

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Навчально-науковий інститут природокористування  
(інститут)

**Кафедра** Відкритих гірничих робіт  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
*кваліфікаційної роботи ступеню магістра*

Студента \_\_\_\_\_ Бауткіна Богдана Олексійовича  
академічної групи \_\_\_\_\_ 184м-19-8 ІІІ  
спеціальності: \_\_\_\_\_ 184 Гірництво  
спеціалізації<sup>1</sup> \_\_\_\_\_ «Відкрита розробка родовищ»  
за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_ «Гірництво»

на тему: «Обґрунтування раціональної технології підготовки корисної  
копалини до виймання в умовах кар'єру ТОВ «Кнауф Гіпс Скала».

<i>Керівники</i>	<i>Прізвище, ініціали</i>	<i>Оцінка за шкалою</i>		<i>Підпис</i>
		<i>рейтинговою</i>	<i>інституційною</i>	
<i>кваліфікаційної роботи</i>	<i>Шустов О.О.</i>			
<i>розділів:</i>	<i>Шустов О.О.</i>			

<i>Рецензент</i>				
------------------	--	--	--	--

<i>Нормоконтролер</i>	<i>Пчолкін Г.Д.</i>			
-----------------------	---------------------	--	--	--

**Дніпро  
2020**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри

Відкритих гірничих робіт

Б.Ю. Собко

(підпис)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня** магістр  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Студенту Бауткіну Богдану Олексійовичу

академічної групи 184м-19-8 ІІІ

спеціальності: 184 Гірництво

спеціалізації<sup>1</sup> «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою «Гірництво»

**на тему:** «Обґрунтування раціональної технології підготовки корисної  
копалини до виймання в умовах кар'єру ТОВ «Кнауф Гіпс Скала».  
(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»

від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_.

Розділ	Найменування етапів роботи	Термін виконання
Розділ 1	ОСНОВНА ЧАСТИНА	25.10.2020
Розділ 2	ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	15.11.2020
Розділ 3	ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ	01.12.2020
Розділ 4	ОХОРОНА ПРАЦІ	11.12.2020

Дата видачі завдання: 14.10.2020 р.

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 18.12.2020 р.

Завдання видав \_\_\_\_\_ *О.О. Шустов*

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ *Б.О.Бауткін*

## РЕФЕРАТ

**Структура и об'єм роботи:** чотири розділи, висновки, перелік посилань та 3 додатки; склад 78 сторінки, 12 рисунків, 18 таблиць, 38 літературних джерел та 16 презентаційних слайдів.

**Об'єкт досліджень:** процеси комплексної механізації гірничих робіт в умовах Шишковецького родовища гіпсу.

**Предмет дослідження:** структура комплексної механізації гірничих робіт при підготовці корисної копалини до виймання в умовах Шишковецького родовища гіпсу.

**Мета досліджень:** обґрунтування раціональної комплексної механізації гірничих робіт в умовах Шишковецького родовища гіпсу.

**Методи дослідження:** для вирішення поставлених завдань застосовані методи:

*статистичний* – для аналізу проектних рішень і існуючих технологій;

*аналітичний* – при визначенні технологічних і економічних показників.

У вступі підкреслюється актуальність обґрунтування комплексної механізації при відкритій розробці родовищ корисних копалин.

У першому розділі наведено загальні відомості про розробку Шишковецького родовища гіпсу.

У другому розділі наведено короткий опис сучасного стану гірничих робіт, а також технологія ведення гірничих робіт на кар'єрі, розраховані основні параметри системи розробки, визначена продуктивність виймально-навантажувального обладнання а також показники транспортно-комплексу підприємства.

У третьому розділі проведено вибір структури комплексної механізації кар'єру для його переоснащення з метою забезпечення заданої продуктивності

підприємства максимальної надійності техніки та мінімальних витрат на її утримання і наведено методику розрахунків технологічних комплексів.

У заключному (четвертому) розділі наведено основні вимоги дотехніки безпеки та охорони праці при виконанні основних виробничих робіт на кар'єрі, а також технічні та організаційні заходи щодо запобігання аварій і катастроф.

У висновках приведені результати магістерської роботи та визначенні перспективи реалізації запропонованих технологічних рішень.

### ***Оригінальність отриманих результатів роботи:***

- Проведено аналіз роботи кар'єру Шишковецького родовища гіпсу.
- Визначено параметри технологічних процесів при існуючій комплексній механізації.
- Обґрунтовані раціональні комплексні механізми гірничих робіт при підготовці корисної копалини до виймання в умовах Шишковецького родовища гіпсу.
- Встановлено залежність продуктивності гідромолота на базі екскаватора і розпушувача на базі бульдозера в умовах родовища.

***Галузь використання:*** кар'єри з видобутку гіпсу, вибір комплексної механізації при підготовці гірських порід до виймання.

***Ключові слова:*** КАР'ЄР, РОДОВИЩЕ, МЕХАНІЗАЦІЯ, ТРАНСПОРТ, АВТОСАМОСКІД, НАВАНТАЖУВАЧ, ЕКСКАВАТОР.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОДОВИЩЕ .....	9
1.1 Місце розташування родовища.....	9
1.2 Клімат району родовища.....	9
1.3 Геологічна характеристика родовища.....	10
1.3.1 Геологічна розвідка.....	10
1.3.2 Запаси корисної копалини .....	11
1.3.3 Якісна характеристика корисної копалини.....	13
1.3.4 Геологічна будова родовища .....	15
1.3.5 Гідрогеологічна характеристика.....	18
2. ТЕХНОЛОГІЯ ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ .....	19
2.1 Режим гірничих робіт, продуктивність та термін експлуатації підприємства .....	19
2.1.1 Режим гірничих робіт .....	19
2.1.2 Продуктивність кар'єру .....	19
2.1.3 Термін експлуатації підприємства.....	20
2.2 Календарний план розвитку гірничих робіт .....	20
2.3 Стан гірничих робіт.....	21
2.4 Система розробки та розкриття родовища .....	21
2.5 Параметри системи розробки.....	22
2.6 Буровибухові роботи.....	25
2.7 Водовідвід та водовідлив.....	27
2.8 Технологія ведення робіт .....	27
2.8.1 Розкривні роботи .....	27
2.8.2 Відвальні роботи.....	28
2.8.3 Видобувні роботи.....	31
2.9 Кар'єрний транспорт .....	31
2.9.1 Пропускна та провізна здатність кар'єрної автодороги.....	32

2.9.2 Продуктивність виймально-навантажувального обладнання ...	34
2.9.3 Кількість обладнання на розкривних роботах .....	36
2.9.4 Кількість обладнання на видобувних роботах .....	36

### 3. ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ГІРНИЧИХ

РОБІТ .....	37
3.1 Стан питання та завдання дослідження .....	37
3.2 Аналіз літературних джерел з обґрунтування технології відкритої розробки родовищ корисних копалин та ефективності раціональної технології вторинного подрібнення гірських порід.....	38
3.3 Визначення комплексної механізації розробки родовища гіпсу .....	40
3.4 Методика вибору раціонального комплексу механізації з підготовки гірської маси.....	46
3.5 Обґрунтування зміни продуктивності екскаватора і бульдозера при підготовці розкриву та гіпсу розпушувачем.....	55
3.6 Техніко-економічне обґрунтування комплексної механізації .....	59

4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	66
4.1 Основні положення.....	66
4.2 Боротьба із шумом.....	68
4.3 Боротьба з вібраціями.....	69
4.4 Протипожежні заходи.....	70
4.5 Виробнича санітарія .....	71
ВИСНОВКИ .....	72
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	74
ДОДАТОК А .....	78
ДОДАТОК Б .....	79

## ВСТУП

Відкритий спосіб розробки родовищ корисної копалини є найбільш перспективним в технологічному, економічному і соціальному відношенні. Цим способом в даний час видобувається більше 70% загального обсягу твердої мінеральної сировини. Відкритий спосіб розробки дозволяє застосувати більш потужну техніку, комплексно механізувати і автоматизувати виробничі процеси і отримувати високу продуктивність праці в гірничій справі.

*До переваг відкритих гірничих робіт* в порівнянні з підземним способом розробки відносяться: можливість забезпечення більш високого рівня комплексної механізації; більш висока продуктивність праці; менша собівартість продукції; більш безпечні та гігієнічні умови праці; більш повне виймання корисної копалини; менші капітальні витрати.

*Недоліками відкритих гірничих робіт є:* залежність від кліматичних умов; необхідність відчуження значних площ земель; порушення водного балансу надр.

Шишковецьке родовище гіпсу розробляється з 2007 р. Глибина кар'єру досягла відмітки +220 м, від поверхні це складає 45 м.

Аналіз світового споживання основних видів твердих корисних копалин свідчить про його постійний ріст. При цьому відкриті гірничі роботи здійснюються на значних глибинах що призводить до ускладнення гірничо-технологічних умов розробки родовищ. Світові досягнення машинобудування дозволяють забезпечити високу ступінь механізації гірничих робіт на кар'єрах на всіх етапах розробки родовищ.

Сучасна структура автопарку кар'єрної техніки України на 90 % складається з машин виготовлених в країнах СНГ. При цьому 80 % всього парку екскаваторів – це мехлопати з ковшом до 10 м<sup>3</sup>, виготовленні в минулому столітті. Парк технологічного автотранспорту на 95 % складається з автосамоскидів. Доля кар'єрної техніки іноземного виробництва не перевищує 10 %. На більшість гірничо-видобувних підприємствах є рівень організації

експлуатації і технічного сервісу обладнання не відповідає світовим стандартам, що і визначає більш низькі показники роботи техніки, більш інтенсивний її знос та старіння більші витрати на утримання техніки.

Основні принципи формування структур комплексної механізації відкритих гірничих робіт були закладені в роботах радянських вчених 60-х роках минулого століття, вони не враховують всього різноманіття сучасної кар'єрної техніки, що представлена на ринку в даний час. Методи проектування визначали структуру механізації по етапам розробки без врахування динаміки техніко-економічних показників роботи машин в зв'язку із зміною надійності на протязі терміну їх експлуатації та природньо-технологічних умов розробки.

Метою роботи є формування структури комплексної механізації кар'єру для забезпечення ефективності функціонування гірничого виробництва в умовах розробки Шишковецького родовища гіпсів.

*Для вирішення поставленої мети, визначені задачі роботи:*

1. Аналіз основних виробничих процесів при розробці Шишковецького родовища гіпсів.
2. Експлуатаційні розрахунки виймально-навантажувального та транспортного обладнання.
3. Техніко-економічне обґрунтування прийнятої структури комплексної механізації на кар'єрі.



## **1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОДОВИЩЕ**

### **1.1 Місце розташування родовища**

Шишковецьке родовище гіпсу знаходиться: 600 м на північний схід від північно-східної околиці с. Шишківці і 300 м на південний схід від південно-східної межі с. Сков'ятин, Борщівського району, Тернопільської області [1].

Найближча залізнична станція Борщів розташована на відстані 11 км від родовища. Місто Борщів є районним центром, розташоване на північ від родовища. Також на північний захід розташований обласний центр м. Тернопіль який знаходиться на відстані 153 км. від родовища. Найближчими населеними пунктами, окрім вказаних вище, є села Худіївці, Сапогів, Вовківці.

Родовище розташоване на лівому березі р. Нічлава – лівої притоки р. Дністер. На відстані 2 км. на північний схід від родовища проходить асфальтоване шосе. Родовище сполучається зі вказаним шосе під'їзною дорогою із асфальтним покриттям.

Кар'єр Шишковецького родовища гіпсів належить ТОВ «Кнауф Гіпс Скала». Підприємство знаходиться за адресою: Тернопільська область, м. Борщів, вул. Рудківська.

### **1.2 Клімат району родовища**

У геоморфологічному відношенні родовище розташоване в межах Волино-Подільського плато. Поверхня слабохвиляста, рясніє невеликими карстовими вирвами. Південно-західна ділянка межі родовища проходить по крутопадаючому схилі плато до долини річки Нічлава, де на денну поверхню виходить гіганто-кристалічний гіпс нижнього тортону, південна ділянка проходить частково по краю борта глибокої балки, що обумовлена ерозійним розмивом.

Абсолютні відмітки в межах розвіданої площі коливаються від +231,9 м до +284,8м. Абсолютні відмітки русла р. Нічлава +190 - + 185 м, ширина русла досягає 8-10 м при глибині 0,6-1,5 м.

Клімат району характеризується короткою м'якою зимою, теплим вологим літом. Зима нестійка, з частими відлигами. Тривалість снігового покриву складає 50-80 днів при середній висоті 25-30 см. Середньорічна кількість опадів становить 521-620 мм.

В економічному відношенні це сільськогосподарський район з інтенсивним розвитком виробництва зернових культур, тваринництва і садівництва. Промисловість зосереджена, головним чином, в районному центрі.

### ***1.3 Геологічна характеристика родовища***

#### ***1.3.1 Геологічна розвідка***

Шишковецьке родовище гіпсу вперше описане в 1954 р., як перспективна ділянка, при проведенні пошукових робіт на гіпс Придністровською партією Львівського відділення Укргеолуправління. В результаті рекогносцирувальних маршрутів, орієнтовні запаси були підраховані в кількості 2 млн. м<sup>3</sup>.

У 1978-81 рр. Побузькою ГРП Правобережної ГРЕ проводились пошуково-оціночні роботи в радіусі 50 км від Кам'янець-Подільського цементного заводу – з метою виявлення родовища гіпсу, придатного для виробництва цементу як регулюючої добавки. В результаті виявили дві перспективні ділянки, такі як Шишковецьке та Мільовецьке, де були проведенні геофізичні роботи: наземні геофізичні дослідження методами ВЕЗ (вертикального електричного зондування) і симетричної електропрофілізації.

На Шишковецькому родовищі виявлена площа поширення гіпсоносною товщі, наявність якої, підтверджена пробуреними свердловинами. Побудована карта ізопакит покривних відкладень і прослідковано ділянку розвитку карсту.

У 1982-83 рр. Побузькою ГРП проведена попередня розвідка. Перед розвідувальними роботами проводились біолокаційні дослідження з метою виділення і картографування закарстованих ділянок. Для підтвердження біолокаційних і геофізичних даних по закарстуванню гіпсоносною товщі були проведені 11 розвідувальних свердловин. Розвідувальна мережа 200Ч300 м – по категорії С<sub>1</sub> і 460Ч460 м – по категорії С<sub>2</sub>.

У стадію попередньої розвідки в свердловинах були здійснені геофізичні дослідження, опробувальні і топогеодезичні роботи, в результаті яких підраховані запаси на площі 38,8 га. за станом на 01.01.1984 р. в кількості 17 млн. тон, зокрема по категоріям:  $C_1$  – 8 млн. тон,  $C_2$  – 9 млн. тон.

Середнє закарстування по родовищу склало 12 %.

Запаси категорії  $C_1$  розчленовані були на два блоки (I –  $C_1$  та II –  $C_1$ ), що обумовлене ерозійним розмивом пласта гіпсу, тобто розвитком глибокої балки.

У 1989-94 рр. за завданням ПГО «Північукргеологія», виданого на підставі технічного завдання ПО «Тернопільбудматеріали», з урахуванням потреби «Укргробуду» в сировині, Побузькою ГРП була проведена детальна розвідка родовища бурінням свердловин сіткою 50Ч60 м – для категорії В і 120Ч150 для категорії  $C_1$ . Були пробурені 93 свердловини глибиною від 12,8 до 67,0 м, які перетнули гіпсоносну товщу на повну потужність. Із них 12 свердловин пробурені для біолокаційних і геофізичних даних по закарстуванню гіпсоносної товщі, в них проведені гамма-каротаж і кавернометрія.

Зроблений підрахунок геологічних запасів категорій В+ $C_1$  у межах кондиційних свердловин, з урахуванням закарстування, в кількості:

В – 6000 тис.тон.

$C_1$  – 15000 тис.тон

всього – 21000 тис.тон.

Крім того, визначені забалансові запаси  $C_2$  в кількості 8000 тис.тон..

Таким чином, рівень проведених геологорозвідувальних робіт і лабораторних досліджень забезпечує достатню достовірність результатів і придатність геологічної документації для проектування кар'єру, де здійснюватиметься видобуток гіпсу відкритим способом.

### *1.3.2 Запаси корисної копалини*

В 2012 році, за технічним завданням ТОВ «Кнауф Гіпс Скала», ТОВ «КП Мінералз» була виконана геолого-економічна переоцінка Шишковецького

родовища гіпсу і проведений підрахунок запасів родовища у контурі кар'єру, який був обґрунтований ТЕО постійних кондицій.

Базуючись на перерахунку запасів, проведеному ТОВ «КП Мінералз» станом на 01.06.1012 р. балансові запаси Шишковецького родовища гіпсів станом на 01.10.2013р. склали:

В -2779 тис.т.

С1-8703 тис.т.

В+С1-11482 тис.т.

Об'єм запасів станом на 01.01.2020 складав:

В-1911,00 тис.т.

С1-8703,00 тис.т.

В+С1-10614,00 тис.т.

Станом на 01.01.2020 р. було розкрито площу 10,08 га. (з врахуванням рекультивованих 4,12 га), в тому числі розкрито запасів на площі 5,35 га. З них на горизонтах:

+240,0 м – 225,1 тис. м<sup>3</sup>,

+230,0 м – 419,6 тис. м<sup>3</sup>

всього – 805,6 тис. м<sup>3</sup>.

+220,0 м – 160,6 тис. м<sup>3</sup>,

З них підготовлених до видобутку запасів на горизонтах:

+240,0 м – 35,4 тис. м<sup>3</sup>,

+230,0 м – 92,7 тис. м<sup>3</sup>,

всього - 180,4 тис. м<sup>3</sup>

+220,0 м – 52,3 тис. м<sup>3</sup>,

Готових до видобутку запасів на горизонтах:

+240,0 м – 21,6 тис. м<sup>3</sup>

+230,0 м – 30,0 тис. м<sup>3</sup>

всього - 66,3 тис. м<sup>3</sup>

+220,0 м – 14,7 тис. м<sup>3</sup>

Відпрацьовано площу 4,5 га, в яку триває відсіпка внутрішнього відвалу.

### 1.3.3 Якісна характеристика корисної копалини

Камінь гіпсовий, передбачений для застосування в якості сировини або добавки при виробництві в'язучих матеріалів, повинен відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-104-2000,а також ТУ У В.2.7-08.1-32808576-001:2014. Згідно вимог гіпсовий камінь поділяється на сорти: 1, 2, 3 ,4.

На родовищі в гіпсовій товщі виділено дві найбільше розповсюджені різновидності гіпсу: гіганто-крупнокристалічна і прихованокристалічна. Гігантський крупнокристалічний гіпс залягає в покрівлі гіпсоносною товщі максимальною потужністю 26.0 м. Приховано-кристалічний гіпс залягає в нижній частині гіпсоносною товщі потужністю 21.3 м.

