

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 ступеня бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Марченка Владислава Вікторовича
(П.І.Б.)

академічної групи 184-19-7 III
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

спеціалізації «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою «Гірництво»
(офіційна назва)

на тему: «Підвищення ефективності видобувних робіт на залізорудному кар'єрі
ТОВ «Єривівський ГЗК» для забезпечення виробничої потужності по руді».
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Шустов О.О.			
розділів:				
Технологічний	Шустов О.О.			
Кар'єрний транспорт				
Охорона праці				

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Пчолкін Г.Д.			
----------------	--------------	--	--	--

Дніпро
2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Завідувач кафедри
відкритих гірничих робіт

_____ Б.Ю. Собко
(підпис)
« _____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня _____ бакалавра _____
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студенту Марченко Владиславу Вікторовичу академічної групи 184-19-7 III
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності _____ 184 Гірництво _____

спеціалізації _____ «Відкрита розробка родовищ» _____

за освітньо-професійною програмою _____ «Гірництво» _____
(офіційна назва)

на тему: «Підвищення ефективності видобувних робіт на залізорудному кар'єрі ТОВ «Єрстівський ГЗК» для забезпечення виробничої потужності по руді».
(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.	<i>Збір вихідних даних роботи кар'єру ЄГЗК</i>	04.05 – 14.05.2023
2.	<i>Підготовка матеріалів загальних відомостей про родовище і кар'єр ЄГЗК</i>	08.05 – 25.05.2023
3.	<i>Підготовка матеріалів до технологічного розділу</i>	26.05 – 05.06.2023
4.	<i>Підготовка матеріалів до розділу «Кар'єрний транспорт».</i>	06.06– 10.06.2023
5.	<i>Підготовка матеріалів до розділу «Охорона праці»</i>	01.06- 12.06.2023

Завдання видано _____
(підпис керівника)

О.О. Шустов
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 04.05.2023р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 23.06.2023 р.

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

В.В. Марченко
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 56 с., 7 рис., 15 табл., 4 додатки, 10 посилань.

Об'єкт дослідження: залізорудний кар'єр Єристівського ГЗК.

Предмет дослідження: Процеси видобувних робіт по породам розкриву з використанням виймального, навітажувального і транспортного обладнання в умовах кар'єру «Єристівського ГЗК»

Мета проекту полягає в обґрунтуванні робочих майданчиків і виборі технологічного устаткування при розкривних роботах з урахуванням автомобільного транспорту в умовах діючого кар'єру «Єристівського ГЗК».

Вихідні дані для проведення роботи:

- пояснювальна записка робочого проекту;
- план гірничих робіт і геологічні розрізи
- паспорта роботи гірничого обладнання з розробки вибоїв і маневрування автосамоскидів;
- технічні характеристики обладнання, що використовують в умовах «ЄГЗК».

З урахуванням існуючих технологічних схем розкривних робіт родовища за допомогою крокуючих екскаваторів в проекті пропонується використати гідравлічні екскаватори з більшим об'ємом ковша.

ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВИХІДНІ ДАНІ.....	6
1.1 Характеристика гірничого підприємства.....	6
1.2 Геологічна характеристика родовища та фізико механічні властивості.....	8
1.3 Аналіз процесів технології видобутку і поточної ситуації з розробки родовища	17
2. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА	19
2.1 Пропозиції щодо технологічної схеми розробки родовища.....	19
2.2 Розрахунки параметрів схем, об'ємів виробок, гірничих робіт та інших показників відповідно до завдання на кваліфікаційну роботу	20
2.3 Виймально-навантажувальні роботи.....	27
2.4 Розрахунки параметрів схем при веденні розкривних робіт екскаваторами САТ 6060, ЕК-11/70	34
2.5 Організація гірничих робіт з виконання прийнятих технологічних рішень	38
2.6 Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень (розрахунок собівартості технологічного процесу).....	39
3. КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ	43
3.1 Наявне транспортне устаткування	43
3.2 Розрахунки транспортного комплексу	44
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	48
4.1 Охорона праці на гірничому підприємстві	48
4.2 Вимоги до режиму безпеки та охорони праці відповідно до завдання	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	52
Додаток А	53
Додаток Б.....	54
Додаток В.....	55
Додаток Г.....	56

ВСТУП

На сьогоднішній день Україна є однією з найбільш перспективних країн Східної Європи. Вдале розташування та наявність великої кількості мінеральних ресурсів дає можливість сталого економічного розвитку та технологічного прогресу всього регіону.

Одним з найбільш поширеніших ресурсів є залізна руда, що використовується майже у всіх видах промисловості. Наявність великої кількості родовищ з неоціненними запасами заліза нашоюхують на подальшу розробку та дослідження гірничодобувної галузі. Вивчення наявних та абсолютно нових технологічних схем розробки дає можливість суттєво збільшити продуктивність кар'єрів з меншими витратами.

Основним та одним із стартових процесів розробки родовища є розкривні роботи. Саме цей процес дає початок та базисну складову майбутнього кар'єру. Включення нових рішень в технології розкриття родовища може не тільки пришвидшити сам процес розробки, а й відчутно зменшити економічні витрати для власника.

У даній роботі проаналізовано доступні зміни в технологічному парку машин, а саме екскаваторів для Єривівського гірничо-збагачувального комбінату. Оскільки осучаснення обладнання може збільшити та пришвидшити вже наявний темп розробки, а отже й дати відчутну вигоду для підприємства.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВИХІДНІ ДАНІ

1.1 Характеристика гірничого підприємства

Єристівське родовище залізистих кварцитів приурочене до східного крила Кременчуцького синклінорію. На півночі по профілю 18 межує з Біланівським родовищем, на півдні по профілю 53 – з Лавриківським. Протяжність Єристівського родовища 4800 м при ширині рудоносного покладу на верхніх горизонтах від 470 м на півдні до 200 м на півночі.

У структурному відношенні Єристівське родовище знаходиться в межах східного крила Горішньо – Плавнівської синкліналі. Загальне падіння порід на глибині круте з кутами 70–85°, на верхніх горизонтах – субвертикальне (80–88°). Структура родовища ускладнена крупними розривними порушеннями субмеридіонального простягання з падінням на захід під кутами від 75 до 85°, зокрема, у західній частині родовища простежується головний (Кременчуцько–Криворізький) розлом, на схід від нього і майже паралельно до нього – Єристівський розлом.

ТОВ «Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат» введено в експлуатацію у 2008 р, та розробляється відкритим способом. Його сировинною базою є Єристівське родовище Кременчуцької магнітної аномалії.[1].

Єристівське родовище залізистих кварцитів розміщено в межах середньої Наддніпрянищини (лівобережжя р. Дніпро) на території Кременчуцького району Полтавської області, за 10 км на північ від м. Горішні Плавні (рис.1.1).



Рисунок 1.1 – План розташування Єристівського родовища

До розробки визначено балансові запаси руди з числа затверджених ДКЗ СРСР у 1980 році та переоцінених у 2015 р., обмежені контуром кар'єру по поверхні:

- південний, західний та східний контури визначені з урахуванням необхідного рознесення бортів для вилучення всіх затверджених запасів;

- північний контур обмежений 200-метровою охоронною зоною від існуючого магістрального газопроводу «Диканька-Кременчук-Кривий Ріг». Ділянка запасів, що залишилася за північним кордоном кар'єру, характеризується помітно гіршими технологічними властивостями залістих кварцитів, більшою товщею покриваючих порід порівняно з її південною та центральною частинами. Відпрацювання цієї ділянки включає в себе необхідність перенесення газопроводу, що економічно не доцільно внаслідок незначних запасів руди.

Кордон по глибині відпрацювання Єристівського залізрудного родовища кар'єром визначено до глибини 500 м із позначкою дна мінус 435 м. Середній вміст заліза в рудах з урахуванням засмічення в період з 2021 до 2048 року становить:

- Fe_{заг} – 32,87 %;

- Fe_{магн} – 25,83%.

Основною водною артерією району є р. Дніпро, на якому збудовано два водосховища: Кременчуцьке та Кам'янське.

Район майже безлісний. Клімат району помірно-континентальний, що переходить від степу до лісостепу. Літо порівняно спекотне, зима помірно холодна. Коливання температур від +40°C (липень) до -35°C (січень), глибина промерзання ґрунту – 0,7-1 м. Сумарна кількість річних опадів – 570 мм. Панівні вітри – північно-східні, північно-західні, східні, зазвичай зі швидкістю 5-6 м/сек.

Транспортні умови сприятливі. ТОВ «Єристівський ГЗК» розташований поблизу станції Потоки, що знаходиться в 5 км на заході. За 9 км на північний схід розташована залізнична станція Нова Галещина. Район перетинає мережу автошляхів із твердим покриттям. На захід знаходиться м. Кременчук – 25 км (1).

1.2 Геологічна характеристика родовища та фізико-механічні властивості залізистих кварцитів

Геологічний розріз безпосередньо родовища представлений стратифікованими, ультраметаморфічними та інтрузивними докембрійськими утвореннями, які перекриті суцільним чохлам кайнозойських відкладів.

Рудні поклади приурочені до порід залізистих горизонтів саксаганської світи криворізької серії, які вузькою смугою витягнуті у субмеридіональному напрямку. У межах родовища породи серії мають круте падіння на схід, тільки північніше розвідувального профілю 35+75 – на захід. На заході родовища вони обмежені Головним розломом, на сході – гранітоїдами дніпропетровського комплексу.

До найдревніших стратифікованих утворень, виявлених у межах Єристівського родовища, належать монофаціально метаморфізовані в умовах амфіболітової фації регіонального метаморфізму відклади *базавлуцької товщі* (AR_1bz) аульської серії палеоархею, представлені асоціацією амфіболітів, біотит–амфіболових і біотитових гнейсів та кристалічних сланців, спостерігаються вони у вигляді відносно невеликих лінзоподібних реліктових тіл серед ультраметаморфічних гранітоїдів дніпропетровського комплексу; а також метаморфізовані в умовах зеленосланцевої фації регіонального метаморфізму вулканогенно–осадові відклади конкської серії (AR_2kn), яка в межах району родовища представлена породними асоціаціями *сурської світи* (AR_2sr), що залягає в основі розрізу Горішньо–Плавнинівської та Лавриківсько–Єристівської структур.

У будові розрізу сурської світи беруть участь амфіболіти, амфіболові, біотит–амфіболові сланці, які є метаморфізованими аналогами дацитів, андезитів і толейтів. Підпорядкованим поширенням користуються актинолітові, актиноліт–хлоритові сланці, які належать до метаморфізованих ультрабазитів. Потужність світи в межах району розташування родовищ досягає 1800 м.

Стратифіковані утворення палеопротерозойського віку в межах родовища представлені відкладами криворізької серії.

Криворізька серія на родовищі представлена трьома світами: новокриворізькою, саксаганською і гданцівською, згідно з «Кореляційною хроностратиграфічною схемою раннього докембрію Українського щита», затвердженою 13.06.2003 р.

Саксаганська світа (PR_{1sx}) характеризується ритмічною будовою розрізу, вираженою в закономірній зміні сланцевих і залізистих горизонтів. Поділ світи на горизонти наведений у відповідності до стратиграфічного розчленування докембрійських утворень району та прив'язаний до місцевого, позначення якого наводиться в дужках.

Перший сланцевий горизонт (K₂¹) простежується у східній частині Єристівського родовища, складений переважно кварц–біотит–серицитовими сланцями сірого і темно–сірого кольору, сланцюватої і тонкосланцюватої текстури. Середня потужність – 65 м.

Перший залізистий горизонт (K₂²) згідно залягає на породах першого сланцевого і розвинутий по всьому родовищу. Середня потужність горизонту 42 м. У північній частині родовища, на ділянці розвідувального профілю 30, відзначене звуження і зменшення потужності до 15 м.

Нижня пачка (K₂²1) простежується майже по всьому родовищу, відсутня тільки в його центральній і північній частинах, на ділянках профілів 38–39 і північніше 32 профілю. Складена переважно червоно–смуғастими магнетитовими кварцитами.

В основі пачки зазвичай залягають магнетитові з кумінгтонітом або кумінгтоніт–магнетитові кварцити. Іноді серед них зустрічаються прошарки кварц–кумінгтоніт–біотитових сланців. Рудні прошарки мають темно–сірий колір і складені магнетитом, безрудні – тонко кристалічним кварцом, часто з домішками тонко дисперсного гематиту, що обумовлює чергування прошарків сірого і вишнево–червоного забарвлення. Потужність нижньої пачки змінюється від 10 до 25 м.

Середня пачка (K₂²2) розвинута на всьому родовищі, за винятком його північної частини (північніше профілю 32), де вона зрізана безіменним розломом субмеридіонального простягання. Тут вона через тектонічний контакт межує з третім залізистим горизонтом.

Середня пачка складена переважно середньосмуғастими сірого забарвлення кварцитами. Середня потужність 22 м.

Верхня пачка (K₂²3) простежується з півдня на північ до профілю 30. Складена червоно–смуғастими магнетитовими, рідше залізнослюдково–магнетитовими кварцитами. Сіросмуғасті прошарки кварцитів мають обмежене поширення. Потужність пачки коливається в межах 8–15 м.

Другий залізистий горизонт (K₂³) залягає на першому залізистому горизонті у вигляді безперервної смуғи. Поділяється він на чотири пачки. Загальна середня потужність підсвіти K₂³ складає 110 м.

Перша пачка (K₂³1) через фаціальні зміни на родовищі відсутня.

Друга пачка (K_2^3) простежується вздовж всього родовища і складена в основному кварц–кумінгтоніт–магнетитовими сланцями, які вміщують крупні порфіробласти магнетиту. Іноді в сланцях зустрічаються прошарки кумінгтоніт–магнетитових кварцитів. Потужність пачки 32 м.

Третя пачка (K_2^3) найпотужніша і складена переважно кумінгтоніт–магнетитовими кварцитами. Середня її потужність 55 м.

Четверта пачка (K_2^4) розвинута у південній частині родовища, між профілями 44 і 52.

