

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий механічний інститут

Кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин

Кваліфікаційна робота

бакалавр

(освітній ступінь)

на тему Проект переробки базальту на ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ГР-41
освітньої програми (спеціальності)

184 «Гірництво»

(код і повна назва спеціальності)

Воробей Р.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., проф. Корнієнко В.Я.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: ст. викладач Семенюк В.В.

(прізвище та ініціали)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут механічний
Кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 184 «Гірництво»
(код і назва)

З А В Д А Н Н Я
ДЛЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА

Воробею Роману Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект переробки базальту на ПрАТ «Івано-Долинський
спецкар'єр»

керівник роботи Корнієнко Валерій Ярославович, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом університету від « 24 » квітня 2026 року С № 465

2. Строк подання студентом роботи «17» червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи) Відомості про функціонування ПрАТ «Івано-
Долинський спецкар'єр»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Загальна характеристика Івано-Долинського спецкар'єру з видобутку базальту. 2. Технологія видобутку та переробки базальту. 3. Опис діючої технологічної лінії переробки базальтів на підприємстві. 4. Удосконалення технологічної лінії та обґрунтування підвищення її продуктивності 5. Охорона праці. Висновки. Список використаних літературних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Мультимедійна презентація з висвітленням основних положень роботи

ЗМІСТ

Вступ.....	3
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІВАНО-ДОЛИНСЬКОГО СПЕЦКАР'ЄРУ З ВИДОБУТКУ БАЗАЛЬТУ.....	5
1.1. Відомості про підприємство.....	5
1.2. Геологічна будова базальтового родовища.....	13
1.3. Фізико-механічні властивості корисної копалини.....	17
1.4. Гідрогеологічні умови залягання базальтів.....	18
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИДОБУТКУ ТА ПЕРЕРОБКИ БАЗАЛЬТУ..	20
2.1. Система розробки Івано-Долинського родовища.....	20
2.2. Розкривні та відвальні роботи.....	23
2.3. Добувні та буровибухові роботи.....	24
2.4. Підрахунок запасів базальтів.....	29
РОЗДІЛ 3. ОПИС ДІЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБКИ БАЗАЛЬТІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	31
3.1. Характеристика існуючої технологічної лінії.....	31
3.2. Опис конструкції та принцип роботи щоклової дробарки.....	33
3.3. Розрахунок щоклової дробарки.....	34
РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ПРОДУКТИВНОСТІ.....	38
4.1. Аналіз сучасного дробарного обладнання.....	38
4.2. Опис конструкції та принцип роботи конусної дробарки.....	40
4.3. Експлуатаційні та конструктивні переваги заміни типу дробарного обладнання для підвищення якості та виробництва щебеню.....	42
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
5.1. Організація охорони праці.....	46
5.2. Охорона праці на підприємстві.....	47
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50

ВСТУП

Актуальність теми.

Сьогодні в Україні спостерігається стрімке збільшення потреби у високосортних нерудних будівельних матеріалах. Таку тенденцію зумовлено активною реалізацією масштабних державних та комерційних проєктів у сферах житлового й дорожнього будівництва. Щоб утримувати міцні ринкові позиції та задовольняти суворі вимоги замовників, профільні підприємства змушені проводити технічне переоснащення, інтегруючи у діючі виробничі лінії передові дробарно-сортувальні комплекси.

Кінцеві характеристики фракційного щебеню закладаються не лише під час проведення буровибухових робіт у кар'єрі, а й безпосередньо на етапі механічного подрібнення видобутої сировини. Саме тому критично важливо забезпечити точну відповідність фізико-механічних властивостей гірської маси параметрам новітнього подрібнювального устаткування. З огляду на це, науково обґрунтоване вдосконалення процесів переробки шляхом впровадження високоефективного обладнання є вкрай актуальним науково-практичним завданням.

Мета дослідження: розробка та модернізація дробарного устаткування для інтенсифікації виробництва та підвищення якісних показників готової продукції.

Об'єкт дослідження: технологічні процеси видобування базальтової сировини та її подальшої переробки на дробарно-сортувальних комплексах із застосуванням модернізованого обладнання.

Предмет дослідження: закономірності розрахунку, оптимізації та адаптації параметрів подрібнення базальту за умов інтеграції нового технологічного устаткування.

Завдання роботи

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі науково-виробничі завдання:

1. Оцінити гірничо-геологічні та структурно-текстурні особливості базальтів Івано-Долинського родовища.
2. Проаналізувати чинні на підприємстві технологічні схеми видобутку, подрібнення та класифікації гірської породи.
3. Визначити потенційні напрями та запропонувати модернізацію наявної дробарно-сортувальної лінії.

Методологічна база

Під час виконання роботи використано такі методи досліджень:

Комплексний аналіз: для вивчення геологічної специфіки родовища та оцінки сучасного ринку гірничо-переробного устаткування;

Математичне та статистичне моделювання: для опрацювання масивів вихідних даних та розрахунку технологічних параметрів;

Аналітичний метод: для теоретичного узагальнення результатів та формування висновків щодо ефективності модернізації.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІВАНО-ДОЛИНСЬКОГО СПЕЦКАР'ЄРУ З ВИДОБУТКУ БАЗАЛЬТУ

1.1. Відомості про підприємство

Базальтовий поклад Івано-Долинського родовища територіально знаходиться в межах Головинської сільської ради Костопільського району Рівненської області.

Промислове освоєння цього родовища з метою видобутку базальту як високоякісної сировини для виготовлення будівельного каменю має тривалу історію та успішно здійснюється ще з 1908 року.

Новим етапом у розвитку підприємства став 2016 рік, коли за рахунок внутрішнього фінансування ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» було організовано та виконано комплексну геолого-економічну оцінку сировинної бази. У межах цих робіт фахівці здійснили перерахунок наявних запасів корисної копалини. Оцінювання проводилося диференційовано — окремо для трьох специфічних ділянок родовища, зважаючи на фізико-механічні властивості базальту та конкретні сфери його подальшого промислового використання [2].

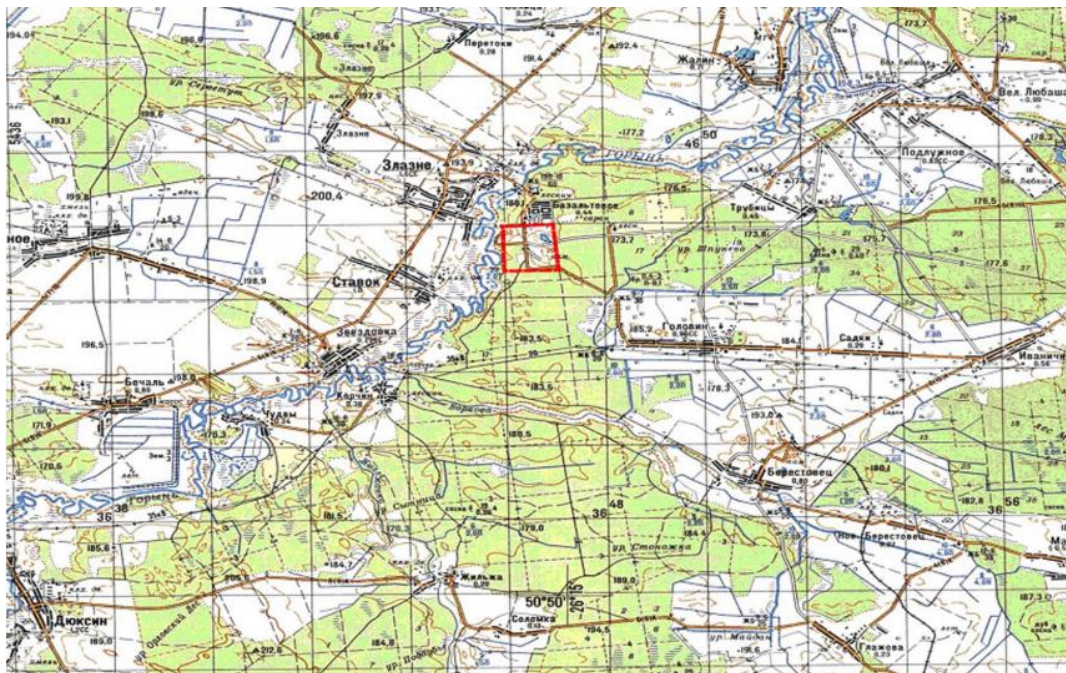


Рис.1.1. Оглядова карта району робіт
(червоною лінією показано ділянку Івано-Долинського родовища)

Підсумком проведених геолого-економічних досліджень став Протокол № 3775 Державної комісії України по запасах корисних копалин (ДЗК при Держгеонадр) від 22 грудня 2016 року. Цим документом було офіційно затверджено обсяги базальтів Івано-Долинського родовища, які мають загальнодержавне значення. Відповідно до якісних характеристик та фізико-механічних властивостей, виділену сировину класифіковано за трьома основними напрямками промислової переробки:

1. Базальти зі стовпчастою окремістю. Призначені для видобутку стінових та великогабаритних блоків, що відповідають положенням ДСТУ Б EN 1467:2007. Ця сировина є базою для подальшого виробництва пиляних плит, а також широкого спектра архітектурно-оздоблювальних та будівельних виробів згідно з вимогами ДСТУ Б EN 1466:2007 [2].

2. Первинні (невивітрілі) скельні базальти. Застосовуються як високоякісна сировина для отримання незакругленої базальтової крихти (відповідно до ТУ У 14.2-05471862-001:2007). Отриманий матеріал є ключовим компонентом у технологічному процесі виготовлення базальтових штапельних волокон, які використовуються для створення спеціалізованої теплоізоляції [2].

3. Сукупні запаси невивітрілих та частково зачеплених вивітрюванням базальтів. Цей масив порід орієнтований на масове виробництво будівельних матеріалів загального призначення. Сюди належить випуск фракційного щебеню та гравію (ДСТУ Б.В 2.7-75-98), бутового каменю (ДСТУ Б В.2.7-241:2010), а також дорожньої бруківки для влаштування тривкого покриття вулиць і майданів (ДСТУ EN 1342:2007) [2].

Наразі промислове освоєння та розробку надр Івано-Долинського родовища здійснює ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр». Підприємство функціонує на підставі Спеціального дозволу на користування надрами № 950, первинно виданого 7 липня 1997 року. У 2017 році термін дії цієї ліцензії було офіційно пролонговано ще на 20 років — до 15 травня 2037 року.

З метою оптимізації логістики та раціонального використання мінерально-сировинної бази, безпосередній видобуток корисних копалин ведеться

паралельно на трьох відокремлених кар'єрних майданчиках: ділянках № 2, № 4 та № 5. Експлуатація кожного з цих кар'єрів чітко диференційована залежно від специфіки та кінцевого технологічного призначення видобутої базальтової сировини.

