологія ізраїльської цивільної оборони. Режим доступу: <https://bzh.life/ua/gorod/1685438362-zupinki-bunkeri-i-zahishcheni-kimnati-kvartirah/>
7. Калюх І., Василенко В., Берчун Ю., Вапнічна В., Сєдін В. та Титаренко О. «Програма Computational Intelligence для оцінки технічного стану пошкодженого вибухом багатоповерхового будинку», 2023 IEEE 4-й XIII Тиждень передових технологій (KhPIWeek), Харків, Україна, 2023, стор. 1-5, doi: 10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312914. Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=10312914&isnumber=10312804>

УДК 624.151.5

¹Корзаченко М.М., доцент кафедри технологій зварювання та будівництва, к.т.н.
¹Прибилько І.О., доцент кафедри технологій зварювання та будівництва, к.т.н., доц.
²Данич Д.І., аспірант кафедри будівельних конструкцій
¹Національний університет «Чернігівська політехніка»
²Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

РОЗРАХУНОК ФУНДАМЕНТІВ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ЛІРА-САПР ДЛЯ СПОРУДИ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОГО НЕКАТАЛІТИЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ОКСИДІВ АЗОТУ

Споруда установки селективного некаталітичного відновлення оксидів азоту – являє собою комплекс приямків для розміщення технологічного обладнання та конструкції покрівлі виконаної з сталевго каркасу. Головний технологічний приямок має розміри 14,8 м на 10,0 м.

Надійність роботи селективного некаталітичного відновлення оксидів азоту залежить не лише від дотримання технологій монтажу та вірного розміщення технологічного обладнання, але і забезпечення надійної основи та параметрів жорсткості фундаментів. Для забезпечення стійкості споруди та виконання умов несучої спроможності конструкцій фундаментів було виконано їх розрахунок під колони каркасу покрівлі, а також головного приямку споруди установки селективного некаталітичного відновлення оксидів азоту з використанням програмного комплексу ЛІРА-САПР.

У процесі числового експерименту змінювалися як конструктивна, так і розрахункова модель конструкції. В якості змінних параметрів використовувалися геометричні розміри фундаментів.

На основі проведеного моделювання були отримані наступні значення навантаження на верхньому обрізі фундаменту для трьох типів фундаментів:

- тип 1: стискаюче зусилля 300 кН; згинний момент 20 кНм; поперечна сила 10 кН;
- тип 2: стискаюче зусилля 150 кН; згинний момент 35 кНм; поперечна сила 10 кН;
- тип 2: стискаюче зусилля 100 кН; згинний момент 35 кНм; поперечна сила 10 кН.

На основі отриманих навантажень було сформовано групи завантажень. Нормативні та розрахункові поєднання навантажень для перевірки перерізів конструкцій сформовані автоматично, згідно з коефіцієнтами поєднання навантажень: навантаження від власної ваги, навантаження від ємностей з аміаком (рис. 1), навантаження від колон та конструкційних елементів підлоги, обладнання, тощо.

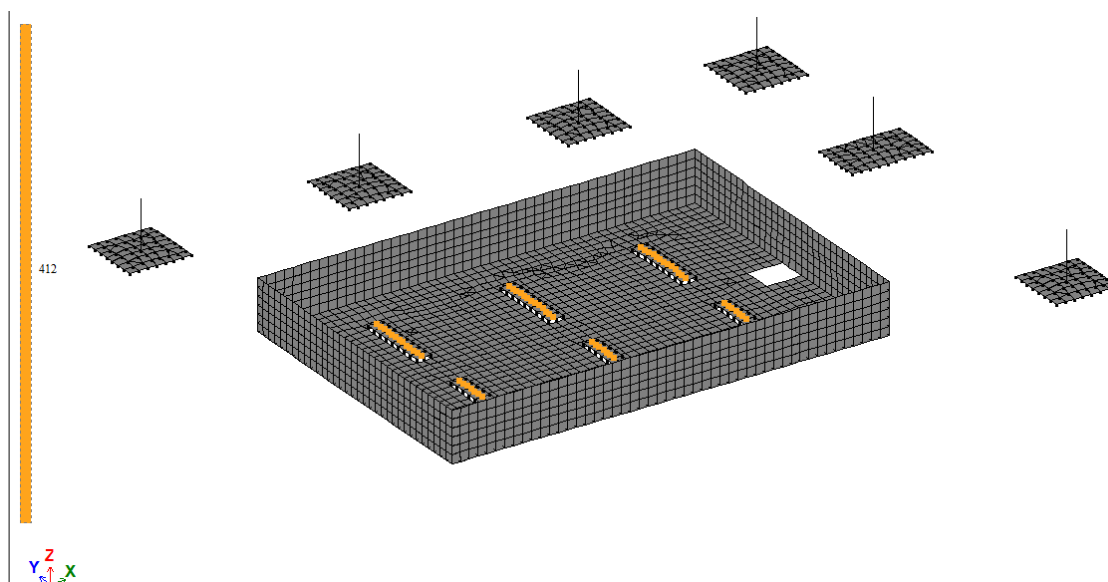


Рисунок 1. Мозаїка розрахункових навантажень від ємностей з аміаком (кН/м)

Розрахунок фундаментів колон та плити приямку виконувався в розрахунковому комплексі ЛІРА-САПР. Побудова моделі проводилась в програмному комплексі САПФІР відповідно до креслень та обрахованим навантаженням (рис. 2).

Попередні розрахунки були виконані без системи ГРУНТ від ЛІРА-САПР, що попередньо дало змогу оцінити працездатність залізобетонних конструкцій.

Після виконання попереднього розрахунку була підключена модель ґрунту до розробленої

розрахункової схеми. Характеристики ґрунтів для підключення моделі ґрунту до розрахункової схеми були прийняті з технічного звіту з інженерно-геологічних вишукувань.

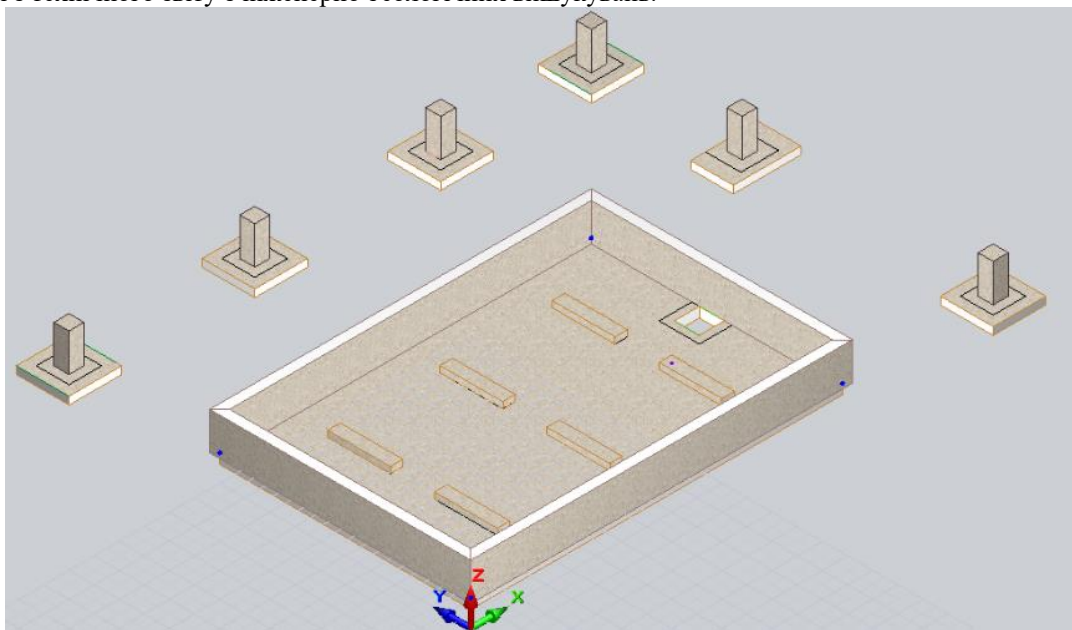


Рисунок 2. Загальний вигляд моделі

Після підключення моделі ґрунту з наданими характеристиками геології був проведений повний розрахунок схеми та конструювання фундаменту (рис. 3).

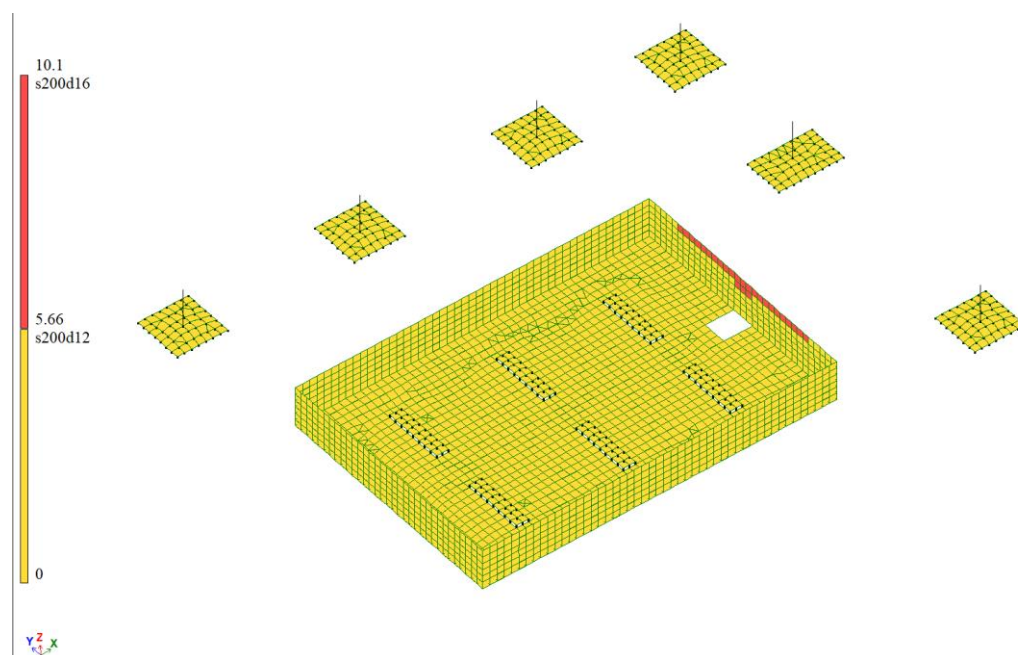


Рисунок 3. Мозаїка верхнього армування по осі X

Враховуючи виконаний аналіз за допомогою програмного комплексу ЛІРА-САПР можна зробити наступні висновки та рекомендації:

1. Підібрані перерізи для залізобетонних конструкцій, а саме: плита прямоку матиме розміри 10,25 м на 15,05 м на 0,4 м, фундаментні стіни прямоку – 0,4 м, фундаменти під колони – 2,1 м на 2,1 м на 0,3 м.

2. Визначений клас бетону – С20/25 та клас армування А500С. Рекомендовано застосувати арматуру діаметром 16 мм в фундаментній плиті основного прямоку, а також діаметром 12 мм – для армування фундаментів під колони.

Даний розрахунок допоміг не лише прийняти надійні конструктивні рішення, а й значно скоротив час на проведення обрахунку та надав значення переміщень конструкцій, що дало змогу порівняти отримані дані з граничними величинами та остаточно обрати конструктивне оформлення фундаментів.

Корольов Ю.А. студент 4го курсу ОС-01 НН ІЕЕ
Науковий керівник: Гайко Г.І., проф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЗАСТОСУВАННЯ СТРУМЕНЕВОЇ ЦЕМЕНТАЦІЇ ҐРУНТІВ У ПІДЗЕМНОМУ БУДІВНИЦТВІ

З стрімкою урбанізацією і розширенням міст зростає потреба у твердій, придатній для несення важких споруд поверхні. Природні ґрунти не завжди задовольняють цим вимогам – піщані і гравійні ґрунти не відповідають потребам забудовників, що дало розвиток технології струменевої цементації ґрунтів.

Струменева цементація, набувши розповсюдження у сфері містобудівництва, поширилась і на інші сфери і була схвально прийнята у підземному будівництві. Сукупність властивостей ґрунтобетону та його вплив на оточуючі породи сприяли застосуванню технології у підземних виробках, іноді навіть в тих ситуаціях, де звичайні варіанти протистояння водопритокам не могли бути ефективно використані. Найбільші обсяги міського підземного будівництва зосереджені в слабких гірських породах (ґрунтах), які формують переважно сприятливі умови для розміщення сучасних підземних споруд і комплексів, але вартість і ризики підземного будівництва залишаються високими, що стримує масштабне освоєння міського підземного простору. Серед найбільш амбітних завдань сталого розвитку сучасних міст світові інвестиційні фонди вбачають переведення міського автомобільного транспорту в підземний простір (зокрема проєкт Лона Маска й компанії The Boring Company, презентований на Світовому саміті в Дубаї в 2017 р.) [1], але це потребує якісних змін технології спорудження тунелів.

Серед перспективних напрямків інноваційного розвитку будівництва тунелів у ґрунтових масивах можна зазначити технологію струминної цементації ґрунтів, яка позитивно зарекомендувала себе в цивільному й промисловому будівництві (ґрунтоцементні палі, основи, захисні конструкції) та отримала перший, наразі обмежений, досвід при освоєнні підземного простору. На нашу думку ця технологія має значний потенціал для інноваційного розвитку підземного будівництва.

Сутність технології струменевої цементації полягає у використанні цементного розчину, що під високим тиском вдавлюється у ґрунтову масу, руйнуючи структуру ґрунту і водночас заміщаючи її фрагменти цементом, утворюючи ґрунтобетон – новий матеріал, що має високі характеристики міцності і деформаційної стійкості, а також значні протифільтраційні властивості, що важливо для підземного будівництва. (рис. 1).

Інколи також може використовуватися струмінь води, вже після якого заливається бетон.

Струменева цементація традиційно застосовується для підготовки основ будівель і споруд, а також для зміцнення фундаменту вже існуючих. При цьому зберігається значний потенціал для підземного будівництва.

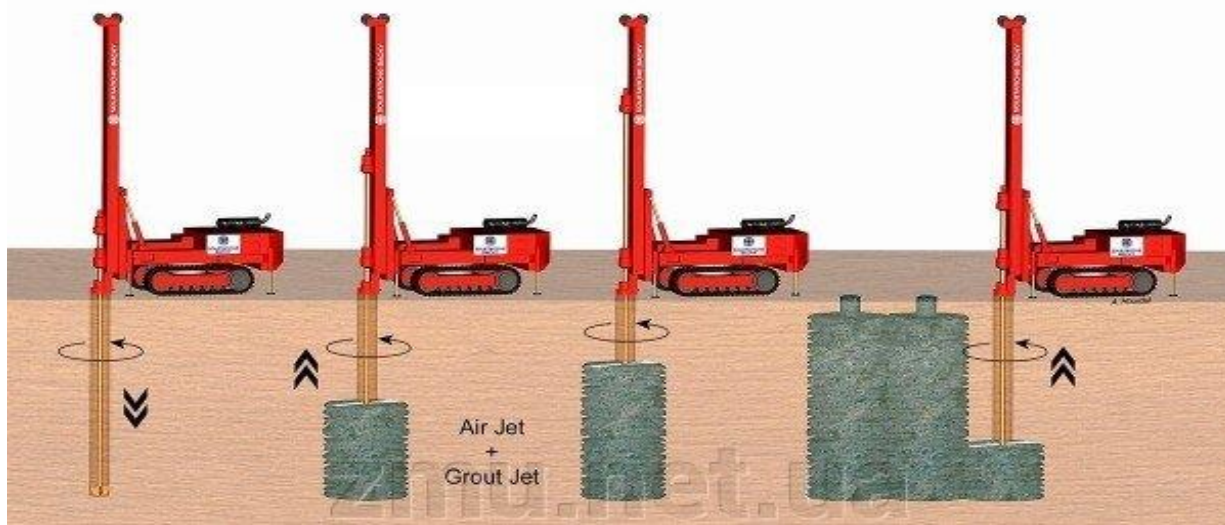


Рис. 1. Техніка та технологія струминної цементації ґрунтів [2]

Існує три основних варіанти технології (рис. 2):

1) Однокомпонентна технологія – ґрунт руйнується струменем цементного розчину, причому одразу відбувається утворення ґрунтобетону. Це найпростіший спосіб, недолік якого полягає у малій, порівняно з іншими способами, колоні ґрунтобетону.

2) Двокомпонентна технологія – використовуються окремі шланги – в одних повітря, в іншому бетонна суміш, причому повітряні шланги в ідеалі розташовані так, щоб утворити оболонку навколо суміші. Мета розподілу – збільшити розмір (діаметр) утворюваних колон.

3) Трьохкомпонентна технологія – спочатку досягається утворення порожнини в ґрунті, а вже потім за допомогою води і бетонної суміші формується колона.

Застосування технології у підземному будівництві. Одним із найскладніших завдань підземного будівництва є прокладання тунелів у рухливих, нестійких породах із значними фільтраційними властивостями. Значний водоприток у таких умовах робить недостатньо ефективним використання традиційних конструкцій опор: корозія металу й залізобетону, гниття деревини швидко знижує носійну та гідроізоляційну спроможність кріплення.