Вміст  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$  за пробами, які включені в підрахунок запасів промислових категорій складає 93.46 % і задовольняє вимоги ДСТУ Б В.2.7-104-2000 для гіпсового каменю 2-го сорту.

Вміст  $\text{CaCO}_3$  - 0.18-1.44 %;  $\text{CaSO}_4$  - 3.10-5.82 %

Табл. 1.1 – Фізичні властивості гіпсу за літологічними різновидами

Літологічні різновиди гіпсу	Значення величин:		від - до	Пористість у природних умовах, %
	Природна вологість, %	Об'ємна маса, г/см <sup>3</sup>	середнє	
			Питома вага, г/см <sup>3</sup>	
Гіганто крупно- кристалічний	$\frac{4,18 - 6,71}{5,4}$	$\frac{2,21 - 2,31}{2,26}$	$\frac{2,25 - 2,47}{2,35}$	$\frac{0,40 - 14,5}{5,64}$
Дрібно- приховано- кристалічний	$\frac{4,23 - 6,20}{5,65}$	$\frac{2,23 - 2,33}{2,27}$	$\frac{2,27 - 2,44}{2,35}$	$\frac{1,69 - 9,0}{3,03}$

Добрі декоративні властивості мають кристалічні різновиди гіпсу, а в приховано-кристалічних ці властивості значно гірші. Проте, тріщинуватість і кавернозність гіпсу утруднює його використання як облицювального матеріалу.

Результати технологічних випробувань гіпсового в'язучого каменю згідно ГОСТу 125-79.

Табл. 1.2 – Фізичні властивості корисної копалини

№ літ. проби	Водо-гіпс. відношення	Залишок на ситі № 02, %	Термін зчеплення (хвилини)		Межа міцності в 2-годинному терміні, кгс/см <sup>2</sup>		Марка гіпсу	Умовне позначення гіпсового в'язучого матеріалу
			початок	кінець	При згині	При стику		
<i>1. Варочний гіпс (β-півгідрат)</i>								
1.	0.67	8	10	20	2.3	4.1	Г-4	
2.	0.66	8	12	14	2.6	4.8	Г-4	Г-4А II
3.	0.61	8	6	12	2.9	5.9	Г-5	Г-5А II
4.	0.68	8	6	9	2.1	2.4	Г-2	
5.	0.69	8	6	9	2.4	4.3	Г-4	Г-4А II
6.	0.68	8	6	10	2.4	4.2	Г-4	Г-4А II
7.	0.70	8	8	12	1.8	2.5	Г-2	Г-2А II
8.	0.60	8	12	20	3.5	6.5	Г-6	Г-6Б II
9.	0.63	8	7	10	2.8	5.6	Г-5	Г-5А II
<i>2. Високоміцний гіпс (α - півгідрат)</i>								
10.	0.37	-	8	10	6.6	14.2	Г-13	Г-13А II

На основі приведених результатів випробувань можна зробити висновки:

1. Випробуваний гіпсовий камінь може бути використаний для виробництва гіпсу марок Г-2 - Г-6, що відповідає вимогам ГОСТу 125-79 "Вязущие гипсовые". Температура варки 150°-160°. Строк варки 2,5-3 години.

2. При виробництві високоміцного гіпсу (α-гіпсу) гідротермальним способом, гарантована марка в'язучого матеріалу згідно ГОСТу 125-79 є Г-13.

3. При випробуванні 9 проб гіпсового каменю згідно ГОСТу 125-79 одержані гіпсові в'язучі матеріали середнього помелу із яких:

сім проб з швидкими термінами твердіння марок Г-2, Г-4 і Г-5, а також 2 проби з нормальними термінами твердіння марки Г-4 і Г-6.

Таким чином, гіпсові в'язучі матеріали, які можна одержувати з гіпсового каменю Шишківського родовища при варці у гіпсоварочному котлі, можуть бути використані згідно ГОСТу 125-79 для:

- виготовлення гіпсових будівельних виробів усіх видів;
- виготовлення тонкостінних будівельних виробів, декоративних деталей;

- виробництво штукатурних робіт, замазування швів і спеціальних цілей.

Висока якість  $\alpha$ -гіпсу, одержаного гідротермальним способом, дозволяє використовувати його в чистому вигляді, або в суміші з  $\beta$ -гіпсом при виробництві наливних самонівелюючих заготовок для підлоги, в якості формувального гіпсу у фарфоро-фаянсовій, керамічній, машинобудівній промисловості та для виробництва художніх виробів.

#### *1.3.4 Геологічна будова родовища*

Шишковецьке родовище гіпсу розташоване в межах Волино-Подільської плити. Найбільш древніми відкладеннями, розкритими глибоким врізом долини річки Нічлави, є відкладення верхнього силуру.

Відкладення силурійської системи розкриті свердловинами в північно-західній і південно-східній частинах родовища.

В районі родовища розвинута тільки верхня частина Борщівського горизонту, що представлена темно-сірими вапняковими аргілітами, які чергуються з плитчастими кристалічними вапняками. Глибина залягання змінюється від 21.5 до 92.0 м. Максимальна розкрита потужність 18.7 м.

Крейдяна система представлена утвореннями сеноману, який повсюди залягає на ерозійній поверхні силурійських відкладень. Представлені вони кварцево-глауконітовими пісками, пісковиками з включеннями кремнію. Розкрита потужність 12 м.

Відкладення неогенової системи представлені нижнім відділом (міоценом) та верхнім (пліоценом). Нижній відділ представлений середнім міоценом (тортонський ярус) та верхнім міоценом (сарматський ярус).

У розрізі тортонського ярусу виділяють нижній і верхній під'яруси.

Відкладення нижнього під'ярусу представлені опільською і тираською свитою. Згідно даних свердловин потужність відкладень опільської свити коливається від 2.4 м до 12.3 м. В західній частині родовища свердловиною № 12 розкрито прошарок жовтуватого-сірого кварцево-карбонатного піску потужністю 9.4 м.

Породи тираської свити розкриті свердловинами і мають вихід на денну поверхню в долині р. Нічлава. Відкладення тираської свити залягають на породах опільської і перекриваються утвореннями верхнього тортону. Потужність цих відкладень змінюється від 4 до 35 м і збільшується в південно-західному напрямку. Представлена свита гіпсами, ангідритами, місцями зустрічаються потужні прошарки глин і вапняків.

На родовищі, згідно даних розвідки, потужність гіпсового шару коливається від 1.1 м до 36.6 м, в середньому 22.3 м.

В товщі гіпсу виділяються декілька різновидів: гігантський кристалічний від світло-жовтого до сірувато-жовтого; масивний сірий, світло-сірий приховано-кристалічний, рідше з гніздами крупно-середньокристалічного, світло-жовтого з тонкими прожилками селеніту; білий, жовтувато-сірий дрібно-та середньокристалічний і різнозернистий. Гіпс усіх різновидів щільний, масивний та є корисною копалиною.

Хімічний склад гіпсів усіх різновидів ідентичний і витриманий за простяганням та потужністю товщі.

Склад  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$  в гіпсах у пробах на родовищі коливається від 99.44 % до 71.68 % , переважає 95 % - 90 %. Склад нерозчинного залишку невеликий і коливається від 0.10 до 1.0 %. З мінералів-домішок найбільше розповсюдженими в породі є ангідрит і кальцит. В 60 свердловинах із 109, пройдених на родовищі, в гіпсовій товщі зафіксовані карстові порожнини, які заповнені розрихленою бурою, зеленувато-бурою карбонатною пластичною глиною з уламками різних розмірів гіпсу, а в покрівлі та підшві товщі із вмістом уламків вапняків.

Згідно результатів різного ступеню закарстованості гіпсоносного покладу розрізняють зовнішні і внутрішні карстові форми. Процент закарстованості гіпсоносного покладу згідно бурових свердловин складає 12 %. Закарстованість гіпсів по свердловинах у блоках підрахунку запасів складає:

*блок I – B - 13%, блок II – C<sub>1</sub> – 6%.*

Розріз відкладень представлений у наступному порядку (знизу вверх):



– вапняк сірувато-кремовий органогенно-детритовий перекристалізований міцний, потужністю від 0.2 до 5.5 м, а в середньому для 90 свердловин, що розкрили його – складає 1.7 м;

– глина пластична карбонатна косо-шарувата із скупченням черепашкових молюсків, має обмежене розповсюдження і знайдена в трьох свердловинах потужністю від 0.4 до 2.2 м, а в середньому 1.3 м;

– глина мергеле-подібна зеленувато-сіра має локальне розповсюдження, розкрита трьома свердловинами потужністю від 2.8 м до 5.0 м, в середньому складає 3.9 м; карбонатно-глиниста зеленувато-сіра порода складає 50% із карбонатних включень у вигляді "журавчиків" зцементованих – карбонатною глиною, розкритою 10-ма свердловинами потужністю від 0.6 м до 4.8, середня – 3.1 м;

– аргіліт темно-сірий щільний масивний розкритий в 40 свердловинах потужністю від 0.1 до 34.3 м, в середньому – 7.7 м;

– глина аргілітоподібна світло-сіра, зеленувато-сіра пройдена в 23 свердловинах потужністю від 0.4 м до 21.0 м, середня – 3.8 м;

– глина коричнево-сіра, жовтувато-сіра карбонатна пластична з грубими карбонатними включеннями, розкрита в 93 свердловинах потужністю від 0.9 до 18.3 м, середня – 7.6 м.

Розкривні породи представлені малопотужними прошарками вапняків, глин, карбонатно-глинистими породами, аргілітоподібними глинами, аргілітами, мергелеподібними глинами, суглинками і ґрунтово-рослинним шаром. Середня потужність розкривних порід складає 11.9 м. Відношення розкривних порід до корисних копалин 1:1.6, геологічний коефіцієнт розкривних порід коливається від 0.5 до 0.6.

Гіпс, як корисна копалина, представляє собою типовий хімічний осад, який випадає з водного розчину. Випадання проходило в замкнутому водяному басейні, мілководній затоці або соляній лагуні, де завдяки інтенсивному випаровуванню утворювався насичений розчин, що вів до кристалізації солей.

Добра розчинність сульфату кальцію в інфільтраційних водах, приуроченість гіпсового покладу до верхньої гідродинамічної зони, сприяли інтенсивному карстоутворенню.

Родовище знаходиться в межах Придністровського карстового району, розташованого на лівому березі р. Дністер.

Шишковецьке родовище гіпсу за складністю геологічної будови і кількістю запасів корисної копалини є крупним родовищем пластоподібної форми залягання, із витриманою потужністю та якістю корисної копалини, але сильно закарстованим (більше 10%). Згідно діючих інструкцій відноситься до 2-ої групи.

### *1.3.5 Гідрогеологічна характеристика*

Гідрогеологічні умови родовища сприятливі. Корисна копалина і розкривні породи не обводнені. Відповідно розробка родовища не потребує спеціальних заходів по осушенню гіпсів.

Згідно розвідки Шишковецького родовища в пробурених свердловинах підземні води не були виявлені.

Місцевим базисом ерозії є р. Нічлава, долина якої глибоко врізується у відкладення силурійської системи. Оточуючі схили долини підвищуються на 85-90 м над рівнем води в річці.

Водопостачання ріки проходить за рахунок поверхневих опадів, а також підземної циркуляції у силурійських відкладеннях.

Відсутність водоносних горизонтів у гіпсоносній товщі свідчить про ступінь водопроникливості цієї товщі, а також підстилаючих вапняків, які відзначаються закарстованістю і тріщинуватістю.

## 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ

### 2.1 Режим гірничих робіт, продуктивність та термін експлуатації підприємства

#### 2.1.1 Режим гірничих робіт

Кар'єр підприємства ТОВ «Кнауф гіпс скала» працює цілорічно з п'ятиденним робочим тижнем та однією робочою зміною на добу по 8 годин:

Таблиця 2.1. – Режим гірничих робіт

Режим роботи	Розкривні роботи	Видобувні роботи
	цілорічний	цілорічний
Кількість робочих днів на рік	249	249
Кількість змін на добу	1	1
Тривалість зміни	8	8

#### 2.1.2 Продуктивність кар'єру

При експлуатації кар'єру, крім втрат в покрівлі та підшві покладу гіпсів, будуть мати місце експлуатаційні втрати корисної копалини II групи від буровибухових робіт та втрати на транспортних шляхах від кар'єру до дробильно-сортувального комплексу (ДСК), які враховуються в річній продуктивності кар'єру. Відповідно до вимог «Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов», 1977р., розмір втрат відбуро-вибухових робіт 0,25%, а розмір втрат на транспортних шляхах від кар'єру до ДСК – 0,3%.

З урахуванням експлуатаційних втрат при видобутку і транспортуванні сировини, річна продуктивність кар'єру складе:

$$350\,000 \cdot 1,0025 \cdot 1,003 = 351930 \text{ т. або } 155750 \text{ м}^3 \text{ в щільному тілі. (Таб. 2.2.)}$$

Таблиця 2.2 – Річна продуктивність кар'єру з урахуванням експлуатаційних втрат при видобутку і транспортуванні сировини

Показник	Розкривні роботи, м <sup>3</sup>	Видобувні роботи, т/м <sup>3</sup>
Річна продуктивність	171 000	351 930/155750

### 2.1.3 Термін експлуатації підприємства

У відповідності з підрахованими запасами категорій В та С<sub>1</sub> термін експлуатації складатиме:

$$T = \frac{10\,614\,000}{351930 + (0,008 \times 351930)} \approx 28 \text{ років.}$$

## 2.2 Календарний план розвитку гірничих робіт

Календарні плани видобувних і розкривних робіт складені за горизонтами з урахуванням порядку відробки запасів, прийнятого проектом, а також з урахуванням річного об'єму видобутку, рівному 351,93 тис.т, або 155,75 тис. м<sup>3</sup>. Вони наведені в таблицях 2.3 та 2.4.

Таблиця 2.3 – Календарний план видобувних робіт

Період роботи (кв.)	Горизонт	Площа розробки, м <sup>2</sup>	Потужність гіпсу, м	Об'єм пласта, м <sup>3</sup>	Об'єм внутр. карсту, м <sup>3</sup> (1 2%)	Об'єм видобутку по горизонтах		Усього об'єм видобутку гіпсу	
						м <sup>3</sup>	т	м <sup>3</sup>	т
I	+240	1250	7,9	9940	1193	8750	19775	37 279	83 750
	+230	1210	9,1	11000	1320	9680	21877		
	+220	1055	4,0	4199	504	3695	8351		
II	+240	1335	8,0	10620	1275	9345	21120	41 704	93 750
	+230	1560	9,1	14176	1701	12475	28193		
	+220	1350	4,0	5375	645	4730	10690		
III	+240	1765	6,8	12034	1444	10590	23933	41706	93 750
	+230	1409	10,0	14091	1691	12400	28024		
	+220	890	4,5	4045	485	3560	8045		
IV	+240	990	7,9	7875	945	6930	15662	35 061	78 750
	+230	1110	10,0	11097	1332	9765	22069		
	+220	990	3,7	3648	438	3210	7254		
Разом	+240	5340	7,6	40472	4857	35615	80490	155 750	350000
	+230	5235	9,6	50364	6044	44320	100170		
	+220	4317	4,0	17267	2072	15195	34340		

Таблиця 2.4 – Календарний план розкривних робіт

Період роботи (квартал)	Площа, м <sup>2</sup>	Середня потужність порід, м		Об'єм розкривних порід, м <sup>3</sup>		
		ГРШ	м'яких	ГРШ	м'яких	усього
I	2620	-	5,7	-	34 000	34 000
II	5540	-	4,0	-	41 200	41 200
III	5480	-	4,9	-	46 000	46 000
IV	6090	-	5,1	-	49 800	49 800
Разом	19730	-	4,8	-	171 000	171 000

### **2.3 Стан гірничих робіт**

На сьогоднішній день родовище розробляється ТОВ «Кнауф Гіпс Скала». Видобувні роботи проводяться на південно-західній частині родовища.

Родовище розкрито в'їзною траншеєю, що пройшла в західній частині кар'єру з відмітки + 259 м до відмітки + 230 м.

Розкривні роботи ведуться на кар'єрі трьома уступами середньою висотою 5 м та кутом укосу 60°, транспортування розкривної породи відбувається у внутрішній відвал.

Видобувні роботи ведуться теж трьома уступами висотою кожного до 10 м та кутом укосу 80°, гірнича маса транспортується до ДСК.

### **2.4 Система розробки та розкриття родовища**

Вибір системи розробки для Шишковецького родовища гіпсу проведений з урахуванням гірничо-геологічних умов залягання пласта гіпсу. Для ведення гірничих робіт приймається система розробки по класифікації В.В.Ржевського – суцільна подовжня однобортова з внутрішнім відвалом.

В цих умовах доцільно застосувати циклічну технологію. Порівняно незначні об'єми робіт, невеликі відстані транспортування, складний рельєф поверхні зумовлюють використання автотранспорту.

Для ведення видобувних робіт на родовищі використовується технологічна схема з попереднім розпушенням корисної копалини буропідривним способом. Вибухові роботи проводяться вузькою заходкою по цілику з використанням вертикальних свердловин діаметром 100 мм. Буріння свердловин виконується буровою установкою Titon 300.

Розпушена корисна копалина навантажується фронтальним навантажувачом Liebherr L576 з ємкістю ковша 4,5 м<sup>3</sup>. Транспортування корисної копалини на ДСК здійснюється автосамоскидами Bell B30D, вантажопідйомністю 27,3 т.

Розкривні роботи на родовищі розробляються в три етапи.

Ґрунтово-рослинний шар розробляється бульдозером Liebherr PR744L згортається в бурти, вантажиться екскаватором або навантажувачем в автосамоскиди і вивозиться у зовнішній відвал. М'які розкривні породи вантажаться екскаватором в автосамоскиди і вивозиться у внутрішній відвал. Скельні розкривні породи є вапняки, які піддаються попередньому розпушенню буро-підривним способом, навантаження відбувається екскаватором в автосамоскиди та вивозиться у внутрішній відвал.

Допоміжні роботи в кар'єрі і на відвалі виконуються бульдозером Liebherr PR744L та екскаватором Liebherr 944, укомплектованим гідромолотом Marathon НМ-1500Г.

## **2.5 Параметри системи розробки**

Параметри системи розробки визначені з врахуванням прийнятої технології ведення гірничих робіт і технічних характеристик гірничого устаткування.

*Висота уступів.*

Породи що розміщені над корисною копалиною (розкривні породи), по усій площі родовища залягають нерівномірно. Тому висота уступів коливається від 1 до 10 м. Проектом прийнято три розкривних уступи

середньою висотою - 5 м. Ґрунтово-рослинний шар залягає середньою потужністю 0,8 м.