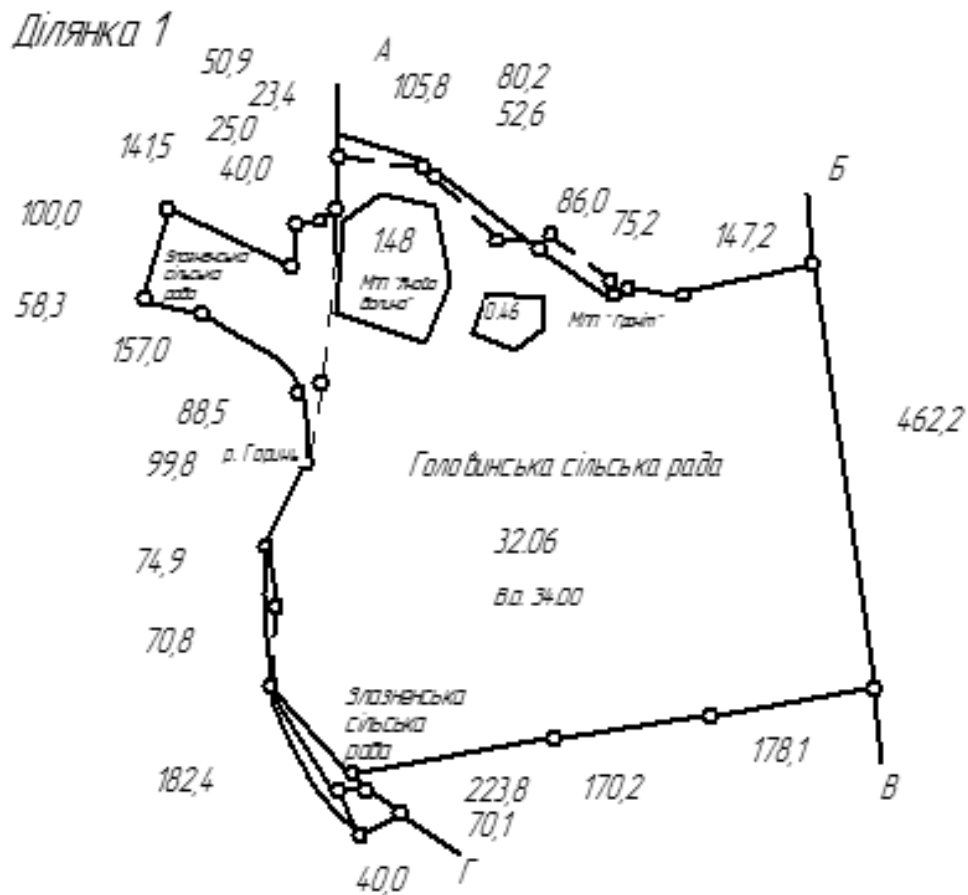


Рис.1.2. Генеральний план (Ділянка №1): опис меж від А до Б – землі Костопільського держлісгоспу, Б до В – землі Костопільського РШБД; В до Г – землі ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» тимчасового користування; Г до А – землі запасу Злазненської сільської ради.

Ділянка №2

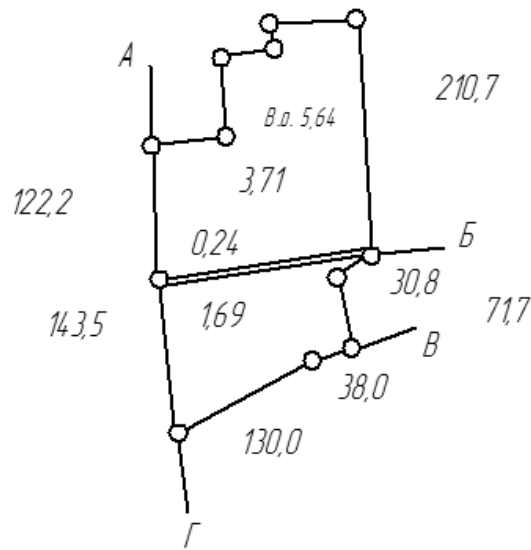


Рис.1.2. Генеральний план (Ділянка №2): опис меж від А до Б – землі с. Базальтове; Б до В – землі Костопільського держлісгоспу; В до Г – землі Костопільського комбінату будівельних матеріалів; Г до А – землі Костопільського РШРБД.

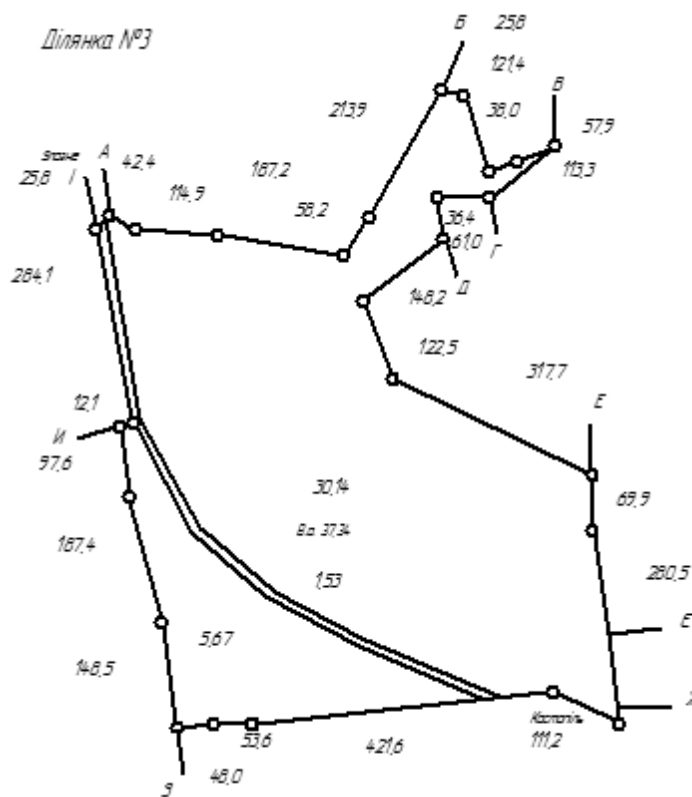


Рис.1.3. Генеральний план (Ділянка № 3)

Комплексний характер базальтів Івано-Долинського родовища як мінеральної сировини загальнодержавного значення було офіційно підтверджено Протоколом ДКЗ України № 1067 від 24 січня 2006 року. Окрім традиційного будівельного щебеню, запаси родовища рекомендовано для високотехнологічного виробництва базальтового волокна та штучних штучних матеріалів (облицювальних плит, брущатки тощо).

Перші етапи геологічного вивчення місцевих базальтових покладів датуються початком XX століття, а промисловий видобуток сировини для потреб будівельної індустрії стартував у 1908 році. Детальна розвідка надр здійснювалася у періоди 1936–1938 рр. та 1967–1969 рр., що дало змогу у 1948 та 1970 роках затвердити промислові обсяги запасів будівельного каменю. Надалі на об'єкті регулярно проводилися експлуатаційні та додаткові розвідувальні роботи.

Наразі надрокористувачем є ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» (код ЄДРПОУ 05471862; юридична адреса: 35042, Рівненська обл., Костопільський р-н, с. Базальтове). Виробнича діяльність здійснюється на підставі Спеціального дозволу на користування надрами № 950 від 7 липня 1997 року та відповідно до меж гірничого відводу № 3365, погодженого 15 серпня 2018 року.

Географічно ліцензійна площа знаходиться на правобережжі річки Горинь, на південній околиці с. Базальтове (у межах Головинської та Злазненської сільських рад Костопільського району).

Видобуток корисної копалини реалізується відкритим (кар'єрним) способом. Структура родовища охоплює чотири кар'єрні поля з різним операційним статусом:

- Діючі об'єкти: кар'єри № 2, № 4 та № 5. У їхніх межах функціонують видобувні майданчики та дробильно-сортувальні потужності.
- Недіючі об'єкти: кар'єр № 1 (повністю відпрацьований і затоплений) та кар'єр № 3 (операції призупинено, гірнича виробка затоплена).

Виймання породи в робочих кар'єрах виконується двома уступами. Параметри середньої потужності уступів диференціюються залежно від морфології базальтів:

- у зонах залягання скельних базальтів — від 8 до 10 метрів;
- у зонах поширення стовпчастих базальтів — від 6 до 9 метрів.

Землевпорядний фонд підприємства становить 98,17 га. З них 73,52 га закріплені на правах постійного користування (згідно з Державними актами І-РВ №001855 від 03.03.1998 р. та І-РВ №001807 від 16.12.1998 р.), а ділянка площею 24,65 га перебуває в оренді.

Планове розширення фронту робіт передбачає освоєння площі у 24,77 га, яке розділене на два етапи:

- 9,53 га перша черга, видобувні роботи проводяться в межах існуючого земельного відводу на розкритих запасах базальтів згідно «Робочого проекту розробки Івано-Долинського родовища базальтів (кар'єр №4)», Укрдіпродор, м.Київ, 1989 рік ;

- 15,24 га друга черга, видобувні роботи будуть проводитись після процедури відведення згідно чинного законодавства земельної ділянки, яка перебуває у постійному користуванні ДП «Костопільське лісове господарство» і відноситься до експлуатаційних лісів та розроблення відповідно до проектної документації.[2]

Залишкові обсяги базальтової сировини в масиві кар'єру № 4 (розташованого за 1,2 км на південний захід від с. Базальтове) станом на 1 липня 2018 року розподілені за категоріями та чергами освоєння:

Даний обсяг розвіданих запасів повністю гарантує тривалу сировинну стабільність та безперебійну роботу підприємства.

Видобуток та переробка базальту суворо типізовані відповідно до геологічної структури корисного покладу:

➤ Стовпчасти базальти: Вилучаються переважно у вигляді крупногабаритних блоків. Є базою для виготовлення пиляної продукції,

інтер'єрного та фасадного облицювання. Матеріал відповідає стандартам ДСТУ Б EN 1467:2007 та ДСТУ Б EN 1469:2007.

➤ Первинні скельні базальти (нижній уступ кар'єрів № 2, 4): Використовуються як високоякісна петрургійна сировина для виплавки штапельного волокна та отримання колотої незакругленої крихти. Продукція регламентується нормативами ТУ У 14.2-05471862-001:2007 та ТУ У 88 023.022-96.

➤ Приповерхневі скельні базальти (змінені та незмінені вивітрюванням): Направляються на виробництво класичних будівельних матеріалів — фракційного щебеню (ДСТУ Б. В 2.7-75-98), бутового каменю (ДСТУ Б. В.2.7-241:2010) та дорожньої бруківки (ДСТУ EN 1342:2007).

Екологічність та безвідхідність виробництва: Усі супутні технологічні відходи, що утворюються під час випилювання облицювальних блоків або дроблення петрургійної крихти, повторно залучаються у виробничий цикл. Їх переробляють на стандартний будівельний щебінь, бруківку або мінеральний порошок (крейду) для розкислення ґрунтів, що забезпечує високу раціональність використання надр.



Рис.1.4. Схема земельного відводу

На видобування корисної копалини ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» отримало «Спеціальний дозвіл на користування надрами» (№950 від 07.07.1997 р., накази № 215,216,217 від 15.05.2017 р.).

Залишкові запаси станом на 01.01.2019 р. становлять 11 413,8 тис. м³ (в тому числі: категорія А – 1874,4 тис. м³; категорія В – 3192,8 тис. м³; категорія С1 – 5285,0 тис. м³; категорія С2 – 1061,6 тис. м³).[2]

Сумарні та диференційовані показники продуктивності діючих кар'єрних ділянок за типами корисного компонента наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Загальна характеристика виробничих ділянок

Назва виробничої ділянки	Розробник та рік затвердження проекту	Загальний річний видобуток (тис.м ³ у щільному тілі)	Буто-щебенева сировина (тис.м ³)	Сировина для штапельних волокон (тис.м ³)	Блочна сировина (тис.м ³)	Супутні корисні копалини
Кар'єр № 2	ПП «Геопроект Рівне», 2011 р.	26	10	14	2	Крейда (із м'якого розкриву)
Кар'єр № 4	ДП «Гірник», 2017 р.	70	35	30	5	Не передбачено
Кар'єр № 5	ПП «Геопроект Рівне», 2011 р.	4	—	—	4	Не передбачено
РАЗОМ	—	100	45	44	11	—

Дробильно-сортувальні цехи (ДСЦ).

Виробництво щебеню зосереджене на відкритих промислових майданчиках трьох дробильно-сортувальних цехів:

- ДСЦ-1 виготовляє щебінь фракції: 0,1-100 мм, 100-150 мм, 150-200 мм, 80-120 мм;
- ДСЦ-2 виготовляє щебінь фракцій 5-20 мм; 20-40 мм; 40-70 мм; 70-120 мм;
- ДСЦ-3 виготовляє базальтову округлену крихту фракцій: 3-8 мм; 8-12 мм.[4]

Функціонування дробильно-сортувальних ліній на підприємстві базується на потоковому виробництві, яке охоплює повний цикл механічної переробки видобутих базальтів. Технологічний регламент ДСЦ складається з таких послідовних станій та операцій: приймання та первинне дозування; первинне та вторинне подрібнення; фракційне класифікування (сортування); внутрішньозаводське транспортування; складування; екологічне забезпечення та аспірація.

Режим роботи дробильно-сортувальних цехів трьохзмінний, дві зміни робочі, третя ремонтна, тривалість зміни – 8 годин.

1.2. Геологічна будова базальтового родовища

У геологічній структурі Івано-Долинського родовища (рис. 1.5) чітко виділяються вулканогенно-осадові, ефузивні (вулканічні), а також осадові комплекси, що сформувалися протягом вендського, крейдового та четвертинного періодів.