Представлена вона слабо рудними кумінгтонітовими кварцитами з магнетитом і прошарками кварц–магнетит–кумінгтонітових сланців. Потужність пачки змінюється від 35 до 13 м.

Другий сланцевий горизонт (K_2^4) згідно залягає на залізистих кварцитах другого залізистого горизонту, складений переважно кварц–біотитовими сланцями, серед яких іноді зустрічаються малопотужні прошарки безрудних біотитвміщуючих кварцитів і лінзовидні тіла колчеданів потужністю до 3–5 м. Середня потужність горизонту 87 м.

Третій залізистий горизонт (K_2^5) розвинутий у західній частині родовища, по всій його довжині. Це основна рудоносна товща залізистих кварцитів Єристівського родовища. Складений горизонт сіросмугастими, рідше червоносмугастими магнетитовим кварцитами, у верхній частині яких зустрічаються малопотужні прошарки кварц–слюдяних хлоритизованих сланців. Поділяється він на три пачки.

Перша пачка (K_2^5) у вигляді вузької смуги субмеридіонального напрямку простежується на всьому родовищі, складена вона грубоверстуватими кварц–магнетитовими кварцитами темно–сірого кольору, з розсіяними кристалами магнетиту. Рідко зустрічаються малопотужні прошарки кварц–біотитових сланців, іноді з порфіробластами гранату.

Характерною особливістю цих кварцитів є відсутність в них відокремлених магнетитових прошарків. Магнетит знаходиться в розсіяному стані, зрідка концентрується в окремі слойки.

Друга пачка (K_2^5) найпотужніша і простежується широкою смугою вздовж всього родовища, тільки в північній частині, в районі профілю 30, вона звужується до 10 м. Складена пачка магнетитовими і кумінгтоніт–магнетитовими сіро–смугастими кварцитами з рідкими малопотужними прошарками тонковерстуватих червоно–смугастих різновидів магнетитових кварцитів. У верхній частині пачки присутні малопотужні прошарки кварц–магнетитових, кварц–магнетит–кумінгтонітових, часто хлоритизованих сланців. Середня потужність пачки 152 м.

Текстура сіро–смугастих кварцитів тонко смугаста, структура магнетитових різниць – гранобластова, кумінгтоніто–магнетитових – фібробластова. Структура рудних прошарків в обох випадках зросткова.

Третя пачка (K_2^53) простежується вузькою смугою з півдня на північ до профілю 36. Складена тонкими прошарками червоно–смугастих магнетитових кварцитів, серед яких виділяються залізолуководно–магнетитові різновиди. Рідко зустрічаються пласти кварц–біотитових сланців невеликої потужності (2–5 м). Потужність утворень пачки змінюється від 13 до 51 м, в середньому складає 36 м.

Червоно–смугасті магнетитові кварцити являють собою тонко смугасті тонкозернисті породи, складені з прошарків темно–сірих магнетитових, світло–сірих кварцових і темно–вишневих гематиту–кварцових кварцитів, потужністю 1–5 мм. Вони мають смугасту текстуру і, в основному, гранобластову структуру. Структура рудних прошарків зросткова.

Загальна потужність підсвіти K_2^5 коливається від 41 до 284 м. в середньому складає – 210 м.

Загальна потужність сагсаганської світи на родовищі змінюється від 240 до 550 м., середня становить – 400 м.

Гданцівська світа (PR_{1gd}) завершує розріз криворізької серії на родовищі. Характеризується повсюдним поширенням і залягає безпосередньо на залізистих породах верхнього залізистого горизонту. У західній частині через тектонічний контакт Головного розлому межує з гранітоїдами.

Геологічна будова Єристіського родовища зображена на (рисунку 1.2).

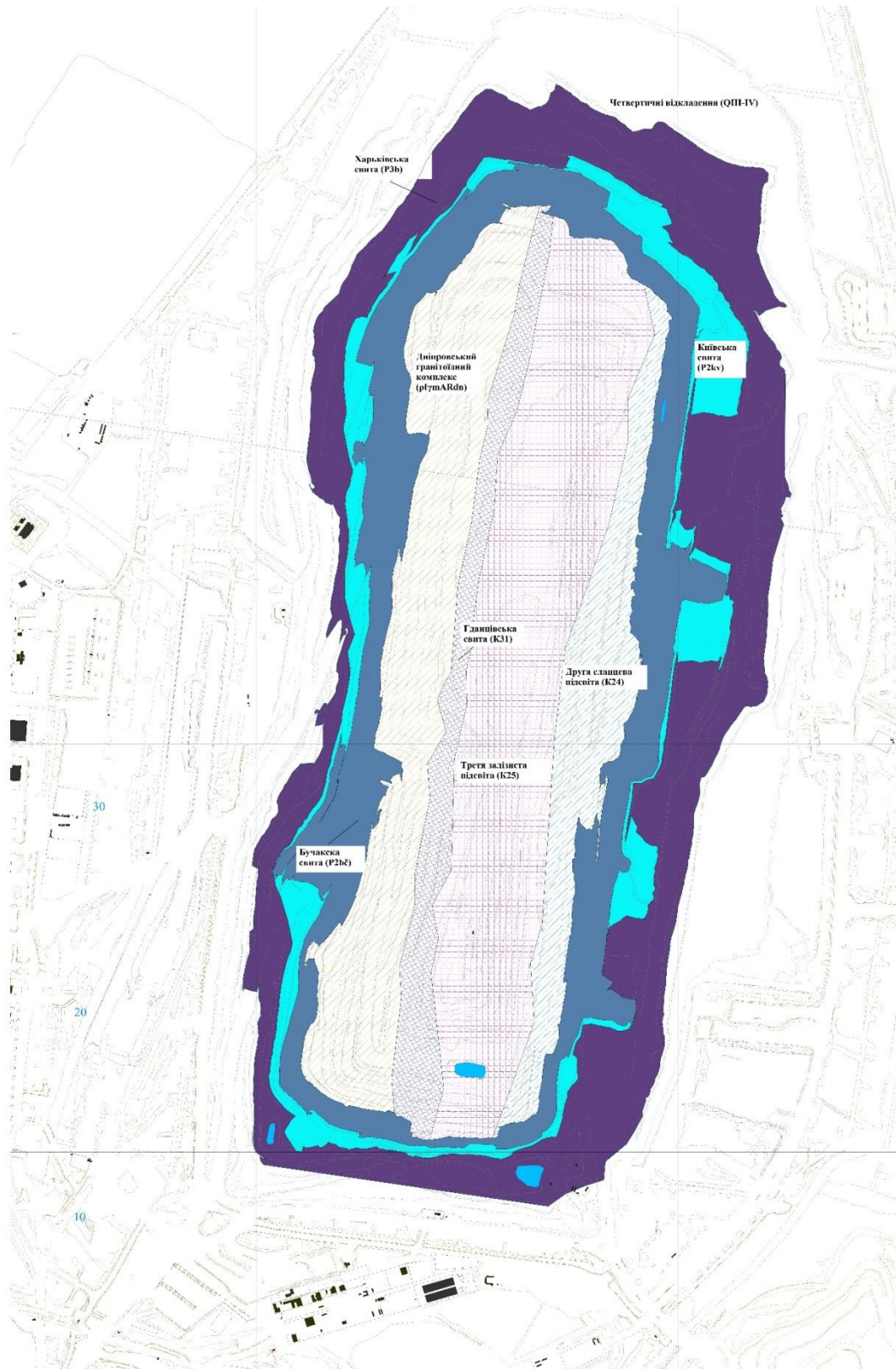


Рисунок 1.2 – Геологічна будова родовища

У межах родовища гданцівська світа представлена нижньою підсвітою, яка складена двома пачками порід: слабзорозланцьованими кварц–польовошпатовими мета пісковиками (потужність пачки досягає 74 м) і смугастими мікрокварцитами, кварц–карбонатними породами, доломітами, які містять кластогенні зерна кварцу, мікрокліну і вкраплення піриту, потужність пачки 52 м.

У межах Єристівського родовища, переважно в західній його частині, картується породи палеоархейського віку дніпропетровського комплексу (AR_{1dn}), поширеного на схід від Криворізько–Кременчуцького (Головного) розлому. Представлений комплекс асоціацією біотитових, амфібол–біотитових плагіогранітів і плагіомігматитів з підпорядкованим поширенням гранодіоритів й мігматитів гранодіоритового складу. У кількісному відношенні переважають плагіомігматити, зазвичай це сірі і світло–сірі, дрібно та середньозернисті породи, які утворюють крупні масиви, що обрамляють Єристівське родовище як на заході, так і на сході. Серед гранітоїдів розвинуті утворення жильної фази, представлені аплітоїдними і пегматоїдними різновидами.

Палеопротерозойські ультраметаморфічні та інтрузивні утворення також розповсюджені в межах родовища, де вони представлені гранітоїдами кіровоградського комплексу (PR_{1kg}).

Серед гранітоїдів комплексу, які утворилися внаслідок переробки плагіогранітоїдів архейського фундаменту, переважають рівномірно–дрібно–середньозернисті тіньові й смугасті двопольовошпатові граніти і мігматити біотитові, рідше амфібол–біотитові. Від вміщуючих архейських плагіогранітів і плагіомігматитів ця група кіровоградських гранітів і мігматитів (полімігматитів) відрізняється рожевим забарвленням (завдяки мікрокліну, вміст якого від 10 до 40 % і більше) і, головне, складом «свіжих» плагіоклазів з номерами 12–17 (в середньому 14), підвищеним вмістом кварцу (до 30 %), обов'язковою присутністю монацитів, короткопірамідальних (бочкоподібних) цирконів, нерідко апатиту і магнетиту.

У незначних об'ємах (~10 – 12 %) серед двопольовошпатових гранітів кіровоградського комплексу зустрічаються суттєво плагіоклазові різновиди – плагіограніти та плагіомігматити – середньозернисті породи сірого кольору. Зазвичай плагіогранітоїди інтенсивно змінені вторинними процесами, катаклазовані, мілонитизовані. Мінеральний склад їх такий: плагіоклаз ~ 50 %, кварц ~ 25 %, вторинні (серицит, хлорит, карбонат) ~ 20 %, мусковіт ~ 5 %. Плагіоклаз у значній мірі серицитизований, первинні темнокольорові мінерали – біотит, амфібол націло хлоритизовані та карбонатизовані. Широкий розвиток мають процеси бластезу (по суті вказані породи є бластокатаклазитами плагіогранітів).

Значно ширше розвинені двопольовошпатові граніти і мігматити, які утворились внаслідок ультраметаморфічних перетворень.

Граніти представлені сірими, рожево-сірими, іноді зеленувато-сірими, дрібнозернистими до грубозернистими породами з масивною текстурою та бластогранітовою і катакlastичною структурами. Складаються вони із плагіоклазу, частіше альбіту, рідше – альбіт-олігоклазу, нерідко серицитизованого або частково заміщеного мікрокліном (35–70 %), мікрокліну (до 25 %), кварцу (20–40 %), біотиту, мусковіту та серициту (5–40 %). Нерідко присутні епідот (до 2 %), хлорит (до 7 %), іноді карбонат (до 1 %). З акцесорних мінералів зустрічаються поодинокі зерна апатиту, циркону, сфену, рудного мінералу.

Розмір зерен плагіоклазу коливається від 0,1 до 3 мм, кварцу – від 0,01 до 1,5 мм, пластинок біотиту й мусковіту – від сотих часток до 0,8 мм.

Мігматити характеризуються тим же мінеральним і хімічним складом, що й плагіограніти. Відрізняються вони тільки появою смугастої текстури та відносним збільшенням вмісту мінералів темного кольору, переважно слюд.

Мезопротерозой у межах родовища представлений утвореннями *дайкового комплексу* (βPR_2), складеними окремими дайками, приуроченими до розривних порушень субширотного простягання.

Палеозой-мезозойські відклади ($P_Z + M_Z$)

У межах Єристівського родовища представлені корою вивітрювання, яка характеризується повсюдним розвитком. Її потужність в зонах тектонічних порушень різко підвищується.

Кора вивітрювання гранітоїдів розкрита на західному та східному флангах родовища. В її розрізі (знизу-вгору) виділяються три зони:

1. Дезінтеграції (від 2 м до 10 м).
2. Хлорит-серицит-каолінітова (до 40 м).
3. Каолінітова (від 3 м до 5 м).

Кора вивітрювання слюдистих сланців підсвіти K_2^1 та K_2^4 має приблизно такий же розріз як у гранітоїдів, але відрізняється зменшенням кількості кварцу у всіх зонах, зафарбуванням гідроокисами заліза глиноподібних порід, що її формують. Середня потужність зони досягає 35 м.

Кора вивітрювання залізистих кварцитів простежується в межах розповсюдження всіх рудних покладів.

Потужність кори вивітрювання залізистих кварцитів підсвіти K_2^2 змінюється від 1 м до 35 м, в середньому – 16 м, підсвіти K_2^3 – від 1 м до 34 м, в середньому – 13 м, підсвіти K_2^5 – від 2 м до 36 м, в середньому – 14 м.

Кора вивітрювання залізистих кварцитів, з точки зору використання її в якості залізорудної сировини шляхом магнітного збагачення, не представляє практичного інтересу.

Вміст заліза загального в окислених магнетитових кварцитів підсвіти K_2^5 коливається від 13,11% до 42,87%, магнетитового від 0 до 17,31% та, в середньому, відповідно становить 33,56% і 7,1%.

При окисленні залізистих кварцитів збіднення залізом майже не відбувається, спостерігається лише різке зниження аж до повної втрати заліза, пов'язаного з магнетитом, деяке збіднення залізом відзначається в зоні вивітрювання залізистих кварцитів підсвіти K_2^2 (Таблиця 1.1) . Середній вміст заліза загального в них 22,81%, магнетитового – 6,88%.

Амфібол–магнетитові кварцити K_2^3 при окисленні кори вивітрювання характеризуються зниженим вмістом заліза загального (12–19%) і повною втратою заліза, пов'язаного з магнетитом.