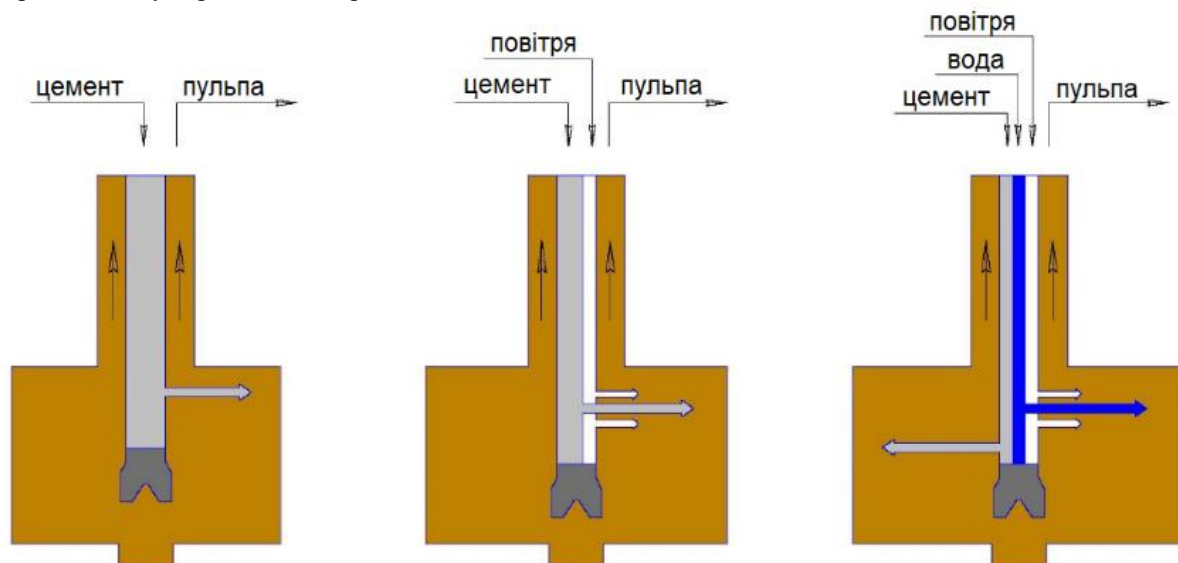


Рис. 2. Варіанти струменевої цементації ґрунтів

У таких випадках струнева цементація знаходить своє застосування, значним чином завдяки високим гідроізоляційним здатностям як самої суміші, так і оточуючих порід (ґрунтів), які вона залучає до спільної роботи, причому надлишки суміші розходяться навколо колони у тріщини та пори. Таким чином, досягається подвійний ефект: основна колона зв'яже нестійкі породи, а бетонна суміш, що розходить у сторони закорковує отвори і тріщини масиву, блокуючи надходження води у виробку.

Найбільшу складність, і відповідно потенціал для струменевої цементації представляють м'які пластичні глини, що під дією значної вологи приймають пливучу консистенцію. Через рухомість таких порід зростає ймовірність підвищення гірського тиску на окремій ділянці, і як наслідок, деформації і можливі руйнування тунелю. У такій важкій ситуації, максимально реалізуються такі переваги струменевої цементації як укріплення ґрунту, припинення фільтрації води по тріщинам, підвищення консистенції масиву до твердого стану з високими носійними властивостями.

Наумов Я.О., магістр 2 курсу, група РР-47м,
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ КАМЕНЕОБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЧЕРЕЗ ЇХ ДОДАВАННЯ ДО БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ

Житомирська область відноситься до тих регіонів, чиї економічні можливості у значній мірі залежать від діяльності гірничих підприємств. Одночасно, щільне зосередження таких підприємств в окремих районах регіону створюють негативні наслідки для довкілля. А саме – навколишнє середовище забруднюється через накопичення твердих промислових відходів гірничих підприємств, які безпосередньо утворюються під час обробки природного каменю. Як наслідок, після розпилювання та шліфування кам'яних блоків накопичуються дрібнодисперсні відходи – пульпа. Ця ситуація стає особливо актуальною в Коростишівському, Хорошівському, Житомирському та Черняхівському районах. Головна проблема виникає в тому, що потенціал даних відходів поки не використовується. Проте важливо розглядати ці тверді мінеральні відходи як виявлену вторинну сировинну базу, яка може змінити ключову роль у збереженні ресурсів.

З урахуванням державного руху до розвитку, відновлення та розширення міст, а також зі зростанням попиту на будівельні матеріали для спорудження різних конструкцій, існує висока потреба в різних типах будівельних матеріалів. Один із основних матеріалів, які використовуються при будівництві споруд, зокрема залізобетонних і бетонних – це бетон. Оскільки за рахунок широкого застосування концепції «сталого розвитку» у всесвітньому співтоваристві, разом з досягненням високої ефективності в експлуатаційно-технічному плані нових матеріалів, набуває актуальності підвищення уваги до економічних та екологічних аспектів їх виробництва та наступного застосування. І це дозволяє нам вирішити також екологічні проблеми, які створюють відходи каменеобробного виробництва.

Пропозиція даного дослідження – це удосконалити та здешевити матеріал, оскільки в даному випадку пульпа може бути додана до складу цементної суміші для виготовлення бетонних блоків, плит, різних бетонних конструкцій, тощо. Що також надає змогу покращити якість та характеристики готових виробів. Ця можливість дозволяє зменшити використання природного піску та допомогти підвищити стійкість та екологічність будівельних матеріалів. При цьому надається широкий простір для різних дослідів, що також звільняє значні території від забруднення пульпи.

Кількість пульпи в суміші залежить від необхідних властивостей бетону та якості самої пульпи. Для досягнення найкращих результатів важливо, щоб розмір часток у пульпі був рівномірним, забезпечуючи оптимальну фракцію до 1-2 мм. При дослідженнях властивостей дрібнодисперсних відходів каменеобробки та пошуку можливих шляхів їх використання було визначено їх хімічний склад (рис. 1).

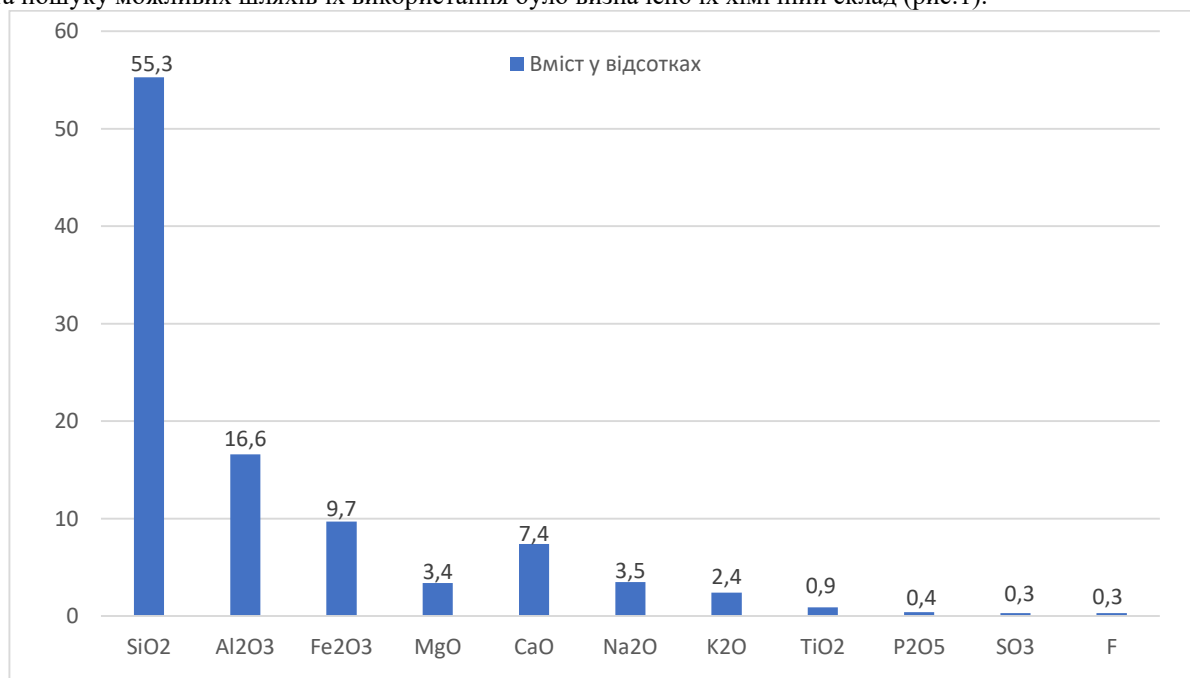


Рис. 1. Усереднений хімічний склад дрібнодисперсних відходів каменеобробних підприємств

Слід зазначити, що хімічний склад повністю залежить від мінерального складу сировини, що оброблюється на конкретному камінеобробному підприємстві [1, 2].

Для виготовлення геополімерних матеріалів необхідна алюмосилікатна сировина зі співвідношенням вмісту оксиду алюмінію (Al_2O_3) до вмісту оксиду кремнію (SiO_2) не менше ніж 3. Як можна бачити з рисунку 1, за граничними значеннями дрібнодисперсні відходи камінеобробних підприємств відповідають цій вимозі. Однак слід звернути увагу, що на співвідношення вмісту цих оксидів впливатиме частка полірувальних робіт з використанням матеріалів на основі глинозему в технологічній схемі камінеобробного підприємства [1].

Беручи до уваги, що пульпа поглинає більше води, ніж пісок, важливо контролювати вміст води в суміші. Додавання пульпи також може покращити робочі характеристики суміші, що впливає на покращення її властивостей, це якраз спостерігається на дослідних зразках, що зображені на рисунку 2. Розмір частинок пульпи також важливий, і частки, які є занадто великими або занадто малими, можуть негативно вплинути на якість бетону [3, 4].



Рис. 2. Приклади дослідних зразків

Таким чином, можна стверджувати, що одним із можливих шляхів утилізації тонкодисперсних відходів камінеобробних підприємств є використання їх в якості наповнювача при приготуванні цементних розчинів. Такий спосіб утилізації не потребує значних капіталовкладень на місцевому рівні і може значно покращити екологічну ситуацію регіону.

Процеси переробки відходів можна розглядати в якості фактору зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та покращення стану промислового виробництва. Необхідною умовою розвитку переробних підприємств має бути сформована державна політика у сфері поводження з відходами, стимулювання та підвищення рівня мотивації серед підприємств щодо зменшення навантаження на навколишнє середовище. Завдання щодо державної підтримки даної галузі має бути пріоритетним на шляху до екологічно збалансованого розвитку регіону.

Вирішення проблеми використання вторинної сировини виступає не лише фактором зменшення негативного впливу на довкілля, але і як шлях ресурсо-ощадливого розвитку області. Особливу увагу слід приділяти переробці тонкодисперсних відходів камінеобробних підприємств через неможливість їх природної утилізації та негативний вплив на навколишнє середовище. Зростання кількості підприємств, які будуть використовувати такі відходи у виробництві будівельних матеріалів може стати одним з основних кроків на шляху до екологізації економіки регіону.

Список літератури:

1. Башинський С.І., Блецко М.І., Панасюк А.В., Припотень Ю.К., Остафійчук Н.М. Дослідження фізико-хімічних властивостей дрібнодисперсних відходів камінеобробних підприємств з метою визначення стратегії поведінки. Технічна інженерія. 2023. Вип. 1 (91). С. 271-279
2. Башинський С.І., Дубченко Є.О., Хомчук О.В. Утилізація тонкодисперсних відходів камінеобробних підприємств шляхом додавання у цементні розчини. Тези V Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів». Житомир, 2018. С. 10.
3. 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
4. Davidovits J. Soft Mineralurgy and Geopolymers. In proceeding of Geopolymer 88 International Conference, the Université de Technologie, Compiègne, France, 1988. P. 49-56.

Недільська Д.С., студентка 1 курсу с.т.н., група ПЦБ 2ж,
Остафійчук Н.М., ст.викладач
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ПЛОЩ, ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ, В БУДІВНИЦТВІ

Рекультивовані площі гірничих підприємств представляють собою значний резерв для оптимізації використання земельних ресурсів в архітектурних проєктах, що є критично важливим у зростаючих міських областях. Кар'єр має характерні для усіх будівель та споруд функціонально-локалізовані компоненти архітектурних систем, які відповідають основним групам процесів діяльності людини: виробничі процеси, невиробничі процеси, комунікаційні, рекреаційні. Використання рекультивованих земель у створенні архітектурних об'єктів сприяє збереженню та відновленню природного середовища, дозволяє створювати нові зелені зони, парки та сади, що сприяють поліпшенню екології міст та покращують якість життя мешканців. Поряд з цим, необхідність використання рекультивованих територій потребує розробки та впровадження новітніх архітектурних та інженерних рішень, що вимагає постійних досліджень цієї сфери будівництва.

Відпрацьовані кар'єри здебільшого використовуються під ландшафтно-рекреаційне призначення, влаштування парків, зон туристично-спортивного напрямку, обводнення та влаштування гідропарків. Загальними особливостями для всіх варіантів будівельної рекультивациі кар'єрів є відносно невелика глибина кар'єрів, що обираються під будівництво, та матеріали, які в них видобувались.

Громадські будівлі, котрі сформовані на території кар'єрів можуть належати до наступних типологічних груп споруд: фізкультурно-спортивні та розважальні, видовищні, культурно-просвітницькі й науково-дослідні будівлі.

Під будівництво фізкультурно-спортивних і розважальних споруд найчастіше використовуються ділянки в межах міста, що розташовані неподалеку від центру та рекреаційних зон, наприклад, муніципальний стадіон, який розташований у місті Брага.

Видовищні будинки й споруди можуть розташовуватись як у центральній частині міста, так і являти собою споруду поза містом, як всесвітньо відомий амфітеатр Dalhalla. Кар'єри, котрі використовуються під будівництво таких будівель зазвичай замкнені й неглибокі. Форма видовищних будинків і споруд у кар'єрах різноманітна – заповнення кар'єру амфітеатром, комплекс з будинків, які примикають до схилів кар'єру і відкритих споруд, окремо розташована будівля на дні кар'єру.

Культурно-просвітницькі будівлі здебільшого розташовуються в межах міста, а також на периферії наприклад, як музей гірничої промисловості Like Rock. Такі будівлі представлені в основному у вигляді окремого будинку, що примикає до схилу кар'єру. Кар'єри, які використовують під культурно-просвітницькі споруди зазвичай замкнені і належать до неглибоких.

Науково-дослідницькі будівлі зазвичай розташовують поза межами міст, наприклад, у ботанічних садах (наприклад, будівля Great Glasshouse). При формуванні таких об'єктів застосовувались світлопрозорі куполи, що повністю чи частково накривали чашу кар'єру. Відкриті гірничі виробки, які можна використовувати під таке будівництво зазвичай схилі або донні й неглибокі.

Будівництво у кар'єрі багатофункціонального комплексу – метод, що часто використовується при будівельній рекультивациі. Комплекс може займати кар'єри великих площ та глибин. Подібні об'єкти можуть бути розміщені як в обводнених так і необводнених кар'єрах будь-якої конфігурації. Подібні властивості заповнення кар'єрів мають мегаструктури, що є перспективним напрямком рекультивациі кар'єрів усіх типів. Прикладом багатофункціонального комплексу є проєкт Balaklava Green.

Залежно від типології об'єкту, а також геометричних та інших параметрів кар'єру, його розташування відносно міста, центру міста, рекреаційних зон, інвестиційних можливостей та побажань замовника, обирається і схема організації будівлі у просторі. Це може бути терасований будинок, повне або часткове накриття кар'єру куполом, часткове чи повне заповнення його амфітеатром, примикання до схилу, окреме розташування будинку на дні кар'єру, заповнення однією спорудою, комплексом споруд і відкритих майданчиків.

Таким чином, вибір схеми вирішення генерального плану будівлі на території кар'єру залежить від геометрії та структури кар'єру, його обводненості, основних складових порід, розташування транспортних мереж, тощо. Найпопулярнішою схемою розміщення будівель на генплані для громадських будинків і споруд в умовах складного штучного рельєфу є змішана, коли будівля одночасно займає дно та схили кар'єру, схили та верхній майданчик кар'єру, або всі три елементи одночасно.

Окрім основних, об'єкти в кар'єрах можуть нести і додаткові функції: закріплення схилу рекультивованого кар'єра, відновлення розірваних транспортних зв'язків у місті, тощо. Здебільшого така

будівля являє собою архітектурний об'єкт, що не шкодить довкіллю, в якому поєднується використання альтернативних джерел енергії, активне озеленення, технології вентиляції з рекуперацією, водозбірники. Всі перераховані функції повинні знаходити своє відображення в особливостях фасадів будівель, зокрема через колірні та фактурні рішення, які відповідно визначаються особливостями розташування кар'єру та його структурою.

Отже, використання в будівництві та архітектурі комплексу робіт з рекультивації площ гірничих підприємств дозволяє забезпечити низку соціальних, екологічних та економічних завдань:

1. Екологічна стійкість. Зосередження на архітектурі рекультивованих площ гірничих підприємств має важливу актуальність у зв'язку із зростаючим попитом на будівельні проекти, котрі спрямовані на збереження та відновлення природного середовища. Використання матеріалів та технологій, що підтримують екологічні принципи, дозволяє архітекторам створювати стійкі та ефективні будівлі на рекультивованих територіях.

2. Місцевий імідж та сприйняття. Архітектурні рішення на рекультивованих територіях можуть впливати на місцевий імідж та сприйняття гірничих підприємств. Позитивний дизайн допомагає створити приємне місце середовища та підвищити підтримку спільноти.

3. Інтеграція природи в архітектурні рішення. Архітектори можуть використовувати рекультивовані площі для створення зелених архітектурних елементів, що сприяють гармонійному поєднанню будівель та природного середовища. Зосередження на архітектурі дозволяє створювати спеціальні простори для підтримки різноманіття рослин та тварин на рекультивованих площах, що є важливим для збереження екосистем та вирішення екологічних проблем.

4. Інноваційні технології у будівництві. Рекультивовані території вимагають впровадження інноваційних архітектурних та будівельних технологій, що стимулює розвиток сучасних і стійких методів будівництва.

5. Розробка енергоефективних об'єктів. Архітектори можуть впроваджувати сучасні технології енергоефективності, такі як зелені дахи, сонячні батареї та системи використання відновлюваних джерел енергії, щоб зменшити екологічний вплив будівлі.

6. Створення просторів для відпочинку та рекреації. Створення архітектурно-ландшафтних об'єктів на рекультивованих площах може впливати на покращення фізичного та психічного здоров'я мешканців, а також сприяти активному відпочинку. Архітектурні проекти можуть враховувати створення громадських просторів на рекультивованих територіях, які сприяють активному відпочинку та підтримують здоров'я мешканців.

7. Економічний вигідний розвиток. Архітектори можуть надавати перевагу використанню природних та місцевих матеріалів у будівництві, щоб зменшити екологічний відбиток та підтримувати місцеву економіку. Проекти з використанням рекультивованих земель можуть привертати інвестиції та сприяти розвитку нових економічних можливостей, забезпечуючи сталість та тривалість будівельних проектів.

