

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра відкритих гірничих робіт

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи магістра

Студента Овчинникова Артема Валерійовича
(ПІБ)
академічної групи 184м-20з-7ІІІ
(шифр)
спеціальності 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)
спеціалізації¹ «Відкрита розробка родовищ» за освітньо-
професійною програмою «Гірництво»
(офіційна назва)
на тему «Оцінка ефективності використання роботизованих технологій при відпрацюванні Андріївського родовища глини»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Пчолкін Г.Д.			
розділів:	Пчолкін Г.Д.			
Технологічний	Пчолкін Г.Д.			
Кар'єрний транспорт	Пчолкін Г.Д.			
Охорона праці	Пчолкін Г.Д.			
Економічний	Пчолкін Г.Д.			

Рецензент	Черняков В.П.			
-----------	---------------	--	--	--

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

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Відкритих гірничих робіт
(повна назва)

_____ Собко Б. Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«_____» _____ 2022 року

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

Студент Овчинников Артем Валерійович академічної групи 184м-20з-7ІІІ
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності _____ 184 Гірництво
спеціалізації¹ _____ «Відкрита розробка родовищ»
за освітньо-професійною програмою _____ «Гірництво»
(офіційна назва)

на тему «Оцінка ефективності використання роботизованих технологій при відпрацюванні Андріївського родовища глини»
(назва за наказом ректора)

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

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.	Теоретичний розділ	
2.	Технологічний розділ	
3.	Дослідницький розділ	
4.	Охорона праці	
5.	Економічний розділ	

Завдання видано _____
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 82 с., 15 рис., 24 табл., 2 додатки, 11 посилань.

Об'єкт дослідження. кар'єр Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища глини

Предмет дослідження. Технологічні процеси при відпрацюванні кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища глини в умовах ПрАТ «Веско»

Мета кваліфікаційної роботи – виконати оцінку економічної ефективності використання роботизованих технологій при відпрацюванні кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища глини в умовах ПрАТ «Веско»

Наукова новизна. Вперше виконана оцінка ефективності комплексного застосування роботизованих технологій в умовах ПрАТ «Веско». Наведені у кваліфікаційній роботі технологічні рішення можуть бути використані на будь-якому родовищі при умові дотримання технології та правил охорони праці

Практична цінність. Виконана оцінка ефективності застосування роботизованих технологій в умовах ПрАТ «Веско» дозволить реалізувати стратегію технічного переоснащення ПрАТ «Веско»

Економічний ефект. Впровадження результатів роботи дозволить зменшити собівартість реалізованої продукції та покращити фінансові показники роботи компанії

Соціальний ефект. Використання роботизованих технологій дозволить збільшити виробничу потужність ПрАТ «Веско», збільшити об'єм реалізації та відрахування до бюджетів різного рівня

**ВІДКРИТА РОЗРОБКА, РОБОТИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, АВТОПЛОТ,
КАР'ЄР З ВИДОБУКУ ГЛИН**

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Загальні положення	7
1.2 Геологічна характеристика ділянки Овчарівська Андріївського родовища глини	12
1.3 Хімічні та керамічні властивості корисної копалини	17
1.4 Постановка проблеми, ідея, мета і завдання наукового дослідження...	20
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	22
2.1 Характеристика гірничого підприємства	22
2.2 Система розробки.....	23
2.3 Розрахунок основних параметрів системи розробки	25
2.4 Технологія ведення гірничих робіт	28
2.4.1 Розкривні роботи.....	29
2.4.2 Розрахунок продуктивності гідравлічних екскаваторів.....	30
2.4.3 Розрахунок продуктивності драглайна ЕШ-10/70	32
2.4.4 Технологічні параметри ЕШ -10/70.....	33
2.5 Видобувні роботи.....	36
2.5.1 Розрахунок продуктивності екскаваторів при веденні видобувних робіт	38
2.6 Кар'єрний транспорт	40
2.6.1 Розрахунок автотранспорту	41
2.6.2 Кар'єрні автодороги	43
3. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	45
3.1 Світова тенденція розвитку безпілотного гірничого обладнання	47
3.2 Огляд безпілотних автосамоскидів.....	48
3.3 Розрахунок кількості безпілотних автосамоскидів	52
3.4 Огляд безпілотних гідравлічних екскаваторів.....	55

3.5 Огляд безпілотних гусеничних бульдозерів	58
3.6 Огляд безпілотних поливальних машин	60
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	62
4.1 Загальні положення	62
4.2 Охорона праці під час експлуатації автосамоскидів.....	63
4.3 Охорона праці під час експлуатації екскаваторів	64
4.4 Охорона праці під час експлуатації бульдозерів.....	67
5. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	70
5.1 Розрахунок економічної ефективності використання безпілотних самоскидів	70
5.2 Розрахунок економічної ефективності використання безпілотного гідравлічного екскаватора для ведення видобувних робіт	73
5.3 Розрахунок економічної ефективності використання безпілотного гідравлічного екскаватора для ведення розкривних робіт.....	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	80
Додаток А	81
Додаток Б.....	82

ВСТУП

Україна є світовим лідером з видобутку та експорту вогнетривких глин.

Відзнакою українських вогнетривких глин від світових конкурентів є висока пластичність, в'язуча здатність і вогнетривкість, різноманітна температура спікання, дисперсність. Згідно з наведеними особливостями українські вогнетривкі глини отримали світове визнання та багате застосування в різних галузях народного господарства.

Головним сегментом споживання для українських вогнетривких глин є будівельна галузь а саме виробництво керамограніту, керамічної плитки. Також вогнетривкі глини використовуються для виробництва санітарних виробів, електрофарфору, вогнетривів для металургії, глинисто- піщанистих ливарних форм для машинобудування.

На балансі Державної комісії по запасах корисних копалин України знаходиться 24 родовища з покладами більше 500 млн. т вогнетривких глин. Одним із родовищ яке розробляється ПрАТ «Веско» є Андріївське родовище яке розташоване межі Слов'янського та Добропільського районів Донецької області. Родовище розробляється за комбінованою системою розробки та внутрішнім відвалоутворенням. Наведене родовище має велику потужністю порід розкриву, середній коефіцієнт розкриву становить 8,2 м³/т.

Враховуючи значні об'єми розкривних робіт, а також щорічне зростання собівартості готової продукції внаслідок удорожчання палива, комплектуючих, матеріалів, заробітної плати зменшується прибуток підприємства. Кваліфікаційна дипломна робота магістра спрямована на пошук альтернативного устаткування для ведення розробки в умовах кар'єру Овчарівський ПрАТ «ВЕСКО».

1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні положення

Ділянка Овчарівська Андріївського родовища розташована на межі Слов'янського та Добропільського районів Донецької області України. На заході та південному заході родовище примикає до ділянки Західний фланг, на півдні обмежено с. Грузьке, на півночі обмежено с. Андріївка, та примикає до ділянки Західна Новорайського родовища вогнетривких глин. В напрямку із південного сходу на північний захід проходить аміакопровід Горлівка-Одеса з охоронною зоною 150 м в обидві сторони від його осі. Андріївське родовище складається з 6 ділянок: Західна-1, Західна-2, Західна-3, Маякська, Овчарівська, Грузька-1. Розташування ділянки зображено на рис. 1.1.

За результатами повторної геолого-економічної оцінки у межах Андріївського родовища вогнетривких глин, яка проведена ТОВ УГК «Донбасгеологорозвідка» у 2016 р., були затверджені запаси ділянки Овчарівська протоколом ДКЗ № 3634 від 23.08.2016 р. в кількості: балансові кат. $B + C_1 = 2116$ тис.т (кат. $B - 806,0$ тис.т, кат. $C_1 - 1310$ тис.т), позабалансові (за гірничо-геологічними показниками) кат. $B + C_1 = 203$ тис.т (кат. $B - 78,0$ тис.т, кат. $C_1 - 125,0$ тис.т) [4].

Проектна потужність кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська – 200 тис.т/рік вогнетривкої глини.

Найближче місто Дружківка розташоване близько 20 км на схід від родовища, а районний центр м. Добропілля – в 16 км на захід. Сполучені вони між собою, а також з базою ПРАТ «Веско», мережею автомобільних доріг. Залізнична станція м. Дружківка розташована в 20 км від родовища.

Найближчими населеними пунктами є с. Андріївка Слов'янського району в 4,5 км на південний захід, с.Новотроїцьке в 1,5 км на південний схід, с.Грузьке Добропільського району в 2 км на північний захід. На рис. 1.2 зображено ситуаційну карту розташування ділянки Овчарівська.

На території району робіт вогнетривкі і тугоплавкі глини неогенового продуктивного горизонту (новопетрівська свита) розробляються наступними основними підприємствами: Октябрське родовище (с. Шахове) – ПрАТ «Вогнетривнеруд»; Кучеров-Ярське родовище (с. Кучеров Яр) - ПрАТ «Глини Донбасу»; Новорайське родовище (м. Дружківка) – ПрАТ «Дружківське рудоуправління»; Андріївське родовище (с. Андріївка) – ПрАТ «Веско».

Головними гідрографічними елементами району є на південному сході – річка Грузька та її лівий приток – балка Весела, до якої впадають менші по розмірам водотоки – б. Велика, Довгенька, Західна та інші.

Балки та долини річок мають глибокий вріз до відкладів карбону з абсолютними відмітками тальвегів 100-130 м. Профіль їх – V-подібний, асиметричний – з більш похилими північно-східними та крутими південно-західними схилами.

Клімат району помірно-континентальний. Середньорічна температура складає +7°C, при максимальній +41°C та мінімальній – -38°C. Безморозний період – 250 днів. Переважають східні вітри. Середньомісячні опади – 30-60 мм, річна їх сума дорівнює 450-500 мм. Число днів з опадами 100-120 на рік. Сніговий покрив в більшості зберігається з грудня по березень. Середня глибина промерзання ґрунту 0,4-0,6 м, максимальна – 1-1,5 м.

Вогнетривкі глини ділянки Овчарівська Андріївського родовища відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-60-97 «Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація» і ТУ У 14.2-00282049-002-2004 «Глини Андріївського родовища. Технічні умови. Зміни № 1-4» [5].

Розробка родовища проектується відкритим способом по комбінованій (транспортній і безтранспортній) системі розробки з внутрішнім розташуванням відвалів розкривних порід [6]. Положення гірничих робіт на кар'єрі Овчарівський ПрАТ «Веско» зображено на рис. 1.3.

Водоприплив у кар'єр Овчарівський ділянки складе 67,6 м³/добу.

Електроенергією забезпечуються від державної енергосистеми

«Донбасенерго».

У даному проекті розглядається:

- Пропозиція із застосування роботизованих технологій для ведення розкривних та видобувних робіт, транспортування, змішування та відвантаження готової продукції, загально-виробничих робіт
- Розрахунок економічної ефективності застосування роботизованих технологій в умовах ПрАТ «Веско»
- техніка безпеки й охорона праці.

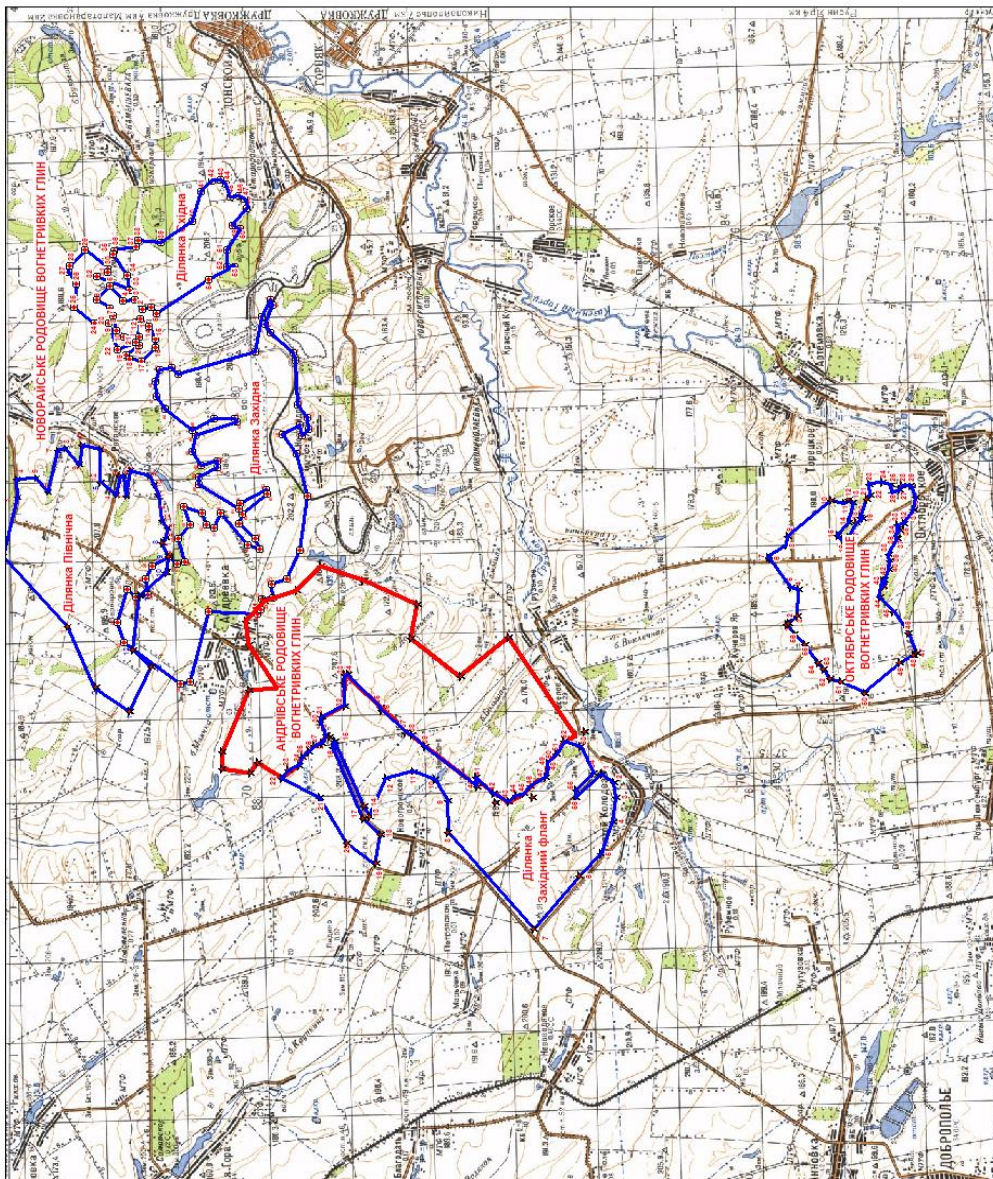


Рисунок 1.1. Оглядова карта району робіт



Рисунок 1.2. Ситуаційна карта розташування ділянки Овчарівська. Масштаб 1:50 000

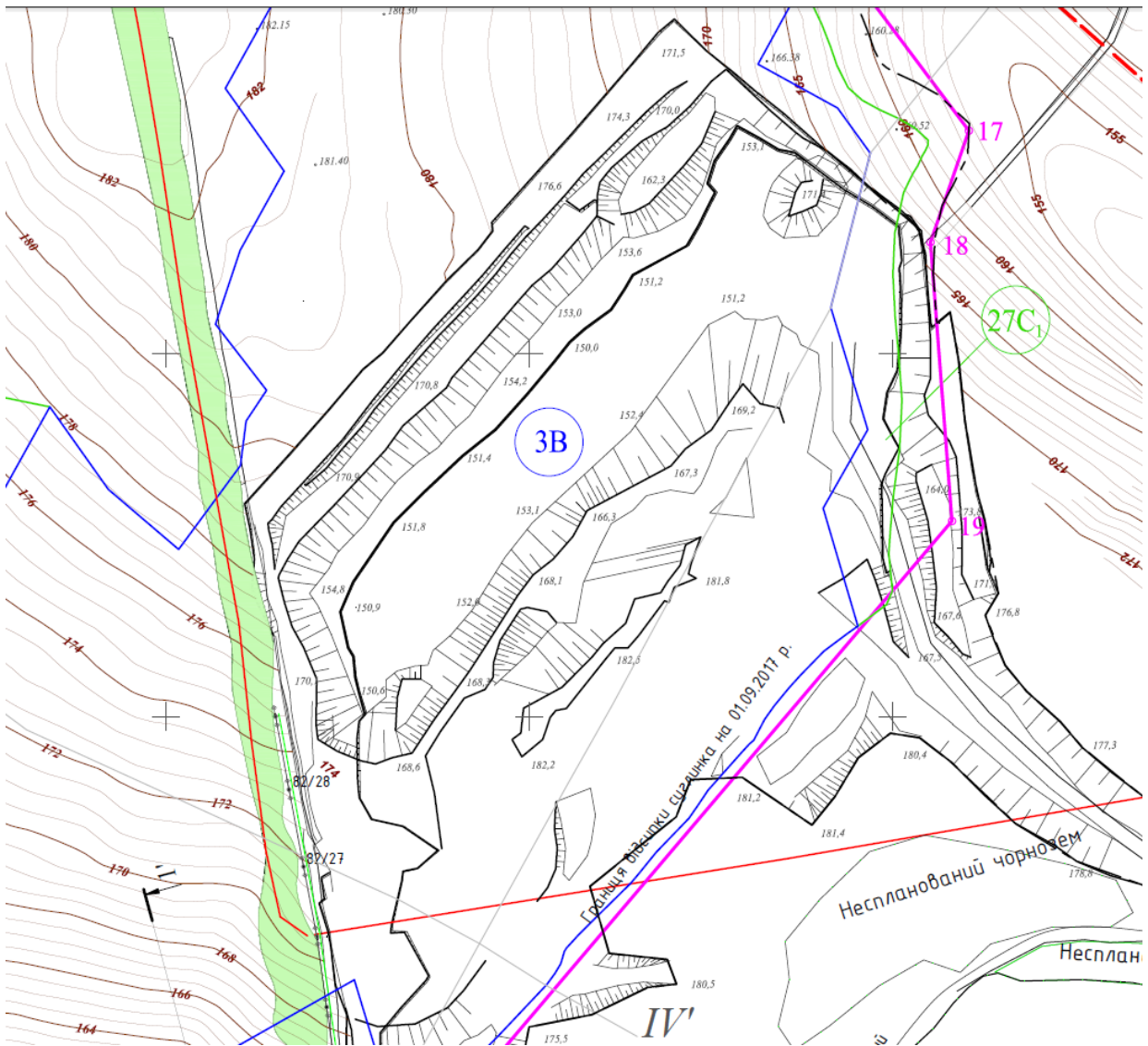


Рисунок 1.3 – Положення гірничих робіт на кар'єрі Овчарівський ПрАТ «Веско»

1.2 Геологічна характеристика ділянки Овчарівська Андріївського родовища глин

Ділянка Овчарівська Андріївського родовища розташована в зоні південно-західного крила Кальміус-Торецької котловини та приурочене до західної частини Дружківського глиноносного району, між Новорайським та Октябрським родовищами глин. Локалізація покладу глини пов'язана, з первісним, трохи опущеним, докайнозойським блоком, який обмежений зонами Добропільського та Центрального надвигів [6].