Кора вивітрювання порід підсвіти K_3^1 гданцівської світи простежується повсюдно в областях поширення підсвіти та приурочена до зони Головного розлому. Представлена пухкою, вилугуваною, глиноподібною тріщинуватою породою сірувато–білого кольору, в якій збереглися окремі зерна кварцу. Карбонати в зоні вивітрювання здебільшого вилугувані.

Потужність кори вивітрювання змінюється від 2 м до 60 м, в середньому – 19 м.

Докембрійські утворення перекриті суцільним чохлам кайнозойських утворень, зокрема: палеогенових (бучацьких, київських і харківських) та четвертинних піщано–глинистих відкладів.

Палеогенові відкладення представлені повсюдно розвинутими відкладами бучацької серії, київської світи та харківської серії.

Бучацька серія (P_2bc) репрезентована, переважно, дрібнозернистими, іноді вуглистими пісками, вуглистими глинами, також змішаними піщано–глинистими вуглистими відкладами, прошарками бурого вугілля.

В основі серії часто простежується осадова брекчія, складена уламками кристалічних порід, слабо зцементованих піщано–глинистим матеріалом. Потужність горизонту брекчій не перевищує 0,3 м. Іноді серед пісків зустрічаються прошарки дрібнозернистих вуглистих пісковиків, потужністю до 1 м. Потужність бучацьких відкладів змінюється від 5 м до 26 м, середня – 21 м.

Київська світа (P_2kv) складена мергелями сірувато–білого і білого кольору, нерідко з блакитним відтінком. В низах розрізу мергелі містять гравелісті зерна кварцу, часто лінзи грубозернистого піску. В основі світи залягають також піщано–

глинисті карбонатні або піщано–мергелісті гравелісті утворення. Потужність київських відкладів коливається в межах 3 – 12 м, в середньому не перевищує 6 м.

Харківська серія (П₃ hr) представлена не досить міцними, глиноподібними кварц–глауконітовими алевролітами сірувато–зеленого кольору. У нижній частині товщі алевроліти місцями поступово переходять у кварц–глауконітові світло–зелені пісковики, а в підшві в пухку піщано–глинисту гравелісту породу, нерідко з уламками кристалічних порід. Потужність харківської світи коливається від 7 м до 23 м, середня – 16 м.

Четвертинні відклади (Q_{III-IV}) на родовищі утворюють суцільний покрив. Розріз чітко підрозділяється на дві літологічні товщі.

Нижня товща представлена кварцовими дрібнозернистими, часто глинистими пісками сірого або жовтувато–сірого кольору. Потужність нижньої піщаної частини змінюється від 1 – 2 м до 16 м.

У будові верхньої частини головна роль належить жовтувато–бурим, сірувато–жовтим, іноді зеленувато–сірим піщанистим суглинкам. Місцями серед них зустрічаються малопотужні прошарки сірих або зеленувато–сірих щільних, в'язких глин. Потужність суглинок коливається від 3 м до 20 м.

На суглинках повсюдно розвинений сучасний ґрунтово–рослинний шар, в основному, болотного характеру, зазвичай засолений, потужністю 0,3 – 0,5 м. Потужність четвертинних відкладів на родовищі змінюється від 15 м до 26 м, в середньому складає 22 м.

Середня потужність осадових відкладень не перевищує 65 м.

Таблиця 1.1 – Фізико механічні властивості залізистих кварцитів

№ Д/П	Найменування проби	Щільність, кг/м ³ ·10 ³		Пористість (П), %	Тривкість по Протокольову (F), балл від:до (середн.)	Межа міцності при одновісному стисканні (σ _{сж}), кг/см ² від:до (середн.)	Межа міцності при розтагуванні (σ _{рас}), кг/см ² від:до (середн.)	Межа міцності при згині (σ _{из}), кг/см ² від:до (середн.)	Щепаєння ε, кг/см ² (-3+0)	Кут внутр. Тертя (Ф), (град.) (-3+0)	Абразивність (А _{абр}), г/мин × 10 ⁻¹ (-3+0)	Водопогли- нання (W), %
		Справж- ня ρ _н (-0,16+0)	Об'ємна ρ _{об} (-100+0)									
1	ГОР-15м РУДА К ₂ ⁵	3,35	3,27	2,39	9,5+19,5 (15,5)	965+1937 (1564)	74,1+194,2 (138,0)	16,1+294,6 (102,4)	0,690	33° 49'	0,173	1,244
2	ГОР-15м СКАЛА К ₂ ⁵	3,45	3,29	4,64	14,0+30,5 (22,0)	1407+3035 (2196)	165,6+382,0 (251,1)	180,8+409,7 (300,2)	0,425	38° 8'	0,470	0,813
3	ГОР-15м СКАЛА К ₃ ¹	2,66	2,40	9,77	5,0+22,0 (14,0)	496+2222 (1395)	164,4+285,3 (233,8)	13,2+373,5 (124,4)	0,475	35° 56'	0,093	3,641
4	ГОР-30м РУДА К ₂ ⁵	3,55	3,31	6,76	10,0+35,5 (23,5)	1009+3532 (2349)	26,0+409,2 (243,4)	23,6+416,2 (266,5)	0,445	36° 41'	0,153	0,682
5	ГОР-30м СКАЛА К ₂ ⁵	3,53	3,33	5,66	11,5+27,0 (18,0)	1132+2693 (1809)	111,5+300,7 (238,5)	40,8+513,9 (287,7)	0,340	39°	0,107	1,018
6	ГОР-30м СКАЛА К ₃ ¹	2,76	2,66	3,62	7,5+36,5 (20,0)	765+3648 (2001)	101,0+214,3 (167,4)	7,1+330,4 (111,5)	0,410	35° 45'	0,513	0,882
7	ГОР-45м РУДА К ₂ ⁵	3,48	3,30	5,17	13,5+23,5 (19,5)	1343+2327 (1926)	141,7+304,9 (228,7)	53,9+289,9 (198,0)	0,435	38° 8'	0,167	0,253
8	ГОР-45м СКАЛА К ₂ ⁵	3,52	3,49	0,85	14,0+32,0 (20,5)	1382+3188 (2053)	165,1+404,2 (243,8)	40,3+286,7 (157,1)	0,390	38° 40'	0,160	0,207
9	ГОР-45м СКАЛА К ₃ ¹	2,78	2,64	5,04	4,0+18,0 (10,0)	389+1795 (1001)	52,3+342,8 (205,5)	38,3+486,4 (274,4)	0,365	40° 32'	0,100	1,445

1.3 Аналіз процесів технології видобутку і поточної ситуації з розробки родовища

Гірничі роботи в кар'єрі рухаються досить стрімко у плані та за глибиною. Відпрацювання родовища заплановано проводити смугами, ширина яких не менша за мінімально допустиму ширину робочого майданчика при. У зв'язку з великою довжиною фронтів вибоїв у кар'єрі постійно формуються ділянки тимчасово неробочих бортів із технологічно максимально досяжними кутами нахилу їх укосів та з довготривалими періодами їхнього стояння.

Постановка бортів кар'єру на кінцевих контурах до максимальних технічно досяжних дозволить суттєво скоротити обсяги розкривних робіт та досягається за рахунок формування уступів із субвертикальними укосами вертикальними свердловинними зарядами з використанням технології БВР, запропонованої фахівцями ПрАТ «Полтавський ГЗК».

Проектні параметри відкосів уступів прийняті в відповідності з рекомендаціями викладеними в звітах НДР (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Проектні параметри елементів бортів кар'єру

Тип порід	Висота уступу, м	Ширина запобіжної берми, м	Інтервали горизонтів, м	Кут відкосу уступа, °	
				Східний і Західний борти кар'єру	Південний борт кар'єру
Ділянки робочих бортів					
Наноси	12	Відповідає ширині робочих майданчиків для відповідного гірничого та транспортно го обладнання	+66 ÷ +30	35	35
Скальні, вивітрилі	15		+30 ÷ -30	45	45
	10		-30 ÷ -210	45	45
Скальні	12		-210 ÷ -635	45	45
	10				

Враховуючи досить складні гірничотехнічні умови експлуатації родовища через наявність чотирьох водоносних горизонтів у пухких відкладеннях і тріщинуватій зоні кристалічних порід, гірничі роботи проводяться з попереднім осушенням ділянок відпрацювання та комплексом протизсувних заходів шляхом спорудження водознижувальних свердловин та дренажних траншей.

Для забезпечення надійного та безперебійного функціонування кар'єру, що зумовлює якісний та своєчасний випуск готової продукції гірничо-збагачувального комбінату, у складі виробничої інфраструктури передбачено низку об'єктів з урахуванням функціонального зонування території та забезпечення раціональних транспортних зв'язків між ними.

Об'єкти енергетичного, підсобного та обслуговуючого призначення розташовані поблизу споживачів виробничої зони.

Для побутового обслуговування робітників та ІТП Єристівського ГЗК у складі відповідних цехів та виробництв промайданчика передбачені адміністративно-побутові корпуси та побутові приміщення.

2 . ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА

2.1 Пропозиції щодо технологічної схеми розробки родовища

На сьогоднішній день, у зв'язку з розширенням фронту робіт, гостро стоїть питання збільшення потужності та швидкості виконання всіх гірничодобувних процесів. Одним з основних та початкових є питання розкривних робіт, саме вони дають старт всім роботам на родовищі[9].

Розкриття Єристівського родовища здійснено в південній частині двома внутрішніми виїзними напівтраншеями, розташованими на східному і західному бортах кар'єру і пройденими з керівним ухилом 80 %. Розкриття виконано на автомобільний транспорт. Породи розкриву розміщені в зовнішніх відвалах. На кінець 2019 року в кар'єрі розкритий горизонт мінус 105 м.

На цей час і в подальшому всі робочі горизонти забезпечені вантажотранспортним зв'язком з відповідними технічними спорудами: видобувні – з перевантажувальними пунктами та складами руди і промисловим майданчиком, розкривні – з ділянками складування розкривних порід – зовнішніми відвалами.

Шари м'яких розкривних порід на «Єристівському ГЗК» відпрацьовуються драглайнами ЕК-11/70 і ЕК-14/50 (об'єм ковша 11 і 14 м³ відповідно) і частково гідравлічним екскаватором Caterpillar 6060, скельних і змішаних – гідравлічними екскаваторами Bucyrus RH-200, Caterpillar 6060 і Bucyrus RH 340 (об'єм ковша 28 і 34 м³ відповідно). Навантаження здійснюється в автосамоскиди Caterpillar 793D в/п 220 т та Bell B35D в/п 32,5 т (1).

Розуміючи важливість забезпечення швидкості робіт, потрібно як умога покращити та збільшити можливості видобутку. Цього можна досягти за допомогою заміни технологічного транспорту на більш сучасне та продуктивніше.

В умовах Єристівського родовища, планується порівняти крокуючі екскаватори (типу ЕК-11/70) з сучасними гідравлічними Caterpillar 6060.

Неможливо, не зауважити, що підхід до роботи у машин різні, відповідно до їх схем застосування. Подальше визначення найкращого варіанту для наявних умов кар'єру буде проводитись згідно технологічних та економічних показників техніки.

2.2 Розрахунки параметрів схем, об'ємів виробок, гірничих робіт та інших показників відповідно до завдання на кваліфікаційну роботу

Проектом розробки Єриствівського родовища передбачено ведення буропідривних робіт.

Підготовка скельних порід до виїмки здійснюється буропідривним способом. Роботи ведуться згідно з вимогами "Типового проекту буропідривних робіт методом свердловинних і шпурових зарядів в кар'єрі ТОВ "Єриствівський ГЗК" і доповнень до нього. Бурові роботи виконуються власними силами підприємства - буровим дільницею гірничо-транспортного комплексу. В якості устаткування використовуються бурові верстати шарошечного способу буріння Flexi Roc L8 і Pit Viper 275 HP з діаметром свердловин, відповідно, 165 і 250 мм. Вибухові роботи ведуться підприємством «Інтервибухпром» (дозвіл на виконання вибухових робіт № 676.14.30).

Використовуючи умови сейсмостійкості магістрального газопроводу ДККР і перенесені, змодельовані для умов Єриствівського родовища, результати вимірювань параметрів СВВ в кар'єрі Дніпровського рудника ПРАТ "Полтавський ГЗК", були обчислені сейсмобезпечні відстані від крайніх підривних (за існуючою в кар'єрі ПРАТ "Полтавський ГЗК" технології) блоків Єриствівського кар'єра в напрямку перенесення газопроводу, які склали 500 м при максимально допустимій масі заряду 4000 кг.

Справжнім проектом буропідривних [2] робіт передбачається вибухове подрібнення скельних порід (гірничих) з коефіцієнтом міцності за шкалою професора М.М. Протод'яконова $f = 10 - 20$, методом свердловинних зарядів з використанням вертикальних, спарених похилих свердловин.

Вихідними даними для розробки типового проекту є:

- геологічна характеристика Єристівського родовища;
- система розробки кар'єру;
- параметри бурового і виймально-навантажувального обладнання;

Розробка скельних розкривних порід і руди, що мають міцність $f = 10-20$, проводиться екскаваторами RH-200 і RH-340 з попереднім розпушуванням буропідривним способом. В якості бурового обладнання передбачається використовувати бурові верстати PV-275HP та ROC L8 компанії Atlas Copco [3].

Висота уступу при розробці скельних порід одноковшовими екскаваторами типу RH-200, RH-340, Hitachi ZX850-3, Komatsu PC600 із застосуванням вибухових робіт не повинна перевищувати більше, ніж в 1,5 рази максимальної висоти черпання екскаватора. «Проектом розробки Єристівського родовища» висота уступу визначена і складає по скельним породам 15 м.

Кут відкосу уступу при роботі екскаваторів RH-200, RH-340, Hitachi ZX850-3, Komatsu PC600 по скельним породам допускається до 80° .

