

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

**Кваліфікаційна робота
допущена до захисту**
Гарант освітньої програми
«Відкрита розробка родовищ»
_____ Ольга БОГОМАЗ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
за підсумками виконання освітньо-професійної програми
«Відкрита розробка родовищ» за
спеціальністю 184 Гірництво

**на тему «Підвищення ефективності роботи кар'єрного транспорту
на Ганнівському кар'єрі»**

Керівник роботи



Ольга БОГОМАЗ

Консультант від
баз практики

Олександр КУЗІН

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

Здобувач

Дмитро РУДЕНКО

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

Голова ЕК

Ігор ТОНЄВ

Запоріжжя, 2025

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет гірничо-металургійний
Кафедра гірничої справи
Ступінь _____
вищої освіти бакалавр
Спеціальність 184 Гірництво
ОПП Відкрита розробка родовищ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант освітньої програми
_____ Ольга БОГОМАЗ
« » _____ 20__р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Руденко Дмитро Борисович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи Підвищення ефективності роботи кар'єрного транспорту на Ганнівському кар'єрі

керівник роботи Богомаз Ольга Петрівна, Ph.D., доц., доц. каф. ГС

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

затверджені наказом Університету від 31.03.2025 №81

2. Термін подання роботи 16.06.2025

3. Вихідні дані до роботи звіти з підприємства, сучасні літературні джерела за темою роботи

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Анотація. Зміст. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану кар'єрного транспорту на Ганнівському кар'єрі. 2. Обґрунтування впровадження нових автосамоскидів. 3. Оцінка підвищення ефективності роботи кар'єрного транспорту. 4. Охорона праці. Висновки. Перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): презентація Microsoft Power Pointe у кількості 15 слайдів

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

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
1	Богомаз О.П., доцент кафедри ГС
2	Богомаз О.П., доцент кафедри ГС
3	Богомаз О.П., доцент кафедри ГС
4	Богомаз О.П., доцент кафедри ГС

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасного стану кар'єрного транспорту на Ганнівському кар'єрі	19.05.2025-23.05.2025	Виконано
2	Обґрунтування впровадження нових автосамоскидів	23.05.2025-29.05.2025	Виконано
3	Оцінка підвищення ефективності роботи кар'єрного транспорту	29.05.2025-05.06.2025	Виконано
4	Охорона праці	05.06.2025-10.06.2025	Виконано
5	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	10.06.2025-12.06.2025	Виконано
6	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	12.06.2025-16.06.2025	Виконано
7	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	16.06.2025-22.06.2025	Виконано

Дата видачі завдання 19.05.2025.

Керівник роботи

Ольга БОГОМАЗ

Здобувач

Дмитро РУДЕНКО

АНОТАЦІЯ

Руденко Д.Б. Оптимізація роботи кар'єрного транспорту на прикладі Ганнівського кар'єру ПрАТ «Північний ГЗК» – Кваліфікаційна праця на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 184 Гірництво, ОПП «Відкрита розробка родовищ» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, 2025.

Об'єкт дослідження – транспортна система Ганнівського кар'єру ПрАТ «Північний ГЗК».

Предмет дослідження – техніко-економічні характеристики автосамоскидів та ефективність транспортування гірничої маси.

У першому розділі проведено аналіз підприємства та організації транспортування гірничої маси, виявлено технічні проблеми автосамоскидів БелАЗ 75131.

У другому розділі обґрунтовано доцільність впровадження самоскидів Caterpillar 789D, наведено порівняльні техніко-економічні характеристики.

У третьому розділі здійснено розрахунок продуктивності, витрат палива, терміну окупності інвестицій, а також оцінено вплив модернізації на ефективність кар'єру.

У четвертому розділі було розглянуто ключові вимоги охорони праці під час використання великовантажних кар'єрних автосамоскидів на Ганнівському кар'єру ПрАТ «Північний ГЗК».

Ключові слова: КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ, АВТОСАМОСКИД, БЕЛАЗ, CATERPILLAR 789, ТРАНСПОРТУВАННЯ ГІРНИЧОЇ МАСИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ВИТРАТИ ПАЛИВА.

ABSTRACT

Dmytro Rudenko. Optimization of open-pit haulage system based on the example of Hannivskiy Quarry, PJSC 'Northern Mining and Processing Plant' – Qualification thesis as manuscript. Bachelor's qualification work for the degree in Specialty 184 Mining, Educational Program 'Open-Pit Mining' – Technical University 'Metinvest Polytechnic', Zaporizhzhia, 2025.

Object of the study – the haulage system of the Hannivskiy Quarry of PJSC 'Northern GOK'.

Subject of the study – technical and economic characteristics of haul trucks and efficiency of ore haulage.

The first section provides an analysis of the enterprise and the current ore haulage system, revealing technical issues in the operation of BelAZ 75131 haul trucks.