Основою представленого стратиграфічного розрізу є літологічні відклади бабинської світи, яка входить до складу волинської серії нижнього венду. Цей комплекс переважно складений базальтовими туфами різного гранулометричного складу (псамітової та пелітової структури), а також слюдистими туфитами. В окремих зонах у товщі цих порід фіксуються локальні прошарки теригенних утворень — алевролітів та пісковиків.

У межах досліджуваної ліцензійної площі пошуково-розвідувальними свердловинами породи бабинської світи заглиблені та вивчені на 15–20 метрів. Характерною особливістю є те, що в приповерхневій зоні туфогенний комплекс

зазнав інтенсивного фізико-хімічного вивітрювання, внаслідок чого деградував і трансформувався у пластичні глини насиченого «вишневого» кольору. Первинні туфи та туфіти зберегли свою структуру на цих горизонтах лише у вигляді реліктових ізольованих прошарків [1].

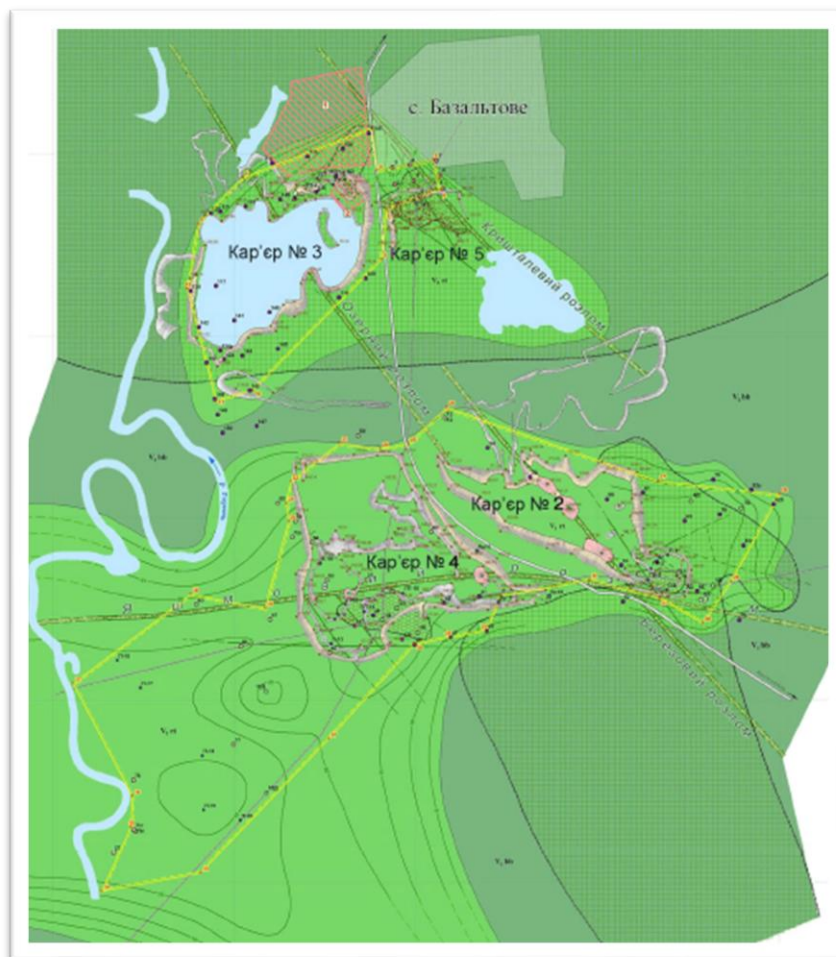


Рис.1.5. Геологічна карта Івано-Долинського родовища базальтів

Із заглибленням у надра ступінь гіпергенних змін мінерального комплексу закономірно нівелюється. За даними буріння у межах кар'єрних полів № 2 та № 3, поверхневі «вишневі глини» поступово заміщуються щільними сланцюватими глинистими різновидами (пелітовими туфами та туфітами) аналогічного теракотово-вишневого забарвлення. Псамітові туфи й туфіти, що залягають у вигляді інтеркаляцій (прошарків) серед глинистої матриці, макроскопічно ідентифікуються як сірі алевро-піщані породи [2].

Для туфогенних утворень характерна смугаста (стрічкова) текстура. До їхнього складу входять метаморфізовані вулканічні продукти, зерна кварцу, плагіоклазові агрегати та хлоритові новоутворення, розвинені по реліктах деструктурованого піроксену. Теригенно-вулканогенні уламки зцементовані тонкодисперсною речовиною, що інтенсивно пігментована гідроксидами заліза. Туфіти морфологічно виглядають як компактні, тонкосланцюваті породи буро-зеленого або коричневого відтінків. Вертикальна потужність окремих туфових та туфітових прошарків варіюється в діапазоні 0,7–1,8 м.

Покрівля туфогенної товщі має виражений нерівний, еродований характер із системою палеопагорбів та депресій. У зонах поширення ефузивів вона повністю повторює долазовий палеорельєф. Амплітуда коливань абсолютних відміток цієї поверхні є досить значною і досягає 28 м (у межах ізогіпс 142–170 м).

Зверху стратиграфічні відклади бабинської світи перекриваються:

- ефузивами ратненської світи (власне базальтами);
- карбонатно-теригенними утвореннями туронського ярусу верхньої крейди;
- пухкими відкладами четвертинної системи.

Базальти, що виступають об'єктом промислової розробки, залягають у формі двох ізольованих плитоподібних тіл. Вони є реліктами колись суцільного базальтового покриву, що згодом зазнав інтенсивного розчленування внаслідок процесів давньої ерозії та абразії. Поверхня продуктивної товщі є розмитою, а коливання її висотних позначок становить від 150 до 179 м.

Північний та Південний базальтові блоки розділені субширотною палеодолиною завширшки від 150 до 300 м. Ця депресія виповнена крейдовими відкладами та сучасними осадовими фаціями. Проведання детального експлуатаційного буріння дозволило чітко окреслити геометрію та обсяги обох покладів [2]:

1. Північна «плита»: Має площу приблизно 0,6–0,7 км² і контурами наближається до сферичного трикутника. У її границях зосереджені кар'єрні поля № 1, 3, 5, а також відпрацьовані площі сусідніх підприємств. На незайманих ділянках максимальна вертикальна потужність ефузивів сягає 21,1 м.

2. Південна «плита»: Виділяється значно більшими масштабами (площа оцінюється у 2,0–2,5 км²) та складною конфігурацією. Наразі північний фланг цього масиву відпрацьовується кар'єрами № 2 і № 4. Пікові потужності базальтового тіла зафіксовані в його центральній частині, де вони становлять від 27,5 до 29,4 м.

За результатами детальних геологічних спостережень безпосередньо у вибоях кар'єрів встановлено відносну текстурну однорідність базальтових тіл. Формування покладів відбувалося не в результаті одноразового потужного виливу, а шляхом послідовної серії ефузивних циклів тріщинного типу, що характеризувалися низьким експлозивним індексом.

У підсумку на території родовища сформувався специфічний багат шаровий базальтовий «пиріг». Контакти між окремими лавовими потоками є досить виразними і представлені класичними зонами швидкого охолодження (зонами закалки), які притаманні покрівельним частинам ефузивних покривів [2]. Спокійні тектонічні умови під час кристалізації розплаву забезпечили оптимальні передумови для формування зон із досконалою стовпчастою окремістю порід.

Як показали численні дослідження, проведені у різні роки мінеральний та хімічний склад базальтів в різних потоках є практично однаковим. Це свідчить про те, що лава надходила на поверхню з єдиного магматичного джерела, у якому існували стабільні фізико-хімічні умови.

Вулканіти родовища належать до типових базальтів або долерито-базальтів, відомих під назвою анамезитів. Інша розповсюджена назва цих порід – палагонітові базальти (палагоніт – хлоритоподібна речовина мінливого складу, збагачена водою, широко розповсюджена в межах родовища).[2]

1.3. Фізико-механічні властивості корисної копалини

Базальт – найпоширеніша гірська порода, основна порода дна океану, складається з плагіоклазу і містить відносно небагато кремнію (менше 50%). Зазвичай темно-сірого кольору, але може бути зеленим, коричневим або чорним.



Рис. 1.6. Загальний вигляд зразка базальтової породи

Механічні якості гірських порід – це клас фізичних властивостей, який характеризує поведінку порід при різних силових впливах.[3]

Базальти Івано-Долинського родовища характеризуються наступними фізико-механічними показниками якості:

- дійсна густина – $2,3-2,96 \text{ г/см}^3$;
- середня густина – $2840-2939 \text{ кг/м}^3$;
- пористість (загальна) – $0,71-2,51 \%$;
- водопоглинання – $0,18-0,84 \%$

межа міцності на стискання:

- в повітряно-сухому стані – $2582-4183 \text{ кгс/см}^2$;

– в водонасиченому стані – 2327-4049 кгс/см²;
коефіцієнт зменшення міцності при насиченні водою – 0,9-0,97;
марка породи за міцністю в водонасиченому стані – 1400 (за ТУ У 21-10-69-89 «Камінь будівельний. Технічні умови»);

Усі зразки базальтів витримали 50 циклів заморожування та відтаювання у воді без видимих ознак руйнувань. Втрати в масі після заморожування відсутні.

Межа міцності на стиск після визначення морозостійкості склала – 2695-3754 кгс/см².

Втрати міцності після 50-ти циклів заморозки склала – 1,03-13,12 %, що відповідає вимогам ДСТУ Б.В 2.7-59-97 «Блоки із природного каменю для виробництва облицювальних виробів. Загальні технічні умови» і свідчить про морозостійкість базальтів родовища (марка F-50).[2]

Втрати в масі при випробуванні на колі стиральності склала – 0,48-0,64%, що відповідає помірного механічного впливу (інтенсивність руху від 500 до 1000 люд./год.).[2]

Технічні умови», ДСТУ Б. В.2.7-241:2010 «Камінь будівельний. Технічні умови» і ДСТУ EN 1342:2007«Брущатка із природного каменю для мостіння вулиць».[2]

1.4. Гідрогеологічні умови залягання базальтів

Територія розташування Івано-Долинського родовища базальтів геоструктурно належить до північно-східного крила Волино-Подільського артезіанського басейну. Особливості геологічного розрізу зумовили формування та повсюдне поширення кількох водоносних горизонтів і комплексів (ВГ і ВК), які розділені слабопроникними екранами різної потужності.

Оскільки фільтраційні властивості вміщувальних порід безпосередньо залежать від ступеня їхньої тріщинної проникності, зазначені гідрогеологічні підрозділи є гідравлічно взаємопов'язаними і функціонують як єдина гідродинамічна система.

У межах родовища виділяються чотири основні гідрогеологічні одиниці:

1. Водоносний комплекс четвертинних відкладів.
2. Водоносний горизонт зони інтенсивної тріщинуватості мергельно-крейдяних утворень туронського ярусу.
3. Водоносний горизонт зони інтенсивної тріщинуватості ефузивно-туфогенної товщі (базальтів і туфів) ратненської та бабинської світ венду.
4. Водоносний горизонт горбашівської світи венду [2].

Для технологічних процесів кар'єрної розробки найбільше значення має водоносний горизонт у туфах і базальтах бабинської та ратненської світ. Процеси циркуляції підземних вод у ньому повністю підпорядковані тектонічній та термічній тріщинуватості ефузивів.

Зона найбільш інтенсивного обводнення та розтріскування фіксується у вертикальному інтервалі від 10 до 70 метрів від верхньої межі базальтового покладу. У просторовому плані зони підвищеної проникності тяжіють до дренажної системи річки Горинь. Про це свідчать показники природного гідростатичного тиску: якщо на вододільних ділянках рівні залягають на глибинах до 10 м, то у річковій долині вони наближаються до денної поверхні й фіксуються на позначці 0,1 м [2].

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИДОБУТКУ ТА ПЕРЕРОБКИ БАЗАЛЬТУ

2.1. Система розробки родовища Івано-Долинського родовища

Кар'єрна ділянка № 2. Загальна площа відводу кар'єрної ділянки № 2 перевищує 30 га. Геологічна будова розкриву на цій площі характеризується повною відсутністю скельних різновидів порід — розкривна товща представлена виключно м'якими (пухкими) відкладами. Їхня вертикальна потужність варіюється в діапазоні від 6,0 до 10,0 м, становлячи в середньому 8,9 м. Залежно від топографічних умов та залягання продуктивного пласта, гранична глибина ведення гірничих робіт на ділянці коливається від 11 до 28 м.