Розрахункова величина **лінії опору по підшві** визначається за формулою:

$$W = \frac{\sqrt{0,25P^2 + 4qHPL_{\text{СКВ}} - 0,5 * q}}{2qH}, \text{ м,}$$

де P - місткість 1 п.м. свердловин, кг;

q - питома витрата ВР, кг/м^3 ;

$L_{\text{СКВ}}$ - глибина свердловин, м;

$$W_{15} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 449,44 + 4 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 21,2 \cdot 18 - 0,5 \cdot 1}}{2 \cdot 1 \cdot 15} = \frac{151,2}{30} \approx 5,04(\text{м});$$

$$W_{10} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 449,44 + 4 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 21,2 \cdot 12 - 0,5 \cdot 1}}{2 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{100,93}{20} \approx 5,05(\text{м});$$

При діаметрі свердловини 170мм

$$W_{15} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 2079,36 + 4 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 45,6 \cdot 18} - 0,5 \cdot 1}{2 \cdot 1 \cdot 15} = \frac{229,59}{30} \approx 7,42(\text{м});$$

$$W_{10} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 2079,36 + 4 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 45,6 \cdot 12} - 0,5 \cdot 1}{2 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{149,19}{20} \approx 7,46(\text{м});$$

При діаметрі свердловини 220мм

$$W_{15} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 3481 + 4 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 59 \cdot 18} - 0,5 \cdot 1}{2 \cdot 1 \cdot 15} = \frac{253,65}{30} \approx 8,45(\text{м});$$

$$W_{10} = \frac{\sqrt{0,25 \cdot 3481 + 4 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 59 \cdot 12} - 0,5 \cdot 1}{2 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{170,35}{20} \approx 8,52(\text{м});$$

При діаметрі свердловини 250мм

Мінімально-безпечна, за умовами буріння, лінія опору по підшві визначається за формулою:

$$W_6 = H \cdot \text{ctga} + C$$

де: Н - висота уступу, м

С - мінімально-безпечна відстань до верхньої бровки уступу, прийнята не менш 3м.

Для гірничих порід IV, III категорії за міцності порід - 3м;

II категорії за міцності порід - 4м.

$$W_6^{15} = 15 \cdot 0,4663 + 3 \approx 10(\text{м});$$

$$W_6^{10} = 10 \cdot 0,4663 + 3 \approx 7,7(\text{м});$$

Обов'язковою умовою є $W \geq W_6$.

Глибина свердловини визначається за формулою

- для вертикальної свердловини:

$$L_{\text{скв.}} = H + L_{\text{пер}}$$

$$L_{\text{скв.}} = 15 + 5 = 20 \text{ м}$$

- для похилої свердловини:

$$L_{\text{н.скв.}} = \frac{H}{\sin \alpha} + L_{\text{пер}}, \text{ м,}$$

де α - кут нахилу свердловини до горизонтальної площини, град.;

$L_{\text{пер}}$ - глибина перебуру, м.

Глибина перебуру визначається за формулою:

$$L_{\text{пер.}} = 0,5qW$$

де q - питома витрата ВР, кг/м^3 ,

W - опір по підосві, м.

$$L_{\text{пер.}}^{15} = 0,5 \cdot 1 \cdot 10 = 5(\text{м});$$

$$L_{\text{пер.}}^{10} = 0,5 \cdot 1 \cdot 7,7 = 3,85(\text{м});$$

Відстань між свердловинами визначається за формулою:

$$a = mW, \text{ м}$$

де m - коефіцієнт зближення свердловин, $0,9 \div 1,3$.

$$a_{15} = 0,9 \cdot 10 = 9 \text{ (м);}$$

$$a_{10} = 0,9 \cdot 7,7 \approx 7(\text{м});$$

Відстань між рядами свердловин визначається за формулою:

$$b = (0,85 \div 1,0) \cdot W, \text{ м},$$

$$b_{15} = 0,85 \cdot 10 = 8,5(\text{м});$$

$$b_{10} = 0,85 \cdot 7,7 \approx 6,55(\text{м});$$

Рациональна сітка свердловин в залежності від типу гірничих порід, висоти уступу, приймається, виходячи з багаторічного досвіду робіт та проведених експериментальних вибухів в кар'єрі ДнРУ ПРАТ «Полтавський ГЗК» і врахована при розробці паспортів БВР (рисунок 2.1) (2).

Для ведення вибухових робіт в кар'єрі ТОВ «Єристівський ГЗК» застосовуються види вибухових матеріалів (таблиця 2.1), включені до «Переліку ВМ промислового призначення, допущених до постійного виробництва і застосування» Державним Комітетом України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду чи знаходяться на стадії промислових випробувань. [2]

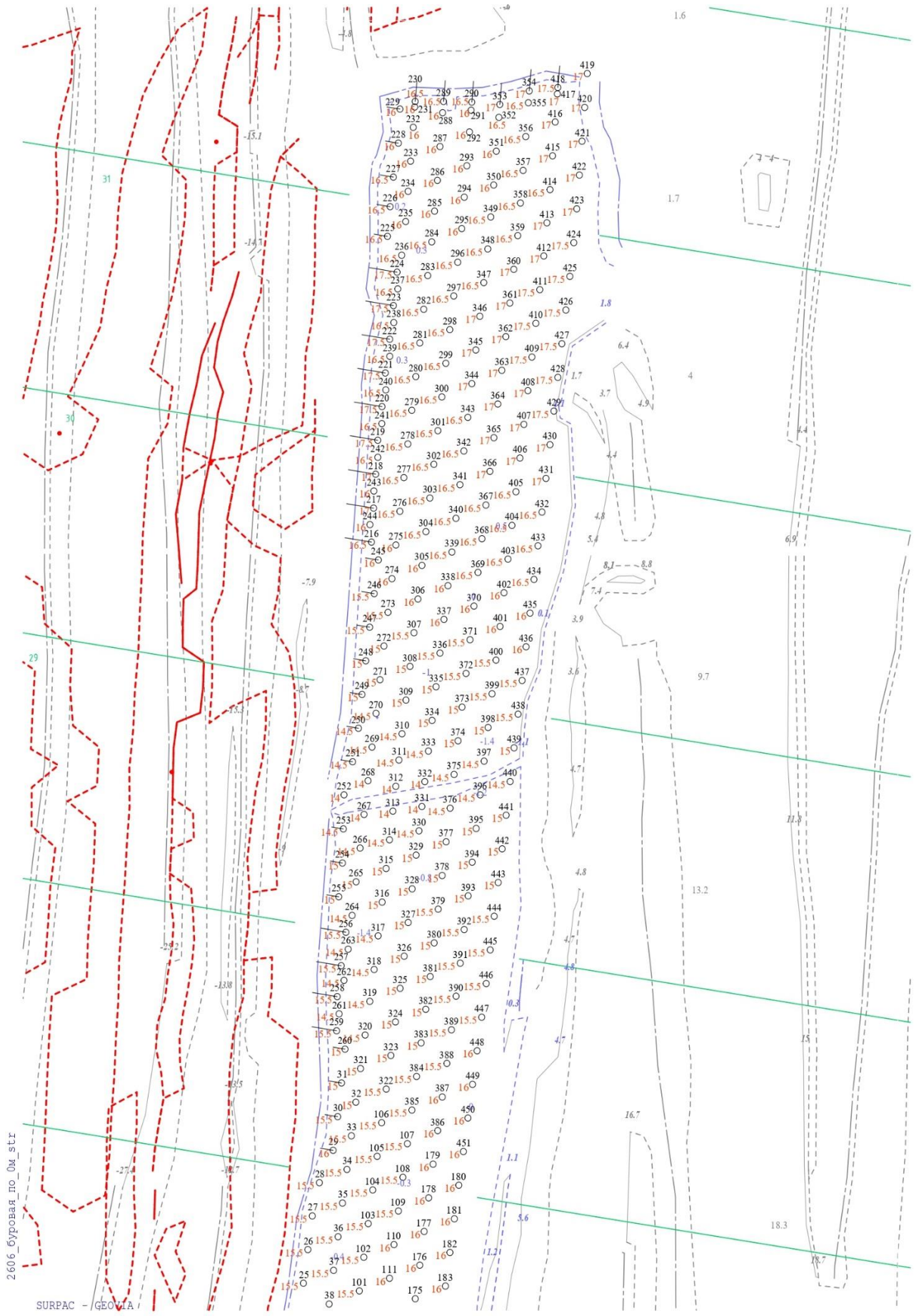


Рисунок 2.1 – Приклад схемы блока

Таблиця 2.1 – Прийняті до використання вибухові матеріали

№ з/п	Найменування вибухових матеріалів	Нормативний документ	Підприємство-виробник
1	Електродетонатори миттєвої дії ЭД-8Ж	ГОСТ 9089-75	КП «Шосткинський казенний завод«Імпульс»
2	Шнур детонуючий екструзійний марки ДШЭ-9	ТУ У 3.50-14314452-132-99	КП «Шосткинський казенний завод«Імпульс»
3	Шнур детонуючий марок: ДШЭ-6; ДШЭ-12	ГОСТ 6196-78	КП «Шосткинський казенний завод«Імпульс»
4	Реле піротехнічне РП-92-0	ТУ У 24.6-14314452-028:2006	КП «Шосткинський казенний завод«Імпульс»
5	Реле піротехнічне двосторонньої дії РПД	ТУ У 24.6-14314452-032:2007	КП «Шосткинський казенний завод«Імпульс»
6	Хвилевід для неелектричних систем ініціювання вибухових матеріалів	ТУ У 24.6-14314452-009:2005	КП «Шосткинський казенний завод«Імпульс»
7	Система ініціювання неелектрична «Імпульс» типу: УНС-П; УНС-ПА; УНС-С	ТУ У 24.6-14314452-007:2005	КП «Шосткинський казенний завод«Імпульс»
8	Система ініціювання вибухових матеріалів неелектричних Прима Ера типів: «Прима Ера-С», «Прима Ера-Д», «Прима Ера-СД», «Прима Ера-Т», «Прима Ера-Тм»	ТУ У 24.6-14310112-043:2007	ДП «НВО «Павлоградський хімічний завод»
9	Хвилевід для неелектричних систем ініціювання вибухових матеріалів	ТУ У 24.6-14310112-043:2007	ДП «НВО «Павлоградський хімічний завод»
10	Неелектричних система ініціювання «Ексель» типів: Ексель U, LP, MS, Ексель Конектадет E, SL	ТУ У 24.6-14310112-043:2007	«Dino Nobel Sweden AB», Швеція Gettorp, SE-71382 Nora
11	Амоніт 6ЖВ патронований ЗНП-А6ЖВ діаметром від 36 до 120 мм, амоніт АВ патронований ЗНП-АВ діаметром від 36 до 120мм	ТУ У 3.50-14310112-149-2000	ДП «НВО «Павлоградський хімічний завод»
12	Заряди тротилові для	ТУ У 24.6-	КП «Шосткинський

	вибухових робіт типів ЗТП-800, ЗТП-1200	14314452.023:20 06	казенний завод «Імпульс»
13	Шашки-детонатори для промислових вибухових робіт Т-400Г, ТГ-500	ТУ У 24.6-14314452.033:20 06	КП «Шосткинський казенний завод «Імпульс»
14	Електродетонатори миттєвої дії ЭД-8Ж	ГОСТ 9089-75	КП «Шосткинський казенний завод «Імпульс»
15	Емульсійні вибухові речовини Анемікс 70, Анемікс 80	ТУ У 24.6-31385850-001:2002	ПрАТ «Підприємство з іноземними інвестиціями Інтервибухпром»
16	Речовини емульсійні вибухові патронувані «Анемікс-П»	ТУ У 20.5-31385850-010:2014	ПрАТ «Підприємство з іноземними інвестиціями Інтервибухпром»

2.3 Виймально-навантажувальні роботи

Виймально-навантажувальні роботи є невід'ємною частиною розробки будь-якого родовища, Єриствське не є виключенням. Взагалі, вважається, що дані роботи займають близько 25% від усього виробничого процесу, тому приділення розвитку й удосконалення даного процесу є без винятковим [3].

М'який розкривний шар родовища, представлений осадовими породами, що мають у складі:

1) четвертинні еолово-делювіальні суглинки, супіски, алювіальні піски та алеврити, потужністю 15 - 26 м, в середньому 22 м, потужність суглинків від 3 до 20 м;

2) відкладення харківської світи потужністю 7-23 м, в середньому 16м, представлені сильно глинистими пісками, слабкими глинистими пісковиками, алевритами та алевролітами.

3) київська оточення представлена глинистими мергелями та піщано-гравистими утвореннями, потужністю 3 – 12 м, у середньому 6 м.

4) бучакське оточення представлено дрібнозернистими пісками, вуглистими глинами, і навіть змішаними піщано-глинистими вуглистими відкладеннями. Потужність бучакських відкладень змінюється від 5 до 26 м, в середньому становить 21 м (1).

Загальний річний об'єм розкривних робіт становить – 21984000 м³.

На Єристівському родовищі виїмково-навантажувальні роботи виконуються виїмково-навантажувальними машинами циклічної дії, а саме одноковшовими екскаваторами та навантажувачами. Найбільшого застосування у розкривних роботах зазнали драглайни, так звані крокуючі екскаватори (типу ЕК-11/70 та ЕК-14/50). Але інтенсивність розробки Єристівського кар'єру наштовхує на думку, щодо заміни їх на більш потужні механічні лопати (типу САТ 6060).

ЕК-11/70 – одноковшовий крокуючий екскаватор-драглайн. Його особливістю є знижений тиск на поверхню, що дає змогу працювати йому на відносно слабких ґрунтах. Особлива технологія переміщення за допомогою опорних «черевиків», оснащених гідроциліндрами, дає невелику швидкість переміщення (до 200 м/год), але чудову маневреність, тому екскаватори, що крокують, працюють у обмежених умовах і не втрачають продуктивність і ефективність. Обмеженням для використання машин серії ЕК можуть стати сильний (понад 25 м/с) вітер або низька (-30 ° С і нижче) температура[4].

