

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Гірничо-металургійний факультет  
Кафедра гірничої справи

«Допущено до захисту»  
Гарант ОПП

В'ячеслав КАМЕНЕЦЬ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання  
освітньо-професійної програми  
«Новітні технології розробки родовищ корисних копалин»  
за спеціальністю 184 Гірництво

на тему «Обґрунтування робочих параметрів виймально-  
навантажувального обладнання в умовах кар'єру ПрАТ  
"Інгулецький ГЗК"»

Керівник роботи

Консультант від  
бази практики

Здобувач

Єгор ШВЕЦЬ

Володимир ВИСОЦЬКИЙ

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело*

Олена КРАСУЛЯ

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Валерій СЛОБОДЯНЮК

Кривий Ріг 2024

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет	<u>гірничо-металургійний</u>
Кафедра	<u>гірничої справи</u>
Ступінь вищої освіти	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>184 Гірництво</u>
ОПП	<u>Новітні технології розробки родовищ корисних копалин</u>

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант ОПП

\_\_\_\_\_ В'ячеслав КАМЕНЕЦЬ

«15» грудня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Красулі Олени Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи Обґрунтування робочих параметрів виймально-навантажувального обладнання в умовах кар'єру ПрАТ "Інгулецький ГЗК"  
керівник роботи Швець Єгор Миколайович, кандидат технічних наук, доцент кафедри гірничої справи,

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

затверджені наказом Університету від 29.08. 2023 р. №137.1/29.08.2023

2. Термін подання роботи 14.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Навчальна література, державні стандарти з гірничої справи, методична література з спеціальних дисциплін та дипломування, науково-дослідницькі роботи з тематики гірничої справи, літературні джерела, технологічні інструкції, дані ПрАТ «Інгулецький ГЗК» м. Кривий Ріг, результати власних експериментів та досліджень.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Анотація. Зміст. Вступ. 1. Виймально-навантажувальне обладнання для розробки кар'єрів. 2. Експлуатація екскаваторів ПрАТ «ІНГЗК». 2.1 Вимоги безпеки під час роботи виймально-навантажувального обладнання в Інгулецькому кар'єрі. 3. Модифікації екскаваторів в умовах кар'єру ПрАТ "Інгулецький ГЗК". 3.1 Дослідження економічно доцільних варіацій виймально-навантажувального обладнання для розробки родовища, 3.2 Збільшення продуктивності екскаваторного парку за рахунок установки подовженого обладнання, 3.3 Модернізація екскаватора ЕКГ-10 госп.№33 шляхом заміни наявних низьковольтних комплектних пристроїв. Висновки. Перелік використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): ДОДАТОК А Система RED KILL ZONE. Графіки порівняльного аналізу. Таблиці ключових показників. Схеми. Результати розрахунків

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
Розділ 2	Висоцький В.А., головний фахівець із залізничного транспорту цеху Кар'єр ПрАТ «ІнГЗК»

7. Дата видачі завдання 05.12.2023

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Розділ 1. Виймально-навантажувальне обладнання для розробки кар'єрів Розділ 2. Експлуатація екскаваторів ПрАТ «ІнГЗК»	25.12.2023 – 28.12.2023
2	Розділ 2. Модифікації екскаваторів в умовах кар'єру ПрАТ "Інгулецький ГЗК"	28.12.2023 – 07.01.2024
3	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	07.01.2024 – 08.01.2024
4	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	08.01.2024 – 10.01.2024
5	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	10.01.2024 – 16.01.2024
6	Рецензування завершеної роботи. Захист	16.01.2024 – 24.01.2024

Здобувач

(Олена Красуля)

Керівник роботи

(Єгор Швець)

## АНОТАЦІЯ

**Актуальність дослідження.** Гірничодобувна промисловість є однією передових галузей у світі. Її прибутковість та рівень визначається кількістю та якістю реалізованої продукції, а всі ключові показники досягаються завдяки обладнанню, яке здійснює безпосередню розробку кар'єрів. Тому особливу увагу слід приділяти техніці, її продуктивності та довговічності, адже завдяки цьому вдасться скорочувати час простою та робити операції економічно ефективними.

**Об'єкт дослідження.** Робочі параметри виймально-навантажувального обладнання при розробці кар'єру ПрАТ "Інгулецький ГЗК".

**Мета дослідження.** Обґрунтування робочих параметрів виймально-навантажувального обладнання Інгулецького ГЗК, що здійснює відпрацювання на розкривних та рудних уступах.

**Ідея.** Аналіз ініціатив, втілених на підприємстві, які направлені на підвищення технічної готовності обладнання, подовження терміну його експлуатації, безпечне виконання виймально-навантажувальних робіт та пошук ідей з модернізації техніки для забезпечення її стабільної і безперебійної роботи.

**Методи дослідження.** Для отримання достовірних результатів та розв'язання завдань у кваліфікаційній роботі застосовувалися такі методи: метод теоретичного дослідження (літературний огляд), функціонально-вартісний аналіз, метод контрольних питань, метод морфологічного аналізу, метод фокальних об'єктів, метод технічних протиріч.

**Основні результати.**

**Наукова новизна:** розглянуті рішення щодо модернізації виймально-навантажувального обладнання, які дозволили визначити

ефективність впроваджень та подовження терміну роботи екскаваторів.

**Практична новизна:** за результатами визначення оптимальних модернізацій робочих параметрів виймально-навантажувального обладнання в умовах кар'єру ПрАТ "Інгулецький ГЗК" запропоновані рішення для збільшення продуктивності екскаваторного парку.

**Галузь застосування:** гірництво, кар'єр ПрАТ «Інгулецький ГЗК»

**Значення роботи.** Дане дослідження має практичне значення. Завдяки проаналізованим даним вдалося знайти оптимальні рішення для покращення параметрів екскаватора, що і було завданням роботи.

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень символів, одиниць, скорочень і термінів.....	7
Вступ .....	9
1 ВИЙМАЛЬНО-НАВАНТАЖУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ КАР'ЄРІВ .....	11
2 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕКСКАВАТОРІВ ПРАТ «ІНГЗК».....	21
2.1 Види та особливості екскаваторів у Інгулецькому кар'єрі .....	21
2.2 Вимоги безпеки під час роботи виймально-навантажувального обладнання на ПрАТ «ІНГЗК».....	28
3 МОДИФІКАЦІЇ ЕКСКАВАТОРІВ В УМОВАХ КАР'ЄРУ ПРАТ "ІНГУЛЕЦЬКИЙ ГЗК" .....	46
3.1 Дослідження економічно доцільних варіацій виймально-навантажувального обладнання для розробки родовища.....	46
3.2 Збільшення продуктивності екскаваторного парку за рахунок установки подовженого обладнання.....	50
3.3 Модернізація екскаватора ЕКГ-10 госп.№33 шляхом заміни наявних низьковольтних комплектних пристроїв.....	63
Висновки.....	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69
Додаток А .....	73

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

В цій кваліфікаційній роботі застосовані такі терміни, визначення поняття:

вибій – поверхня корисної копалини або породи, з якої безпосередньо здійснюється її виїмка;

уступ – частина товщі гірських порід у вигляді сходинки, що відпрацьовується окремими видами транспорту та навантаження;

радіус копання – горизонтальна відстань від осі обертання екскаватора до ріжучого краю ковша;

максимальний радіус копання – радіус копання при максимально висунутій рукояті;

висота копання – вертикальна відстань від горизонту установки екскаватора до ріжучого краю ковша;

максимальна висота копання – горизонтальна відстань від осі обертання екскаватора до середини ковша у процесі розвантаження;

максимальний радіус розвантаження – радіус розвантаження при максимально витягнутій рукояті;

висота розвантаження – вертикальна відстань від горизонту установки екскаватора до нижньої кромки відкритого днища ковша у процесі розвантаження;

максимальна висота розвантаження – висота розвантаження при максимально піднятому рукояті;

радіус обертання задньої частини кузова – горизонтальна відстань до частини задньої стінки кузова, що найбільш виступає;

висотний габарит екскаватора – вертикальна відстань від горизонту установки екскаватора до незнімної його частини, що найбільш виступає;

коефіцієнт наповнення ковша – відношення обсягу, зайнятого породою в ківші до геометричної ємності ківша;

коефіцієнт екскавації – відношення коефіцієнта наповнення ковша до коефіцієнта розпушення гірської маси;

гірські породи – природні мінеральні агрегати, що утворюють літосферу Землі як самостійного геологічного тіла;

гірничі роботи – комплекс робіт (процесів) з розкриття, підготовки родовища до виїмки (видобування) корисних копалин;

кар'єр – комплекс відкритих гірничих виробок, призначених та обладнаних для відкритої розробки корисних копалин.

Також у кваліфікаційній роботі використані такі позначки та скорочення:

ЕКГ – екскаватор кар'єрний гусеничний;

БВР – буровибухові роботи;

ТВП – трансформатор власних потреб;

ПП – пункт перемикання;

ПММ – паливно-мастильні матеріали;

ЛЕП – лінія електропередач;

КРУНК – кар'єрний розподільний пристрій зовнішньої комплектації;

ЯКНО – комірка комплектна зовнішня окремо стояча;

ПКМ – пересувна кабельна муфта;

ППР – планово-попереджувальний ремонт;

МВДК – механізм відкривання днища ковша;

ДГУ – дизель-генераторна установка;

ГТК – гірничо-транспортний комплекс;

СТП – стандарт підприємства;

ТІ – технологічна інструкція;

ДПП – дробильно-перевантажувальний пункт;

ЦПТ – циклічно-поточкова технологія.

## ВСТУП

Сировинною базою Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату є Інгулецьке родовище залізистих кварцитів, яке розташоване у південній частині Криворізького басейну. Протяжність родовища – понад 10 км.

Гірничі роботи із розробки покладу ведуться з 1961 року відкритим способом та включають два основні види робіт – розкривні та видобуткові.

Розкривні роботи полягають у підготовці до виїмки, вилучення, транспортування та складування розкривних порід для забезпечення доступу до корисних копалин та створення умов для його безпечного видобутку.

Добувні роботи забезпечують вилучення корисних копалин із надр для його подальшого збагачення та отримання готової продукції – залізорудної сировини.

Параметри Інгулецького родовища складають: довжина – 3 420 м (проектна – 3 600 м), ширина – 2 250 м (проектна – 2 250 м), глибина – 435 м (проектна - 667м). Саме цей кар'єр вважається одним із найбільш глибоких та потужних родовищ Європи.

Просування фронту гірничих робіт у кар'єрі проводиться від постійного південного борту у напрямку північ, паралельними заходками, навхрест простягання порід родовища.

На кар'єрі застосовується транспортна система розробки з використанням комбінованого транспорту: автомобільно-конвеєрного та автомобільно-залізничного.

Навантаження гірничої маси проводиться екскаваторами в автосамоскиди БелАЗ 75306 (г/п 200т), БелАЗ 75131 (г/п 130т), БелАЗ 7514 (г/п 120т), САТ 785С (г/п 136т) та думпкари 2ВС-105. Саме в Інгулецькому кар'єрі в 2014 році вперше в Україні з'явилися перші 220-ти тонні автосамоскиди БелАЗ, які успішно працюють і сьогодні.

Серед виймально-навантажувального обладнання, яке використовується в Інгулецькому кар'єрі: ЕКГ-8І, ЕКГ-10, ЕКГ-12К, Hitachi EX3600-6, Hitachi EX2500-6.

Розробка здійснюється на горизонтах:

- пухких порід від плюс 72 м до мінус 45 м;
- скельних розкривних порід від плюс 26 м до мінус 420 м;
- видобуток руди від мінус 15 м і нижче до мінус 420 м (станом на 01.01.2022 р).

Річна проектна потужність кар'єру з 2018 по 2025р.: по руді становить 27,3 млн т, по розкриву – 20,5 млн м<sup>3</sup>/рік. З 2026 по 2035р. по руді – 27,39 млн т, по розкриву – 22,17 млн м<sup>3</sup>/рік.

При розробці родовища корисних копалин одним із основних обладнань є виймально-навантажувальне, а саме екскаватори. Тому вкрай важливо забезпечити їхню безперебійну та стабільну роботу. Для цього необхідно шукати та розробляти економічно доцільні варіанти підвищення коефіцієнту технічної готовності та коефіцієнту використання обладнання. В даній кваліфікаційній роботі розглянуто можливі модернізації екскаваторів в Інгулецькому кар'єрі, які дозволять не тільки продовжити строк експлуатації техніки, його виробничу потужність, але й мають економічну вигоду для цеху та підприємства в цілому.

## 1 ВИЙМАЛЬНО-НАВАНТАЖУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ КАР'ЄРІВ

На сьогодні гірничодобувна промисловість є однією з швидко розвиваючих та передових галузей у світі. Прибутковість та рівень гірничо-збагачувального комбінату визначається кількістю та якістю реалізованої продукції. А такі ключові показники досягаються завдяки обладнанню, яке здійснює безпосередню розробку кар'єрів. Тому особливу увагу слід приділяти техніці, її продуктивності та довговічності, адже завдяки цьому вдасться скорочувати час простою та робити операції економічно ефективними.

Чільне місце в розробці родовища корисних копалин посідає виймально-навантажувальне обладнання.

«Екскаватор – самохідна машина для розробки і переміщення ґрунтів, гірських порід, корисних копалин та інших сипких або грудкових матеріалів. Робочим органом екскаватора слугує ківш, колесо (чи ротор) з ківшами або ланцюг із ківшами. Розрізняють екскаватори гусеничні, крокуючі, плаваючі та ін.» [1, с. 87].

Як зазначається у гірничій енциклопедії, за принципом дії екскаватори поділяються на машини циклічної дії (одноківшевий екскаватор, драглайн, гідравлічний екскаватор) і безперервної дії (багатоківшевий екскаватор, роторний екскаватор, фрезерний екскаватор). Конструктивно екскаватори складаються з робочого, ходового, силового обладнання, механізмів їх привода і управління, допоміжного обладнання, платформи з рамою, надбудови і кузова. За експлуатаційним призначенням і родом роботи існуючі типи екскаваторів класифікують на кар'єрні, розкривні, видобувні, будівельні тощо. За типом ходового обладнання — гусеничні, крокуючі, пневмоколісні і рейкові, плаваючі. За родом силового обладнання — електричні, дизельні, гідравлічні, комбіновані [2, с. 364].

Залежно від системи розробки кар'єрного поля та порід що видобуваються обирається екскаватор за принципом дії, аби оптимально та раціонально відпрацювати родовище.

Криворізький залізно-рудний басейн характеризується багатими залізними рудами, для видобування яких використовують одноківшеві екскаватори (ЕКГ) та гідравлічні екскаватори.

Всі одноківшеві екскаватори відносяться до землерийних машин циклічної дії, призначені для виїмки та навантаження корисних копалин та розкривних порід при розробці м'яких щільних та скельних підірваних ґрунтів.

У робоче обладнання екскаватора входять: ківш з підвіскою, рукоять, стріла, підвіска стріли, двонога стійка та МВДК (МОДК).

Екскаватор розташовується на підосві вибою і розробляє забій, розташований вище за рівень, на якому знаходиться екскаватор. Екскаватор може працювати у м'яких та щільних породах без попереднього розпушування (без проведення первинного дроблення БВР).

При поздовжній розробці вибою екскаватор рухається вздовж осі, у межах смуги, де виймається порода. При цьому порода укладається в двосторонні, односторонні відвали або вантажиться в транспортні засоби.

При поперечній розробці вибою екскаватор встановлюється збоку від вибою, відпрацювання вибою ведеться поперек осі руху (віяловими заходами).

«Майданчик робочого місця для екскаватора повинен відповідати вимогам розроблених паспортів, мати відповідну висотну позначку, бути спланованим, очищеним від сторонніх предметів, валунів, металу та забезпечувати:

- просте, зручне та безпечне управління та обслуговування екскаватора, зручні рухи, що призводять до вироблення професійних навичок машиніста, з розвитком їх до автоматичних дій та ритмічності;
- можливість застосування раціональних прийомів та методів роботи машиніста;
- найбільш повну відповідність ємності ковша та використовуваних транспортних засобів на підставі інструкціям з експлуатації;
- високу маневреність, хороший огляд, скорочення втрат робочого часу та високу продуктивність обладнання» [3, с. 15].