Ділянка Овчарівська Андріївського родовища вогнетривких глин представляє собою пластовий поклад горизонтально залягаючих порід із мінливою будовою, потужністю і якістю корисної копалини.

Зважаючи на вищенаведене, а також на результати лабораторних досліджень, які показують мінливість основних показників якості корисної копалини (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , залишок на ситі 0,063 мм) як по розрізу, так і по площині, можна зробити висновок, що за умовами залягання та витриманості якості корисної копалини (вогнетривких глин), Андріївське відноситься до великих об'єктів II групи з невитриманою за потужністю та якістю корисною копалиною відповідно до «Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ глинистих порід». Додатково треба відмітити, всі родовища-аналоги вогнетривких (тугоплавких) глин району відносяться до II групи [7].

Геолого-літологічний розріз Андріївського родовища вогнетривких глин, на глибину вивчення геологорозвідувальними свердловинами складений породами кам'яновугільної, палеогенової, неогенової та четвертичної систем. Стратиграфічна схема ділянки Овчарівська Андріївського родовища (зверху вниз) наведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Стратиграфічна схема ділянка Овчарівська Андріївського родовища

№ шару	Вік порід	Літологічний склад	Потужність, м		
			від	до	середня
1	2	3	4	5	6
1	<i>H</i>	Грунтово-рослинний шар	0 (0,1)	1,5	0,5
2	<i>P_{1-III}</i>	Суглинки бурі та світло-бурі карбонатизовані з незначними включеннями супіску та піску	0	31,0	15,1
3	<i>N_{1sg}</i>	Глини строкаті, зеленувато-сірі загіпсовані, червоно-бурі, вохристо-жовті, піщані, піски кварц-польовошпатові червоно-бурі, охристо-жовті, малинові, фіолетові дуже глинисті	0	19,8	9,8
4	<i>N_{1np}</i>	Піски кварцові сірі, жовтувато-сірі глинисті щільні	0	25,5	12,24
5	<i>N_{1np}</i>	Глини вогнетривкі від світло-сірого до темно-сірого кольору, місцями озалізені та піщаністі	0 (0,2)	5,6	1,6
6	<i>N_{1np}</i>	Глина вуглефікована темно-коричнева, чорна	0,1	0,5	0,13
7	<i>P_{3бЯ}</i>	Піски кварцові зеленувато-жовті та жовто-сірі, в покрівлі – з прошарками зеленувато-сірої глини	0,1	15,9	2,6
8	<i>C₃²</i>	Глини, аргіліти та пісковики зеленувато-сірі та голубувато-сірі щільні з прошарками сірих та темно-сірих вапняків	0,5	12,5	3,4

Далі наводиться опис геологічного розрізу, морфологічних та структурних особливостей родовища.

Палеозойська група (PZ)

Кам'яновугільна система (C₃²)

Представлена відкладами верхнього карбону, породами авіловської світи (C₃²). За даними геологічної зйомки 1:50000 та опису керну свердловин падіння порід карбону східне та південно-східне під кутом 5-10°.

В розрізі літологічний склад світи представлений її середньою та верхньою частинами – в інтервалі вапняків Q₄-P₁. На глибину перших десятків метрів

розкрити виробками (в основному гідрогеологічними); в різних точках Андріївського родовища в цьому випадку були зустрінуті:

- глини зеленувато-сірі, голубувато-сірі, сірі та жовтувато-сірі, сланцюваті;
- продукти вивітрювання аргілітів та алевролітів;
- пісковики (подекуди піски) зеленувато-сірі, рідше світло-сірі дрібнозернисті щільні шаруваті слюдисті.

Кайнозойська група (KZ)

Кайнозойські відкладення залягають з розмивом на поверхні вивітрювання карбону. На родовищі вони представлені піщано-глинистими породами палеогенової, неогенової та четвертинної систем.

Палеогенова система (П)

За даними результатів раніш проведених робіт, підшва палеогенових відкладів залягає майже горизонтально. За літологічними ознаками в розрізі палеогену виділяються відклади межигірської світи.

Межигірська світа (П_{зтЯ}) повсюдно представлена кварцовими і глауконіт-кварцовими дрібно- й тонкозернистими переважно глинистими пісками, які мають світло-сіре, жовтувато-зелене і сірувато-зелене забарвлення. У верхній частині розрізу світи, на контакт з породами новопетрівської світи, піски глинисті і сильно глинисті. Безпосередньо на контакт з вогнетривкими глинами новопетрівської світи на більшій частині родовища зустрічається світло-сірий алевроліт, щільний, слабозцементований. Потужність цього своєрідного шару, що маркірує, змінюється від 5 до 30 см.

Неогенова система (N)

Новопетрівська світа (N_{1np})

На вододілах відкладення межигірської світи перекриваються утвореннями новопетрівської світи (N_{1np}), які, в свою чергу, майже повсюдно перекриті строкатоколірними піщаними глинами, які за останніми даними віднесені до товщі строкатих глин (N_{1sg}).

Новопетрівська світа (N_{1np}) у межах родовища складена (знизу уверх):

горизонтом вогнетривких глин та горизонтом надглиняних пісків.

Горизонт вогнетривких глин є продуктивним і являє собою плаstopодібний поклад, який характеризується субгоризонтальним заляганням та відносно витриманою по площі потужністю.

В основі його розрізу залягають сірі ущільнені, різної степені кременисті, породи (піщанисті глини, глинистий алеврит, глинистий пісковик), часто із включеннями левігіту у вигляді невеликих (до 3-5 см) білих гнізд. Ці породи малопотужні (звичайно не більший за 0,3-0,4 м) й спостерігаються не повсюдно.

Вище залягають пластичні глини сірого й темно-сірого кольору. Характерною їхньою особливістю є високий вміст оксиду алюмінію, а також нерівномірний розподіл гідроксидів заліза як по розрізу, так і по площі, чим пояснюється порівняно різноманітний сортовий склад цього шару. Гідроксиди заліза присутні як у вигляді тонкорозсіяних часток, надаючи бурій, вохристо-жовтий, рожевий, вишневий колір глинам, так і у вигляді дрібних вкраплень та примазок по тріщинах. Тріщини в глинах тонкі, взаємопересічні, іноді заповнені різнозернистим глинистим піском.

Над темно-сірими та сірими пластичними глинами залягають строкатоколірні (фіолетові, сірі, світло-сірі, бурувато-червоні) в різному ступені піщанисті вогнетривкі глини. Вміст піщаної фракції в них збільшується знизу вверх. Строкатоколірні глини відносяться до напівкислих або до основних глин нижчого сорту, поширення їхнє майже повсюдне.

Вище залягають окремими невеликими лінзами світло-сірі піщанисті глини, які завдяки гідроокислам заліза мають жовті, рожеві або фіолетові відтінки. Серед піщаних глин, а також серед пластичних глин горизонту присутні малопотужні, поодинокі прошарки глинистих пісків потужністю від 0,10 до 3,3 м.

Горизонт вогнетривких глин характеризується мінливістю потужності кондиційних глин, яка обумовлена розмивами покладу пластичних глин на значних площах та їхнім фаціальним заміщенням піщаними глинами. За даними

розвідувальних свердловин горизонт має потужність від 0,50 м до 12,8 м, найчастіше вона знаходиться в межах 1,0-4,0 м, у середньому складає 2,4 м. Потужність кондиційних глин у межах горизонту змінюється від 0,30 м до 6,1 м, найчастіше коливається в межах 1,0-3,0 м, у середньому складає 2,3 м.

Рельєф підосви пласта вогнетривких глин пологохвилястий, відмітки його коливаються в межах від 135 до 165 м. Рельєф покрівлі пласта в загальних рисах повторює рельєф підосви, відмітки покрівлі пласта складають 136-170 м.

Горизонт надглиняних пісків перекриває продуктивну товщу вогнетривких глин і має широке розповсюдження. Він складений тонко- і дрібнозернистими кварцовими пісками світло-сірого, сірого, жовтого й рожевого кольору. Місцями піски мають строкате забарвлення з перевагою бурих, фіолетових та червоних відтінків. Їхня потужність у межах родовища понижується від центральних зон вододілу у бік балок, що їх оторочують, та змінюється від 0,0 м та перших десятків сантиметрів до максимальних показників 25,5 м, середня по ділянці дорівнює 12,2 м.

Товща строкатих глин (N_{1sg}) залягає вище надглиняних пісків, на ділянці відсутня тільки в долинах гідрографічних врізів.

Утворення *четвертинної системи (Q)* поширені повсюдно і залягають на розмитій поверхні неогенових відкладень. Вони представлені у нижніх частинах розрізу важкими (щільними) темно- і червоно-бурими, а у верхніх – пухкими жовтуватого-, червонувато-бурими й бурими лесоподібними суглинками з багаточисельними карбонатними стягненнями. Розмір стягнень від декількох міліметрів до 5-10 см. Вуглекисле вапно є в суглинках також у тонкорозсіяному стані. Зрідка під суглинками зустрічаються червоно-бурі озалізовані різнозернисті піски четвертинного віку.

До четвертинних також відносяться алювіально-делювіальні утворення балок та річних долин.

Потужність четвертинних утворень на вододілах досягає 31,0 м. Від центральних частин ділянки до периферії вона знижується до 1-7 м, а у

приконтурних частинах ці утворення іноді взагалі відсутні. Середня потужність за даними свердловин складає 11,8 м.

Завершує геологічний розріз родовища *грунтово-рослинний шар*, потужність якого в середньому становить 0,5 м.

Відклади товщі «строкатих глин» і четвертинних утворень – становлять групу розкривних порід. Їх сумарна потужність коливається в широких межах від 2,2 до 35,0 м, у середньому в межах підрахунку запасів складає 19,03 м.

У відповідності до ТУ У 14.2-00282049-002-2004 балансові запаси Андріївського родовища класифікуються по сортах, які наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Сортний склад підрахованих запасів кондиційних глин Андріївського родовища станом на 01.07.2016 р.

Категорія запасів	Запаси глин, тис. т %	АГ-0	АГ-1	АГ-2	АГ-3	АГ-4	АГ-5	АПГ-1	АПГ-2	АПГ-3
		тис. т %	тис. т %	тис. т %	тис. т %	тис. т %	тис. т %	тис. т %	тис. т %	тис. т %
B	14722	452	1272	2381	1960	1263	2358	1731	915	2390
	100	3,1	8,6	16,2	13,3	8,6	16,0	11,8	6,2	16,2
C ₁	22125	329	1141	3883	3267	1648	4060	2265	1350	4152
	100	1,6	5,2	17,6	14,8	7,4	18,3	10,2	6,1	18,8
B+C ₁	36847	811	2413	6264	5227	2911	6418	3996	2265	6542
	100	2,2	6,6	17,0	14,2	7,9	17,4	10,8	6,1	17,8

Переважають марки АГ-2, АГ-5, АПГ-3. Окремі проби не відповідають вимогам ТУ У 14.2-00282049-002-2004 1352 за залишком на ситі 0,063 мм, вмістом оксиду алюмінію (Al₂O₃).

1.3 Хімічні та керамічні властивості корисної копалини

Корисною копалиною на Андріївському родовищі є глини новопетрівської світи нижнього неогену, а саме поклади горизонту вогнетривких глин. Шихта із

цих глин використовується для виробництва радіо-кераміки, фарфоро-фаянсових, вогнетривких, санітарно-технічних та керамічних виробів, а також в скляній та інших галузях промисловості.

Вогнетривкі глини Андріївського родовища понад 20 років використовуються у вогнетривкій, металургійній, машинобудівній, скляній, фарфоро-фаянсовій, керамічній, хімічній, електронно-технічній та інших галузях промисловості. За час розвідки й експлуатації Андріївського родовища геологорозвідувальними підприємствами та підприємствами-споживачами детально досліджені речовинний склад глин, їх фізико-механічні та технологічні властивості.

В залежності від області застосування, глини Андріївського родовища поділяються на такі групи:

1. *Глини вогнетривкі – основна корисна копалина – марочні (АГ-0, АГ-1, АГ-2, АГ-3, АГ-4, АГ-5), які відповідають вимогам ТУ У 14.2-00282049-002-2004 (Зміни №1-4) та придатні в якості основної сировини для виробництва тонкої та будівельної кераміки, а також вогнетривких виробів.*

2. *Глини вогнетривкі – низькомарочні (АПГ-1, АПГ-2, АПГ-3), які відповідають вимогам ТУ У 14.2-00282049-002-2004 (Зміни №1-4) та можуть використовуватись в якості сировини для виробництва будівельної кераміки та вогнетривких виробів низького гатунку.*

Основним критерієм при класифікації глин Андріївського родовища вогнетривких глин за різновидами корисної копалини та її марочним складом, є їх відповідність вимогам чинних технічних умов «Глини Андріївського родовища. Технічні умови».

Відповідно до вимог ТУ У 14.2-00282049-002-2004 глини повинні мати якісні показники, наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Витяг з ТУ У 14.2-00282049-002-2004 (Зміни № 1-4)

Найменування показників	Норма для марок на прожарену речовину, %%								
	АГ-0	АГ-1	АГ-2	АГ-3	АГ-4	АГ-5	АПГ-1	АПГ-2	АПГ-3
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Масова частка на прожарену речовину, %									
- оксиду алюмінію (Al_2O_3), не менше	33,0	31,0	27,0	24,0	22,0	20,0	26,0	22,0	18,0
- оксиду заліза (Fe_2O_3), %, не більше	0,9	1,1	1,3	1,3	1,3	1,5	2,5	2,5	не норм
- оксиду титану (TiO_2), %, не більше	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Масова частка оксиду кальцію (CaO), %, не більше	0,9	0,9	не нормується						
Масова частка суми оксидів калію і натрію (K_2O+Na_2O), %, не більше	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	не нормується			
Залишок на ситі №0063, %, не більше	1,0	1,6	1,6	3,5	10	10	10	10	10
Вогнетривкість, °С, не нижче	1690	1650	1630	1580	1580	1580	не нормується		

В товщі глин зустрічаються різного типу домішки у вигляді включень чи в розпорошеному виді. До них, передусім, належать прошарки та гнізда піску, напливи гідроокислів заліза, вуглисті включення, конкреції гіпсу та кальциту.

Визначними властивостями вогнетривких глин Андріївського родовища є:

Повітряна усадка змінюється в широких межах – від 6,1 до 12,2 %. Для пластичних, слабо записочених глин вона знаходиться у межах від 8,4 до 12,2%. Записочені глини мають повітряну усадку від 6,1 до 10,0%. Найбільш чисті різновиди пластичних глин мають повітряну усадку, переважно від 8,8 до 11,5%.

Повна усадка визначалася після обпалення зразків при температурі 1250°С. Для досліджених глин вона коливається в межах від 4,5 до 22,7 %. Повна усадка пластичних і слабо пластичних глин в межах від 16,0 до 22,7% %, записочених

– від 14,4 до 18,0 %, сильно запісочених – від 4,5 до 12,6 %. Найбільш чисті пластичні глини мають повну повітряну усадку у межах від 19,0 до 22,0%.

Водовбирання характеризує ступінь спікання глин при обпаленні. Повне спікання досліджуваної маси приймається, коли її водовбирання не перевищує 2 %. Водовбирання визначалося після обпалення зразків при температурі 1250°C. При 1250°C спостерігається повне спікання черепка. Величина водовбирання склала 0,05-17,58 %. Водовбирання пластичних глин у межах 0,05-0,28%.

В залежності від температури спікливості глини відносяться до групи середньотемпературної спікливості (згідно ДСТУ Б В.2.7-60-97 “Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів”).

Механічна міцність обпалених зразків коливається від 25 кгс/см² до 162 кгс/см². Дослідженні зразки цілком відповідають характеристикам для застосування в промисловому виробництві.

1.4 Постановка проблеми, ідея, мета і завдання наукового дослідження

Існуючий спосіб розробки кар'єру Овчарівський Андріївського родовища обумовлен його гірничо-геологічними і гірничотехнічними умовами, рельєфом місцевості, потужністю і літологічними характеристиками покривних відкладів, потужністю і витриманістю тіл корисної копалини та набутою практикою робіт, які були виконані на кар'єрах Андріївського родовища вогнетривких глин.

Виходячи з гірничо-геологічних умов залягання корисної копалини, система розробки кар'єра Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища прийнята комбінованою: транспортною (з використанням для виймання розкривних порід і корисної копалини гідравлічних екскаваторів типу «зворотна лопата») та безтранспортною (з використанням для перевалювання розкривних порід крокуючих екскаваторів-драглайнів).

В зв'язку з фізичним зносом існуючого обладнання, в умовах

відпрацювання кар'єру Овчарівський, розглядається ефективність придбання обладнання з можливістю роботи в автономному режимі (без оператора).

Орієнтуючись на сучасні напрями розвитку оснащення видобувної промисловості ПрАТ «Веско» приділяє суттєву увагу стратегічному плануванню. Однією з перспективних моделей організацій ведення робіт, розглядається побудова автоматизованого виробничого процесу на кар'єрі Овчарівський. Наведена модель представляє собою «Пілотний проект» завдяки якому очікується отримання фактичних даних для переоснащення усього виробничого обладнання ПрАТ «Веско». Типовість робіт які виконуються на кар'єрах ПрАТ Веско» а саме: розкриття по м'яким породам, видобуток глини, транспортування та ін. дозволяють застосувати дослідження які будуть отримані на кар'єрі Овчарівський на інших кар'єрах.

Ідея роботи полягає в розробці схем відпрацювання кар'єру Овчарівський Андріївського родовища з використання роботизованих технологій «Автопілот».

Мета роботи – виконати оцінку економічної ефективності використання роботизованих технологій при відпрацюванні кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища глини в умовах ПрАТ «Веско»

Завдання:

- 1.** Провести дослідження існуючих варіантів обладнання з можливістю роботи в автономному режимі (без оператора). Вивчити практичний досвід використання роботизованих технологій при відкритій розробці родовищ.
- 2.** Виконати розрахунок кількості необхідного обладнання згідно календарного плану ведення робіт.
- 3.** Розрахувати економічну ефективність використання роботизованих технологій при відпрацюванні кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища глини в умовах ПрАТ «Веско»

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристика гірничого підприємства

Відповідно до спеціального дозволу на користування надрами Державної служби геології та надр України від 25.10.1994 р. № 197, дійсний до 30.05.2033 р., [8], ПрАТ «Веско» веде розробку ділянки Овчарівська Андріївського родовища.