Архітектурні рішення для земель, які пройшли рекультивацію, спрямовуються на раціональне та гармонійне розміщення житлових, культурно-побутових та промислових об'єктів, спортивно-розважальних майданчиків, створення водних об'єктів та ландшафтно-рекреаційних зон. Розробка архітектурних проектів рекультивації виконується відповідно до чинних нормативів та стандартів у сферах екології, санітарії, будівництва, водного й лісового господарства, враховуючи регіональні природно-кліматичні умови та місце розташування відновлюваної території.

Список літератури:

1. Гайко Ю.І., Гнатченко Є.Ю., Завальний О.В., Шишкін Е.А. Реновація промислової забудови та її адаптація до сучасного міського середовища : монографія. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2021. 353с.
2. ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. [Чинний від 2014-09-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2012. 64 с.
3. ДСТУ 7905:2015 Захист довкілля. Придатність порушених земель для рекультивації. Класифікація [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 112 с.
4. Кравченко О.В. Принципи архітектурно-планувальної організації відкритих міських просторів з порушеними територіями : дис. канд. арх. : 18.00.04. Київ : КНУБА, 2015. 237 с.
5. Остафійчук Н.М., Ільчук Н.В., Субін-Кожевнікова А.С. Перспективи формування рекреаційних парків на території рекультивованих кар'єрів (на прикладі Житомирщини). Матеріали ЛІ науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету, 21-23 червня 2023 року. Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2023. С. 1594-1595
6. Руденко М.О. Архітектурно-планувальна організація громадських будинків і споруд на території рекультивованих кар'єрів (на прикладі Кривбасу) : дис. канд. арх. : 18.00.02. Полтава : Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2017. 226 с

Приз С.С студент 3-го курсу, група ОС-11

Вапнічна В.В к.т.н, доц.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ТЕХНОЛОГІЯ УЛАШТУВАННЯ ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ

Вступ: Основою будь-якої будівлі або споруди є фундамент. Так склалося, що людство в ході свого розвитку обирало різні основи для своїх конструкцій. Пальові фундаменти не є виключенням. Пальовий фундамент - це конструкція, яка складається з групи паль, які забиваються або буряться в ґрунт і з'єднуються між собою ростверком. Такий фундамент використовується для передачі навантаження від будівлі на тверді шари ґрунту, коли поверхневий шар є нестійким, рухливим або слабким. Історія пальових фундаментів сягає давніх часів. Вже у давньому Єгипті, Вавилоні, Китаї та Римі використовували дерев'яні палі для будівництва на болотистих або піщаних ґрунтах. У середньовічній Європі пальові фундаменти застосовувалися для спорудження мостів, храмів, замків та міст. Одним з найвідоміших прикладів пальового фундаменту є Венеція — місто, побудоване на тисячах дерев'яних паль, які збереглися від гнилі завдяки відсутності кисню в воді. У XVIII столітті почали використовувати кам'яні та цегляні палі, а у XIX столітті — залізні та залізобетонні. У XX столітті розвинулися нові технології буріння, забивання та закручування палів, а також нові матеріали, такі як пластик, склопластик та композити.

Технологія улаштування: Існує декілька типів пальових фундаментів: забивні, гвинтові, буронабивні (буроін'єкційні). Окрема увага буде приділятися саме технології улаштування буроін'єкційних паль.

Кількість паль у фундаменті виходить з умови максимального використання міцності їх матеріалу при розрахунковому навантаженні, що допускається на палю за властивостями ґрунтової основи, з врахуванням допустимих перевантажень крайніх паль у фундаменті [1]. Порядок будівництва бурових паль вибирають так, щоб уникнути руйнування сусідніх паль [2].

Вибір конструкції і розмірів паль повинен здійснюватися з урахуванням значень і напряму дії навантажень на фундаменти (у тому числі технологічних навантажень), а також технології зведення споруди.

Палі в межах плану споруд рекомендується розташовувати (групувати) під несучими конструкціями. Кількість паль визначають в залежності від величини навантаження, що передають несучі конструкції, по відношенню до визначеного навантаження на палю за властивостями ґрунтової основи.

Тип ростверку для паль (окремо розташований стовпчастий, плитний, стрічковий або їх перехресна система) визначають в залежності від конструктивної системи споруди та властивостей ґрунтової основи [1].

Для улаштування буроін'єкційної палі частіше використовується метод безперервного виймання ґрунту, за якого рідина проходить вниз по центральній трубі бурильної колони і переміщує вийнятий ґрунт вгору в пальовій свердловині [2].

Після проведення досліджень пов'язаних з визначення типу ґрунтів та розміру палі, починається етап підготовки до виконання бурових робіт. На робочий майданчик доставляють бурову установку та набір шнеків необхідного діаметру для формування бурової колони, прокладається траса для подачі бетону, компоненти для приготування стабілізуючої речовини (наприклад, бентонітова суспензія), яка необхідна для підтримання стінок і промивання бурової свердловини під час виймання ґрунту [2]. Також на майданчик доставляється достатня кількість арматурних каркасів, які будуть занурюватись в готову свердловину.

Сам процес улаштування паль можна розділити на кілька етапів:

- підготовчий (зачистка та планування місцевості, підготовка стабілізуючої речовини);
- буріння (буріння свердловини необхідного діаметру на проектну глибину);
- бетонування (заповнення вільного простору свердловини бетоном);
- монтаж каркасу (арматурний каркас занурюють в бетонну суміш необхідної марки та залишають для набору міцності).

Під час підготовчого етапу за допомогою екскаватора робоча ділянка вирівнюється для легкого доступу в ході виконання основних технологічних задач, заміщується бентонітова суспензія. Завчасно проводиться демонтаж комунікацій (кабелі, труби, стовби тощо), якщо такі присутні. Під час буріння подача і швидкість обертання шнека повинні бути відрегульовані відповідно до характеру ґрунту з обмеженням виймання настільки, щоб: зберігалася бокова стабільність стінок свердловини, було мінімізоване надлишкове виймання ґрунту [2]. Після досягнення потрібної глибини шнек можна витягати зі свердловини лише за умови, що: оточуючий ґрунт стабілізується бетоном, який піднімається або оточуючий ґрунт залишається стабільним [2]. Загальними запобіжними засобами для стін свердловин є:

- обсадні труби (не використовується в буроін'єкційній свердловині);
- стабілізуюча рідина;

- наповнені ґрунтом витки шнека [2].

Свердловина повинна бути частково або повністю заповнена бетоном так, щоб утворився суцільний міцний монолітний ствол з повним необхідним поперечним перерізом і висотою [2]. В заповнену бетоном свердловину занурюється каркас (для з'єднань ланок арматурних каркасів можуть знадобитися додаткові кріплення (наприклад, затискачі або зварювання "прихоплення") [2].

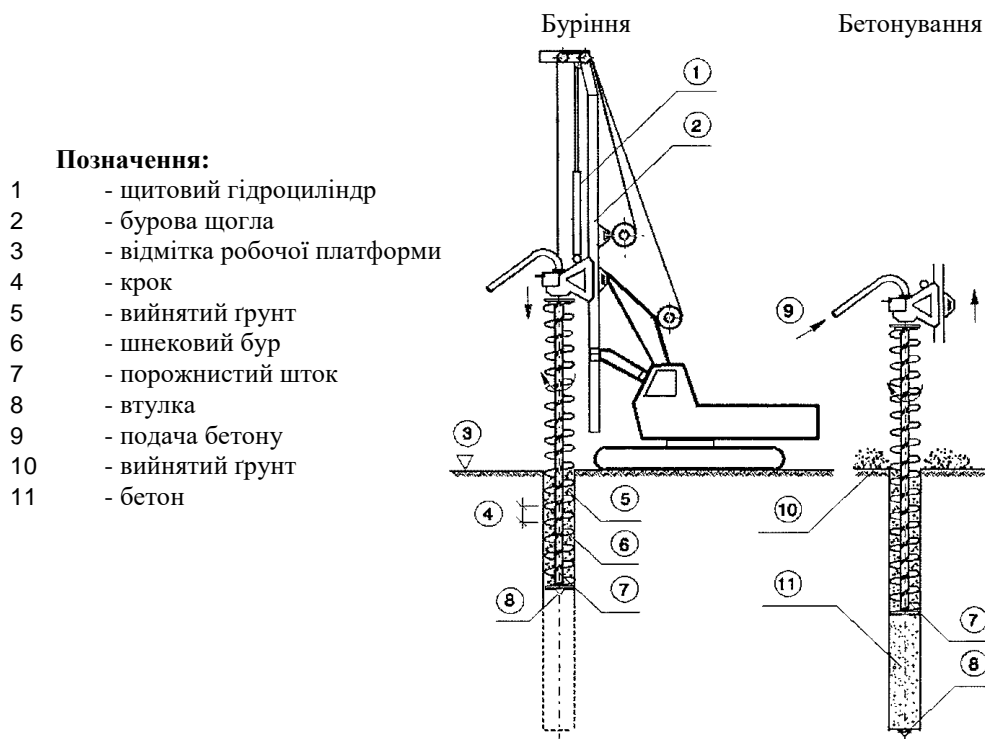


Рис. 1 Технологічний процес улаштування палі за допомогою шнекової бурової колони

Висновки: Пальові фундаменти — це ефективний спосіб забезпечення надійності та стійкості будівель на складних ґрунтах. Пальові фундаменти мають довгу історію використання та розвитку, яка почалася ще в давнину і триває до сьогодні. Пальові фундаменти можуть бути різноманітними за типом, матеріалом, технологією та конструкцією. Пальові фундаменти вимагають акуратного проектування, розрахунку, виконання та контролю, що базуються на наукових дослідженнях та практичному досвіді. Пальові фундаменти є важливою складовою сучасного будівництва, яка дозволяє реалізувати архітектурні ідеї та забезпечує безпеку людей.

Список літератури:

1. ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення"
2. ВИКОНАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ГЕОТЕХНІЧНИХ РОБІТ ПАЛІ БУРОВІ (EN 1536:2010, IDT) ДСТУ Б EN 1536:2015

Припотень Ю.К., к.т.н,

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

SWOT АНАЛІЗ ТИПІВ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ПРИ ВИБОРІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Зараз існує велика кількість пропозицій по різним способам обігріти своє помешкання. Для полегшення їх порівняння виконується багато аналітичних довідок та економічних розрахунків. В цій роботі зроблена спроба SWOT-аналізу різних способів обігрівання будівлі.

Матриця SWOT або SWOT-аналіз – це інструмент стратегічного планування, який допомагає компанії оцінити свої слабкі та сильні сторони, потенційні можливості, а також загрози, пов'язані з роботою, конкуренцією і плануванням проекту.

SWOT – це абревіатура, що складається із чотирьох елементів.

Сильні сторони (S): Сильні сторони – це внутрішні якості, які вигідно відрізняють даний спосіб від інших.

Слабкі сторони (W): Внутрішні елементи, які негативно впливають на процес.

Можливості (O): Це зовнішні елементи, які можуть бути використані для отримання конкурентної переваги. Поява нових технологій, зміна тенденцій на ринку або створення нових потенційних ринків для товару чи послуги – це все є прикладом можливостей.

Загрози (T): Зовнішні елементи, що підривають успішність організації, відомі як загрози. Конкуренція з боку існуючих або нових конкурентів, зміни правил, економічний спад або зміни у поведінці чи смаках споживачів – ось декілька прикладів загроз.

SWOT-аналіз газового настінного конденсаційного котла (до 30 кВт)

Сильні сторони	Слабкі сторони
Відносно нескладне встановлення, обладнання компактне	Нестабільна ціна газу
Відносно недороге обслуговування, великий вибір обслуговуючих організацій	Існує залежність від зовнішніх мереж
Котел працює у діапазоні 30-100% від навантаження	Необхідне щорічне обслуговування
Котел потребує відносно невелику додаткову площу	Котел займає певне місце в приміщенні або потребує окремого приміщення об'ємом 8 м ³
Високий к.к.д, можливості використання тепла від спалювання газу максимальні, до 108%	Котел потребує окремий димохід
Низька кількість викидів забруднюючих речовин	Котел продукує речовини, що забруднюють атмосферу
Можлива сумісна генерація гарячої води	Небезпека використання відкритого полум'я
Можливості	Загрози
Розвиток газовидобування, перехід на вітчизняні родовища, що приведе до зниження вартості газу	Вичерпання вітчизняних родовищ, різке підвищення ціни на газ
Розвиток альтернативних джерел отримання газу (біогаз), що приведе до зниження вартості газу	Відсутність електроенергії, котел енергозалежний
	Можливість аварійного відключення газу

SWOT-аналіз електричного котла

Сильні сторони	Слабкі сторони
Низька ціна обладнання та його монтажу	Висока ціна електроенергії
Просте встановлення, компактність обладнання	Висока залежність від зовнішніх мереж
Мінімальне обслуговування	Наявність мережі 380 В для підключення
Низька потреба в додаткових площах для встановлення	Необхідність в заземленні
Хороша робота котла у широкому діапазоні теплових навантажень	
Відсутність викидів забруднюючих речовин	

Секція № 2 Технології будівництва

Можливості	Загрози
Розвиток електричних мереж	Блекаут
Підвищення надійності електричних мереж	Раптове підвищення ціни на електроенергію
Широке впровадження альтернативної енергетики	Пошкодження внаслідок аварійних ситуацій в електромережах
Науковий прогрес у енергетиці щодо генерації та транспортування електроенергії	

SWOT-аналіз твердопаливного котла (дрова, пелети)

Сильні сторони	Слабкі сторони
Незалежність від зовнішніх мереж	Висока вартість обладнання, складність монтажу
Дешеве паливо	Необхідний постійний нагляд
Велика кількість виробників палива	Необхідне щорічне обслуговування
Є можливість спалювати органічне сміття	Котел потребує окремий димохід
Є можливість використати попіл як добриво	Котел потребує окреме приміщення
	Запас дров потребує окремий простір (навіс, сарай)
	Велика кількість викидів у атмосферу
	Низький к.к.д. обладнання
	Складності в регулюванні
	Небезпека використання відкритого полум'я
Можливості	Загрози
Пошук джерела дешевого палива, наприклад відходи від деревообробки	Зменшення кількості лісів, здорожчання палива
Розвиток енергетичних насаджень деревини	Введення екологічного податку для населення
Удосконалення конструкцій котлів	Розвиток енергетики, поява дешевого альтернативного джерела тепла, наприклад, електроенергії
Удосконалення автоматики регулювання	

Наведені матриці SWOT-аналізу можна застосовувати при проектуванні нового будівництва чи модернізації систем опалення у вже існуючих будівлях для прийняття рішень щодо вибору того чи іншого типу обладнання. Також слід брати до уваги регіональні фактори, розвиток інфраструктури, клімат тощо.

УДК 728.004.68

Прищепя Є.В., студент 2 курсу, група ПЦБ 2, ФГСПБ
Котенко В.В., к.т.н., доц. кафедра маркшейдерії
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ КАРКАСІВ У БАГАТОПОВЕРХОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

У результаті швидкого розвитку технологій та зростаючих екологічних вимог, пошук ефективних та екологічно безпечних рішень у будівельній сфері є важливим завданням. Один із варіантів що набуває все більшої популярності – це використання дерев'яних каркасів у висотних будівлях. Цей підхід об'єднує в собі естетичні, екологічні та технічні переваги, проте не позбавлений викликів, таких як пожежна безпека та стійкість до вологості. У цьому контексті, дослідження можливостей та обмежень використання дерев'яних конструкцій у висотних будівлях виявляється актуальною задачею, що вимагає комплексного підходу для досягнення збалансованих та стійких результатів.

Деревина – один з найдавніших будівельних матеріалів, який практично не змінив свою форму починаючи з найперших споруд. Завдяки своїм властивостям дерев'яні конструкції чинять опір основним механічним впливам, таким як: стиснення, вигин, розтягнення. Унікальні властивості цього природного матеріалу з розвитком технологій розкриваються всі в більшій мірі, на всіх престижних архітектурних конкурсах перемагають дерев'яні будівлі, а найбільш затребуваним матеріалом дизайнерів стає дерево завдяки його особливій виразності.

У сучасному будівництві присутні архітектурні конструкції з природного масиву і клеєної деревини. В обох випадках вже відпрацьовані системи, які засновані на використанні всіх властивостей деревини. З'являються розробки по заміні бетону на дерев'яні конструкції при будівництві багатоповерхових будинків і ідеї зведення бамбукових міст. У ході численних експериментів прийшли до висновку, що дерево прекрасно підходить для масштабних споруд, а замінивши загальноприйняті конструкційні матеріали деревом, можна заощадити до 15% бюджету будівництва

У даному науковому дослідженні розглядається потенціал дерев'яних каркасів у висотному будівництві, аналізуються переваги та виклики цього підходу, ідентифікуються можливі шляхи вдосконалення та забезпечення сталого розвитку будівельної галузі.

Переваги використання дерев'яних каркасів:

Екологічність. Дерево є природним ресурсом, який можна відновлювати. Використання дерева в будівництві допомагає зменшити тиск на невідновлювані ресурси, такі як сталь чи бетон.

Вуглецевий слід. Дерево вбирає діоксид вуглецю під час свого росту, що призводить до зменшення довгострокового вуглецевого сліду. Такий підхід може допомогти у зменшенні впливу будівельної галузі на зміну клімату, яка споживає до 16% світового випуску енергії лише при виготовленні бетону та сталі.

Зниження ваги будівлі: Дерев'яні конструкції мають меншу густину порівняно зі сталлю чи бетоном, що дозволяє зменшити вагу будівлі. Це може бути особливо корисно в висотному будівництві, де зменшення ваги сприяє покращенню стійкості та оптимізації фундаменту.

Енергозбереження. Деревина має високі показники термічного опору, що дозволяє зменшити енерговитрати на опалення чи охолодження будівлі. Це сприяє підвищенню енергоефективності та зменшенню витрат на комунальні послуги.

Вуглецевий сорбент: Окремі європейські вчені пропонують розглядати деревину і дерев'яні будинки як такі собі накопичувачі вуглецю. Під час росту дерево поглинає діоксид вуглецю, відділяє сам вуглець і зв'язує його у своїх тканинах. Ця біологічна властивість робить його ефективним інструментом у вуглецевому балансі та боротьбі зі зміною клімату.