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики ЕК-11/70

Місткість ковша	11 м ³
Довжина стріли	70 м
Найбільший радіус черпання	66,5 м
Найбільша глибина черпання	35 м
Найбільша висота розвантаження	27,5 м
Швидкість переміщення	0,2 км/год
Середній тиск на ґрунт:	
При роботі	95,7 кПа
При крокуванні	153,9 кПа
Найбільший допустимий ухил при крокуванні	10 град
Теоретична продуктивність	1070 м ³ /год
Конструктивна маса екскаватора	695000 кг

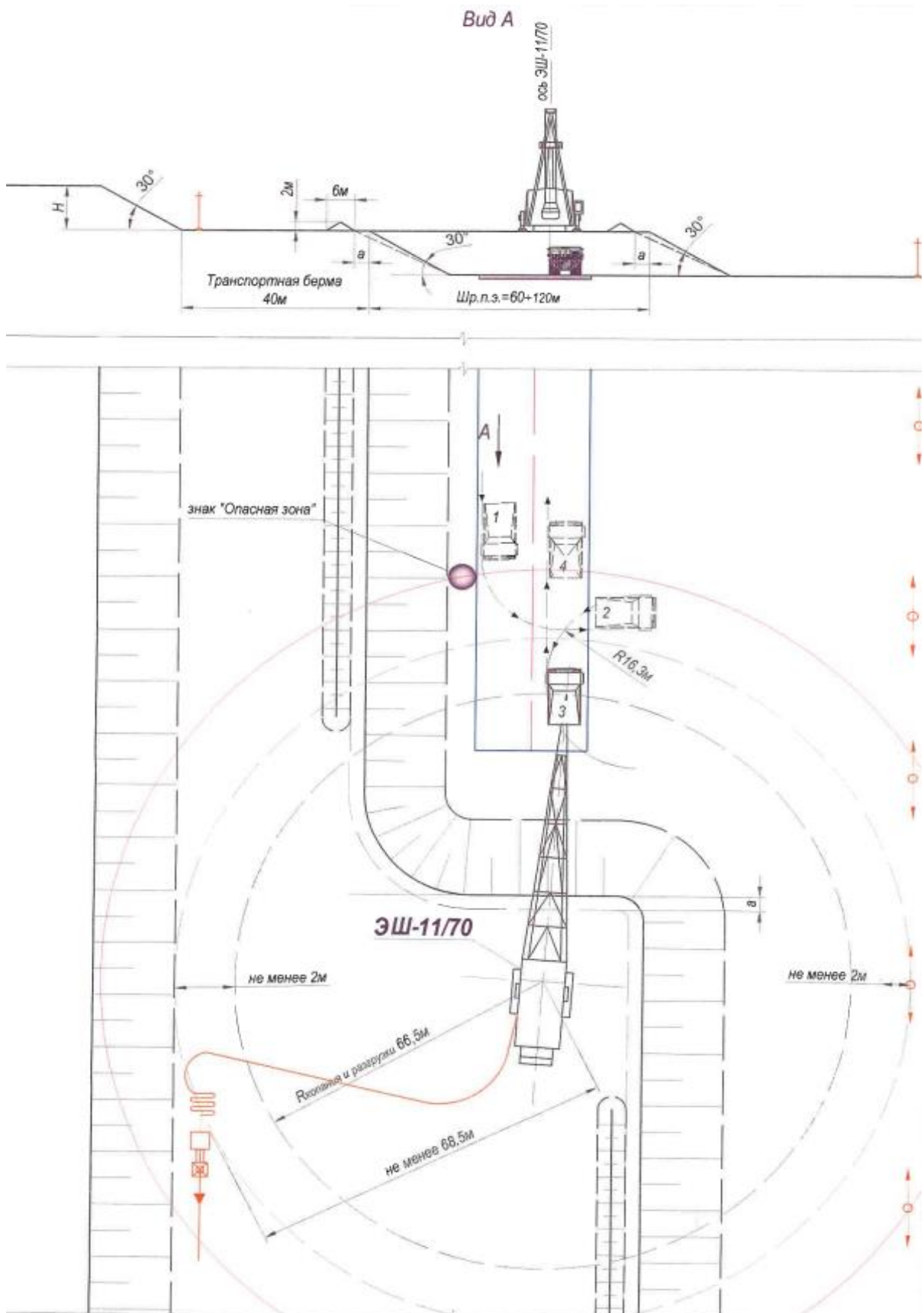


Рисунок 2.2 – Схема завантаження в автосамоскиди нижче рівня стояння екскаватора

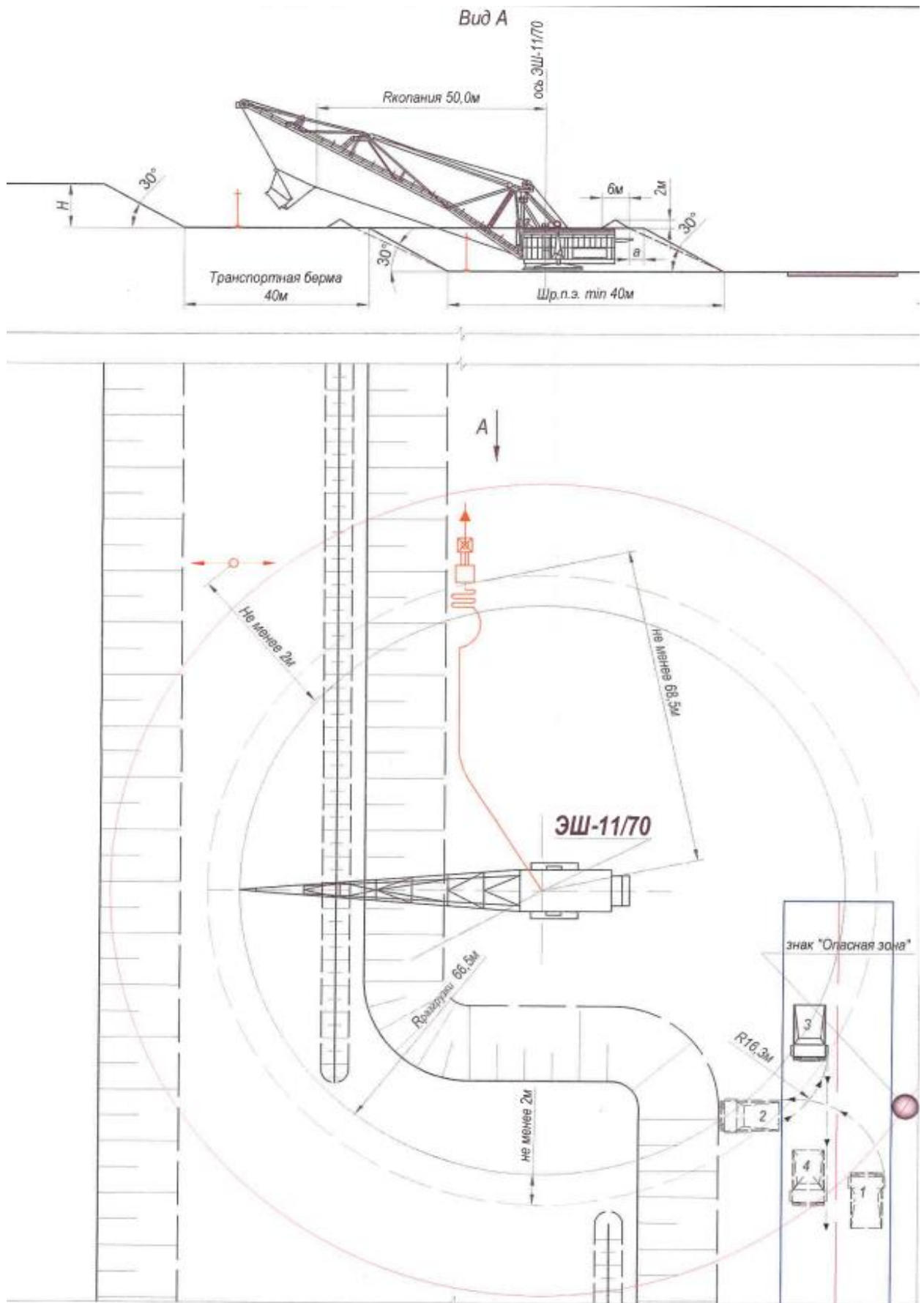


Рисунок 2.3 – Схема роботи екскаватора по розробці ґрунтів вище рівня стояння (за допомогою верхнього черпання)

Як можемо спостерігати, явна перевага ЕК-11/70 у варіаціях роботи, а саме розробка ґрунтів верхнім та нижнім черпанням, відповідно до паспортів (рисунки 2.2 – 2.3). Але застарілість моделі, невеликий об'єм ківша та складність завантаження у автосамоскиди ставить під сумнів продуктивність та все об'ємну експлуатацію на родовищі.

CAT 6060 – одноківшевий гідравлічний екскаватор з можливим об'ємом ківша до 34м³, що дозволяє завантажувати автосамоскиди за 4 заходи (типу CAT 793D) (таблиця 2.3). Екскаватор має продуктивну гідросистему з п'ятьма робочими контурами. Такий підхід сприяє раціональнішому розподілу енергії та дозволяє концентрувати гідравлічну потужність в місцях, де вона необхідна. Окремий контур для механізму повороту забезпечує високу точність управління на всіх режимах роботи [4] (рисунки 2.4 – 2.5).

Екскаватори CAT 6060 оснащуються кабіною підвищеної комфортності, яка створює для оператора всі умови для безпечного і зручного управління машиною. Ергономічне виконання органів управління сприяє високій продуктивності робіт

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики CAT 6060

Місткість ковша	34 м ³
Довжина стріли	8 м
Найбільший радіус черпання	16,4 м
Найбільша глибина черпання	2,7 м
Найбільша висота розвантаження	11,6 м
Швидкість переміщення	2 км/год
Середній тиск на ґрунт	244 кПа
Найбільший допустимий ухил при переміщенні	27,5 град
Теоретична продуктивність	3497 м ³ /год
Конструктивна маса екскаватора	546300 кг

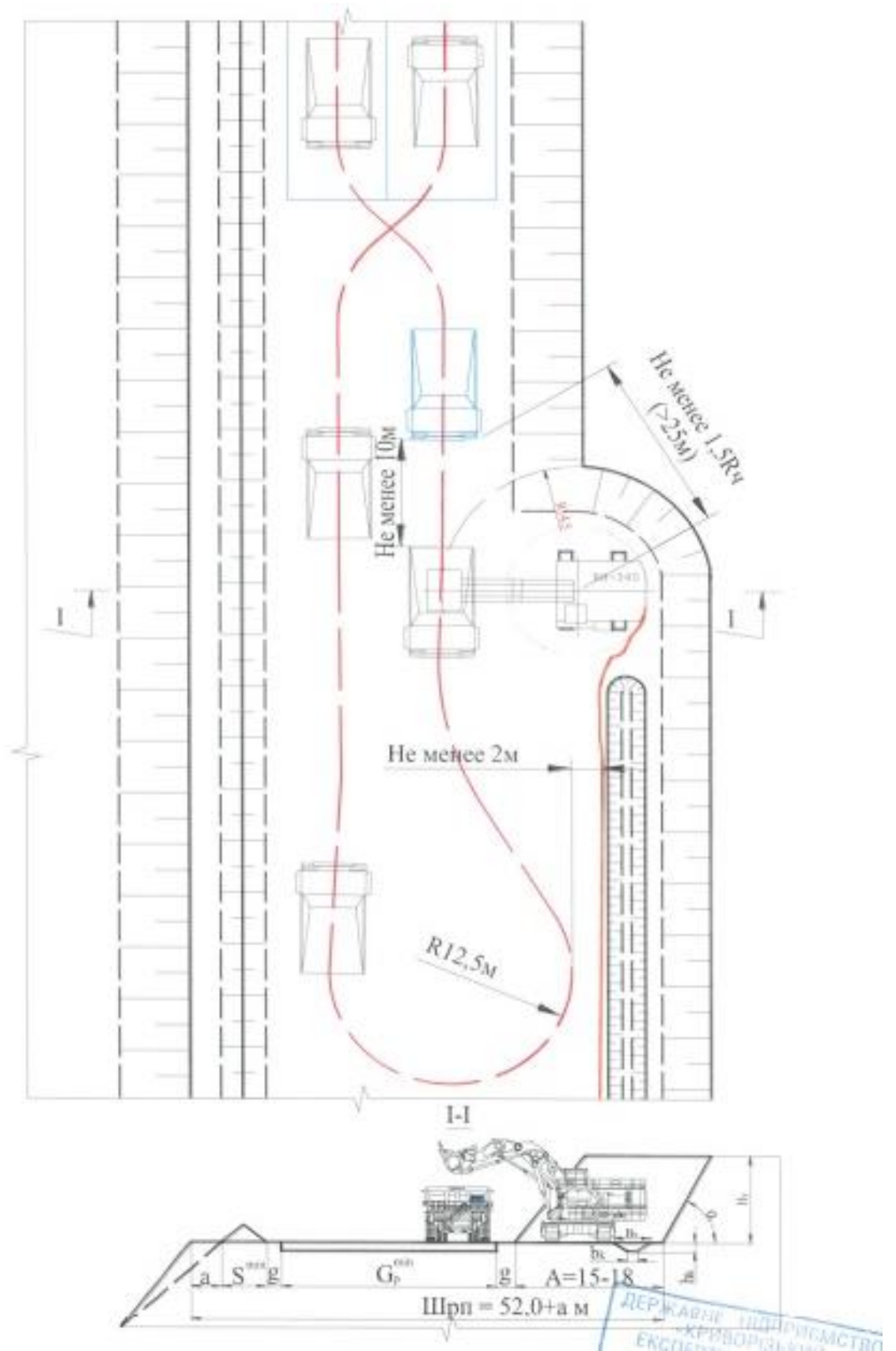


Рисунок 2.4 – Схема роботи екскаватора з кільцевим виїздом з під навантаження на м'яких породах