Згідно робочого проекту розробки кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища вогнетривких глин, виробнича потужність по видобуванню корисної копалини складає 200 тис.т в рік. Термін експлуатації кар'єру 8 років.

Розрахунковий термін експлуатації кар'єру:

$$T = \frac{Q_{\text{пр.зан.}}}{Q_{\text{річ.}}}, \text{ років,}$$

де: $Q_{\text{екс.зан.}}$ – експлуатаційні запаси кондиційної корисної копалини в межах проектного кар'єра, т;

$Q_{\text{річ.}}$ – річна продуктивність кар'єру, т.

$$T = \frac{1518330}{200000} = 7,59 \approx 8 \text{ років.}$$

Усі породи розрізу м'які або пухкі і підлягають розробці шляхом простої екскавації без попереднього розпушування.

Середня потужність розкривних порід ділянки Овчарівська становить 22,42 м.

Потужність кондиційних глин у межах горизонту змінюється від 0,75 м до 1,56 м, у середньому складає 1,46 м.

Коефіцієнт розкриву по родовищу (за блоками) змінюється від 7,4 до 14,2 м³/т, в середньому становить 8,2 м³/т (по балансовим запасам).

Розкривні і видобувні роботи ведуться паралельними заходками.

Розкриття покладу глин ведеться 2 уступами.

Технологічна схема розкривних робіт наступна:

- ґрунтово-рослинний шар знімається екскаваторами Volvo (об'єм ковша 1,7-3,5 м³) з навантаженням в автосамоскиди Volvo (вантажопідйомність 25-45 т) і вивезенням на рекультивовані площі для біологічної рекультивації;
- I уступ (висота до 10 м з двома підступами по 5м) – суглинки – екскаваторами Volvo (об'єм ковша 1,7-3,5 м³) з навантаженням порід у автосамоскиди Volvo (вантажопідйомність 25-45 т) і вивезенням на внутрішні відвали;
- II уступ (висота до 20 м) – піски – драглайном ЭШ-10/70 з відсипкою у внутрішній відвал.

Видобуток вогнетривких глин ведеться одним уступом за допомогою гідравлічних екскаваторів типу зворотня лопата Volvo. Глини завантажують у автосамоскиди Volvo (вантажопідйомність 12-45 т) і транспортуються на склад, звідки залізничним транспортом поставляються споживачам. Одночасно з видобувними в кар'єрі будуть проводитися роботи з гірничотехнічної рекультивації порушених гірничими роботами площ земель.

Для виконання допоміжних робіт застосовується бульдозер Dressta TD-25M та поливальною машина МАЗ (КО-510).

2.2 Система розробки

Спосіб розробки родовища визначається його гірничо-геологічними і гірничотехнічними умовами, рельєфом місцевості, потужністю і літологічними характеристиками покривних відкладів, потужністю і витриманістю тіл корисної копалини та набутою практикою робіт, які були виконані на кар'єрах Андріївського родовища вогнетривких глин.

Виходячи з гірничо-геологічних умов залягання корисної копалини,

система розробки кар'єра Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища прийнята комбінованою: транспортною (з використанням для виймання розкривних порід і корисної копалини екскаваторів типу «зворотна лопата») та безтранспортною (з використанням для перевалювання розкривних порід крокуючих екскаваторів-драглайнів).

Транспортування розкривних порід проводиться автосамоскидами САТ, Volvo вантажопідйомністю 25-45 т. Транспортування корисної копалини здійснюється автосамоскидами Volvo вантажопідйомністю 12-45 т.

Відповідно до фізико-механічних властивостей порід, що розробляються і параметрів виймально-навантажувального обладнання розробку розкривних порід передбачається вести уступами висотою 10 м з двома підступами по 5м (по суглинкам), уступами до 20 м (по піскам) і вогнетривких глин – 2 м.

Одним з варіантів транспортної розробки розкривних порід екскаватором типу САТ, Volvo (об'єм ковша 1,7-3,5 м³) є ведення робіт поперечними заходками шириною 7,0 м і довжиною 40,0 м з навантаженням в автосамоскиди на рівні стояння екскаватора. Обертання екскаватора при навантаженні здійснюється проти годинникової стрілки.

При безтранспортній розробці розкривних порід передбачається застосування екскаватора-драглайна ЭШ-10/70.

При видобувних роботах гідравлічний екскаватор встановлюється на покрівлі корисної копалини. Відпрацювання уступу здійснюється поперечними заходками в наступній послідовності:

- зачистка пласта корисної копалини;
- відпрацювання верхнього шару глини;
- відпрацювання внутрішнього розкриву (шарів піску);
- відпрацювання нижнього шару корисної копалини.

Екскаватор гідравлічний здійснює зачистку покрівлі і підшви вибою з метою зниження втрат корисних копалин.

Висота видобувного горизонту змінюється в залежності від потужності

пласта і наявності прошарку пустих порід.

2.3 Розрахунок основних параметрів системи розробки

Відповідно до норм технологічного проектування мінімально допустима ширина робочого майданчика на розкривних уступах визначається за формулою:

$$Ш_{pn} = a + S + z + d + p,$$

де a – ширина призми обвалення робочого уступу:

$$a = H \cdot (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta), \text{ м,}$$

H – висота уступу, $H \leq 5,0$ м;

$\alpha = 45^\circ$ – кут стійкого укосу уступу;

$\beta = 70^\circ$ – кут укосу робочого уступу;

$$a = 5 \cdot (\operatorname{ctg} 45^\circ - \operatorname{ctg} 70^\circ) = 3,2 \text{ м.}$$

S – ширина захисного ґрунтового валу. Для автосамоскидів $q \leq 45$ т $S = 3,0$ м;

$z = 0,5-2,5$ м – відстань від подошви захисного валу до краю проїзної частини автодороги;

$d = 1,0-2,5$ м – відстань від краю майданчика для маневрів автосамоскидів до нижньої бровки укосу робочого уступу;

p – ширина площадки для маневрів автосамоскидів при подачі під навантаження:

– при тупиковому розвороті:

$$p = \sqrt{(1,3 \cdot R_k)^2 - B^2} + B + B_n, \text{ м,}$$

де: $R_k = 9$ м – конструктивний радіус повороту автосамоскиду по зовнішньому передньому колесі;

$B = 4,5$ м – відстань між осями передніх і задніх коліс;

$B_n = 3,1$ м – величина переднього звисання (відстань від осі передніх коліс до виступаючої частини автосамоскиду).

$$p = \sqrt{(1,3 \cdot 9)^2 - 4,5^2} + 4,5 + 3,1 = 18,4 \text{ м.}$$

– при кільцевому розвороті:

$$p = 2,5 \cdot R_k = 2,5 \cdot 9 = 22,5 \text{ м.}$$

Ширина робочого майданчика складе:

– при тупиковому розвороті: $Ш_{pn} = 3,2 + 3,0 + 1,0 + 18,4 + 1,0 = 26,6 \text{ м.}$

– при кільцевому розвороті: $Ш_{pn} = 3,2 + 3,0 + 1,0 + 22,5 + 1,0 = 30,7 \text{ м.}$

Мінімальна ширина робочого майданчика на розкривних уступах проектом прийнята при тупиковому розвороті – 27,0 м, при кільцевому розвороті – 31,0 м.

Відповідно до норм технологічного проектування мінімально допустима ширина робочого майданчика на видобувних уступах визначається за формулою:

$$Ш_{pn} = a + S + z + d + p,$$

де a – ширина призми обвалення робочого уступу:

$$a = H \cdot (ctg\alpha - ctg\beta), \text{ м,}$$

H – висота уступа, $H \leq 2,0 \text{ м;}$

$\alpha = 75^\circ$ – кут стійкого укосу уступу;

$\beta = 80^\circ$ – кут укосу робочого уступу;

$$a = 2 \cdot (ctg75^\circ - ctg80^\circ) = 0,2 \text{ м.}$$

S – ширина захисного ґрунтового валу. Для автосамоскидів $q \leq 45 \text{ т}$ $S = 3,0 \text{ м;}$

$z = 0,5\text{-}2,5 \text{ м}$ – відстань від підшви захисного валу до краю проїзної частини автодороги;

$d = 1,0\text{-}2,5 \text{ м}$ – відстань від краю майданчика для маневрів автосамоскидів до нижньої бровки укосу робочого уступу;

p – ширина площадки для маневрів автосамоскидів при подачі під навантаження:

– при тупиковому розвороті:

$$p = \sqrt{(1,3 \cdot R_k)^2 - B^2} + B + B_n, \text{ м,}$$

де: $R_k = 9,5 \text{ м}$ – конструктивний радіус повороту автосамоскиду по зовнішньому передньому колесі (прийнято для Volvo FM 6×4);

$B = 4,6 \text{ м}$ – відстань між осями передніх і задніх коліс;

$B_n = 1,52 \text{ м}$ – величина переднього звисання (відстань від осі передніх

коліс до виступаючої частини автосамоскиду).

$$p = \sqrt{(1,3 \cdot 9,5)^2 - 4,6^2} + 4,6 + 1,52 = 17,6 \text{ м.}$$

– при кільцевому розвороті:

$$p = 2,5 \cdot R_k = 2,5 \cdot 9,5 = 23,8 \text{ м.}$$

Ширина робочого майданчика складе:

– при тупиковому розвороті: $Ш_{pn} = 0,2 + 3,0 + 0,5 + 17,6 + 1,0 = 22,3 \text{ м.}$

– при кільцевому розвороті: $Ш_{pn} = 0,2 + 3,0 + 0,5 + 23,8 + 1,0 = 28,5 \text{ м.}$

Мінімальна ширина робочого майданчика на видобувних уступах проектом прийнята при тупиковому розвороті – 23,0 м, при кільцевому розвороті – 29,0 м.

Ширина заходки при відпрцюванні екскаватором–драглайном ЭШ–10/70 прийнята 110 м. Таке значення ширини заходки є мінімальним для умов ведення виймальних робіт екскаватором–драглайном і при цьому забезпечує мінімальні об'єми переєкспавації розкривних порід при їх укладанні у вироблений простір або на робочий борт кар'єру.

Параметри системи розробки прийняті згідно СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 «Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин», НПАОП 0.00-1.24-10 «Правил безпеки під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» і наведені в табл. 2.1

В процесі ведення видобувних робіт прийняті параметри системи розробки можуть змінюватися в залежності від конкретних гірничотехнічних умов кар'єра. Маркшейдерська служба кар'єра повинна постійно контролювати відповідність параметрів системи розробки та інформувати працівників кар'єра в установленому порядку у випадку їх зміни.

Таблиця 2.1 – Основні параметри системи розробки

Назва параметру	Одиниця виміру	Розкривні роботи	Видобувні роботи
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Висота уступу	м	змінна	≤ 2
Мінімальна ширина робочих площадок:	м		
- при тупиковому розвороті		27,0	23,0
- при кільцевому розвороті		31,0	29,0
Ширина транспортної берми	м	19	16
Ширина запобіжної берми	м	6,3	
Довжина поперечних заходок	м	40,0	
Кути укосу уступу:	град.		
- робочого		70	80
- погашеного		45	75
Кути укосу борта кар'єра:	град.		
- робочого		19	
- погашеного		30	

2.4 Технологія ведення гірничих робіт

Розкривні породи є м'якими, що дозволяє їх легко розробляти екскаваторами типу драглайн і механічними лопатами. Весь об'єм розкриву складають у внутрішніх відвалах. Відпрацювання розкривних порід і формування внутрішніх відвалів ведеться комбінованою системою, яка включає в себе: транспортну, транспортно-відвальну і безтранспортну. Породи розкриву мало обводнені і мають відносно високу стійкість, що підтверджується багаторічною експлуатацією Новорайського, Андріївського, Октябрського, Бірючського, Добропільського родовищ. На існуючих кар'єрах дренаж

атмосферних і ґрунтових вод здійснюється в підглиняні піски за допомогою дренажних каналів, що проведені вздовж бортів кар'єрів, та в зумпф. Для попередження виникнення зсувів уступів у надглиняних пісках, рекомендується виконувати додаткові дренажні канали безпосередньо в самих кар'єрах.

Розкривні і видобувні роботи ведуться паралельними заходками. Розкриття покладу глин ведеться 2 уступами.

Видобуток вогнетривких глин ведеться одним уступом за допомогою гідравлічних екскаваторів типу зворотня лопата Volvo. Глини завантажують у автосамоскиди Volvo (вантажопідйомність 12-45 т) і транспортуються споживачам або на склад. Технологія видобутку паралельними заходками передбачає часткову або повну підсіпку видобувного вибою зсувними породами внутрішніх відвалів. Одночасно з видобувними в кар'єрі проводяться роботи з гірничотехнічної рекультивації порушених гірничими роботами площ земель.

У процесі ведення розкривних і видобувних робіт на кар'єрі виконуються допоміжні роботи.

У зв'язку зі сприятливими гідрогеологічними умовами спеціальних заходів щодо осушення кар'єру проводити не потрібно. Незначне по дебіту обводнювання кар'єру буде відбуватися за рахунок підземних вод у підшві пісків розкриву й всередині покладу глин, а в основному – за рахунок атмосферних опадів.

2.4.1 Розкривні роботи

Календарний план розкривних робіт складено із умови забезпечення нормативної кількості готових до виймання запасів в розмірі, не менше ніж 3-х місячний запас розкритої корисної копалини в момент закінчення сезону розкривних робіт, збереження усіх необхідних робочих площадок і безпечного ведення гірничих робіт.

Супутні корисні копалини, що мають промислову цінність, на

Андріївському родовищі, зокрема на ділянці Овчарівська, відсутні. Грунтово-рослинний шар представлений чорноземом. Чорнозем відпрацьовується селективно та використовується для рекультивації порушених земель.

2.4.2 Розрахунок продуктивності гідравлічних екскаваторів

Розкривні породи (суглинки, ГРШ) відпрацьовуються за допомогою гідравлічних екскаваторів **Volvo** (3,3 м³). Розкривні породи завантажують у автосамоскиди **Volvo** (25 т). Можливим варіантом є застосування екскаваторів CAT, Hitachi, Volvo (об'єм ковша 1,7-3,5 м³) і автосамоскиди CAT, Volvo (вантажопідйомність 25-45 т).

Виробнича продуктивність екскаватора за робочу зміну при навантаженні розкривних порід:

$$Q_e^{зм} = \frac{T_{зм} - T_{н.з} - T_{о.п}}{T_{н.а} + T_{п.а}} \cdot E_{н.к} \cdot n_k, \text{ м}^3/\text{зм.},$$

де: $T_{зм} = 660$ хв – тривалість зміни;

$T_{н.з} = 45$ хв – час виконання підготовчих і заключних операцій;

$T_{о.п} = 25$ хв – час на особисті потреби;

$T_{н.а}$ – час навантаження одного автосамоскида;

$T_{п.а} = 1$ хв – час подачі автосамоскида під навантаження;

$E_{н.к}$ – об'єм гірничої маси в ковші:

$$E_{н.к} = E_k \cdot K_e = E_k \cdot \frac{K_n}{K_p}, \text{ м}^3,$$

де: $E_k = 3,3$ м³ – об'єм ковша екскаватора;

K_e – коефіцієнт використання ковша (екскавації);

$K_n = 1,0$ – коефіцієнт наповнення ковша;

$K_p = 1,2$ – коефіцієнт розпушення породи.

$$E_{н.к} = 3,3 \cdot 0,83 = 3,3 \cdot \frac{1,0}{1,2} = 2,74 \text{ м}^3.$$

n_k – число ковшів в одному автосамоскиді:

$$n_k = \frac{P_a}{E_{n.k} \cdot \gamma},$$

де: $P_a = 25$ т – вантажопідйомність автосамоскида;

$\gamma = 1,9$ т/м³ – середня об'ємна вага розкривних порід.

$$n_k = \frac{25}{2,74 \cdot 1,9} = 4,8 \approx 5.$$

Час навантаження одного автосамоскида:

$$T_{n.a} = n_k \cdot t_{ц.н},$$

де: $t_{ц.н} = 20,0$ сек – час одного циклу навантаження.

$$T_{n.a} = 5 \cdot 20 = 100 \text{ сек} = 1,67 \text{ хв.}$$

$$Q_e^{зм} = \frac{660 - 45 - 25}{1,67 + 1,0} \cdot 2,74 \cdot 5 = 3\,027 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

Змінна продуктивність кар'єру по розкривним породам (суглинки і ГРШ):

$$Q_k^{зм} = \frac{V_p^{pic} \cdot K_p}{n_{дн.} \cdot n_{зм.}}, \text{ м}^3/\text{зм.},$$

де: V_p^{pic} – середньорічний об'єм розкривних робіт;

$n_{зм} = 555$ – кількість робочих змін на рік;

$$Q_k^{зм} = \frac{700\,000 \cdot 1,2}{555} = 1\,513 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

Необхідна кількість робочих екскаваторів:

$$N_e = \frac{Q_k^{зм} \cdot K_{нер.}}{Q_e^{зм} \cdot K_в}, \text{ од.},$$

де: $K_{нер} = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності подачі автотранспорта;

$K_в = 0,8$ – коефіцієнт використання екскаватора при 11-годинній робочій зміні.

$$N_e = \frac{1\,513 \cdot 1,1}{3\,027 \cdot 0,8} = 0,69 \text{ од. (1 екскаватор в зміну).}$$

Один екскаватор Volvo 480 DL з об'ємом ковша 3,3 м³ забезпечить

виконання необхідного об'єму розкривних робіт по суглинкам і ГРШ. Фактична кількість робочих днів екскаваторів протягом року складає 241 день в дві 11-годинні зміни.

2.4.3 Розрахунок продуктивності драглайна ЭШ-10/70

Розкривні породи (піски) відпрацьовуються за допомогою крокуючого екскаватора-драглайна ЭШ-10/70 з відсіпкою у внутрішній відвал.