Екскаватор працює у вибої у комплексі з іншим технологічним обладнанням, тому високопродуктивна робота екскаватора досягається лише за чіткої організації роботи.

Виймально-навантажувальне обладнання у вибої необхідно розташовувати так, щоб черпання гірської маси проводилося в межах 2/3 довжини рукояті, а вивантаження у транспорт здійснювалося без додаткового висування рукояті, з найменшим кутом повороту платформи. Щоб уникнути перевантажень рам ходового візка, екскаватор повинен встановлюватися натяжною віссю у бік вибою. При роботі у слабких ґрунтах екскаватор необхідно встановлювати на металеві щити.

Спочатку копання ківш встановлюють лише на рівні стояння екскаватора і вибій розробляється знизу вгору. При черпанні ківш необхідно плавно заглиблювати в ґрунт, використовуючи натиск так, щоб отримати стружку, що забезпечує найкраще заповнення ковша за найменшої витрати часу. Заповнений ківш необхідно відразу ж переміщати на вивантаження транспортні засоби чи відвал. Переміщення недостатнього заповненого ківша на вивантаження слід уникати, доцільніше в цьому випадку заповнити ківш у два черпання.

При роботі в глинистих ґрунтах (наносах), для зменшення налипання глини на ківш, слід знімати тоншу стружку, яка краще розпушується, а також систематично очищати ківш від ґрунту, що налип.

Для скорочення часу навантаження в першу чергу слід проводити розробку вибою ближче до транспорту, а в період його відсутності – проводити перекидання гірської маси з більш віддаленої частини вибою та сортування гірської маси за габаритами. Розвантажений ківш повертається у вихідне положення та забирає породу з першим проходом. Процес повторюють, поки ківш не обійде весь забій попереду та з боків.

У міру розробки вибій переміщається вздовж уступу. При утворенні «нависів» і «козирків» породи вищі за максимальну висоту черпання екскаватора, при загрозі обвалення або сповзання уступу, екскаватор повинен бути негайно виведений із вибою на безпечну відстань та вжито заходів щодо приведення забою в безпечний стан. Обвалення «козирків» та «нависів» проводити відповідно до розробленого Проекту організації робіт з безпечного вилучення негабаритного шматка гірської маси із вибою.

Для очищення утворених біля залізничних колій залишків гірської маси, екскаватор повинен бути відігнаний назад, ближче до залізничних колій, а залишки (коси) прибрані прямим черпанням, після чого екскаватор повертають у вихідне положення.

Цикл екскавації складається з наступних операцій:

- наповнення ковша;
- виведення ківша із вибою;
- поворот екскаватора для розвантаження;
- встановлення ковша в положення розвантаження;
- розвантаження породи із ковша;
- підтягування рукояті після розвантаження;

- поворот екскаватора в положення для черпання;
- опускання ковша для відновлення операції наступного циклу.

«Тривалість циклу – час, витрачений екскаватором для проведення всіх операцій. Він залежить від порядку та швидкості виконання окремих операцій, кваліфікації машиніста екскаватора, його навичок і умінь поєднувати деякі операції циклу. Висока продуктивність може бути досягнута тільки при уважному відношенні машиніста до виконання кожної операції циклу, а також застосування доцільних прийомів роботи, що скорочують цикл» [3, с. 31].

Під тривалістю циклу розуміється сумарна тривалість всіх операцій, які проводить екскаватор протягом одного повного циклу черпання.

Продуктивність екскаватора залежить від тривалості кожної операції, що входить у цикл, і, зрештою, від загальної тривалості всього циклу (що менше часу йде цикл – тим більше циклів за одиницю часу).

Однією з основних заходів, щоб забезпечити скорочення тривалості циклу, є суміщення операцій циклу у часі.

У процесі черпання необхідно максимально поєднувати такі операції циклу:

- а) під час повороту ківша із вибою на розвантаження проводити:
  - прийом рукояті до себе (після виведення ковша із забою);
  - підйом ковша;
  - висування рукояті перед встановленням ковша для розвантаження;
  - опускання ковша над місцем розвантаження;
  - розвантаження ковша (як під час навантаження у транспорт/за безтранспортної системи);

б) розвантаження ковша може поєднуватися з операціями повороту ковша до місця розвантаження (при безтранспортній системі розробки або відвалоутворенні);

в) операцію повороту ковша до забою необхідно поєднувати:

- з висуванням рукояті;
- з розвантаженням ківша;
- з опусканням ковша в положення нового черпання.

При черпанні гірської маси забороняється поєднувати операції натиску та повороту, підйому та повороту, а також допускати удари ківшем по гусеницям та підшві вибою.

Пересування екскаватора в вибої проводиться у міру видалення вибою і починається тоді, коли процес черпання і наповнення ковша відбувається тільки на граничній висоті підйому або вильоту ковша.

Шлях пересування екскаватора в скельних вибоях необхідно ретельно вирівнювати та очищати від великих шматків гірської маси для запобігання механізмам пересування та ланки гусениць від перевантажень та їх поломок.

При пересуванні екскаватора по слабкому ґрунту необхідно попередньо підкласти під гусениці екскаватора сталеві листи («сляби») або зробити насип відповідної товщини зі скельних порід.

Перед початком пересування машиніст екскаватора повинен дізнатися де знаходиться помічник машиніста, а перед включенням ходового механізму дати звуковий сигнал.

У всіх випадках пересування екскаватора треба уникати крутих поворотів, допускаючи їх як виняток, з дотриманням умов – дворазового або триразового повороту у необхідному напрямку.

У разі примерзання гусениць екскаватора до ґрунту, звільнення їх проводити тільки одночасним включенням обох гусеничних ходів і з ретельним дотриманням прямолінійності ходу екскаватора, поки не відійдуть всі ланки гусениць, що примерзли.

Звільнення примерзлих гусениць екскаватора поворотом, тобто, включенням одного гусеничного ходу, не дозволяється.

Наближати до забою екскаватор треба настільки, щоб не обмежувати роботу ковша і в той же час не працювати при великих вильотах рукояті.

При всіх пересуваннях у вибої екскаватор повинен бути повернутий кабіною машиніста у бік пересування, ківш повинен бути опущений і перебувати на висоті від 0,5 м до 1 м від землі, провідні колеса повинні бути позаду.

При підйомі на ухил екскаватор повинен рухатись натяжною віссю вперед, при спуску з ухилу натяжна вісь повинна бути позаду. Під час зупинок ківш опускати на землю.

Основним прийомом обвалення є відпрацювання обваленої ділянки вибою і накопичення гірської маси в заздалегідь підготовленому місці.

Основну увагу при обрушенні гірської маси з вибою, машиніст екскаватора повинен приділяти відпрацюванню контактів різних типів гірських порід і руд, оскільки саме тут можливе їхнє змішування між собою.

Спеціальними прийомами обвалення є:

- а) обвалення у закритий ківш;
- б) обвалення на заповнений ківш;
- в) обвалення через відкритий ківш.

Обвалення в закритий ківш – окремий випадок нормального черпання, коли найбільша частина маси, що обрушується, розміщується в ковші і лише частково обсипається в нижню частину вибою.

Обвал у закритий ківш є найбільш ефективним прийомом, що забезпечує найкраще виділення різних типів руд та породи.

Обвалення на заповнений ківш рекомендується вести під час розробки зони контакту різних ділянок вибою.

Сутність його полягає в тому, що в момент виникнення обвалення ківш вже повинен бути заповнений одним типом руди або породи, інший же тип руди або породи, обрушуючись вниз забою, повинен розміщуватися в заздалегідь підготовленому місці.

При виконанні даного прийому обвалення від машиніста екскаватора потрібна виняткова увага, особливо строгий контроль за навантаженнями на робочі органи екскаватора в процесі заповнення ковша, і спостереження за станом забою в початковий момент обвалення і в процесі його.

У цьому випадку, крім того, машиніст повинен правильно регулювати товщину стружки, процес наповнення ковша, припиняючи своєчасно черпання. Обвалення через відкритий ківш рекомендується застосовувати головним чином для збільшення товщини шару, що обрушується, щоб надалі поліпшити черпання і прискорити навантаження транспорту.

Цей же прийом можна застосовувати для розсортування маси, що обрушується, яка часто, падаючи вниз, вдало розподіляється (внаслідок різної об'ємної ваги або крупності матеріалу) на окремі сорти руд і гірських порід різного розміру.

Робота у високих вибоях допускається з дотриманням особливих запобіжних заходів проти сповзання верхньої частини вибоїв (укосів, валунів, які можуть спричинити аварію та нещасний випадок) за спеціальним проектом.

Екскавацію у високих вибоях слід проводити за принципом підбою нижньої частини вибою та опускання верхньої.

За наявності в гірській масі валунів або мерзлої кірки в зоні недосяжності ковша, щоб уникнути поломки екскаватора, їх необхідно

підривати та обрушувати, а навантаження проводити з підшови вибою.

Дрібніші валуни необхідно виймати, залишаючи під ними гірську масу, що перешкоджає їх вільному скочуванню («порідна ніжка»), яка потім відвантажується при роботі екскаватора на максимальному радіусі черпання, з таким розрахунком, щоб маса, що сповзає, не могла завалити і пошкодити екскаватор. Перед розвантаженням «порідної ніжки» екскаватор повинен бути відведений назад, на безпечну відстань. Якщо при видаленні «порідної ніжки» забій почне сповзати, то не слід прибирати ківш убік, а потрібно, діючи двигуном напірного механізму, підтримувати лобовою частиною ковша, масу що сповзає, відводити екскаватор назад до максимального вильоту рукояті.

У випадках, коли спостерігається значне переміщення (сповзання) верхньої частини вибою, екскаватор повинен бути негайно відведений у безпечне місце. Машиніст екскаватора має заздалегідь підготувати майданчик та прохід для відведення екскаватора.

Оскільки при роботі у високому вибої екскаватор наражається на небезпеку сповзання гірської маси з двох сторін (лобової та боків), то відповідно до цього гусениці повинні бути розташовані не паралельно шляху, а під деяким кутом до них (близько  $30^\circ$ ). За такого розташування гусениць забезпечується можливість маневрування екскаватора при зсувах. Екскаватор може віддалятися як від лобової частини вибою, так і від бічної, наближаючись до колії.

Хід екскаватора при цьому матиме вигляд ламаної лінії, оскільки екскаватор через 5 – 6 метрів просування вперед повинен розвертатися, щоб наблизитись до рейкових колій.

Організація процесу відвалоутворення повинна забезпечити безперервне приймання на відвалах порід розтину та некондиційних руд, їх раціональне укладання.

Режим роботи відвалів узгоджується з роботою кар'єру і може бути організований за перервним та безперервним робочим тижнем, у дві та три зміни на добу.

Процес екскаваторного відвалоутворення включає: приймання породи при розвантаженні думпкарів у приямок, укладання породи у відвал, перенесення рейкової колії та переведення екскаватора на нову заходку.

Розвантаження думпкарів проводиться машиністом локомотива та його помічником. Перемішування породи здійснюють екскаваторні бригади – машиністи екскаваторів.

Розвантаження породи та її перелопачування (перемішування), зазвичай починається від стрілочного перевалу залізничної колії у бік її глухого кута.

Рівень стояння екскаватора повинен забезпечити машиністу видимість поверхні верхнього підступу відвалу, а також правильне відсипання нижнього відвального уступу.

Екскаватори типу ЕКГ-6,3УС, ЕКГ-8І, ЕКГ-10, ЕКГ-12К повинні встановлюватися на 5 – 7 метрів нижче за рівень головки рейки.

У місці розвантаження породи створюється поглиблення ґрунту (бункер) на величину від 0,8 м до 1,0 м від рівня стояння екскаватора, що має довжину не менше ніж 1,5 довжини думпкара. Поглиблення збільшує ємність та оберігає ходову частину екскаватора від ударів при розвантаженні великогабаритної породи.

Екскаватор укладає породу в трьох напрямках вперед по ходу екскаватора під укіс відвалу, назад і вбік – верхній підступ.

«Спочатку екскаватором відсипається нижній підступ на рівні стояння екскаватора на довжину до 100 м або на всю довжину відвалу,

до кінця залізничного глухого кута. Із зовнішнього боку підступу утвориться завзятий гребінь. Після відсипання підступу екскаватор повертається до початкового положення і засипає верхній підступ на довжину нижнього підступу, потім роботи повторюються в тій же послідовності. Дозакладку відвалу необхідно вести в порядку, що відступає, — від кінця глухого кута до його початку» [11, с. 154].

Порода з бункера видаляється екскаватором тонкою стружкою ковша по висоті бункера. При інтенсивній подачі та розвантаженні думпкарів забирається спочатку верхня частина насипу, а потім нижня.

Після того, як відсипка екскаваторної «заходки» буде закінчена, необхідно приступати до переукладання залізничних колій.

Середній крок перенесення залізничних колій на відвалі екскаваторів становить від 25 м до 27 м.

## 2 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕКСКАВАТОРІВ ПРАТ «ІНГЗК»

### 2.1 Види та особливості екскаваторів у Інгулецькому кар'єрі

У технологічному процесі Інгулецького кар'єру застосовуються екскаватори з електричним та гідравлічним приводами, на гусеничному ході типу: ЕКГ-8І, ЕКГ-10, ЕКГ-12К, Hitachi EX-2500-6, Hitachi EX-3600-6 з навантаженням гірської маси в авто- та залізничний транспорт, прийманням та укладанням гірської маси у відвал (Рисунок 1.1).

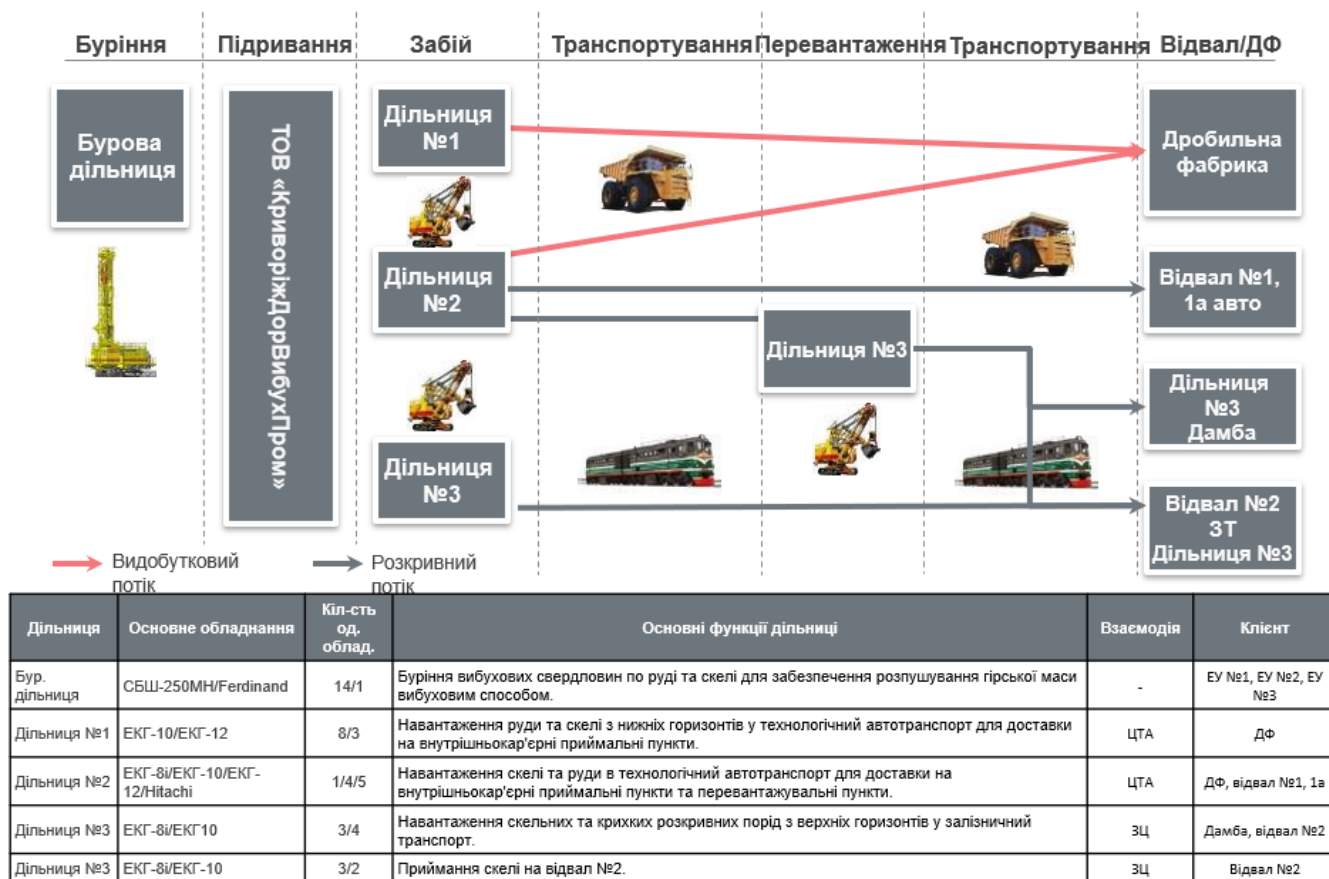


Рисунок 1.1 – Технологічна схема Інгuleцького кар'єру

Зараз в кар'єрі ІНГЗК знаходиться на балансі працює 34 одиниці техніки:

ЕКГ-8І – 6 шт.