Природний вигляд. Деревина та матеріали з неї надає будівлі природного та «теплого» вигляду, що може бути важливим для архітектурного дизайну. Естетичні якості дерев'яних конструкцій можуть приваблювати інвесторів та забезпечити позитивне сприйняття будівлі від користувачів та громадськості.

Недоліки використання дерев'яних каркасів:

Пожежна безпека. Деревина є горючим матеріалом, і це створює серйозні виклики для пожежної безпеки в будівлях. Для зменшення ризику пожежі можуть бути застосовані спеціальні вогнезахисні покриття та інші технічні заходи.

Волого- та біостійкість. Деревина легко абсорбує вологу, яка знижує фізичні показники деревини та при тривалому впливі може викликати пошкодження внаслідок дії грибків, плісняви та інших організмів. Для збереження стабільності та тривалості конструкцій потрібні заходи з захисту від вологості та біозахисні обробки.

Технічні обмеження. Використання дерев'яних конструкцій у висотному будівництві обмежене технічними характеристиками матеріалу. Це основний і вагомий недолік застосування деревини.

Вартість. Деякі види деревини можуть бути дорогими, особливо якщо вони відзначаються високою якістю та стійкістю. Крім того, доступність деяких видів деревини може бути обмеженою, що може впливати на їхню загальну вартість та використання.

Проте, не зважаючи на наведені недоліки за останні 20 років спорудження дерев'яних будинків набирає надзвичайної популярності. У Євросоюзі затверджена навіть програма будівництва багатоповерхових дерев'яних будинків. У таблиці 1 наведено дані по найбільшим у світі дерев'яним будинкам.

Будівля	Висота, м	Кількість поверхів	Розташування	Рік буд-ва	Примітки
Готель Ascent MKE	86,6	25	Мілуокі, США	2022	259 розкішних апартаментів, торговельні площі, басейн на горі, скляні стіни, що відкриваються, панорамна тераса.
Mjøstårnet	85,4	18	Брумундал, Норвегія	2019	Житловий будинок площею 11300 м ² з готелем, офісами, рестораном і приміщеннями загального користування, а також плавальний зал у сусідній прибудові першого поверху. Це приблизно 4700 м ² також побудована з дерева.
НоНо Tower	84,0	24	Відень, Австрія	2019	В будівлі розташовуються готель, ресторан, центр відпочинку та офіси. 76% усіх несівних конструкцій виконано з дерева.
Sara kulturhus	72,8	20	Шелефтео, Швеція	2021	За полярним колом. Майже повністю з дерев'яного масиву. Будівля містить художню галерею, театр, бібліотеку, музей та готель.
HAUT	73	22	Амстердам, Нідерланди	2021	Житловий будинок. Виготовлений з кросклеєних брусів та дерев'яних панелей.
36-52 Wellington Street	63	15	Мельбурн, Австралія	2023	Гібридна будівля з бетону та дерева
Tour Hupérion	57	17	Бродо, Франція	2021	Перший дерев'яний багатоповерховий будинок у Франції
Brock Commons Tallwood House	53	18	Ванкувер, Канада	2017	Гуртожиток в Університеті Британської Колумбії

І це лише частина з відомих будівель. Загалом, застосування дерев'яних конструкцій стає все більш популярним. На рис 1. Наведено тенденцію будівництва дерев'яних багатоповерхових будинків.

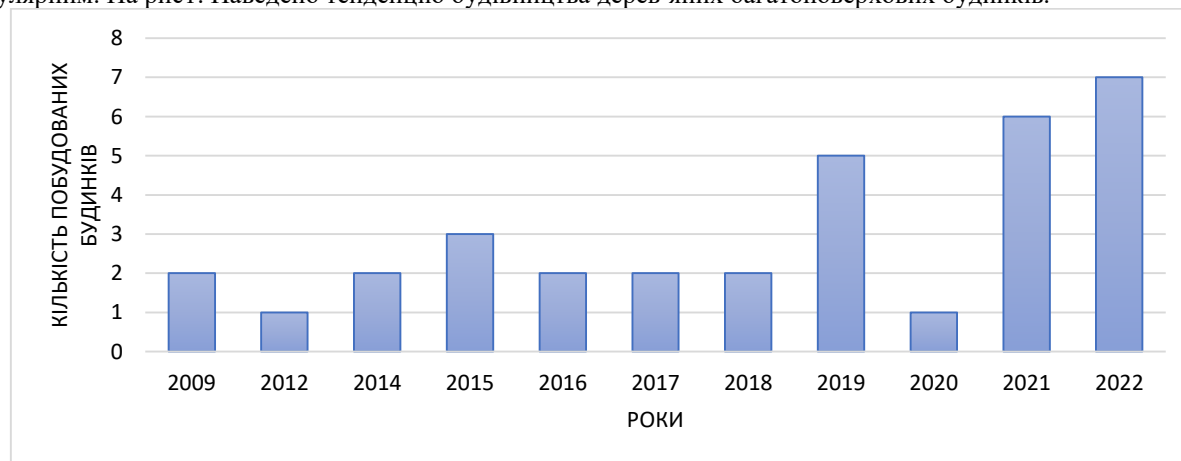


Рис. 1. Будівництво дерев'яних багатоповерхових будинків у світі по роках

Висновки

Дослідження потенціалу використання дерев'яних каркасів у висотних будівлях підтверджує, що цей підхід є перспективним, проте вимагає уважного управління викликами та врахування переваг.

Переваги включають екологічність та природність матеріалу, його легкість, енергоефективність, біологічну здатність до поглиблення вуглецю та естетичність. Ці фактори сприяють створенню сталого, ефективного та привабливого середовища для мешканців та користувачів будівель. Однак важливо враховувати виклики, такі як пожежна безпека, стійкість до вологи, технічні обмеження та економічні питання. Розв'язання цих проблем вимагає впровадження нових технологій, ретельного планування та співпраці між будівельними фахівцями, дослідниками та іншими зацікавленими сторонами.

Загалом, використання дерев'яних каркасів у висотному будівництві може стати важливим кроком у напрямку сталого та екологічно збалансованого будівництва, яке враховує потреби сучасного суспільства та природи. Попри виклики, цей підхід пропонує великий потенціал для подальшого розвитку та вдосконалення будівельної індустрії.

Список літератури:

2. Langenbach, Randolph. Better than Steel? The use of timber for large and tall buildings from Ancient Times until the Present. *Structures & Architecture*. Guimarães, Portugal. 2010.
3. Jack Rogers. Tallest Mass Timber Tower on West Coast Gets Twin. *GlobeSt*. 2022

УДК 504.05; 622

**Прищепя Є.В., студент 2 курсу, група ПЦБ-2,
Науковий керівник: Остафійчук Н.М., ст. викладач**
*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ГІРНИЧОВИДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ У ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Найбільша кількість розкривних порід і відходів збагачення пов'язані з видобуванням і переробкою вугілля й залізних руд. Розкривні породи займають значні обсяги, для їх складування необхідні великі площі земель, а поверхні відвалів піддаються водній і вітровій корозії, забруднюючи прилеглу територію. Задля зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та раціонального використання ресурсів побічні продукти гірничовидобувних підприємств доцільно застосовувати у виготовленні будівельних матеріалів.

Можливості застосування горілих порід та відходів збагачення вугілля у виробництві будівельних матеріалів дуже різноманітні. Горілі породи можуть використовуватись в якості гідралічних добавок у в'язучих матеріалах вапняно-пуцоланового типу, портландцементі, пуцолановому портландцементі та автоклавних матеріалах і полімерних композиціях. Також їх успішно можна застосовувати у виробництві жаростійких бетонів і пористих заповнювачів. Відходи вуглезбагачення переважно використовуються у виробництві стінових керамічних матеріалів та пористих заповнювачів. За хімічним складом ці відходи близькі до глинистої сировини. Шкідливою домішкою в них зазвичай є сірка, що міститься в сульфатних та сульфідних сполуках [1].

На залізорудних підприємствах країни обсяг пустих порід сягає 400 млн м³, а відходи після збагачення руди становлять понад 200 млн т. Непридатні для збагачення залізісті кварцити та інші скельні породи можна застосовувати як крупний заповнювач для важкого бетону, а також баластний матеріал для будівництва залізничних шляхів.

Залізо-кварцитовий щебінь відповідає ДСТУ Б В.2.7-75-98 Щебінь і гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови. Він може бути використаний: при відсіпанні фундаментів під час будівництва та ремонту автомобільних доріг; як баластний шар залізничних колій та автомобільних доріг, верхніх шарів дорожнього покриття; в якості заповнювача для бетонних сумішей усіх марок; при зведенні фундаментів, стін, будівель та споруд; як заповнювач при зведенні бетонних та масивних залізобетонних споруд; для будівництва декоративного фундаменту, огорож, фонтанів; для мощення тротуарів, вулиць, площ; для очищення води в промислових та побутових фільтрах. Слід зазначити, що в західних країнах щебінь кварцитовий традиційно використовується при будівництві аеропортів [2, 3].

Кварцово-залізістий пісок складається з частинок розміром 0,14-0,63 мм. Наявність у складі цих відходів великої кількості сполук заліза зумовлює їх більшу щільність, ніж природного піску. Використання кварцово-залізістих пісків в якості дрібного заповнювача збільшує середню щільність піщаного бетону на 100-250 кг/м³, а звичайного – на 50-100 кг/м³ [3].

При видобуванні блочного і пиляного каменю, переробці на щебінь гірських порід, виробництві вапна утворюються відходи у вигляді негабариту, відсіву, кам'яного борошна. Основна маса негабариту придатна для переробки на щебінь, причому експлуатаційні витрати на отримання щебеню з відходів у 2-2,5 рази нижчі, ніж у спеціалізованих кар'єрах. Найбільш масовими відходами при виробництві щебеню є відсів, які з вивержених порід сягають 25%, а з осадових – 45% від обсягу гірничої маси, що переробляється. Даний тип відходів можна використовувати для укладання бруківки і тротуарної плитки, будівництва парковок та різних виробничих майданчиків, прокладання тимчасових та ґрунтових доріг, для облаштування під'їзних доріг. Кам'яне борошно успішно використовують в якості заповнювачів дрібнозернистих бетонів і виготовлення мозаїчних виробів.

Отже, використовуючи відходи гірничовидобувної галузі у виробництві будівельних матеріалів можна не лише досягти певного економічного ефекту але й знизити техногенне навантаження на навколишнє середовище і заощадити природні ресурси.

Список літератури:

1. Дворкін Л.Й., Мироненко А.В. Будівельні матеріали та вироби із застосуванням промислових відходів. Рівне: НУВГП, 2019. 298 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-71-98 Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань (ГОСТ 8269.0-97). З поправкою.
3. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Щебінь і гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.

Прохоров Н.І., студент 2 курсу, група ПЦБ 2

Байда Д. М., к.т.н.

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

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ СУПРОВІД ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ СИСТЕМИ МЕМБРАНИ ELIMINATOR, ЩО НАНОСИТЬСЯ МЕТОДОМ РОЗПИЛЮВАННЯ, ПІД ЧАС КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ МОСТА ЧЕРЕЗ РІЧКУ СІБ НА КМ 484+370 АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ М-12 (М. ГАЙСИН ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Під час розробки робочого проекту з капітального ремонту мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги М-12 [1], який був розроблений фахівцями фірми ТОВ «Гервін Проект» було застосовано ряд сучасних матеріалів та рішень, що в достатній мірі не обґрунтовані чинними нормативними документами. Одним із таких рішень було влаштування гідроізоляції проїзної частини та гідроізоляційного покриття тротуарної частини прогонової будови із застосуванням системи мембрани Eliminator, що наноситься методом розпилювання.

Гідроізоляція Eliminator являє собою гідроізоляційну систему монолітної плити прогонової будови на основі смол з метилметакрилату, яка влаштовується методом розпилювання. Система Eliminator розроблена фірмою Stirling Lloyd (Великобританія), яка має досвід постійного удосконалення і супроводу цієї системи з 1974 року. Ця система була апробована на багатьох всесвітньо відомих мостах і характеризується такими основними перевагами в порівнянні з іншими видами гідроізоляції:

- підвищена довговічність, надійність і мінімальні експлуатаційні витрати;
- короткі строки влаштування (до 2000 м² за день) завдяки застосуванню спеціально розробленого обладнання;
- витримує вплив температури до 250 °С в умовах укладання гарячого дорожнього покриття;
- високий рівень адгезії до матеріалів основи та дорожнього покриття.

Система гідроізоляційної мембрани Eliminator для гідроізоляції плити проїзної частини включає такі шари [2]:

1) ґрунтувальний шар PAR 1 Primer (витрата 0,30-0,35 кг/м² в залежності від стану поверхні), що забезпечує для бетонних поверхонь закриття пор і технологічних тріщин, адгезію еластомірного шару мембрани до основи, обезпилювання;

2) гідроізоляційний еластомірний шар Eliminator РТА (наноситься в 2 шари з загальною витратою 2,8 кг/м²) середньою товщиною в сухому стані 2,0 мм, який забезпечує водонепроникність по всій ізольованій поверхні;

3) термклеючий зчеплюючий шар Bond Coat 3 (витрата 0,6 кг/м²), який активується під час нагрівання і забезпечує адгезію еластомірного шару Eliminator РТА до асфальтобетонного покриття мостового полотна.



Рисунок 1 – Нанесення методом розпилювання еластомірного шару Eliminator РТА гідроізоляційної мембрани Eliminator

Система гідроізоляційного покриття Eliminator для тротуарної частини включає такі шари [2]:

1) ґрунтувальний шар PAR 1 Primer (витрата 0,30-0,35 кг/м² в залежності від стану поверхні), що забезпечує для бетонних поверхонь закриття пор і технологічних тріщин, адгезію еластомірного шару мембрани до основи, обезпилювання;

2) гідроізоляційний еластомірний шар Eliminator РТА (наноситься в 2 шари з загальною витратою 2,8 кг/м²) середньою товщиною в сухому стані 2,0 мм, який забезпечує водонепроникність по всій ізольованій поверхні;

3) верхній антиковзний шар покриття Safetrack® SC (витрата 2,5 кг/м²) з абразивною посипкою базальтовим піском фракції 0,63-1,8 мм, який забезпечує створення стійкого до ультрафіолетових променів, до стираності та впливу хімічно агресивних речовин на покриття.

В конструкціях гідроізоляції проїзної частини та тротуарного покриття перші два шари є спільними для двох конструкцій. Ці шари забезпечують водонепроникність плити проїзної частини і їх умовно можна розглядати як гідроізоляційну мембрану системи Eliminator.

У зв'язку з відсутністю достатніх нормативних рекомендацій з влаштування гідроізоляції методом розпилювання, а також через обмежений досвід застосування цього типу гідроізоляції для мостових споруд в Україні під час капітального ремонту мосту був проведений науково-технічний нагляд за роботами з влаштування гідроізоляції системи Eliminator згідно з вимогами ДБН В. 1.2-5:2007 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів» [3].

Під час науково-технічного нагляду влаштування гідроізоляції системи Eliminator були проведені такі роботи [4]:

- розробка технічні рекомендації з влаштування гідроізоляції системи Eliminator з врахуванням чинних вимог ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016 [5], ДСТУ 8904:2019 [6] та наданих технічних рекомендацій виконавця робіт [2];

- вибірковий контроль якості влаштування гідроізоляції та гідроізоляційного покриття на будівельному майданчику;

- вибірковий лабораторний контроль якості гідроізоляції та гідроізоляційного покриття із застосуванням системи Eliminator.

Розроблені рекомендації з влаштування гідроізоляції системи Eliminator, які під час будівництва дозволили забезпечити високий технологічний рівень виконання робіт та підвищені вимоги до якості влаштування гідроізоляції монолітної плити підсилення прогонової будови мосту.

Проведений контроль якості влаштування гідроізоляції та гідроізоляційного покриття на будівельному майданчику показав, що всі технологічні операції виконуються у відповідності до технологічних карт і вимог постачальника гідроізоляційних вимог ТОВ «Гідромембрана», здійснюються з дотриманням вимог проекту і розроблених рекомендацій.

Вибірковий лабораторний контроль якості гідроізоляції та гідроізоляційного покриття із застосуванням системи Eliminator підтвердив її високі якісні характеристики, що відповідають вимогам чинних норм та заявленим параметрам виробника гідроізоляційних матеріалів фірми Stirling Lloyd (Великобританія).

Список літератури:

1. Капітальний ремонт мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги М-12 Стрий-Тернопіль-Кропивницький-Знам'янка (через Вінницю) в межах Вінницької області: Робочий проект. Шифр 45/18 / ТОВ «СОЮЗТРАНСПРОЕКТ». Київ, 2018. Т. 1-7.

2. Типова операційно-технологічна карта на виконання робіт з підготовки бетонної поверхні та нанесення гідроізоляційної мембрани «Eliminator» на проїзну та тротуарну частини під укладання асфальтобетону. ТОВ «Гідромембрана». 2020. – 32 с.

3. ДБН В. 1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. [Чинний з 01.01.2008 р.]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 16 с.

4. Звіт про надання послуг за договором від 17.07.2020 № В.40-07-20. Науково-технічний супровід на стадії будівництва по об'єкту «Капітальний ремонт мосту через річку Сіб на км 484+370 автомобільної дороги М-12 Стрий-Тернопіль-Кропивницький-Знам'янка (через Вінницю) в межах Вінницької області» / ТОВ «Гервін Проект». Вінниця. 2020. Т. 2.

5. ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016. Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2016. – 88 с.

6. ДСТУ 8904:2019. Настанова з улаштування гідроізоляції проїзної частини автодорожніх мостів. [Чинний від 2020-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2020.