Об'єм робіт для ЭШ-10/70 з урахуванням перевалювання пісків складе:

$$V_{p.e} = V_p \cdot K_{nep}, \text{ м}^3 / \text{рік},$$

де $V_{p.e}$ – об'єм робіт екскаватора, тис. $\text{м}^3 / \text{рік}$;

V_p – річний об'єм розкривних робіт, тис. м^3 ;

K_{nep} – коефіцієнт переекспації.

$$V_{p.e} = 1501,89 \cdot 1,55 = 2327,93 \text{ тис. м}^3 / \text{рік}$$

Виробнича продуктивність драглайна ЭШ-10/70:

$$Q_e^{зм} = \frac{T_{зм} - T_{н.з} - T_{о.п.}}{T_{н.а}} \cdot E_{н.к}, \text{ м}^3 / \text{зм.},$$

де: $T_{зм} = 660$ хв – тривалість зміни;

$T_{н.з.} = 40$ хв – час виконання підготовчих і заключних операцій;

$T_{о.п.} = 20$ хв – час на особисті потреби;

$T_{нов.} = 55$ с – час одного циклу повороту драглайна;

$E_{н.к}$ – об'єм гірничої маси в ковші:

$$E_{н.к} = E_k \cdot K_e = E_k \cdot \frac{K_n}{K_p}, \text{ м}^3,$$

де: $E_k = 10 \text{ м}^3$ – об'єм ковша драглайна;

K_e – коефіцієнт використання ковша (експації);

$K_n = 1,05$ – коефіцієнт наповнення ковша;

$K_p = 1,15$ – коефіцієнт розпушення породи.

$$E_{п.к} = 10 \cdot 0,913 = 10 \cdot \frac{1,05}{1,15} = 9,13 \text{ м}^3.$$

$$Q_e^{зм} = \frac{(660 - 40 - 20) \cdot 60}{55} \cdot 9,13 = 5976 \text{ м}^3/\text{зм}.$$

Змінна продуктивність кар'єру по розкривним породам (піску):

$$Q_k^{зм} = \frac{V_p^{pic} \cdot K_p}{n_{зм}}, \text{ м}^3/\text{зм},$$

де: V_p^{pic} – середньорічний об'єм розкривних робіт;

$n_{дн} = 355$ – кількість робочих днів на рік;

$n_{зм} = 2$ – кількість робочих змін на добу.

$$Q_k^{зм} = \frac{1501890 \cdot 1,15}{505} = 3420 \text{ м}^3/\text{зм}.$$

Необхідна кількість робочих драглайнів:

$$N_e = \frac{Q_k^{зм}}{Q_e^{зм} \cdot K_e}, \text{ од.},$$

де: $K_e = 0,8$ – коефіцієнт використання драглайна при 11-годинній робочій зміні.

$$N_e = \frac{3420}{5976 \cdot 0,8} = 0,72 \text{ од. (1 екскаватор в зміні)}.$$

Використовується 1 екскаватор-драглайн ЕШ 10/70.

2.4.4 Технологічні параметри ЕШ -10/70

До технологічних параметрів драглайна відносять ємкість ковша, тривалість робочого циклу, габарити і маса, середній тиск на ґрунт.

До робочих параметрів драглайна відносять (рис. 4.1): глибина черпання (H_c), радіус черпання (R_c), радіус черпання на рівні установки екскаватора ($R_{c,y}$), радіус черпання з врахуванням закидання ковша ($R_{c,z}$), радіус розвантаження (R_p), висота розвантаження (H_p), діаметр опорної бази (D), радіус обертання кузова (R_k).

Основні технологічні і робочі параметри драглайна ЕШ-10/70 наведені в

табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Технологічні і робочі параметри драглайна ЭШ-10/70

Показники	Значення
Об'єм ковша, м ³	10,0
Робочі розміри:	
– довжина стріли A , м	70
– кут нахилу стріли, град.	30
– максимальний радіус розвантаження R_p^{\max} , м	66,5
– максимальна висота розвантаження H_p^p , м	27,5
– максимальний радіус черпання R_r^{\max} , м	66,5
– максимальна глибина черпання H_r^{\max} , м	35
Основні розміри, м:	
– радіус обертання кузова	15,0
– ширина кузова	10,0
– висота даху кузова H_k	9,6
– висота двоноги над рівнем землі h	18,8
– просвіт під поворотною платформою S	1,278
– висота осі п'яти стріли	2,15
– відстань від осі п'яти до осі обертання екскаватора T	5,0
– довжина опорних башмаків	11,0
– ширина опорних башмаків	1,8
Конструктивні показники:	
– максимальне посилення підйому ковша, тс	50
– швидкість підйому ковша, м/сек	2,48
– допустиме навантаження на кінці стріли, тс	31,5
– максимальне зусилля тяги ковша, тс	60
– швидкість руху тягового каната, м/сек	2,22
– швидкість обертання платформи, об/хв	1,37
– швидкість пересування, км/год	0,2
– ухил, який долає при пересуванні, град	10
– середній питомий тиск на ґрунт, кгс/см ² :	
▪ при роботі	0,9
▪ при пересуванні	1,3
Потужність електродвигуна, кВт	1480
Напруга, що підводиться, В	6000
Тривалість циклу при середній глибині вибою з поворотом платформи на 135° в породах II категорії, сек	55
Робоча маса, т	688

Драглайни виконують виймання породи переважно із вибоїв, які знаходяться нижче рівня установки драглайна, тобто вони працюють нижнім черпанням. Заповнення ковша породою здійснюється в процесі його

переміщення по вибою за рахунок підтягування ковша до драглайна за допомогою тягового канату. При волочінні ковша по похилій поверхні вибою його зубці врізаються в породу і зрізають стружку певної товщини. Ефективність процесу черпання визначається властивостями породи і масою ковша.

Після заповнення породою, ковш за допомогою підйомного канату піднімається на необхідну висоту і з поворотом драглайна переміщується до місця розвантаження. Під час підйому і повороту ковш повинен бути нахилений в сторону задньої стінки під кутом $15-20^{\circ}$ до горизонту, що попереджує висипання породи.

Із-за великих робочих параметрів драглайна тривалість їх робочого циклу (при повороті на 90°) може досягати 60 с, що значно більше, чим у механічних лопат. Опускання ковша до вибою і його підйом для розвантаження суміщаються з поворотом.

Робочі параметри та технологічна схема роботи драглайна ЕШ наведена на рис. 2.1 та рис. 2.2

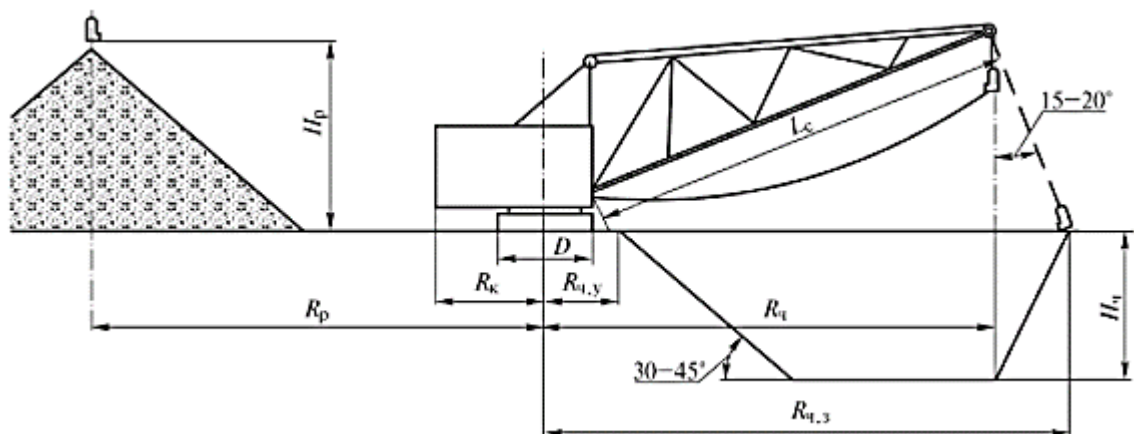


Рисунок 2.1 - Робочі параметри драглайна

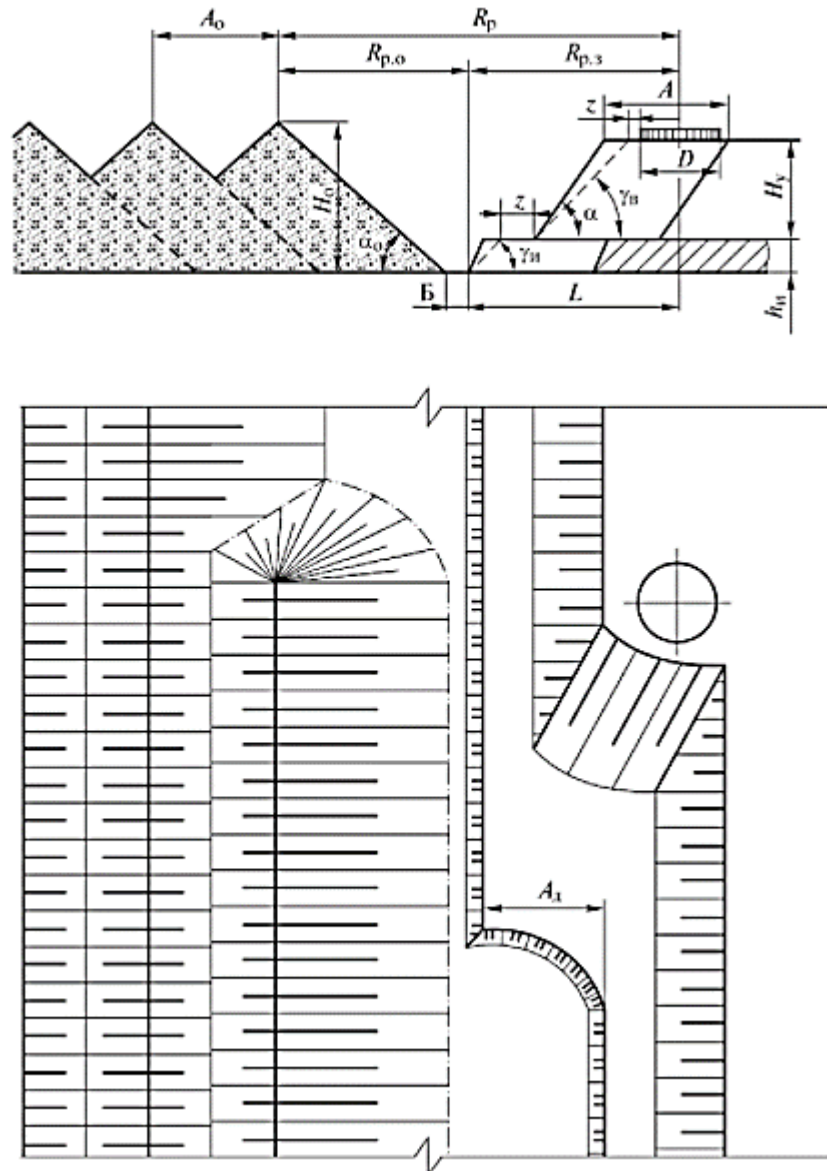


Рисунок 2.2. - Технологічна схема №1 виймання і перевалювання розкривних порід при установці драглайна ЕШ на верхній площадці розкривного уступа

2.5 Видобувні роботи

Видобування вогнетривких глин виконується гідравлічними екскаваторами Volvo з об'ємом ковша 1,7-3,5 м³ з наступним завантаженням у автосамоскиди Volvo (12-45 т).

Застосування гідравлічних екскаваторів найбільш ефективно при селективній розробці складноструктурних вибоїв. Можливість вибирати

траекторію руху ковша, яка відповідає структурі вибою, дозволяє здійснювати чітку екскавацію по контакту пуста порода-корисна копалина і значно знизити її втрати і розубожіння. Схеми виймання різні і вибираються в залежності від структури вибою.

До робочих параметрів екскаваторів Volvo відносять: радіус черпання (R_c), висота черпання (H_c), радіус розвантаження (R_p), висота розвантаження (H_p), радіус обертання кузова (R_k) і висотою екскаватора (H_e).

Технологічні схеми відпрацювання корисної копалини наведені на рис. 2.3, 2.4

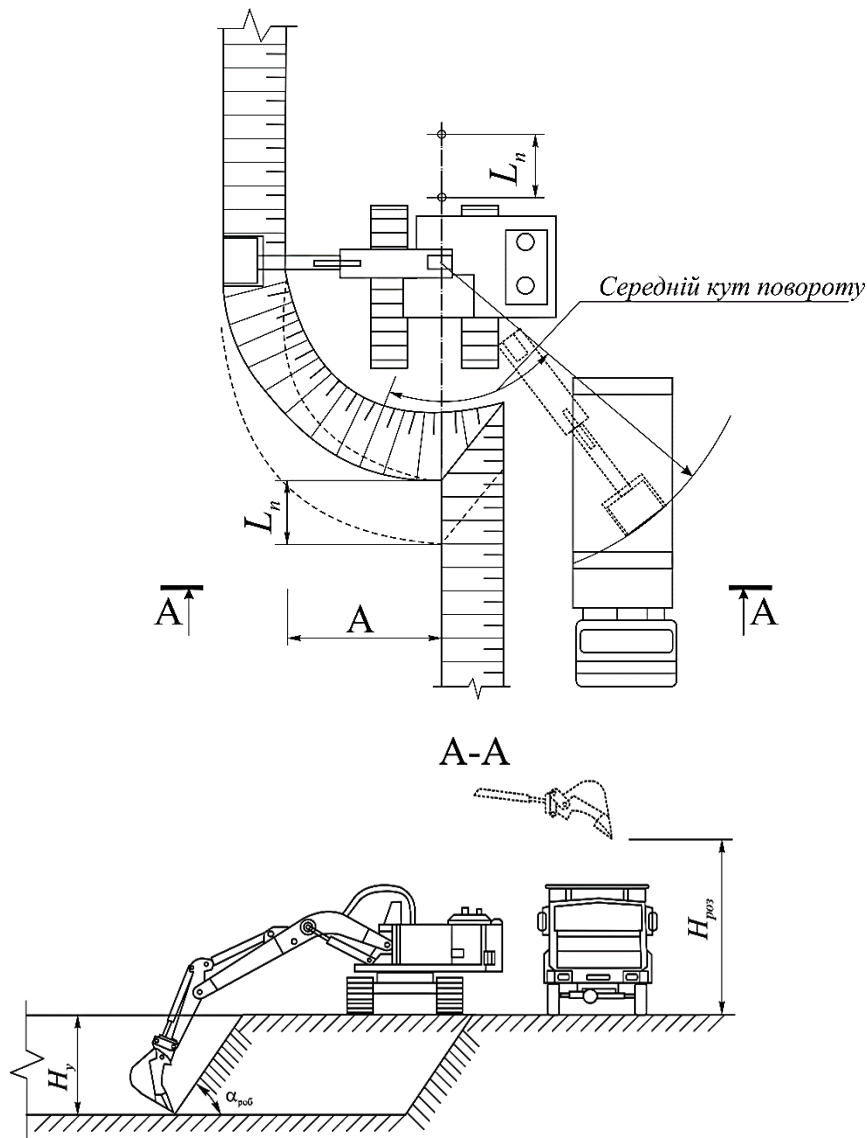


Рисунок 2.3 - Схема роботи екскаватора зі зворотною лопатою при торцевій заходці

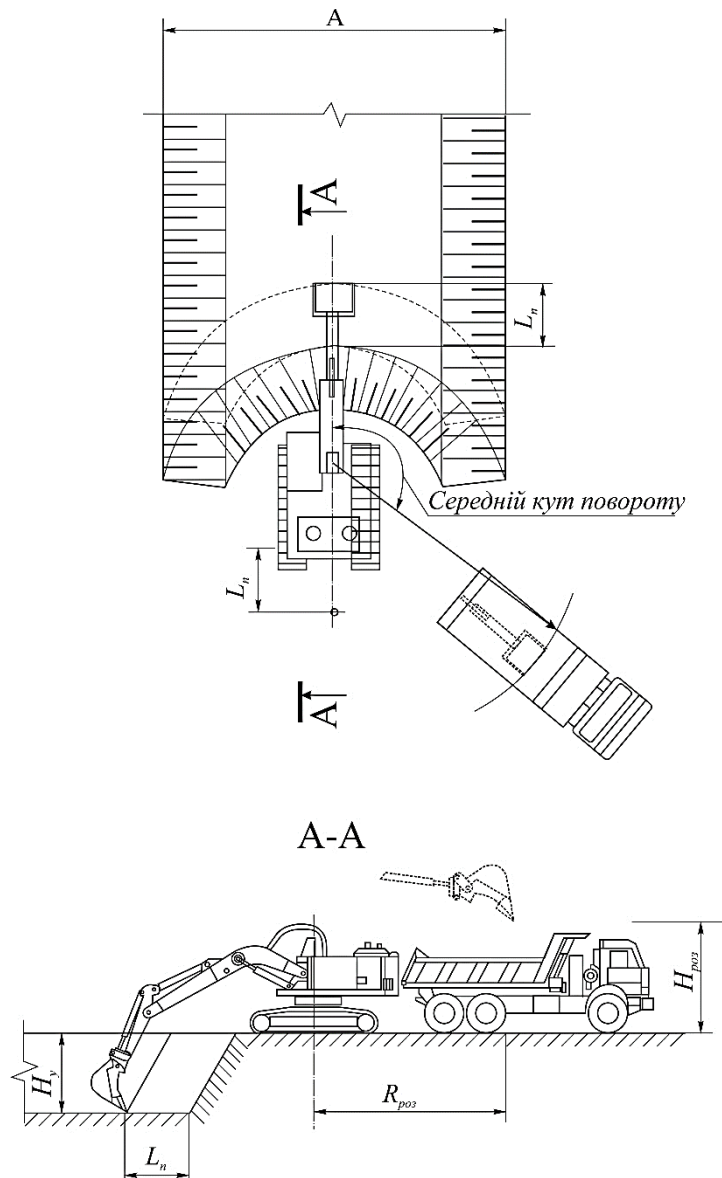


Рисунок 2.4 - Схема роботи екскаватора зі зворотною лопатою при тупиковій заходці

2.5.1 Розрахунок продуктивності екскаваторів при веденні видобувних робіт

Видобування вогнетривких глин ведеться одним уступом за допомогою гідравлічного екскаватора **Volvo 380 DL** (2,3 м³). Глини завантажують у автосамоскиди **Volvo FM 6×4** (25 т). Альтернативним варіантом є екскаватори Volvo (об'єм ковша 1,7-3,5 м³) і автосамоскиди Volvo (вантажопідйомність 12-

45 т).