ЕКГ-10 – 18 шт.

ЕКГ-12К – 8 шт.

Hitachi EX2500-6 – 1 шт.

Hitachi EX3600-6 – 1 шт.

Конструктивні особливості одноківшевих екскаваторів з електричним та гідравлічним приводами, на гусеничному ході типу: ЕКГ-8І, ЕКГ-10, ЕКГ-12К, Hitachi EX-2500-6, Hitachi EX-3600-6, їхні основні вузли, механізми, обладнання викладені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Конструктивні особливості одноківшевих екскаваторів

Показники	Тип екскаватора				
	ЕКГ-8І	ЭКГ-10	ЭКГ-12К	Hitachi EX-2500-6	Hitachi EX-3600-6
Ємність ковша, м <sup>3</sup>	8-10	10	12	10,5	15,5
Довжина, м:					
стріли	18,35	18,35	14,3	5,34	7,94
рукояті	10,16			4,98	5,11
	Максимальний радіус, м:				
копання	17,7	18,4	21	14,060	15,47
розвантаження	15,7	16,3	16,5		
	Максимальна висота, м:				
копання	12,5	12,5	15	15,01	16,56
розвантаження	8,3	8,6	9,4	10,35	10,99
Габаритний радіус поворотної платформи, м	7,26	7,78	7,9	6,29	6,78
Кут нахилу стріли	47°	45°	45°		
Потужність електродвигунів, кВт:					
приводного	520				700
підйомного	2×190	2×270	2×350		
напірного	100	200	200		
поворотного	2×100	2×150	2×200		
ходового	2×50	2×90	2×90		
Вага екскаватора, т	363	360	410	249	361
Середній питомий тиск на ґрунт, кг/см <sup>2</sup>	1,9	2,21	2,25	1,77	1,76
Швидкість руху, км/год	0,8	0,7	0,8	1,6-2,3	1,7-2,21
Тривалість* циклу при куті повороту на 90°	26	26	26	25	25

Гірничі роботи в кар'єрі ведуться на основі місячної програми гірничих робіт, складеної з урахуванням розробленого, погодженого та затвердженого інспектуючими органами річного плану розвитку гірничих робіт, паспортів ведення гірничих робіт, заходів щодо безпечного виконання робіт.

У проектах гірничих робіт наносяться:

- положення верхніх і нижніх брівок уступу, що відпрацьовується;
- фактичних та проектних позначок горизонту;
- межі підірваної гірської маси;
- положення існуючих автошляхів, залізничних колій, ЛЕП, трубопроводів, технічних споруд, підземних виробок, види порід та контакти на даній ділянці;
- розрізи;
- межі проектних контурів (за потреби);
- межі санітарно-захисної зони.

Під час проектування гірничих робіт має бути враховано:

- параметри застосовуваного виїмково-вантажного та транспортного обладнання;
- безпечні відстані під час роботи обладнання на суміжних горизонтах;
- напрямки гірничих робіт та їх інтенсифікація;
- структура та фізико-механічні властивості гірських порід.

Кожному проекту надають назву та вказують дату його складання.

Проект гірничих робіт підписують проектувальник, маркшейдер Кар'єру, начальник технічного бюро Кар'єру, спеціаліст за напрямом Кар'єру та затверджує заступник начальника Кар'єру з виробництва та планування.

Оригінал проекту зберігається у проектувальника. Копії видають маркшейдерській службі та на екскаваторні ділянки. Дільничний маркшейдер виносить у натуру проектне становище проектних гірничих виробок.

Кожен екскаватор повинен бути укомплектований паспортами на види робіт, що виконуються.

Для визначення точного часу (початку та закінчення) виконання технологічних операцій та врахування достовірності завантажених та

розвантажених об'ємів гірської маси, машиністу екскаватора цеху Кар'єр необхідно виконувати наступні дії:

- початок завантаження спеціалізованого поїзда (фіксується з моменту розвантаження першого ковша до кузова думпкара (вагона-самоскида)). Машиніст екскаватора, за допомогою радіозв'язку, передає інженеру виробничого бюро цеху Кар'єр інформацію із зазначенням господарського номера екскаватора та локомотива. Інженер виробничого бюро фіксує цю інформацію у графіку «Оперативний облік ГТК»;

- завершення навантаження спеціалізованого поїзда (фіксується з моменту подачі звукового сигналу «Закінчення навантаження») машиніст екскаватора цеху Кар'єр передає, за допомогою радіозв'язку, інженеру виробничого бюро цеху Кар'єр із зазначенням господарського номера екскаватора, локомотива та кількості завантажених думпкарів (вагонів-самоскидів). Інженер виробничого бюро фіксує цю інформацію у графіку «Оперативний облік ГТК»;

- початок розвантаження спеціалізованого поїзда (фіксується з моменту розвантаження першого думпкара (вагона-самоскида) до напрямку відвального екскаватора) машиніст екскаватора цеху Кар'єр передає, за допомогою радіозв'язку, інженеру виробничого бюро цеху Кар'єр інформацію із зазначенням господарського номера екскаватора та локомотива. Інженер виробничого бюро фіксує цю інформацію у графіку «Оперативний облік ГТК»;

- закінчення розвантаження спеціалізованого поїзда (фіксується після повернення думпкара (вагона-самоскида) у транспортне положення та подання звукового сигналу «Закінчення розвантаження») машиніст екскаватора цеху Кар'єр передає, за допомогою радіозв'язку, інженеру виробничого бюро цеху Кар'єр

інформацію із зазначенням господарського номера екскаватора, локомотива кількості розвантажених думпкарів (вагонів-самоскидів). Інженер виробничого бюро фіксує цю інформацію у графіку «Оперативний облік ГТК».

Перед початком роботи машиніст-змінник повинен провести огляд обладнання та прийняти екскаватор у роботу безпосередньо від машиніста попередньої зміни. Про помічені несправності робиться запис у журналі прийому-здавання зміни.

Здійснити обслуговування екскаватора на підставі вимог інструкції з експлуатації екскаватора. Після огляду екскаватора, перед пуском його в роботу, машиніст зобов'язаний випробувати всі механізми на холостому ході, перевіряючи при цьому справність дії цих механізмів, електрообладнання, електроапаратури, гальм і сигнальних пристроїв. Після перевірки машиніст розписується у журналі прийому-здачі зміни.

Дрібні несправності, що піддаються негайному виправленню, слід усунути до початку роботи. Технічне обслуговування та змащення механізмів екскаватора також повинні бути здійснені до початку роботи. За відсутності можливості усунення несправностей самотужки, машиніст, не приступаючи до роботи, робить відповідний запис у журналі прийому-здачі зміни та повідомляє про це технічний нагляд зміни (гірничого майстра).

Машиніст має право приступити до роботи на екскаваторі лише після усунення несправностей, із зазначенням позначки про це в журналі прийому-здачі зміни.

Після проведення включень на станції керування подальше керування екскаватором здійснюється з кабіни машиніста екскаватора.

Порядок управління наступний:

- встановити ручку командоапаратів у нульове положення;

- увімкнути насоси мастила повороту;
- включити вентилятори генераторів та двигунів;
- увімкнути компресор;
- запустити синхронний двигун;
- включити ланцюги управління;
- вибрати режим роботи;
- включити основні приводи.

Справність роботи схеми контролюють сигнальними лампами та приладами.

Перегін екскаваторів в Інгалецькому кар'єрі за допомогою дизель-генераторної установки (ДГУ) здійснюється за потреби переміщення обладнання на значні відстані. Перегін виконується згідно з діючою технологічною інструкцією ТІ 00190905.01.004.

«Перед перегоном машиніст екскаватора повинен перевірити рівень масла в редукторах ходу та бортових редукторах екскаватора, змащувати ковзанки, перші вали ходу і підшипники бокового валу бортового редуктора. Переконатися у надійності кріплення ходових редукторів та двигунів. Перевірити шплінтування гусеничних ланок та наявність пальців ланок у стрічці, відрегулювати гальма ходу.

Приступати до перегону екскаватора машиніст може лише після отримання письмового наряду, виданого гірничим майстром, на підставі розпорядження по цеху про перегін екскаватора.

Ухили трасою перегону екскаватора не повинні перевищувати 12°» [4, с. 12].

## 2.2 Вимоги безпеки під час роботи виймально-навантажувального обладнання на ПрАТ «ІнГЗК»

На Інгалецькому ГЗК значну увагу приділяють безпечним умовам праці, бо життя та здоров'я кожного співробітника пріоритет для підприємства. Тому на комбінаті діють ряд напрямів з охорони праці,

серед них вимоги безпеки під час виконання виймально-навантажувальних операцій.

При веденні гірничих робіт у кар'єрі та на відвалах керуються розробленими паспортами ведення гірничих робіт, проектами, положеннями, регламентами, що діють НПАОП 0.00-1.24-10, інструкціями з охорони праці за відповідними професіями.

Перед пуском екскаватора в роботу необхідно переконатися у відсутності людей у зоні його дії (включаючи помічника машиніста). Зона дії екскаватора визначається при максимально висунутій балці рукояті від крайньої точки ковша плюс два метри.

У разі виходу водія з кабіни автосамоскида, що знаходиться під навантаженням, а також при входженні людей в зону дії екскаватора, роботу екскаватора необхідно негайно припинити.

Необхідно захистити екскаватор захисним породним валом під час навантаження гірської маси в автосамоскид. Також важливо знати та подавати наступні звукові сигнали:

а) для автотранспорту:

- два короткі – «ПІД'ЇЗД»;
- один довгий – «ВІД'ЇЗД»;
- один короткий – «СТОП»;
- три короткі – «ПОЧАТОК НАВАНТАЖЕННЯ»;
- чотири короткі – «ПЕРЕСУВАННЯ ЕКСКАВАТОРА».

б) для залізничного транспорту:

- один довгий – «ДОЗВОЛЯЄТЬСЯ СЛІДУВАТИ ВПЕРЕД»;
- два довгих – «ДОЗВОЛЯЄТЬСЯ НАЗАД»;
- два короткі – «ПОВІЛЬНІШЕ»;
- Три короткі – «СТІЙ!».

Кожен неправильно поданий чи незрозумілий сигнал має сприйматися як сигнал – «СТОП».

При завантаженні/прийманні гірської маси на залізничному транспорті необхідно подавати світловий сигнал (сигнальна лампа на кабіні машиніста екскаватора):

- лампа, що горить – «ПІД'ЇЗД ЛОКОМОТИВА ДОЗВОЛЕНИЙ»;
- лампа, що не горить – «ПІД'ЇЗД ЛОКОМОТИВА ЗАБОРОНЕНИЙ».

«Живильний кабель необхідно укласти на робочому майданчику екскаватора, за межами зони можливого обвалення уступу, а також поза зоною можливого наїзду або пошкодження його автомобільним або залізничним транспортом.

При прокладанні високовольтного кабелю через недіючі автодороги необхідно забезпечити його захист обвалуванням або огорожею (стрічкові огорожі, шматки гірської маси, захисні конуси). Не допускати укладання кабелю на проїжджій частині діючих автошляхів, на зупинках» [5, с. 15].

При завантаженні гірської маси не допустимо переміщати ківш над кабіною автосамоскида чи локомотива. Слід не допускати пошкодження ковшем екскаватора думпкарів, кузовів автомобілів, опор повітряних ЛЕП та іншого обладнання.

При повороті екскаватора та опусканні ковша не допускати удару об козирок та борти вантажної платформи автосамоскида та думпкара.

За відсутності над кабіною автосамоскида козирка слід вимагати від водія залишити кабіну на час навантаження.

Ковш необхідно наповнювати так, щоб не відбувалося падіння шматків гірської маси із зубів ковша при доставці до місця розвантаження.

При завантаженні гірської маси в автосамоскид або думпкар ківш необхідно опускати якомога нижче з метою зниження

пилоутворення і зниження динамічного удару від гірської маси, що падає на вантажну платформу.

При заїзді локомотива під навантаження та при виїзді після навантаження необхідно поставити ківш на підшву вибою.

Завантаження вантажної платформи автосамоскида та думпкара до номінальної вантажопідйомності необхідно проводити згідно з паспортом.

Забороняється відпрацювання нижньої частини вибою, щоб уникнути обвалення вибою через утворення «козирків» та «нависів» породи. Необхідно витримувати габарит від осі залізничної колії до початку приймання в місці вивантаження, особливо ретельно слід робити «завідкоску» уступу вздовж залізничної колії.

Забороняється навантаження із гірською масою металу. Виявлені шматки металу необхідно видалити із вибою та повідомити про це майстра гірничого або начальника (заступника начальника) ділянки.

«Забороняється навантаження негабаритних шматків гірської маси на дробильну фабрику. Слід розкласти негабаритні шматки гірської маси осторонь вибою, щоб не заважали роботі екскаватора та під'їзду автосамоскидів. Розкладку негабаритних шматків проводити згідно з паспортом» [10, с. 22].

При роботі екскаватора на слабких ґрунтах необхідно використовувати металеві листи. Листи металу на робочому майданчику повинні знаходитись у горизонтальному положенні. Не допускається розташування листів у нестійкому положенні та під укосом уступу.

Необхідно проводити очищення ковша від гірської маси, що налипла, після повороту екскаватора ковшем від вибою і опускання його на рівну поверхню підшви вибою. Очищення ковша слід

проводити своєчасно зверху вниз, не перебуваючи всередині ковша під гірською масою, що зчищається.

Підошву вибою необхідно планувати за встановленою маркшейдером позначкою.

Забороняється відпрацювання за межами захисних обвалувань, опор повітряних ЛЕП, свердловин.

При роботі екскаваторів один над іншим, а також на одному майданчику поруч необхідно забезпечити відстань між ними в плані не менше двох максимальних радіусів їх дії.

Неможна допускати відстань менше 1,0 м між контрвантажем екскаватора та укосом вибою, автосамоскидом, електровозом, думпкарком, а також перебування екскаватора у призмі обвалення уступу.

При черпанні гірської маси поблизу верхньої бровки нижнього уступу необхідно переконатися, що у разі падіння гірської маси на нижчий горизонт відсутня небезпека для людей і гірничого обладнання.

Забороняється допускати ударів ковшем об гусениці та підошву вибою. Під час перерв у роботі необхідно поставити ківш на підошву вибою.

Не допускається підходити до нижньої брівки укосу уступу ближче ніж на 2 м, а також виконання ремонтних робіт та відпочинок поблизу укосу уступу. Для підйому і спуску вхідними сходами екскаватора, необхідно розгорнути його вхідними сходами в протилежний бік від вибою.

За необхідності заїзду в зону дії екскаватора гідромонітора, бульдозера, техдопомоги, автомобіля для заміни зубів, автомобіля для перевезення ПММ та іншої автотранспортної техніки потрібно зупинити роботу екскаватора, звільнити місце для їх роботи, опустити ківш на підошву вибою, відключити приводний електродвигун групи,

після чого зійти з екскаватора та переконатися, що заїзд не загрожує життю людей, пошкодженням кабелю, екскаватора, опор ЛЕП. Переконатися, що перерахованому вище транспорту не загрожує обвалення вибою та інша небезпека. Відновити роботу екскаватора слід лише після того, як цей транспорт залишить зону його дії.