Технологічний цикл видобутку базальту базується на комбінованій схемі та включає такі основні етапи:

1. Руйнування масиву: підготовка скельної породи до виймання здійснюється за допомогою буровибухового способу (БВР).
2. Виймально-навантажувальні роботи: екскавація розпушеного вибухом базальту з вибою виконується кар'єрними екскаваторами типу Е-2503.
3. Транспортування сировини: переміщення гірничої маси до переробного комплексу або складів здійснюється великовантажними автосамоскидами серій БелАЗ-540 та БелАЗ-548.

Кар'єрна ділянка № 4. Виймка кар'єрної ділянки № 4 простягається з півночі на південь приблизно на 500 м.

На сьогоднішній день північний сектор кар'єрного поля № 4 повністю відпрацьований та пройшов етап гірничотехнічної й біологічної рекультивації. Внутрішній вироблений простір цієї зони засипано пухкими породами розкриву до абсолютної відмітки 164 м. Наразі поверхня відвалу повністю спланована, а на її площі сформувався стійкий природний біоценоз із самосійних насаджень сосни та берези. Надалі розвиток гірничих робіт і посування фронту очисної виймки передбачено виключно у південному напрямку, чітко в межах контуру затверджених промислових запасів.

Поклади корисної копалини та розкривна товща у цій частині родовища характеризуються такими просторовими й потужнісними параметрами:

- Продуктивна товща базальтів: вертикальна потужність кондиційного масиву варіюється від 7 до 29 м, при цьому середня (найбільш стала) потужність становить 23 м.
- Поверхневий розкрив: представлений пухкими відкладами, товщина яких коливається в широкому діапазоні від 8 до 22 м (переважна медіанна потужність зафіксована на рівні 13 м).
- Зона вивітрювання: верхня приповерхнева частина базальтового тіла представлена тріщинуватими, порушеними вивітрюванням різновидами, потужність яких змінюється від 0,1 до 4,6 м.

Розкриття робочих горизонтів кар'єрної ділянки № 4 реалізовано за допомогою капітальної загальної в'їзної траншеї. Вона закладена по східному борту кар'єру і забезпечує транспортний зв'язок із денної поверхні (абсолютна відмітка +177,0 м) безпосередньо до нижнього робочого горизонту на відмітці +144,5 м.

Безпосереднє відпрацювання кар'єрного поля здійснюється за триступінчастою системою розробки, яка включає один верхній розкривний уступ та два нижні видобувні уступи:

I-й уступ – розкривний, відмітка підшви коливається в межах від +159,6 до +170,8 м при висоті уступу від 4,2 до 20,1 м;

II-й уступ – добувний, відмітка підшви коливається в межах від +148,6 до +153,9 м при висоті уступу від 6,0 до 16,0 м;

III-й уступ – добувний, відмітка підшви коливається в межах від +144,5 до +146,5 м при висоті уступу від 5,5 до 6,5 м.[2]

Гірничі роботи на видобувних горизонтах кар'єру № 4 чітко диференційовані за цільовим призначенням сировини та висотним положенням уступів:

- Верхній видобувний уступ (II уступ): Орієнтований на розробку зон із вираженою стовпчастою окремістю базальту для отримання

великогабаритного блокового каменю, а також на вилучення породи для масового виробництва будівельного щебеню та буту.

➤ Нижній видобувний уступ (III уступ): Призначений для вилучення високоякісних первинних базальтів, що використовуються як петрургійна сировина (для плавлення і виробництва штапельного волокна). Паралельно на цьому горизонті триває селективне виймання базальтових стовпів для отримання кондиційних блоків.

Залежно від типу готової продукції, на підприємстві застосовуються дві різні технологічні схеми підготовки та навантаження базальту:

1. Для було-щебеневої та петрургійної сировини: Попереднє руйнування та розм'якшення тривкого базальтового масиву здійснюється за допомогою буровибухових робіт (БВР) із використанням методу свердловинних зарядів. Після проведення вибуху екскаватори та навантаження підірваної гірничої маси виконуються кар'єрними екскаваторами серії Е-2503. Транспортування сировини до дробильно-сортувального цеху забезпечується великовантажними автосамоскидами БелАЗ вантажопідйомністю 40 тонн [2].

2. Для блочного каменю: З метою збереження цілісності та уникнення мікротріщин у блоках, вибуховий метод тут не застосовується. Відокремлені від масиву блоки завантажуються за допомогою автомобільних кранів КС-3575А, а їхнє подальше переміщення на спеціалізовані склади тимчасового зберігання та обробки здійснюється залізничним або автомобільним транспортом підприємства.

Кар'єрна ділянка № 5. Площа кар'єрної ділянки № 5 поля має незначні розміри 90х95 м по верхній бровці. Середня потужність корисної копалини в межах кар'єрної ділянки становить 16,5 м, розкривних порід –10,1 м (піски – 3,3 м, крейда – 6,8 м).

Висота робочих уступів передбачається незмінною, такою ж як при дослідно-промисловому видобутку (4,4 - 4,7 м), що дозволить максимально зберегти блочну сировину від механічного руйнування в процесі видобутку.

Розкривні породи складаються з трьох шарів: ґрунтово-рослинний шар

середньою потужністю 0,2 м, піски середньою потужністю – 4,4 м, крейда середньою потужністю 6,4 м.

2.2. Розкривні та відвальні роботи

Кар’єрна ділянка № 2. Селективна виїмка ґрунтового-рослинного шару на даній ділянці не здійснюється. Така технологічна особливість зумовлена тим, що під час проведення попереднього етапу підготовки поверхні (зокрема, нерівномірного викорчовування пнів та деревної рослинності) родючий шар був суттєво деструктурований та перемішаний із підстеляючими піщаними відкладами.

Окремі локальні фрагменти гумусового горизонту внаслідок механічного впливу змістилися по вертикальному розрізу на глибину до 1,4 м. Це дає повні підстави класифікувати генезис цього утворення як штучно порушений, тобто техногенний. З огляду на втрату первинної структури та якісних характеристик, цей елювіальний прошарок відпрацьовується валовим способом – спільно з рештою маси пухких розкривних порід.

До категорії розкривних порід на родовищі належать техногенно змінені відклади, представлені переважно піщаними шарами та крейдою. Розробляється одним уступом.

Кар’єрна ділянка № 4. Пухкий розкрив представлений породами четвертинних відкладів: суглинками, глинами, жорствою. Видалення пухкого розкриву проводиться за допомогою екскаватора Е-2503.

Попереднє розпушування пухких розкривних порід не проводиться. До скельного розкриву віднесені порушені вивітрюванням базальти.

Навантаження скельного розкриву здійснюється екскаватором Е-2503. Скельні розкривні породи є супутньою корисною копалиною і використовуються для отримання буто-щебеневої продукції відвали розкривних порід розміщуються у відпрацьованому просторі кар’єру № 4.

Кар’єрна ділянка № 5. Розкривні та відвальні роботи виконуються сезонно, у теплу пору року.

Об'єми розкривних порід складуть (всього за два перших роки): ґрунтово-рослинний шар – 0,6 тис.м³; піски, супіски – 7,5 тис.м³; крейда – 16,3 тис.м³.

Для виконання розкривних та відвальних робіт наявні: екскаватор ЕО-5124, навантажувач L-34, бульдозер ДЗ-130, автосамоскид БелАЗ-7540 (вантажопідйомність 30,0 т). ГРШ згортається бульдозером ДЗ-130 у бурти, а потім завантажується за допомогою навантажувача L-34 на автосамоскид БелАЗ-7540 і перевозиться у окремий відвал ГРШ на відстань 0,1 км (північно-східна частина кар'єру № 5).[2]

Всі розкривні роботи виконуються на площі 0,3 га двома підступами, верхнім висотою 7,0 м та нижнім висотою 3-4 м.

2.3. Добувні та буровибухові роботи

Корисною копалиною на Івано-Долинському родовищі є незмінні і порушені вивітрюванням базальти, які відносяться до Х групи за БНіП-IV-2-82 на буровибухові роботи і до V категорії по складності екскавації.[2]

Кар'єрна ділянка № 2. Розробка корисної копалини передбачається на горизонтах +169,5 м (буто-щебенева сировина) і –169,5 м (петрургійна і блочна сировина).

Середня щільність базальтів становить 2,8 т/м³. Видобуток базальтової сировини в кар'єрі базується на циклічній технології, що передбачає попереднє руйнування скельного масиву за допомогою енергії вибуху з подальшим вийманням та транспортуванням породи.

Схема комплексної механізації основного виробничого циклу включає:

- Екскавація: навантаження розпушеного базальту здійснюється кар'єрними екскаваторами серії Е-2503.
- Транспортування: доставка гірничої маси до дробильно-сортувального комплексу виконується технологічним автотранспортом, зокрема автосамоскидами моделей БелАЗ-540, БелАЗ-548 та МАЗ-555.

➤ Допоміжні операції: планування вибоїв, формування навалів підірваної породи (окучування), а також розчищення та утримання під'їзних шляхів і робочих майданчиків забезпечується бульдозером ДЗ-110А.

Підготовка тривких базальтів до екскавації реалізується підрядним способом із залученням спеціалізованих організацій. Для мінімізації сейсмічного впливу та отримання оптимального фракційного складу приймається метод розсереджених свердловинних зарядів у поєднанні з технологією короткоуповільненого підривання (КУП).

Вибір геометричних та технологічних параметрів БВР зумовлений структурно-текстурними особливостями базальтового масиву, необхідною якістю дроблення та плановою потужністю кар'єру:

- Діаметр вибухових свердловин: становить 105 мм.
- Бурове устаткування: проходка свердловин здійснюється станками ударно-обертового буріння моделі СБУ-100 (експлуатаційна продуктивність агрегату становить 10 погонних метрів за зміну).
- Енергетичне забезпечення: безперебійне постачання стисненого повітря до бурового інструменту гарантують дві компресорні станції ДК-9М.
- Асортимент вибухових речовин (ВР): підривання масиву виконується з використанням сумішей «Грамонт 79/21» та емульсійних ВР типу «Анемікс 70».
- Режим витрати ВР: сумарний річний обсяг використання промислових вибухових речовин досягає 5,5 тонн, при цьому гранична маса заряду на один масовий вибух обмежена 3,0 тоннами [2].

Для вторинного руйнування переукрупнених уламків (негабаритів), які утворюються після масового вибуху і перевищують розміри приймального отвору дробарок, застосовується шпуровий метод. Буріння допоміжних шпурів виконується ручними перфораторами ПР-20, нормативна змінна продуктивність яких становить 17 погонних метрів.

Кар'єрна ділянка № 4. Видобування скельних базальтів. Очисна виїмка базальту, призначеного для петрургійної індустрії та масового виробництва

буто-щебеневих матеріалів, зосереджена в межах нижнього робочого уступу. Висотне положення підшви цього добувного ярусу варіюється в діапазоні геометричних позначок від +144,5 до +146,5 м. Вертикальна висота самого виймального уступу є змінною і становить від 5,5 до 6,5 м, що забезпечує безпечні умови роботи виймально-навантажувального устаткування.

Параметри буровибухового розпушення (БВР) та доробки негабаритів

Через високу міцність базальтового масиву його екскавація потребує попереднього штучного руйнування, що реалізується за допомогою буровибухового способу.

- Технологія буріння та підривання: Проходка серій вибухових свердловин здійснюється станками ударно-обертового типу СБУ-100. Руйнування масиву базується на методі свердловинних зарядів. Як промислові вибухові речовини (ВР) застосовуються комбіновані суміші типу «Грамоніт 79/21» та емульсійні склади «Анемікс 70». Сумарний річний ліміт використання ВР на цій ділянці становить 15,0 тонн.

- Вторинне подрібнення: Руйнування переукрупнених порід (негабаритів), які утворюються в результаті незадовільного виходу підірваної маси, виконується шпуровим методом за допомогою пневматичних ручних перфораторів ПР-20.

- Енергетичне забезпечення: Генерація та подача стисненого повітря до бурових станків СБУ-100 та перфораторів забезпечується автономними мобільними дизель-компресорними станціями марки ДК-9М.