Виробнича продуктивність екскаватора за робочу зміну при навантаженні корисної копалини:

$$Q_e^{зм} = \frac{T_{зм} - T_{н.з} - T_{о.п.}}{T_{н.а} + T_{п.а}} \cdot E_{н.к} \cdot n_k, \text{ м}^3 / \text{зм.},$$

де: $T_{зм} = 660$ хв – тривалість зміни;

$T_{н.з.} = 45$ хв – час виконання підготовчих і заключних операцій;

$T_{о.п.} = 25$ хв – час на особисті потреби;

$T_{н.а.}$ – час навантаження одного автосамоскида;

$T_{п.а.} = 1$ хв – час подачі автосамоскида під навантаження;

$E_{н.к}$ – об'єм гірничої маси в ковші:

$$E_{н.к} = E_k \cdot K_e = E_k \cdot \frac{K_n}{K_p}, \text{ м}^3,$$

де: $E_k = 2,3$ м³ – об'єм ковша екскаватора;

K_e – коефіцієнт використання ковша (екскавації);

$K_n = 1,0$ – коефіцієнт наповнення ковша;

$K_p = 1,3$ – коефіцієнт розпушення породи.

$$E_{н.к} = 2,3 \cdot 0,78 = 2,3 \cdot \frac{1,0}{1,3} = 1,8 \text{ м}^3.$$

n_k – число ковшів в одному автосамоскиді:

$$n_k = \frac{P_a}{E_{н.к} \cdot \gamma},$$

де: $P_a = 25$ т – вантажопідйомність автосамоскида;

$\gamma = 2,0$ т/ м³ – середня об'ємна вага корисної копалини.

$$n_k = \frac{25}{1,8 \cdot 2,0} = 6,94 \approx 7.$$

Час навантаження одного автосамоскида:

$$T_{н.а} = n_k \cdot t_{ц.н},$$

де: $t_{ц.н} = 20,0$ сек – час одного циклу навантаження.

$$T_{н.а} = 7 \cdot 20 = 140 \text{ сек} = 2,33 \text{ хв.}$$

$$Q_e^{зм} = \frac{660 - 45 - 25}{2,33 + 1,0} \cdot 1,8 \cdot 7 = 2232 \text{ м}^3 / \text{зм.}$$

Змінна продуктивність кар'єру по корисній копалині:

$$Q_k^{зм} = \frac{V_6^{piv} \cdot K_p}{n_{зм.}}, \text{ м}^3 / \text{зм.},$$

де: V_6^{piv} – середньорічний об'єм видобувних робіт;

$n_{зм.} = 555$ – кількість робочих змін на рік.

$$Q_k^{зм} = \frac{100000 \cdot 1,3}{555} = 235 \text{ м}^3 / \text{зм.}$$

Необхідна кількість робочих екскаваторів:

$$N_e = \frac{Q_k^{зм} \cdot K_{нер.}}{Q_e^{зм} \cdot K_6}, \text{ од.},$$

де: $K_{нер.} = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності подачі автотранспорта;

$K_6 = 0,8$ – коефіцієнт використання екскаватора при 11-годинній робочій зміні.

$$N_e = \frac{235 \cdot 1,1}{2232 \cdot 0,8} = 0,15 \text{ од. (1 екскаватор в змiну).}$$

Один екскаватор Volvo 380 DL з об'ємом ковша $2,3 \text{ м}^3$ забезпечить виконання необхідного об'єму видобувних робіт. Фактична кількість робочих днів екскаватора протягом року складає 142 дні в дві 11-годинні зміни.

2.6 Кар'єрний транспорт

Засобами кар'єрного транспорту проводиться перевезення видобутої корисної копалини на склади зберігання та розкривних порід у відвали.

Всі перевезення в кар'єрі виконуються технологічним автотранспортом. Вибір раціональної марки автотранспорту залежить від групи факторів, головні з яких: ціна автотранспорту, величина витрат на транспортування, спосіб

навантаження гірничої маси, модель екскаватора і об'єм його ковша, фізико-механічні властивості порід, схема руху і розворотів автотранспорту при навантаженні і розвантаженні, дальність транспортування гірничої маси, якість доріг, форма і параметри поздовжнього профілю доріг.

Транспортні зв'язки здійснюються по наступних напрямках:

- перевезення розкривних порід у внутрішній відвал (1,0 км);
- перевезення корисної копалини на склади зберігання (4,0 км).

Транспортування корисної копалини і розкривних порід здійснюється автосамоскидами Volvo.

2.6.1 Розрахунок автотранспорту

Вихідні дані для розрахунку автотранспорту на середньорічні об'єми перевезень при досягненні кар'єром проектною потужності приведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для розрахунку автотранспорту

№ п/п	Найменування	Ум. позн.	Од. вимір.	Вид вантажу	
				розкрив	корисна копалина
1	2	3	4	5	6
1	Об'єм перевезень:				
	- річний	$V_{рік}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{700\ 000}{1\ 330\ 000}$	$\frac{100\ 000}{200\ 000}$
	- добовий	$V_{доб}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{3\ 026}{5\ 749}$	$\frac{360,4}{720,8}$
	- змінний	$V_{зм}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1\ 513}{2\ 874}$	$\frac{180,2}{360,4}$
2	Режим роботи:				
	- число робочих змін за рік	$n_{дн}$	день	555	555
	- число змін за добу	$n_{зм}$	змiна	2	2
	- тривалість зміни	$t_{зм}$	год.	11	11
3	Об'ємна маса вантажу	γ	т/м ³	1,9	2,0
4	Тип навантажувального механізму			Volvo	Volvo
5	Категорія порід ДСТУ Б Д.2.2-1:2012			II	II
6	Місткість ковша екскаватора	E_k	м ³	3,3	2,3
7	Коефіцієнт використання ковша	K_e		0,83	0,78

Продовж. Таблиця 2.3 – Вихідні дані для розрахунку автотранспорту

1	2	3	4	5	6
8	Місткість породи в ковші	$E_{п.к}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{2,74}{5,2}$	$\frac{1,79}{3,58}$
9	Тип автосамоскиду			Volvo FM 6×4	Volvo FM 6×4
10	Вантажопідйомність автосамоскида за об'ємом і за масою	V_a q_a	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{16}{25}$	$\frac{16}{25}$
11	Кількість ковшів в кузові автосамоскиду	$n_{к(V)}$ $n_{к(q)}$	шт.	6 5	9 7
12	Середній час одного циклу навантажувального механізму	$t_{ц,н}$	с	20	20
13	Тривалість навантаження одного автосамоскида	$T_{н,а}$	хв	1,67	2,33
14	Відстань транспортування	$L_{тр}$	км	1,0	4,0

Визначення необхідної кількості автосамоскидів приведено в табл. 2.4

Таблиця 2.4 – Розрахунок необхідної кількості автосамоскидів

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Вид вантажу	
			розкрит	корисна копалина
1	2	3	4	5
1	Змінний об'єм перевезень	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1\ 513}{2\ 874}$	$\frac{180,2}{360,4}$
2	Тип автосамоскиду		Volvo FM 6×4	Volvo FM 6×4
3	Середня відстань перевезень	км	1,0	4,0
4	Середня швидкість руху	км/год	15	15
5	Маса вантажу в кузові	т	25	25
6	Час одного обороту, в т.ч. - рух - навантаження - розвантаження - очікування і маневри	хв.	14,33 8,0 2,33 1,0 3,0	38,37 32,0 2,33 1,0 3,0
7	Тривалість зміни	хв.	660	660
8	Тривалість реглам. часу на підготов.-заклуч. Опер. (45 хв) на особисті потреби (25 хв.)	хв.	70	70
9	Число оборотів за зміну	обор.	41	15
10	Змінна продуктив. автосамоскиду з урах. знижуючих коеф. на підчищення проїздів, очищення кузова та ін. ($K = 0,93$)	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{539}{1\ 025}$	$\frac{174,4}{348,8}$
11	Робочий парк автосамоскидів	шт.	2,8	1,03
12	Інвентарний парк автосамоскидів	шт.	3	3

Виходячи із розрахунку, інвентарний парк автосамоскидів при відпрацюванні кар'єра Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища складає Volvo FM 6×4 – 3 шт., Volvo FM 6×4 – 3 шт., що відповідає дійсності та дає можливість забезпечити ведення гірничих робіт в запроектованих межах. Наявність необхідної кількості автосамоскидів дозволяє виконувати необхідні об'єми перевезень гірничої маси в дві зміни.

2.6.2 Кар'єрні автодороги

Транспортування видобутої корисної копалини і розкривних порід на внутрішні відвали забезпечується по кар'єрним автодорогам. До тимчасових доріг віднесені дороги у вибоях, на уступах і на відвалі. Відповідно з навантаженням, розрахунковим об'ємом перевезень (до 5 млн. т в рік) і марок автосамоскидів кар'єрні дороги відносяться до III-к категорії згідно з табл. 7.1 СНіП 2.05.07-91 "Промисловий транспорт".

Дорога в кар'єрі розташована на пісках і не має дорожнього покриття, а лише профілюється бульдозером. Радіуси повороту автодоріг в кар'єрі не є меншими, ніж два мінімальних радіуса повороту автосамоскида.

Конструкція дорожнього полотна за межами кар'єру передбачена з відсипкою щебенево-піщаною сумішшю товщиною 30,0 см.

Характеристика автодоріг у гірничих виробках згідно табл. 7.9 СНіП 2.05.07-91 при ширині автосамоскидів Volvo 3,4 м:

- кількість смуг руху – 2;
- ширина проїзної частини – 10,0 м;
- ширина узбіччя – 2,5 м;
- мінімальний радіус поворотів дороги, що забезпечує можливість повороту кар'єрних машин і механізмів – 30,0 м;
- максимальний ухил кар'єрної дороги – не більше 0,08.

- розрахункова швидкість руху – 15 км/год.

Характеристика автодоріг за межами кар'єрних виробок:

- кількість смуг руху – 2;

- ширина проїзної частини – 12,5 м;

- ширина узбіччя – 2,5 м;

- мінімальний радіус поворотів дороги, що забезпечує можливість повороту кар'єрних машин і механізмів – 30,0 м;

- максимальний ухил кар'єрної дороги – не більше 0,03.

З'їзди зі сторони відпрацьованого простору огорожуються породним валом висотою не менше 1,0 м.

Профіль траси автодороги в кар'єрі відповідає вимогам НПАОП 0.00-1.24-10: поздовжній ухил не повинен перевищувати 80‰, поперечний ухил дороги з односхилим поперечним профілем прийнятий 35 ‰.

Взимку дороги очищаються від снігу, а влітку зрошуються кар'єрною водою для пилепридушення.

Для відводу поверхневого стоку дощових і талих вод з нагірного боку автодоріг передбачено улаштування водовідвідних кюветів. Випуск води з них здійснюється в понижених місцях рельєфу в кар'єрі.

Для утримання автодоріг залучається обладнання з технологічних робіт.

Рух автотранспорту здійснюється по кар'єрним автодорогам, облаштовуються стандартними дорожніми знаками згідно ДСТУ 4100:2014 «Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні», а саме: найменуваннями горизонтів, показники ухилів і під'їздів, показники швидкості та інші.

3. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Кваліфікаційна робота досліджує можливість використання гірничого обладнання з елементами роботизованих технологій а саме технології «Автопілот» при розробці кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища вогнетривких глин ПрАТ «Веско».

Дослідження планується провести для кожного виду робіт а саме: розкривні, видобувні, транспортні, допоміжні.

Для оцінки ефективності використання обладнання з елементами роботизованих технологій зважаючи на великі капітальні вкладення та відсутність значного практичного досвіду ПрАТ «Веско» в реалізації схожих проектів в якості альтернативного варіанту буде розглянуто використання традиційного гірничого обладнання оператором.

Для дослідження використані наявні у відкритому доступі матеріали про новітні розробки в сфері забезпечення гірничого обладнання елементами роботизації.

В якості вихідних даних, для оцінки економічної ефективності застосування роботизованих технологій використовується графік ведення гірничих робіт та перелік задіяного обладнання наведені у табл. 3.1 та 3.2

Таблиця 3.1 – Об'єм робіт

Рік	Об'єм видобувних робіт, тис. т	Об'єм розкривних робіт, тис. т		Транспортування на склад зберігання, тис. т
		Усього	в т.ч автотранспорт	
2023	200	2 101	700	200
2024	200	1 888	700	200
2025	200	1 854	700	200
2026	200	1 860	700	200
2027	200	1 957	700	200
2028	200	1 890	700	200
2029	200	1 960	700	200
2030	118	1 282	700	118
Разом	1 518	14 791	5 600	1 518

Таблиця 3.2 – Зведена специфікація обладнання і техніки кар'єру

№ п.п.	Марка	Найменування і коротка характеристика	К-сть, шт.	Маса, тон	Потужність к.с. / кВт
Розкривні роботи					
1.	Volvo 480DL	Екскатор гідравлічний на гусеничному ході з ємкістю ковша $V_k = 3,3 \text{ м}^3$	1	48,6	265 кВт
2.	Volvo FM 6×4	Автосамоскид вантажопідйомністю 25 т	3	13,0	400 к.с. / 294 кВт
3.	Caterpillar D6R	Бульдозер гусеничний	1	22,5	215 к.с. / 158 кВт
Видобувні роботи/ Транспортні					
4.	Volvo 380DL	Екскатор гідравлічний на гусеничному ході з ємкістю ковша $V_k = 2,3 \text{ м}^3$	1	38,3	215 кВт
5.	Volvo FM 6×4	Автосамоскид вантажопідйомністю 25 т	3	13,0	400 к.с. / 294 кВт
6	Caterpillar D6R	Бульдозер гусеничний	1	22,5	215 к.с. / 158 кВт
Допоміжні					
7.	МАЗ (КО-510)	Поливальна машина з об'ємом цистерни 9 м^3	1	7,8	240 к.с.

3.1 Світова тенденція розвитку безпілотного гірничого обладнання

Роботизація останніми роками стала першою за популярністю темою промислових дискусій. Індустрія поступово рухається до автоматизованої видобутку корисних копалин та дозволяє будувати сміливі прогнози розвитку.

Безпілотне управління стає можливим завдяки застосуванню супутникової навігації, а також заміні механічних систем електричними. Безпілотні зразки обладнання оснащені інтелектуальними системами управління і перевірки, а весь процес проводиться в загальному інформаційному просторі. Функціонально безпілотне обладнання корисно в наступних випадках:

- робота на шахтах
- робота в кар'єрах
- виконання завдань на закритих будмайданчиках
- ліквідація надзвичайних ситуацій і т. д.;

У роботизованому обладнанні роботу оператора виконує інтелектуальний модуль. Завдяки такій комп'ютеризації, можна використовувати обладнання в цілодобовому режимі і тим самим підвищити його ефективність.

Із зростанням попиту на роботизовані системи з'являється все більше техніки, здатної працювати без участі оператора. Лідером галузі можна назвати безпілотні автосамоскиди. Виробники усвідомлюють що потрібно рухатись вперед та відповідати потребам ринку в стратегічній перспективі, тому вже сьогодні пропонують для тестування свої розробки. Сфера навантажувального устаткування дещо відстає від автосамоскидів по кількості та досвіду використання але роботи ведуться.

В залежності від сфери діяльності актуальність питання може бути більш явною за відсутністю альтернативи або економічно обґрунтованою.

В межах роботи з дослідження ефективності використання роботизованих технологій при відпрацюванні кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища вогнетривких глин ПрАТ «Веско»

розглядається тільки економічно обґрунтована модель застосування безпілотного устаткування

3.2 Огляд безпілотних автосамоскидів

Для видобувної галузі транспортування є значною складовою собівартості адже вартість транспортування складає близько $0.1 \text{ \$/тн*км}$ та може відрізнятись для конкретних умов. Боротьба за ефективність є традиційним напрямом роботи будь-якого підприємства. Видобувна галузь не є виключенням. Менеджмент підприємств приділяє значну увагу собівартості продукції як основному чиннику конкурентоздатності. У 2021р. ми бачимо промислове використання безпілотних автосамоскидів по всьому світу. Зараз більше тисячі автономних самоскиді використовуються в Сполучених Штатах Америки, Австралії, Канаді та інших країнах. Україна не є виключенням.

В Україні використання безпілотних автосамоскидів вже ведеться компанією Fertexro на Єристовському ГЗК (м. Горішні Плавні, Полтавська область). Як повідомляє компанія з 2021 р. використання автономних самоскидів перейшло від тестового режиму до повноцінної промислової експлуатації

Важливою складовою використання безпілотних автосамоскидів стала можливість модернізації існуючого парку самоскидів Caterpillar завдяки розробкам американської компанії Autonomous Solutions Inc. Вартість переоснащення звичайного автосамоскида у безпілотну версію може становити від 80 до 300 тисяч \$. Однак, очікується що навіть значні на перший погляд витрати, згодом принесуть прибуток. До основних переваг безпілотних автосамоскидів можна віднести:

- висока точність роботи
- можливість роботи 24/7
- виключення людського чинника, який нерідко стає причиною помилок

і аварій

Виходячи з існуючої технології відпрацювання кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища вогнетривких глин ПрАТ «Веско», для вибору оптимальної моделі автономного самоскида проведено аналіз існуючих моделей. Результати наведені у Таб. 3.3

Таблиця 3.3 - Характеристики існуючих моделей

Модель	Вантажопідйомність	Тип моделі
Scania AXL	25	випробувальна модель*
Белаз	90-130	серійна модель, промислове використання
Caterpillar	90-220	серійна модель, промислове використання
Komatsu IAHV	230	серійна модель, промислове використання
Volvo HX2	12	випробувальна модель
Камаз Геркулес	30	наукова модель

*загальний вигляд зображено на рис. 3.1

Серед наведених моделей автосамоскидів, найбільш відповідною до існуючої технології відпрацювання є модель Scania AXL. Обрана модель відповідає параметрам вантажопідйомності, може використовувати існуючі кар'єрні дороги і не потребує суттєвих інфраструктурних змін у кар'єрі.

Особливостями Scania AXL є відсутність традиційної кабіни для водія, її замінює спеціальний інтелектуальний передній модуль. Модель Scania AXL працює під контролем інтелектуального програмного забезпечення, в яке інтегровані різні системи управління (камери, радари, лідари і GPS-приймачі),

розподіл систем контролю руху зображено на рис. 3.2. Завдання для роботи, автосамоскид отримує від цифрової логістичної системи [9].

Необхідно зауважити що придбання безпілотного автосамоскида потребує додаткових витрат на обладнання логістичної системі на підприємстві яка відповідає програмному забезпеченню автосамоскида та станції зарядки т.к наведені автосамоскиди є електричними, удосконалення мережі інтернет.

В якості забезпечення безпеки при проведені транспортування корисної копалини на відстань 4 км. Планується забезпечити недоступність на технологічну дорогу сторонніх транспортних засобів або тварин. Для цього у місцях потенційного перетину технологічної автодороги буде встановлено перешкоджаючі засоби. Технологічна автодорога яка використовується ПрАТ «Веско» має статус приватної власності тому обмеження використання мають правове підґрунтя.