Під час завантаження гірської маси при відкритому лобовому склі кабіни необхідно користуватися захисними окулярами.

Забороняється використання механізму повороту екскаватора для врізання ковша у гірську масу, використання ковша для переміщення транспортних засобів. Допускається підтримка ковшем думпкара на прийманні відвалу при розвантаженні вологої (несипучої) гірської маси.

Регулювання гальмівних пристроїв головних приводів екскаватора необхідно проводити після встановлення ковша на підшву вибою.

Забороняється регулювати гальма при піднятому ковші.

Забороняється допускати засипання колії та його габариту гірською масою при завантаженні в автосамоскиди та думпкари. Допущені просипи після відходу локомотива або автосамоскида повинні бути прибрані.

Необхідно стежити за збереженням захисних засобів, забезпечити зберігання захисних засобів у відведених для цього місцях.

«З метою попередження ураженням електричним струмом необхідно дотримуватись наступних заходів безпеки:

а) корпус ПП (ЯКНО, КРУНК, ПКМ) та екскаватора має бути заземлений.

Опір заземлення має перевищувати 4 Ом;

б) необхідно контролювати справність реле витоку 380 В та 220 В, наявність пломби на обох реле витоку;

в) слід не допускати підключення двох споживачів (екскаваторів та інші) до одного ПП (ЯКНО, КРУНК, ПКМ);

г) після підключення високовольтного гнучкого кабелю до ПП (ЯКНО, КРУНК, ПКМ), слід закріпити кабель, щоб уникнути його висмикування з ПП;

д) жили високовольтного гнучкого кабелю мають бути оснащені накінечниками;

е) заборонено переносити високовольтний гнучкий кабель під напругою без діелектричних рукавичок, а в обводнених місцях – без діелектричних бот;

ж) забороняється перенесення кабелю на плечах, а також зіткнення кабелю із незахищеною частиною тіла;

з) забороняється переміщати високовольтний гнучкий кабель ковшем екскаватора;

і) в обводнених місцях високовольтний гнучкий кабель повинен бути викладений на захисних конусах;

к) під час роботи поблизу контактної мережі не допускається торкання контактної дроту ковшем. У разі торкання слід негайно провести огляд контактної дроту. Про дотик доповісти начальнику зміни кар'єру та майстру гірничому. При тривалому торканні ковшем контактної дроту та неможливості прибрати ківш, сходити з екскаватора та входити на екскаватор забороняється;

л) при виконанні робіт на екскаваторі електроінструментом (свердління ручним електродрилем, різання ручною шліфувальною машиною тощо) необхідно покласти під ноги діелектричний килимок або працювати в діелектричних ботах;

м) при використанні переносного світильника необхідно переконатися у наявності бирки про випробування та перевірити його справність. Напруга живлення світильника не повинна перевищувати 12 В;

н) забороняється наближатися до проводу повітряної ЛЕП або проводу контактної мережі, що лежить на землі, ближче ніж на 10 метрів;

о) забороняється використовувати як захисні засоби випадкові предмети, а також прострочені засоби захисту або засоби захисту з відсутніми штампом та биркою;

п) забороняється виконання робіт в електроустановках необумовлених у переліках робіт згідно з обов'язками машиніста екскаватора;

р) до та після виконання робіт згідно з переліком робіт у порядку поточної експлуатації необхідно зробити запис у книзі приймання-здавання змін екскаватора із зазначенням часу початку та закінчення робіт;

с) підключення та відключення високовольтного кабелю, що живить екскаватор необхідно проводити за нарядом-допуском на роботи в електроустановках. Наряд-допуск на роботи в електроустановках видає енергетик ділянки або змінний енергетик. При виконанні робіт із наряду-допуску на роботи в електроустановках, машиніст екскаватора є припустимим та поєднує обов'язки керівника робіт» [5, с. 36].

Забороняється виконання робіт з відключення та підключення високовольтного кабелю в ПП (ЯКНО, КРУНК, ПКМ) без чергового електротехнічного персоналу (чергового електрослюсаря, енергетика змінного).

Роботи з підключення або відключення високовольтного кабелю в ПКМ слід виконувати лише після повного відключення високовольтного кабелю від ПП (ЯКНО, КРУНК, ПКМ).

Для збирання просипу (вручну) із залізничної колії необхідно в установленому порядку закрити перегін. Роботу на залізничній колії слід проводити у сигнальному жилеті.

Для облаштування шпальної скриньки, для прокладання високовольтного кабелю через залізничну колію, слід у порядку закрити перегін. Роботу на залізничній колії необхідно проводити у сигнальному жилеті.

Необхідно проводити прибирання та підтримувати чистоту в кабіні машиніста, машинному відділенні, на напірному майданчику, на даху машинного відділення, на майданчику під вхідними сходами.

У разі відключення (аварійного, планового) повітряної ЛЕП-6кВ із наступним її включенням, машиніст перед запуском повинен перевірити фазування. фазування перевіряється методом включення вентилятора обдування та визначення напрямку його обертання. При обертанні вентилятора за годинниковою стрілкою фазування підключено правильно, при обертанні проти годинникової стрілки – неправильно.

У разі необхідності застосування вогнегасника під час зміни машиніст зобов'язаний, по закінченню зміни, написати пояснювальну записку на ім'я начальника Кар'єра з описом причини його застосування.

Під час виконання робіт машиністу екскаватора забороняється:

а) виконувати роботи, які не передбачені нарядом і не входять до обов'язків екіпажу екскаватора, а також роботи, що вимагають відповідних інструктажів та їх письмового оформлення в журналі реєстрації інструктажів;

б) проносити наповнений чи порожній ківш над високовольтним кабелем;

в) при завантаженні гірської маси:

- одностороннє завантаження автосамоскида та думпкара;
- дроблення негабаритних шматків гірської маси шляхом скидання їх із ковша один на одного;

г) перебувати поза кабіною машиніста без захисної каски та належного нормами спецодягу;

д) застосовувати вогнегасник поза призначенням.

У разі аварійної зупинки екскаватора машиніст зобов'язаний:

а) при виявленні можливості виникнення аварії, негайно припинити роботу, повідомити начальника зміни кар'єру та залишити небезпечну зону;

б) при виявленні свердловинного заряду, що відмовив, негайно припинити роботу і повідомити начальника зміни кар'єру. Відігнати екскаватор на 50 метрів із вибою та дочекатися представника організації, яка робила заряджання. До роботи приступати лише після того, як представник цієї організації зробить запис в оперативному журналі;

в) у разі виникнення небезпеки обвалу вибою вивести екскаватор із небезпечної зони, а за неможливості – негайно залишити екскаватор.

Негабаритні шматки гірської маси, «козирки» та «навіси» ліквідувати ковшем при максимально витягнутій балці рукояті, за допомогою насадки або викликати гідромонітор, попередньо відсипавши захисне обвалування;

г) якщо висота вибою на висадженій гірській масі перевищує 1,5 висоти черпання екскаватора, а на наносах – висоти черпання, керуватися в роботі спеціально розробленим паспортом або проектом. Для негайного виведення екскаватора із вибою завжди має бути розчищений проїзд;

д) при загрозі прориву води в забій вивести екскаватор на горизонт, що знаходиться вище. Якщо вигнати екскаватор неможливо – знеструмити екскаватор і негайно залишити небезпечну зону;

е) у разі виникнення пожежі на екскаваторі негайно повідомити начальника зміни Кар'єра (по радіостанції або по мобільному зв'язку)

та приступити до гасіння вогнища займання первинними засобами пожежогасіння (вогнегасником, піском), попередньо відключивши роз'єднувач у розподільчій скриньці 2КВЕ-6. При неможливості загасити займання первинними засобами, негайно залишити екскаватор та відключити напругу в ПП (ЯКНО, КРУНК, ПКМ). Після вимкнення напруги в ПП треба вимкнути високовольтний кабель;

ж) якщо сталася аварія не поспішати з ліквідацією її наслідків, а дочекатися прибуття майстра гірничого або начальника дільниці (заступника начальника дільниці) та діяти надалі за його вказівками;

з) у разі нещасного випадку негайно надати потерпілому допомогу, повідомити начальника зміни кар'єра, зберегти обстановку, за якої випадок стався, дочекатися прибуття карети швидкої медичної допомоги.

Під час виконання ремонтних робіт машиніст екскаватора зобов'язаний:

а) до початку проведення ремонтних робіт вигнати екскаватор із вибою на відстань не менше ніж на 15 м, від повітряної ЛЕП – не менше ніж на 40 м, від діючої технологічної автодороги – не менше ніж на 10 м;

б) подати заявку оператору пульта управління Кар'єра, за наявності залізничних колій поблизу екскаватора, на закриття перегону від можливого заїзду залізничного транспорту до зони ремонту;

в) під час виконання планових ремонтів, позначити майданчик знаком «СТІЙ! ЗОНА РЕМОНТУ» на відстані не менше ніж 5 м від гірничого обладнання;

г) перед початком ремонту встановити захисні огороження, перевірити наявність та працездатність блокувань, інструменту та пристроїв;

д) допуск ремонтної бригади на екскаватор проводити після повного оформлення наряду-допуску на виконання робіт з підвищеною небезпекою та виконання заходів з охорони праці зазначених у ньому, перевіривши наявність підписів виробника робіт та членів бригади у наряді-допуску;

е) зробити запис в оперативному журналі про допуск ремонтної бригади до роботи. У записі вказати мету прибуття та кількість прибулих. Керівник робіт бригади, що прибула, повинен розписати в журналі прийому-здавання змін про допуск до роботи. Перевірити наявність підписів працівників у наряді-допуску;

ж) початок ремонту погодити з безпосереднім керівником (майстром гірничим, начальником дільниці, заступником начальника дільниці) та начальником зміни Кар'єра;

з) перед виконанням будь-якої операції продумати безпечне виконання робіт і після цього, дотримуючись особистої обережності, розпочати її виконання. Якщо безпечного рішення не знайдено – звернутися до майстра гірничого або начальника дільниці (заступника начальника дільниці). Якщо в операції беруть участь два і більше працівники, то при цьому заздалегідь обговорити та узгодити всі дії (про виконувану роботу повинні знати всі працівники, які беруть участь у ремонті);

і) не допускати перебування людей під підвішеним на крані вантажем. При опусканні обладнання або його частини необхідно перебувати поза небезпечною зоною можливого їх падіння;

к) не допускати виконання будь-якої операції одноосібно, якщо для забезпечення її безпечного виконання потрібні два і більше працівників;

л) не допускати одночасне проведення підповерхових робіт;

н) при знаходженні на екскаваторі ремонтної бригади як свого цеху, так і підрядної організації всі свої дії погоджувати з керівником робіт, що виконуються, і членами бригади;

м) контролювати дотримання заходів безпеки зазначених у наряд-допуску на виконання робіт підвищеної небезпеки. При невиконанні будь-якого пункту наряд-допуску зупиняти виконання робіт до усунення небезпек;

н) під час роботи кувалдою, молотком, ломом та іншим ударним інструментом не допускати перебування людей навпроти;

о) при знаходженні на висоті понад 1,3 метра за відсутності перильних огорож машиніст зобов'язаний користуватися запобіжним поясом. При виконанні робіт на майданчиках головних блоків використання запобіжного поясу обов'язково (скористатися слід випробуваним запобіжним поясом, який має бирку з датою наступного випробування);

п) при роботі з приставними сходами дотримуватися таких заходів безпеки:

- сходи повинні відповідати вимогам правил і бути повністю справними;
- сходи повинні бути випробувані та мати бирку з датою;
- при підйомі сходами верхній ступінь повинен бути на рівні грудей;
- працювати тільки з підстрахуванням другою особою, яка утримує сходи;

р) не допускати нарощування трубою гайкових ключів, застосування несправних гайкових ключів, перевірку збігів отворів пальцями рук;

с) при проведенні будь-якого ремонту не допускати скупчення на місці ремонту та проходах до нього деталей, інструменту, пристосувань та будь-яких інших предметів, утворення скупчення

проливу масла під лебідками та редукторами, щоб уникнути травматизму та дотримання заходів пожежної безпеки;

т) не допускати подачі напруги, включення механізмів екскаватора в роботу, не переконавшись у тому, що всі сторонні особи залишили екскаватор та його зону дії;

у) при забиванні пальця в траки або ківш екскаватора не допускати знаходження людей у небезпечній зоні роботи ударного інструменту, можливого падіння деталей та інструменту;

ф) при заміні підйомного, напірного або поворотного каната екскаватора:

- запасування каната проводити згідно зі схемою запасування канатів даного типу екскаватора;

- при запасуванні кінців троса в барабани і при розмотуванні троса вручну або за допомогою бульдозера дотримуватися безпечної дистанції для запобігання травмам кінцями або петлями канатів;

- при розкручуванні та затягуванні болтів на затискному пристрої барабана прийняти стійке положення, використовувати справний гайковий ключ, кувалду / пневматичний інструмент та виключити знаходження людей у небезпечній зоні;

- при підйомі кінця каната допоміжною лебідкою залишити небезпечну зону можливого падіння кінця каната;

х) при заміні троса МВДК (МОДК) використовувати знімну огорожу нижнього напірного майданчика в районі електродвигуна відкривання днища ковша. При заміні засуву днища ковша екскаватора використовувати допоміжну лебідку екскаватора (засув повинен бути надійно зафіксований тросом допоміжної лебідки);

ц) при використанні допоміжної лебідки екскаватора:

- перевірити справність гальм електричної допоміжної лебідки, наявність написів на кнопках управління, захисних кожухів;

- знати призначення кнопок керування лебідкою;

- виконувати команди керівника ремонту;
- забороняється поправляти трос вручну при його змотуванні та намотуванні на барабан;

- будь-який неправильно поданий або незрозумілий сигнал розцінювати як команду «СТОП»;

1) при шплінтуванні пальців, регулюванні або заміні гальмівних колодок приводів екскаватора відключити живлення приводів, а ківш поставити на підшву робочого майданчика;

2) не допускати ручного підйому вантажу масою понад 50 кг.

Під час проведення зварювальних робіт машиніст екскаватора зобов'язаний:

а) вжити заходів, що унеможливають ураження електричним струмом, виникнення пожежі або вибуху:

- подати напругу на справний зварювальний агрегат, кабель, електродотримач;

- проконтролювати забезпечення первинними засобами пожежогасіння місця проведення зварювальних робіт. Видалити всі горючі матеріали з місця проведення зварювальних робіт, а при неможливості видалення повинні захистити всі горючі матеріали екранами або щитами з негорючих матеріалів;

- при перервах у роботі або закінченні зварювальних робіт знеструмити зварювальний агрегат;

- спостерігати за місцем проведення зварювальних робіт після їх закінчення протягом двох годин.

Забороняється виконання зварювальних робіт на електроустановці, що перебуває під напругою.

Усі роботи, пов'язані з ремонтом та обслуговуванням електрообладнання екскаватора проводити згідно з:

- нарядом-допуском на роботу в електроустановках;
- розпорядженням на роботу в електроустановках;

- затвердженому переліку робіт у порядку поточної експлуатації.

Заходи безпеки при роботах із наряду-допуску або за розпорядженням на роботи в електроустановках визначає працівник, який їх видає.

Ще одним новим, але дуже актуальним напрямком з охорони праці є реалізація проекту «Безпечний робочий простір». Головна мета цього заходу – виявлення всіх потенційних небезпек на робочих місцях та їхньому запобіганню, зокрема і для машиністів на екскаваторах.

Організація ідентифікації небезпек та оцінки ризиків на робочих просторах полягає в плануванні процесу, призначенні відповідальних осіб, створенні робочих груп для оцінки ризиків на кожному робочому місці.

При проведенні оцінки ризиків для кожного робочого простору керівником підрозділу формується робоча група з оцінки ризиків, що включає досвідчених співробітників робочого простору (машиніста), керівників підрозділу, старших фахівців за напрямками (при необхідності), які в повному обсязі володіють специфікою та особливостями технологічних процесів, що розглядаються, і застосовуваного обладнання. При необхідності – до складу групи можуть включатися інженер з охорони праці відділу охорони праці чи лінійного контролю, який курирує структурний підрозділ.