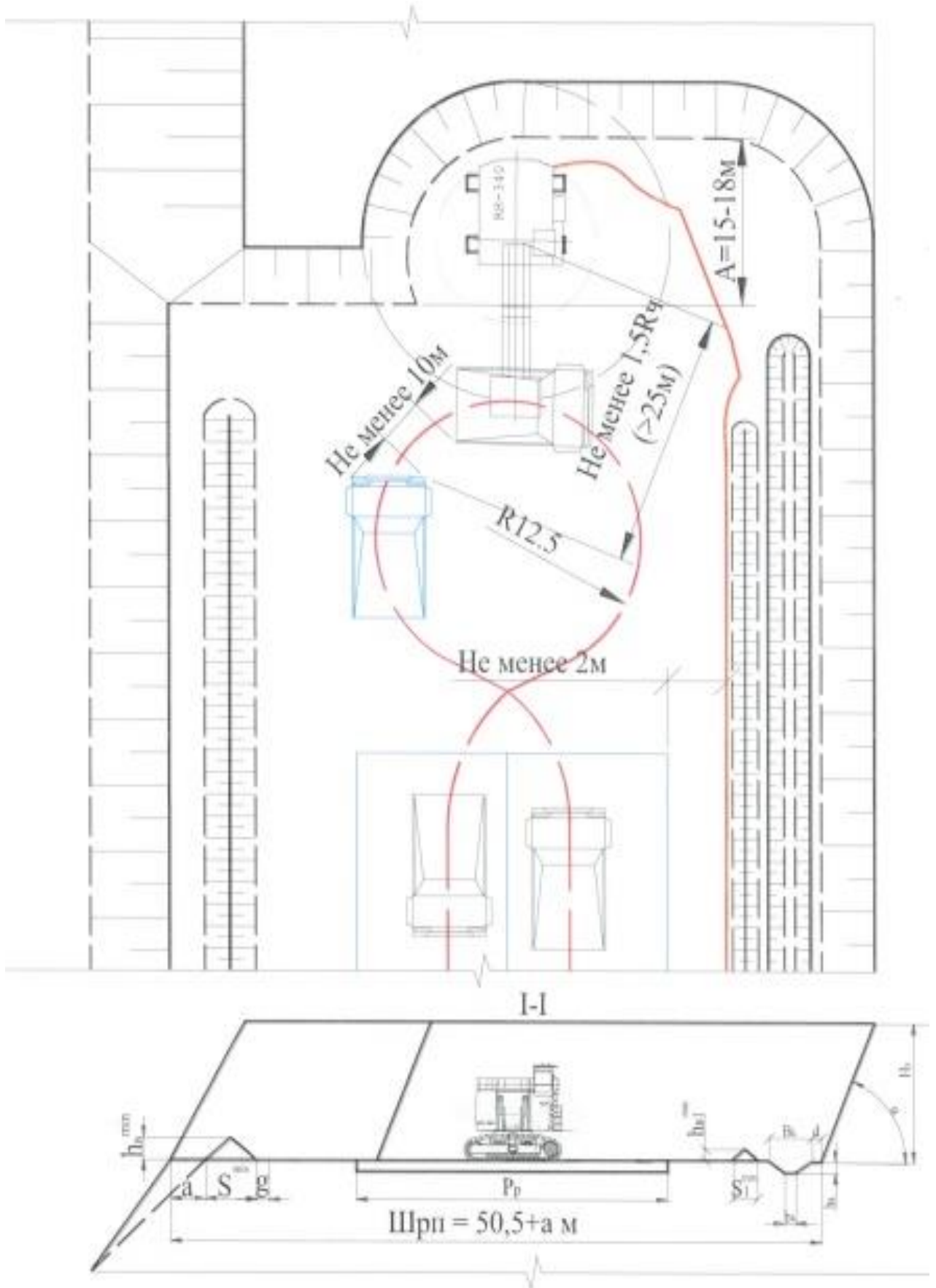


Рисунок 2.5 – Схема роботи екскаватора поперечними заходками і кільцевим під'їздом під навантаження на м'яких породах

2.4 Розрахунки параметрів схем при веденні розкривних робіт екскаваторами CAT 6060, ЕК-11/70

Розрахуємо ширину робочого майданчика для запропонованих екскаваторів:

CAT 6060

$$\text{Шрп мін.} = a + S + g + G_p + g + A$$

де: a – ширина призми обвалення робочого уступу,

$$a = h (\text{ctg } \alpha - \text{ctg } \beta);$$

α – кут стійкості відкосу уступу, по м'яким породам $\alpha = 30^\circ$;

β – кут стійкості відкосу робочого уступу, по м'яким породам $\beta = 45^\circ$;

$$a = 15 \times (\text{ctg } 30^\circ - \text{ctg } 45^\circ) = 11 \text{ м}$$

S – мінімальна ширина валу;

g – відстань від площадки для маневрів самоскидів до нижньої брівки вищележачого уступу, загороджувального валу;

G_p – мінімальна ширина проїздної частини двухполосної технологічної автодороги;

A – оптимальна ширина заходки екскаватора;

$$\text{Шрп мін.} = 11 + 5 + 1,5 + 24 + 1,5 + 17 = 60 \text{ м (рисунок 2.4)}$$

$$\text{Шрп мін.} = a + S + g + P_p + S + B_k + d$$

де: P_p – мінімальна ширина майданчика для маневрів самоскидів при кільцевому під'їзді під навантаження;

B_k – ширина дренажної канави зверху м'яких порід;

d – відстань від верхньої брівки дренажної канави до нижньої брівки уступу, до краю проїжджої частини;

A – оптимальна ширина заходки екскаватора;

$$\text{Шрп мін.} = 11 + 5 + 1,5 + 33 + 5 + 4 + 1 = 60,5 \text{ м (рисунок 2.5)}$$

ЕК-11/70

$$\text{Шрп мін.} = a + S + A_{\max}$$

a – ширина призми обвалення робочого уступу,

$$a = h (\text{ctg } \alpha - \text{ctg } \beta);$$

$$a = 10 (\text{ctg } 30^\circ - \text{ctg } 45^\circ) = 7,3 \text{ м}$$

S – мінімальна ширина валу;

A_{\max} – максимально можлива ширина заходки драглайна (6)

$$A_{\max} = R_{\text{ч. max}} (\sin \omega_1 + \sin \omega_2)$$

$$A_{\max} = 66,5 (\sin 35^\circ + \sin 35^\circ) = 76,2 \text{ м}$$

$$\text{Шрп мін.} = a + S + A_{\max}$$

$$\text{Шрп мін.} = 7,3 + 6 + 76,2 = 89,5 \text{ м (рисунок 2.2)}$$

$$\text{Шрп мін.} = A_{\max} + L_{\text{сам.}} + G_p + d + a \text{ (нижня)}$$

де: $L_{\text{сам.}}$ – довжина автосамоскиду;

G_p – мінімальна ширина проїздної частини двухполосної технологічної автодороги;

d – відстань від верхньої брівки дренажної канави до нижньої брівки уступу, до края проїздної частини;

$$\text{Шрп мін.} = 66,5 + 13,6 + 24 + 1 + 7,3 = 121,9 \text{ м (рисунок 2.3)}$$

Верхня ширина робочого майданчика не використовується при роботі і є транспортною бермою (40 м), відповідно до паспорту роботи.

Далі ми розраховуємо виймально-навантажувальні роботи:

Теоретична продуктивність:

$$Q_{\text{екс}}^m = \frac{3600 \times E}{t_{\text{ц}}}, \text{ м}^3 / \text{годину}$$

де E - ємність ковша екскаватора, м^3 ;

$t_{\text{ц}}$ - теоретична тривалість робочого циклу, с.

Для екскаватора САТ6060 :

$$Q_{\text{САТ6060}}^{\text{т}} = \frac{3600 \times E}{t_{\text{ц}}} = \frac{3600 \times 34}{35} = 3497 \text{ м}^3 / \text{годину};$$

Для екскаватора ЕК-11/70

$$Q_{\text{ЕК-11/70}}^{\text{т}} = \frac{3600 \times E}{t_{\text{ц}}} = \frac{3600 \times 11}{37} = 1070 \text{ м}^3 / \text{годину}.$$

Технічна продуктивність:

$$Q_{\text{екс}}^{\text{тех}} = \frac{Q_{\text{м}} \times K_{\text{н}} \times K_{\text{з}} \times K_{\text{тв}}}{K_{\text{р}}}, \text{ м}^3 / \text{годину}$$

де $K_{\text{н}}$ - коефіцієнт наповнення ковша екскаватора;

$K_{\text{тв}}$ - коефіцієнт технології виїмки;

$K_{\text{з}}$ - коефіцієнт забою, що враховує вплив допоміжних операцій;

$K_{\text{р}}$ - коефіцієнт розпушення в ковші.

Для екскаватора САТ6060:

$$Q_{\text{САТ6060}}^{\text{тех}} = \frac{Q_{\text{м}} \times K_{\text{н}} \times K_{\text{з}} \times K_{\text{тв}}}{K_{\text{р}}} = \frac{3497 \times 0,7 \times 0,9 \times 0,83}{1,2} = 1524 \text{ м}^3 / \text{годину}.$$

Для екскаватора ЕК-11/70

$$Q_{\text{ЕК-11/70}}^{\text{тех}} = \frac{Q_{\text{м}} \times K_{\text{н}} \times K_{\text{з}} \times K_{\text{тв}}}{K_{\text{р}}} = \frac{1070 \times 0,7 \times 0,9 \times 0,83}{1,2} = 466 \text{ м}^3 / \text{годину};$$

Експлуатаційна продуктивність:

$$Q_{\text{ексз}}^{\text{э}} = Q_{\text{екс}}^{\text{тех}} \times T_{\text{см}} \times K_{\text{и}}$$

де $T_{\text{см}}$ - тривалість зміни, год;

$K_{\text{и}}$ - коефіцієнт використання екскаватора в часі ($K_{\text{и}} = 0,6 \div 0,8$).

Для екскаватора САТ6060:

$$Q_{\text{САТ6060}}^{\text{э}} = Q_{\text{САТ6060}}^{\text{тех}} \times T_{\text{см}} \times K_{\text{и}} = 1524 \times 11 \times 0,7 = 11735 \text{ м}^3 / \text{зміну};$$

Для екскаватора ЕК-11/70

$$Q_{\text{ЕК-11/70}}^{\circ} = Q_{\text{ЕК-11/70}}^{\text{тех}} \times T_{\text{см}} \times K_{\text{и}} = 466 \times 11 \times 0,7 = 3588 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Добова продуктивність:

$$Q_{\text{екс}}^{\text{доб.}} = Q_{\text{екс}}^{\text{е}} \times n_{\text{змін}}, \text{ м}^3/\text{добу};$$

де : $Q_{\text{екс}}^{\text{е}}$ – експлуатаційна продуктивність екскаватора $\text{м}^3/\text{добу}$; $n_{\text{змін}}$ – кількість змін.

Для екскаватора САТ6060:

$$Q_{\text{екс}}^{\text{доб.}} = Q_{\text{САТ6060}}^{\text{е}} \times n_{\text{змін}} = 11735 \times 2 = 23470 \text{ м}^3/\text{добу};$$

Для екскаватора ЕК-11/70:

$$Q_{\text{екс}}^{\text{доб.}} = Q_{\text{ЕК-11/70}}^{\text{е}} \times n_{\text{змін}} = 3558 \times 2 = 7116 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Річна продуктивність:

$$Q_{\text{екс}}^{\text{річ.}} = Q_{\text{екс}}^{\text{доб.}} \times n_{\text{роб.д.р.}}, \text{ м}^3/\text{рік}$$

де: $Q_{\text{екс}}^{\text{доб.}}$ – добова продуктивність екскаватора, $\text{м}^3/\text{добу}$; $n_{\text{роб.д.р.}}$ – кількість робочих днів на рік.

Для екскаватора САТ6060:

$$Q_{\text{САТ6060}}^{\text{річ.}} = Q_{\text{САТ6060}}^{\text{доб.}} \times n_{\text{роб.д.р.}} = 23470 \times 365 = 8566550 \text{ м}^3/\text{рік};$$

Для екскаватора ЕК-11/70:

$$Q_{\text{ЕК-11/70}}^{\text{річ.}} = Q_{\text{ЕК-11/70}}^{\text{доб.}} \times n_{\text{роб.д.р.}} = 7116 \times 365 = 2597340 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Кількість екскаваторів:

$$n_{\text{екс}} = \frac{Q_{\text{річ.розк.}}}{Q_{\text{річ.екс}}}, \text{ одиниць}$$

де : $Q_{\text{річ.розк.}}$ – річна продуктивність кар'єру згідно до плану (м^3); $Q_{\text{річ.екс}}$ – річна продуктивність екскаватора ($\text{м}^3/\text{рік}$).

Для екскаватора САТ6060:

$$n_{\text{екс}} = \frac{Q_{\text{річ.розк.}}}{Q_{\text{річ.екс}}} = \frac{21984000}{8566550} = 2,5 \text{ одиниці}$$

Для екскаватора ЕК-11/70:

$$n_{\text{екс}} = \frac{Q_{\text{річ.розк.}}}{Q_{\text{річ.екс}}} = \frac{21984000}{2597340} = 8,4 \text{ одиниці}$$

2.5 Організація гірничих робіт з виконання прийнятих технологічних рішень

Для забезпечення безпечного ведення гірничих робіт, а також для підвищення продуктивності в кар'єрі, підприємством розробляються і затверджуються в встановленому порядку паспорта робіт основного і допоміжного гірничого обладнання[7].

В прийнятих паспортах вказуються допустимі параметри робочих майданчиків, транспортних та запобіжних берм, кутів відкосу, висоти уступу, призми обвалення, відстань від гірничого і транспортного обладнання, заходи щодо безпеки та охорони праці, правила поведінки робочих і спеціалістів при виконанні робіт. Все вищезазначене дає змогу правильно і, головне безпечно, організувати роботу нового та вже наявного обладнання. В даний перелік також входять і прийняті вище екскаватори[10].