З урахуванням фізико-механічних властивостей порід, технології розробки, прийнятого обладнання і правил техніки безпеки, на видобувних роботах приймається висота уступу -10 м.

З врахуванням прийнятої висоти видобувного уступу, поклад гіпсу розбивається на видобувні горизонти з абсолютними відмітками: +240 м, +230 м, +220 м.

#### *Кути укосів.*

Відповідно до фізико-механічних властивостей порід та вимог правил техніки безпеки при веденні відкритих гірничих робіт кути укосів прийняті:

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| - для видобувного уступу: | - для розкривного уступу: |
| - робочий - 80°;          | - робочий - 60°;          |
| - неробочий - 60°;        | - неробочий - 40°;        |

#### *Ширина заходки.*

Екскараторна заходка на розкривних роботах дорівнює:

$$A = 1,2 \cdot R_q = 1,2 \cdot 13,3 = 15,96 \text{ м}$$

де:  $R_q$  – радіус черпання екскаватора на рівні установки, м.

Ширина заходки для навантажувача на видобувних роботах буде дорівнювати:

$$A = b_k + C = 3 + 6 = 9 \text{ м}$$

де:  $b_k$  – ширина ковша навантажувача, м;

$C$  – безпечна відстань між навантажувачом та розвалом, ( $C = 6$  м).

#### *Ширина транспортних берм*

Ширина транспортної берми для розкривних горизонтів:

$$B_m^p = \Pi_{no} + T + K, \text{ м}$$

де:  $\Pi_{no}$  – ширина призми можливого обрушення, м;

$$\Pi_{no} = H(\text{ctg}40^\circ - \text{ctg}60^\circ) = 5(1,2 - 0,58) = 3,07 \text{ м};$$

$T$  – ширина транспортної смуги, м;

$K$  – ширина кювета, ( $K = 0,7$  м).

$$B_m = 3,07 + 10 + 0,7 = 13,8 \text{ м}$$

Ширина транспортної берми для видобувних горизонтів:

$$B_m^6 = P_{no} + T + K, \text{ м}$$

де:  $P_{no}$  – ширина призми можливого обрешення, м;

$$P_{no} = H(ctg60^\circ - ctg80^\circ) = 10(0,58 - 0,18) = 4 \text{ м};$$

$T$  – ширина транспортної смуги, м;

$K$  – ширина кювета, ( $K = 0,7$  м).

$$B_m = 4 + 10 + 0,7 = 14,7 \text{ м}$$

### *Ширина робочих майданчиків*

Ширина робочого майданчика при навантажені розкривної породи екскаватором дорівнює:

$$Ш_n^P = A + P_{сб} + P_y + 2P_c + P_o' + P_{no}, \text{ м}$$

де:  $A$  – ширина екскаваторної західки, м;

$$A = 1,2 \cdot R_q = 1,2 \cdot 13,3 = 15,96 \text{ м}$$

$P_{сб}$  – ширина смуги безпеки, ( $P_{сб} = 2$  м);

$P_y$  – ширина узбіччя, ( $P_y = 1,5$  м);

$P_c$  – ширина проїзної смуги, ( $P_c = 5$  м);

$P_o'$  – ширина для узбіччя, кювету та захисного валу, ( $P_o' = 6,5$  м);

$P_{no}$  – ширина призми можливого обрешення, м;

$$P_{no} = H(ctg40^\circ - ctg60^\circ) = 5(1,2 - 0,58) = 3,07 \text{ м};$$

$$Ш = 15,96 + 2 + 1,5 + (2 \cdot 5) + 6,5 + 3,07 = 39 \text{ м}.$$

Ширина робочого майданчика при навантажені видобувної породи, з розвалу, навантажувачом:

$$Ш_n^P = B + P_y + 2P_c + P_o' + P_{no}, \text{ м}$$

де:  $B$  – повна ширина розвалу, ( $B = 23,94$  м);

$P_y$  – ширина узбіччя, ( $P_y = 1,5$  м);

$P_c$  – ширина проїзної смуги, ( $P_c = 5$  м);



$P_o'$  – ширина для узбіччя, кювету та захисного валу, ( $P_o' = 4,5$  м);

$P_{no}$  – ширина призми можливого обрушення, м;

$$P_{no} = H(ctg60^\circ - ctg80^\circ) = 10(0,58 - 0,18) = 4 \text{ м};$$

$$Ш = 23,94 + 1,5 + (2 \cdot 5) + 4,5 + 4 = 44 \text{ м}.$$

### *Фронт гірничих робіт*

Фронт розкривних та видобувних робіт просувається в напрямку з південного заходу на північний схід з випередженням розкривних робіт не менш як на 35-40 м.

## **2.6 Буровибухові роботи**

Відповідно до фізико-механічних властивостей гіпс Шишковецького родовища перед навантаженням в автотранспорт повинен піддаватись попередньому розпушенню буровибуховим способом.

Класифікація гірничих порід їх міцність, належність до групи та категорії ґрунтів по буропідриванню, важкості буріння, тріщинуватості та вибуховості, приведенні в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Класифікація гірничої породи

<i>Найменування показників, найменування нормативного документу</i>	<i>Показник</i>
<i>Коефіцієнт міцності порід (Шкала проф. М.М. Протод'яконова )</i>	<i>2</i>
<i>Група ґрунтів для буровибухових робіт</i>	<i>4</i>
<i>Група ґрунтів за важкістю та способом буріння свердловин</i>	<i>4</i>
<i>Категорія порід по тріщинуватості</i>	<i>III</i>
<i>Клас гірничих порід за вибуховістю</i>	<i>III</i>

Розпушування скельних порід проводитиметься методом розосереджених зарядів свердловин із застосуванням миттєвого або короткоуповільненого підривання. З метою якісного розпушення і формування компактного розвалу підірваних порід, вибухові роботи передбачається вести з використанням вертикальних свердловин, пробурених під кутом  $90^\circ$  та діаметром 100 мм. буровим станком Titon 300. Висота уступів що підриваються до 10 м.

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика бурового станка Titon 300

<i>Технічні характеристики</i>	<i>Одиниці вимірювання</i>	<i>Показники</i>
<i>Продуктивність</i>	<i>п.м./год</i>	<i>15</i>
<i>Діаметр свердловини</i>	<i>мм</i>	<i>89-127</i>
<i>Довжина штанги</i>	<i>мм</i>	<i>4 000</i>
<i>Глибина буріння</i>	<i>м</i>	<i>32</i>
<i>Довжина станка</i>	<i>мм</i>	<i>10 484</i>
<i>Ширина</i>	<i>мм</i>	<i>2 480</i>

Для ведення бурових робіт на кар'єрі достатньо однієї бурової установки Titon 300. Для ведення вибухових робіт передбачаються вибухові речовини та засоби ініціювання відповідно до вимог нормативної документації.

В процесі ведення гірничих робіт на кар'єрі, у зв'язку із змінами міцності гірничих порід і категорії масиву з тріщинуватості, можливі зміни, як параметрів буровибухових робіт, так і сітки розташування свердловин.

Параметри буровибухових робіт наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Параметри буровибухових робіт

<i>Найменування показника</i>	<i>Одиниця вимірювання</i>	<i>Показник</i>	
		<i>Корисна копалина</i>	<i>Розкривні породи</i>
<i>Висота уступу</i>	<i>м.</i>	<i>10</i>	<i>5</i>
<i>Кількість рядів свердловин</i>	<i>шт.</i>	<i>2</i>	<i>4</i>
<i>Діаметр свердловини</i>	<i>мм.</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<i>Кут нахилу свердловини</i>	<i>град.</i>	<i>90</i>	<i>90</i>
<i>Довжина перебуру</i>	<i>м.</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Довжина свердловини</i>	<i>м.</i>	<i>11</i>	<i>6</i>
<i>Відстань між свердловинами</i>	<i>м.</i>	<i>3</i>	<i>5</i>
<i>Відстань між рядами свердловин</i>	<i>м.</i>	<i>3</i>	<i>5</i>
<i>Середній вихід гірничої маси з однієї свердловини</i>	<i>м<sup>3</sup></i>	<i>90</i>	<i>125</i>
<i>Середній вихід гірничої маси з 1 м свердловини</i>	<i>м<sup>3</sup></i>	<i>7,9</i>	<i>20,8</i>

## **2.7 Водовідвід та водовідлив**

За даними геологорозвідки гіпсова товща – безводна, притік води у кар'єр відбувається за рахунок атмосферних опадів. Середньорічний притік води складає 613 мм.

За час ведення робіт з 2007 р. не спостерігалось накопичення води. Вода яка потрапляла в кар'єр за рахунок атмосферних опадів, інфільтрувалась в нижче лежачі гірничі породи. В подальшому, при зміні коефіцієнту фільтрації гірничих порід, можливий збір води на дні кар'єру.

Добовий водопритік по площі кар'єру дорівнює 33,5 м<sup>3</sup>. Тому проектом закладений зумпф об'ємом 22 м<sup>3</sup> з якого за допомогою пересувної насосної станції буде відкачуватись вода по трубопроводу в долину річки Нічлава.

З метою перехоплення зливових і паводкових вод з територій, прилеглих до кар'єру, передбачається прохідка нагірних канал уздовж північного, східного і південно-східного бортів.

## **2.8 Технологія ведення робіт**

### *2.8.1 Розкривні роботи*

Розкривні породи на родовищі представлені: м'якими породами, до складу яких входять ґрунтово-рослинний шар, суглинки, глини, аргілітоподібні глини, аргіліт; а також скельними розкривними породами – вапняками.

Технологія ведення розкривних робіт прийнята відповідно до устаткування та прийнятої системи розробки.

В першу чергу знімається ґрунтово-рослинний шар бульдозером Liebherr PR744L та згортається в бурти звідки його вантажать навантажувачем Liebherr L576 або екскаватором Liebherr – 944 (технічна характеристика екскаватора наведена в таблиці 2.8.) на автосамоскиди Bell – B30D, які вивозять у зовнішній відвал для рекультивації.

Таблиця 2.8 – Технічна характеристика екскаватора Liebherr – 944

<i>Технічні характеристики</i>	<i>Одиниці вимірювання</i>	<i>Показники</i>
<i>Висота черпання</i>	<i>мм</i>	<i>14 950</i>
<i>Радіус черпання</i>	<i>мм</i>	<i>13 300</i>
<i>Глибина черпання</i>	<i>мм</i>	<i>8 900</i>
<i>Висота розвантаження</i>	<i>мм</i>	<i>11 100</i>
<i>Об'єм ковша</i>	<i>м<sup>3</sup></i>	<i>2,5</i>
<i>Потужність двигуна</i>	<i>кВт/к.с.</i>	<i>258/190</i>
<i>Маса</i>	<i>кг</i>	<i>38 840</i>

Далі м'які та скельні (попередньо розпушені) розкривні породи вантажаться екскаватором Liebherr – 944 в автосамоскиди Bell – B30D, які в свою чергу вивозять розкривну породу у внутрішній відвал. Зачистка забою від втрат породи підчас навантаження екскаватором відбувається фронтальним колісним навантажувачем Liebherr L576.

### *2.8.2 Відвальні роботи*

В перші три роки роботи кар'єру, поки не був сформований фронт відсипання внутрішніх відвалів, розкривні породи відсипались у зовнішній відвал в північно-західній частині гірничого відводу. Породи, різні по своїй придатності до біологічної рекультивациі, відсипались в окремі відвали: відвал ґрунтово-рослинного шару та відвал розкривних порід. В майбутньому ці відвали повинні бути переміщені до відпрацьованого простору кар'єру.

Після утворення необхідного фронту у виробленому просторі кар'єру розкривні породи відсипаються у внутрішній відвал. Фронт відсипання внутрішніх відвалів переміщується услід і паралельно фронту видобувних робіт з відставанням на 20 м від робочого майданчика горизонту + 220 м. Відсипання внутрішніх відвалів у зв'язку з різними фізико-механічними та агрохімічними властивостями проводиться шарами, у порядку в якому вони знаходяться у природному стані.

Нижнім шаром відсипаються неродючі ґрунти – аргіліти, аргілітоподібні глини, глини карбонатні і мергелеподібні. Вище шаром відсипається потенційно родючі ґрунти – суглинки. Зверху уся поверхня відвалів покривається ґрунтово-рослинним шаром, неменше 0,6 м.

Відповідно до технології зняття і транспортування розкривних порід приймається бульдозерний тип відвалу. Доставка розкривної породи на відвал здійснюється автосамоскидами Bell B30D. Відвальні роботи здійснюються бульдозером Liebherr PR744L (технічна характеристика наведена в таблиці 2.9). Кути укосу відвалу в процесі відсипання, з урахуванням природної вологості, приймаються  $40^\circ$ , стійкий кут укосу  $35^\circ$ .

Таблиця 2.9 – Технічна характеристика бульдозера Liebherr PR744L

<i>Технічні характеристики</i>	<i>Одиниці вимірювання</i>	<i>Показники</i>
<i>Потужність</i>	<i>кВт/к.с.</i>	<i>184/250</i>
<i>Висота ножа</i>	<i>мм</i>	<i>1 545</i>
<i>Ширина ножа</i>	<i>мм</i>	<i>3 690</i>
<i>Висота підйому ножа</i>	<i>мм</i>	<i>1 222</i>
<i>Глибина опускання ножа</i>	<i>мм</i>	<i>511</i>
<i>Загальна довжина</i>	<i>мм</i>	<i>6 050</i>
<i>Ширина колії</i>	<i>мм</i>	<i>1 980</i>
<i>Вага</i>	<i>кг</i>	<i>20 920</i>

Ширина робочого майданчика при відвальних роботах:

$$Ш_e = 2П_c + 2П_y + П_p + П_{no} + a_1 + a_2, м$$

де:  $П_c$  – ширина смуги руху, м;

$П_y$  – ширина узбіччя, м;

$П_p$  – Ширина резервної смуги для розвороту автосамоскидів, м;

$П_{no}$  – ширина призми можливого обрушення, м

$$П_{no} = H(ctg35^\circ - ctg40^\circ) = 15(1,428 - 1,191) = 3,6 м$$

$a_1 = 1 м$  – відстань від кювету до обочини;

$a_2 = 2 м$  – ширина кювету поверху.

$$Ш_e = (2 \cdot 5) + (2 \cdot 1,5) + 15 + 3,6 + 1 + 2 = 34,6 м.$$

При відсипанні другого ярусу, відстань від верхньої брівки нижнього ярусу до нижньої брівки верхнього ярусу, повинна дорівнювати сумі ширини робочого майданчика, ширині захисного валу – 2 м, і смуги безпеки вище розміщеного ярусу – 5 м, тобто 41,6 м.

Середній об'єм розкривних порід в зміну, що поступає на відвал, в розпушеному стані, дорівнюють 1 440 м<sup>3</sup>. Тому продуктивність бульдозера дорівнює:

$$Q = \frac{3600 \times V_n \times a_e \times K_e \times K_{yx}}{T_u \times K_p}, \text{ м}^3 / \text{год}$$

де:  $V_n$  – об'єм породи переміщуваний бульдозером, м<sup>3</sup>;

$a_e$  – коефіцієнт втрати порід в процесі переміщення;

$K_e$  – коефіцієнт використання бульдозера в часі;

$K_{yx}$  – коефіцієнт, що враховує ухил на ділянці роботи;

$K_p$  – коефіцієнт розпушування породи;

$a$  – ширина призми переміщеної породи, м;

$T_u$  – час циклу одного переміщення, с;

$$V_n = \frac{l \times h \times a}{2} = \frac{3,6 \times 1,54 \times 2,15}{2} = 5,9 \text{ м}^3;$$

де:  $l$  – довжина відвала бульдозера в м;

$h$  – висота відвала бульдозера в м;

$$a = \frac{h}{\text{tg}\varphi} = \frac{1,5}{\text{tg}35^\circ} = 2,15 \text{ м};$$

де:  $\varphi$  – кут природного укосу ґрунту (30-40°);

$$Q = \frac{3600 \times 8 \times 5,9 \times 0,775 \times 0,8}{1,25 \times 50,9} = 1655,8 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Для відпрацювання розкривної породи що поступає протягом зміни, потрібно:

$$n = \frac{1440}{1655,8} \times 1,2 \approx 1 \text{ бульдозер.}$$

### 2.8.3 Видобувні роботи

Корисною копалиною на Шишковецькому родовищі є гіпс, об'ємною вагою 2,26 т/м<sup>3</sup> з коефіцієнтом міцності по шкалі проф. М.М.Протодьяконова – 2. Корисна копалина потребує попереднього розпушення, тому на родовищі користуються буровибуховим методом розпушення.

Навантаження корисної копалини здійснюється з розвалу, навантажувачом LiebherrL576 з навантаженням у автосамоскиди Bell B30D, які у свою чергу транспортують гірничу масу до ДСК. Технічна характеристика навантажувача LiebherrL576 наведена в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Технічна характеристика бульдозера Liebherr L576

<i>Технічні характеристики</i>	<i>Одиниці вимірювання</i>	<i>Показники</i>
<i>Потужність двигуна</i>	<i>кВт/к.с.</i>	<i>220/272</i>
<i>Висота розвантаження</i>	<i>мм</i>	<i>3 105</i>
<i>Максимальна висота черпання</i>	<i>мм</i>	<i>4 320</i>
<i>Ширина ковша</i>	<i>мм</i>	<i>3 000</i>
<i>Об'єм ковша</i>	<i>м<sup>3</sup></i>	<i>4,5</i>
<i>Загальна довжина</i>	<i>мм</i>	<i>9 112</i>
<i>Ширина колії</i>	<i>мм</i>	<i>3 580</i>
<i>Вага</i>	<i>кг</i>	<i>23 620</i>

## 2.9 Кар'єрний транспорт

В процесі експлуатації кар'єру необхідно буде здійснювати такі види перевезень:

- видобуту корисну копалину (гіпс) – на ДСК, розташований на проммайданчику підприємства, середня відстань перевезення 1 км;
- м'яку та скельну розкритву породу – у внутрішній відвал, середня відстань перевезення 1 км.