Савченко А.С., студентка 2 курсу, група ОС-21, НН ІЕЕ
 Науковий керівник: Вапнічна В.В., к.т.н., доцент
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ У СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ

Японія, Індонезія, Непал, Чілі, Італія, Туреччина, США (Каліфорнія) - це лише декілька прикладів країн, які мали трагічні наслідки через сейсмічну активність, це: землетруси (по шкалі від 1 до 12), виверження вулканів, зсув ґрунту. Наслідки цієї діяльності впливають на кожну сферу життя людини: виникнення цунамі (якщо епіцентр землетрусу підводний), зруйновані будинки, пошкодження електросистеми, порушення рівня ґрунтових вод, вплив на екосистему, людські втрати та травми, які мають психічні та соціальні наслідки. З кожною такою трагедією приходиться усвідомлення необхідності вдосконалення засобів попередження та уникнення катастроф. Багато людських життів забирає саме руйнування різноманітних будівель: звичайні будинки, багатоповерхівки, заводи, фабрики. Тому надійним способом уникнути людських травм та втрат є сейсмостійке будівництво.

Сейсмостійке будівництво - це комплекс заходів спрямованих на підсилення міцності та стійкості споруд. До зведення будівель і споруд у сейсмічних районах висуваються особливі вимоги, які викладені у державних будівельних нормах (ДБН В.1.1-12 2014 «Будівництво у сейсмічних районах України») [1]. Спеціальні технології, матеріали та інженерні рішення роблять все можливе для цієї задачі. Так, наприклад, конструкції у формі кола чи квадрата є більш стійкішими до сейсмічної активності. Тому, в сейсмічних зонах не рекомендується будувати будівлі великої протяжності по довгій осі. При відсутності такої можливості застосовуються антисейсмічні шви, ширину яких розраховують з урахуванням висоти будинків. В сейсмостійкому будівництві реалізують два напрямки: підвищення сейсмостійкості конструкції надземної частини будівель та захист їх від сейсмічних впливів за допомогою сейсмоізоляторів (рис. 1).

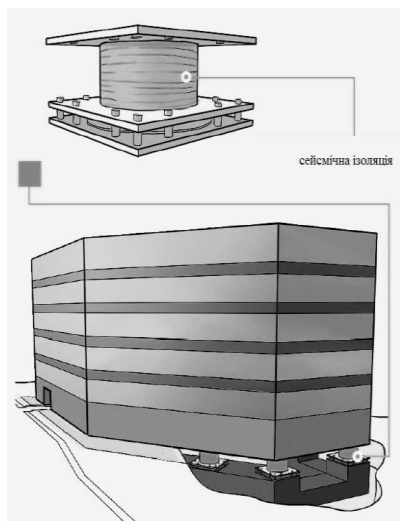


Рис. 1. Сейсмічна ізоляція споруди

На початку будівництва наявний ряд критеріїв: територія обрана на основі карт мікросейсморайонування та детального сейсморайонування, міцність ґрунтів, несуча здатність, наявність та глибина залягання ґрунтових вод [2, с. 255]. Після вибору території та підготовки до будівництва слід врахувати особливості закладання надійного фундаменту: його глибина має бути досить високою, розміщені на податливих прошарках або спеціальних субстанціях, що замінюють слабкі ґрунти, для забезпечення однорідності і міцності ґрунтової основи. Стрічкові збірні фундаменти закладають на одній відмітці та роблять неперервними (рис. 2). Ростверк пального фундаменту (рис. 3) роблять низьким, заглибленим у ґрунт [3, с. 104].

Такі фундаменти варто робити суцільними, внаслідок чого збільшується їх здатність поглибити та розподілити енергію, вироблену землетрусом, що сприяє зменшенню вібрацій та руйнувань у будівлі. Фундаменти можна анкерувати до спеціальних сейсмічних ізоляторів. Таке анкерування можна здійснити за допомогою: металевих стержнів, анкерів металевих, гвинтових, залізобетонних, дерев'яних, полімерних.

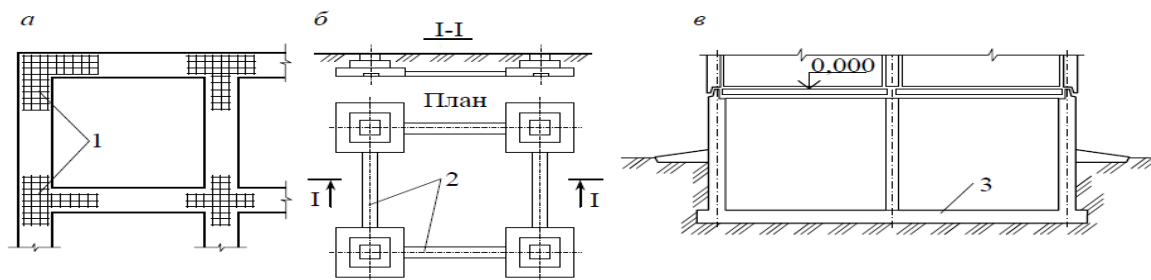


Рис. 2. Конструкції фундаментів при сейсмічних впливах: а – план стрічкового фундаменту; б – план і розріз стовпчастих фундаментів; в – підвальна частина будинку з плитним фундаментом; 1 – арматурні сітки; 2 – фундаментні балки; 3 – плита з монолітного залізобетону

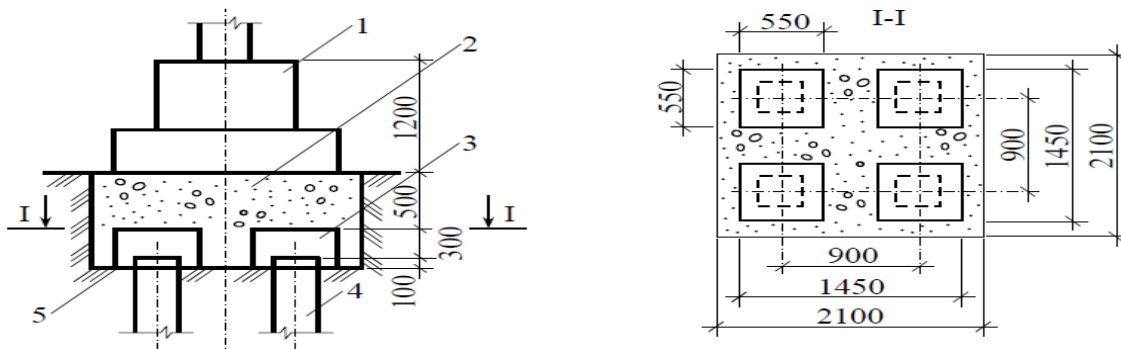


Рис. 3. Пальовий фундамент із проміжною подушкою: 1 – фундаментний блок; 2 – проміжна подушка; 3 – залізобетонний оголовок; 4 – залізобетонна паля; 5 – дно котловану

Для подальшого будівництва можна підібрати такий матеріал як автоклавні газобетони (ААС), які забезпечать міцність та деформаційну здатність каркасу будівлі. В Техаському університеті, в Остіні відбулася перевірка таких матеріалів, і на базі отриманих даних вчені розробили підходи до проектування та рівняння для стін кладки з ААС, виготовлених з вертикально орієнтованих панелей, для розтріскування при згині, розтріскування при зсуві перетинки, пластичності при згині та номінальній міцності на згин [4]. Ці дослідження відкривають нові можливості для покращення сейсмостійкості будівель та підвищення їхньої стійкості до сейсмічних впливів. Доцільно також використовувати як основу металеві каркаси, оскільки вони складаються відповідно до принципу структури, схожої на стільникову, і виявляється надзвичайно стійкими і міцними. Металокаркасні будинки та їх міцність поєднується з певною еластичністю, що дозволяє таким будинкам бути сейсмічно стійкими і дуже довговічними [5]. Для сейсмічного будівництва розглядають з точки зору дизайну та матеріалів, які використовуються для нього, з метою забезпечення стійкості та безпеки під час землетрусу. Тобто, спроектувати дах так, щоб він міг гнутися та деформуватися без серйозного пошкодження, і зміг забезпечити додаткову стійкість. Це може включати в себе використання гнучких матеріалів або конструкцій, які дозволяють деформацію під впливом землетрусу. Важливо не забувати, щоб якою стійкою не була будівля є ризик, що при її порушенні або частковому руйнуванні під час сейсмічної активності надалі варто буде перевірити її на придатність і відсутність подальших ризиків, оскільки при руйнуванні будівлі відбувається перерозподіл навантаження на залишки конструкції, що може призвести до неочікуваного обвалу. Для попередження таких наслідків варто використовувати підкоси або розпірки.

У висновку можна зазначити, що будівництво сейсмостійких будівель – це необхідний та важливий етап в розвитку інфраструктури, особливо в регіонах, які піддаються сейсмічній активності. Застосування спеціальних технік, матеріалів та інженерних рішень в сейсмостійкому будівництві дозволяє зменшити ризик людських жертв та майнових втрат у разі землетрусу. Підкреслення важливості наукових досліджень та технологічних інновацій у цій області свідчить про постійний розвиток та вдосконалення методів сейсмостійкого будівництва. Наша здатність адаптувати та впроваджувати нові підходи й технології, які є ключовими чинниками у збереженні життєважливих інфраструктурних об'єктів і гарантують стабільність суспільства у сейсмічно активних регіонах.

Список літератури:

1. ДБН В.1.1-12 2014 «Будівництво у сейсмічних районах України»
2. Інженерна геологія з основами геотехніки: Підручник / В.Г. Суярко та ін. - Харків, 2019. 278 с. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/302315c9-835b-4489-8401-5baa68b82a09/content> (дата звернення: 17.11.2023).
3. Едісон Г.П. Конструктивні заходи підвищення сейсмостійкості багатоповерхових житлово-громадських каркасно-монолітних будівель. С. 104. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/25721/99-111.pdf?sequence=1> (дата звернення: 17.11.2023).
4. Pinar Usta, Ahmet Evci. Using Reinforced AAC Panels to Against Earthquake Loads. 23 October 2019. 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/352351065_Using_Reinforced_AAC_Panels_to_Against_Earthquake_Loads (date of access: 17.11.2023).
5. Рыбачко О. Переваги використання металевих каркасів для сейсмостійких будинків та споруд. Тернопіль. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/9595/2/Conf_2011v1_Rybachok_O_I-Perevahy_vykorystannia_metalevykh_130.pdf (дата звернення: 17.11.2023).

ЄВРОПЕЙСЬКІ СТУДІЇ В ГАЛУЗІ ГІРНИЦТВА ТА ЕКОЛОГІЇ

УДК 622

**Бугира В.О., студент 4-го курсу, група РР-50,
Махно А.М., аспірант**
*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ОРГАНІЗАЦІЇ ГІРНИЧИХ РОБІТ У
ВІДПОВІДНОСТІ ДО МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ**

З визначення організації технологічного процесу випливає, що основна задача організації відкритих гірничих робіт полягає в забезпеченні виконання планів виробництва шляхом розрахунку необхідної динаміки поточних параметрів і показників технологічних процесів для контрольних відрізків часу всередині інтервалів планування. Розрахунок необхідної динаміки поточних параметрів і показників технологічних процесів виконується на основі узгодження взаємодії технологічних операцій у складі процесів і процесів в складі їх комплексів.

Як уже зазначалося, по суті, організація є продовженням процесу планування всередині інтервалу планування, але розраховуються не планові, а поточні параметри і показники процесів із заданим часовим кроком.

Відповідно, задачами організації технологічних процесів відкритих гірничих робіт є розрахунок і просторово-часове узгодження поточних значень параметрів і показників:

1) технологічних операцій у складі процесів;

2) технологічних процесів по об'єктах гірничої технології:

– для видобувних і розкривних робіт:

– по виїмкових блокам;

– по горизонтах (кілька виїмкових блоків);

– по сукупності горизонтів (робоча зона);

– по сукупності робочих зон (кар'єр);

– для гірничо-капітальних робіт:

– по розкривній виробці;

– по кількох розкривних виробках;

– для гірничо-підготовчих робіт:

– по підготовчій виробці;

– по горизонту підготовки (кілька підготовчих виробок);

– для відвалоутворення і складування:

– по ділянках відвалоутворення і відвальних тупиках;

– по перевантажувальним пунктах (складам);

3) процесів транспортування, що взаємодіють з процесами декількох об'єктів гірничої технології різних видів.

Аналогічно системі планування технологічних процесів, що утворюється множиною узгоджених часткових задач планування, із множини узгоджених часткових задач організації теж повинна синтезуватися система організації технологічних процесів.

Загальні принципи організації технологічних процесів:

– максимальна економія робочого часу, матеріальних, енергетичних та інших ресурсів;

– постійне приведення рівня організації у відповідність до зміни техніки і технологічних схем.

Крім того, з визначення організації як "планування" поточних параметрів слідує, що для неї дійсні ті самі технологічні принципи, але тільки у відповідному формулюванні:

– принцип узгодження організації гірничих робіт на суміжних робочих уступах;

– принцип динамічності організації гірничих робіт;

– принцип узгодження організації зниження і посування гірничих робіт;

– принцип циклічності організації гірничих робіт.

Слід також мати на увазі, що термін "організація" має двояке тлумачення: організація як процес розрахунку і просторово-часової ув'язки поточних параметрів технологічних операцій (процесів) і як результат такого розрахунку і ув'язки. Сенс цього поняття в кожному конкретному випадку визначається за контекстом.

Організація задається у вигляді відповідних регламентуючих документів в текстовій і графічній формі. Основним таким документом є регламент кожного технологічного процесу, що включає, зокрема, і розділ організації. Цей розділ встановлює зміст організації технологічного процесу, а також розподіл функцій и

повноважень підрозділів, служб и персоналу при розробці и реалізації організації. Частина положень з організації технологічних процесів міститься і в заходах з техніки безпеки.

Документом, що безпосередньо і наглядно відображає деталізацію планових параметрів и показників (розраховані поточні параметри з просторово-часовою ув'язкою) є різні графіки організації.

Планограми задають організацію технологічних процесів (операцій) – просторово-часову ув'язку їх поточних параметрів в формі графіків переміщення робочого обладнання по конкретних об'єктах гірничої технології. Інша частина поточних параметрів визначається теж розрахунковим шляхом за відомим робочим переміщенням обладнання і відображає необхідні поточні обсяги робіт (в табличній або графічній формі), що забезпечують досягнення планових показників.

Планограми представляються двокоординатною сіткою: по вертикальній осі в певному масштабі відкладається характерний розмір конкретного об'єкта гірничої технології, щодо якого можна наочно показати переміщення обладнання, а по горизонтальній осі – тривалість прийнятого інтервалу і періоду планування (з розбивкою по змінам або додам, тижням (декадам) або місяцям). Приклад планограми відпрацювання виїмкової блоку скельних порід показаний на рис. 1.

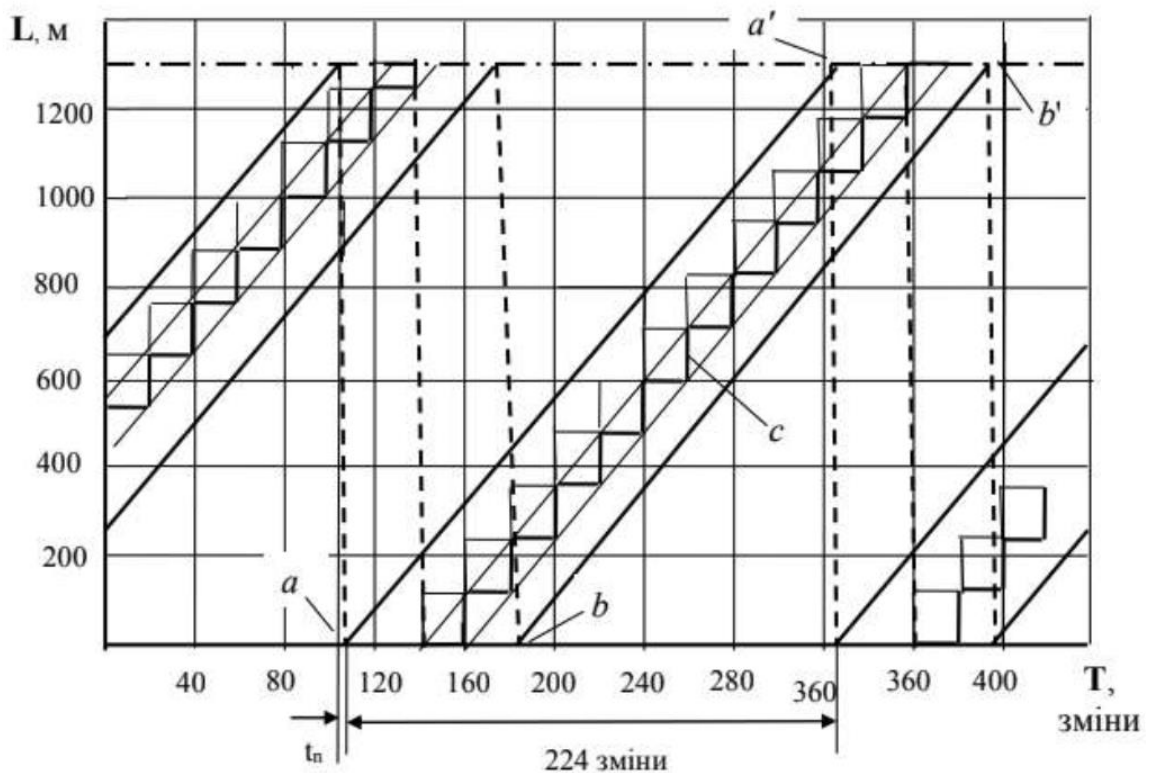


Рис. 1. Приклад планограми відпрацювання виїмкових блоків на двох суміжних розкривних уступах:
a-a', b-b' – графіки руху екскаваторів

Мережеві графіки (рис. 2), на відміну від лінійних, задають організацію великого комплексу взаємопов'язаних робіт. Застосовується спеціальний математичний апарат, що дозволяє встановлювати часові параметри робіт і критичний шлях для всього комплексу робіт.