Рисунок 3.1 - Загальний вигляд автосамоскида Scania AXL

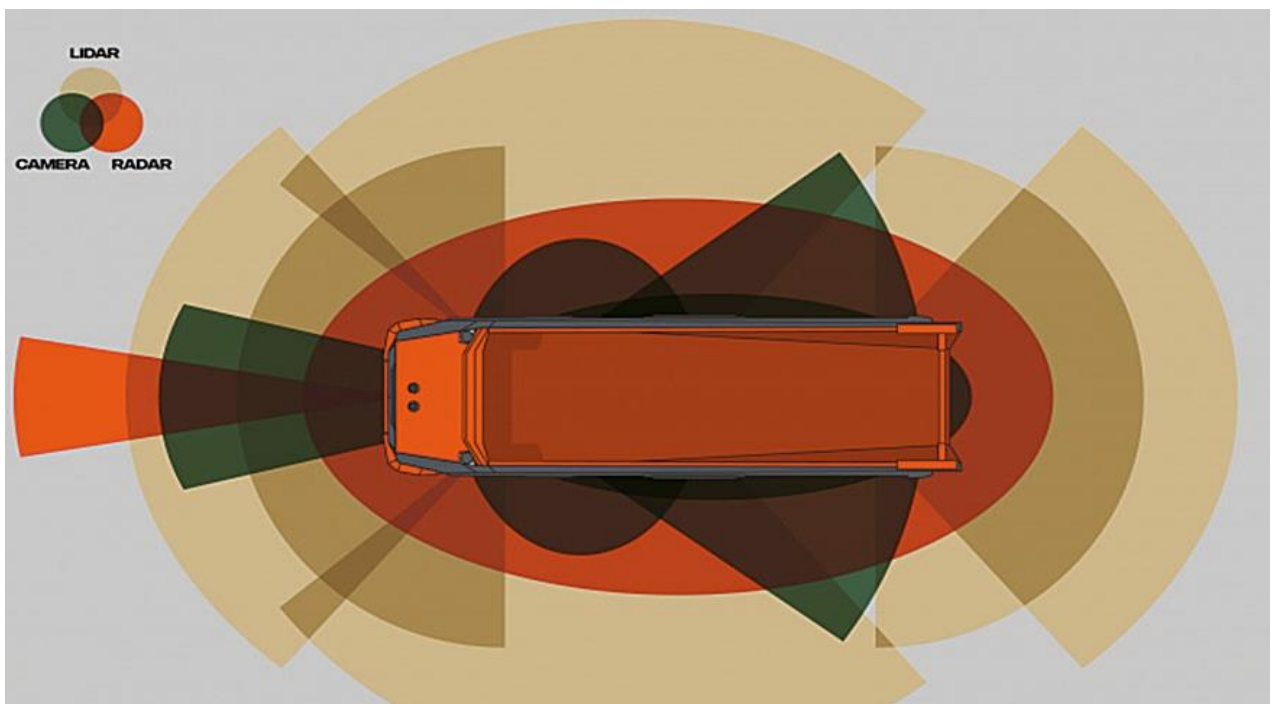


Рис. 3.2 - Розподіл систем контролю руху

3.3 Розрахунок кількості безпілотних автосамоскидів

Вихідні дані для розрахунку кількості автотранспорту на середньорічні об'єми перевезень приведені в табл. 3.4

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для розрахунку кількості автотранспорту

№ п/ п	Найменування	Ум. позн .	Од. Вим .	Існуюча схема		Рекомендована схема	
				розкрив	корисна копалина	розкрив	корисна копалина
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Об'єм перевезень: - річний	$V_{рік}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{700\ 000}{1\ 330\ 000}$	$\frac{100\ 000}{200\ 000}$	$\frac{700\ 000}{1\ 330\ 000}$	$\frac{100\ 000}{200\ 000}$
	- добовий	$V_{доб}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{3\ 026}{5\ 749}$	$\frac{360,4}{720,8}$	$\frac{3\ 026}{5\ 749}$	$\frac{360,4}{720,8}$
	- змінний	$V_{зм}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1\ 513}{2\ 874}$	$\frac{180,2}{360,4}$	$\frac{1\ 513}{2\ 874}$	$\frac{180,2}{360,4}$
2	Режим роботи: - число робочих змін за рік	$n_{он}$	день	555	555	555	555
	- число змін за добу	$n_{зм}$	змiна	2	2	2	2
	- тривалість зміни	$t_{зм}$	год.	11	11	11,5	11,5
3	Об'ємна маса вантажу	γ	т/м ³	1,9	2,0	1,9	2,0
4	Тип навантажувального механізму			Volvo	Volvo	Volvo	Volvo
5	Категорія порід ДСТУ Б Д.2.2-1:2012			II	II	II	II
6	Місткість ковша екскаватора	E_k	м ³	3,3	2,3	3,3	2,3
7	Коефіцієнт використання ковша	K_e		0,83	0,78	0,83	0,78
8	Місткість породи в ковші	$E_{н.к}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{2,74}{5,2}$	$\frac{1,79}{3,58}$	$\frac{2,74}{5,2}$	$\frac{1,79}{3,58}$
9	Тип автосамоскиду			Volvo F M 6×4	Volvo FM 6×4	Scania_A XL	Scania_AXL
10	Вантажопідйомність автосамоскида за об'ємом і за масою	V_a q_a	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{16}{25}$	$\frac{16}{25}$	$\frac{16}{25}$	$\frac{16}{25}$
11	Кількість ковшів в кузові автосамоскиду	$n_{к(V)}$ $n_{к(q)}$	шт.	6 5	9 7	5 4,5=5	9 7
12	Середній час одного циклу навантажувального механізму	$t_{ц.н}$	с	20	20	20	20
13	Тривалість навантаження одного автосамоскида	$T_{н.а}$	хв	1,67	2,33	1,67	2,33
14	Відстань транспортування	$L_{тр}$	км	1,0	4,0	1,0	4,0

Визначення необхідної кількості автономних самоскидів в порівнянні з традиційними автосамоскидами приведено в табл. 3.5

Таблиця 3.5 – Розрахунок необхідної кількості автосамоскидів

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Існуюча схема Вид вантажу		Рекомендована схема Вид вантажу	
			розкрит	корисна копалина	розкрит	корисна копалина
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>		
1	Змінний об'єм перевезень	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1\ 513}{2\ 874}$	$\frac{180,2}{360,4}$	$\frac{1\ 513}{2\ 874}$	$\frac{180,2}{360,4}$
2	Тип автосамоскиду		Volvo FM 6×4	Volvo FM 6×4	Scania_AXL	Scania_AXL
3	Середня відстань перевезень	км	1,0	4,0	1,0	4,0
4	Середня швидкість руху	км/год	15	15	15	15
5	Маса вантажу в кузові	т	25	25	25	25
6	Час одного обороту, в т.ч. - рух - навантаження - розвантаження - очікування і маневри	хв.	14,33 8,0 2,33 1,0 3,0	38,37 32,0 2,33 1,0 3,0	13,17 8,0 1,67 1,0 2,5	38,37 32,0 2,33 1,0 2,5
7	Тривалість зміни	хв.	660	660	690	690
8	Тривалість регламентованих витрат часу на виконання підготовчо-заклучних операцій (45 хв) і на особисті потреби (25 хв.)	хв.	70	70	30	30
9	Число оборотів за зміну	обор.	41	15	50	17
10	Змінна продуктивність автосамоскиду з урахуванням знижуючих коефіцієнтів на підчищення проїздів, очищення кузова та ін. ($K = 0,93$)	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{539}{1\ 025}$	$\frac{174,4}{348,8}$	$\frac{744}{1\ 413}$	$\frac{197,7}{395,4}$
11	Робочий парк автосамоскидів	шт.	2,8	1,03	2,03	0,91
12	Інвентарний парк автосамоскидів	шт.	3	3	3	3

Виходячи із розрахунку, інвентарний парк автосамоскидів при використанні самоскидів Scania_AXL залишається на існуючому рівні, а саме 6 одиниць. Відмінність автоматизованих автосамосвалів у зменшенні часу на підготовку до зміни не є значним виходячи з об'єму робіт та не дозволяє зменшити кількість самоскидів. При розрахунку ефективності буде використана однакова кількість автоматизованих самоскидів та самоскидів стандартного виконання.

Окрім кількості автосамоскидів для формування моделі оцінки ефективності використання безпілотних автосамоскидів в умовах кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища вогнетривких глин ПрАТ «Веско» необхідно провести оцінку існуючих даних які були отримані при тестування автономних самоскидів в реальних умовах. Виходячи з досвіду таких підприємств як Fegethro, Сибірська вугільно енергетична компанія, Норнікель та інші у табл.3.6 сформовані відзначні фактори які необхідно використовувати в розрахунках

Таблиця 3.6 - Фактори для розрахунку ефективності використання безпілотних автосамоскидів

Фактор	Значення прийняті для розрахунку, %
Зростання продуктивності - 10-20 %	10
Зниження споживання пального - 10-50 %	50*
Зменшення витрат на техобслуговування – 8-12%	8
Зниження фонду заробітної плати 20-50%	40

*планується перехід на електричну енергію

Таким чином сформована гіпотеза на базі якої буде виконаний розрахунок ефективності використання автономних самоскидів.

Окрім переваг використання безпілотних самоскидів має також і недоліки

- Вартість обладнання
- Навчання персоналу
- Необхідність окремого виробничого простору
- Правове регулювання

Оцінка економічного ефекту від використання автоматизованих самоскидів буде наведена у економічному розділі.

3.4 Огляд безпілотних гідравлічних екскаваторів

На сьогодні пропозиція навантажувального гірничого устаткування на стільки розвинута, що будь-яка потреба або запит з боку потенційного покупця згодом покривається новою моделлю або технічним рішенням машинобудівної галузі. Одним з таких запитів, який надходить саме від компаній які ведуть розробку корисних копалин є роботизовані технології а саме технологія «автопілот».

Першочергову увагу при моделюванні роботи роботизованого устаткування потрібно надати дотриманню технологій розробки. Згідно з нормативними документами розробка кар'єру Овчарівський відбувається із застосуванням гідравлічних екскаваторів масою 36-48 т та крокуючим екскаватором ЕШ 10\70, транспортною та безтранспортною системою.

В результаті аналізу існуючих роботизованих технологій в сфері навантажувального обладнання для гірничої галузі встановлено що існуючі зразки обладнання поки знаходяться на проектному або випробувальному рівні. Більшість робіт з розробки безпілотного навантажувального обладнання спрямовані на створення роботизованого комплексу автосамоскид + навантажувальний механізм. Як вже було зазначено, на сьогодні у промисловому використанні знаходяться автосамоскиди вантажопідйомністю від 90 т. тож робота зі створення навантажувального обладнання ведеться саме в сегменті

устаткування з об'ємом ковша більше 10 м³. Існуючі зразки безпілотного обладнання є модернізованими версіями з кабінами оператора в яких обладнано систему віддаленого керування. Тобто оператор має змогу віддалено втручатись у роботу декількох навантажувальних механізмів. В якості проміжного рішення виробниками спецтехніки представлені рішення які базуються на створенні віддаленої кабіни оператора окремого обладнання, яка повністю імітує елементи керування та дозволяє керувати обладнанням. Подібна технологія в першу чергу спрямована на підвищення безпеки ведення робіт та виключення людини з місць з негативним впливом. Приклад віддаленої кабіни зображено на Рис. 3.3



Рисунок 3.3 - Віддалена кабіна оператора навантажувача

Однак, згідно з мети наведеною в кваліфікаційній роботі, використання роботизованих технологій для відпрацювання кар'єру Овчарівський може розглядатись тільки за умови економічної ефективності. Таким чином в результаті дослідження зразків безпілотного навантажувального обладнання була встановлена відсутність діючих прикладів промислового використання безпілотних екскаваторів масою до 50 т. та об'ємом ківшу до 4 м³.

Станом на 2021 р. існують поодинокі розробки здатні підняти рівень автоматизації навантажувального устаткування. Таким прикладом виступає розробка спеціалістів США та Китаю спрямована на автоматизацію роботи екскаватора. Система має назву AES (Autonomous Excavator System). Як зазначають розробники система може бути облаштована на будь-якому екскаваторі завдяки універсальності. Базова функціональність системи досягається за допомогою лідарів, камер, датчиків нахилу та тиску. Данні отримані від елементів системи обробляються аналітичним модулем. Приклад монтажу устаткування зображено на рис. 3.4.

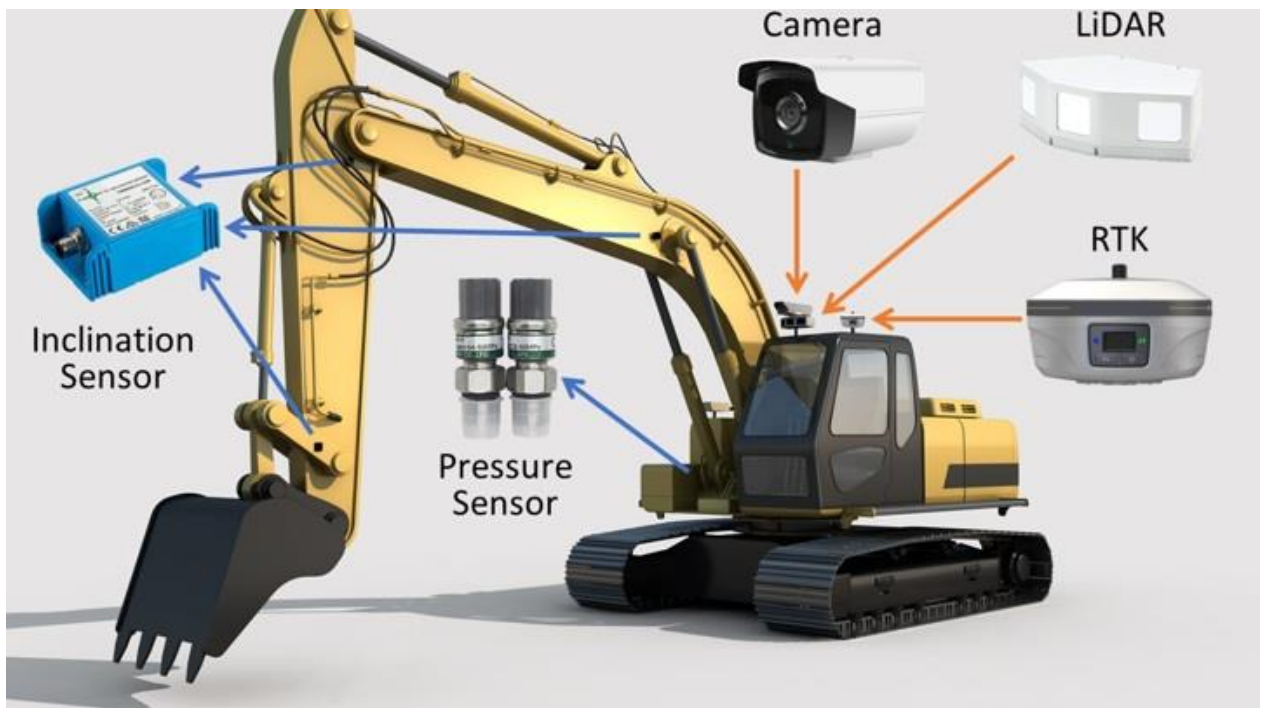


Рис. 3.4. Схема влаштування елементів безпілотної системи

Для кваліфікаційної роботи в якості найбільш придатної з точки зору технології ведення робіт буде розглядатись ефективність обладнання системою AES гідравлічного екскаватора Volvo EC 380DL для виконання видобувних робіт, та екскаватора Volvo EC 480DL для виконання розкривних робіт.

Згідно з попередніми оцінками вартість обладнання системою AES може складати 4 050 тис. грн для екскаватора Volvo EC 380DL, та 4 860 тис. грн для екскаватора Volvo EC 480DL.

Відповідно до отриманих даних, у табл.3.7 сформовані відзначні фактори

які буде використано в розрахунках

Таблиця 3.7. - Фактори для розрахунку ефективності використання екскаваторів обладнаних системою AES

Фактор	Значення прийняті для розрахунку, %
Зростання продуктивності	-
Зниження споживання пального	5
Зменшення витрат на техобслуговування	-
Зниження фонду заробітної плати	50%

Для розрахунку ефективності використання безпілотного гідравличного екскаватора приймається фактор зниження споживання пального на 5% завдяки більш врівноваженому темпу роботи та зниження фонду заробітної плати на 50%. Вважається що для обслуговування екскаватора та контролю за діями також потрібен персонал.

Оцінка економічного ефекту від використання автоматизованих гідравлических екскаваторів наведена у економічному розділі.

3.5 Огляд безпілотних гусеничних бульдозерів

Проводячи аналіз існуючих пропозицій гусеничних бульдозерів було встановлено що сфера автопілоту для даної групи техніки є менш розвиненою в порівнянні із розробками автосамоскидів та навіть гідравлических екскаваторів.

Подібно з роботизацією гідравлических екскаваторів, в якості промислового рішення виробниками спецтехніки представлена віддалена кабіна оператора гусеничного бульдозера, яка повністю імітує елементи керування. Лідером серед подібних систем є компанія Caterpillar. Система має назву Cat Command та дозволяє керувати бульдозером або іншою технікою на відстані до 400 м. [10]

Приклад керування бульдозером за допомогою системи Cat Command зображено на Рис. 3.5, віддалена кабіна оператора зображена на Рис. 3.6.



Рисунок 3.5 - Керування бульдозером за допомогою системи Cat Command у прямій видимості



Рисунок 3.6 - Віддалена кабіна оператора гусеничного бульдозера
Подібна технологія відокремлення оператора від самого обладнання в першу чергу спрямована на підвищення безпеки ведення робіт та виключення

людини з небезпечних місць або місць з негативним впливом.

Інші поодинокі випадки роботизації гусеничних бульдозерів, не спрямовані на отримання економічного ефекту та мають в пріоритеті тільки необхідність виконання робіт. Прикладом подібної роботизації є використання роботизованих бульдозерів для боротьби з лісовими пожежами або у військових цілях.

Серед факторів які роблять гусеничні бульдозери не ефективним напрямом роботизацій для видобувної промисловості можна виділити:

- Різноманітність виконання робіт. В залежності від особливостей ведення розробки родовища
- Відсутність значного очікуваного ефекту від роботизацій для зростання продуктивності
- Відсутність значного очікуваного ефекту від роботизацій для зменшення витрат на експлуатацію

Таким чином вивчивши можливі варіанти роботизації гусеничних бульдозерів було встановлено що станом на 2021 р. подібні приклади не можуть розглядатись як повноцінна модель яку можливо реалізувати при веденні відкритої розробки кар'єру Овчарівський Андріївського родовища адже головною метою кваліфікаційної роботи є отримання економічного ефекту від впровадження роботизованих технологій.

Відповідно до наведених даних, в кваліфікаційній роботі робиться висновок про недоцільність використання автоматизованих гусеничних бульдозерів.