Для виконання усіх вище зазначених видів транспортування на Шишковецькому родовищі гіпсу використовується автосамоскид марки

Bell B30D. Технічна характеристика автосамоскида Bell B30D наведена в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Технічна характеристика автосамоскида Bell B30D

Технічні характеристики	Одиниці вимірювання	Показники
Потужність двигуна	кВт/к.с.	240/322
Вантажопідйомність	т	27,3
Об'єм кузова	м <sup>3</sup>	15
Зовнішній радіус повороту	мм	7 980
Висота	мм	3 425
Довжина	мм	9 543
Ширина	мм	2 985
Вага	кг	18 690
Вантажопідйомність	т	27,3

### 2.9.1 Пропускна та провізна здатність кар'єрної автодороги

Пропускна спроможність автодороги – це максимально можливе число автосамоскидів, які можуть пройти через певну ділянку в одиницю часу. Вона залежить в основному від швидкості і числа смуг руху, визначається по формулі:

$$N = \frac{1000 \times V \times n \times K_{\text{іаδ}}}{l_{\text{а}}} = \frac{1000 \times 20 \times 2 \times 0,7}{60} = 467 \text{ автосамоскидів}$$

де  $K_{\text{нер}}$  – коефіцієнт нерівномірності руху автомобілів ( $K_{\text{нер}} = 0,6 \div 0,8$ );

$V$  – швидкість руху автосамоскида, км/год;

$n$  – число смуг руху автосамоскидів в одному напрямі;

$l_{\text{о}}$  – безпечна відстань між наступними один за одним автосамоскидами.

Провізна здатність автодороги – це кількість вантажу, яка може бути перевезена по цій дорозі в одиницю часу, визначається по формулі:

$$\dot{I}_{\text{(АіаіАі-7522)}} = \frac{N \times m_{\text{ііі}}}{K_{\text{даç}}} = \frac{467 \times 27,3}{2} = 6375 \text{ т / айä ;}$$



де  $K_{рез}$  – коефіцієнт резерву провізної здатності ( $K_{рез} = 1,75 \div 2$ );

$m_{ном}$  – номінальна вантажопідйомність автосамоскида, т.

Норма виробки одного автосамоскида визначається за виразом:

$$H_6 = \frac{T_{зм} - T_{нз} - T_{он}}{T_{об}} \cdot Q_{a.ф}, \text{ т/зміну,}$$

де:  $T_{см}$  – тривалість зміни, хв;

$T_{нз}$  – час на виконання підготовчо-завершальних операцій;

$T_{он}$  – час на особисті потреби;

$T_{об}$  – час одного обороту, хв;

$Q_{a.ф}$  – фактична вантажопідйомність автосамоскида, т;

$$T_{об} = 2 \times l \times \frac{60}{V_c} + T_{зав} + T_p + T_{уз} + T_{ур} + T_{оч};$$

$$T_{об} = 2 \times 0,8 \times \frac{60}{20,0} + 3 + 1,5 + 2 + 2 = 14 \text{ мин};$$

де:  $l$  – середня відстань транспортування в один кінець, км,  $l_{нз} = 0,8 \text{ êì}$  ;

$V_c$  – середня швидкість руху автосамоскида, км/год,  $V_c = 20,0 \text{ êì / ãîä}$  ;

$T_p$  – час розвантаження автосамоскида, хв,  $\dot{O}_\delta = 1,5 \text{ ðâ}$ ;

$T_{оч}$  – час на очікування автосамоскида біля екскаватора, хв  $\dot{O}_{іе} = 2 \text{ ðâ}$ ;

$T_{уз}, T_{ур}$  – час установки екскаватора під завантаження і розвантаження,

$T_{уз} + T_{ур} = 2 \text{ хв}$  ;

$T_{зав}$  – час завантаження одного автосамоскида, мин;

$$T_{зав} = n_k \times t_u; \quad T_{ноз} = n_k \times t_u = 6 \times 0,5 = 3 \text{ хв};$$

де:  $n_k$  – число ковшів в одному автосамоскиді;

$t_u$  – час циклу екскавації, хв.

$$n_k = \frac{Q_a \times K_p}{Q_s \cdot \gamma}; \quad n_k = \frac{Q_a \times K_p}{Q_s \cdot \gamma} = \frac{27,3 \times 1,35}{2,5 \cdot 2,25} = 6,5 \text{ – приймаємо } 6$$

КОВШІВ

де:  $Q_a$  – вантажопідйомність автосамоскида, т;

$K_p$  – коефіцієнт розпушування в кузові;

$Q_a$  – об'єм ковша екскаватора,  $m^3$ ;

$\gamma$  – щільність корисної копалини,  $t/m^3$ .

$$Q_{a.ф} = \frac{n_k \times Q_e \times \gamma}{K_p}; \quad Q_{a.ф} = \frac{n_k \times Q_3 \times \gamma}{K_p} = \frac{6 \times 2,5 \times 2,25}{1,35} = 25 \text{ м};$$

Норму виробки автосамоскидів Bell B30D визначається з умови тривалості робочої зміни для робочих водіїв дорівнює  $T_{зм} = 8 \text{ год}$ .

$$H_e = \frac{T_{см} - T_{пз} - T_{лн}}{T_{об}} \times Q_{a.ф} = \frac{480 - 35 - 10}{14} \times 25 = 777 \text{ м/см} = 345 \text{ м}^3 / \text{см};$$

### 2.9.2 Продуктивність виймально-навантажувального обладнання

Зміна продуктивність екскаватора Liebherr 944 при навантаження розкривних порід в автосамоскиди Bell – B30D буде дорівнювати:

*Теоретична продуктивність* – це кількість гірської маси, яка може бути вийняте в одиницю часу при безперервній роботі екскаватора, виходячи з його конструктивних параметрів:

$$Q_m = \frac{3600 \times E}{t_{ц}} = \frac{3600 \times 2,5}{23} = 391 \text{ м}^3 / \text{год};$$

де  $E$  – ємкість ковша екскаватора,  $m^3$ ;

$t_{ц}$  – фактична тривалість робочого циклу, с.

*Технічна продуктивність* – це максимальна годинна продуктивність екскаватора при безперервній його роботі в конкретних гірничотехнічних умовах [3-4].

$$Q_{mex} = \frac{Q_m \times K_n \times K_3 \times K_{ме}}{K_p} = \frac{391 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,85}{1,35} = 199,4 \text{ м}^3 / \text{год};$$

где  $K_n$  – коефіцієнт наповнення ковша екскаватора;

$K_{me}$  – коефіцієнт технології виїмки,  $K_{me} = 0,8 \div 0,85$ ;

$K_3$  – коефіцієнт забою, що враховує вплив допоміжних операцій,

$K_3 = 0,85 \div 0,9$ ;

$K_p$  – коефіцієнт розрихлення в ковші.

*Експлуатаційна продуктивність* екскаватора визначається з врахуванням втрат робочого часу, пов'язаних з неминучими організаційними і технічними простоями [3-4]:

$$Q^o = Q^{mux} \times T_{зм} \times K_e = 199,4 \times 8 \times 0,7 = 1117 \text{ м}^3 / \text{зм};$$

где  $T_{зм}$  – тривалість зміни, ч;

$K_e$  – коефіцієнт використання екскаватора в часі ( $K_e = 0,6 \div 0,8$ ).

В цілях підвищення продуктивності праці в обмежених умовах кар'єру, для навантаження попередньо розпушеної породи використовується фронтальний навантажувач. Продуктивність навантажувача визначається:

$$H_e = \frac{T_{см} \cdot 3600 \cdot E \cdot K_n \cdot K_u}{t_u \cdot K_p} \text{ м}^3 / \text{см}$$

де:  $T_{см}$  – тривалість зміни, ч;

$E$  – ємність ковша навантажувача, м<sup>3</sup>;

$K_n$  – коефіцієнт наповнення ковша;

$K_u$  – коефіцієнт використання навантажувача в часі;

$K_p$  – коефіцієнт розпушення породи;

$t_u$  – тривалість одного циклу завантаження, сек.

$$T_u = t_n + t_{on} + t_p + \left( \frac{l_n}{v_1} + \frac{l_e}{v_2} \right) \cdot 3600$$

де:  $t_n$  – час навантаження, с;

$t_p$  – час розвантаження, с;

$t_{on}$  – час на допоміжні операції, с;

$l_n$  – середня відстань транспортування з порожнім ковшем, км;

$v_1$  – швидкість руху навантажувача при холостому пробігу, км/год;

$l_e$  – середня відстань транспортування з наповненим ковшем, км;

$v_2$  – швидкість руху навантажувача при завантаженому пробігу, км/год.

$$T_u = 8 + 10 + 4 + 10 + 25 = 57 \text{ с}$$

$$H_e = \frac{8 \cdot 3600 \cdot 4,5 \cdot 0,9 \cdot 0,7}{57 \cdot 1,35} = 1061 \text{ м}^3/\text{см}$$

### 2.9.3 Кількість обладнання на розкривних роботах

Для виконання змінної продуктивності по розкриву:

- екскаваторів:

$$n = \frac{Q_{к.зм}}{Q_e} \cdot K_{рез} = \frac{687}{1117} \cdot 1,25 = 0,77 \text{ приймаємо } 1 \text{ од.}$$

- автосамоскидів:

$$n = \frac{Q_{к.зм}}{Q_a} \cdot K_{рез} = \frac{687}{345} \cdot 1,25 = 2,49 \text{ приймаємо } 3 \text{ од.}$$

### 2.9.4 Кількість обладнання на видобувних роботах

Для виконання змінної продуктивності на видобувних роботах необхідно:

- навантажувачів:

$$n = \frac{Q_{к.зм}}{Q_n} \cdot K_{рез} = \frac{623}{1061} \cdot 1,25 = 0,73 \text{ приймаємо } 1 \text{ од.}$$

- автосамоскидів:

$$n = \frac{Q_{к.зм}}{Q_a} \cdot K_{рез} = \frac{623}{345} \cdot 1,25 = 2,25 \text{ приймаємо } 3 \text{ од.}$$

### **3. ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ГІРНИЧИХ РОБІТ**

#### **3.1 Стан питання та завдання дослідження**

Встановлення способів механізації при розробці нерудних кар'єрів дозволяє значно покращити умови труда працівників, підвищити продуктивність видобутку корисної копалини і виймання порід розкриву, знизити собівартість видобутку. Комплексна механізація при підготовці гірничих порід до виймання на кар'єрах, що розробляють родовища скельних порід, здійснюється винятково з використанням буро вибухових робіт. Тобто потрібні бурові верстати, заряджальні машини і машини для доставки забійки, як допоміжне обладнання використовується бульдозер. В останні роки більша увага приділяється без вибуховому способу рихлення порід, використання якого, особливо при розробці тріщинуватих осадових порід, може суттєво знизити витрати на підготовку порід до виймання і забезпечити можливість селективного їх виймання [5].

Об'єм порід, що відокремлюється від масиву вибуховим способом, складає в промисловості нерудних будівельних матеріалів близько 400 млн.м<sup>3</sup> на рік, для чого здійснюється буріння близько 15-20 млн.м свердловин і витрачається 200-250 тис.т вибухівки. Середній вихід негабариту, що вторинно подрібнюється складає 6-11%. Витрати на буропідривні роботи складають близько 50% від затрат на гірничі роботи. Отримання гірської маси заданих розмірів шматків є важливою задачею буро вибухових робіт. Особисте значення вона набуває при використанні дробарного обладнання з відносно незначними розмірами приймальних отворів дробарок, використання екскаваторів з невеликою ємністю ковша, крупнообломковою будовою масива. Кусковатість гірської маси впливає на ефективність усіх подальших технологічних процесів переробки, *отже застосування раціональної комплексної механізації особливо при підготовці гірської маси до виймання є актуальною темою.*

**Метою дипломної роботи є** – обґрунтування раціонального комплексу обладнання для підготовки гірської маси до виймання з використанням різного обладнання.

**Завдання на дослідження:**

1. Аналіз роботи кар'єру підприємства ТОВ «Кнауф гіпс скала»;
2. Встановлення можливих варіантів комплексної механізації розробки Шишковецького родовища гіпсу;
3. Обґрунтування раціонального комплексу обладнання для розробки родовища;
4. Встановлення залежностей продуктивності при використанні різних способів підготовки гірської маси до виймання з використанням різних комплексів гірничого обладнання.

***3.2 Аналіз літературних джерел з обґрунтування технології відкритої розробки родовищ корисних копалин та ефективності раціональної технології вторинного подрібнення гірських порід***

Дослідження з вдосконалювання та обґрунтування технологічних комплексів, що використовують на відкритій розробці родовищ скельних корисних копалин відображені у наукових роботах багатьох видатних вчених: М.Г. Новожилова, Г.Д. Пчолкіна, В.І. Симоненка, Н.В. Мельникова, А.І. Арсентьєва, Р.С. Крисіна, Е.І. Єфремова, М.С. Четверика, В.С. Хохрякова та багатьох інших.

Великий внесок у розробку теорії проектування відкритих гірничих робіт, обґрунтування розмірів, головних параметрів техніки для відкритих гірничих робіт, теорії формування структур комплексної механізації кар'єрів внесли Н.С. Мельников, Н.Н. Мельников, Р.Ю. Подерни, М.Р. Потапов, С.Н. Потураєв, В.О. Ржевський, В.С. Хохряков, А.В. Шилін

Аналіз праць класиків гірничої науки, що заклали основи проектування кар'єрів і, зокрема, наукові основи механізації гірничих робіт, показав на

трансформацію понять у викладені теорії комплексної механізації кар'єрів [5-17].

Поняття комплектності основного і допоміжного обладнання введено акад. Н.В. Мельниковим в 1957 р. у взаємозв'язку з комплексністю. «Під комплектною механізацією розуміють таку механізацію, при якій кількість машин і механізмів, що відповідає даній операції виробничого процесу, гармонійно відповідає кількості машин і механізмів для попередньої і наступної операції [3]. Допрацьовуючи поняття комплексної механізації як один з основних напрямів технічного прогресу на відкритих розробках, акад. Н.В. Мельников в 1961 р. [3] і 1973 р. [3] уточнює формулювання трьох принципів комплексної механізації: потоковості, суміщення процесів і незалежності процесів, та саме поняття: «Комплексна механізація кар'єра передбачає застосування раціонального набору машин на основних виробничих процесах і допоміжних роботах, зокрема, гармонійне поєднання моделей і числа машин, використовуваних у кожному технологічному ланцюгу відкритих робіт (комплектність механізації)».

Акад. В. В. Ржевський послідовно розширює і поглиблює як самі поняття, пов'язані з комплексною механізацією, так і принципи формування структури комплексної механізації [6, 8], формулюючи дванадцять основних принципів, що відображають рівень науки, гірничої техніки і технології періоду розробки цих наукових положень - 70-80-ті роки минулого століття. Розроблені класифікації комплектів обладнання, що застосовуються при відкритій розробці, охоплюють практично весь діапазон технологій ведення гірничих робіт і типів кар'єрної техніки [8].

Гірничодобувне підприємство при формуванні структури комплексної механізації вибирає техніку, технічні характеристики якої повинні максимально відповідати природно-технологічним умовам, з урахуванням прогнозованих змін, для досягнення високої технічної продуктивності  $Q_{\text{Тех}}$  в технологічному потоці, з одного боку, та надійної роботи техніки, з іншого. Мінімальна кількість відмов, а значить простоїв, внаслідок коректного вибору

типу, моделі і модифікації обладнання, що забезпечує високу надійність роботи техніки в комплекті.

Закономірна зміна надійності роботи кар'єрної техніки в часі протягом строку їх експлуатації веде до зменшення технічної готовності машин і, отже, збільшення простоїв з технічних причин, зменшення фізичного часу перебування на лінії в експлуатаційному просторі кар'єра [18-20].

Зміна часу роботи техніки на лінії вимагає зміни кількості одиниць в парках кар'єрної техніки, що забезпечують комплекти технологічних потоків, що працюють в експлуатаційному просторі кар'єра. Термін служби гірничого підприємства, як правило, більше термінів служби машин і механізмів, що становлять комплексну механізацію кар'єру [21-29]. Тому розвиток структури комплексної механізації в динаміці, визначається строком служби і динамікою зміни працездатності, а саме часом роботи на лінії кожної одиниці техніки протягом терміну їх експлуатації.

### ***3.3 Визначення комплексної механізації розробки родовища гіпсу***

Основний спосіб підготовки гірської маси до виймання на Шишковецькому родовищі гіпсу буропідривний. Такий спосіб є дуже витратним. Комплекс механізації включає використання бурового верстату, зарядних машин, машин для доставки забійного матеріалу.

Серед альтернативних варіантів можна запропонувати використання дробильного ковшу ALLU M серії (рис. 3.1). Безпосередньо на місці робот, матеріал, що видобувається подрібнюється дробильним ковшем ALLU серії M і вантажиться у кузов самоскида. Самоскид перевозить вже подрібнений матеріал, що виключає декілька операцій з підготовки видобуваного матеріалу для подальшого використання [30].





Рис. 3.1 – Використання ковша ALLU M серії

Для безпосередньої розробки ґрунтів використовують одноковшеві з дизельним двигуном екскаватори з ковшами, оснащеними зубами ударної, віброударної і вібраційної дії з електричним або пневматичним приводом (рис. 3.2, а). Завдяки цьому, крім підйомного і напірного зусиль ковша здійснюється ще й вплив на ґрунт рухливими (активними) зубами, в результаті чого підвищується продуктивність екскаватора. Віброударними зубами можуть оснащуватися навісні розпушувачі на базі тракторів (рис. 3.2, б).

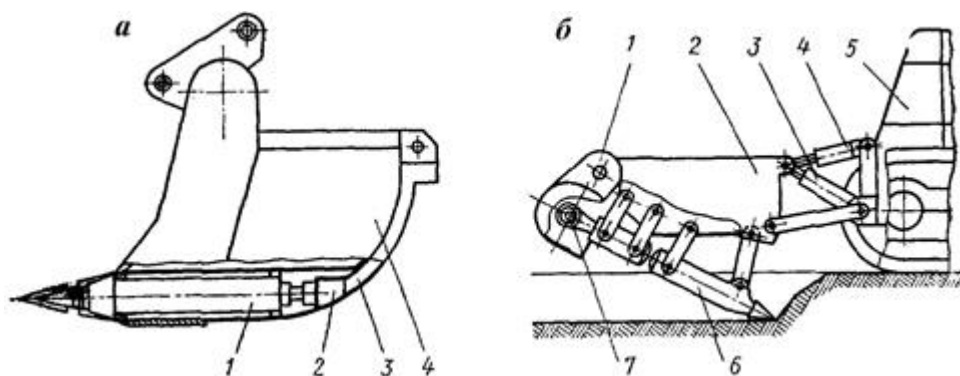


Рис 3.2 – Машини з активними робочими органами: а - ківш екскаватора з гідромолотами: 1 - гідромолот; 2 - розподільник; 3 - трубопровід; 4 - ківш; б - вібророзпушувачі з кривошипно-шатунним вібратором: 1 - шатун; 2 - привід вібратора; 3, 4 - гідроциліндри зміни кута розпушування; 5 - тягач; 6 - зуб розпушувача; 7 - кривошип.

На гідравлічних одноківшових екскаваторах (рис. 3.4) в якості змінного робочого обладнання для руйнування ґрунту встановлюються гідравлічні молоти подвійної дії. Окрім цього, можуть використовуватися і розпушувачі (ікло-розпушувач) (рис. 3.3).