Механізація виймально-навантажувальних та транспортних операцій

Завантаження підірваної базальтової сировини у вибої здійснюється кар'єрним електричним екскаватором типу Е-2505 (пряма лопата). Екскаваційний комплекс функціонує в єдиній технологічній ланці з кар'єрним автотранспортом. Транспортування гірничої маси на переробні заводи або проміжні майданчики забезпечується високотоннажними автосамоскидами БелАЗ вантажопідйомністю 30 та 40 т відповідно.

Видобування стовпчастих базальтів. Для добування стовпчастих базальтів

залучаються стовпи базальтів прямого залягання.

Застосування буроклинового методу зумовлене природними морфологічними особливостями покладу — зокрема, наявністю досконалих рівних площин контакту між окремими базальтовими стовпами, що дозволяє відокремлювати їх без використання вибухових речовин. Цей делікатний процес складається з кількох послідовних стадій:

За відсутності природної горизонтальної тріщини (постілі) в основі базальтового стовпа, який планується до обрушення, виконується його штучне підрізання. Для цього за допомогою ручного перфоратора ПР-20 пробурюється серія горизонтальних шпурів. Глибина кожного шпура становить до половини товщини стовпа, а відстань між ними витримується в межах 15–20 см.

У підготовлені горизонтальні шпури встановлюються металеві клинки. Шляхом рівномірного механічного постукування по клинках створюється концентрація напружень, що призводить до утворення суцільної тріщини відколу в основі.

У вертикальній площині окремі, за якою стовп межує з основним масивом, буровим верстатом СБУ-100 (ударно-обертального типу) проходить глибокий напрямний шпур завдовжки 1,0–1,5 м.

У вертикальний напрямний шпур закладається тривкий металевий стрижень, до якого надійно кріпиться сталевий тяговий трос. За допомогою гусеничного бульдозера ДЗ-110 здійснюється спрямоване відтягування базальтового стовпа від масиву з його подальшим переведенням (завалюванням) на підшву робочого уступу.

Важлива екологічна та технологічна вимога: Для запобігання неконтрольованому розлому та пошкодженню цінної блочної сировини, завалювання стовпа виконується виключно на заздалегідь підготовлену та вирівняну амортизаційну «подушку» із дрібного щебеню.

Після переміщення стовпа на робочу площадку виконується його ретельний візуальний огляд на наявність внутрішніх дефектів. Далі, з урахуванням природної тріщинуватості, породу розбирають на товарні блоки.

У разі потреби додаткового розділення моноліту, в намічених лініях розколу перфоратором висвердлюють короткі шпури завглибшки 15–20 см. У них забивають металеві клини, за допомогою яких виконується остаточне ручне розколювання масиву на кондиційні блоки.

Готові базальтові блоки вантажаться за допомогою автомобільного крана КС-3575А на бортові автомобілі або спецтранспорт і доставляються на спеціалізовані склади підприємства для подальшої обробки чи реалізації.

Кар'єрна ділянка № 5. Продуктивна товща в межах цього кар'єрного поля представлена свіжими (незміненими) базальтами зі стовпчастою окремістю, а також приповерхневими різновидами, що частково зазнали гіпергенного вивітрювання.

Методика видобутку базальтових стовпів як кондиційної сировини для виробництва блоків є класичною для підприємства та успішно апробована протягом багатьох десятиліть. Вона базується на безвибуховому механічному способі й включає такі послідовні операції:

1. Буріння технологічних шпурів в основі: Для підрізання стовпа в його нижній частині проходять серію шпурів діаметром 20 мм. Шпури заглиблюють до половини загальної ширини стовпчастого тіла, спрямовуючи їх угору під кутом 5°. Роботи виконуються ручними пневматичними перфораторами ПР-20, які підключені до мобільних компресорних станцій ДК-9М.

2. Анкерування та переведення стовпа у забій: У верхній частині (вершині) базальтового стовпа висвердлюють шпур діаметром 40 мм, у якому надійно фіксують сталевий стрижень. За допомогою системи сталевих канатів (тросів) та гусеничного трактора ДЗ-130 стовп спрямовано перекидають (завалюють) на підшву видобувного уступу.

3. Пасирування на товарні блоки: Безпосередньо на робочому майданчику забою обрушений моноліт розбирають за допомогою буроклинового методу на кондиційні товарні блоки.

Відходи бульдозером ДЗ-130 згортаються в бурти як сировина. За результатами дослідно-промислового видобутку вихід блоків 19,5%.

Мінімальний промисловий вихід блоків із гірничої маси на ділянках стовпчастих базальтів – 10%. Навантаження блочної продукції виконується автокраном КС-3575А, штучної – екскаватором ЕО-5124.

2.4. Підрахунок запасів базальтів

Запаси корисної копалини родовища відповідають вимогам ТУ У 14.2-05471856.001-2007«Крихта неокруглена базальтова. Технічні умови», ДСТУ Б. В. 2.7-75-98 «Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт.

Кар'єрна ділянка № 2. Запаси базальтів в межах кар'єрної ділянки № 2 затверджені протоколом УкрДКЗ №3775 від 22.12.2016 р. в кількості 788,0 тис. м³. [2]

Залишкові запаси станом на 01.01.2019 р. становлять 710,7 тис.м³ (в тому числі:

- було-щебенева продукція – 326,3 тис. м³;
- петрургійна сировина – 347,3 тис.м³;
- блочна сировина – 37,1 тис. м³).

Річна продуктивність кар'єрної ділянки становить 26 тис. м³ гірничої маси в щільному тілі, в тому числі:

- було-щебеневої сировини – 10 тис. м³;
- сировини для виробництва шпательних волокон – 14 тис. м³;
- блочної продукції – 2 тис. м³.

Кар'єрна ділянка № 4. Запаси базальтів в межах кар'єрної ділянки № 4 затверджені протоколом УкрДКЗ № 3775 від 22.12.2016 р. в кількості 10763,5 тис. м³. [2]

Залишкові запаси корисної копалини станом на 01.01.2019 р. становлять 10672,2 тис. м³.

Річна продуктивність кар'єрної ділянки № 4 становить 70 тис. м³ гірничої маси в щільному тілі, в тому числі:

- було-щебеневої сировини – 35 тис.м³;
- сировини для виробництва шпательних волокон – 30 тис. м³;
- блочної продукції – 5 тис. м³.

Кар’єрна ділянка №5. В 2016 р УкрДКЗ №3775 від 22.12.2016 р. в межах кар’єрної ділянки № 5 затверджені запаси в кількості 30,9 тис.м³.

Станом на 01.01.2019 р. залишкові запаси складають:

- блочної сировини 30,1 тис.м³,
- було-щебеневої сировини – 0,8 тис.м³.

Річна потужність кар’єру по добуванню корисної копалини складає 4,0 тис.м³ в щільному тілі.

Термін експлуатації родовища базальтів в межах відведених земельних ділянок та по запасам більше 50 років.

РОЗДІЛ 3. ОПИС ДІЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБКИ БАЗАЛЬТІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

3.1. Характеристика існуючої технологічної лінії

ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» випускає щебінь згідно ДСТУ БВ.2.7.-75-98 наступних фракцій: 15-25 мм, 5-20 мм, 20-40 мм, 40-70 мм, 80-120мм, 0,1-40 мм та крихту базальтову неокатану (ТУ У 14.2 – 05471862 – 001:2007). Для цього на підприємстві функціонують дробарно-сортувальні лінії (ДСЦ) з виробництва щебеневої продукції.

ДСЦ-1 (рис.3.1.). Дробарно-сортувальна лінія потужністю 250,0 т/добу, 20,0 т/годину. Річна виробнича програма 46,0 тис.м³ , при щільності 2,8 кг/м³ складає 129,0 тис т.

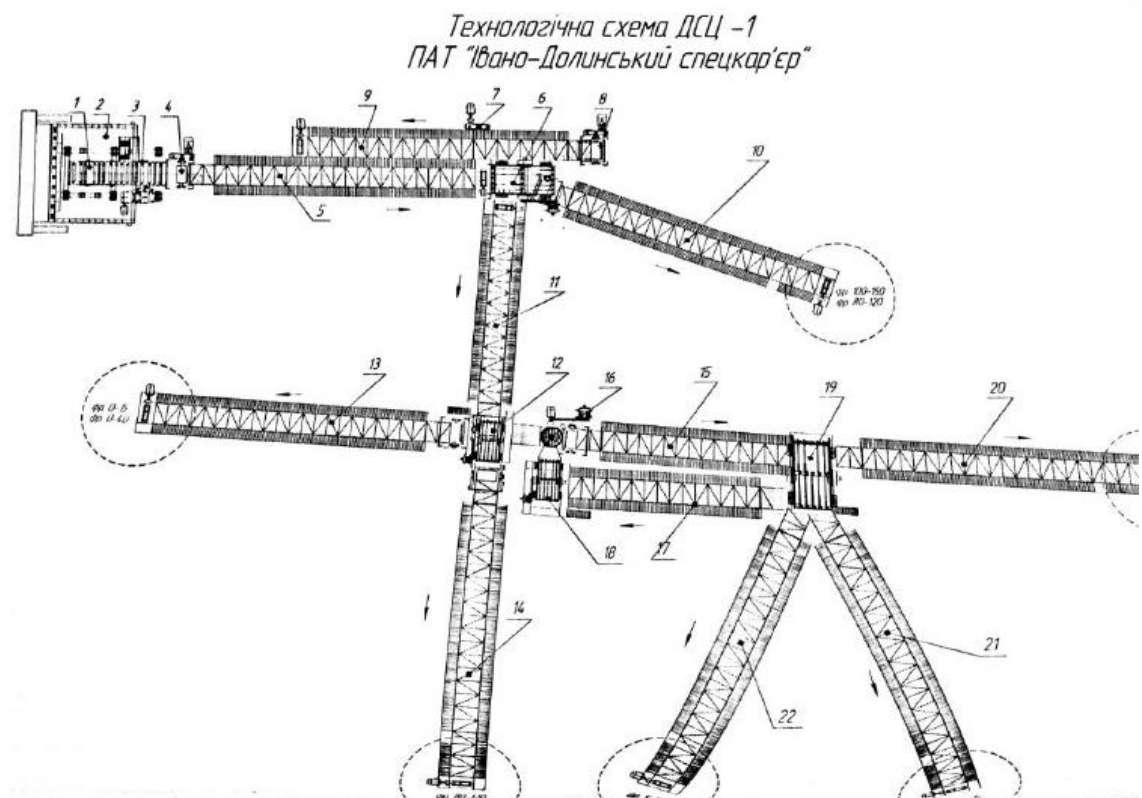


Рис.3.1. Технологічна схема ДСЦ-1:

1 – живильник 2-12-60; 2 - приймальний бункер; 3,14,17,20,21,22 – конвеєр В-650; 4 – дробарка СМД-111; 5 – конвеєр В-1000; 6, – грохот ГІТ-52; 7,8 – дробарка СМД-741; 9,10,11,15 – конвеєр В-800; 12 – грохот ГІЛ-52; 13,14 – конвеєр В-650; 18 – вузол завантаження ДКТ-1200; 19 – грохот ГІЛ-43.

Технологічна лінія передбачає випуск щебеню фракції 0,1-100 мм, 100-150 мм, 150-200 мм.

Прийнята на підприємстві технологічна схема переробки базальтової сировини базується на двостадійному циклі подрібнення із замкнутим контуром сортування. Процес включає приймання вихідної руди, первинне руйнування, проміжну класифікацію та повторне (вторинне) дробарне оброблення надгабаритних класів.

Послідовність руху матеріалу за технологічними етапами

1. Завантаження та первинне живлення: Вихідна базальтова гірнича маса з максимальним розміром шматка 0-500 мм доставляється з вибою і розвантажується в акумулюючий приймальний бункер об'ємом 50 м³. Звідти за допомогою пластинчастого живильника марки 2-12-60 (ширина полотна — 1500 мм) порода рівномірно подається на першу стадію подрібнення.

2. Перша стадія подрібнення: Рудний матеріал надходить у шокову дробарку СМД-111, яка має розмір приймального зіву 1200х 900 мм. При ширині вихідної щілини, налаштованій на діапазон 120-140 мм, максимальна продуктивність агрегату досягає 62,0 м³/ год.