3.6 Огляд безпілотних поливальних машин

Для оцінки ефективності роботизації процесу поливу доріг в кар'єрі Овчарівський проведено аналітику фактичного часу задіяння поливальної машини протягом року. Дані наведені в Табл. 3.8

Таблиця 3.8. - Час задіяння поливальної машини у структурі виробничих майданчиків

Майданчик	Час використання за період травень-жовтень 2021, годин	Доля
Кар'єр Овчарівський	580	31%
Кар'єр Грузський	530	28%
Склад напівфабрикату	430	23%
Склад готової продукції	350	19%
Разом	1 890	100%

Згідно з наведеною аналітики доля робіт безпосередньо на кар'єрі Овчарівський складає 28% від загального часу роботи поливальної машини. Таким чином для реалізації проекту з роботизації поливання доріг, необхідно придбання додаткової поливальної машини або побудова інфраструктури на усіх майданчиках на яких задіяна поливальна машина. Обидва варіанти потребують значних капітальних витрат та не відповідають головній цілі кваліфікаційної роботи а саме отримання економічного ефекту від роботизації виробничих процесів. Також потрібно зауважити що в разі роботизації усіх промислових майданчиків, згодом можлива роботизація процесу поливу доріг.

Відповідно до наведених даних, в кваліфікаційній роботі робиться висновок про недоцільність використання автоматизованої машини для поливу доріг.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні положення

У відповідності до Закону України «Про охорону праці» (ст. 13) відповідальність за стан техніки безпеки і охорони праці на підприємстві несе керівник підприємства. На ПрАТ «Веско» створені в кожному структурному підрозділі і на робочих місцях умови праці у відповідності до вимог нормативних актів, а також забезпечене дотримання прав робітників, гарантованих законодавством по охороні праці.

У відповідності до Закону України «Про охорону праці», на підприємстві організована служба охорони праці [3].

Безпека ведення гірничих робіт регулюється в основному «Правилами охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» (НПАОП 0.00-1.24-10), «Положенням про систему охорони праці на підприємстві», «Типовим положенням про навчання по питанням охорони праці», інструкціями по охороні праці і обслуговуванню обладнання та ін.

Порядок перевезення людей і вантажу регулюється «Правилами дорожнього руху» і інструкціями Міністерства транспорту.

Роботи на кар'єрі повинні проводитись згідно з положеннями Нарядної системи на підприємстві. З робітниками кар'єру укладається раз на рік колективний договір, який регулює всі відносини між робітниками та роботодавцем. Контроль за виконанням вказаних документів покладається на керівника підприємства і керівників структурних підрозділів. Керівництво ПрАТ «Веско» забезпечує функціонування системи управління охороною праці.

Контроль за якістю і кількістю викидів забруднюючих речовин передбачено за допомогою реєструючих приборів. Контроль здійснюється по договору з акредитованою санітарно-промисловою лабораторією ПРАТ «Дружківське рудоуправління» у погоджені строки. Контролю піддаються вихлопні гази, кар'єрні води, радіаційний рівень, рівень вібробезпечності та

шуму.

Медичне обслуговування працюючих передбачене найближчою лікувальною установою. В кабіні екскаватора, бульдозера і автосамоскида повинні бути аптечки першої медичної допомоги, а промислова площадка обов'язково обладнується телефонним зв'язком з найближчим медичним закладом.

4.2 Охорона праці під час експлуатації автосамоскидів

Під час експлуатації автомобільного транспорту в кар'єрах необхідно керуватися НПАОП 0.00-1.72-14 «Правила з охорони праці під час експлуатації великовантажних автомобілів та інших технологічних транспортних засобів під час розробки рудних і нерудних копалин відкритим способом», «Правилами дорожнього руху» і Інструкцією з охорони праці для водія вантажного автомобіля.

Швидкість і порядок руху автомобілів на шляхах кар'єру встановлюється з врахуванням місцевих умов. Рух на шляхах кар'єру повинен регулюється стандартними знаками, передбаченими Правилами дорожнього руху.

На кар'єрних автомобільних шляхах рух автомобілів повинен проводитися без обгону і регулюватися стандартними дорожніми знаками.

План і профіль автомобільних шляхів, ширина проїзної частини, радіуси кривих в плані та поперечні похили автошляхів повинні відповідати діючим нормам і стандартам. Автосамоскиди повинні бути технічно справними, мати два дзеркала заднього виду, діючу світлову та звукову сигналізацію, освітлення та справні гальма.

Сторонній автотранспорт допускається в кар'єр тільки після проведення обов'язкового інструктажу водія з записом в спеціальний журнал.

При завантаженні автосамоскида екскаватором повинні виконуватися такі умови:

– автосамоскид, що чекає завантаження, повинен бути за межами дії ковша екскаватора і ставати під завантаження тільки після дозволяючого сигналу машиніста;

– навантаження в кузов автосамоскида проводиться тільки збоку або ззаду;

– завантажений автосамоскид повинен їхати до пункту розвантаження тільки після дозволяючого сигналу машиніста екскаватора;

– кабіна кар'єрного автосамоскида повинна бути перекрита спеціальним захисним козирком, що забезпечує безпеку водія при навантаженні. При відсутності захисного козирка водій автомобіля зобов'язаний вийти при навантаженні з кабіни і перебувати за межами радіуса дії ковша екскаватора.

При роботі автосамоскида в кар'єрі забороняється:

– рух автосамоскида з піднятим кузовом;

– рух заднім ходом до місця навантаження (розвантаження) на відстань більше 30 м;

– перевозити сторонніх людей у кабіні;

– залишати автосамоскид на похилах і підйомах;

– проводити запуск двигуна використовуючи рух автосамоскида під похил;

– при русі автосамоскида заднім ходом повинен подаватися безперервний звуковий сигнал.

Розвантаження автосамоскидів на відвалі дозволяється виконувати в місцях передбачених паспортом відвалу за межами призми обрушення породи, але не ближче 5 м від верхньої бровки відвалу.

4.3 Охорона праці під час експлуатації екскаваторів

Використання екскаваторів на кар'єрах має виконуватися відповідно до НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом».

Для забезпечення високопродуктивної та безпечної роботи екскаваторів,

екскаваторні бригади дотримуються таких основних правил та умов:

1. Під час переміщення екскаватора по горизонтальному шляху або на підйом його ведуча вісь має бути ззаду, а при спусках зі схилу – спереду. Ковш необхідно опорожнити і утримувати не вище 1 м від ґрунту, а стрілу встановити по ходу екскаватора.

2. Під час руху екскаватора на підйом або під час спусків необхідно вживати заходів, які запобігають самовільному сковзанню по нахилу.

3. Екскаватори необхідно розташовувати на уступі кар'єру або відвалу на твердій вирівняній основі зі схилом, що не перевищує допустимий, згідно з технічним паспортом екскаватора. В усіх випадках відстань між бортом уступу, відвалу або транспортними посудинами і контрвантажем екскаватора має бути не менше ніж 1 м. Під час роботи екскаватора з місткістю ковша менше ніж 5 м³ його кабіна має бути розташована з протилежного боку від уступу.

4. Не дозволяється робота екскаватора під козирками і шматками гірничої маси, що нависають.

5. Козирки і шматки гірничої маси можна ліквідувати за допомогою гідромонітора або екскаватора, обладнаного допоміжним пристроєм. Конструкція пристрою та інструкція щодо його застосування мають бути узгоджені із заводом-виробником екскаватора.

6. Не дозволяється під час роботи екскаватора перебування працівників (включаючи обслуговуючий персонал) у зоні дії ковша.

7. У разі загрози обвалення або зсуву уступу під час роботи екскаватора, роботу екскаватора необхідно припинити і відвести його в безпечне місце.

8. Для виведення екскаватора з вибою необхідно завжди мати вільний прохід.

9. Під час роботи екскаватора на ґрунтах, які не витримують тиску гусениць, необхідно вживати спеціальних заходів, що забезпечують стійке положення екскаватора.

10. У разі необхідності допускається проведення робіт на більш близькій відстані за розробленим на підприємстві паспортом безпечного проведення робіт.

11. На екскаваторах необхідно мати паспорти завантаження автосамоскидів та вагонів-самоскидів.

12. Стан шляхів і підшви вибоїв мають забезпечувати стоянку і підхід транспорту до екскаватора без затримки; нормальне його пересування та правильне розташування в вибої. Допоміжні роботи (очищення ходової частини екскаватора і дороги в межах робочого місця екскаватора, переміщення негабариту, маневри екскаватора в вибої, перенесення і підключення кабелю) частково мають проводитися в перервах між обміном транспорту.

13. При роботі у нічний час має бути забезпечено правильне і достатнє освітлення вибою, відвалу та шляхів.

14. До керування гірничими і транспортними машинами допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання, здали залік і одержали посвідчення на право управління відповідною машиною.

15. Перевірку знань безпечних методів роботи машиністів гірничих і транспортних машин варто проводити щорічно комісіями, які призначаються підприємством.

16. Забороняється відпочинок безпосередньо у вибоях і біля укусу, уступу, а також поблизу діючих механізмів, обладнання, на транспортних шляхах та ін. Перед пуском механізмів і початком руху машин, залізничних поїздів або автомобілів обов'язкова подача звуків або світлових сигналів, із значенням яких інженерно-технічні працівники повинні ознайомити всіх працюючих. При цьому потрібно, щоб сигнали були чутні (і видимі) усіма працюючими в районі дії машин, механізмів тощо.

17. Машиніст екскаватора та помічник машиніста екскаватора повинен бути забезпечений спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до НПАОП 0.00-3.10-08 «Норми безплатної видачі спецодягу,

спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам гірничодобувної промисловості».

18. Забороняється завалювати робочі місця і виходи з них по гірській породі або по будь-яким предметам, що перешкоджають вільному переміщенню людей.

4.4 Охорона праці під час експлуатації бульдозерів

Використання бульдозерів на кар'єрах виконується згідно НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом».

Машиніст бульдозера проходить вступний інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, прийомів та способів надання долікарської допомоги потерпілим, бути ознайомленим під розпис з умовами праці, правами та пільгами за роботу в шкідливих та небезпечних умовах праці, з правилами поведінки при виникненні аварій. До початку роботи на робочому місці водій отримує первинний інструктаж з безпечних прийомів виконання робіт.

Машиніст бульдозера забезпечений спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до НПАОП 0.00-3.10-08 «Норми безплатної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам гірничодобувної промисловості».

При роботі бульдозера в темний час доби (при поганій видимості) місце роботи рівномірно освітлюють. Усі перешкоди, бровка земляного полотна або ухилу, виїмки, відвали ґрунту мають бути достатньо освітлені або позначені попереджувальними добре видимими знаками. Працювати на неосвітленій площадці забороняється. Незалежно від освітленості робочого місця механізми управління і робочі органи машини мають мати автономне освітлення.

Під час роботи бульдозера забороняється:

- перебувати в зоні дії машини стороннім особам, які не працюють безпосередньо на машині;
- перебування сторонніх осіб в кабіні бульдозера;
- сходити з площадки управління і заходити на неї до повної зупинки бульдозера.
- робити повороти із завантаженим або заглибленим відвалом.

Перед тим, як рушити бульдозер, машиніст повинен переконатися в тому, що проїзд вільний, а в зоні роботи машини немає людей, після чого дати попереджувальний звуковий сигнал.

Бульдозер не має виконувати роботу в радіусі дії працюючих вантажопідійомних машин та екскаваторів. При одночасній роботі декількох бульдозерів, що слідуєть один за одним, відстань між ними має бути не менше 5 м. При зустрічному роз'їзді бульдозерів потрібно дотримуватись інтервалу між машинами не менше 2 м.

У разі виявлення в розроблюваному ґрунті пнів або інших негабаритних предметів бульдозер необхідно зупинити і видалити їх спецмашинами з його шляху, щоб не допустити аварії.

При переміщенні ґрунту бульдозером на підйомі необхідно стежити за тим, щоб відвал не врізався в ґрунт.

Під час роботи при похилому положенні площадки робочого місця машиніста бульдозера, щоб не впасти, необхідно постійно триматись за держак механізмів управління.

Розробка уступів та відсипання відвалів у кар'єрі має виконуватись відповідно до затвердженого головним інженером підприємства паспорта кар'єра, у якому визначені допустимі розміри робочих площадок, берм, кутів відвалу, висоти уступу, відстань від транспортного обладнання до бровок уступу і відвалу. Не допускається робота бульдозерів на крутих схилах при бокових та повздовжніх кутах нахилу, що перевищують передбачені інструкцією з експлуатації заводу-виробника. Під час руху бульдозера на підйомі та спуску не

можна переключати передачі. На спуску машина має йти на першій передачі. При потребі слід пригальмовувати робочими органами.

При роботі та русі по насипах висотою більше 1,5 м бульдозер не має наближатись до бровки насипу ближче, ніж на 1 м, відвал не має висуватись за бровку насипу. Відстань від краю гусениці бульдозера до бровки уступу визначається з урахуванням гірничо-геологічних умов і заноситься в розроблений на підприємстві паспорт ведення робіт у вибої (на відвалі). Переміщення та встановлення бульдозера поблизу виїмок (котлованів, траншей, канав та ін.) дозволяється при дотриманні відстані від підшви укосу виїмки (уступу) до найближчої гусениці не менше, ніж встановлено нормативом. Якщо дотримання зазначених відстаней неможливе, схил виїмки потрібно надійно укріпити.

Забороняється робота на бульдозері вздовж крутих схилів. Забороняється робота бульдозера на глинястих ґрунтах під час дощу.

При плануванні відвалу бульдозером він має підїзжати до бровки укоса тільки ножом вперед.

5. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Відповідно до мети кваліфікаційної роботи, для оцінки економічної ефективності використання роботизованих технологій при відпрацюванні кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища глини в умовах ПрАТ «Веско» буде виконано розрахунок методом дисконтованих грошових потоків. Термін розрахунку відповідає графіку відпрацювання та складає 8 років. Вартість власного капіталу прийнята в розрахунку на рівні депозитної ставки АТ КБ «Приват Банк» для юридичних осіб станом на грудень 2021 г. – 5.3% річних. Для розрахунку витратної частини моделі, використані фактичні питомі витрати ПрАТ «Веско» на експлуатацію обладнання. Витрати розділені на 3 блоки а саме: паливо, товаро-матеріальні цінності (ТМЦ), заробітна плата з нарахуваннями. Відповідно до методики розрахунку, амортизаційні витрати не включаються у грошові потоки.

Згідно з висновками отриманими в Дослідницькому розділі, розрахунок економічної ефективності буде розроблено для двох типів обладнання а саме: автосамоскиди Scania AXL та гідравлічні екскаватори обладнані системою AES.

5.1 Розрахунок економічної ефективності використання безпілотних самоскидів

Відповідно до об'ємів робіт з розкриву та видобутку наведених у табл. 5.1. визначено загальний об'єм перевезень. Згідно з технологією відпрацювання кар'єру Овчарівський Андріївського родовища, плече транспортування складає 1 км. для порід розкриву та 4 км. для корисної копалини. Корисна копалина транспортується на проміжний склад напівфабрикату.

Згідно з розрахунку для виконання вказаного об'єму перевезень необхідно забезпечити 6 од. автосамоскидів в\п 25 т. (3 од. для ведення розкривних робіт, 3 од. для ведення видобувних робіт)

Таблиця 5.1 - Об'єм перевезень автосамоскидами

Стаття/Період	Од. вим	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Разом
Розкривні роботи, автотранспорт тис. мЗ	тис. мЗ	700	700	700	700	700	700	700	700	5 600
Плече транспортування	км	1	1	1	1	1	1	1	1	
Об'єм перевезень	тис. тн*км	1330	1330	1330	1330	1330	1330	1330	1330	10 640
Транспортування на проміжний склад, тис. т	тис. т	200	200	200	200	200	200	200	118	1 518
Плече транспортування	км	4	4	4	4	4	4	4	4	
Об'єм перевезень	тис. тн*км	800	800	800	800	800	800	800	473	6 073
Разом Об'єм перевезень	тис. тн*км	2130	2130	2130	2130	2130	2130	2130	1803	16 713

Розрахунок виконано у двох варіантах:

Варіант 1. Використання автосамоскидів Volvo FM 6x4 з водієм, відображено у табл. 5.2

Варіант 2. Використання автономних автосамоскидів Scania AXL, відображено у табл. 5.3

Таблиця 5.2 - Використання автосамоскидів Volvo FM 6x4 з водієм

Стаття	Од. вим.	2023 р	2023 р	2024-2030 рр
Об'єм робіт	тис. тн*км		2 130	14 583
Інвестиційна діяльність	тис. грн	-28 800	0	4 320
Придбання автосамоскидів Volvo FM 6x4	тис. грн	-28 800		
Реалізація зношених автосамоскидів	тис. грн			4 320
Операційна діяльність	тис. грн		-5 457	-45 476
Витрати на паливо	тис. грн		-2 108	-17 568
Витрати на ТМЦ	тис. грн		-1 440	-11 997
Витрати на заробітну плату	тис. грн		-1 909	-15 912
Вартість капіталу	%		5.3%	5.3%
Коеф. Дисконтування			0.95	-
Зведені дисконтовані витрати включно вартість обладнання	тис. грн		-66 211	

Питомі витрати на паливо	грн/тн*км	0.99
Питомі витрати на ТМЦ	грн/тн*км	0.68
Питомі витрати на заробітну плату	грн/тн*км	0.90

Таблиця 5.3 - Використання автономних автосамоскидів Scania AXL

Стаття	Од. вим.	2023 р	2023 р	2024-2030 рр
Об'єм робіт	тис. тн*км		2 130	14 583
Інвестиційна діяльність	тис. грн	-43 400	0	5 760
Придбання автосамоскидів Scania AXL	тис. грн	-38 400		
Реалізація зношених автосамоскидів	тис. грн			5 760
Модернізація інфраструктури	тис. грн	-5 000		
Операційна діяльність	тис. грн		-3 157	-26 306
Витрати на паливо (електроенергія)	тис. грн		-937	-7 805
Витрати на ТМЦ	тис. грн		-1 163	-9 689
Витрати на заробітну плату	тис. грн		-1 057	-8 812
Вартість капіталу	%		5.3%	5.3%
Коеф. Дисконтування			0.95	-
Зведені дисконтовані витрати включно вартість обладнання	тис. грн		-62 884	

Питомі витрати на паливо (електроенергія)	грн/тн*км	0.44
Питомі витрати на ТМЦ	грн/тн*км	0.55
Питомі витрати на заробітну плату	грн/тн*км	0.50

Таким чином згідно з розрахунками придбання та використання автономних автосамоскидів Scania AXL є економічно ефективним рішенням. За час реалізації проекту 2023-2030 гг. Зниження витрат складе 3 323 тис. грн, рентабельність інвестицій 7.7%. Також варто відзначити що витрати на модернізацію інфраструктури у розмірі 5 000 тис. грн при реалізації наступних проектів з роботизації будуть знижені за рахунок побудови в рамках пілотного проекту диспетчерського пункту для координації автономного обладнання, збільшення серверних потужностей, покращення мережі інтернет та ін.