<b>Ікло-розпушувач</b>	
<p>а</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Розпушувач для екскаватора, так само відомий під назвою ікло-розпушувач, застосовується для розпушення важких ґрунтів, м'яких вапняків, глинистих сланців, важких глин, цементованого гравію, пісковика, мерзлих ґрунтів, злежалого будівельного сміття.</li> <li>• Розпушувач для екскаватора комплектується змінною коронкою спеціальної загостреною форми, що дозволяє поліпшити проникаючу здатність. Для роботи в середовищах з високим ступенем абразивності.</li> </ul>
<b>Вібророзпушувачі (віброріппер)</b>	
<p>б</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вібророзпушувачі (віброріппер) - це новий тип навісного обладнання для екскаваторів. Основним призначенням є розкривні роботи, роботи по розробці середніх і важких ґрунтів з високим ступенем тріщинуватості, таких як: піщаник, вугілля, сланець, гіпс, вапняк і ін. Також вібророзпушувачі застосовують для проведення робіт з розкриття штучних покриттів, таких як асфальт, бетон і розпушування мерзлого ґрунту.</li> </ul>
<p>в</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гідромолот KRUPP HM 1500 MARATHON</li> </ul>

Рис. 3.3 – Ікло-розпушувач (а), вібророзпушувач (б), гідромолот (в)

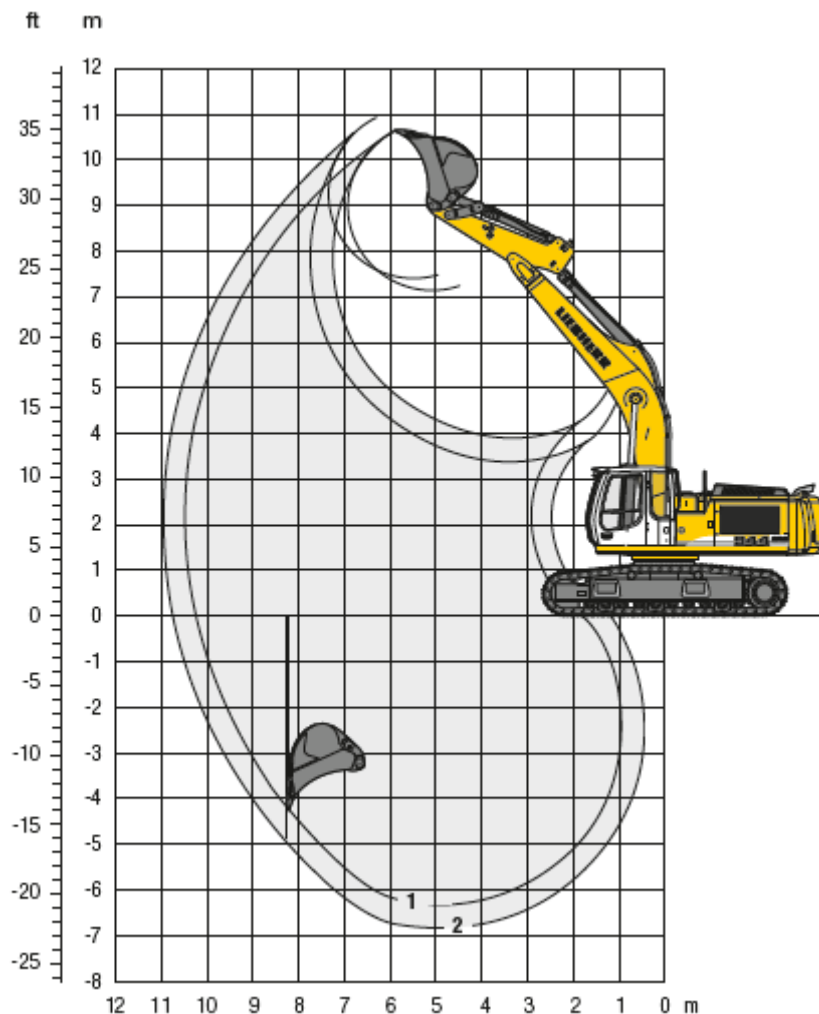


Рис. 3.4 – Характеристики екскаватору Liebherr 944

Окрім змінного обладнання для екскаваторів пропонується використовувати навісне обладнання на бульдозер Liebherr L576. Гідростатичний ходовий привід бульдозера Liebherr PR 744 Litronic забезпечує надзвичайно велику потужність у всіх діапазонах швидкостей.

Він може розвивати максимальну швидкість без яких би то ні було перемикаючих дій. Двома гусеничними ланцюгами, що постійно приводяться до руху забезпечується управління з силовим замиканням навіть при пересуванні по кривій траєкторії, дозволяючи машині зробити розворот на місці на вельми обмеженому просторі, а також забезпечуючи оптимальне тягове зусилля. Постійна висока ефективність і електронне регулювання граничного навантаження гарантують мінімальне споживання палива, незважаючи на те, що машина використовується при граничному навантаженні. Централізовані точки обслуговування і унікальний доступ для

обслуговування, включаючи нахил кабіни, також збільшують рентабельність машини.

Бульдозер може рухатися в діапазоні 3 швидкостей:

- 1 діапазон - 0-4 (4,8) км / год (передній / задній хід);
- 2 діапазон - 0-6,5 (7,8) км / год (передній / задній хід);
- 3 діапазон - 0-11 км / год.

Гідросистема з механізмом адаптації до навантажень і регулюванням Load-Sensing полегшує управління бульдозером, вимагаючи від оператора мінімальні зусилля з контролю агрегатів. В системі використовується аксіально-поршневий насос з об'ємом подачі 260 л / хв. Обмеження тиску становить 260 бар. Управління робоче обладнання за допомогою одного джойстика.

Для моделі Liebherr PR 744 L пропонується кілька типів відвалів:

- півсферичний;
- механічний поворотний відвал.

У задній частині встановлюється 3-стійковий розпушувач: з гідравлічним налаштуванням кута нахилу і стандартний. Розпушувачі призначені для роботи з важкими матеріалами та обладнані додатковим захистом зони зносу (рис. 3.5).

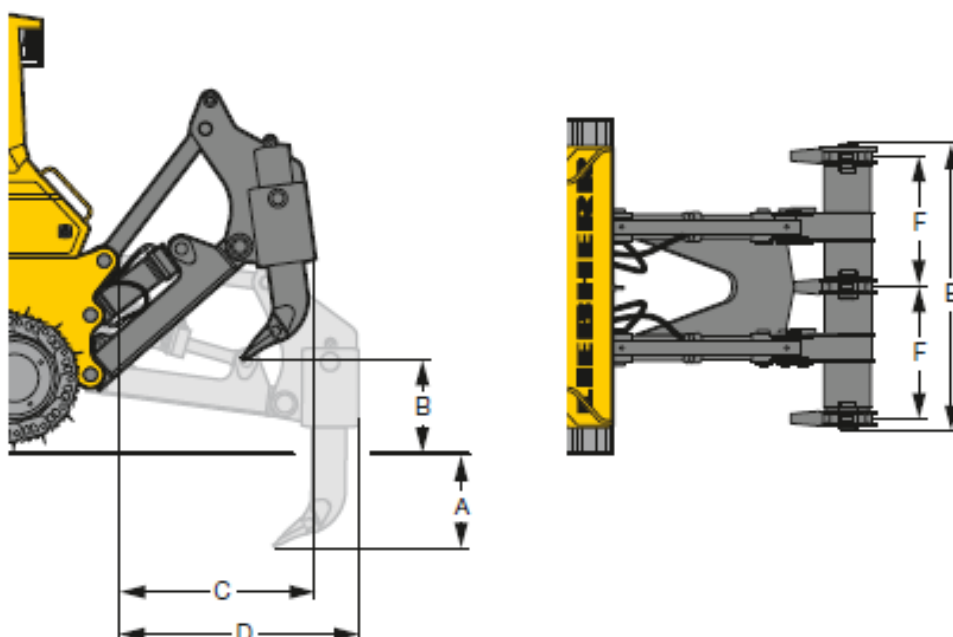


Рисунок 3.5 – Розпушувач паралелограмний стандартний

Основні показники розпушувача наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики розпушувачів Liebherr

<i>Розпушувач</i>	<i>Стандартний</i>	<i>З гідравлічним регулюванням кута нахилу</i>
<i>A Глибина рихлення макс./мін., мм</i>	<i>749 / 449</i>	<i>749 / 449</i>
<i>B Висота підйому макс./мін., мм</i>	<i>755 / 457</i>	<i>759 / 459</i>
<i>C Виліт при піднятому розпушувачі, мм</i>	<i>1 586</i>	<i>1 569</i>
<i>D Виліт при заглибленому розпушувачі, мм</i>	<i>1 937</i>	<i>1 937</i>
<i>E Ширина рами розпушувача, мм</i>	<i>2 184</i>	<i>2 184</i>
<i>F Відстань між стійками, мм</i>	<i>1000</i>	<i>1000</i>
<i>Вага, кг</i>		
<i>Кут нахилу стійки, макс.</i>	<i>-</i>	<i>25°</i>

Для поліпшення продуктивності і балансування рекомендується встановлювати противагу або задньонавісне обладнання.

Для роботи в щільних ґрунтах прибутковіше застосовувати однозубого розпушувача з жорстким кріпленням зуба на перпендикулярній опорі, які в порівнянні з багатозубими розпушувачами реалізують величезні зусилля на одному зубі. З цією ж метою в тих же умовах багатозубі розпушувачі переобладнують в однозубого або обладнують їх буферними пристосуваннями, що встановлюються у верхній частині середнього зуба, для роботи з трактором-штовхачем, також обладнаним буферним пристроєм в його передній частині. Окремі моделі розпушувачів оснащать віддаленими системами управління кута різання і перетворення вильоту зуба з кабіни машиніста. 1-е рішення допускає робити вибір оптимального кута різання залежно від категорії ґрунтів, що знаходяться в розробці, також зменшується час заглиблення наконечників в міцні ґрунти. Перетворенням вильоту зуба допустимо забезпечити кращий режим розпушування і зменшити за рахунок цього число проходок при пошаровому розпушуванні ґрунту [31].

Таким чином, в роботі пропонується розглянути три варіанти комплексної механізації при підготовці гірської маси до виймання з подальшим переміщенням на дробарку:

- перший комплекс (існуючий): буровий верстат-зарядна машина-машина з доставки забійного матеріалу-екскаватор-автосамоскид;
- другий комплекс: екскаватор зі змінним обладнанням (гідромолот, ківш)- автосамоскид
- третій комплекс: бульдозер з розпушувачем-екскаватор-автосамоскид.

### **3.4 Методика вибору раціонального комплексу механізації з підготовки гірської маси**

Для порівняння раціонального комплексу потрібно розрахувати продуктивність при використанні екскаватору зі змінним обладнанням (другий варіант комплексної механізації) та бульдозеру з розпушувачем (третій варіант комплексної механізації).

#### **РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСКАВАТОРУ З ГІДРОМОЛОТОМ**

Розпушення твердого матеріалу можливо виконувати не тільки ковшем з динамічними розпушувачами, но і з одним гострим та міцним зубом, а якому зосереджуються усі зусилля. Альтернативою гострому зубу є використання гідромолоту, яким по знесиленим поверхням здійснюється удари перпендикулярно до поверхні і при достатній тріщинуватості породи вона руйнується від динамічної сили удару.

Ударне руйнування порід найбільш широко використовують при бурінні шпурів і свердловин (бурові молотки або перфоратори і бурові верстати), а також при проходці гірничих виробок (молоти) [32].

Основною характеристикою удару є ударний імпульс. Форма та показник останнього залежить від маси і розмірів елементів ударної системи, геометрії поверхонь, що стикаються при ударі, пружньо-пластичних властивостей порід і інших факторів.

## Гідромолот

Руйнування породи при ударному бурінні відбувається за рахунок перетворення кінетичної енергії інструмента при його зіткненні з породою в роботу деформації і руйнування породного масиву (рис. 3.6)



Рисунок 3.6 – Схема сил, що діють при ударному бурінні та типи долот

Лезо загостреного під кутом бурового інструменту заглиблюється в породу на глибину  $h$ . В масиві створюється складний напружений стан: під дією стискаючих напружень під інструментом утворюється ущільнене ядро з роздробленої породи, а під дією напружень, що зрушують відбувається сколювання часток породи під відповідним кутом.

Занурення інструменту зупиняється, як тільки сили опору стають рівними максимальній величині діючої сили (амплітуді ударного імпульсу):

$$F_{\text{у. max}} = 2[F_{\text{тм}} \cdot \cos(\alpha/2) + N \cdot \sin(\alpha/2)]K_{\zeta}$$

де  $F_{\text{тм}}$  – сила тертя леза долота з породою;

$N$  – нормальна сила на боковій поверхні леза долота;

$K_{\zeta}$  – коефіцієнт, що враховує затуплення леза долота,  $K_{\zeta}=1,2\dots1,3$ .

Нормальна сила

$$N = \sigma_{i.a} \cdot D \cdot h / \cos(\alpha/2)$$

де  $\sigma_{i.a}$  – межа міцності породи при механічному способі буріння;

$D$  – діаметр робочого інструменту, мм

$h$  – величина заглиблення леза,

$\alpha$  – кут загострення бурового інструмента, град.

Таблиця 3.2 – Визначення щільності гірничої породи

Горная порода	Твердость по штампу, МПа	Кoeffициент пластичности К	Модуль упругости E, 10 <sup>10</sup> Па	Удельная объемная работа разрушения, Дж/см <sup>3</sup>
Глинистый сланец	200-250	1,3-3,3	0,4-0,9	1,5-7,7
Ангидрит	950-1500	2,9-4,3	1,8-5,4	21-54
Песчаник и алевролит	200-350	1,4-4,3	0,5-3,5	5-59
Известняк	1000-2500	1,5-7,0	1,5-4,0	21-80
Доломит	1000-6000	1,5-6,0	5-9	39-151
Кремень	5000-7000	1,0-2,0	>10	≈20

Максимальна глибина занурення леза складе

$$h_{\max} = 0,5 \frac{F_{\text{уд. max}}}{(\sigma_{\text{м.б}} \cdot D \cdot h [\text{tg}(\alpha/2) + \mu] \text{Кз})}$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя сталі і породи (0,25...1)

Таблиця 3.3 – Характеристики міцності гірських порід

Горные породы	Предел прочности, МПа	
	на сжатие	на растяжение
Базальт	260—400	22—30
Гранит	80—250	7—23
Кварцит	180—260	14—22
Диабаз	240—300	20—25
Мрамор	60—80	5—8
Известняк	46—75	4—8
Песчаник	30—200	4—18
Алевролит	30—120	3—16
Аргиллит	12—80	1—6
Уголь каменный	11—30	0,8—2,5
Уголь бурый	10—15	0,5—1,2
Сланец горючий	12—19	0,8—1,6
Мергель	25—40	2—3,5
Каменная соль	20—38	0,3—4
Глина	3—10	0,2—0,8
Алевролит и аргиллит углистый	5—25	0,3—2

Необхідне число ударів долота по вибою

$$Z_0 = \pi \cdot D / [2 \cdot Z_l \cdot h \cdot \text{tg}(\theta/2)]$$

де  $Z_0$  – число лез на долоті, од.;  $\theta$  – кут сколу часток породи, град.

Встановлено [32], що величина і форма начального імпульсу залежать від конструкції ударного вузла бурової машини і швидкості удару. В залежності від властивостей породи при інших рівних початкових умовах навантаження частина ударного імпульсу буде відбиватися від породи, не виконуючи корисної роботи. Зі збільшенням енергії удару величина відбитого імпульсу зменшується і, відповідно, підвищується коефіцієнт передачі удару.



Відповідно, можливо змінювати у широкому діапазоні величину енергії, що передається на вибій, що визначає задачу знаходження найбільш доцільної форми ударного імпульсу в конкретних умовах руйнування і коефіцієнта використання енергії при заданому характері навантаження.

Насамперед цікавить продуктивність гідромолота, тобто скільки кубометрів оброблюваного матеріалу або скільки квадратних метрів твердого покриття може зруйнувати гідромолот в одиницю часу. Технічна продуктивність значною мірою визначається його ефективною потужністю яка підводиться до змінного інструменту. Ця потужність дорівнює добутку енергії удару на частоту ударів. Під силою удару розуміється кінетична енергія бойка молота, дорівнює

$$mv^2 / 2$$

де  $m$  - маса бойка;  $v$  - швидкість в момент його зіткнення з торцем інструмента, тобто в момент удару.

Для кожного матеріалу, що піддається руйнуванню, а також габаритних розмірів об'єкта або його товщини існує порогове значення енергії удару, нижче якого практично не буде спостерігатися ніякого руйнування, з якою б частотою і як довго ми ні наносили б удари. Тому завжди вирішальним фактором, що визначає ефективність молота, залишається енергія удару. Оптимальною силою удару гідромолота слід вважати таку, при якій матеріал руйнується за 10 ... 15 з роботи на одній точці. Якщо ж руйнування матеріалу відбувається за один або кілька ударів, то це означає, що енергія удару занадто велика для даного виду роботи. При цьому часто відбуваються «проскоки» інструменту, коли не витрачена на руйнування частина енергії удару передається на базову машину, піддаючи її шкідливим впливам, збільшуючи рівень вібрації на робочому місці машиніста. В таких умовах краще виявляється гідромолот з меншою енергією і більшою частотою ударів.

Енергія удару молота витрачається на створення в оброблюваному матеріалі пружних і пластичних деформацій, на руйнування матеріалу, на нагрів інструменту і бойка. Частина енергії повертається бойку, який в результаті відскоку отримує деяку початкову швидкість при русі в сторону від інструменту [33].

## РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ БУЛЬДОЗЕРУ З РОЗПУШУВАЧЕМ

Головним параметром є номінальна тягова сила [32]. До основних параметрів розпушувача відносяться: геометричні параметри робочого обладнання; експлуатаційна маса; середнє статистичний тиск ходової частини на ґрунт; кут розпушення.

Переріз зубу розпушувача підбирають так, щоб від витримував навантаження, що дорівнює 1,5 кратній тяговій силі базової машини, що прикладається до кінця зубу, а з урахуванням використання товкача – в 2-2,5 рази більшу. Товщина стійки зубу  $\leq 100$  мм. Крок встановлення зубів не повинен перевищувати 900...1400 мм.

Довжина зубів

$$L_{\zeta} = (0,1 \dots 0,3) + H_{\zeta}$$

$H_{\zeta}$  – максимально можливе заглиблення зубів у породу, м.