Для виявлення небезпек на робочому просторі учасникам робочої групи з оцінки ризиків необхідно враховувати такі дані:

- спостереження виробничого середовища на робочому місці;
- операції, що виконуються на робочому місці, з урахуванням їх при оцінці ризиків;
- зовнішні фактори, що впливають на робоче місце;

- наявність і стан обладнання, механізмів, інструментів, будівель, що несуть в собі небезпеку;

- наявність речовин, матеріалів тощо, які несуть в собі небезпеку;

- підданий небезпеці персонал, відвідувачі, обладнання, матеріали;

При виявленні небезпек учасникам робочої групи з оцінки ризиків слід дотримуватися вимог наступних документів:

- законодавчі вимоги у сфері охорони праці;

- технологічні документи (технологічні регламенти, паспорта, інструкції, тощо);

- плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій;

- положення про підрозділи, посадові інструкції керівників, спеціалістів, службовців і робітників;

- інструкції з охорони праці та виробництва;

- матеріали ВКПП по випадкам, що сталися у підрозділі та на суміжних галузях підприємств компанії, актів професійних захворювань, статистика листків непрацездатності, актів розслідування аварій.

Небезпеки виявляються робочою групою з оцінки ризиків при оцінці ризику в такій послідовності:

- вивчення і аналіз всіх технологічних процесів на робочому просторі в рамках поточної експлуатації;

- вивчення та аналіз обладнання, його специфіки та можливих сценаріїв аварійного виходу з ладу. До складу обладнання входять об'єкти енергетичного комплексу;

- вивчення та аналіз виробничих операцій, що виконуються персоналом у робочому просторі;

- вивчення та аналіз стану будівель і споруд – результати перевірок, наявність аварійних елементів, стан безпечних маршрутів

проїзду, сходів / майданчиків, розташованих в межах робочого простору;

- вивчення та аналіз засобів логістики руху продукції – автомобільних перевезень, залізничного транспорту, маневрових вагонеток, навантажувачів, пересувних навантажувачів тощо;

- вивчення та аналіз суміжного обладнання, а також факторів на суміжних просторах, які можуть вплинути на співробітників.

Переоцінка ризиків проводиться щорічно, на підставі попередньо впроваджених заходів запобігання, своєрідних бар'єрів.

Завдяки реалізації даного проекту забезпечується безпека виробничих процесів шляхом якісного виявлення ризиків на робочому місці та розробка ефективних заходів щодо їх зниження до прийняттого рівня.

## 3 МОДИФІКАЦІЇ ЕКСКАВАТОРІВ В УМОВАХ КАР'ЄРУ ПРАТ "ІНГУЛЕЦЬКИЙ ГЗК"

### 3.1 Дослідження економічно доцільних варіацій виймально-навантажувального обладнання для розробки родовища

На Інгулецькому ГЗК приділяють значну увагу модернізації техніки аби забезпечити її стабільну і безперебійну роботу та зменшити всі додаткові витрати в процесі експлуатації. Тому в цеху Кар'єр фахівці систематично шукають, розробляють та впроваджують ініціативи, які направлені на підвищення технічної готовності обладнання, подовження терміну його експлуатації, безпечне виконання виймально-навантажувальних робіт.

Загалом за останні 3 роки було запропоновано понад 40 ідей. Серед пропозицій модернізації та ремонтів техніки, які довели свою ефективність розглянемо наступні.

#### Заміна типу робочого каната, що застосовується на екскаваторах ЕКГ-8І:

Попередньо існувала проблема, що на екскаваторах ЕКГ-8І на вузлах напір/повернення застосовується виключно робочий канат ф45,5 мм. Тому було запропоновано замінити на канат ф52 мм. Як результат вдалося збільшити термін служби канатів і зменшити аварійні простої.

#### Привід ходу ЕКГ-10 на ЕКГ-8І:

Проблема полягала в тому, що на ЕКГ-8І встановлені приводи ходу (прямозуба передача з конічним Т валом (хвостовик), які дають велику кількість простоїв із заміни (хвостовиків) та амортизаторів.

Вирішенням цього питання є встановлення на ЕКГ-8І циліндричного приводу ходу, який використовується на ЕКГ-10, що істотно скоротить простої за рахунок відсутності хвостовика та амортизаторів.

### Завантаження вантажних автомобілів екскаватором ЕКГ-12К на обидві сторони:

Раніше при веденні робіт екскаватори відвантажували гірничу масу тільки в одну сторону через транспортні обмеження (під'їзди до ЕКГ, ширина робочого майданчика). Тому було запропоновано організувати живлення ЕКГ так, щоб екскаватор мав можливість вантажити в обидві сторони. КРУНК необхідно встановлювати в середину заходки, а кабель, що живить ЕКГ, знаходиться посередині.

### Обладнання ковшами місткістю 12 м<sup>3</sup> екскаватора ЕКГ-10:

У цеху Кар'єр знаходяться в експлуатації екскаватори ЕКГ-10, які обладнані ковшами ємністю 10 м<sup>3</sup>. Фахівці цеху вирішили обладнати ковшами ємністю 12 м<sup>3</sup>, ті екскаватори ЕКГ-10, які постійно працюють на перевантажувальних пунктах у кар'єрі та на відвалі.

### Модернізація ковша ЕКГ-12:

При експлуатації нового ковша ЕКГ-12 відбувається руйнування його бічних зубів, що у свою чергу призводить до швидкого зносу та руйнування ковша.

Запропоноване рішення – змінити конструкцію робочої частини ковша. У цій ситуації між крайніми зубами та боковою стінкою є отвір, що послаблює крайні зуби, і в процесі експлуатації призводить до їхнього руйнування посадкових місць. Для цього зробили литу робочу частину ковша зі стінкою без отвору.

### Виготовлення пальців для ЕКГ-12:

В процесі експлуатації ЕКГ-12 виникла проблема частого виходу з ладу пальців кріплення підвіски ковша. Тому спеціалісти цеху вирішили перетягувати пальці з кріплення ковша екскаватора Hitachi під необхідний діаметр по кресленню, для ЕКГ-12. Ходимість цих пальців виявилася довшою, через те що пальці Hitachi по діаметру цілісні, а пальці ЕКГ-12 – усередині порожнисті. Відповідно коефіцієнт навантаження на палець Hitachi більший.

## Збільшення надійності та ходимості електродвигунів підйому на ЕКГ-8:

Раніше на екскаваторах ЕКГ-8 у приводі підйому застосовувалися електродвигуни ДЕ 816 190 кВт, які працювали в режимі номінального завантаження і часто виходили з ладу. Тому запропоновано здійснити заміну двигунів ДЕ 816 на двигуни ДЕ 818 270 кВт, які мають більший запас потужності та забезпечать тривалу та надійну роботу приводу.

Для заміни двигунів необхідно було зробити такі зміни:

- виготовити та встановити під редуктор підйому подушку з листового металу 50мм;
- переварити подушки кріплення електродвигуна.

Середня ходимість двигуна ДЕ 816 1-1,5 роки, а двигуна ДЕ 818 2,5-3 роки. Для порівняння: за 2019 рік двигунів ДЕ 816 замінили 20 шт. аварійно, а ДЕ 818 – 6 аварійно і 4 планово.

## Переобладнання ковша ЕКГ V10м<sup>3</sup> у ківш ЕКГ V12м<sup>3</sup> під розкривні роботи:

Наявна проблема – низька продуктивність екскаваторів на розкриві через низьку швидкість навантаження.

Пропрацювавши існуючу конструкцію придбаного у «МЕТІНВЕСТ КРМЗ» у березні 2019 року ковша ЕКГ-12, для монтажу на ЕКГ-10, у фахівців виникла пропозиція з мінімальними змінами конструкції комплектуючих переробити б/в ківш ЕКГ V10м<sup>3</sup> на ківш ЕКГ V12м<sup>3</sup>, з метою підвищення ефективності виконання розкривних робіт шляхом збільшення обсягу ковша на 2 м<sup>3</sup>.

Результат такої модернізації:

- 1) Істотне збільшення швидкості навантаження;
- 2) Зменшення ваги ковша більш ніж на 2000 кг (порівняно з набутим 12м<sup>3</sup>);
- 3) Здешевлення виробу на понад 2,48 млн грн без НДС.

### Зниження ймовірності отримання травми під час заміни каната на ЕКГ:

Під час виконання робіт із заміни канатів натиск-повернення відбувається зачеплення (упирання) нового канату у відбійник або поручні поворотної платформи, а також існує ймовірність його відриву та падіння з висоти більше 2 м.

Запропоноване рішення – встановити ролик 100 мм по обидва боки на майданчику обслуговування напірного редуктора в зоні кріплення відбійників. Це убезпечить виконання цих робіт і скоротить час заміни канатів, що впливає на виконання планових показників.

### Відновлення ковшів ЕКГ із збільшенням корисного обсягу:

Відновлення ковшів із заміною передньої стінки та бічних вставок відбувається згідно з паспортними даними ковша на об'єм 10 м<sup>3</sup>. Тому запропоновано рішення збільшити висоту бічних вставок на 80 мм з кожного боку, що дозволить у свою чергу збільшити об'єм ковша до 11 м<sup>3</sup>. Це ідея дозволила збільшити продуктивність екскаваторного парку (що працює на завантаженні/розвантаженні гірничої маси) та вивести з експлуатації техніку з низьким коефіцієнтом технічної готовності та коефіцієнтом використання обладнання.

### Збільшення ходимості ковшів ЕКГ 10-12 м<sup>3</sup>:

Раніше для збирання ковша ЕКГ 10-12 м<sup>3</sup> працівники цеху застосовували на бічні вставки листовий метал 50 мм. В процесі експлуатації відбувалося стирання бічної частини ковша, що в свою чергу сприяло зменшенню терміну його експлуатації. Запропоновано, для збільшення продуктивності ковша, а також збільшення його терміну служби, застосовувати під час збирання б/в металопрокат 80 мм, для збільшення стінок.

### Пожежна безпека на ЕКГ:

На існуючих екскаваторах встановлено автоматичну систему пожежогасіння (АСПГ) у машинному відділенні. Вся проводка (живлення) цієї системи знаходиться під дахом машинного залу в обв'язці зі штатним живленням екскаватора. При замиканні штатної проводки або пожежі живлення АСПГ плавиться та перестає бути корисним. Тому знайдено рішення перенести проводку АСПГ з-під стелі на підлогу (20-30 см від підлоги). Це дозволило виключити пошкодження живлення у разі замикання чи пожежі, оскільки температура при пожежі знизу набагато менша ніж зверху.

Проаналізувавши ці рішення та побачивши їх на практиці можна дійти висновку про ефективність даних модернізацій. Вони дійсно дозволяють не тільки гарантувати безпеку під час екскавації, але й зберегти та подовжити термін роботи виймально-навантажувального обладнання.

### 3.2 Збільшення продуктивності екскаваторного парку за рахунок установки подовженого обладнання

Дослідивши на практиці робочі параметри виймально-навантажувального обладнання в умовах кар'єру ПрАТ "Інгулецький ГЗК" з'ясувала, що головною задачею є збільшення продуктивності екскаваторного парку. Тому пропоную рішення – проводити установку подовженого обладнання.

Щорічно підприємством витрачаються великі кошти на переукладання залізничних шляхів в кар'єрі, а також відбувається простій гірничого обладнання під час переукладання колій. Загалом переукладання 1 км залізничного шляху обходиться комбінату приблизно 3 млн грн.

Окрім цього при переукладанні екскаватори не беруть участь у виробничому процесі, тим самим зменшують об'єм транспортування

розкривних порід завдаючи додаткових втрат для комбінату та знижуючи потенційний коефіцієнт використання обладнання.

Рішення даного завдання: при проведенні капітальних ремонтів екскаваторів типу ЕКГ-8 та ЕКГ-10 кар'єрної та відвальної групи проводити установку подовженого обладнання – балки-рукояті з 9,4 до 11,7 метрів та стріли (верхня та нижня секції) з 13,35 до 16,5 метрів (типу ЕКГ-6,3 УС), тим самим збільшуючи ширину заходки екскаватора з подовженим обладнанням у порівнянні зі стандартним обладнанням.

Кар'єрний гусеничний екскаватор ЕКГ-8І може бути переобладнаний на екскаватор ЕКГ-6,3ус, ЕКГ-8у (модифікації). Для цього необхідно зробити заміну робочого обладнання (стріли, рукояті, підвіски стріли, канатних барабанів, додати вагу контрвантажувача, встановити канати відповідної довжини (подовжені), а також змінити кут нахилу стріли з 47 градусів на 50 градусів). Основні вузли уніфіковані з відповідними вузлами екскаватора ЕКГ-6, ЗУС, ЕКГ-8У.

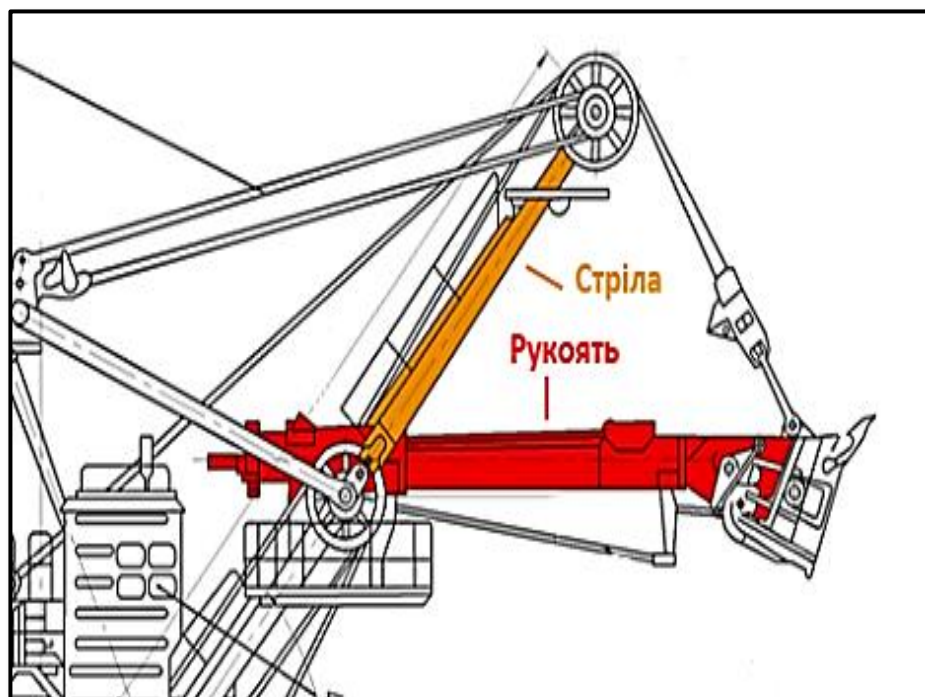


Рисунок 2.1 – Схема установки подовженого обладнання – балки-рукояті та стріли (верхня та нижня секції)

Завдяки даному рішенню вдається:

- підвищити загальну річну продуктивність екскаваторного парку кар'єрної, а також відвальної групи шляхом підвищення корисного робочого часу за рахунок зниження загальної кількості переукладань;
- суттєво зменшити кількість переукладання залізничних колій, оскільки збільшується крок переукладань при використанні подовженого обладнання;
- знизити витрати на будівництво залізничних колій, шляхом зменшення періодичності переукладання за рахунок збільшення обсягів гірничої маси спланованої в одне заходження;
- зменшити ризики обвалення гірничої породи за рахунок збільшення висоти зачерпування ковшем у забої.

Загалом подовжене обладнання використовується на території України на Північному ГЗК – 1 екскаватор та на Південному ГЗК – 2 ЕКГ. Тому дана ініціатива вже показала та підтвердила свою ефективність.

На інших підприємствах (як Метінвесту, так і інших комбінатів) не практикували переобладнання ЕКГ (подовженої балки-рукояті та стріли). Ця пропозиція може тиражуватися на підприємства групи.

Як це виглядає, можна побачити на схематичних малюнках.