3. Грохочення (первинна класифікація): Продукт шокового подрібнення (фракція 0-250 мм) за допомогою стрічкового конвеєра В-1000 переміщується на інерційний грохот ГИЛ-52. На ньому гірнича маса розділяється на три потоки за крупністю:

- дрібні фракції 0-100 мм та середня фракція 100-150 мм;
- надгабаритний клас (крупністю понад 150 мм).

4. Складування готових класів та рециркуляція: Кондиційні фракції (0-100 мм та 100-150 мм) за допомогою системи стрічкових транспортерів В-800 виводяться із процесу на склади готової продукції. У свою чергу, фракція >150 мм з метою до подрібнення спрямовується у конусну дробарку СМД-741 із вхідним зазором 80 мм. Подрібнений у ній матеріал конвеєрами В-800 та В-1000 знову повертається на грохот ГИЛ-52, замикаючи технологічний цикл.

5. Транспортування відсіву: Дрібний відсів, що утворюється під лотком живильника 2-12-60, підхоплюється допоміжним конвеєром В-650 і перенаправляється на магістральний конвеєр В-1000 для подальшого сортування.

3.2. Опис конструкції та принцип роботи шокової дробарки

Основне обладнання, яке на сьогодні використовується для первинного подрібнення гірської маси з метою отримання щебеню – шокові дробарки. Найбільшого поширення на кар'єрах скельних порід набули шокові дробарки.

На ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» встановлена дробарка СМД-111 (рис. 3.2.). Технічні характеристики дробарки СМД-111 наведено в табл. 3.1.

Принцип роботи дробарки полягає в тому, що при зближенні щік шматки матеріалу, що дробиться, руйнуються, при зворотному ході пересувної щоки відбувається розвантаження дробленого продукту.

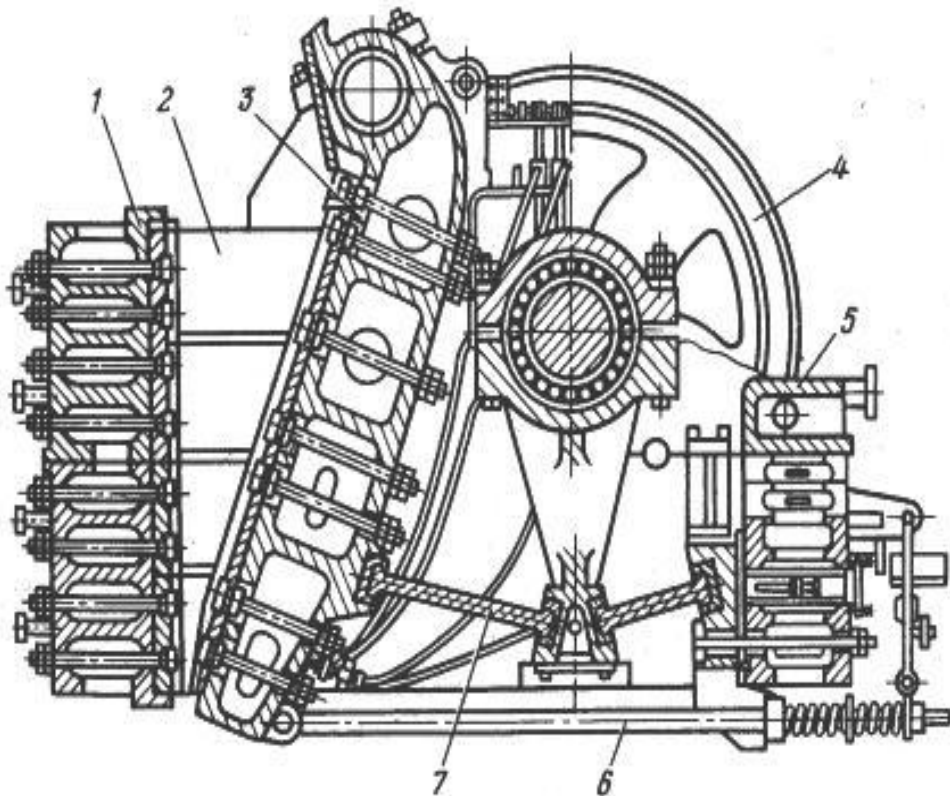


Рисунок 3.2. Дробарка СМД-111: 1 – нерухома щока; 2 – бокова футеровка; 3 – рухома щока; 4 – маховик; 5 – задня стінка; 6 – тяга; 7 – розпірна плита

Технічні характеристики дробарки

Показник	Значення показника
Продуктивність, м³/год	180 м³/год
Розмір приймального отвору, мм	900
- ширина	1200
- довжина	
Максимальний розмір шматка, мм	750
Ширина вихідної щілини, мм	120
Діапазон регулювання, мм	35
Встановлена потужність, кВт	110
Маса, т	74
Габарити, м	
- довжина	5,30
- ширина	6
- висота	4

3.3. Розрахунок щоквої дробарки

Основні технологічні характеристики щоквих дробарок: кут захвату, швидкість обертання колінчастого (ексцентрикового) валу, продуктивність, споживана потужність.

Кут захвату повинен бути таким, щоб матеріал, що знаходиться між щоками при натисненні руйнувався, а не виштовхувався доверху. Нормальне подрібнення можливе, якщо кут захвату дорівнює або менший подвійного кута тертя.

Однак для того, щоб частки матеріалу не виштовхувались з дробарки під дією тиску щік, необхідно, щоб кут захвату не перевищував подвійного кута тертя матеріалу 2φ , тобто повинна виконуватись умова:

$$\alpha \leq \varphi$$

Для розрахунків кут захвату приймаємо в межах 15-25°

$$\alpha = 24^\circ$$

Збільшення кута захвату в порівнянні з оптимальним може привести до падіння продуктивності; зниження кута захвату викликає неоправдані

збільшення габаритних розмірів, а значить і маси дробарки.

Число обертів вала дробарки n (число повних коливань щоки) , що відповідає найбільшій продуктивності дробарки, складає:[7]

$$n \leq \sqrt{\frac{450 \cdot g \cdot tg\alpha}{S}} \text{ об/хв}; \quad (3.1)$$

або

$$n \leq 66,5 \sqrt{\frac{tg\alpha}{S}} \text{ об/хв}; \quad (3.2)$$

де S - довжина ходу щоки; g – прискорення вільного падіння, $g = 9.81 \text{ м/с}^2$

Практично приймають

$$n = (60 \div 63) \sqrt{\frac{tg\alpha}{S}} \text{ об/хв}; \quad (3.3)$$

$$n = 60 \cdot \sqrt{\frac{tg 24^\circ}{0.0256}} = 250 \text{ об/хв}; \quad (3.3)$$

Середній хід щоки:

$$S = \frac{S_H + S_B}{2} \text{ м}; \quad (3.4)$$

де S_B , S_H – хід щоки відповідно у верхній і нижній частині камери дроблення, мм. Визначення їх рекомендується по формулах:

$$S_B = (0,01 \dots 0,03) \cdot B = 0,01 \cdot 1200 = 12 \text{ мм}; \quad (3.5)$$

$$S_H = 8 + 0,26 \cdot b = 8 + 0,26 \cdot 120 = 39,2 \text{ мм}; \quad (3.6)$$

Тоді вираховуємо S за формулою (3.4):

$$S = \frac{0,012 + 0,0392}{2} = 0,0256 \text{ м}; \quad (3.4)$$

При n ходів щоки (число обертів вала), годинна продуктивність ($\text{м}^3/\text{год}$) складає:

$$Q = 60 \cdot n \cdot V \cdot \mu = 60 \cdot n \cdot \mu \frac{B \cdot S \cdot (2b + S)}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{30 \cdot n \cdot \mu \cdot B \cdot S \cdot (2b + S)}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad (3.7)$$

де V – об’єм, який утворюється між щоками, м^3 ; μ - коефіцієнт розпушення матеріалу на виході з дробарки $\mu = 0,35 \div 0,65$. B - ширина завантажувального отвору, м ; b - ширина випускної щілини, м .

$$Q = \frac{30 \cdot 250 \cdot 0,4 \cdot 1,2 \cdot 0,0256 \cdot (2 \cdot 0,12 + 0,0256)}{\operatorname{tg} 24^\circ} = 55 \text{м}^3/\text{год}; \quad (3.7)$$

Враховуючи, що середній діаметр часток подрібненого матеріалу в щоків дробарці:

$$d_{\text{cp}} = \frac{(b + S) + b}{2} = \frac{2b + S}{2} \text{м}; \quad (3.8)$$

$$d_{\text{cp}} = \frac{2 \cdot 0,12 + 0,0256}{2} = 0,1328 \text{м}; \quad (3.8)$$

то масову продуктивність в (т/год) можна визначити за формулою:

$$G = \frac{0,06 \cdot n \cdot \mu \cdot B \cdot S \cdot d_{\text{cp}} \cdot \rho}{\operatorname{tg} \alpha} \text{ т/год}; \quad (3.9)$$

де ρ – густина матеріалу (кг/м^3). $\rho = 2600 \text{ кг/м}^3$.

$$G = \frac{0,06 \cdot 250 \cdot 0,4 \cdot 1,2 \cdot 0,0256 \cdot 0,1328 \cdot 2600}{\operatorname{tg} 24^\circ} = 143 \text{т/год}; \quad (3.9)$$

Для орієнтовних розрахунків споживаної потужності щоків дробарки з простим рухом щоки користуються емпіричною формулою:

$$N = C \cdot A \cdot B \text{ кВт}; \quad (3.10)$$

де B та A – довжина та ширина завантажувального отвору, м; C – коефіцієнт, який приймають в межах від 80 (для дробарок з розмірами розвантажувального отвору 900×1200 мм та більше) до 160 (для дробарок невеликого розміру).

В формулі не входять характеристики матеріалу, який подрібнюється, тому її практичне застосування обмежується матеріалами середньої міцності. Рекомендується для визначення потужності дробарки користуватися залежністю, в якій враховуються характеристики матеріалу:[7]

$$N = \frac{\sigma^2 \cdot n \cdot B \cdot (d_n^2 - d_k^2)}{2,3 \cdot 10^5 \cdot E} \text{ кВт}; \quad (3.11)$$

де, σ - межа міцності матеріалу (базальту) при стисканні, Па; $\sigma=500$ МПа;

d_n і d_k - діаметри часток вихідного матеріалу та продукту здрібнення, м;

$d_k = 0,8 \cdot b = 0,8 \cdot 120 = 96$ (мм); $d_n = 500$ (мм); n – число коливань, об/хв;

E – модуль пружності, Па; $E=73200$ МПа.

$$N = \frac{500^2 \cdot 10^5 \cdot 250 \cdot 1,2 \cdot (0,5^2 - 0,096^2)}{2,3 \cdot 10^5 \cdot 73200} = 107 \text{ кВт}; \quad (3.11)$$

РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

4.1. Аналіз сучасного дробарного обладнання

Технологічний цикл виготовлення фракційного щебеню традиційно складається з двох ключових взаємопов'язаних стадій: кар'єрного видобутку мінеральної сировини та її подальшої механічної переробки. На першому етапі за допомогою масових вибухів здійснюється первинне руйнування та деструкція скельного масиву.

Отримані після підриву некондиційні (негабаритні) блоки за допомогою гідравлічного чи механічного спецобладнання (гідромолотів, буроклинових установок) подрібнюються до прийнятних розмірів. Наступним кроком сукупна гірнича маса (як розпушена вибухом, так і доведена механічно) транспортується кар'єрними самоскидами на дробильно-сортувальний комплекс для остаточної класифікації та подрібнення [8].

Аналіз світового та вітчизняного досвіду експлуатації гірничопереробного устаткування свідчить, що в сегменті подрібнення міцних порід (зокрема базальтів) домінуючі позиції в Україні посідають щоківі та конусні дробарки. Проте в межах цих класів існують суттєві конструктивні та технологічні відмінності.

Найбільш інноваційними серед них є крутоконусні дробарки інерційної дії. До основних їх переваг належить високий ступінь подрібнення (у 1,5...2,0 рази вищий ніж у відомих конусних дробарок), можливість дистанційного налаштування на задану крупність продукту подрібнення у відповідності до вимог споживачів та забезпечення роботи «під завалом» без наявності спеціальних дозуючих пристроїв.[9]

Провівши дослідження дробарного обладнання, вибір зупинився на альтернативному варіанті дробарки виробника Metso серії HP300 (рис.4.1).