Відстань між зубами і тягачем (винос зубів) повинно бути таким, щоб шматки породи не могли застрягати в цьому проміжку. Ця відстань визначається за формулою

$$L = (1 \dots 1,5)H_{\zeta}$$

Кут розпушення  $\delta_0$  змінюється у міру заглиблення зубу в породу від  $90^\circ$  у вихідному положенні до  $36,5^\circ$  при максимальній глибині. Кут розпушення залежить від кута загострення наконечника зубу ( $\beta=30 \dots 35^\circ$ ) і заднього кута ( $\gamma=5^\circ$  для скельної породи). Оптимальний кут розпушення  $\delta_0$  при заглибленні в щільні породи складає  $50 \dots 60^\circ$ ; при заглибленні в інші породи  $38 \dots 45^\circ$ .

### Розрахунок бульдозера

Сумарний опір на ножі бульдозера при копанні і переміщенні породи по горизонтальній поверхні визначають сумою опорів (рис. 3.7)

$$W_{\text{б}} = W_{\text{к}} + W_{\text{пн}} + W_{\text{в}} + W_{\text{о}} + W_{\text{тм}}$$

де  $W_{\text{к}}$  – опір копанню, кН;

$W_{nn}$  – опір переміщенню призми волочіння перед відвалом, кН;

$W_{\beta}$  – опір переміщенню породи до верху відвалу, кН;

$W_o$  – опір переміщенню базової машини, кН;

$W_{mm}$  – опір тертя робочому обладнанню, кН.

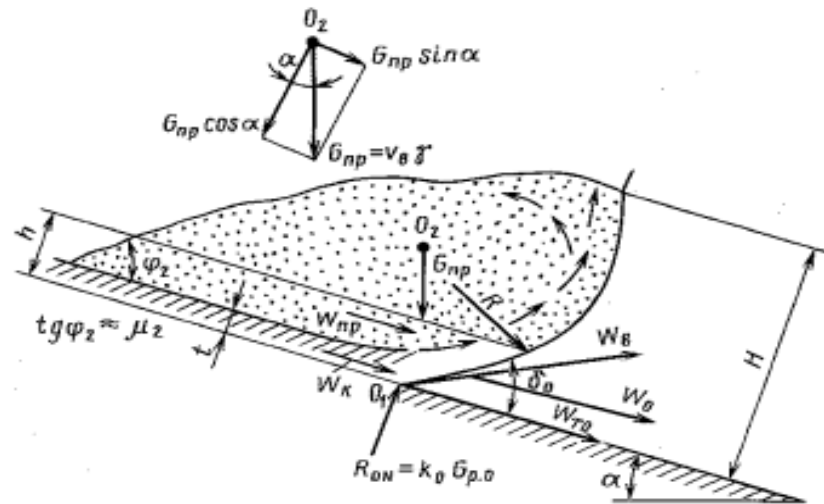


Рис. 3.7 – Схема до визначення опору на ножі бульдозера

$$W_k = 10^3 \cdot K_F \cdot L \cdot t$$

де  $K_F$  – питомий коефіцієнт опору копанню, МПа;

$L$  – довжина відвалу, м;

$t$  – середня потужність стружки, м ( $t = (0,1 \dots 0,25)$ Н)

$$W_{nn} = g \cdot V_n \cdot \gamma \cdot \mu_2 / K_p$$

де  $V_n$  – об'єм призми волочіння, що переміщується відвалом бульдозера, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – щільність породи, т/м<sup>3</sup>;

$\mu_2$  – внутрішній коефіцієнт тертя (породи до породи);

$K_p$  – коефіцієнт розпушення породи.

$$W_{\beta} = g \cdot V_{\beta} \cdot \gamma \cdot \mu_1 \cdot \cos^2 \delta_o / K_p$$

де  $\mu_1$  – внутрішній коефіцієнт тертя (породи до металу);

$\delta_o$  – кут різання ножа бульдозера, град.

$$W_o = g m_{\delta.o.m} (f_k \cos \alpha \pm \sin \alpha)$$

$\alpha$  – кут нахилу (+) або (-) поверхні, град.

$$W\delta\delta = gK_o m_p \mu_1$$

$K_o$  – коефіцієнт, що враховує частку сили ваги робочого обладнання,  $K_o=0,5\dots 0,8$ .

### РОЗРАХУНОК РОЗПУШУВАЧА

При розпушуванні тягова сила і горизонтальна складова  $R_x$  сил опору розпушення дорівнюють, а вертикальна складова визначається в функції від горизонтальної (рис. 3.8)

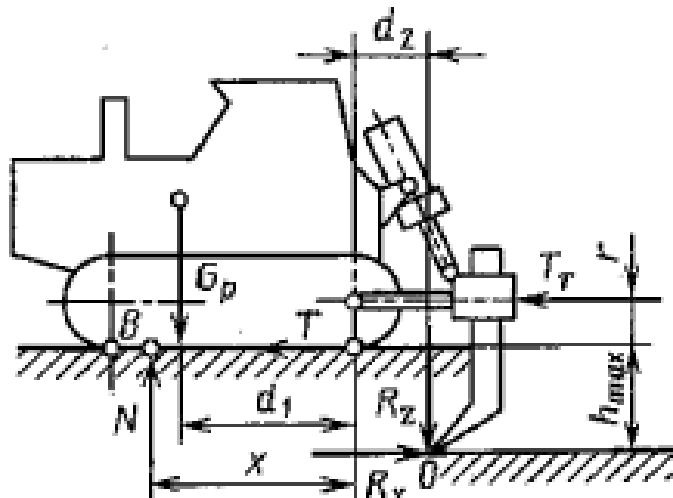


Рис. 3.8 – Схема до визначення опору на розпушувачі бульдозера

$$T = R_x = K_t \cdot T_i$$

де  $K_t$  – коефіцієнт використання тягової сили базової машини з урахуванням змінної опору порід руйнування,  $K_t = 0,8$ ;

$T_i$  – номінальна тягова сила базової машини.

Вертикальна складова

$$R_z = R_x \operatorname{tg} \gamma$$

де  $\gamma$  – кут нахилу результуючої сили опору розпушення ( $\gamma = \pm 30^\circ$  для скельних порід)

Питома горизонтальна напірна сила, кН/м, на робочому обладнанні

$$K_L^r = T_i / (b \cdot n)$$

де  $b$  – ширина зубу розпушувача, м;

$n$  – число зубів, од.

Вертикальний тиск на кромці зуба розпушувача

$$K_L^e = R^z / (F \cdot n)$$

де  $R^z$  – максимальна вертикальна сила, яка може бути направлена донизу тільки тоді, коли розпушувач опрокидується відносно задньої вісі;

$F$  – опорна площадка ріжучої кромки зуба з урахуванням її зносу, м<sup>2</sup>.

### Продуктивність бульдозера-розпушувача

Технічну продуктивність визначають на одиницю об'єму ґрунту, [34]

$$Pm = \frac{3600 \cdot V_{\text{пр}} \cdot K_{\text{пр}}}{T_{\text{ц}} \cdot K_{\text{рх}}} K_{\text{к}} \cdot K_{\text{у}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{фо}}, \text{ м}^3/\text{годину}$$

де  $K_{\text{к}}$  - коефіцієнт обліку кваліфікації машиніста (при управлінні гусеничним бульдозером машиністом високої кваліфікації

$K_{\text{к}} = 1$ , середній кваліфікація  $K_{\text{к}} = 0,85$ , нижчої кваліфікації -  $0,65$ );

$K_{\text{у}}$  – коефіцієнт, що враховує вплив ухилу місцевості (приймаються при роботі на підйомі при ухилі  $0 \dots 0,05$   $K_{\text{у}} = 1 \dots 0,67$ ; при  $0,05 \dots 0,1$ ;  $K_{\text{у}} = 0,67 \dots 0,5$ ; при  $0,1 \dots 0,15$   $K_{\text{у}} = 0,5 \dots 0,9$ , при роботі під ухил  $0 \dots 0,05$ ;  $K_{\text{у}} = 1,0 \dots 1,33$ ;  $0,05 \dots 0,1$   $K_{\text{у}} = 1,33 \dots 1,94$ ;  $0,1 \dots 0,15$   $K_{\text{у}} = 1,94 \dots 2,25$ );

$K_{\text{с}}$  - коефіцієнт збереження ґрунту при транспортуванні ( $K_{\text{с}} = 1 - 0,005L$ , де  $L$  - довжина шляху пересування землі, м);

$K_{\text{фо}}$  - коефіцієнт впливу на продуктивність форми відвалу (для прямого відвалу;  $K_{\text{фо}} = 1$ ; для сферичного відвалу;  $K_{\text{фо}} = 1,2$ );

$T_{\text{ц}}$  - тривалість циклу роботи бульдозера, с.

Тривалість циклу робочого процесу бульдозера визначається виразом

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ с}$$

де  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ , відповідно, час, витрачений на набір ґрунтів, його переміщення та холостий (зворотний) курс, сек;

$t_4$  - час допоміжних операцій ( $t_4 = 20 \dots 30$  с).

$V_{\text{ю}}$  – обсяг призми волочіння, м<sup>3</sup>;

$$V = \frac{B \cdot H^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \varphi}, \text{ м}^3$$

де  $H$  – висота відвалу бульдозера, м;

$\varphi$  – кут природного укосу ґрунту в русі ( $\varphi = 20..50^\circ$  – менше число для сипучих ґрунтів, більше - для зв'язаних);

$\hat{E}_{\text{до}}$  – коефіцієнт розпушення ґрунту (1,34...1,67);

$K_{\text{пр}}$  – поправочний коефіцієнт до обсягу призми волочіння, залежить від співвідношення висоти і ширини відвалу, а також фізико-механічних характеристик ґрунту, що розробляється (1,06...1,25);

$\gamma$  – об'ємна маса ґрунту, т/м<sup>3</sup>;

$\mu$  – коефіцієнт тертя ґрунту;  $\mu = 0,4 \dots 0,8$ .

*Технічну продуктивність розпушувача* визначають за формулою

$$Pm = \frac{3600 \cdot V_p \cdot K_\kappa \cdot K_\gamma}{T_{\text{ц}}}$$

де  $T_{\text{ц}}$  – тривалість циклу роботи розпушувача, сек;

$V_p$  – об'єм ґрунту, що розпушується, м<sup>3</sup>;

$$V_p = B_p \cdot h_{\text{эф}} \cdot S_p$$

де  $B_p$  – середня ширина смуги розпушення за один цикл при кількості зубів більше одного або крок сусідніх борозен при розпушуванні одним зубом, що забезпечує руйнування та прибирання розпушеного ґрунту на ефективну глибину  $h_{\text{эф}}$ , м

$$h_{\text{эф}} = (0,6 \dots 0,8) H_o$$

де  $H_o$  – середня оптимальна глибина пошарового розпушення в існуючих умовах, м.

Середня оптимальна глибина розпушування (що визначає найбільшу продуктивність) залежить від тягового класу базового трактора, ширини

наконечника, кількості зубів, обладнання зубів розширювачем, властивостей ґрунту. При розрахунках може бути прийнята

$$H_o = A \cdot v,$$

де  $v$  – ширина наконечника, м;

$A$  – коефіцієнт, що становить при поздовжньому розпушуванні твердомерзлих ґрунтів розпушувачем 3-5; поперечному розпушуванні – 4-6.

Ширина смуги розпушування ґрунту визначається за формулою

$$Bp = Kn[b + 2h_{y\delta} \cdot \text{ctg}\gamma + (n - 1)],$$

де  $Kn$  - коефіцієнт перекриття (для середніх умов – 0,75);

$\gamma$  - кут розвалу (15-60 °) в залежності від виду матеріалу, що розпушують великі значення - для пластично-мерзлих ґрунтів, менші для крихких;

$b$  - крок зубів, м.

Тривалість робочого циклу визначається за тією ж формулою, що і при бульдозерних роботах.

При розпушуванні ділянки поздовжньо-поворотним способом з формули виключають час холостого ходу, зупинок і уповільнення, додаючи час на розворот  $t_p$ .

Експлуатаційна продуктивність визначається з урахуванням організаційних перерв в роботі машин за робочу зміну.

**Глибина розпушування.** Можлива глибина розпушування більшою мірою залежить від властивостей ґрунту, що розробляється і характеристик використовуваної машини. При важких скельних породах слід приймати глибини розпушування 0,2-0,8м.

### **3.5 Обґрунтування зміни продуктивності екскаватора і бульдозера при підготовці розкриву та гіпсу розпушувачем**

#### **Екскаватор з гідромолотом**

Механічні характеристики порід і питома продуктивність ударного способу їх руйнування наведені в табл. 3.4

Таблиця 3.4 – Механічні характеристики порід і питома продуктивність ударного способу їх руйнування [35]

Породи	$\sigma_{сж}, \text{кг/см}^2$	$R_k, \text{кг/мм}^2$	$Q, \text{м}^3/\text{годину}$
Туфи діабазів	1000	125	262
Діабази	1600	165	102
Брекчій спілітов	1600	100	4
Порфіритові діабази	1650	160	4
Доломіт	700	143	262
Кварцити	2000	260	122

Розраховані показники занурення леза піки в гірничу породу за наведеною методикою представлені на рис. 3.9

### Максимальна глибина занурення леза

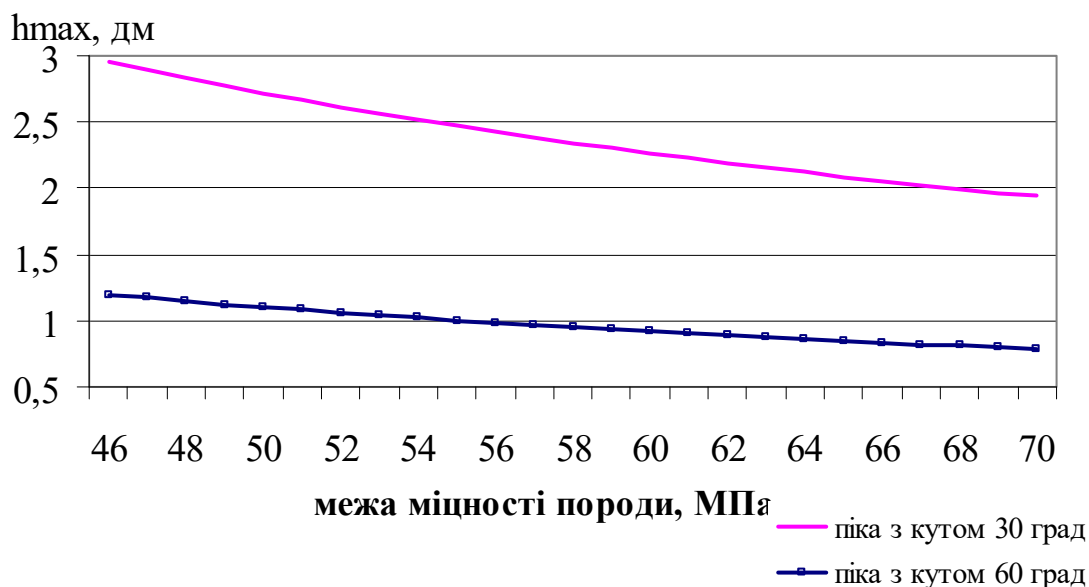


Рис. 3.9 – Графік залежності максимальної глибини занурення леза піки  $h$  від межі міцності порід  $\sigma_{i.d}$

Збільшення куту загострення піки гідромолоту дозволяє більш ефективно занурюватися в тіло вибою яке складається з гіпсу в межах міцності породи від 45 до 70 МПа. При цьому чим гостріша піка тим більше занурюється вона в породу. В існуючих умовах проникнення при 30 градусах загострення піки проникнення складає від 19 до 30 см, а при 60 градусах від 7 до 13 см.



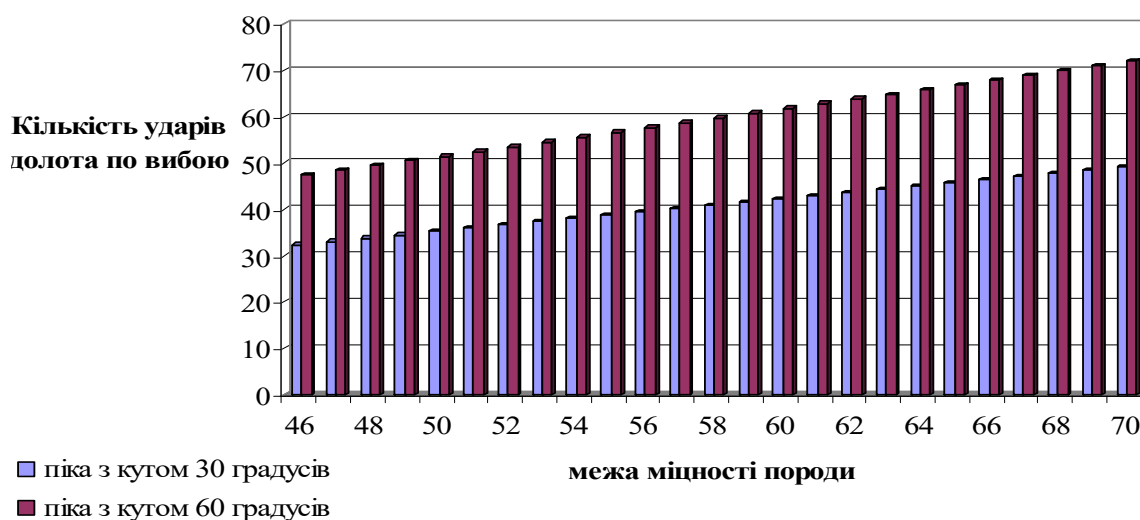


Рис. 3.10 – Кількість ударів долота по вибою за наведеною методикою

Як видно з рисунків 3.10 межа міцності породи впливає на кількість ударів долота по вибою. Гостра піка дозволяє з меншою кількістю ударів проникати і руйнувати вибій.

Продуктивність екскаватору який працює з гідромолотом згідно методики що наведена у попередньому розділі складає (рис. 3.11)



Рис. 3.11 – Графік залежності продуктивності гідромолоту від міцності породи

На основі побудованої лінії залежності продуктивності гідромолота в умовах родовища отримано залежність продуктивності від міцності породи

$$Q = 0,096 \cdot \sigma_{i.a}^2 - 16,633 \cdot \sigma_{i.a} + 951,88 \text{ м}^3/\text{годину}$$

При збільшенні міцності порід на родовищі продуктивність гідромолоту, що навішується на екскаватор зменшується, згідно наведеного графіку

### Бульдозер-розпушувач

Розпушення масиву здійснюється паралельними суміжними проходами розпушувача. Відстань між двома суміжними проходами обирається із умов забезпечення необхідного розміру окремостей і глибини розпушення масиву. Руйнування ціликів може здійснюватися перехресними проходами розпушувача, перпендикулярними (діагональними) до першочергового проходу [36].

Технологія розробки гіпсу з використання розпушувачів на базі бульдозера полягає у переміщенні бульдозеру з розпушувачем на поверхні верхнього уступу. Розпушена порода за допомогою відвалу бульдозера зіштовхується до нижнього уступу де розміщується екскаватор який здійснює виймання породи ковшем і навантаження в автосамоскиди.