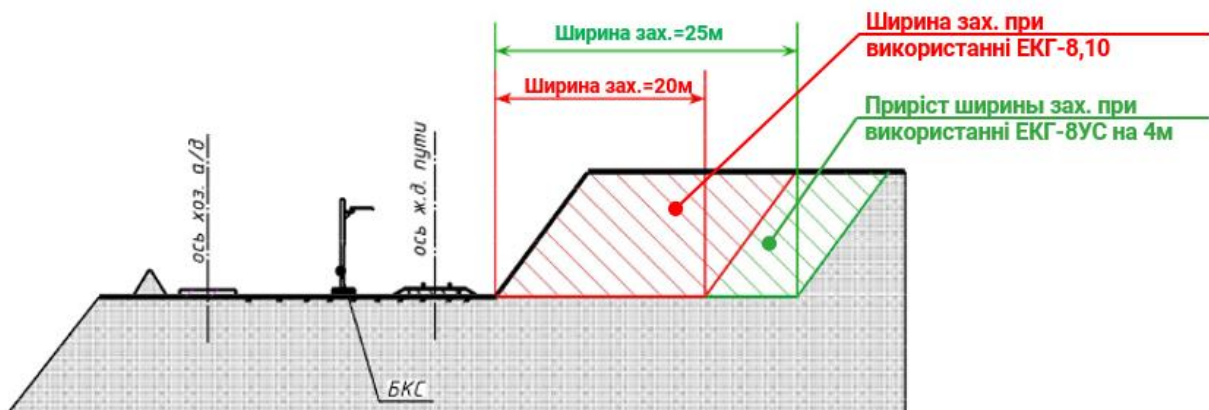


Рисунок 2.2 – Схема збільшення кроку заходження екскаватора в кар'єрі

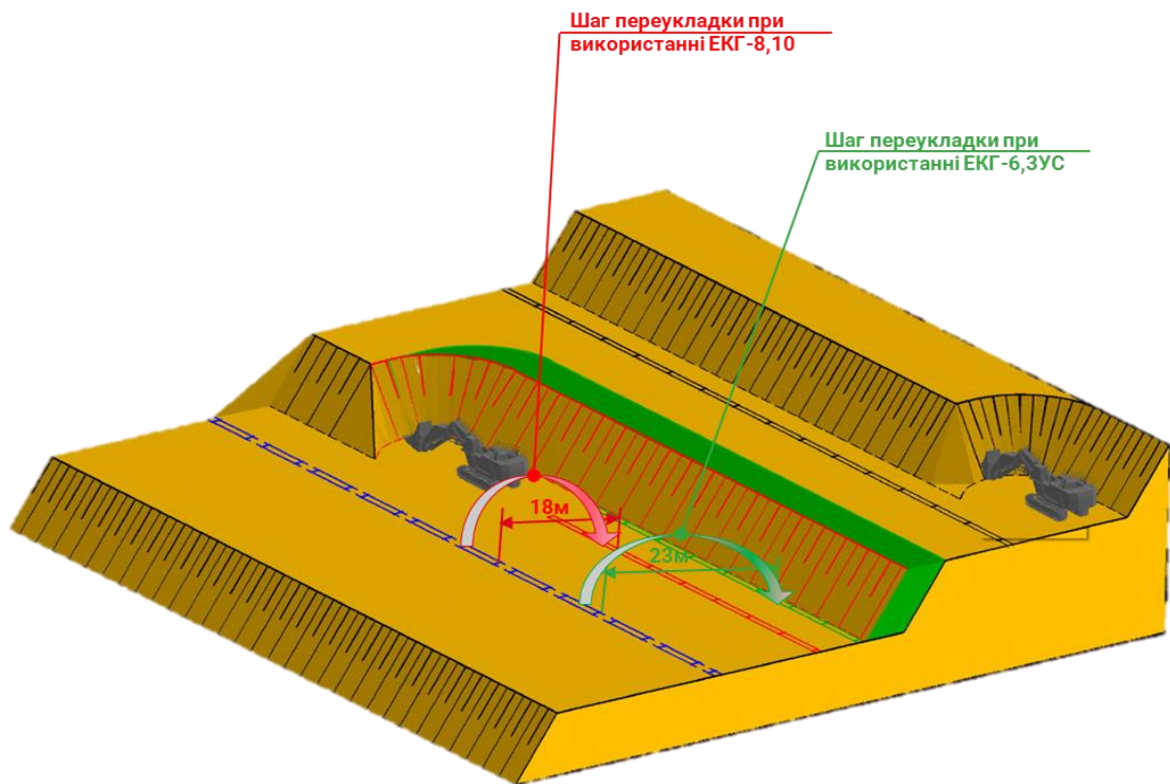


Рисунок 2.3 – Схема збільшення кроку переукладання в кар’єрі  
 При стандартному обладнанні на ЕКГ - 8/10 ширина заходження становить 20 м, а при подовженому обладнанні на ЕКГ– 25 м, що наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика ЕКГ-8/10 та ЕКГ-8УС

Технічні характеристики	ЕКГ – 8/10 «ДО»	ЕКГ – 8УС «ПІСЛЯ»	Різниця
Ширина екскаваторного заходження (м)	20	25	<b>5</b>
Крок переукладання (м)	18	23	<b>5</b>
Висота уступу (м)	13,5	13,5	0

Таким чином збільшується і крок переукладання залізничних колій – з 18 метрів до 23.

Звернемо увагу що дане рішення можна впроваджувати і на відвалі №2 (екскаваторному).

При стандартному обладнанні на ЕКГ - 8/10 ширина заходження становить 32 м, а при подовженому обладнанні на ЕКГ – 36 м (Рисунок 2.3 – 2.4).

Як результат збільшується і крок переукладання залізничних колій – з 28 метрів до 32, на 4 метри.

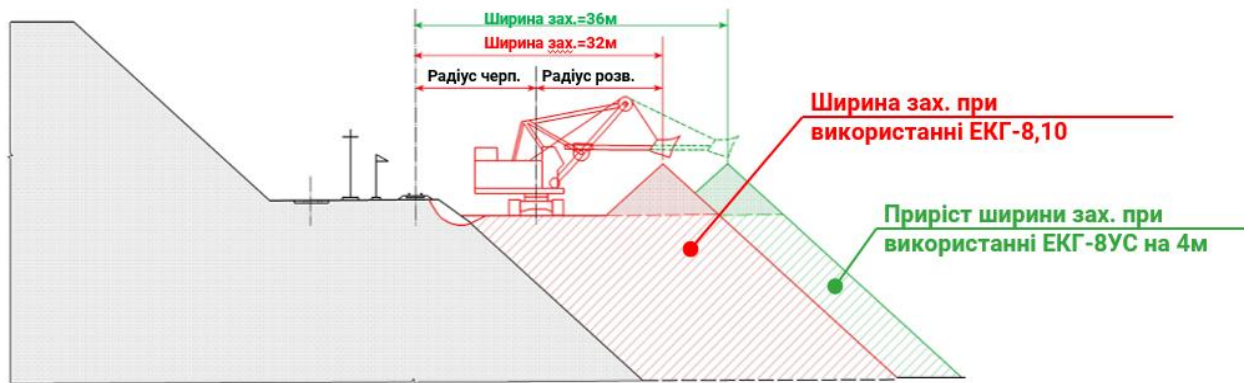


Рисунок 2.4 – Схема збільшення кроку заходження екскаватора на відвалі

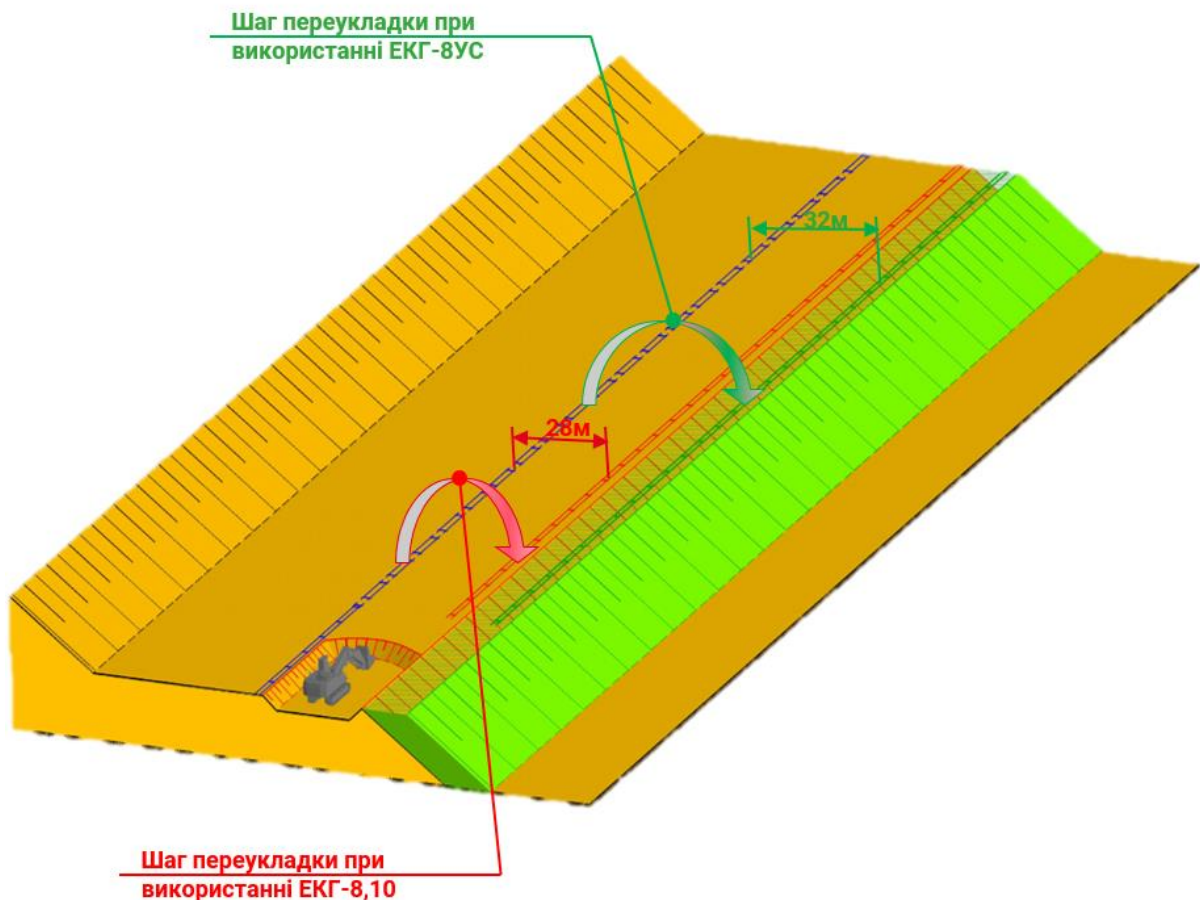


Рисунок 2.5 – Схема збільшення кроку переукладання на відвалі

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика ЕКГ-8/10 та ЕКГ-8УС (відвальна група)

Технічні характеристики	ЕКГ - 8/10 «ДО»	ЕКГ – 8УС «Після»	Різниця
Ширина екскаваторного заходження (м)	32	36	4
Крок переукладання (м)	28	32	4
Висота уступу (м)	20	20	0

Модернізація екскаваторів підвищить ефективність при наросуванні нових верхніх ярусів відвалу, збільшуючи висоту розвантаження з 3 до 6 метрів. Завдяки збільшенню висоти ярусів – збільшується ширина заходки і висота нового ярусу, тим самим ще скорочуючи кількість переукладань залізничних шляхів.

Наразі економічна ситуація в країні не є стабільною, тож в пріоритеті повинні бути пропозиції які за досить короткий проміжок часу покажуть ефективність та вирішуватимуть існуючу проблему.

В таблиці наведені основні розрахункові данні рішення у розрізі кар'єру та відвалу №2.

Таблиця 2.3 – Основні розрахункові данні під час встановлення подовженого обладнання на 3 екскаваторах

Основні розрахункові данні	Од. вим.	ЕКГ-8(10) «ДО»	ЕКГ-8УС «ПІСЛЯ»	Різниця
<i>Ефект від збільшення кроку переукладання у кар'єрі</i>				
Ширина відвальної заходки	м	20	25	5
Висота ярусу	м	13,5	13,5	0
Об'єм гірничої маси після переукладання	тис. м <sup>3</sup>	3 238,0	4 047,5	809,5
Об'єм гірничої маси на 1 метр переукладання	м <sup>3</sup> /м	235	293	59
<b>Довжина переукладання шляху в кар'єрі</b>	<b>м</b>	<b>13 791</b>	<b>11 033</b>	<b>-2 758</b>
Загальна вартість переукладання (кар'єр)	млн грн./км	2,88		

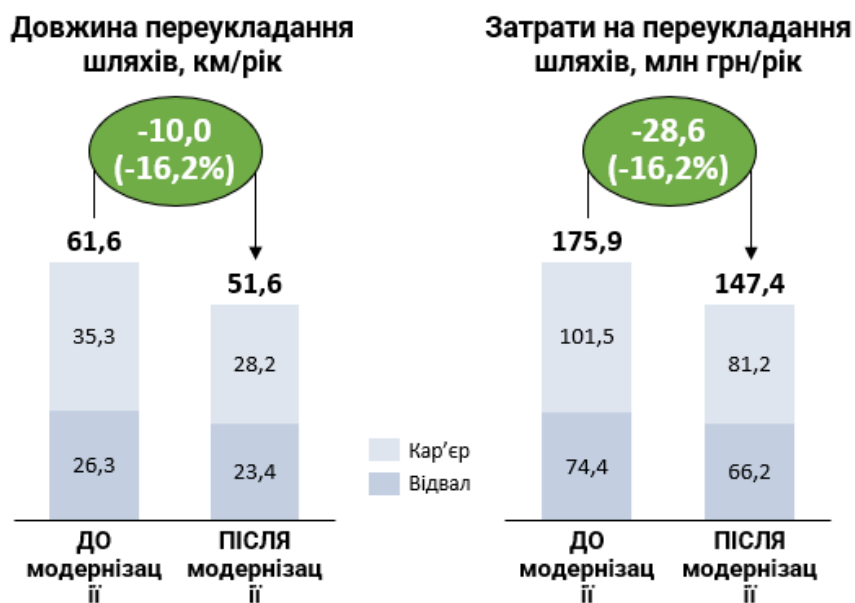
<b>Затрати на переукладання шляху в кар'єрі</b>	<i>млн грн/рік</i>	<b>39,7</b>	<b>31,7</b>	<b>-7,9</b>
<i><b>Ефект від збільшення кроку переукладання на відвалі</b></i>				
Ширина відвальної західки	м	32	36	4
Висота ярусу	м	20	20	0
Об'єм гірничої маси після переукладання	тис. м <sup>3</sup>	1 657,6	1 864,8	207,2
Об'єм гірничої маси на 1 метр переукладання	м <sup>3</sup> /м	557	626	70
<b>Довжина переукладання</b>	<b>м</b>	<b>2 979</b>	<b>2 648</b>	<b>-331</b>
Загальна вартість переукладання (відвал)	млн грн./км	2,83		
<b>Затрати на переукладання шляху на відвалі</b>	<i>млн грн/рік</i>	<b>8,4</b>	<b>7,5</b>	<b>-0,9</b>
<b>Економічний ефект</b>	<i>млн грн/рік</i>	<b>8,9</b>		
<i><b>Розрахунок витрат на модернізацію</b></i>				
Вартість модернізації (стріла, рукоять)	млн грн	5,8		
Кількість екскаваторів для модернізації	од.	1		
<b>Витрати на модернізацію</b>	<b>млн грн</b>	<b>5,8</b>		
<b>Період окупності</b>	<b>міс.</b>	<b>8</b>		

Під час розрахунків бралася до уваги модернізація трьох екскаваторів – на двох одиницях з яких, заміна обладнання буде проведена господарським способом. На 2024 заплановано списання ЕКГ 6,3 УС № 80,81 з подовженим обладнанням, які були придбані підприємством у 80-х роках. Почергове списання одиниць та їх поетапне переобладнання можна виконати одночасно з переукладанням рейко-шпальної решітки для скорочення часу простою.