Організація роботи екскаватору, типу ЕК-11/70 дещо відрізняється від порівнюваного з ним САТ 6060. Але суттєво, ми не зазнаємо відчутних втрат у швидкості організації роботи, тим паче, що підвищена продуктивність САТ 6060 в будь якому випадку повністю себе виправдовує (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Продуктивність екскаваторів

Види продуктивності	ЕК-11/70	САТ 6060
Теоретична	1070 м ³ /годину	3497 м ³ /годину
Технічна	466 м ³ /годину	1524 м ³ /годину
Експлуатаційна	3588 м ³ /зміну	11735 м ³ /зміну
Добова	7116 м ³ /добу	23470 м ³ /добу
Річна	2597340 м ³ /рік	8566550 м ³ /рік

2.6 Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень (розрахунок собівартості технологічного процесу)

Проводимо розрахунок експлуатаційних і капітальних витрат на виїмково-навантажувальні роботи [5].

Для порівняння варіантів приймаємо:

базовий: екскаватор – ЕК-11/70 (з ємкістю ковша 11 м³).

проектний: екскаватор – САТ 6060 (з ємкістю ковша 34 м³).

Таблиця 2.5 – Розрахунок фонду заробітної плати по базовому варіанту

Професія	Оклад, тариф, грн.	Чисельність		Місячний фонд з/п	Нічні		Премія		Загальний ФЗП за місяць, грн	Загальний ФЗП за рік, грн
		За зміну	За добу		%	Сума	%	Сумма		
Гірничий майстер	12 000	1	2	24 000	40	4 800	30	7 200	36 000	432 000
Машиніст екскаватора ЕК-11/70	10 000	8	16	160 000	40	4 000	30	48 000	212 000	2 544 000
Помічник машиніста екскаватора	8 000	8	16	128 000	40	3 200	30	38 400	169 600	2 035 200
Водій автосамоскида	10 000	3	6	60 000	40	4 000	30	18 000	82 000	984 000
ВСЬОГО		20	40	372 000		16 000		93 600	499 600	5 995 200

Таблиця 2.6 – Розрахунок фонду заробітної плати по проектному варіанту

Професія	Оклад, тариф, грн.	Чисельність		Місячний фонд з/п	Нічні		Премія		Загальний ФЗП за місяць, грн	Загальний ФЗП за рік, грн
		За зміну	За добу		%	Сума	%	Сумма		
Гірничий майстер	12 000	1	2	24 000	40	4 800	30	7 200	36 000	432 000
Машиніст екскаватора САТ 6060	10 000	3	6	60 000	40	4 000	30	18 000	82 000	984 000
Помічник машиніста екскаватора	8 000	3	6	48 000	40	3 200	30	14 400	65 600	787 200
Водій автосамоскида	10 000	5	10	100 000	40	4 000	30	30 000	134 000	1 608 000
ВСЬОГО		12	24	232 000		16 000		39 600	317 600	3 811 200

Таблиця 2.7 – Розрахунок витрат на електроенергію по базовому варіанту

Споживачі	К-ть	Встановлена потужність, кВт	Загальна встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт завантаження	Споживана потужність, кВт	К-ть годин	Витрати електроенергії		КК Д мережі	Загалом з урахуванням втрат, кВт	Тариф	Вартість електроенергії за рік, грн.
							за добу	за місяць				
ЕК-11/70	8	1250	10000	0,8	8000	20	160000	4800000	0,95	5052631,6	4,4	266 778 947
Всього												266 778 947
Невраховане обладнання 7 %												18 674 526
РАЗОМ												285 453 474

Таблиця 2.8 – Розрахунок витрат на електроенергію по проектному варіанту

Споживачі	К-ть	Встановлена потужність, кВт	Загальна встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт завантаження	Споживана потужність, кВт	К-ть годин	Витрати електроенергії		КК Д мережі	Загалом з урахуванням втрат, кВт	Тариф	Вартість електроенергії за рік, грн.
							за добу	за місяць				
САТ 6060	3	1800	5400	0,8	4320	20	86400	2592000	0,95	2728421,1	4,4	144 060 632
Всього												144 060 632
Невраховане обладнання 7 %												10 084 244
РАЗОМ												154 144 876

Таблиця 2.9 – Витрата і вартість матеріалів по базовому варіанту

Вид матеріала	Одиниця вимірювання	Норма витрат	Заплановані втрати	Ціна одиниці, грн	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6
Канат підйомний	п.м.	0,03	659,5	20000	13 190 400,0
Зуби ковша	шт.	0,02	439,7	5000	2 198 400,0
Мастильні матеріали, масло	л.	100	1 348 240,0	88	118 645 120,0
Паливо	л.	1257	917 610,0	55	50 468 550,0
Всього					184 502 470,0
Інші матеріали разового використання – 1,5 %					2 767 537,1
Матеріали довготривалого використання – 5 %					9 225 123,5
Невраховані матеріали – 2,5 %					4 612 561,8
РАЗОМ					201 107 692,3

Таблиця 2.10 – Витрата і вартість матеріалів по проектному варіанту

Вид матеріала	Одиниця вимірювання	Норма витрат	Заплановані втрати	Ціна одиниці, грн	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6
Зуби ковша	шт.	0,02	439,7	5000	2 198 400,0
Мастильні матеріали, масло	л.	100	2 198 400,0	88	193 459 200,0
Паливо	л.	2023	1 476 790,0	55	81 223 450,0
Всього					276 881 050,0
Інші матеріали разового використання – 1,5 %					4 153 215,8
Матеріали довготривалого використання – 5 %					13 844 052,5
Невраховані матеріали – 2,5 %					6 922 026,3
РАЗОМ					301 800 344,5

Таблиця 2.11 – Балансова вартість устаткування і амортизаційні відрахування по базовому варіанту

Назва обладнання	Кількість	Балансова вартість одиниці, грн	Загальна балансова вартість, грн	Сума амортизаційних відрахувань, грн
ЕК-11/70	8	22 400 000	179 200 000	35 840 000
ВСЬОГО				35 840 000

Таблиця 2.12 – Балансова вартість устаткування і амортизаційні відрахування по проєктному варіанту

Назва обладнання	Кількість	Балансова вартість одиниці, тис. грн	Загальна балансова вартість, тис. грн	Сума амортизаційних відрахувань, тис. грн
САТ 6060	3	64 000 000	192 000 000	38 400 000
ВСЬОГО				38 400 000

Таблиця 2.12 – Калькуляція питомих витрат на розкривні роботи

Елементи витрат	Сума витрат, грн.		±	%
	базова	проєктна		
Заробітня платня	5 995 200	3 811 200	2 184 000	36,4
Нарахування на зарплату 22 %	1 318 944	838 464	480 480	36,4
Матеріали	201 107 692	301 800 345	-100 692 652	-50,1
Амортизація	35 840 000	38 400 000	-2 560 000	-100,0
Електроенергія	285 453 474	154 144 876	131 308 598	46,0
Витрати на плановий ремонт обладнання	1 568 000	4 480 000	-2 912 000	-185,7
Всього	531 283 310	503 474 884	27 808 426	5,2
СОБІВАРТІСТЬ, грн/т	32	30	2	5,2

В результаті техніко-економічних розрахунків при порівнянні використання двох варіантів виїмково-навантажувального устаткування видно, що застосування новішого устаткування більш вигідне, у більшості за рахунок витрати електропостачання і економії коштів на проведення планового ремонту. В результаті розрахунків бачимо, що собівартість виїмково-навантажувальних робіт знижується на 2 грн/м³[8]. Загальна річна економія складе:

$$E = 2 \times 21984000 \approx 44 \text{ млн. грн/рік}$$

3. КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ

3.1 Наявне транспортне устаткування

Розробка кар'єру ведеться на автомобільний транспорт з зовнішнім відвалоутворенням: породи розкриву вивозяться в Західні відвали по західній системі з'їздів, і у відвал А6 (2 етап) — по східній. Навантаження гірничої маси в кар'єрі здійснюється безпосередньо з вибою в автосамоскиди Caterpillar 793D вантажопідйомністю 220 т.

На теперішній час забезпечений транспортний зв'язок робочої зони кар'єру з поверхнею за двома системами з'їздів – східної і західної. Гірничі виробки пов'язані з розкриттям родовища, пройдені в південній частині кар'єрного поля по м'яким і скельним породам розкриву з утворенням майданчиків на горизонтах 60 м, 43 м, 23 м, 10 м, ±0 м, мінус 15 м, мінус 30 м, мінус 45 м, мінус 60 м, мінус 90 м і мінус 105 м. В залежності від морфології та подошви водо насичених порід, в кар'єрі, додатково введені в експлуатацію проміжні горизонти.

Для технологічних доріг в кар'єрі, призначених для руху великовагових самоскидів, приймаються проектні параметри поперечного профілю, що керуються таблицею 7.19 (СОУ-Н МПП 73.020-078-2: 2008), з урахуванням особливо складних умов. Особливо складні умови включають рельєфні, геологічні та гідрологічні умови для гірничих робіт.

На технологічних дорогах і тимчасових виїздах в кар'єр і на сміттєзвалищах для забезпечення безпеки руху транспортних засобів, з боку розвиненого простору на їх узбіччях доріг передбачений паркан у вигляді орієнтуючого валу гірничих порід. Висота валу становить 1/2 діаметра колеса розрахованого автомобіля.

Дороги в кар'єрі характеризуються чергуванням спусків і підйомів, наявністю кривих і поворотів. Мінімальні радіуси кругових кривих в плані відповідають двом конструктивним радіусам обертання по передньому колесу самоскида.

Покриття технологічних доріг в кар'єрі забезпечується з декількох шарів щебню різних фракцій, укладається методом заклинювання при ретельному ущільненні.

3.2 Розрахунки транспортного комплексу

При роботі порівнювались екскаватори ЕК-11/70 та САТ 6060, що задіяні в розкривних роботах. Визначення потреби в автосамоскидах при розрахунках відбувається окремо [6].

Продуктивність автомобіля визначається його вантажопідйомністю і тривалістю рейсу[10].

Час рейсу, хв,

$$T = t_{\text{дв}} + \theta = \frac{1}{k_c} * 60 \sum \frac{l_i}{V_i} + \theta,$$

де $t_{\text{дв}}$ - час руху автомобіля потягом рейсу; k_c - коефіцієнт швидкості, що враховує зниження технічної швидкості автомобіля з різних причин; l_i - довжина і-го елемента профілю, км; V_i - технічна швидкість руху по і-му елементі профілю обох напрямків (вантажного і порожнякового), км/год; θ - тривалість кінцевих операцій, хв,

$$\theta = t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + t_{\text{м}} + t_{\text{ож}},$$

де $t_{\text{п}}$, $t_{\text{р}}$, $t_{\text{м}}$, $t_{\text{ож}}$ – час навантажування, розвантаження, маневрів і очікування в пунктах навантаження і розвантаження машин.

Приймаємо середні швидкості руху по дорозі – 25 км/год. Довжина цієї дороги в одному напрямку становить 2,75 км. Коефіцієнт швидкості приймаємо рівним одиниці.

Час руху в обох напрямках, хв:

$$t_{\text{дв}} = 2 * 60 * \frac{2,75}{25} = 13,2$$

ЕК-11/70

Тривалість кінцевих операцій:

Час навантажування, хв

$$t_{\text{п}} = \frac{n_k t_{\text{ц}}}{60} = \frac{17 * 37}{60} = 10,4,$$

де n_k – кількість ковшів екскаватора, які можливо завантажити в автосамоскид;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу екскавації;

Час розвантаження – 1,5 хв,

Час маневрів – 0,4 хв,

Час очікування навантаження – 2 хв.

Усього на кінцеві операції затрачається, хв:

$$\theta = 10,4 + 1,5 + 0,8 + 2 = 14,7.$$

Тривалість рейсу, хв:

$$T = 13,2 + 14,7 = 27,9.$$

Приймаємо 28 хв.

Змінна продуктивність автомобіля, т/зміну:

$$Q_{\text{зм}} = \frac{k_{\Gamma} m_{\text{н}} 60 t_{\text{зм}} k_{\text{в}}}{T} = \frac{1,14 * 220 * 60 * 12 * 0,8}{28} = 5159$$

де $t_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни;

$k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання змінного часу;

k_{Γ} – коефіцієнт використання вантажопідйомності:

$$k_{\Gamma} = \frac{k_{\text{ш}} V_{\Gamma} \rho_{\text{ц}}}{k_{\text{р}} m_{\text{н}}} = \frac{1 * 170 * 2}{1,35 * 220} = 1,14,$$

де $k_{\text{ш}}$ – коефіцієнт заповнення об'єму кузова машини; V_{Γ} – геометричний об'єм кузова, м³; $\rho_{\text{ц}}$ – щільність гірничої породи в цілику, т/м³; $k_{\text{р}}$ – коефіцієнт розпушення гірничої породи.

Кількість рейсових автомобілів, що обслуговують один екскаватор:

розраховане по кількості рейсів, що автомобіль може виконати за зміну:

$$n_{\text{рейс.і}} = \frac{K Q_{\text{зм.і}} T_{\text{і}}}{60 m t_{\text{зм}} k_{\text{в}}} = \frac{3588 * 2 * 1,15 * 28}{60 * 249,3 * 12 * 0,8} = 1,6,$$

де $Q_{\text{зм.і}}$ – змінна продуктивність і-го навантажувального пункту, т; K – коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку; $T_{\text{і}}$ – тривалість рейсу для і-го пункту навантаження, хв; m – дійсна вантажопідйомність машини, т.

Дійсна вантажопідйомність машини, т

$$m = \frac{n_k V_k k_{\text{н.к}} \rho_{\text{ц}}}{k_{\text{р.к}}} = \frac{17 * 11 * 0,9 * 2}{1,35} = 249,3$$

розраховане по тривалості навантаження і часу рейсу

$$n_{\text{рейс}} = 1 + \frac{[t_{\text{дв}} + t_{\text{р}} + t_{\text{ож}}]}{t_{\text{п}} + t_{\text{м}}} = 1 + \frac{[13,2 + 1,5 + 2]}{10,4 + 0,8} = 3$$

Приймаємо 3 рейсових машини CAT 793D для обслуговування одного екскаватора ЕК-11/70.