а

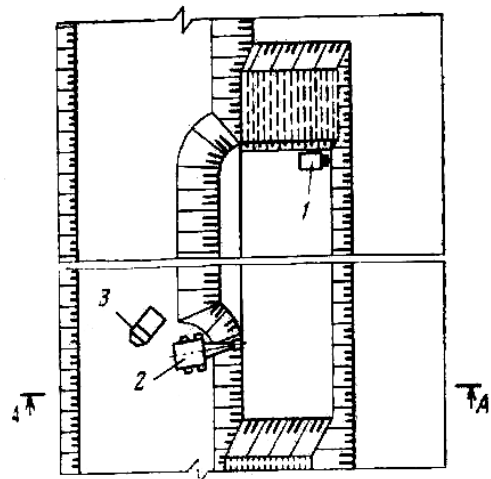
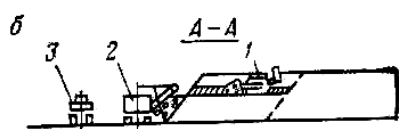
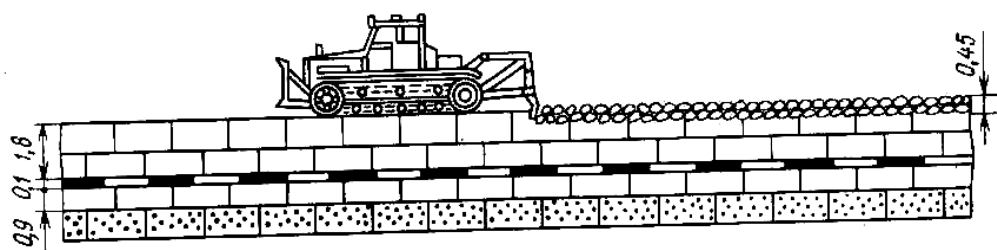


Рисунок 3.13 – Схеми розпушення (а) і розробки (б) родовища гіпсу з використанням розпушувача:

- 1 – бульдозер-розпушувач;
- 2 – екскаватор;
- 3 – автосамоскид

Продуктивність бульдозера при переміщенні розпушеної маси згідно наведеної методики відображено на графіку (рис. 3.14)

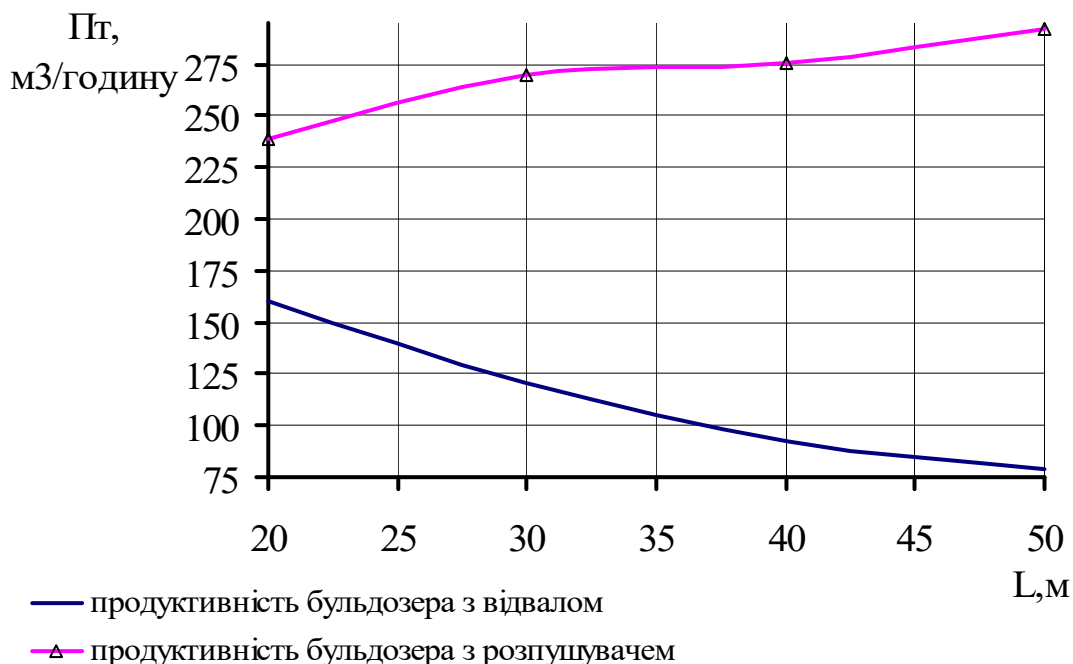


Рисунок 3.14 – Графік для визначення продуктивності бульдозера і розпушувача при розробці ділянки на відстань L

### **3.6 Техніко-економічне обґрунтування комплексної механізації**

Для порівняння прийняті наступні комплекси механізації з підготовкою гірської породи:

- буропідривний спосіб: буровий верстат-екскаватор-навантажувач-бульдозер-автосамоскиди
- підготовка гідромолотом: екскаватор-навантажувач-бульдозер-автосамоскиди
- підготовка розпушувачем на базі бульдозера: бульдозер-екскаватор-автосамоскиди (навантажувач на допоміжних роботах)

**Собівартість при буропідпривному способі підготовки порід.**

Заробітна плата представлена в табл. 3.5, амортизація табл. 3.6, матеріали 3.7 і загальні витрати і собівартість видобутку табл. 3.8.

Таблиця 3.5 – Заробітна плата

Професія	Розряд	Кількість робітників	Годинна тарифна ставка, грн/год	Кількість годин в місяць	Основна зарплата, грн	ФЗП за місяць, грн
Оператор екскаватора	6	1	45	220	9900	9900,00
Машиніст бурового верстата	6	1	45		9900	9900,00
Машиніст навантажувача	5	1	43		9460	9460,00
Машиніст бульдозера	6	1	45		9900	9900,00
Водій автосамоскиду	6	3	43		28380	28380,00
Всього		7				67540,00
$\PhiЗП_{год} = \PhiЗП_{мес} * 12$						810480,00
Плановий $\PhiЗП = \PhiЗП_{год} * 1,1$						891528,00
$\Sigma \PhiЗП = \text{Плановий } \PhiЗП * 11/1000, \text{ тис.грн}$						9806,81

Таблиця 3.6 – Амортизація обладнання

Найменування обладнання	Початкова (остаточна) вартість обладнання, тис.грн.	Кількість обладнання, од	Загальна вартість обладнання, тис. грн.	Сума амортизаційних відрахувань, тис.грн.
бульдозер Liebherr PR744L	20166	1	20166	5041,5
навантажувач Liebherr L576	15005	1	15005	3751,25
верстат Titon 300	24156	1	24156	6039
екскаватор Liebherr 944	48125	1	48125	12031,25
гідромолот Marathon HM-1500	4623	1	4623	1155,75
Автосамоскид Bell B30D	18136	3	54408	13602
<b>ВСЬОГО</b>		8	166483	32828

Таблиця 3.7 – Матеріали

Найменування матеріалів	Од. виміру	Вартість, грн.	Норма витрат на тис. тонн	Сума витрат, тис.грн., $C_{mat}$
Дизельне паливо	т	28	0,19	1864,3275
Зуб'я ковша	шт	8500	0,000012	35,7446
Долото шарошечне	шт	56000	0,0000011	21,5870
Машинне масло	кг	20	0,0197	138,0724
Солідол	кг	40	0,0024	33,6420
Змазка графітна	кг	50	0,0018	31,5394
Покришки автомобільні	шт	4000	0,000066	92,5155
Тормозні колодки	шт	8000	0,0000123	34,4831
Вибухівка	на 1 м <sup>3</sup>	19		246,6042
Всього				2498,5155
Витрати на ремонт і відновлення машин 15% $C_{mat}$				374,7773
Інші матеріали = $C_{mat} * 0,1/1000$				0,2499
$\Sigma C_{mat}$ на проведення робіт				2873,5427

Таблиця 3.8 – Собівартість при буропідривному способі підготовки порід

Елементи витрат	Витрати на об'єм виймання, тис. грн	Витрати на 1м <sup>3</sup> , грн	Структура витрат %
Основна заробітна плата	817,2	5,25	
Додаткова заробітна плата (9%)	74	0,47	
Всього фонд оплати праці	891	5,72	13,0
Нарахування на зарплату (37,5%) від фонду оплати праці	334	2,14	4,9
Матеріали	2873,5	18,45	42,0
Амортизація	2735,7	17,56	40,0
<b>ВСЬОГО</b>	<b>6834,0</b>	<b>43,88</b>	<b>100</b>

**Собівартість при підготовці порід гідромолотом на базі екскаватору.**

Заробітна плата представлена в табл. 3.9, амортизація табл. 3.10, матеріали 3.11 і загальні витрати і собівартість видобутку табл. 3.12.

Таблиця 3.9 – Заробітна плата

Професія	Розряд	Кількість робітників	Годинна тарифна ставка, грн/год	Кількість годин в місяць	Основна зарплата, грн	ФЗП за місяць, грн
Оператор екскаватора	6	1	45	220	9900	9900,00
Машиніст бульдозера	6	1	45		9900	9900,00
Машиніст навантажувача	5	1	43		9460	9460,00
Водій автосамоскиду	6	3	43		28380	28380,00
Всього		6				
$\Phi ЗП_{год} = \Phi ЗП_{мес} * 12$						691680,00
Плановий $\Phi ЗП = \Phi ЗП_{год} * 1,1$						760848,00
$\Sigma \Phi ЗП = \text{Плановий } \Phi ЗП * 11/1000, \text{ тис.грн}$						8369,33

Таблиця 3.10 – Амортизація обладнання

Найменування обладнання	Початкова (остаточна) вартість обладнання, тис.грн.	Кількість обладнання, од	Загальна вартість обладнання, тис. грн.	Сума амортизаційних відрахувань, тис.грн.
Бульдозер Liebherr PR744L	20166	1	20166	5041,5
Навантажувач Liebherr L576	15005	1	15005	3751,25
Екскаватор Liebherr 944	48125	1	48125	12031,25
Гідромолот Marathon HM-1500	4623	1	4623	1155,75
Автосамоскид Bell B30D	18136	3	54408	13602
Всього		7	142327	26789

Таблиця 3.11– Матеріали

Найменування матеріалів	Од. виміру	Вартість, грн.	Норма витрат на тис. тонн	Сума витрат, тис.грн., $C_{mat}$
Дизельне паливо	т	28	0,185	1815,2663
Зуб'я ковша	шт	8500	0,000012	35,7446
Піка гідромолота	шт	3500	0,00005	61,3266
Машинне масло	кг	20	0,0195	136,6706
Солідол	кг	40	0,0023	32,2403
Змазка графітна	кг	50	0,0018	31,5394
Покришки автомобільні	шт	4000	0,000066	92,5155
Тормозні колодки	шт	8000	0,0000123	34,4831
<b>ВСЬОГО</b>				<b>2239,7862</b>
Витрати на ремонт і відновлення машин 15% $C_{mat}$				335,9679
Інші матеріали = $C_{mat} * 0,1/1000$				0,2240
$\Sigma C_{mat}$ на проведення робіт				2575,9782

Таблиця 3.12 – Собівартість при підготовці порід гідромолотом

Елементи витрат	Витрати на об'єм виймання, тис. грн	Витрати на $1m^3$ , грн	Структура витрат %
Основна заробітна плата	697,4	4,48	
Додаткова заробітна плата (9%)	63	0,40	
Всього фонд оплати праці	760	4,88	13,0
Нарахування на зарплату (37,5%) від фонду оплати праці	285	1,83	4,9
Матеріали	2576,0	16,54	44,2
Амортизація	2232,4	14,33	38,3
<b>ВСЬОГО</b>	<b>5853,7</b>	<b>37,58</b>	<b>100</b>

**Собівартість при підготовці порід розпушувачем на базі бульдозеру.**

Заробітна плата відповідає представлена в табл. 3.9, амортизація див. табл. 3.13, матеріали 3.14 і загальні витрати і собівартість видобутку табл. 3.15.

Таблиця 3.13 – Амортизація обладнання

Найменування обладнання	Початкова (остаточна) вартість обладнання, тис.грн.	Кількість обладнання, од	Загальна вартість обладнання, тис. грн.	Сума амортизаційних відрахувань, тис.грн.
бульдозер Liebherr PR744L	20166	1	20166	5041,5
навантажувач Liebherr L576	15005	1	15005	3751,25
розпушувач стандартний Liebherr	3200	1	3200	800
екскаватор Liebherr 944	48125	1	48125	12031,25
гідромолот Marathon HM-1500	4623	1	4623	1155,75
Автосамоскид Bell B30D	18136	3	54408	13602
<b>Всього</b>		<b>8</b>	<b>145527</b>	<b>27589</b>

Таблиця 3.14– Матеріали

Найменування матеріалів	Од. виміру	Вартість, грн.	Норма витрат на тис. тонн	Сума витрат, тис.грн., $C_{\text{мат}}$
Дизельне паливо	т	28	0,18	1766,2050
Зуб'я ковша	шт	8500	0,000012	35,7446
Зуби розпушувача	шт	6800	0,000015	35,7446
Машинне масло	кг	20	0,0195	136,6706
Солідол	кг	40	0,0023	32,2403
Змазка графітна	кг	50	0,0018	31,5394
Покришки автомобільні	шт	4000	0,000066	92,5155
Тормозні колодки	шт	8000	0,0000123	34,4831
<b>ВСЬОГО</b>				<b>2165,1431</b>
Витрати на ремонт і відновлення машин 15% $C_{\text{мат}}$				324,7715
Інші матеріали = $C_{\text{мат}} * 0,1/1000$				0,2165
$\Sigma C_{\text{мат}}$ на проведення робіт				<b>2490,1310</b>

Таблиця 3.15 – Собівартість при при підготовці порід розпушувачем на базі бульдозеру

Елементи витрат	Витрати на об'єм виймання, тис. грн	Витрати на $1\text{м}^3$ , грн	Структура витрат %
Основна заробітна плата	697,4	4,48	
Додаткова заробітна плата (9%)	63	0,40	
Всього фонд оплати праці	760	4,88	13,0
Нарахування на зарплату (37,5%) від фонду оплати праці	285	1,83	4,9
Матеріали	2490,1	15,99	42,7
Амортизація	2299,1	14,76	39,4
<b>ВСЬОГО</b>	<b>5834,5</b>	<b>37,46</b>	<b>100</b>

Загальні показники наведені в табл.. 3.16

Таблиця 3.16 – Загальні техніко-економічні показники

ПОКАЗНИКИ	Величина показників		
	БПР	Гідромолот на базі екскаватору	Розпушувач на базі бульдозеру
Тип корисної копалини	гіпс		
Продуктивність кар'єру: - по гіпсу, т(м <sup>3</sup> ).			
-річна	351 930(155750)	351 930(155750)	351 930(155750)
-добова	1413	1413	1413
- по породам розкриву, м <sup>3</sup>			
-річна	171 000	171 000	171 000
-добова	686,74	686,74	686,74
Період роботи кар'єру, років	28	28	28
Режим роботи кар'єру (річний), днів	249	249	249
Кількість робітників задіяних у кар'єрі	7	6	6
Продуктивність обладнання, м <sup>3</sup> /годину	Екскаватору – 1117	385-420	230
Собівартість видобутку, грн. /м <sup>3</sup>	43,88	37,58	37,46

### Висновки

1. Збільшення куту загострення піки гідромолота дозволяє більш ефективно занурюватися в тіло вибою яке складається з гіпсу в межах міцності породи від 45 до 70 МПа. При цьому чим гостріша піка тим більше занурюється вона в породу. В існуючих умовах проникнення при 30 градусах загострення піки проникнення складає від 19 до 30 см, а при 60 градусах від 7 до 13 см.

2. При збільшенні міцності порід на родовищі продуктивність гідромолота, що навішується на екскаватор зменшується, а для визначення продуктивності в умовах родовища застосовується отримана формула

$$Q=0,096 \cdot \sigma_{i.a}^2 - 16,633 \cdot \sigma_{i.a} + 951,88 \text{ м}^3/\text{годину}$$



3. Як видно отриманого графіку залежності продуктивності бульдозера при збільшенні відстані транспортування продуктивність бульдозеру буде зменшуватися і при існуючій ширині робочої площадки 36 м продуктивність складе  $102 \text{ м}^3/\text{годину}$ . А продуктивність при розпушенні породи буде збільшуватися при збільшенні відстані руху бульдозера на робочій площадці.

4. Собівартість видобутку при різних комплексах механізації складе:

- при буропідривному способі підготовки з подальшим вийманням і транспортуванням –  $43,88 \text{ грн/м}^3$ ;
- при використанні для руйнування гідромолота –  $37,58 \text{ грн/м}^3$ ;
- при використанні розпушувача на базі бульдозера –  $37,46$ .

Недоліком першого варіанту є простої обладнання під час проведення буропідривних робіт і негативність сейсмічного впливу, другого варіанту необхідність постійно міняти навісне обладнання, третій варіант має незначну продуктивність.

5. В якості рекомендуємого, в умовах *Шишовецького родовища гіпсу*, пропонується використовувати комплексну механізацію з використанням гідромолота на базі екскаватора або розпушувача на базі бульдозера.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Основні положення**

Шишковецьке родовище гіпсу є діючим підприємством, сформований штат трудящих забезпечується санітарно-побутовими приміщеннями, раніше побудованими, діючими в цей час. Медичне обслуговування трудящих здійснюється в м. Борщів.

Забезпечення харчуванням здійснюється через мережу діючих їдалень, а також у діючими пунктами для прийому їжі, обладнаних холодильниками, кип'ятильниками і постачених гарячою і холодною водою.

На підприємстві передбачається забезпечення трудящих спецодягом, взуттям, спеціальними захисними пристосуваннями відповідно до вимог НПАОП і місцевими інструкціями і нормами, розробленими і затвердженими керівництвом гірничо-збагачувального комбінату. Доставка трудящих до робочих місць здійснюється наявним спеціалізованим автотранспортом підприємства.

При веденні гірських робіт у кар'єрі і на відвалах відбувається пилоутворення при навантаженні гірської маси в транспортні засоби, розвантаженню й укладанню її у відвали, буровленні вибухових свердловин, здування пилу з бортів кар'єру.