Тож загалом завдяки встановленню подовженого обладнання вдасться зменшити довжину переукладання шляхів на 3,1 кілометрів у рік – це 18,4%. Також вдасться знизити витрати на переукладання шляхів, згідно розрахункового річного ефекту – на 8,9 мільйонів гривень на рік. Термін повної окупності саме цього варіанту становить 8 місяців. Затрати на модернізацію складуть - 5,8 млн грн.

Окрім того підвищиться і коефіцієнт використання обладнання екскаваторів на 4,5 %, за рахунок зменшення кількості переукладань, що наведено на інфографіці.

Таблиця 2.4 – Ефект від встановлення подовженого обладнання на 3 екскаваторах



**28,6 млн грн** – розрахунковий річний ефект;  
**14 місяців** - термін повної окупності проекту;  
**10 км** – зменшення довжини переукладки шляхів на рік;  
**4,5 %** - підвищення КВО екскаваторів, за рахунок зменшення кількості переукладань.

Також прорахований економічний ефект при модернізації всього екскаваторного парку (8 одиниць, які знаходяться на розкритті). Разова вартість модернізації складатиме 46,1 млн грн, термін окупності - 14 місяців. В такому разі ми отримаємо зменшення довжини переукладання залізничних колій на 10 кілометрів на рік (на 17%) та зниженням витрат на майже 29 млн грн щорічно та відповідно підвищення коефіцієнта використання обладнання до 4,5 %.

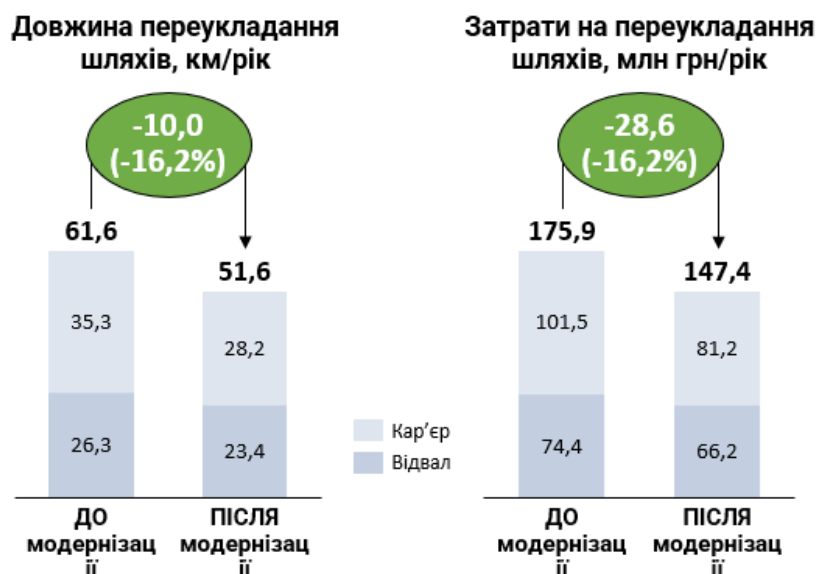
Таблиця 2.5 – Основні розрахункові данні під час встановлення подовженого обладнання на 8 екскаваторах

Основні розрахункові данні	Од.вим.	ЕКГ-8(10) «ДО»	ЕКГ-8УС «ПІСЛЯ»	Різниця
<i>Ефект від збільшення кроку переукладання у кар'єрі</i>				
Ширина відвальної західки	м	20	25	5
Висота ярусу	м	13,5	13,5	0
Об'єм гірничої маси після переукладання	тис. м <sup>3</sup>	8 992	11 240	2 248
Об'єм гірничої маси на 1 метр переукладання	м <sup>3</sup> /м	235	293	59
<b>Довжина переукладання шляху в кар'єрі</b>	<b>м</b>	<b>35 275</b>	<b>28 220</b>	<b>- 7 055</b>

Загальна вартість переукладання (кар'єр)	млн грн./км	2,88		
<b>Затрати на переукладання шляху в кар'єрі</b>	<i>млн грн/рік</i>	<b>101,5</b>	<b>81,2</b>	<b>- 20,3</b>
<i>Ефект від збільшення кроку переукладання на відвалі</i>				
Ширина відвальної західки	м	32	36	4
Висота ярусу	м	20	20	0
Об'єм гірничої маси після переукладання	тис. м <sup>3</sup>	15 471	17 405	1 934
Об'єм гірничої маси на 1 метр переукладання	м <sup>3</sup> /м	557	626	70
<b>Довжина переукладання</b>	<b>м</b>	<b>26 335</b>	<b>23 409</b>	<b>- 2 926</b>
Загальна вартість переукладання (відвал)	млн грн./км	2,83		
<b>Затрати на переукладання шляху на відвалі</b>	<i>млн грн/рік</i>	<b>74,44</b>	<b>66,17</b>	<b>- 8,3</b>
<b>Економічний ефект</b>	<i>млн грн/рік</i>	<b>28,6</b>		
<i>Розрахунок витрат на модернізацію</i>				
Вартість модернізації (стріла, рукоять)	млн грн	5,8		
Кількість екскаваторів для модернізації	од.	8		
<b>Витрати на модернізацію</b>	<b>млн грн</b>	<b>46,1</b>		
<b>Період окупності</b>	<b>міс.</b>	<b>14</b>		

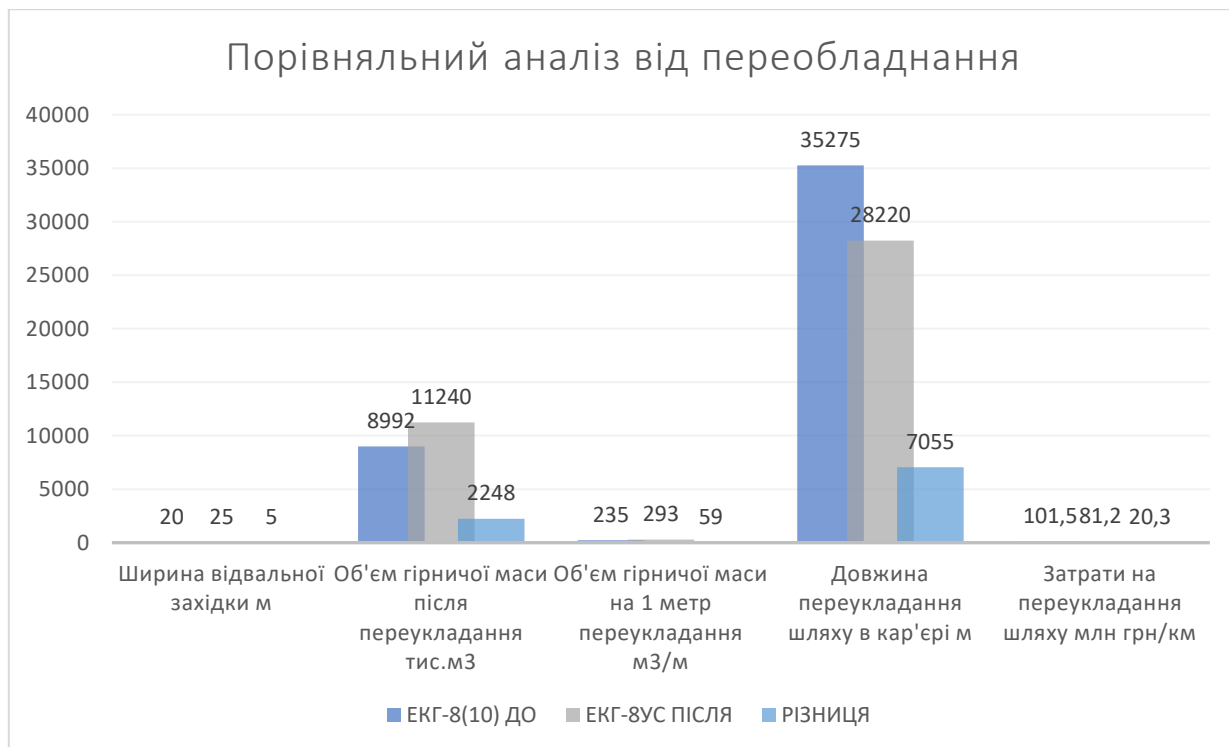
Всі ці дані розраховані математичним шляхом. Оскільки на відвал складається змішана гірнича маса, у якої різний коефіцієнт розпушення при збільшенні довжини балки та стріли об'єм приймання гірничої маси саме на відвалі зростає (до 5%).

Таблиця 2.6 – Ефект від встановлення подовженого обладнання на 8 екскаваторах



**28,6 млн грн** – розрахунковий річний ефект;  
**14 місяців** - термін повної окупності проекту;  
**10 км** – зменшення довжини переукладки шляхів на рік;  
**4,5 %** - підвищення КВО екскаваторів, за рахунок зменшення кількості переукладань.

Приблизний строк переобладнання 1 екскаватора 15 діб. Цей процес може бути суміщений не тільки з графіком капітальних ремонтів а й також на час переукладання залізничних шляхів залізнодорожнім краном, який становить 15 діб. Для скорочення простою та відповідно збільшення коефіцієнта використання гірського обладнання під час самого переукладання можливо проводити планово-попереджувальні ремонти та технічне обслуговування.



Розглянемо й основні ризики, які можуть виникнути під час впровадження даного рішення. Насамперед перед введенням в експлуатацію – обов'язкове проходження технічної експертизи та випробування обладнання.

Серед технічних ризиків:

- Нестійкість екскаватора при подовженні конструкції стріли.

Рішенням цієї проблеми є додання контргрузу.

- Недостатня видимість ковша.

Рішення: посилення освітлення / встановлення додаткового освітлення.

- Зменшення видимості робочої зони.

Рішення: встановлення розширеної сигналізації (RED KILL ZONE – додаток А).

- Зміна технічних параметрів (радіусу розвороту, довжина обладнання та ін.).

Рішення: після модернізації техніки провести навчання та тренінг-інструктажі для персоналу з послідуною перевіркою знань у вигляді екзамену. Провести оцінку ризиків із залученням спеціалістів та робітників і доповнення карт ризиків по кожному екскаватору.

- Порушення стійкості вузлів кріплення подовжених частин до рами ЕКГ та збільшення навантаження на них під час роботи.

Рішення: стійкість вузлів не порушується, оскільки проводимо лише подовження канату та барабану і змінюємо кут нахилу з 45° на 50°. Конструктивно обладнання не змінюється, а заводом виробником уже передбачено можливість подовження обладнання.

Модернізуючи обладнання і збільшуючи тим самим висоту черпання ковша нівелюється підвищений ризик створення небезпечного нависання породи на верхній бровці уступів, що може спричинити її обвалення і створювати загрозу обладнанню та працівникам.

Додатково в Таблиці 2.7 наведено для порівняння параметри обладнання ЕКГ зі звичайним обладнанням та з подовженим, аби оцінити переваги такого рішення.

Таблиця 2.7 – Поліпшенні параметри обладнання ЕКГ

Параметри	ЕКГ – 8(10)	ЕКГ – 8УС
Місткість ковша, м <sup>3</sup>	8; 6,3;10	8
Розрахункова тривалість робочого циклу, сек.	26	28
Максимальне зусилля на блок ковша, тс	80	70
Максимальне зусилля напора, тс	37-40	37

Максимальна швидкість підйому на блоці ковша, м/с	0,94	1,075
Максимальна швидкість обертання ротора платформи в постійному русі, об/хв	2,78	2,78
Найбільший підйом, який потрібно подолати по прямій лінії рух екскаватора по щільному ґрунту, град.	12	12
Максимальна швидкість руху по прямій переміщення по горизонтальному щільному ґрунту, км/год.	0,42	0,42
Середній питомий тиск на ґрунт при русі, кгс/см <sup>2</sup>	2,08	2,1
Розрахункова маса екскаватора (без противаги баласту, запасні частини та інструменти), тс	337	340
Вага противаги	34-40	40-45
Довжина стріли, в м	13,35	16,50
Кут нахилу стріли, в град	47	50
Найбільший радіус копання, в м	18,4	19,80
Висота копання при найбільшому радіусі копання Н <sub>4</sub> , в м	8,00	9,60
Найбільший радіус копання на рівні стояння р <sub>2</sub> , в м	12,00	13,50
Найбільша висота копання Н, в м	13,20	17,10
Найбільша висота розвантаження Н <sub>1</sub> , в м	8,60	12,50
Радіус розвантаження при найбільшій висоті розвантаження р <sub>4</sub> , в м	15,60	16,50
Найбільший радіус розвантаження р <sub>1</sub> , в м	16,30	17,90
Висота розвантаження при найбільшому радіусі розвантаження Н <sub>2</sub> , в м	5,70	7,70
Радіус, описуючий хвостовою частиною, р <sub>3</sub> , м	7,78	7,78
Просвіт під поворотною платформою Н <sub>3</sub> , в м	2,70	2,70

## 2.3 Модернізація екскаватора ЕКГ-10 госп.№33 шляхом заміни наявних низьковольтних комплектних пристроїв

Ще одним не менш ефективним рішенням для підвищення продуктивності екскаваторного парку є модернізація екскаватора ЕКГ-10 госп.№33.

На сьогодні існує така проблема, як аварійний стан базового обладнання, а саме: руйнування металоконструкції рами поворотної платформи; фізичний знос вузлів механізму ходу, робочого обладнання, редукторів і лебідок напору, підйому на екскаваторі.

Подальша експлуатація екскаватора без виконання модернізації може призвести до тривалої зупинки устаткування через руйнування металоконструкції рами поворотної платформи і систематичних відмов вузлів екскаватора через фізичний знос. Також це призведе до простою екскаватора і відповідно до ризику невиконання виробничої програми, як місячної, так і річної.

Тому дієве рішення цієї проблеми – це виконати модернізацію екскаватора ЕКГ-10 госп. №33 шляхом заміни наявних низьковольтних комплектних пристроїв із системою керування Генератор-Двигун, на НКП із системою керування Тиристорний перетворювач-Двигун.

На даний момент екскаватори ЕКГ-10 оснащені системою генератор-двигун (G-D), яка споживає 878 кВт\*год при повному навантаженні і 65 кВт\*год на холостому ходу.

Пропонується встановити тиристорний привід-двигун (ТП-Д), що призведе до зниження споживання електроенергії на 10 кВт\*год при повному навантаженні і на 60 кВт\*год на холостому ходу.

До ключових показників ефективності від впровадження цієї ініціативи слід віднести КВО (коефіцієнт використання обладнання) та зниження споживання електроенергії, що наведено в порівняльній таблиці Таблица 2.8.

Таблиця 2.8 – Ключові показники ефективності

Найменування	Од. вим.	До	Після	+/-
КВО	%	69,44	78,4	8,98
Зниження споживання електроенергії	тис.кВт*год/міс.	175,775	158,198	-17,577

Опис розрахунку ефекту:

1) Виходячи з передбачуваного зменшення кількості простоїв і вартості 1кВт\*год електроенергії, провести розрахунок ОЕ за концентратом.

2) Різниця витрат на обслуговування ЕКГ до модернізації і після модернізації ЕКГ.

У грошовому вираженні складе:

$17,577 \text{ тис.кВт*год/міс.} * 2,41 \text{ грн.} * 12 \text{ місяців} / 35 \$ = 14,5 \$ \text{ тис.} + 63,9 \$ \text{ тис.}$

(зниження витрат на обслуговування) = 78,4 \$ тис.

17,577 тис.кВт\*год/міс. - економія ел.енергії за 1 місяць.

2,41 грн. - вартість 1кВт\*год

6 місяців - розрахунковий період.

35\$ - курс долара на 2024р.

Головний очікуваний результат скорочення витрат у частині ремонтних впливів і споживання електроенергії.

Тож розглянемо на практиці аналіз проблеми та запропоноване рішення.

На даний момент застосовується система управління Генератор-Двигун (Рисунок 2.6).

Мінуси такої системи:

- Наявність обертових частин (необхідні захисні огороження, можливі травми персоналу).

- Висока вартість заміни та ремонту генератора і синхронного двигуна.

- Високе енергоспоживання (яка споживає 878 кВт\*год при повному завантаженні і 65 кВт\*год у режимі холостого ходу).
- Нестійка робота приводів при перепаді напруги.
- Витрати ресурсів як матеріальних, так і фізичних на заміну амортизаторів у з'єднувальних напівмуфтах і центрування генераторів із двигуном.