5.2 Розрахунок економічної ефективності використання безпілотного гідравлічного екскаватора для ведення видобувних робіт

Відповідно до об'ємів та умов проведення, для видобувних робіт задіяно гідравлічний екскаватор 1 од. Кількість залишається незмінною у випадку використання системи автопілот або оператора.

Розрахунок виконано у двох варіантах:

Варіант 1. Використання гідравлічного екскаватора Volvo EC 380DL з оператором, відображено у табл. 5.4

Варіант 2. Використання гідравлічного екскаватора Volvo EC 380DL з системою автоматизованої роботи AES, відображено у табл. 5.5

Таблиця 5.4 - Використання гідравлічного екскаватора Volvo EC 380DL з оператором

Стаття	Од. вим.	2023 р	2023 р	2024-2030 рр
Об'єм робіт	тис. т.		200	1 318
Кількість мото/годин	м/г		2 000	12 703
Інвестиційна діяльність	тис. грн	-9 450	0	1 418
Придбання гідравлічного екскаватору Volvo EC 380 DL	тис. грн	-9 450		
Реалізація зношеного екскаватору	тис. грн			1 418
Операційна діяльність	тис. грн		-2 240	-17 183
Витрати на паливо	тис. грн		-1 400	-10 739
Витрати на ТМЦ	тис. грн		-440	-3 375
Витрати на заробітну плату	тис. грн		-400	-3 068
Вартість капіталу	%		5.3%	5.3%
Коеф. Дисконтування			0.95	-
Зведені дисконтовані витрати включно вартість обладнання	тис. грн		-24 006	
Питомі витрати	Грн/т		12.79	

Питомі витрати на паливо	грн/м.г	700
Питомі витрати на ТМЦ	грн/м.г	220
Питомі витрати на заробітну плату	грн/година	200

Таблиця 5.5 - Використання гідравлічного екскаватора Volvo EC 380DL з системою автоматизованої роботи AES

Стаття	Од. вим.	2023 р	2023 р	2024-2030 рр
Об'єм робіт	тис. т.		200	1 318
Кількість мото/годин	м/г		2 000	12 703
Інвестиційна діяльність	тис. грн	-9 450		1 418
Придбання гідравлічного екскаватору Volvo EC 380 DL	тис. грн	-9 450		
Реалізація зношеного екскаватору	тис. грн			1 418
Система автоматизації та модернізація інфраструктури	тис. грн	-7 050		
Операційна діяльність	тис. грн		-1 970	-15 112
Витрати на паливо	тис. грн		-1 330	-10 202
Витрати на ТМЦ	тис. грн		-440	-3 375
Витрати на заробітну плату	тис. грн		-200	-1 534
Вартість капіталу	%		5.3%	5.3%
Коеф. Дисконтування			0.95	-
Зведені дисконтовані витрати включно вартість обладнання та систему автоматизації	тис. грн		-29 213	
Питомі витрати	Грн/т		11.25	

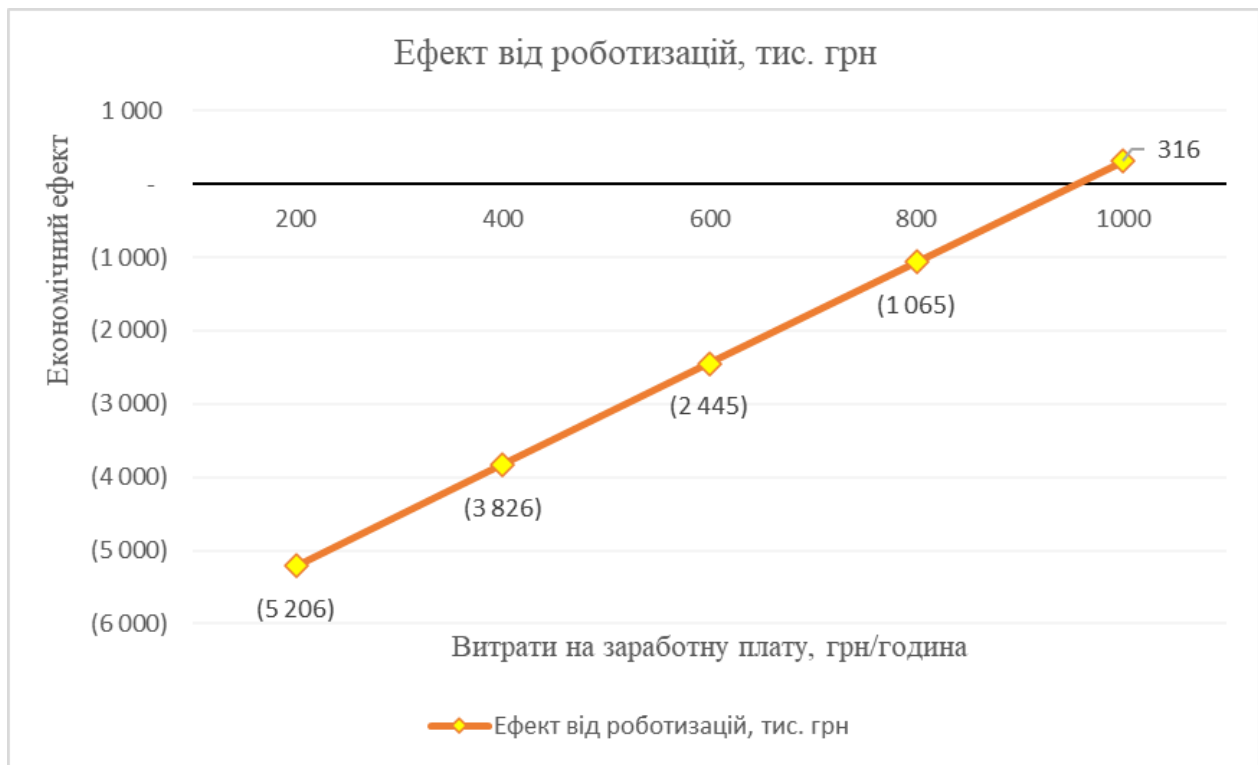
Питомі витрати на паливо	грн/м.г	665
Питомі витрати на ТМЦ	грн/м.г	220
Питомі витрати на заробітну плату	грн/година	100

Таким чином визначено що загальні витрати у Варіанті 2 більше ніж у Варіанті 1 на 5 206 тис. грн. що визначає неефективність встановлення системи автоматизації та експлуатацію гідравлічного екскаватору без оператора. З метою визначення умов при яких використання системи автономної роботи гідравлічного екскаватора буде економічно виправданою, визначено вплив зміни заробітної плати на кінцевий економічний ефект, виконано аналіз чутливості.

Таблиця 5.6 – Вихідні данні для розрахунку чутливості

Стаття	Вариант				
	200	400	600	800	1000
Заробітна плата, грн/година	200	400	600	800	1000
Дисконтовані витрати з оператором, тис. грн	24 006	26 773	29 540	32 307	35 074
Дисконтовані витрати з автоматизованою системою, тис. грн	29 213	30 599	31 985	33 371	34 757
Ефект від автоматизації, тис. грн	(5 206)	(3 826)	(2 445)	(1 065)	316

Рисунок 5.1 - Аналіз чутливості. Графічне відображення



Таким чином згідно з розрахунками встановлення системи автоматизації роботи гідравлічного екскаватору економічно не ефективно. Однак на рис. 5.1 зображено аналіз чутливості який визначає умови при яких проведення автоматизації буде мати економічний ефект а саме рівень витрат на заробітну плату як найбільш суттєвої статі зниження витрат у випадку автоматизації. Розрахунками встановлено що в разі зростання витрат на заробітну плату у 5 разів з 200 грн/година до 1 000 грн/година, економічний ефект в такому різі буде дорівнювати 316 тис. грн. що є незначним показником.

5.3 Розрахунок економічної ефективності використання безпілотного гідравлічного екскаватора для ведення розкривних робіт

Відповідно до об'ємів та умов проведення розкривних робіт, задіяно гідравлічний екскаватор 1 од. Кількість залишається незмінною у випадку використання системи автопілот або оператора.

Розрахунок виконано у двох варіантах:

Варіант 1. Використання гідравлічного екскаватора Volvo EC 480DL з оператором, , відображено у табл. 5.7

Варіант 2. Використання гідравлічного екскаватора Volvo EC 480DL з системою автоматизованої роботи, відображено у табл. 5.8

Таблиця 5.7 - Використання гідравлічного екскаватора Volvo EC 480DL з оператором

Стаття	Од. вим.	2022 р	2023 р	2024-2030 рр
Об'єм робіт	тис. м3.		700	4 900
Кількість мото/годин	м/г		3 360	23 520
Інвестиційна діяльність	тис. грн	-12 150	0	1 823
Придбання гідравлічного екскаватору Volvo EC 480 DL	тис. грн	-12 150		
Реалізація зношеного екскаватору	тис. грн			1 823
Операційна діяльність	тис. грн		-4 973	-42 513
Витрати на паливо	тис. грн		-3 293	-28 151
Витрати на ТМЦ	тис. грн		-974	-8 330
Витрати на заробітну плату	тис. грн		-706	-6 032
Вартість капіталу	%		5.3%	5.3%
Коеф. Дисконтування			0.95	-
Зведені дисконтовані витрати включно вартість обладнання	тис. грн		-48 350	
Питомі витрати	грн/м3		8.5	

Питомі витрати на паливо	грн/м.г	980
Питомі витрати на ТМЦ	грн/м.г	290
Питомі витрати на заробітну плату	грн/година	210

Таблиця 5.8 - Використання гідравлічного екскаватора Volvo EC 480DL з системою автоматизованої роботи

Стаття	Од. вим.	2022 р	2023 р	2024-2030 рр
Об'єм робіт	тис. м3.		700	4 900
Кількість мото/годин	м/г		3 360	23 520
Інвестиційна діяльність	тис. грн	-12 150	0	1 823
Придбання гідравлічного екскаватору Volvo EC 480 DL	тис. грн	-12 150		
Реалізація зношеного екскаватору	тис. грн			1 823
Система автоматизації та модернізація інфраструктури	тис. грн	-7 860		
Операційна діяльність	тис. грн		-4 455	-38 089
Витрати на паливо	тис. грн		-3 128	-26 743
Витрати на ТМЦ	тис. грн		-974	-8 330
Витрати на заробітну плату	тис. грн		-353	-3 016
Вартість капіталу	%		5.3%	5.3%
Коеф. Дисконтування			0.95	-
Зведені дисконтовані витрати включно вартість обладнання та систему автоматизації	тис. грн		-52 384	
Питомі витрати	грн/м3		7.6	

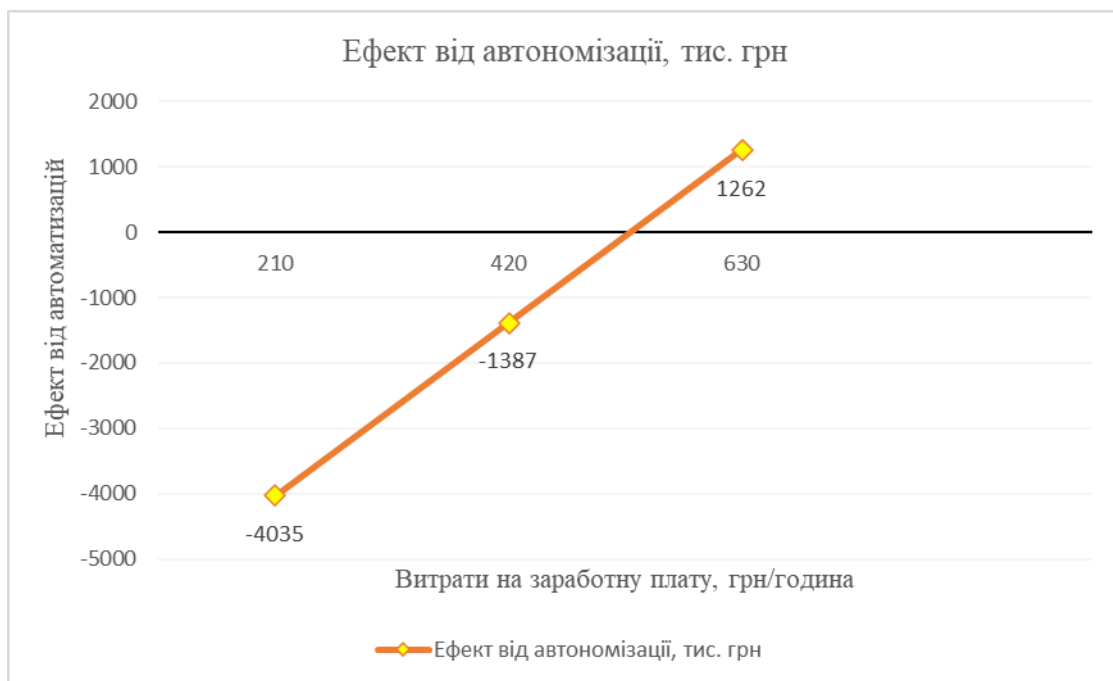
Питомі витрати на паливо	грн/м.г	931
Питомі витрати на ТМЦ	грн/м.г	290
Питомі витрати на заробітну плату	грн/година	105

Таким чином визначено що загальні витрати у Варіанті 2 більше ніж у Варіанті 1 на 6 035 тис. грн. що визначає неефективність встановлення системи автоматизації та експлуатацію гідравлічного екскаватору без оператора. З метою визначення умов при яких використання системи автономної роботи гідравлічного екскаватора буде економічно виправданою, визначено вплив зміни заробітної плати на кінцевий економічний ефект, виконано аналіз чутливості.

Таблиця 5.9 – Вихідні данні для розрахунку чутливості

Стаття	Вариант		
	210	420	630
Заробітна плата, грн/година	210	420	630
Дисконтовані витрати з оператором, тис. грн	48350	53657	58965
Дисконтовані витрати з автоматизованою системою, тис. грн	52384	55044	57703
Ефект від роботизацій, тис. грн	-4035	-1387	1262

Рисунок 5.2 - Аналіз чутливості. Графічне відображення



Таким чином згідно з розрахунками встановлення системи автоматизації роботи гідравлічного екскаватору економічно не ефективно. Однак на рис. 5.2 зображено аналіз чутливості який визначає умови при яких проведення автоматизації буде мати економічний ефект а саме рівень витрат на заробітну плату як найбільш суттєвої статі зниження витрат у випадку автоматизації. Розрахунками встановлено що в разі зростання витрат на заробітну плату у 3 рази з 210 грн/година до 630 грн/година встановлення системи автоматизації буде мати економічний ефект на рівні 1 262 тис. грн. При рівні заробітної плати в розмірі 530 грн/година ефект дорівнює 0

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Згідно з завданням до кваліфікаційної роботи для оцінки можливості застосування безпілотного обладнання при відпрацюванні кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища глини в умовах ПрАТ «Веско» проведено аналіз існуючих розробок обладнання, визначені пріоритетні напрями роботи.

2. Станом на 2021 р. найбільш розвиненою є технологія безпілотної роботи автосамоскидів. Практичний досвід використання безпілотних автосамоскидів мають підприємства в Україні та світі. Менш розвинена технологія автоматизації роботи гідравлічних екскаваторів, гусеничних бульдозерів та ін.

3. По результатам виконання дослідницького розділу була встановлена відсутність економічно обґрунтованих рішень в умовах ПрАТ «Веско», що до автоматизації роботи гусеничних бульдозерів та неефективність використання автономного поливального автомобілю для поливу доріг в межах кар'єру Овчарівський

4. Відповідно до технології ведення робіт на кар'єрі Овчарівський визначено зразки безпілотного обладнання, вирахована кількість необхідного безпілотного обладнання, проведено розрахунок економічної ефективності застосування автоматизованих автосамоскидів та гідравлічних екскаваторів

5. В результаті виконання економічного розділу, встановлена відсутність економічного ефекту від впровадження системи автоматизації роботи гідравлічних екскаваторів та наявність економічного ефекту від застосування безпілотних автосамоскидів Scania AXL у розмірі 3 323 тис. грн. за період 2023-2030 г., рентабельність інвестицій 7.7%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Горный Закон Украины, г. Киев, 6.10.1999 г. №1127-XIV.
2. Кодекс Украины о недрах, г. Киев, 27.07.1994 г. №132/94- ВР.
3. Закон Украины «Об охране труда», г. Киев, 21.11.2002 г, №229-IV.
4. Звіт «Повторна геолого-економічна оцінка Андріївського родовища вогнетривких глин (ділянки Західна-1, Західна-2, Західна-3, Маякська, Овчарівська, Грузька-1)» станом на 01.07.2016 р., О.Г. Винокурова, ТОВ УГК «Донбасгеологорозвідка», м. Бахмут, 2016 р.
5. ТУ У 14.2-00282049-002-2004 «Глини Андріївського родовища. Технічні умови. Зміни № 1-4».
6. Проект розробки кар'єру Овчарівський ділянки Овчарівська Андріївського родовища вогнетривких глин
7. Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ глинистих порід
8. Спеціальний дозвіл на користування надрами Державної служби геології та надр України від 25.10.1994 р. № 197, наданий ПРАТ «Веско» з метою видобування вогнетривких глин на площі 1218,7 га у межах Андріївського родовища (ділянки Західна-1, Західна-2, Західна-3, Маякська, Овчарівська, Грузька-1), строком дії до 30.05.2033 р. (переоформлений наказом Держгеонадра від 15.12.2016 р. № 476).
9. https://scan72.com/news/scania_axl_budushchee_dlya_gornodobyvayushchey_i_stroitelnoy_otrasley/
10. https://www.cat.com/en_US/products/new/technology/command/command/108400.html
11. Собко Б.Ю. Дипломна робота магістра. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 184 «Гірництво» спеціалізації «Відкрита розробка родовищ» / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, О.В. Ложніков; М-во освіти і науки України, НТУ «Дніпровська політехніка». – Д.: НГУ, 2019. – 31 с.

Додаток А

Відгук керівника кваліфікаційної роботи магістра
студента групи 184М-20з-7П
Овчинникова Артема Валерійовича

на тему: «Оцінка ефективності використання роботизованих технологій при
відпрацюванні Андріївського родовища глини».

Додаток Б

Відгук рецензента кваліфікаційної роботи магістра
студента групи 184М-20з-7ІІ

Овчинникова Артема Валерійовича

на тему: «Оцінка ефективності використання роботизованих технологій при
відпрацюванні Андріївського родовища глини».