Для зниження кількості пилу в районі робочих місць проектом передбачені:

- полив водою (зрошення) екскаваторних вибоїв, на перевантажувальних площадках і на відвалах установками на гідропоездах і спеціальних поливальних автомашинах, витрата води 30 л на 1мі гірської маси, періодичність зрошення вибоїв улітку, у сухий жаркий період - 2 рази в добу, протягом 90 діб, іншим часом року - 1 раз у добу протягом 200 діб;

- заходи щодо скорочення шкідливих викидів в атмосферу і зниження впливу сейсмічних коливань при проведенні масових вибухів у кар'єрі;

- пиловловлення при буринні свердловин повітряно-водяною сумішшю передбачено установками, поставляють комплексно з буровими верстатами;

- полив автодоріг і площадок у вибоїв навантаження гірської маси, відповідно до норм проектування гірничодобувних підприємств;
- повинна підтримуватися герметичність кабін машиністів гірничотранспортного устаткування;
- у місцях інтенсивного пилоутворення при роботі устаткування комплексу дробарки аспіраційні установки, працездатність цих установок підтримується відповідно до графіка обслуговування і ремонту, затвердженого керівництвом управління.

Для діючого устаткування передбачається виконання графіків планово-попереджувальних ремонтів устаткування з обов'язковою перевіркою ізоляції і герметичності кабін, регулярним прибиранням кабіни від пилу.

При замовленні нового гірничотранспортного обладнання комбінату в комплект поставки необхідно включати оснащення кабін кондиціонерами. Що стосується діючих у цей час машин і механізмів, що працюють у кар'єрі, з метою зниження температури в кабінах цих машин, то вони підлягають дообладнуванню кондиціонерами.

В умовах цілодобової роботи глибоких кар'єрів з багатьма робочими горизонтами, застосування великовантажних транспортних засобів, навантажувальних механізмів з великою ємністю ковша, інтенсивним завантаженням транспортних комунікацій з одночасним виконанням бурових робіт, що характерно для розглянутого кар'єру, проектом передбачається ряд заходів щодо запобігання травматизму трудящих.

При цьому визначальним є дотримання працюючим персоналом вимог “Правил безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом”, “Правил технічної експлуатації залізничного а автотранспорту”, “Інструкції з руху”, “Інструкції із сигналізації” і інших місцевих інструкцій, розроблених для конкретних умов роботи на об'єктах комбінату”. На підприємстві повинен бути розроблений графік проведення чергових інструктажів з охорони праці водіїв транспортних засобів і екзаменів зі знання вимог.

Водійському складу, що працює в кар'єрі, при навантаженні екскаваторами гірської маси необхідно виконувати наступні вимоги:

- автомобіль, що очікує навантаження, повинен перебувати за межами радіуса дії ковша екскаватора і ставати під навантаження тільки після дозвільного сигналу машиніста екскаватора;
- транспорт, що перебуває під навантаженням, повинен бути загальмований;
- навантаження в кузов автомобіля повинне робитися тільки збоку або позаду; перенос ковша екскаватора над кабіною автомобіля забороняється;
- завантажений автомобіль повинен слідувати до пункту розвантаження тільки після дозвільного сигналу машиніста екскаватора.

## **4.2 Боротьба із шумом**

Джерелами шуму в кар'єрі є автомобільний транспорт, екскаватори, бульдозери, бурові верстати, господарська і обслуговуюча техніка і інше устаткування, що періодично працює в кар'єрі.

Шум у кар'єрі класифікується як широкополосний, непостійний, коливаючий за часом і залежить безпосередньо від періодично працюючого в кар'єрі устаткування протягом зміни.

Шум на робочих місцях гірничотранспортного устаткування не повинен перевищувати гранично припустимий рівень (80 Дба).

Організація робіт на кар'єрі по запобіганню і зменшенню шуму на робочих місцях і навколишній території передбачається здійснювати відповідно до вимоги ДСН, ДЕРЖСТАНДАРТ і інших нормативних документів, що доповнюють вимоги в області загального контролю і вимірів.

Житлова забудова від границі кар'єру у відпрацьованому виді по поверхні перебуває за межами санітарно-захисної зони, що свідчить про достатню її далекість від джерел шуму, у зв'язку із чим немає необхідності передбачати спеціальні заходи щодо пристрою перешкод, що екранують.

Крім цього, на підприємстві повинні здійснюватися:

- профілактичні огляди трудящих, згідно з розробленими графіками, допуск осіб на робочі місця з дотриманням чинного законодавства;

- оздоровлення трудящих у профілакторії комбінату з дотриманням режиму праці і відпочинку.

Адміністрація комбінату здійснює на підставі матеріалів зміни рівнів шуму й вібрації на робочих місцях з підвищеним рівнем шуму і вібрації своєчасне забезпечення робітників індивідуальними засобами захисту (вимога п. 14 НПАОП 0.00-1.33-94), передбачивши для цієї мети необхідне фінансування на їхнє придбання за рахунок поточних витрат. Виконання проектних робіт для зазначених вище заходів не потрібно.

### **4.3 Боротьба з вібраціями**

Джерелом вібрації робочих місць, що впливає на обслуговуючий персонал, є автосамоскиди, екскаватори, що працюють на навантаженні гірської маси, бурові установки, бульдозери, дробарки великого дроблення, стрічкові конвеєри.

З метою створення комфортних умов для обслуговуючого персоналу перераховане устаткування оснащується вібро- і шумопоглинаючими прокладками під сидіннями машиністів, персонал забезпечується віброгасячим взуттям і ковриками.

Організація робіт із запобігання і зменшення вібрації робочих місць передбачається здійснювати відповідно до вимог ДСН 3.3.6.039-99, ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1.012-90 “ССБТ. Вібраційна безпека. Загальні вимоги ” й іншими документами, що доповнюють їх в області контролю вимірів засобів індивідуального захисту.

Роботи з вимірів шуму і вібрації робочих місць на кар'єрі здійснюються по графікам, затвердженим керівництвом гірничо-збагачувального комплексу.

З метою зниження рівня вібрації на робочих місцях проектом передбачаються наступні організаційно-технічні заходи:

- придбання нового устаткування, що випускається серійно, і транспортних засобів, які по своїм характеристикам відповідають нормативним вимогам за рівнем вібрації, замість працюючого, зношування якого складе 50 - 90%;

- при придбанні нового устаткування, що випускає серійно, відповідальний персонал зобов'язаний здійснювати перевірку наявності вібраційних характеристик у паспорті, а при експлуатації - виконувати контроль із метою відповідності цих вібраційних характеристик паспортним або нормованим;

- своєчасне проведення планового і попереджувального ремонту устаткування з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик, до роботи повинне допускатися тільки справне устаткування, що відповідає вимогам санітарних норм вібрації робочих місць.

При виконанні зазначених заходів досягаються нормовані рівні виробничої вібрації.

#### **4.4 Протипожежні заходи**

На кар'єрі цехи і ділянки по пожежній безпеці класифікуються по категоріях:

А - склади балонів для паливних газів і бензину;

Б - склади мазуту і нафти;

В - склади лісоматеріалів, лісопильний цех, приміщення для збереження автомобілів, а також розподільні пристрої з вимикачами й апаратурою, що містять масло; Г - механічний цех.

Ступінь вогнестійкості будинків і споруджень характеризується групою займистості і межею вогнестійкості основних частин. Крім цього мається протипожежний водовод, що з'єднаний з господарсько-питним. У систему протипожежного водопроводу входять водоспоруди, будинки насосних станцій, резервуари з чистою водою, водонапірна мережа, що прокладається на території підприємства і внутрішня мережа, що прокладається в будинках. Внутрішні протипожежні водоводи з пожежними кранами мають у виробничих будинках категорії А, Б, В, незалежно від їхнього обсягу і ступеня вогнестійкості. Для гасіння пожеж застосовують воду, водяні емульсії, вуглекислий газ, порошки. На кар'єрі використовуються водяні емульсії для

гасіння твердих та рідких палих матеріалів і речовин. Хімічна піна використовується для гасіння нафтопродуктів. Також можуть застосовуватися вогнегасники ОП-5, ОУ-5, ОУ-8, або порошкові вогнегасники ОПС-8, ОПС-10 для гасіння металів і інших твердих і рідких матеріалів.

Протипожежна профілактика на екскаваторах, бульдозерах і бурових верстатах здійснюється шляхом контролю за станом робочого устаткування, недопущення збереження палих матеріалів, особливо вибухонебезпечних.

#### **4.5 Виробнича санітарія**

До складу санітарно-виробничих приміщень, передбачених проектом входять: гардероб для верхнього робочого одягу, приміщення для сушіння й пилепозбавлення одягу, душові, убиральні, пральні, майстерні по ремонту спецодягу і спец. взуття. Адміністративно-побутовий комбінат, їдальня, медичний пункт розташовуються на відстані 650 метрів від відкритих складів вугілля, руди, але не далі 500 м від основних виробничих будинків. Усі санітарно-побутові приміщення мають вентиляцію, що забезпечує вміст шкідливих домішок у повітрі в межах норми. На кар'єрі організований пункт першої медичної допомоги. На кожній ділянці, у цехах, у майстернях і інших приміщеннях передбачені аптечки першої медичної допомоги. Пункт першої медичної допомоги обладнаний телефонною мережею. На кожній ділянці для обігріву робітників узимку й укриття їх від дощу, передбачені спеціальні приміщення (теплі пересувні кабінки, будки). Кабінки гірських машин утеплюються й обладнані безпечними опалювальними приладами.

Вода питного джерела кар'єру піддається періодичному хіміко-бактеріологічному дослідженню для визначення придатності її для пиття. Водонапірні спорудження, а також пристрої для збору води відгороджуються від забруднення. Для джерел питного водопостачання встановлюється зона санітарної охорони. Сосуди для питної води виготовляють з оцинкованого заліза і не рідше одного разу в тиждень промиваються гарячою водою або дезінфікуються.

## **ВИСНОВКИ**

1. Аналіз видобування нерудних корисних копалин дозволив визначити основні способи підготовки гірських порід і відповідні комплекси механізації робіт з видобутку гіпсу. Серед визначених способів розглянуто три варіанти комплексної механізації при підготовці гірської маси до виймання з подальшим переміщенням на дробарку:

- перший комплекс (існуючий): буровий верстат-зарядна машина-машина з доставки забійного матеріалу-екскаватор-автосамоскид;
- другий комплекс: екскаватор зі змінним обладнанням (гідромолот, ківш)-автосамоскид
- третій комплекс: бульдозер з розпушувачем-екскаватор-автосамоскид.

2. При використанні гідромолота на базі екскаватора, збільшення куту загострення піки гідро молота, дозволяє більш ефективно занурюватися в тіло вибою, яке складається з гіпсу в межах міцності породи від 45 до 70 МПа. При цьому чим гостріша піка тим більше занурюється вона в породу. В існуючих умовах проникнення при 30 градусах загострення піки проникнення складає від 1,9 до 3 см, а при 60 градусах від 0,7 до 1,3 см.

2. При збільшенні міцності порід на родовищі продуктивність гідромолота, що навішується на екскаватор зменшується, а для визначення продуктивності в умовах родовища застосовується отримана формула

$$Q=0,096 \cdot \sigma_{i.a}^2 - 16,633 \cdot \sigma_{i.a} + 951,88 \text{ м}^3/\text{годину}$$

3. При використанні розпушувача на базі бульдозера, як видно з отриманого графіку залежності продуктивності бульдозера при збільшенні відстані транспортування, продуктивність бульдозера буде зменшуватися і при існуючій ширині робочої площадки 36 м продуктивність складе 102 м<sup>3</sup>/годину. Продуктивність при розпушенні породи буде збільшуватися при збільшенні відстані руху бульдозера на робочій площадці.

4. Собівартість видобутку при різних комплексах механізації складе:

- при буропідливому способі підготовки з подальшим вийманням і транспортуванням – 43,88 грн/м<sup>3</sup>;



- при використанні для руйнування гідромолоту на базі екскаватора – 37,58 грн/м<sup>3</sup>;

- при використанні розпушувача на базі бульдозеру – 37,46.

Недоліком першого варіанту є прості обладнання під час проведення буропідривних робіт і негативний вплив сейсмічного впливу, другого варіанту необхідність постійно міняти навісне обладнання, третій варіант має незначну продуктивність.

5. В якості рекомендуємого, в умовах *Шишовецького родовища гіпсу*, пропонується використовувати комплексну механізацію з використанням гідромолота на базі екскаватора або розпушувача на базі бульдозера.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Проект розробки кар'єру Шишковецького родовища гіпсу. 2017 р .
2. Собко Б.Ю. Дипломна робота магістра. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 184 Гірництво, спеціалізація «Відкрита розробка родовищ» / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, О.В. Ложніков; М-во освіти і науки України, Нац. гірн.ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 38 с.
3. Дриженко А.Ю. Открытая разработка железных руд Украины: состояние и пути совершенствования. – Полтава: Полтавський літератор, 2009. – 452 с.
4. Новожилов М.Г. Технология открытой разработки, т. 1, 2. – М.,1971.
5. Шлаин И.Б. Разработка месторождений нерудного сырья.-М.: Недра, 1985. 344с.
6. Ржевский В.В. Открытые горные работы. – М.: Недра, 1985. – 470с.
7. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация. –М.: Недра. 1985 – 549 с.
8. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Производственные процессы. – М.: Недра. 1985 – 505 с.
9. Арсентьев А.И. – Определение производительности и границ карьеров. – М., Гос. научно-техническое издательство по горному делу, 1961. – 244 с.
10. Розробити технологічні основи еколого- й енергозберігаючого виробництва при видобутку твердої нерудної сировини в межах санітарно-захисних зон. Звіт НДР (2011). Державний ВНЗ «НГУ», 315 с.
11. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Частина 1. Гірничі роботи. СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007. Настанова міністерства промислової політики України. –К.: Міністерство промислової політики України, 2007.
12. Розробка технологічних, управлінських рішень, нормативної документації, системи екологічного моніторингу щодо природоохоронної діяльності гірничих підприємств. Звіт НДР. (2013) ДВНЗ «НГУ», 368 с.

13. Розробка екологічнобезпечних технологій ведення гірничих робіт з урахуванням потреб в ліквідації та консервації гірничодобувних підприємств. Звіт НДР (2016). Державний ВНЗ «НГУ», 301 с.
14. . Розробка технологічних основ екологічнобезпечного видобутку корисних копалин в техногенно-навантажених гірничопромислових регіонах України. Звіт НДР (2017). Державний ВНЗ «НГУ», 218 с.
15. Строительные нормы и правила. Промышленный транспорт. СНиП 2.05.07–91. – М.: Госстрой СРСР, 1991.- 82 С.
16. Городецкий П.И. Проектирование горнорудных предприятий. Металлургиздат, М., 1955.
17. Боголюбов Б.П. Целесообразные границы открытых работ. Горн. журн., № 11, М., 1950.
18. Cherniaiev, O., Hrytsenko, L., (2016). Organization of non-metallic deposits development by steep excavation layers. *Mining of Mineral Deposits*, 10 (4), 68-73.
19. Symonenko, V., Cherniaiev O., Hrytsenko L. and Korotkov, P. (2017). Overload finished products nonmetal quarries in the main transport consumers. *Zbirnik naukovih prats Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (51), pp. 55-64.
20. Symonenko, V., Cherniaiev, O. and Hrytsenko, L. (2017). Technological aspects eko- and resource- saving technologies development explored reserves at liquidation non-metallic quarries. *Zbirnik naukovih prats Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (50), pp. 92-100.
21. Cherniaiev, O. (2017). Technological aspects of formation resistant at-contour and internal dump at development of non-metallic deposits. *Zbirnik naukovih prats Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (51), pp. 84-93.
22. Simonenko, V.I., Chernyaev, A.V. and Mostika, A.V. (2007). Systematization of granite and stoneopen-cast for the study of resource-saving technologies for their development. *Zbirnik naukovih prats natsionalnoho hirnychoho universytetu*, vol. 1, no. 27, pp. 47-51
23. Пчолкин, Г.Д., Стрилец, А.П., Корняшик, С.И. (2015). Исследование влияния дробления скальных горных пород на эффективность работы комплексов циклично-поточной технологии в карьерах Криворожского железорудного

бассейна. Матеріали міжнародної конференції. Форум гірників – 2015.м.  
Дніпро, ДВНЗ НГУ, с. 171-174.

24. Стрілець, О.П., Пчолкін, Г.Д., Чорний, М.Ю. (2017). Дослідження впливу довжини тимчасової частини автодороги на продуктивність великовантажних автосамоскидів. *Збірник наукових праць НГУ*. Дніпро: ДВНЗ «НГУ». (50), 132-136. <http://znp.nmu.org.ua/pdf/2017/50.pdf>

25. Strilets O., Pcholkin G. & Oliferuk V. (2015). Monitoring of mass blasting seismic impact on residential buildings and constructions. *Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining*, 441-443.

26. Анисимов, О. (2017). Параметры рабочих бортов глубоких карьеров при формировании рабочей зоны крутонаклонными слоями. *Збірник наукових праць НГУ*. Дніпро: ДВНЗ «НГУ», (52). 47-56.

27. Анисимов, О.А. Технология строительства и разработки глубоких карьеров: Монография / О.А. Анисимов. – Д.: Национальный горный университет, 2015. – 272 с.

28. Анисимов, О.А. (2008). Исследование горнотехнических параметров при использовании автосамосвалов в глубоких карьерах. *Зб. наук. праць НГУ*, (30), 66-70.

29. Анісімов, О.О., Довгалюк, І.А. (2015). Дослідження показників роботи кар'єрних самоскидів та підвищення їх продуктивності в умовах Стижавського родовища мігматитів // *Збірник наукових праць НГУ*, (49), 25-31.

30. Оборудование ALLU М серии Интернет ресурс: <http://spicainternational.com>.

31. Производительность рыхлителя. Интернет джерело: [http://stroiloadmachine.ru/cm1\\_\(173\).htm](http://stroiloadmachine.ru/cm1_(173).htm).

32. Машиностроение. Энциклопедия. Том IV-24. Горные машины. Лагунова Ю.А., Комиссаров А.П., Шестаков В.С. и др. ООО «Изд-во машиностроение», Москва. 2011.- 494 с.

33. Ю. Дмитриевич О выборе гидромолота. Интернет джерело: <https://osl.ru/article/4593-o-vybore-gidromolota>.

34. Строительные машины и оборудование: Справочное пособие для производителей-механизаторов, инженерно-технических работников строительных организаций, а также студентов строительных вузов, факультетов и техникумов. /Белецкий Б.Ф., Булгаков И.Г. Изд.второе, переработ. и дополн. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 608 с.

35. Ушаков Л.С. Импульсные технологии и гидравлические ударные механизмы: учебное пособие для вузов – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 250 с

36. Малышева Н.А., Сиренко В.Н. Технология разработки месторождений нерудных строительных материалов. М., Недра, 1977. 392 с.

37. Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. – Харків.: Індустрія, 2010. – 103 с.

38. Програма і методичні вказівки з виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090305 "Відкриті гірничі роботи" /Укл. В.І. Прокопенко, Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, А.Ю. Череп, Т.М. Мормуль. Дніпропетровськ, Національний гірничий університет, 2016. – 19 с.