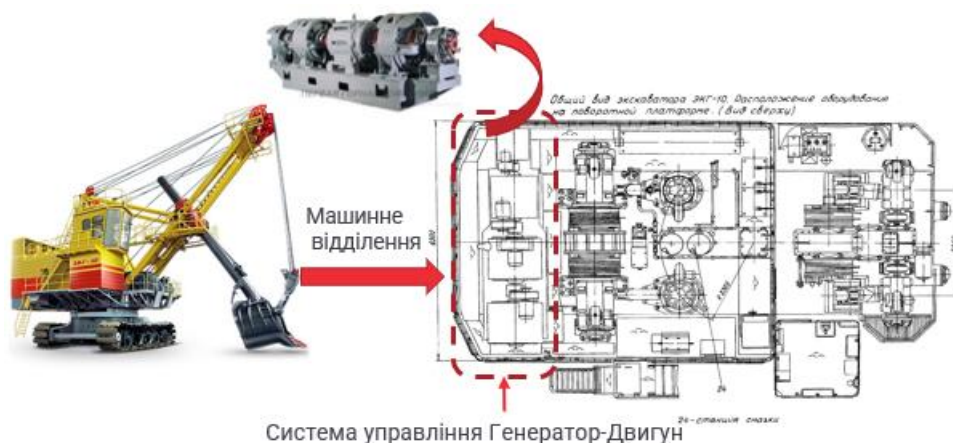


Рисунок 2.6 – Система управління Генератор-Двигун

Завдяки впровадженню системи управління електроприводів ТП-Д вдасться:

- Знизити вартість ремонтів (відсутність необхідності заміни генераторів, двигунів і комплектуючих).
- Виключення обертових частин (безпека персоналу).
- Зниження споживання електроенергії (яка споживає 850 кВтг при повному завантаженні і 60 кВтг в режимі холостого ходу).
- Зниження циклу навантаження за рахунок виключення часу на перемагнічування генераторів.



Рисунок 2.7 – НКП із системою керування Тиристорний перетворювач-Двигун

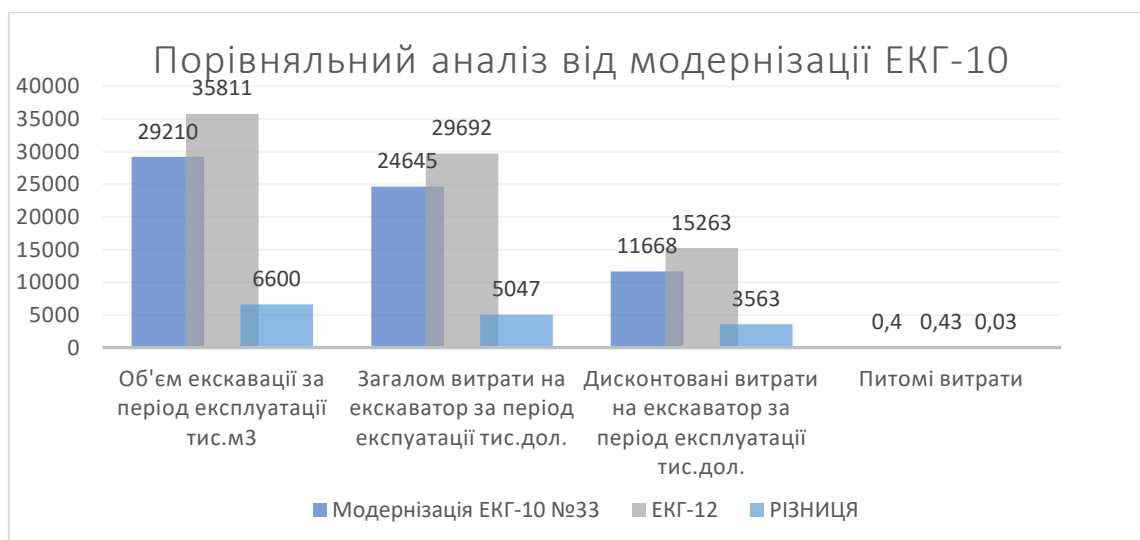
Модернізація полягає в демонтажі наявної системи Г-Д і встановлення нових шаф управління системи ТП-д із заміною кабельно-провідникової продукції.

Для коректної роботи системи ТП-Д необхідно провести заміну таких компонентів (через незадовільний технічний стан): опорно-поворотний пристрій, лебідка напору та підйому, цапфа центральна, привід механізму повороту, поворотна платформа, 4-х машинний агрегат і система керування екскаватором (заміна на систему ТП-Д), рукоять, ківш, кабіна, двонога стійка, стріла - ремонт (нижня і верхня секція стріли - ремонт, сідловий підшипник - заміна, підкіс правий/лівий - заміна, блоки головні - заміна, блоки дворучні - заміна), кузов та механізм ходу – ремонт.

Проведено також порівняльний аналіз модернізованого ЕКГ-10 №33 та ЕКГ-12, який наведено в Таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Порівняльний аналіз модернізованого ЕКГ-10 та ЕКГ-12

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Модернізація ЕКГ-10 №33	ЕКГ-12	Відх. (+/-)	Відхил. (%)
						
1	Кількість екскаваторів	од.	1	1	-	-
2	Необхідна кількість а/с для ефективної роботи екскаватора	од.	3	4	1	0
3	Період експлуатації до списання	Років	<b>20</b>	<b>20</b>	-	-
4	<b>Об'єм екскавації за період експлуатації</b>	<b>тис. м³</b>	<b>29 210</b>	<b>35 811</b>	<b>6 600</b>	<b>23%</b>
5	Інвестиції	\$ тис.	9 699	5 300	- 4 399	-45%
6	Енергоресурс	\$ тис.	3 624	3 184	- 440	-12%
8	ФОТ	\$ тис.	2 163	2 163	-	0%
9	Ремонти, ТО, СМ	\$ тис.	9 160	19 046	9 885	108%
10	Загалом витрати на екскаватор за період експлуатації	\$ тис.	24 645	29 692	5 047	20%
11	<b>Разом дисконтовані витрати на екскаватор за період експлуатації</b>	<b>\$ тис.</b>	<b>11 668</b>	<b>15 263</b>	<b>3 595</b>	<b>31%</b>
12	Питомі витрати	\$/м³	0,84	0,83	- 0,01	-2%
13	<b>Питомі витрати (дисконтовані)</b>	<b>\$/м³</b>	<b>0,40</b>	<b>0,43</b>	<b>0,03</b>	<b>7%</b>



## Висновки

На підставі проведених експертно-технічних досліджень дійшла висновку, що запропоновані варіанти модернізації гірничого обладнання, у зв'язку з політичною та економічною ситуацією, що склалася в країні, є найбільш доцільними і мають ряд переваг:

- вже наявна ремонтна база для екскаваторів ЕКГ-8І / ЕКГ-10;
- порівняно з придбанням нового обладнання, невисока вартість модернізації екскаваторів та невеликий термін окупності після впровадження;
- підвищення коефіцієнту технічної готовності та коефіцієнту використання обладнання;
- підприємство КРМЗ - входить до структури Метінвесту, тому в рамках міжгрупової кооперації, може виробляти якісні та в короткі терміни запасні частини та комплектуючі для модернізації екскаваторів;
- збільшення обсягу гірничої маси та часу в роботі ЕКГ за рахунок збільшення висоти та ширини екскаваторної заходки, а також кроку переукладання по кар'єру та відвалу в середньому на 4,5 метра за рахунок реалізації першої пропозиції;
- зниження витрат на ремонт і енергоспоживання за рахунок реалізації другої ідеї.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Для виконання планових показників та виробничої програми із забезпечення рудозбагачувальних фабрик ПрАТ «Інгулецький ГЗК» рудою та виконання обсягів розкривних робіт у цеху Кар'єр використовується виймально-навантажувальне обладнання, а саме одноківшеві екскаватори (ЕКГ-8І, ЕКГ-10, ЕКГ-12) з електричним приводом та дизельні гідравлічні екскаватори (Hitachi-2500 EX і Hitachi-3600-6).

Головною задачею цеху на сьогодні є збільшення продуктивності екскаваторного парку. Тому необхідно знайти оптимальні рішення для забезпечення безперебійної та стабільної роботи виймально-навантажувальне обладнання кар'єру.

Проаналізувавши впроваджені ініціативи з модернізації техніки можна стверджувати про їхню дієвість та ефективність, адже завдяки ним підвищується технічна готовність обладнання, подовжується термін експлуатації та забезпечується безпечно виконання виїмково-навантажувальних робіт.

В даній кваліфікаційній роботі мною запропоновано проводити установку подовженого обладнання. Завдяки цій ініціативі вдається підвищити загальну річну продуктивність екскаваторного парку кар'єрної, а також відвальної групи шляхом підвищення корисного робочого часу за рахунок зниження загальної кількості переукладань; суттєво зменшити кількість переукладання залізничних колій, оскільки збільшується крок переукладань при використанні подовженого обладнання; знизити витрати на будівництво залізничних колій, шляхом зменшення періодичності переукладання за рахунок збільшення обсягів гірничої маси спланованої в одне заходження; зменшити ризики обвалення гірничої породи за рахунок збільшення висоти зачерпування ковшем у забої.

Не менш ефективним рішенням є модернізація екскаватора ЕКГ-10 госп.№33, завдяки заміні наявних низьковольтних комплектних пристроїв із системою керування Генератор-Двигун, на НКП із системою керування Тиристорний перетворювач-Двигун. Це дозволить знизити вартість ремонтів (відсутність необхідності заміни генераторів, двигунів і комплектуючих); виключити обертові частини (безпека персоналу), знизити споживання електроенергії та цикл навантаження за рахунок виключення часу на перемагнічування генераторів.

Таким чином дане дослідження має практичне значення, а запропоновані пропозиції можуть бути реалізовані в найкоротші терміни та втілюють головне завдання – підвищення коефіцієнту технічної готовності, коефіцієнту використання обладнання, мають економічну вигоду для цеху та підприємства в цілому.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білецький В. Мала гірнича енциклопедія. Донбас, 2004. 640 с.
2. Шмиг Р.А., Боярчук В.М., Добрянський І.М., Барабаш В.М. Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури. Львів, 2010. – 222 с.
3. НПАОП 0.00-1.24-10 Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом, із змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства соціальної політики № 2009 від 21.12.2017.
4. ТІ 00190905.01.004-2022 Перегін гірських машин кар'єру з використанням дизель-генераторної установки.
5. НПАОП 0.00-1.58-12 Правила охорони праці під час експлуатації електроустаткування та електромереж на відкритих гірничих роботах.
6. НПАОП 0.00-1.66-13 Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення.
7. Положення про порядок медичного огляду працівників певних категорій у ПРАТ «ІНГЗК».
8. Посібник та інструкції з експлуатації екскаваторів ЕКГ-5, ЕКГ-6,ЗУС, ЕКГ-8І, ЕКГ-10, ЕКГ-12К, Hitachi EX-2500-6, Hitachi EX-3600-6.
9. Паспорти ведення робіт.
10. Проект організації робіт з безпечного вилучення негабаритного шматка гірської маси із вибою.
11. Study of rail vehicles movement characteristics improvement in curves using fuzzy logic mechatronic systems / M. Kapitsa et al. MATEC Web of Conferences. 2019. Vol. 294. P. 03019. URL: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201929403019>.

12. Шапар А.Г. Розробка високих уступів з обваленням: монографія / А.Г. Шапар. К.: Техніка. 240 с
13. P. Patel B., Prajapati J. M. A Review on FEA and Optimization of Backhoe Attachment in Hydraulic Excavator. International Journal of Engineering and Technology. 2011. Vol. 3, no. 5. P. 505–511.
14. Hua H. Y., Lin S. W., Shen Z. H. A New Method of the Constraints Expression and Handling for Excavator Boom Structural Optimization. Advanced Materials Research. 2012. Vol. 479-481. P. 1851–1856.
15. Vahdatikhaki F., Hammad A., Siddiqui H. Optimization-based excavator pose estimation using real-time location systems. Automation in Construction. 2015.
16. Reliability analysis of excavator boom considering mixed uncertain variables / Y. Zhang et al. Quality and Reliability Engineering International. 2020. URL: <https://doi.org/10.1002/qre.2808>.
17. Хмара Л. А., Дахно О. О. Оцінка ефективності телескопічного робочого обладнання одноківшевого екскаватора та визначення продуктивності. Вестник ХНАДУ. 2014. № 65-66. С. 263–272.
18. Міщук Д., Горбатюк Є., Тетерятник О. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМУ ПІДІЙМАННЯ СТІЛИ РОТОРНОГО КОЛЕСА ЕКСКАВАТОРА ПРИ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2014. Т. 1, № 148. С. 43–48.
19. Цепенюк М. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У МЕХАНІЗМІ ПІДІЙМАННЯ СТІЛИ РОТОРНОГО ЕКСКАВАТОРА. Том II. Матеріалознавство та машинобудування: Зб. тез доп. XVI наук. конф., м. Тернопіль, 5 груд. 2012 р. Тернопіль, 2012. С. 76.
20. Пітух А. Визначення динамічних навантажень каната підйимального механізму при відриванні вантажу від жорсткої основи /

Пітух А., Цепенюк Михайло Іванович // Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 28-29 квітня 2022 р. — Т. : ТНТУ, 2022. — С. 76. — (Механічна інженерія).

21. CHEN Y., WANG A., LI X. Energy-Saving Approach for Excavator Rotary Start Process Matching Operation Habits. AIAM2021: 2021 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacture, Manchester United Kingdom. New York, NY, USA, 2021. URL: <https://doi.org/10.1145/3495018.3495030> (date of access: 14.12.2022).

22. Євтеєва Л. І. Оптимізація процесу екскавації гірської маси в кар'єрах з урахуванням динамічного опору копанню: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2017. 23 с.

23. Sandor C. Lessons Learned in Designing Ubiquitous Augmented Reality User Interfaces. Human Computer Interaction. URL: <https://doi.org/10.4018/9781878289919.ch042>.

24. Євтеєва Л. І. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЕКСКАВАЦІЇ ГІРСЬКОЇ МАСИ В КАР'ЄРАХ З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНОГО ОПОРУ КОПАННЮ: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.03. Київ, 2017. 183 с.

25. Павленко С.В. Аналіз і синтез функціональних властивостей електротехнічних систем кар'єрних екскаваторів: дис. ... доктора техн. наук: 05.09.03 / Павленко Сергій Вікторович. – К.: 2011. – 520 с

26. Гурко, Олександр Геннадійович. Методологічні основи підвищення ефективності автоматичного керування гідроманіпуляторами будівельних машин : дис. ... доктора техн. наук: 05.05.04 - машини для земляних, дорожніх і лісотехнічних робіт, 13 - механічна інженерія [Електронний ресурс] / Гурко Олександр Геннадійович; М-во освіти і науки України, ХНАДУ. - Харків, 2018. - 400 с.

27. РОБОЧЕ ОБЛАДНАННЯ ЕКСКАВАТОРА: пат. 101977  
Україна: E02F3/28 E02F3/32 E02F3/36. № а201015640; заявл.  
24.12.2010 ; опубл. 27.05.2013, Бюл. № 12. 7 с.

28. РОТОРНИЙ ЕКСКАВАТОР ПОПЕРЕЧНОГО КОПАННЯ З  
ТЕЛЕСКОПІЧНОЮ СТІЛОЮ: пат. 88392 Україна: E02F5/16 E02F9/14  
E02F3/18 E21C47/00 E21C49/02. № а200801569; заявл. 07.02.2008;  
опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19. 3 с.

29. РОБОЧИЙ ОРГАН РОТОРНОГО ЕКСКАВАТОРА: пат. 99049  
Україна: E02F3/18 E02F3/22 E02F5/08. № а201103428; заявл.  
23.03.2011; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 13. 8 с.

30. HYDRAULIC IMPACT SPREADER FOR MECHANICAL  
EXCAVATORS: patent 104318 Italy: E02F5/32 A01B13/08. No.  
а201115694; applied on 15.02.2010; published on 27.01.2014, Bulletin no.  
2. 9 p.

## ДОДАТОК А

Система RED KILL ZONE (для встановлення розширеної сигналізації)