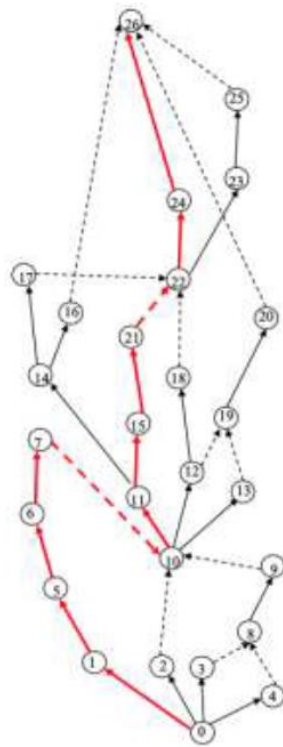


Рис. 2. Приклад мережевого графіка комплексу робіт

Контроль якості продукції на кар'єрах щебеневої сировини - це комплексний процес, який забезпечується виробничо-випробувальними лабораторіями. З метою вивчення організації та контролю якості необхідно розглянути основні функції, які вимоги виробничо-випробувальних лабораторій (ВВЛ) на гірничих підприємствах.

Головна функція - проведення випробувань продукції у відповідності з визнаною Сферою акредитації, а також, забезпечення розвитку та удосконалення системи випробувань, як одного з важливих елементів управління якістю продукції на підприємстві та організації і впровадження прогресивних методів контролю і оцінки якості продукції, проведення випробувань по фізико-механічних показниках.

ВВЛ проводить випробування щебеню, піску з відсівів дроблення та щебенево-піщаних сумішей з метою сертифікації продукції за погодженням з органом сертифікації. Також може виконувати окремі випробування продукції за домовленістю із замовником в Сфері акредитації, видаючи протокол результатів випробувань. ВВЛ надає методичну і практичну допомогу випробувальним лабораторіям підприємств з питань випробувань і сертифікації промислової продукції.

Основні функції ВВЛ полягають у: здійснює постійний контроль кожної партії сировини, призначеної для основного виробництва, забракована випробувальною лабораторією сировина не допускається у виробництво; оформляє документи, які засвідчують відповідність готової продукції установленим вимогам на основі результатів лабораторних випробувань; проводить облік претензій споживачів на продукцію з відхиленням від вимог нормативної документації; займається пошуками нових, більш сучасних методик лабораторного контролю; контролює стан лабораторного випробувального устаткування і роботу засобів вимірювальної техніки; веде облік засобів допоміжного обладнання та засобів вимірювальної техніки, слідкує за строками державної повірки, складає перелік калібрування ЗВТ, складає заявки на придбання засобів вимірювальної техніки і допоміжного обладнання (далі ЗВТ і ДО).

До діяльності виробничо-випробувальних лабораторій входить такий перелік прав:

- вказувати в рекламних матеріалах, у різних документах (в тому числі в тих, що містять у собі результати випробувань), що вона акредитована в НААУ відповідно до ISO\IEC;
- вимагати від посадових осіб підприємства усунення причин виникнення дефектів продукції через порушення технології виробництва;
- установлювати форму протоколу випробувань;
- укладати з іншими лабораторіями субпідрядні договори на проведення конкретних випробувань (в сфері акредитації) за умови, що ці лабораторії акредитовані в Системі на проведення цих самих випробувань;

- разом з органом з сертифікації визначати конкретні терміни проведення випробувань продукції, що сертифікується;

- Забороняти: випуск готової продукції, що не відповідає вимогам нормативних документів (НД) і умовам поставки; виготовлення нової продукції, якщо технологічна документація на неї не відповідає вимогам стандартів і технічних умов (ТУ), або відсутні умови для об'єктивної оцінки її якості; не використовувати неякісні засоби вимірювальної техніки та допоміжного обладнання, або тих, що не пройшли державну перевірку.

Виробнича випробувальна лабораторія відповідно до статусу зобов'язана:

- підтримувати відповідність вимогам ДСТУ ISO/IEC 1702:2017 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій»;

- забезпечувати достовірність, об'єктивність та точність результатів випробувань під час їх проведення;

- приймати на випробування тільки ті зразки, які ідентифіковані на відповідність технічній документації на них;

- заявляти про акредитацію тільки з тих випробувань, що входять до сфери акредитації ВВЛ;

- вести облік усіх претензій за результатами випробувань, які заявляються;

- не використовувати права ВВЛ після закінчення терміну дії атестату акредитації;

- своєчасно сплачувати витрати, пов'язані з проведенням інспекційного контролю.

Виробнича випробувальна лабораторія щодо Держстандарту України зобов'язана:

- забезпечувати доступ у відповідні приміщення для перевірки відповідності ВВЛ вимогам ДСТУ ISO/IEC 1702:2017 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій» та спостереження за виконанням робіт з випробувань, надавати можливість ознайомлення з результатами внутрішніх перевірок системи забезпечення якості випробувань або перевірок на якість проведення випробувань;

- брати участь у проведенні робіт із закордонного та (або) міжнародного визнання акредитованих лабораторій та (або) Системи в цілому;

- проводити випробування для перевірки технічної компетентності під час інспекційного контролю;

- надавати в разі необхідності та за погодженням із замовником зразки продукції, що випробовуються, для проведення їх порівняльних випробувань в інших лабораторіях;

- брати участь у міжлабораторних порівняльних випробуваннях;

- погоджувати з Держстандартом України зміни в статусі, а також сповіщати його про зміни в структурі, технічній оснащеності, в стандартах та інших нормативних документах, що можуть вплинути на точність (невизначеність), об'єктивність та достовірність результатів випробувань або на сферу діяльності лабораторії, що визначена під час акредитації;

- надавати звіти про власну діяльність.

Виробнича випробувальна лабораторія щодо замовника зобов'язана: надавати заявнику можливість спостереження за випробуваннями, що проводяться для нього; додержуватися встановлених та (або) погоджених термінів проведення випробувань; сповіщати заявника щодо наміру доручити проведення частини випробувань іншій акредитованій лабораторії та проводити їх тільки за його згоди; забезпечувати конфіденційність інформації щодо результатів випробувань продукції.

У ВВЛ діють правила, що визначають порядок приймання, зберігання, повернення заявнику зразків виробів та продукції, що випробовуються. Виробнича випробувальна лабораторія в особі начальника лабораторії несе відповідальність за: вхідний контроль продукції згідно технологічного процесу, виконання обов'язків, покладених на лабораторію, а також правильне використання її прав, правильне та своєчасне оформлення документів, що підтверджує відповідність якості виготовленої продукції вимогам нормативної документації.

Використання тільки атестованого обладнання і засобів вимірювальної техніки, які пройшли державну атестацію та перевірку, та забезпечення правильної експлуатації засобів випробувань. Збереження цінностей, матеріалів з випробувань, зразків продукції, наданих для випробувань. Неповнота, неправильність, необ'єктивність, неточність, недостовірність, а також порушення конфіденційності проведених випробувань і збереження документації з випробувань. Не проведення випробувань продукції у встановлені терміни. Ведення обліку зберігання та використання НД.

Своєчасну підготовку та подання документів в органи з акредитації з метою розширення сфери акредитації чи для проведення повторної акредитації.

Недотримання правил техніки безпеки і протипожежної безпеки. Виконання випробувань, що не входять в «Сферу акредитації» та після закінчення терміну дії «Свідоцтва з акредитації».

Власюк О.В., студент 2-го курсу, група РР-50с,
Шамрай В.І., к.т.н., доц.

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

УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ КАМЕНЕОБРОБНИХ ТА КАМЕНЕДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ КРАЇН ЄС

Сучасна каменеобробна та будівельна галузь стикається з проблемою переробки та утилізації відходів. Ця проблема пов'язана не лише зі збільшенням обсягів будівництва, але й з відсутністю сучасних стандартів та відповідного законодавства, що регулює раціональне використання природних ресурсів та охорону навколишнього середовища. Поряд з цим проблемою є практика "самозахоронення" відходів на несанкціонованих звалищах, що призводить до забруднення навколишнього середовища [1].

У розвинених країнах (країни ЄС, США та Канада) поводження з відходами каменеобробки регулюється відповідним законодавством. Вартість переробки відходів каменеобробки значно нижча, ніж їх захоронення на полігонах. Крім того, кожне підприємство має план поводження з відходами.

Основними перешкодами на шляху до сталого управління відходами каменевидобування та каменеобробки в Україні є

— Відсутність сучасного законодавства щодо сталого управління відходами каменевидобування та каменеобробки.

— Відсутність економічних стимулів. Запаси природного каменю є достатніми для задоволення споживчого попиту в більшості регіонів України та відносно дешевими порівняно з вторинною сировиною. Відсутність субсидій та інших економічних стимулів для заохочення використання вторинної сировини призводить до вибору первинної продукції.

— Відсутність підзвітності. За словами чиновників, людські ресурси, виділені для правоохоронних органів на місцевому рівні, у більшості випадків є недостатніми. Штрафи невеликі і застосовуються рідко.

— Брак знань. Багато чиновників державного сектору не мають необхідних знань про конкретні правила використання перероблених відходів каменевидобутку та каменеобробки.

Розробка ретельного плану управління відходами має багато переваг для каменедобувних та каменеобробних підприємств. Нижче наведені приклади:

— Потенційний дохід: продаж твердих кам'яних відходів і шламу на ринку може генерувати нові джерела доходу для підприємства.

— Раціональне використання природних ресурсів: зменшення кількості матеріалу, що втрачається під час видобутку, дроблення та різання, підвищує ефективність роботи підприємства та збільшує кількість прибуткової продукції.

— Зменшення витрат на зберігання, транспортування та утилізацію: менше відходів зберігається і транспортується, що зменшує витрати на утилізацію відходів. Зменшуються витрати на утилізацію відходів на звалищах та транспортування.

— Покращення охорони здоров'я та безпеки: зменшення кількості пилу в повітрі. Здоровіша робоча сила призводить до зниження витрат на охорону здоров'я для роботодавців.

— Покращення репутації корпоративної соціальної відповідальності.

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

Таблиця 1

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

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

Крім того, Національний комітет стандартизації, метрології та сертифікації України розробив класифікатор відходів ДК 005-96, № 89 від 29 лютого 1996 року. Цей класифікатор містить інформацію про всі види відходів, що утворюються в різних галузях промисловості, і використовується для

порівняльного аналізу європейської статистики всіх видів економічної діяльності, включаючи європейську статистику виробництва, статистику сільськогосподарського сектору, статистику послуг, а також для порівняльного аналізу послуг, пов'язаних з відходами, на міжгалузевому, національному та міжнародному рівнях. Створено нормативно-правову базу для порівняльного аналізу структури та обсягів утворення [3].

В ЄС управління відходами регулюється Директивою 2008/98/ЄС, яка визначає основні поняття та визначення, пов'язані з управлінням відходами, включаючи визначення відходів, їх переробку та утилізацію. Директива пояснює, коли відходи перестають бути відходами і стають вторинною сировиною (так звані "критерії відходів") і як розрізняти відходи та побічні продукти.

Побічні продукти - це продукти, що утворюються в результаті певного технічного процесу виробництва відповідного продукту. Вони можуть вважатися або відходами, або побічними продуктами, що використовуються у виробництві інших продуктів і повинні відповідати таким умовам

— подальше використання продукту гарантоване;

— продукт може бути використаний негайно без подальшої обробки, окрім як відповідно до типової виробничої практики; та

— продукт використовується як невід'ємна частина виробничого процесу; — продукт використовується як невід'ємна частина виробничого процесу

— є законним для подальшого використання, тобто продукт відповідає екологічним та медичним вимогам для його конкретного використання і не спричиняє загального негативного впливу на навколишнє середовище або здоров'я людини, забезпечуючи виробництво всіх відповідних продуктів.

Директива ЄС встановлює основні принципи управління відходами, передбачаючи, що відходи повинні управлятися без загрози для здоров'я людей і без шкоди для навколишнього середовища, зокрема, без створення небезпеки для води, повітря, землі, флори і фауни, без створення шкідливого впливу шуму або запаху і без негативного впливу на сільську місцевість або об'єкти, що становлять особливий інтерес. Це передбачає, що вони повинні [4].

На відміну від українського законодавства "про відходи", Директива ЄС має ієрархію обов'язкових етапів запобігання утворенню відходів та поводження з ними, яка викладена у статті 4 (рис. 1).

Таким чином, виходячи з аналізу законодавства про відходи в Україні та ЄС, важливою відмінністю є відсутність стандартів щодо відходів як вторинної сировини, які б дозволили відрізнити побічні продукти (супутні продукти) від відходів.

Стратегія управління відходами при видобутку та обробці каменю складається з таких основних етапів

1. Запобігання утворенню відходів на каменеобробних та каменедобувних підприємствах складається з:

— Використання економічних методів при видобутку та обробці каменю: при видобутку - використання канатного різання та інших методів як альтернативи бурінню та вибуховим роботам; при обробці - використання обладнання з низьким рівнем дрібноти та пилоутворення; використання грохотів з відповідним розміром вічок для просіювання; при обробці - використання канатного різання та інших методів як альтернативи бурінню та вибуховим роботам. При обробці використовувати пилки з тонкими ріжучими сегментами для зменшення ширини розпилу.

— Правильна організація роботи каменеобробних і каменедобувних підприємств: при видобутку - точна оцінка запасів каменю для максимізації ефективності буріння; визначення раціонального напрямку фронтів видобутку; при обробці - використання відповідних робочих параметрів для зниження витрат інструменту і рівня пилу; калібрування зносу інструменту і калібрування зносу інструменту та управління ним; подача води в необхідних кількостях, оскільки зношені інструменти можуть генерувати надмірний пил.

2. розробити плани управління відходами для каменеобробних та кар'єрних підприємств.

Відповідно до Європейського закону про циркулярну економіку, місцеві органи влади повинні видавати плани управління відходами для підприємств. У контексті європейської інтеграції України, в рамках належного поводження з відходами, розробку планів управління відходами слід передати підприємствам, які мають найбільш досвідчених фахівців у цій сфері. Однак, план управління відходами повинен включати наступні пункти

— цілі обробки та утилізації відходів, підготовка до повторного використання та переробки, а також захоронення відходів;

— Поточна ситуація у сфері поводження з відходами (обсяг відходів, що обліковуються на балансі підприємства, обсяг відходів за видами, що утворюються на підприємстві відповідно до українського класифікатора відходів ДК 005-96).

— Заходи, необхідні для покращення поводження з відходами та їх утилізації, включаючи оцінку здатності досягти встановлених цілей;

— необхідні заходи, включаючи зменшення кількості небезпечних речовин, що утворюються в результаті зберігання, переробки та утилізації відходів.

3. визначення операцій поводження з відходами каменеобробних та каменедобувних підприємств означає визначення фізико-хімічних характеристик відходів каменедобувного та каменеобробного виробництва та визначення напрямів їх використання або видалення.

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

Таблиця 2

Напрямки використання різних типів відходів каменедобувного та каменеобробного виробництва

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

Отже, аналіз законодавства України та ЄС про відходи виявляє основні недоліки. Це відсутність стандартів щодо відходів як вторинної сировини (побічних продуктів), які б дозволили розмежувати побічні продукти та відходи.

Запропоновано наступну стратегію поводження з відходами у каменевидавувній та каменеобробній галузях: 1) запобігання утворенню відходів; 2) розробка планів поводження з відходами для підприємств; 3) визначення операцій з переробки відходів.

Список літератури:

1. EC-European Commission. "Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste." Official Journal of the European Union L 312, no. 13 (2008): 22-11.
2. Terrones-Saeta, J.M.; Suárez-Macías, J.; Corpas-Iglesias, F.A.; Korobiichuk, V.; Shamrai, V. Development of Ceramic Materials for the Manufacture of Bricks with Stone Cutting Sludge From Granite. *Minerals* 2020, 10, 621.
3. Kotsiuba I., Herasymchuk O., Shamrai V., Lukianova V., Anpilova Y., Rybak O., Lefter I. A Strategic Analysis of the Prerequisites for the Implementation of Waste Management at the Regional Level. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24(1). P. 55-66.
4. Korobiichuk I., Shamray V., Korobiichuk V., Kryvoruchko A., Iskov S. Dose Measurement of Flocculants in Water Treatment of Stone Processing Plants. In: Szewczyk R., Zieliński C., Kaliczynska M. (eds) *Automation 2021: Recent Achievements in Automation, Robotics and Measurement Techniques*. AUTOMATION 2021. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer, Cham. 2021. Vol. 1390. P. 387-394. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74893-7_34
5. Khrutba V., Morozova T., Kotsiuba I., Shamrai V. Simulation Modeling for Predicting the Formation of Municipal Waste. In: Shkarlet S., Morozov A., Palagin A. (eds) *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020)*. MODS 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1265. Springer, Cham. 2021. P. 24–35. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_3
6. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Темченко А.Г., Махно А.М., Ігнатюк Р.М. Дослідження якісних властивостей відходів каменевидавування 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)

Ковбасюк Т.А., студент 4-го курсу, група РР-50,

Кириленко Н.П., асистент

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

ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЩЕБЕНЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА СТАНДАРТОМ ISO 9001:2015 В РАМКАХ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ З ЄС

Запровадження системи менеджменту якості у відповідності до системи ISO9001:2015 складається з двох частин: організаційної і технологічної. Організаційна складова полягає у створенні лабораторії якості на підприємстві. Технологічна складова процесу розроблена на основі принципів мережних графіків.

Ключова відмінність базового поняття контролю якості процесів видобування гірської маси на кар'єрах від контролю якості у відповідності до стандарту ISO 9001:2015 полягає у цілях, які повинні бути досягнуті в кінцевому підсумку. Контроль якості у відповідності до принципів на вимог системи ISO передбачає також застосування таких підходів які спроможні не тільки досягати певного рівня якості, але і забезпечувати її протягом тривалого терміну. Робота підприємства у відповідності до цих міжнародних стандартів лежить в двох площинах: організаційній та технологічній.

Перший ключовий пункт методики впровадження менеджменту якості згідно системи ISO9001:2015, це встановлення техніко-економічних чинників які будуть виправданими для того чи іншого підприємства.

Ключовим і головним критерієм є експортна спроможність підприємства яка визначається трьома чинниками (рис. 1.): запаси і виробнича потужність, логістична спроможність та технологічна складова. На даному етапі ключовими є саме перших дві, оскільки при їх недотриманні економічної доцільності здійснення подальшої сертифікації немає.