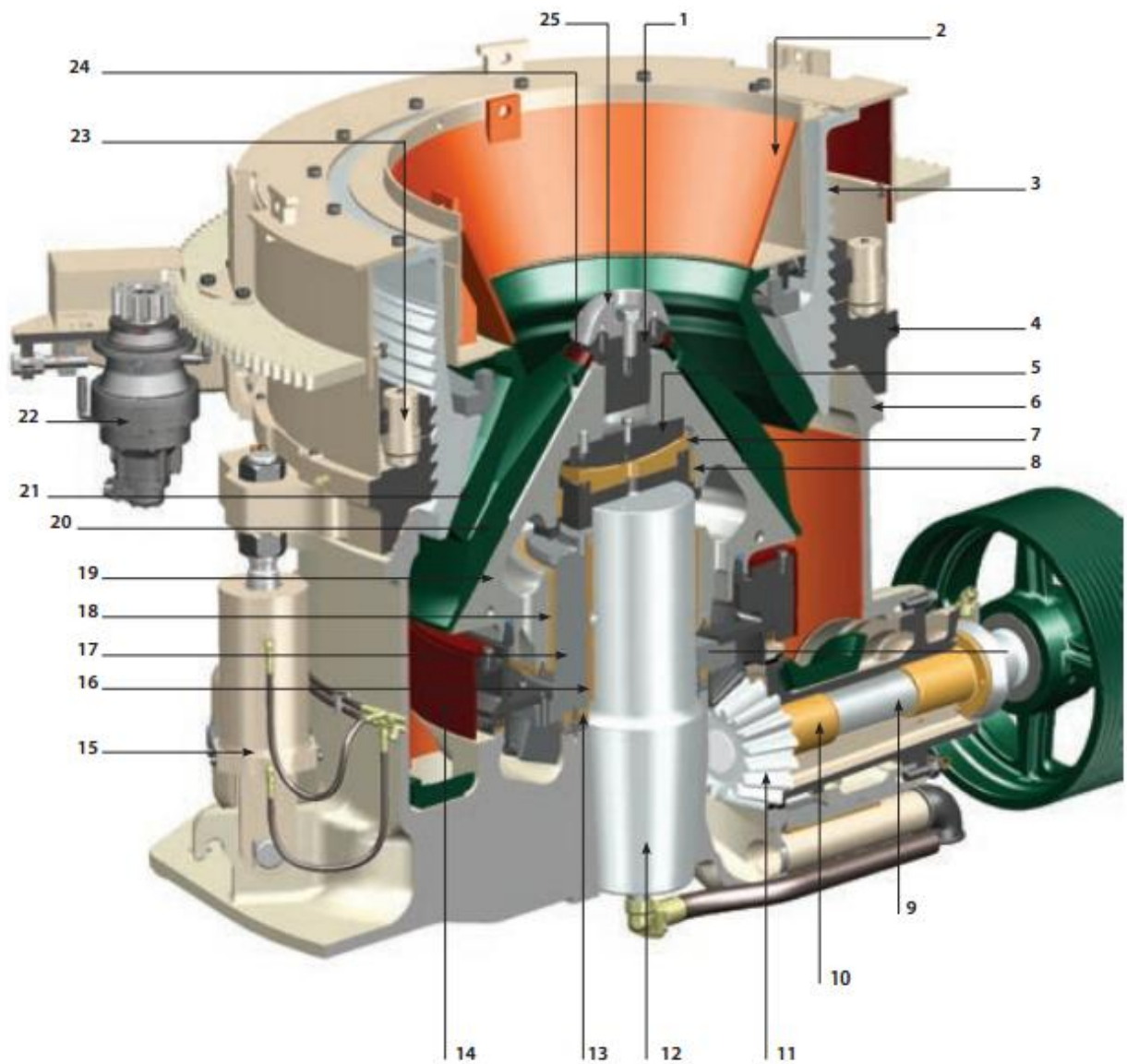


Рис.4.1.Дробарка Metso HP300 : 1 – стопорний гвинт; 2 – бункер живлення чаші; 3 – чаша; 4 – регулююче кільце; 5 – шарова опора; 6 – головна рама; 7 – вкладиш гнізда шарової опори; 8 – верхній вкладиш дробильного конусу; 9 – провідний вал; 10 – вкладиш; 11 – зубчаста пара; 12 – головний вал; 13 – упорний підшипник ексцентрика; 14 – захист протизваги; 15 – вузол відвантаження недробимих шматків; 16 – вкладиш ексцентрика; 17 – ексцентрик; 18 – дробильний конус; 20 – футеровка дробильного конусу; 21 – футеровка чаші; 22 – гідропривід регулювання; 23 – зажимні циліндри; 24 – відрізне кільце; 25 – плита розподілу живлення.

Конусні дробарки серії HP перевірені на практиці: технології, використані

при їх розробці, дозволяють отримувати високу продуктивність, ідеальну форму продукту з необхідними характеристиками, простоту автоматики, максимальну надійність і гнучкість застосування.[11]

Таблиця 4.1.

Технічні характеристики дробарки Metso HP300

Показник	Значення показника
Продуктивність, т/год	200-240 т/год
Розмір приймального отвору, мм	2207
Максимальний розмір шматка, мм	1000
Ширина вихідної щілини, мм	120-19
Внутрішній діаметр конуса, мм	1078
Встановлена потужність, кВт	200
Маса, т	15,81

4.2. Опис конструкції та принцип роботи конусної дробарки

Конусні дробарки поділяють на дробарки крупного, середнього та мілкого здрібнення. Робочими елементами конусних дробарок є зовнішній конус та внутрішній конус, який ексцентрично встановлений в стакані.[7]

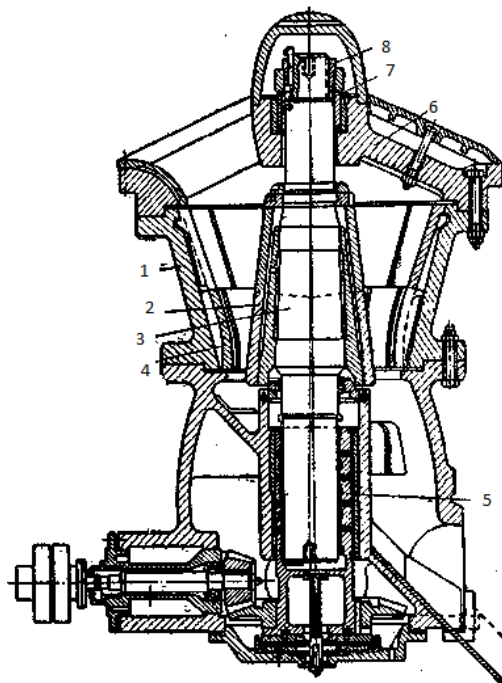


Рис.4.2. Конусна дробарка крупного здрібнення: 1 – корпус; 2 – дробильна головка; 3 – вертикальний (головний) вал; 4 – броньована плита; 5 – стакан-ексцентрик; 6 – хрестовина; 7 – конічна втулка; 8 – гайка.

Кінематична схема та принцип руйнування матеріалу в конусних дробарках базуються на ексцентричному обертанні внутрішнього рухомого конуса (дробильної головки) відносно нерухомого зовнішнього чашоподібного конуса. У результаті цього робочий простір між ними безперервно змінює свій переріз: у зоні зближення поверхонь відбувається інтенсивне роздавлювання та злом базальтового масиву, а в протилежній зоні — гравітаційне розвантаження подрібненого продукту.

Будова конусної дробарки крупного подрібнення (ККД)

Відповідно до типових конструктивних схем агрегатів крупного подрібнення (рис. 4.2), основними елементами машини є:

Опорний контур: Литий масивний корпус 1, внутрішня поверхня якого захищена від абразивного зносу змінними броньованими плитами 4.

Робочий орган: Дробильна головка 2, виготовлена у вигляді крутого конуса, яка жорстко зафіксована на вертикальному головному валу 3.

Верхня опора: Верхня частина вала інтегрована у сферичну (або конічну) втулку 7, що центрирується всередині тривкої сталеві хрестовини 6.

Нижній приводний вузол: Нижня консоль вала заглиблена у склянку-ексцентрик 5. Обертання цього вузла забезпечується за допомогою конічної зубчастої (шестеренної) передачі від головного електродвигуна.

Механізм регулювання: Зміна вертикального положення вала (його підйом або опускання) здійснюється за допомогою спеціальної регулювальної гайки 8, що дозволяє оперативно коригувати ширину вихідної щілини і, як наслідок, керувати гранскладом готового щебеню [7].

Під час функціонування привода склянка-ексцентрик 5 здійснює обертальний рух, змушуючи головний вал із дробильною головкою виконувати колові гіраційні (прецесійні) коливання навколо центральної осі. При цьому вал описує у просторі уявну конічну поверхню, кут при вершині якої становить 8–12°.

Сировина, що підлягає переробці, безперервно подається зверху в кільцеву робочу зону між рухомою головкою та нерухомими бронеплитами корпусу 4.

Після деструкції під дією циклічних стискаючих навантажень готовий фракційний матеріал під власною вагою опускається донизу і виводиться з дробарки через похилений розвантажувальний лоток.

Головним геометричним параметром, що визначає типорозмір та технологічні можливості дробарок класу ККД, є максимальна ширина верхнього завантажувального (приймального) кільцевого отвору.

У порівнянні зі щокковими аналогами, конусні руйнівні машини мають низку суттєвих експлуатаційних переваг:

- Висока питома продуктивність завдяки безперервному процесу дроблення (поки в одній зоні камери порода руйнується, в іншій — розвантажуються).
- Врівноваженість роботи та низький рівень динамічних вібраційних навантажень на фундаментні блоки.

При теоретичному визначенні базових параметрів обладнання (технологічного кута захоплення, оптимальної частоти обертання ексцентрика, продуктивності та необхідної потужності електропривода) виходять із того, що фізика руйнування в конусній машині є ідентичною процесу в щокковій дробарці. Головна аналітична відмінність полягає виключно у безперервному (потоківому) характері силового впливу на базальтове середовище [7].

4.3. Експлуатаційні та конструктивні переваги заміни типу дробарного обладнання для підвищення якості та виробництва щебеню

У зв'язку з високим ступенем фізичного та морального зносу щоккової дробарки СМД-111, яка наразі експлуатується на підприємстві, виникла гостра виробнича необхідність її виведення з технологічного процесу. Як альтернативу застарілому базовому обладнанню було розглянуто та аналітично оцінено сучасні високоефективні руйнівні машини.

Для обґрунтування інвестиційної та технологічної доцільності переоснащення лінії виконано порівняльний аналіз конструктивних параметрів та розрахункових показників існуючої щоккової дробарки СМД-111 та інноваційної конусної дробарки Metso HP300 [9].

Порівняльний аналіз технічних характеристик СМД-111 та Metso HP300

Впровадження конусного агрегату нового покоління Metso HP300 забезпечує низку суттєвих експлуатаційних та конструктивних переваг:

1. Параметри завантаження: Діаметр та геометрія приймального отвору Metso HP300 перевищують робочі габарити зіву СМД-111. Це дозволяє приймати до переробки шматки підірваного базальту більшого еквівалентного розміру, суттєво знижуючи витрати на вторинне пасирування негабаритів у вибої.

2. Надійність та захист від зносу: Збільшена товщина захисного футерування дна та бічних стінок розвантажувального сектора у комплексі Metso HP300 (порівняно із бронеплитами щоклової дробарки СМД-111) гарантує вищий рівень захисту від динамічних ударних, абразивних та термічних навантажень, що подовжує міжремонтний період.

3. Ергономіка та безпека: Конструкція імпорного комплексу оснащена багаторівневими сходовими секціями та технологічними майданчиками, що забезпечує швидкий і безпечний доступ обслуговуючого персоналу до всіх вузлів регулювання та змащування.

4. Кліматична адаптивність: Наявність спеціалізованої опції для роботи в умовах низьких температур (гарантоване функціонування при падінні температури до 35°C виключає сезонні простої ДСЦ у зимовий період.

5. Ефективність ліквідації заторів: Інтегрований гідравлічний молот із кутом повороту стріли у 350° дозволяє оперативно руйнувати склепіння та зависання породи в будь-якій точці приймального бункера без зупинки всього конвеєрного потоку [9].