Інвентарний парк машин:

$$n_{\text{інв}} = k_{\text{інв}} * n_{\text{роб}} = 1,3 * 3 = 4, \text{ де}$$

$k_{\text{інв}}$ – коефіцієнт інвентарності, що враховує резервні машини і машини, що знаходяться на ремонті.

CAT 6060

Тривалість кінцевих операцій:

Час навантажування, хв

$$t_{\text{п}} = \frac{n_{\text{к}} t_{\text{ц}}}{60} = \frac{4 * 35}{60} = 2,3,$$

де $n_{\text{к}}$ – кількість ковшів екскаватора, які можливо завантажити в автосамоскид;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу екскавації;

Час розвантаження – 1,5 хв,

Час маневрів – 0,4 хв,

Час очікування навантаження – 2 хв.

Усього на кінцеві операції затрачається, хв:

$$\theta = 2,3 + 1,5 + 0,8 + 2 = 6,6.$$

Тривалість рейсу, хв:

$$T = 13,2 + 6,6 = 19,8.$$

Приймаємо 20 хв.

Змінна продуктивність автомобіля, т/зміну:

$$Q_{\text{зм}} = \frac{k_{\text{Г}} m_{\text{н}} 60 t_{\text{зм}} k_{\text{В}}}{T} = \frac{1,14 * 220 * 60 * 12 * 0,8}{20} = 7223$$

де $t_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни;

$k_{\text{В}}$ – коефіцієнт використання змінного часу;

$k_{\text{Г}}$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності:

$$k_{\Gamma} = \frac{k_{\text{ш}} V_{\Gamma} \rho_{\text{ц}}}{k_{\text{р}} m_{\text{н}}} = \frac{1 \cdot 170 \cdot 2}{1.35 \cdot 220} = 1.14,$$

де $k_{\text{ш}}$ – коефіцієнт заповнення об'єму кузова машини; V_{Γ} – геометричний об'єм кузова, м³; $\rho_{\text{ц}}$ – щільність гірничої породи в цілику, т/м³; $k_{\text{р}}$ – коефіцієнт розпушення гірничої породи.

Кількість рейсових автомобілів, що обслуговують один екскаватор:
розраховане по кількості рейсів, що автомобіль може виконати за зміну:

$$n_{\text{рейс.і}} = \frac{K Q_{\text{з.і}} T_{\text{і}}}{60 m t_{\text{з.к}} k_{\text{в}}} = \frac{11735 \cdot 2 \cdot 1,15 \cdot 20}{60 \cdot 191,4 \cdot 12 \cdot 0,8} = 4,89,$$

де $Q_{\text{з.і}}$ – змінна продуктивність і-го навантажувального пункту, т; K – коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку; $T_{\text{і}}$ – тривалість рейсу для і-го пункту навантаження, хв; m – дійсна вантажопідйомність машини, т.

Дійсна вантажопідйомність машини, т

$$m = \frac{n_{\text{к}} V_{\text{к}} k_{\text{н.к}} \rho_{\text{ц}}}{k_{\text{р.к}}} = \frac{4 \cdot 34 \cdot 0,95 \cdot 2}{1,35} = 191,4$$

розраховане по тривалості навантаження і часу рейсу

$$n_{\text{рейс}} = 1 + \frac{[t_{\text{дв}} + t_{\text{р}} + t_{\text{ож}}]}{t_{\text{п}} + t_{\text{м}}} = 1 + \frac{[13,2 + 1,5 + 2]}{6,6 + 0,8} = 2,25$$

Приймаємо 3 рейсових машини CAT 793D для обслуговування одного екскаватора ЕК-11/70.

Інвентарний парк машин:

$$n_{\text{інв}} = k_{\text{інв}} \cdot n_{\text{роб}} = 1,3 \cdot 5 = 7, \text{ де}$$

$k_{\text{інв}}$ – коефіцієнт інвентарності, що враховує резервні машини і машини, що знаходяться на ремонті (8).

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці на гірничому підприємстві

У цьому розділі наведено основні складові охорони праці та техніки безпеки щодо роботи Єристовського кар'єру.

Забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями, медичним та оздоровчо-профілактичним обслуговуванням передбачається здійснювати за наступною схемою.

Кар'єр, що є в експлуатації, є діючим підрозділом у складі гірничо-збагачувального комбінату, тому штат працівників передбачено забезпечувати санітарно-побутовими приміщеннями, раніше побудованими та діючими в даний час.

Медичне обслуговування працівників здійснюється у поліклініці на проммайданчику комбінату.

Забезпечення харчуванням здійснюється через мережу діючих та пересувних їдалень; а також у діючих комбінатах для прийому їжі, обладнаних холодильниками, кип'ятильниками та наявністю гарячою та холодною води.

Оздоровлення працівників передбачається у профілакторії гірничо-збагачувального комбінату з дотриманням режиму праці та відпочинку.

Забезпечення робітників спецодягом, взуттям, спеціальними захисними пристроями здійснюється відповідно до вимог ДНАОП 1.2.90-1.01-94 та місцевих інструкцій та норм, розроблених та затверджених керівництвом Єристовського гірничо-збагачувального комбінату.

Доставка працівників до робочих місць здійснюється спеціалізованим автотранспортом підприємства, що є в наявності. Проїзд робітників комбінату від місць постійного проживання на проммайданчик гірничо-збагачувального комбінату здійснюється транспортом загальноміського користування та частково автобусами підприємства.

4.2 Вимоги до режиму безпеки та охорони праці відповідно до завдання

При веденні гірничих робіт у кар'єрі, на відвалах та перевантажувальному майданчику відбувається пилоутворення при навантаженні гірничої маси в транспортні засоби, розвантаженні та укладання її у відвали, бурінні вибухових свердловин, здуванні пилу з бортів кар'єру.

Для зниження кількості пилу у районі робочих місць передбачено такі засоби:

- полив водою (зрошення) екскаваторних вибоїв, на перевантажувальних майданчиках та на відвалах установками на гідропоїздах та спеціальними поливальними машинами, витрата води, яка сягає 30 л на 1м³ гірничої маси. Періодичність зрошення вибоїв – 2 рази на добу, у разі недосягнення необхідного ефекту при зрошенні вибоїв у період підвищеної температури повітря періодичність зрошення має бути збільшена до 3-4 разів на добу;
- заходи щодо скорочення шкідливих викидів в атмосферу та зниження впливу сейсмічних коливань під час проведення масових вибухів у кар'єрі;
- пиловловлення при бурінні свердловин повітряно-водяною сумішшю передбачено установками, що комплексно поставляються з буровими верстатами;
- полив автошляхів та майданчиків біля вибоїв навантаження гірничої маси, відповідно до норм технологічного проєктування підприємств чорної металургії, витрата води становить 0,5 л/м² з інтервалом обробки 1-4 години залежно від погодних умов;
- підтримка герметичності кабін машиністів гірничо-транспортного обладнання;

Проєктом передбачено придбання нового гірничо-транспортного обладнання, що серійно випускається, яке за своїми характеристиками відповідає вимогам з герметичності кабін, що не допускають проникнення пилу всередину. При замовленні нового гірничо-транспортного обладнання до комплекту постачання необхідно включити оснащення кабін кондиціонерами.

Для діючого обладнання передбачається виконання графіків планово-попереджувальних ремонтів обладнання з обов'язковою перевіркою ізоляції та

герметичності кабін, регулярним прибиранням кабін від пилу (вимога п.478 ДНАОП 1.2.90-1.01-94).

В умовах цілодобової роботи глибоких кар'єрів з багатьма робочими горизонтами, застосування великовантажних транспортних засобів, вантажних механізмів з великою ємністю ковша, інтенсивним завантаженням транспортних комунікацій з паралельним виконанням буро-вибухових робіт, що характерно для Єристівського кар'єру, передбачається низка заходів щодо запобігання.

Питання техніки безпеки під час гірничих робіт регламентуються “Правилами безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом”, Київ, 1994 рік (ДНАОП 1.2.90-1.01-94) та “Єдиними правилами безпеки під час вибухових робіт”, 1992 рік (ДНАОП 0.00- 1.17-92).

Основними вимогами цих правил є:

- управління гірничо-транспортним обладнанням, рухомим складом здійснюється лише особами, які пройшли спеціальне навчання, що мають посвідчення на право керування відповідними механізмами;
- обладнання має бути справне, що пройшло огляд, профілактичний та планово-попереджувальний ремонт згідно з графіками розробленими та затвердженими відповідними службами підприємства;
- у нічний час та за поганої видимості, робочі майданчики, залізничні колії, автодороги, робочі місця, переїзди та пішохідні проходи повинні бути освітлені;
- особлива увага має звертатися на освітлення залізничних колій та автошляхів, прокладених по бортах кар'єру, де можливі обвалення порід;
- для забезпечення безпеки руху поїздів необхідно суворо стежити за справним станом пристроїв СЦБ, зв'язку, електричної централізації стрілочних переказів;
- необхідно постійно стежити за станом верхньої будови залізничних колій, своєчасно проводити регулювання стикових зазорів, закріплення від угону, запобігати розширенню колії, а також стежити за станом автошляхів, застосовувати в зимовий час матеріали для запобігання ковзанню.

Повинні виконуватись й інші вимоги ДНАОП 1.2.90-1.01-94 щодо дотримання вимог безпечної роботи в умовах кар'єру (1)

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі було досліджено використання сучасних екскаваторів в умовах діючого кар'єру «Єристівського ГЗК». Було порівняно базові та проєктні варіанти технологічного обладнання, ЕК-11/70 та САТ 6060 відповідно. Порівняння відбувалось задля заміни екскаваторів на розкривних роботах, що є нагальною потребою через швидкий розвиток родовища.

На сьогоднішній день на м'яких породах розкриву в умовах Єристівського родовища використовуються екскаватори типу драглайн ЕК-11/70 та гідравлічний екскаватор типу САТ 6060 в парі з автосамоскидами САТ 793D.

Завдяки розрахункам було встановлено, що для виконання плану з розкривних робіт потрібно використовувати 8 одиниць ЕК-11/70 або 3 одиниці САТ 6060. Це підкріплюється показниками продуктивності (таблиця 2.4) та різними економічними складовими (таблиці 2.5 – 2.12).

Виходячи з даної роботи, можемо зробити висновок, що використання більш сучасного та продуктивнішого гідравлічного екскаватора є більш вигідним та дасть зекономити приблизно 44 млн. грн. на рік, що є суттєвим показником для підприємства.

Попри все, рекомендується залучати як гідравлічні екскаватори так і драглайни. Так як, останні можуть більш ефективно працювати в складних гідрогеологічних умовах, що зустрічаються на Єристівському родовищі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат. Робочий проєкт Єристівського родовища. Горішні Плавні : Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат, 2012.
2. —. Типовий проєкт буровибухових робіт методом свердловинних та шпурових зарядів у кар'єрі ТОВ "Єристівський ГЗК". Горішні Плавні : Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат, 2015.
3. Новокраматорський машинобудівний завод. Екскаватори-драглайни. [Онлайновий] 2016 р. [Цитовано: 25 Травень 2022 р.] <http://nkmz.com/consumer-page/gro-2/exkavatori-draglini/>.
4. Zeppelin Caterpillar. ГІДРАВЛІЧНІ ЕКСКАВАТОРИ ДЛЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ CAT 6060 AC FS. [Онлайновий] 2014 р. [Цитовано: 25 Травень 2022 р.] <https://zeppelin.ua/products/gidravlichni-ekskavatori-dlya-girnichikh-robit/6060-ac-fs/>.
5. Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень. І.А. Левицький, Г.Д. Пчолкін. Дніпро : автор невідомий, 2021.
6. О.О. Ренгевич, О.В. Денищенко. Експлуатаційні розрахунки транспортних комплексів кар'єрів. Дніпро : Міністерство освіти і науки України. Національний гірничий університет, 2005.
7. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 184 Гірництво спеціалізації «Відкрита розробка родовищ» / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, О.В. Ложніков, О.О. Анісімов; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 22 с.
8. Програма і методичні вказівки з виконання економічної частини дипломного проєкту 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.
9. Технологія відкритої розробки: підручник / М. Г. Новожилов, Г.Д. Пчолкін, В.С. Эскин и др. – М.: Недра, 1971. – ч. 2 – 320 с
10. Ренгевич О.О., Денищенко О.В. Експлуатаційні розрахунки транспортних комплексів кар'єрів: Навч. посібник. – Д, Національний гірничий університет, 2005. – 99 с.

Додаток Б

Відгук рецензента на кваліфікаційну роботу бакалавра
студента групи 184-19-7 III

Марченка В.В.

на тему: «Підвищення ефективності видобувних робіт на залізорудному кар'єрі
«Єристівський ГЗК» для забезпечення виробничої потужності по руді»

Кваліфікаційна робота виконана на кафедрі відкритих гірничих робіт. Осучаснення та модернізація розкривних робіт є базисною складовою сучасного розвинутого підприємства. Нові технологічні схеми та обладнання дають змогу пришвидшити розробку родовища, тому визначення параметрів і технологій в умовах кар'єру Єристівського ГЗК сьогодні мають *актуальне значення*.

В роботі обґрунтовано раціональні параметри, технологічні схеми, що використовуються на розкривних роботах за умови використання драглайну та гідравлічного екскаватора. Здійснено огляд гірничо-геологічних умов та фізико-механічних властивостей порід, надані пропозиції щодо технологічного розділу. Наведені умови задля безпечного використання гірничого обладнання та проведено їх економічний аналіз.

Дана кваліфікаційна робота з її висновками повністю підтверджується виконаними розрахунками. Достовірність отриманих даних, запропонованих технологічних схем та рішень, дійсно відповідають рівню сучасного підприємства, таке як «Єристівський ГЗК»

Робота є завершеною і відповідає встановленим вимогам, студент Марченко В.В. заслуговує отримати ступінь «бакалавр».

Рецензент, в.о. начальника служби технічного розвитку

Додаток Г