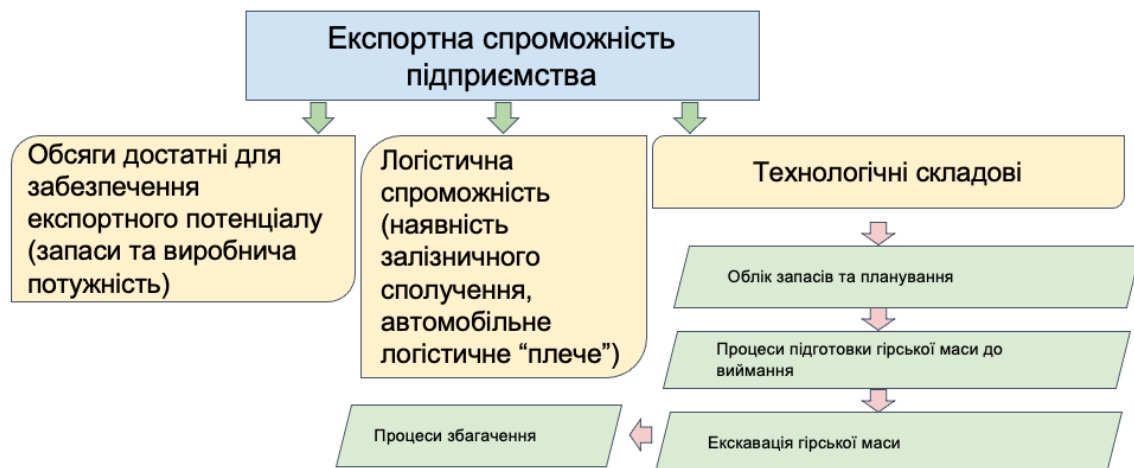


Рис. 1. Критерії доцільності впровадження менеджменту якості у відповідності до стандартів системи ISO9001: 2015

В даній роботі зосереджена увага саме на технологічній складовій без якої неможливо впровадити менеджмент якості навіть при найліпшому забезпеченні перших двох критеріїв.

Технологічна складова менеджменту якості це комплекс взаємодій організаційних та структурних елементів системи гірничого виробництва в якому постійно має відстежуватися якість сировини з можливістю її керування на поточних або наступних етапах процесу видобування. Централізація та координування усіх дій по контролю якості має покладатися та виконуватися виокремленим структурним підрозділом підприємства (рис. 2) – відділом контролю якості (служба моніторингу та управління якістю).



Рис. 2. Схема контролю та забезпечення якості сировини на підприємстві

На прикладі ТДВ «Березівський кар'єр» основними критеріями за якими здійснюється керування, це якість вибуху. Можна було б вести мову про сталість якості тільки у випадку, якщо сталої якості були б породи масиву, за тріщинуватість та міцністю, тому першим керуючим критерієм є стан порід масиву. У відповідності до цього необхідно виконувати адаптацію параметрів буро-підривних робіт, але забезпечувати усю варіативність параметрів БПР під певну якість масиву кожного видобувного блоку досить складно, тому на підприємстві прийняті дві типові схеми які відрізняються діаметром свердловин та відстанню між свердловинами і рядами свердловин.

Оптимальними є дві схеми з діаметром заряду 155мм (найбільш поширена схема), а також 130 мм (якщо на блок припадають ослаблені ділянки, висока тріщинуватість тощо). Тобто другий керуючий критерій це d діаметр заряду.

В такому випадку усі підривні блоки які будуть готуватися до вибуху поділяються на дві групи які будуть підриватися свердловинами діаметром або 130мм або 155мм. Це дозволить наблизити якість підірваної гірської маси у цих двох випадках до наближених значень середньої кусковатості, відсотку переподрібнення та виходу негабариту (рис. 3).

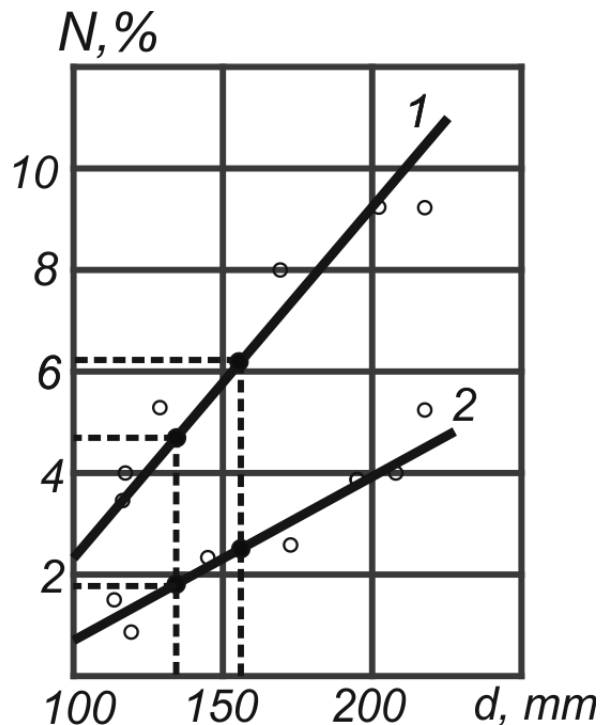


Рис. 3. Графік виходу негабаритної фракції в залежності від діаметра вибухових свердловин

Але охопити усю варіативність якості порід в масиві цими двома вибуховими схемами неможливо. Тому в подальшому необхідно застосовувати усереднення потоків гірської маси. При цьому потрібно враховувати обсяги які будуть отримані при підриванні кожного блоку, порід певного стану, це наступний критерій управління якістю V обсяг блоку підготовленого до підривання, а середнє значення якості буде визначатися співвідношенням цих об'ємів блоків які підлягають одночасній екскавації. При забезпеченні такого підходу контролю якості є ряд не керуючих критеріїв за якими оцінюють поточний стан процесу, до них відносяться: вихідні властивості масиву порід (тріщинуватість, фізико-механічні властивості, тощо), якість підірваних порід (вихід негабариту, середня кусковатість, форма розвалу), відсоток відсіву що отримується після ДСЗ.

У сукупності запропонована методика та технологічні критерії управління якістю дозволяють впровадити систему менеджменту якості сировини на підприємстві при дотриманні сталих показників якості, не дивлячись на вихідні мінливі геологічні властивості розроблюваних кристалічних порід.

Сертифікація за міжнародним стандартами якості та управління доцільна для гірничих підприємств з високим експортним потенціалом який визначається двома критеріями: розвіданими запасами та продуктивністю підприємства, а також логістичною спроможністю.

Забезпечення управління якістю процесів гірничого виробництва неможливе без створення відповідної служби, витрати на створення якої та поточне утримання окупиться лише в майбутні періоди роботи гірничого підприємства

Забезпечення менеджменту якості на гірничому підприємстві (щебеневи кар'єрах) можливо досягти керуванням таких технологічних параметрів: діаметр вибухового заряду d , об'єм підриваємого блоку V , а кількість блоків n що одночасно розробляються екскаваторами, та з врахуванням поточного моніторингу: вихідні властивості масиву порід (тріщинуватість, фізико-механічні властивості, тощо), якості підірваних порід (вихід негабариту, середня кусковатість, форма розвалу), вихід відсіву що отримується після ДСЗ.

Список літератури:

1. Стрельник, В. В. (2017). Система внутрішнього екологічного контролю на підприємствах видобувної галузі. Приватне та публічне право, (2), 59-62.
2. Денисюк О.Г., Панасюк А.В. Цифровізація гірничих підприємств в умовах розвитку Індустрії 4.0. Інвестиції: практика та досвід. 2023. №4. С. 64-71.
3. Shamrai, V. I., Korobiichuk, V. V., & Sobolevskyi, R. V. (2017). Management of waste of stone processing in the framework of Euro integration of Ukraine. Вісник Житомирського державного технологічного університету / Серія: Технічні науки. – 2017. – №2 (80). – С. 234-239.
4. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Котенко В.В., Панасюк А.В., Іськов С.С. Тенденції розвитку ринку декоративного каміння України. Технічна інженерія. 2023. Вип. 1(91). С. 377–384.
5. 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)
6. Башинський, С. І., Блецко, М. І., Панасюк, А. В., Припотень, Ю. К., & Остафійчук, Н. М. (2023). Дослідження фізико-хімічних властивостей дрібнодисперсних відходів каменеобробних підприємств з метою визначення стратегії поведінки. Технічна інженерія, (1 (91)), 271-279.
7. Беліков, А. С., Слащова, О. А., Когтева, О. П., & Яланський, О. А. (2023). Особливості визначення ризиків і контролю втрати стійкості підземних виробок в умовах мінливості властивостей гірських порід. Український журнал будівництва та архітектури, (5), 44-54.
8. Коваленко, В., & Коцюба, І. Ю. (2023). Мінімізація негативного впливу на водні екосистеми гірничо-видобувних підприємств в контексті впровадження екологічного менеджменту. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Навколишнє середовище для майбутнього через наукову освіту», 52-54.

**Кукицяк Р.В., студент 2-го курсу, група РР-50с,
Підвисоцький В.Т., д.геол.н., доц.**
*Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ЗАКОНОДАВСТВО ТА СТАНДАРТИ ЄС ЩОДО СКИДУ І ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ ВОД

Скидання промислових стічних вод в Європі безпосередньо регулюється як частина закону про охорону навколишнього середовища промисловості та опосередковано політикою ЄС, яка вирішує питання водних ресурсів.

Відповідно до водної рамкової директиви (WFD, 2000/60/EC), спеціальні директиви регулюють аспекти, які впливатимуть на утворення та управління промисловими стічними водами. Найактуальнішими є директива про очищення міських стічних вод (UWWTD, 91/271/EEC), директива про підземні води (2006/118/EC) і директива про екологічні стандарти якості (2008/105/EC).

Прямі чи непрямі промислові викиди у навколишнє середовище є одними з ключових аспектів, які регулюються Директивою про промислові викиди (IED, 2010/75/EU).

Усі ці інструменти складають основний механізм захисту від забруднення промисловими стічними водами, і кожен регулює певний елемент різних шляхів, за якими промислові стічні води можуть викидатися.

Водна політика ЄС на загальному рівні регулюється водною рамковою директивою (ВРД), яка встановлює ряд механізмів для захисту внутрішніх поверхневих вод (річок і озер), перехідних вод (лиманів), прибережних і підземних вод. Він спрямований на те, щоб усі водні екосистеми, наземні екосистеми та водно-болотні угіддя відповідали «хорошому екологічному статусу» та «хорошому хімічному статусу», і встановлює для цього амбітні терміни. Першим кінцевим терміном досягнення доброго статусу був 2015 рік, хоча значна частина водойм по всій Європі не досягла цього з низки причин.

Екологічний статус визначається як функція якості біологічного співтовариства, гідрологічних характеристик і хімічних характеристик. Біологічне співтовариство, яке можна було б очікувати в умовах мінімального антропогенного впливу, є остаточно бажаним статусом для всіх водних тіл. Хороший хімічний стан також є концепцією, яка використовується в ВРД і визначається як відповідність усім стандартам якості, встановленим для хімічних речовин на рівні ЄС.

Відповідно до ВРД від держав-членів вимагається розробити набір економічно ефективних заходів, узагальнених у комплексних планах управління річковими басейнами (ПУРБ), які оновлюються кожні 6 років.

ПУРБ є ключовим елементом ВРД і надає детальну інформацію про те, як держави-члени ЄС планують покращити, захистити та сталі керувати своїми районами річкового басейну. У рамках цього процесу країни повинні визначити основні навантаження на кожен із 110 районів річкового басейну в Європі. Ці плани містять заходи щодо промислових стічних вод, де це необхідно. Більше інформації можна знайти у звіті Європейські води: оцінка стану та тиску (ЕЕА, 2018d).

Директива про промислові викиди (ДПВ) використовує комплексний підхід до промислових викидів, регулюючи всі екологічні показники промислового підприємства. Це включає викиди в повітря, воду та землю, утворення відходів, використання сировини, енергоефективність, шум, запобігання нещасним випадкам і відновлення об'єкта після закриття. Наразі ДПВ регулює 31 галузь промисловості та понад 50 000 установок у Європі. Усі установки повинні працювати відповідно до дозволу, виданого відповідними органами влади держави-члена. Усі умови дозволу повинні ґрунтуватися на рівні захисту навколишнього середовища, який очікується для підходу, відомого як найкращі доступні технології (НДТ). Зокрема, пов'язані рівні викидів, які можуть бути досягнуті при експлуатації найкращих доступних технологій, використовуються для визначення граничних значень викидів для установок, які регулюються цією частиною закону ЄС.

ДПВ розрізняє «прямі» та «непрямі» викиди в навколишнє середовище — останні відбуваються після окремої обробки; зазвичай за межами сайту, третьою стороною. Проблема «непрямого викиду» здебільшого впливає на скидання води, а не на повітря. Визначаючи поширеність очищення стічних вод за межами підприємства, стаття 15(1) ДПВ дозволяє компетентним органам брати до уваги станцію очищення стічних вод, розташовану нижче за течією, при встановленні граничних значень для установки, тобто встановлення більш м'яких лімітів викидів, ніж для прямих викидів, доки виконуються визначені гарантії. Це було виділено як особливо складна сфера впровадження ДПВ з потенціалом неоптимальних екологічних результатів.

У деяких довідкових документах визначено лише для прямих викидів у водні об'єкти, хоча нові більш систематично вказують рівні непрямих викидів, оскільки деякі забруднювачі не очищаються звичайними міськими очисними системами (МОС). Граничні значення, встановлені в дозволах для прямих викидів певних речовин, зазвичай суворіші, ніж для непрямих викидів. Для деяких речовин це може мати на меті гарантувати, що рівень забруднення в стічних водах не пошкодить каналізаційну систему або не послабить продуктивність МОС.

Основним інструментом, що регулює роботу МОС на рівні ЄС, є директива про очищення міських стічних вод. Директива була введена в дію в 1991 році, і її основною метою є захист навколишнього середовища від негативного впливу скидів стічних вод з міських територій і харчової промисловості, а також інших промислових скидів у міські системи збору стічних вод. Вона регулює збір, очищення та скидання міських стічних вод і встановлює наступні основні вимоги:

- збір та обробка в усіх агломераціях (технічна концепція для класифікації міських поселень) із чисельністю понад 2000 еквіваленту населення (е.н.);
- вторинна очистка в усіх агломераціях понад 2000 е.н.;
- більш суворий режим у всіх агломераціях понад 10 000 е.н. скидання у визначені чутливі зони та їх водозбірні басейни;
- вимога щодо попереднього дозволу на всі скиди міських стічних вод, скиди з харчової промисловості та промислові скиди в системи збору міських стічних вод;
- моніторинг роботи очисних споруд та приймальних вод;
- контроль утилізації та повторного використання осаду стічних вод, а також повторне використання очищеної стічної води, коли це доречно.

У контексті директиви, міські стічні води означають побутові стічні води або суміш побутових і промислових стічних вод і дощових стоків.

Стаття 11 директиви про очищення міських стічних вод вимагає від держав-членів ЄС забезпечити, щоб компетентні органи регулювали та надавали попередній дозвіл на скидання промислових стічних вод у каналізаційні системи та станції водовідведення. Такі дозволи повинні гарантувати, що промислові стічні води, які надходять у каналізаційні системи та/або очисні споруди, проходять попередню обробку, якщо це необхідно, щоб не перешкоджати функціонуванню заводу та каналізаційної системи і, таким чином, щоб скиди з установок не впливають негативно на навколишнє середовище. Однак вимоги статті 11 є відносно загальними, а конкретне тлумачення того, як виконати вимоги цієї статті, визначається окремо в кожній державі-члену ЄС.

Директива про очищення міських стічних вод також має на меті контролювати шлам, який утворюється в процесі обробки, і гарантувати, що його можна безпечно утилізувати та, якщо це можливо, використовувати в певних цілях (наприклад, у сільському господарстві).

Прагнення України до європейської інтеграції з метою набуття членства в ЄС вимагає обов'язкового наближення водного законодавства України до вищезазначених документів та багатьох директив Європейського Парламенту та Ради ЄС, які закладають основи належного екологічного врядування, включаючи законодавство у водному секторі: Директиви 2000/60/ЄС від 20 жовтня 2000 року, що встановлює рамки; 2008/56/ЄС від 17 червня 2008 року, що встановлює рамки для дій Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища; 91/676/ЄС від 12 грудня 1991 року про захист водних об'єктів від забруднення нітратами сільськогосподарського походження, 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, придатної для споживання людиною; 91/271/ЄС від 21 травня 1991 року про очищення комунальних стічних вод; 2007/60/ЄС від 23 жовтня 2007 року про оцінку та управління ризиками повеней.

Тому вивчення європейського досвіду адміністративно-правової охорони водних ресурсів та міжнародних стандартів регулювання водоохоронних заходів може встановити можливість його адаптації в Україні, шляхом:

Зобов'язання імплемувати європейське природоохоронне законодавство та запровадити "водні" екологічні вимоги, що діють в ЄС та світі;

Відмови від директивного підходу до управління та прийняття підходу до приватизації з інтегрованою охороною водних ресурсів на басейновому рівні; і

Наближення до Директиви 2010/75/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 24 листопада 2010 року про промислові скиди (в контексті інтегрованого запобігання та управління забрудненням вод);

Створення відповідної організаційної структури охорони вод на основі європейської моделі та найкращої міжнародної практики. Ця структура має сприяти забезпеченню водної безпеки як передумови сталого розвитку держави через розвиток правових, інституційних та економічних механізмів;

Обов'язкової передачі ключових повноважень з охорони та використання водних ресурсів місцевим органам влади;

Участі громадськості в управлінні, плануванні та здійсненні управління водними ресурсами в конкретних адміністративно-територіальних одиницях;

Обов'язковому врахуванню інтересів місцевих громад;

Забезпечення реалізації узгодженої програми цілеспрямованих заходів з охорони водного середовища.

Список літератури:

1. Korobiichuk I., Shamray V., Korobiichuk V., Kryvoruchko A., Iskov S. Dose Measurement of Flocculants in Water Treatment of Stone Processing Plants. In: Szewczyk R., Zieliński C., Kaliczynska M. (eds) Automation 2021: Recent Achievements in Automation, Robotics and Measurement Techniques. AUTOMATION 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Cham. 2021. Vol. 1390. P. 387-394. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74893-7_34

Остапчук Р.В., студент 4-го курсу, група РР-50,
Шамрай В.І., к.т.н., доц.