Під час досліджень було науково доведено безпосередній зв'язок між годинною продуктивністю дробильного комплексу та геометричною формою шматків вихідної гірничої маси. За умови оптимального коефіцієнта заповнення робочого простору камери подрібнення, форму кусковатості базальту в потоці доцільно апроксимувати до правильних геометричних тіл – куба або паралелепіпеда.

Сучасні закордонні тенденції розвитку машинобудування для гірничої галузі акцентують увагу на випуску щебеню з високим вмістом кубовидних зерен (перша категорія за лещадністю). Для досягнення цієї мети у комплексі Metso HP300 реалізовано модернізовану геометрію камери подрібнення:

Ширина розвантажувальної щілини при такому дробленні значно перевершує крупність необхідної товарної фракції, конус рухається зі значною амплітудою, ексцентриситет відносно великий, тому на виході продукт переробки певною мірою закруглений.

Завдяки принципу руйнування матеріалу «у затиснутому шарі» (взаємне стиснення шматків породи під дією високої частоти гірації конуса), конусна дробарка діє значно економічніше за традиційні щоків чи ударні машини. Вона забезпечує не лише високу пропускну здатність, а й стабільний грансклад готової продукції, що відповідає найсуворішим вимогам дорожньо-будівельних стандартів [9].

В основу функціонування конусних дробарок нового покоління Metso серії HP (*High Performance*, зокрема моделі HP300) покладено прогресивний принцип подрібнення «в шарі». Цей режим реалізується завдяки організації безперервної подачі матеріалу за схемою «під завалом», коли вихідна базальтова сировина постійно заповнює приймальний простір та повністю перекриває робочу камеру подрібнення [13].

За такої технологічної схеми шматки породи зазнають інтенсивного взаємного тиску та тертя. Процес деструкції відбувається не лише внаслідок безпосереднього контакту базальту з металевими футерувальними бронями конуса, а й шляхом взаємодії фрагментів масиву між собою. Це безпосередньо сприяє руйнуванню внутрішніх дефектів у породі та призводить до суттєвого зниження вмісту зерен пластинчастої (лещадної) та голкоподібної форм.

Використання високоякісного нелещадного (кубовидного) щебеню є ключовим чинником підвищення міцності будівельних матеріалів порівняно з експлуатацією рядового або змішаного за формою заповнювача. Інженерно-

економічний ефект від впровадження такого продукту характеризується такими показниками:

- Довговічність об'єктів: Інтеграція кубовидного щебеню до складу важких бетонів та асфальтобетонних сумішей дозволяє підвищити міжремонтний ресурс і довговічність будівельних конструкцій та елементів дорожнього одягу у 2–3 рази [13].

- Економічна ефективність: Оптимальна геометрія зерен забезпечує щільне пакування матриці заповнювача. Це призводить до мінімізації міжзернової пористості й, як наслідок, суттєво зменшує питомі витрати дефіцитних в'язучих компонентів — портландцементу та нафтового бітуму, а також знижує витрату самого щебеню.

- Експлуатаційна стійкість: Завдяки рівномірному розподілу внутрішніх напружень в ущільненому шарі, готове дорожнє покриття демонструє підвищені показники зносостійкості, несучої здатності та морозостійкості в умовах інтенсивних динамічних навантажень.

Детально розглянувши всі важливі показники дробарки типу Metso HP300 дійшли до висновку, що дана дробарка повністю обладнана всім необхідним для досягнення максимальної ефективності процесу подрібнення гірської маси, цілком задовольняє вимоги щодо продуктивності кар'єру та сприяє виробництву більш якісного щебеню, що дозволить досягти більшого економічного розвитку для підприємства.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Організація охорони праці

Забезпечення належного рівня промислової безпеки, збереження життя і здоров'я персоналу в процесі гірничодобувної та переробної діяльності на ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» є пріоритетним напрямком менеджменту. Базовим документом, що регламентує цю діяльність, є затверджене внутрішнє «Положення про систему управління охороною праці», розроблене відповідно до національного законодавства та чинних галузевих нормативно-правових актів.

На підприємстві діє багаторівнева система підготовки персоналу з питань безпечного ведення робіт, яка класифікується за термінами та специфікою проведення операцій:

- Первинне оформлення: Усі новоприйняті співробітники в обов'язковому порядку проходять курс вступного інструктажу за окремою уніфікованою програмою.

- Попереднє навчання: Перед допуском до самостійної роботи кожен новий працівник проходить триденний теоретично-практичний курс підготовки. У разі внутрішнього переведення фахівця до іншого цеху або на нову посаду тривалість адаптаційного навчання становить два дні.

- Локальний інструктаж та наставництво: Безпосередньо на промисловому об'єкті з персоналом проводиться первинний інструктаж. Допуск до самостійного виконання обов'язків надається лише після проходження обов'язкового стажування під наглядом кваліфікованого інженера чи досвідченого робітника.

- Періодичний контроль знань: * Повторні інструктажі у всіх структурних підрозділах та цехах спецкар'єру проводяться з циклічністю один раз на квартал.

- Поглиблене навчання та переатестація із повторним екзаменаційним зрізом знань здійснюється для всього штату підприємства щорічно [1].

Для ефективної реалізації освітніх заходів на підприємстві функціонує спеціалізований, технічно обладнаний кабінет з охорони праці.

З метою мінімізації ризиків виникнення аварійних ситуацій та травматизму на виробничих майданчиках впроваджено систему безперервного оперативного контролю за станом безпеки праці.

Забезпечення засобами захисту: Персонал спецкар'єру, відповідно до галузевих норм та положень колективного договору, безкоштовно та в повному обсязі забезпечується сертифікованим спецодягом, захисним взуттям та відповідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), що відповідають специфіці виконуваних робіт.

Атестація та компенсації за шкідливі умови: За результатами періодичної атестації робочих місць на підприємстві діє чіткий реєстр посад та професій, пов'язаних із впливом шкідливих виробничих чинників (пил, вібрація, шум тощо). Співробітники цієї категорії мають законне право на:

- отримання грошових доплат до тарифних ставок;
- надання додаткових оплачуваних відпусток;
- оформлення пільгового пенсійного забезпечення;
- обов'язкове проходження регулярних медичних оглядів за рахунок компанії.

Візуалізація безпеки у вибоях та цехах: Усі експлуатаційні підрозділи забезпечені актуальною документацією. У зонах підвищеної небезпеки (дробильні зали, конвеєрні галереї, під'їзні шляхи) розміщено наочні попереджувальні плакати, схеми руху та регламентовані знаки безпеки. Робочі місця безпосередньо комплектуються лаконічними інструкціями з безпечного виконання конкретних технологічних операцій [1].

5.2. Охорона праці на підприємстві

У межах кожного структурного підрозділу та на кожному робочому місці ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» забезпечує створення безпечних і нешкідливих умов праці. Діяльність підприємства у цій сфері повністю підпорядкована вимогам Закону України «Про охорону праці» та спрямована на

суворе дотримання законних прав та соціальних гарантій працівників гірничої галузі.

Проведення всього комплексу гірничих та буровибухових робіт на родовищі здійснюється відповідно до вимог Гірничого Закону України. Правомірність та технічна регламентація експлуатації кар'єру базуються на наявності такого пакета документів:

- Спеціальний дозвіл на користування ділянкою надр (ліцензія);
- Акт про надання гірничого відводу, що визначає просторові межі розробки;
- Затверджений, погоджений та чинний Технічний проєкт розробки родовища корисних копалин;
- Повний комплекс актуальної геолого-маркшейдерської та обліково-контрольної документації (зокрема річні й перспективні календарні плани розвитку гірничих робіт, проєкти та паспорти ведення робіт, локальні виймальні схеми тощо).

Перевірка на відповідність нормам охорони праці: Реєстрація, технічні огляди, випробування виробничих потужностей та експертиза проєктної документації на будівництво, реконструкцію або технічне переоснащення промислових об'єктів спецкар'єру реалізуються на базі сертифікованих методик. Контроль здійснюється відповідно до вимог Наказу Держнаглядохоронпраці № 95 щодо відповідності засобів виробництва актам про охорону праці.

Згідно з переліком робіт з підвищеною небезпекою, затвердженим наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.2005 N 15, з урахуванням специфіки виробництва ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» розроблено і затверджено відповідний перелік робіт з підвищеною небезпекою, для проведення яких потрібні спеціальне навчання працівників і щорічна перевірка знань з питань охорони праці.

ВИСНОВКИ

В бакалаврській роботі розглянуто практичну значущість введення новітнього дробарного обладнання до технологічної лінії з переробки базальту для підвищення продуктивності та якості продукції.

В даний час дроблення гірських порід здійснюються в основному шокowymi дробарками типу СМД-111, що фізично та морально застарілі для ефективного виробництва високоякісної щебеневої продукції. Тому в даному дипломному проекті вирішена актуальна задача, яка спрямована на удосконалення елементу технологічної лінії заміною дробарного обладнання. Проведене дослідження показало, що дроблення матеріалу суттєво впливає на якість кінцевого продукту.

Встановлено, що якісне дроблення базальтів може бути забезпечено завдяки впровадженню в технологічному циклі сучасного дробарного обладнання.

Аналіз отриманих результатів показав, що для виробничих умов ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» найбільш раціональними є конусні дробарки марки Metso. Після порівняльного аналізу для впровадження обрано дробарку Metso HP300, як більш доцільну для виробництва щебеневої продукції, продуктивністю 475 т/год.

Впровадження запропонованого дробарного обладнання покращить якість випуску щебеневої продукції, а саме дозволить випускати кубовидний щебінь, що 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. Термін окупності запропонованого дробарного обладнання становить лише 1,2 роки.

Варто зазначити, що нове обладнання підвищить продуктивність переробки базальтів, що сприятиме більшій конкурентоспроможності підприємства. Дробарка нового типу є більш автоматизованою, що полегшить її обслуговування та експлуатацію на підприємстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ПрАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» План розвитку гірничих робіт на 2024 р.
2. http://www.ecorivne.gov.ua/tmp/Povidomlennya%20OVD%2016_2018.pdf
3. Маланчук, З. Р. Боблях, С. Р. Козяр, В. О. (2011) Механіка гірських порід. НУВГП, Рівне, Україна. – С. 20.
4. Технологічний регламент щебеневої продукції ВАТ «Івано-Долинський спецкар'єр» - с. Базальтове 2013р.
5. Лисенко О.А. Геологічні пам'ятки. «Базальтові стовпи» Іванової долини / О.А. Лисенко, І.Є. Меркушин // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2013. – №3. – С. 98-111. Рівненської області. – К. : ВК «Геолог», 2004. – Кн. 1. – 183 с. – С. 105.
6. В. О. Фесюк, А.С. Коморанець. Комплекс природоохоронних заходів для зменшення негативного впливу базальтовидобувних підприємств на довкілля Костопільського району. СНУ ім. Лесі Українки, Луцьк, Україна. – 2018. – С. 201-212. – С.204
7. Конспект лекцій до розділу «Механічні процеси» з курсу — Процеси та апарати хімічних виробництв» для студентів III-IV курсів механічних спеціальностей / Укл. С.О. Опарін. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2012. – 112 с. – С.24-32
8. Все про щебінь. Технологія виробництва [Електронний ресурс] / офіційний сайт Lafarge Holcim. – Режим доступу: http://www.lafarge.ua/wps/portal/ua/uk/3_2_1-Manufacturing_process.
9. https://rada.kpi.ua/files/dissertation/dis_Dunyak_S.V.pdf
10. Саленко Ю.С. Обладнання для подрібнення матеріалів: дробарки та млини: Навч. посібник. – Кременчук: КДПУ, 2009. – 100 с.
11. https://www.metso.com/contentassets/2a78534ac2734e25ba36fd2973200789/nordberg_hp_2012.pdf

12. https://maxi-exkavator.ru/excapedia/technic/metso_hp300
13. Сокур М. І., Білецький В. С., Гнеушев В. О., Божик Д. П.
ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА
ВИСОКОЯКІСНОГО КУБОВИДНОГО ЩЕБЕНЮ.// ВІСНИК Національного
університету водного господарства та природокористування. ISSN 2306-5478. В
И П У С К 3(79). 2017. с. 88.