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

ВОДОПІДГОТОВКА ТА ОЧИЩЕННЯ ВОДИ НА КАМЕНЕОБРОБНИХ ТА КАМЕНЕВИДОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ (ДОСВІД КРАЇН ЄС)

Україна має багаті водні ресурси на всій своїй території. Однак сьогодні проблема нестачі якісної питної води стосується не лише країн з обмеженими водними ресурсами. Це пов'язано зі зростаючим забрудненням поверхневих і підземних водних джерел. Це пов'язано з проблемами в управлінському, економічному, соціальному та екологічному секторах.

Системі еколого-економічних проблем населення України присвячені наукові дослідження таких вчених-державознавців, як А. І. Долгодуш, О. М. Маценко, В. І. Тарановський та О. Ю. Чигрин [1]. Незважаючи на наявність зазначених досліджень та стратегій щодо економічних наслідків забезпечення сталості водопостачання України, існує необхідність постійного комплексного моніторингу та подальшого розвитку з метою об'єктивного визначення найбільш проблемних регіонів та областей України.

Забезпечення населення якісною прісною водою є стратегічним пріоритетом для відродження трудового потенціалу країни. Сьогодні основною проблемою екологічного стану водних ресурсів України є стрімке виснаження маловодних приток і озер та катастрофічне забруднення всіх водних джерел. У багатьох випадках причиною забруднення є недостатньо очищені та забруднені води, що скидаються у поверхневі водні джерела, а також різні види відходів.

Основним джерелом цього забруднення є діяльність підприємств, які щороку використовують приблизно 66% водних ресурсів у промислових цілях: у 2019 році на промислові потреби було використано 681 мільйон кубометрів прісної води, що на 24% менше, ніж у 2010 році. Однак цей факт можна пояснити тим, що з 2014 року найбільші підприємства, які використовують водні ресурси, знаходяться на невідконтрольних території України.

Усі підприємства можна віднести до різних секторів економіки: електроенергетика (Е), металургія (М), вугільна промисловість (В), хімічна та нафтохімічна промисловість (ХНХП), нафтогазова промисловість (НГП), машинобудування (М), житлово-комунальне господарство (ЖКГ), харчова промисловість (ХП), сільське господарство (СГ), промисловість будівельних матеріалів (ПМ), транспорт (Т). Для класифікації різних секторів економіки можна використати наступні показники. На рисунку 1 показано середній відсоток використання прісної води за секторами за останнє десятиліття. Найбільше прісної води використовують теплові електростанції, житлово-комунальне господарство та сільське господарство, на які припадає 39%, 20% та 29% відповідно. Менше 1,1% води використовують нафтогазова, транспортна галузь та промисловість будівельних матеріалів.

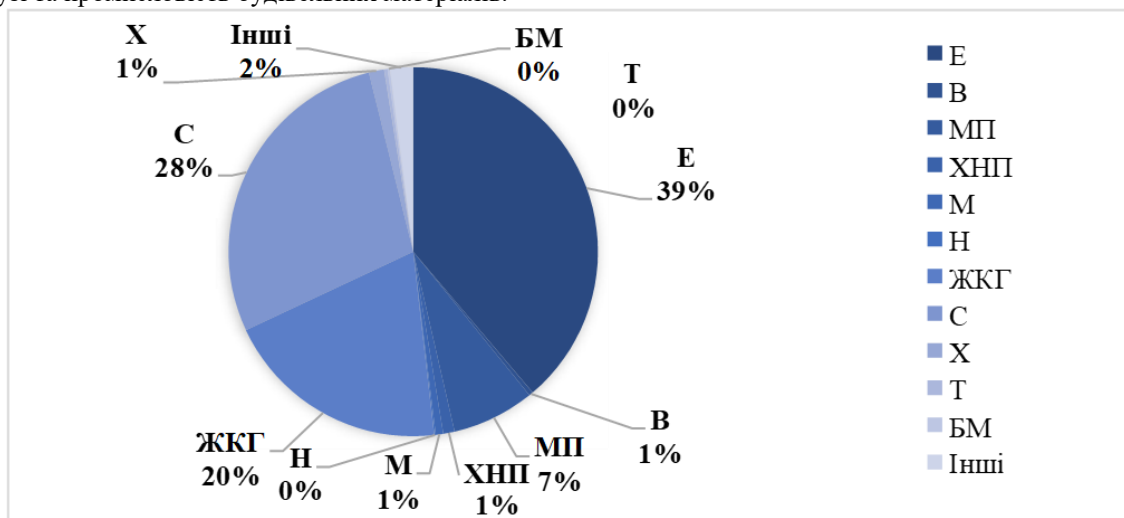


Рис. 1. Використання прісної води підприємствами галузей економіки, %

Щорічно підприємства скидають мільйони кубометрів забрудненої води, що містить різні сполуки металів, феноли та нафтопродукти. Особливо це стосується невідконтрольних територій Донецької області, причому найбільші обсяги скидів зосереджені в прибережній зоні Азовського моря. Найбільш забрудненими водними ресурсами є річки Дунай, Дністер, Південний Буг, Дніпро та Сіверський Донець.

На рис. 2 показано найбільшу кількість хімічних речовин, що потрапляють у водні ресурси України через скиди стічних вод.

Як зазначалося раніше, статистика не є оптимістичною через низку економічних проблем, включаючи обмеженість коштів на модернізацію систем очищення стічних вод та захист якості води, неефективне використання води в промисловості, високі соціально-економічні втрати та неповну оцінку збитків.

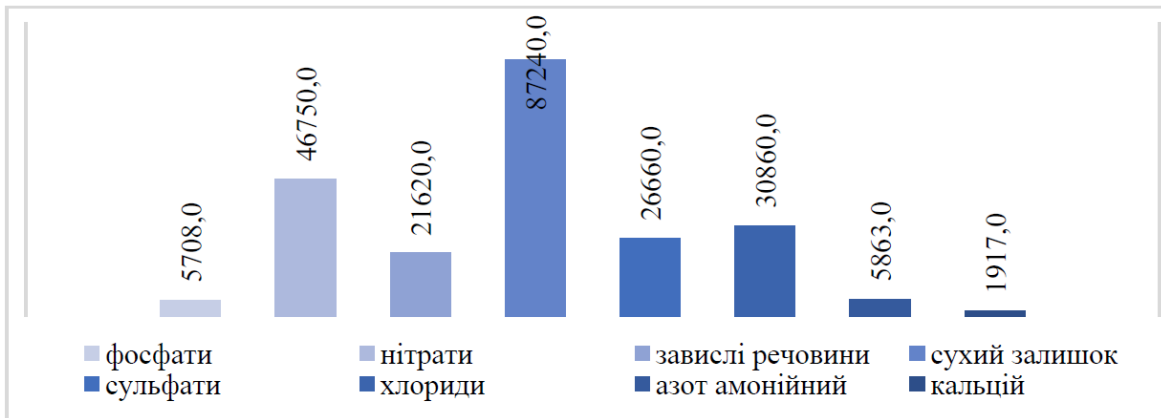


Рис. 2. Кількість забруднюючих речовин, що потрапляють до води разом із зворотними водами, т

Незважаючи на достатні водні ресурси, Україна посідає останнє місце в Європі за якістю питної води. На жаль, ситуація з часом погіршується, і влада повинна вжити негайних економічних заходів. Необхідно вдосконалити систему заходів щодо запобігання забрудненню джерел питної води. Такі заходи включають розробку науково обґрунтованої системи штрафів, запровадження принципу дозволів на водокористування для великих компаній, обмеження кількості води відповідно до запасів, запровадження технічної системи управління водними ресурсами та створення цільового фонду для збереження природи. Це сприятиме відновленню та розвитку водних ресурсів і позитивно вплине на якість питної води, що постачається населенню.

Очищення промислових стічних вод видаляє різні забруднюючі речовини і дозволяє привести середовище, в якому вони скидаються у водойми, у відповідність до санітарних норм. Очищена вода, вироблена на спеціальному обладнанні, не завдає шкоди навколишньому середовищу і не робить негативного впливу на здоров'я людей, стан тварин і рослин.

Технології очищення промислових стічних вод, що застосовуються на очисних спорудах, включають фізичне, хімічне, біологічне та поглиблене окислювальне очищення.

Промислові стічні води є серйозною проблемою в переробній промисловості. Через високу вартість і труднощі, пов'язані з очищенням таких стічних вод, деякі проекти з переробки не реалізуються. Масштабні природоохоронні заходи в багатьох країнах призвели до запровадження суворих екологічних норм щодо промислових стічних вод. Оператори можуть встановлювати системи очищення, але повинні модернізувати свої програми, щоб відповідати новим, більш суворим правилам, запровадженим пізніше. Деякі з них не в змозі задовольнити ці суворі вимоги, навіть після значних удосконалень.

Промислові стічні води містять різні концентрації органічних і неорганічних речовин. Багато з них є токсичними, мутагенними, канцерогенними або такими, що важко піддаються біологічному розкладанню. Іншими словами, вони також містять речовини, які важко розщеплюються.

Первинне очищення стічних вод - це видалення твердих речовин, частинок і масел з потоків промислових стічних вод. Сюди входять основні фізичні методи і відділення твердих частинок і нафти за допомогою первинних відстійників, нафтовідділювачів і різних сит.

Вторинне очищення стічних вод, як правило, є основною частиною системи очищення, яка розщеплює важкі та органічні речовини. Процес включає біологічне (бактеріальне) розщеплення забруднюючих речовин і домішок. Аеробна обробка активного мулу вважається одним з найефективніших методів вторинного очищення, оскільки він простий, економічний і високоефективний.

Поєднання анаеробної та аеробної обробки довело свою ефективність у видаленні широкого спектру забруднень, включаючи біологічно розкладні розчинні органічні забруднювачі.

Використання мембранних технологій в очищенні промислових стічних вод набуває все більшого поширення. Хімічні методи окислення також набирають обертів у зв'язку з жорсткими вимогами до очищення стічних вод.

Сучасні промислові очисні споруди використовують як класичні хімічні методи очищення, так і передові процеси окислення.

Третинне очищення включає такі завершальні етапи, як фільтрація, полірування та використання фільтрів з активованим вугіллям великої площі.

Для кам'яних кар'єрів і каменеобробних підприємств перший етап є найважливішим.

Видалення нафти

Видалення нафти зазвичай включає в себе ряд традиційних методів очищення води від нафти, включаючи гравітаційне розділення, знежирення, флотацію розчиненим повітрям (DAF), деемульгування, коагуляцію і флокуляцію.

Гравітаційна сепарація ефективна для видалення вільної нафти з промислових стічних вод; водонафтові сепаратори, такі як сепаратори API, відокремлюють нафту від зважених речовин, але неефективні для видалення крапель жиру та емульсій.

Флотація розчиненим повітрям (DAF) є ефективним методом очищення малих крапель нафти і емульсій; DAF використовує повітря для збільшення плавучості крапель нафти і полегшення їх розділення; деемульгування в DAF здійснюється за допомогою хімічних речовин або теплової енергії; краплі нафти потім відокремлюються від емульгованих крапель нафти і емульсій.

Установки DAF також використовують хімічні речовини для застигання і формування більших фракцій для полегшення розділення. Емульговані мастила часто піддаються попередній хімічній обробці для зменшення стабільності емульсії перед подальшим розділенням під дією сили тяжіння.

За цим слідують підкислення і додавання катіонних полімерів/вапна для нейтралізації негативного заряду крапель жиру. Потім нафтовмісні пластівці відокремлюють, концентрують і видаляють воду.

Коагуляція і флокуляція

Більшість систем очищення промислових стічних вод використовують процес відстоювання, відомий як освітлення. Це процес, який знижує швидкість стічних вод до рівня, коли важкі частинки осідають під дією сили тяжіння. Осілі тверді частинки видаляються у вигляді мулу, а зважені частинки - у вигляді накипу.

Промислові стічні води скидаються у відстійник перед наступним етапом очищення. Ефективність цього процесу контролюється часом відстоювання, температурою і конструкцією резервуара.

Однак відстоювання без коагуляції/флокуляції видаляє лише грубі суспензії, які осідають зі стічних вод без використання хімічних реагентів. Цей тип відстоювання зазвичай проводиться у ставках, відстійниках або освітлювачах на ранніх стадіях очищення.

Коагуляція/флокуляція ґрунтується на використанні хімічних речовин (флокулянтів), які сприяють осадженню в відстійнику. Такі флокулянти, як сульфат алюмінію, хлорид алюмінію, гідроксид алюмінію та високомолекулярні катіонні полімери, додаються для видалення до 90% важких частинок з промислових стічних вод на цій стадії процесу очищення.

Етапи очищення промислових стічних вод

Комплексне очищення промислових стічних вод складається з п'яти основних етапів (рис. 3).

1. Механічне очищення
2. Фізико-хімічне очищення
3. Біологічне очищення
4. Знезараження
5. Зневоднення осаду

Механічне гідроочищення стічних вод

При механічному попередньому очищенні промислових стічних вод видаляються нерозчинні домішки. Таким чином вода готується до наступного етапу фізико-хімічного очищення.

Установки механічного очищення води складаються з

1. Сітчастого фільтра - затримує великі мінеральні та органічні забруднення
2. Сита - для відокремлення грубих домішок
3. Пісковловлювач - очищає промислові стічні води від піску.
4. Комбіноване обладнання - затримує зважені органічні забруднення і одночасно видаляє зі стоків різноманітні домішки і нерозчинні частинки.

Механічне гідроочищення промислових стічних вод видаляє зі стоків до 70% забруднень (грубодисперсні домішки, пісок і жири).

Фізико-хімічне очищення стічних вод

Водопідготовка промислових стічних вод з метою видалення зі стоків розчинених домішок. До найбільш ефективних методів фізико-хімічного очищення води відносяться

- Флотаційні методи
- Адсорбція
- Електрохімічне очищення
- Нейтралізація

Біологічне очищення промислових стічних вод

Біологічне очищення промислових стічних вод дозволяє видалити із забрудненого середовища наступне:

1. БСК, ХСК - забруднення органічного походження;

2. Фосфор і азот.

Біологічне очищення промислових стічних вод здійснюється за допомогою дощових черв'яків, спеціальних анаеробних або аеробних мікроорганізмів - біоплівки або активного мулу.

Основні методи біологічного очищення стоків:

Анаеробне зброджування - метантенки та біофільтри.

Активний мул - аеротенки.

Вторинні відстійники з пристроями для відсмоктування мулу також використовуються в процесі біологічного очищення промислових стічних вод. Ці пристрої повертають активний мул, зібраний на дні вторинного відстійника, в аеротенк і видаляють надлишковий мул із системи.

Знезараження промислових стічних вод

Для остаточного знезараження стічних вод використовують ультрафіолетове опромінення, хлор та озон. Хлор є високотоксичним реагентом, тому його замінюють іншими компонентами, такими як дезінфікуючі засоби або гіпохлорит.

Зневоднення осаду в процесі очищення стоків

Один з важливих етапів очищення промислових стічних вод – механічне зневоднення осаду. Є 4 технології зневоднення осаду:

1. Камерні фільтри-преси.
2. Стрічкові преси.
3. Шнекові дегідратори.
4. Центрифуги.

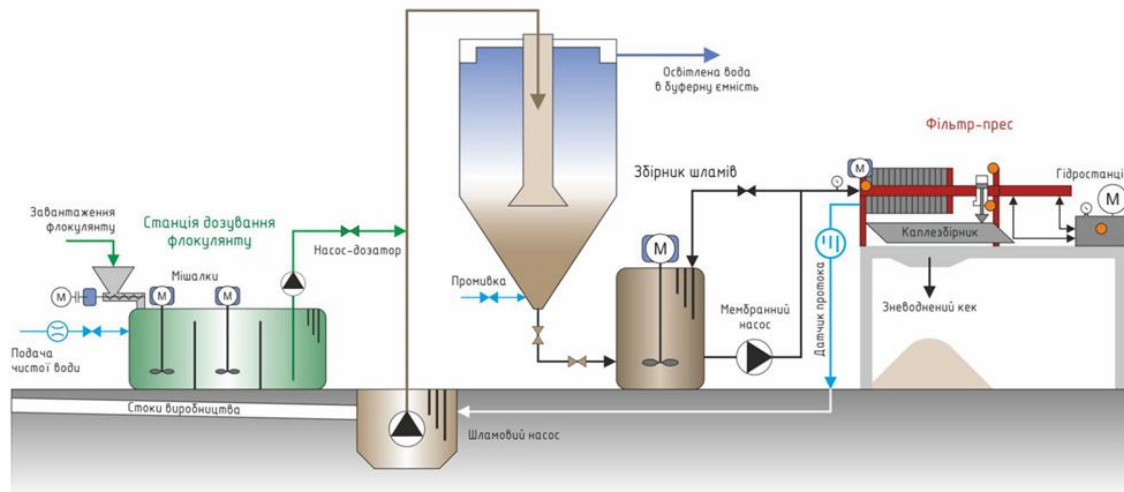


Рис. 3. Загальний вигляд комплексного очищення води

Список літератури:

1. Korobiichuk I., Shamray V., Korobiichuk V., Kryvoruchko A., Iskov S. Dose Measurement of Flocculants in Water Treatment of Stone Processing Plants. In: Szewczyk R., Zieliński C., Kaliczyńska M. (eds) Automation 2021: Recent Achievements in Automation, Robotics and Measurement Techniques. AUTOMATION 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Cham. 2021. Vol. 1390. P. 387-394. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74893-7_34
2. Lee K. E. Development, characterization and the application of hybrid materials in coagulation/flocculation of wastewater: A review / K. E. Lee et al // Chemical Engineering Journal. – 2012. – V.203. – P. 370–386.
3. Haney P. D. Principles of Flocculation Related to Water Treatment / P. D. Haney // Proceedings of American Society of Civil Engineers: Hydraulics div. – 1956. – 82: HY 4. – 1036 p.
4. Evmenova G. L. Influence of deformation of a medium on flocculation of coal dispersions / G. L. Evmenova // Journal of Mining Science. – 2008. – Vol. 44, № 3. – P. 298–301. doi:10.1007/s10913-008-0020-3