The second section substantiates the implementation of Caterpillar 789D trucks and presents a comparative technical and economic analysis.

The third section includes productivity and fuel consumption calculations, payback period evaluation, and an assessment of how the modernization affects the overall performance of the quarry.

In the fourth section, the key aspects of the protection of the process during the recovery of high-value quarry self-skidding vehicles at the Hannivskiy Quarry of PJSC 'Northern GOK'

Keywords: OPEN-PIT TRANSPORT, HAUL TRUCK, BELAZ, CATERPILLAR 789, ORE HAULAGE, EFFICIENCY, MODERNIZATION, FUEL CONSUMPTION.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ КАР'ЄРНОГО ТРАНСПОРТУ НА ГАННІВСЬКОМУ КАР'ЄРІ	10
1.1 Загальна характеристика підприємства	10
1.2 Організація технологічного процесу видобутку та транспортування гірничої маси.....	17
1.3 Існуюча транспортна схема та види транспорту на Ганнівському кар'єрі	19
1.5 Витрати на транспортування та вплив на виробничу ефективність.....	30
1.6 Висновок за розділом 1	34
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ АВТОСАМОСКИДІВ	36
2.1 Дослідження типів автосамоскидів, що застосовуються на рудних кар'єрах світу	36
2.2 Обґрунтування типу автосамоскиду, що пропонується до впровадження.....	42
2.3 Порівняння автосамоскидів за техніко-економічними показниками.....	46
3 ОЦІНКА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КАР'ЄРНОГО ТРАНСПОРТУ	50
3.1 Розрахунок продуктивності та витрат палива	50
3.2 Оцінка терміну окупності інвестицій у новий транспорт	59
3.3 Вплив впровадження на продуктивність кар'єру.....	62
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	66
4.1 Вимоги безпеки перед початком роботи.....	71
4.2 Вимоги безпеки під час виконання роботи	73
4.3 Вимоги безпеки після закінчення роботи.....	82
ВИСНОВКИ	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89

ВСТУП

Сучасна гірничодобувна промисловість України є однією з ключових галузей національної економіки, забезпечуючи сировиною металургійний комплекс, енергетику, будівельну індустрію та інші важливі виробничі сфери. У структурі гірничої галузі значне місце займають кар'єрні підприємства, що здійснюють видобуток корисних копалин відкритим способом. Одним із провідних підприємств такого типу є Ганнівський кар'єр ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» (Північний ГЗК), який спеціалізується на видобутку залізної руди.

Одним із ключових чинників, що визначають ефективність роботи кар'єру, є організація транспортування гірничої маси. Кар'єрний транспорт забезпечує зв'язок між усіма технологічними процесами – від буро-вибухових робіт до дроблення та збагачення руди. Витрати на транспортування займають суттєву частку в загальних витратах підприємства, тому оптимізація функціонування транспортної системи має важливе економічне значення.

У сучасних умовах підвищення ефективності кар'єрного транспорту набуває особливої актуальності. Зношеність технічного парку, зростання цін на паливно-мастильні матеріали, підвищені екологічні вимоги та необхідність забезпечення стабільних обсягів виробництва ставлять перед підприємствами нові виклики. Особливої уваги потребує аналіз експлуатаційних характеристик самоскидів, маршрутів руху, графіків навантаження та вивезення породи, технічного обслуговування машин і застосування сучасних цифрових технологій моніторингу.

Метою цієї дипломної роботи є аналіз існуючого стану кар'єрного транспорту на Ганнівському кар'єрі, виявлення основних проблем його функціонування та обґрунтування шляхів підвищення ефективності

транспортування гірничої маси. Особливу увагу буде приділено техніко-економічному аналізу роботи автосамоскидів, вибору оптимальних моделей техніки, раціоналізації логістичних схем та впровадженню енергозберігаючих технологій.

У процесі дослідження передбачається вирішити такі завдання:

- проаналізувати технічний стан і структуру автотранспортного парку кар'єру;
- дослідити продуктивність і економічні показники роботи основних типів самоскидів;
- провести порівняльну оцінку різних варіантів модернізації або заміни автотехніки;
- розробити рекомендації щодо оптимізації маршрутів транспортування;
- оцінити ефект від впровадження запропонованих заходів.

Наукова новизна роботи полягає в комплексному підході до оцінки ефективності кар'єрного транспорту з урахуванням сучасних тенденцій у гірничій логістиці, екологічної безпеки та цифровізації виробничих процесів.

Практичне значення результатів полягає в можливості їх безпосереднього застосування на підприємствах відкритого видобутку руди з метою зниження витрат, підвищення продуктивності транспорту та поліпшення загальних показників роботи кар'єру.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ КАР'ЄРНОГО ТРАНСПОРТУ НА ГАННІВСЬКОМУ КАР'ЄРІ

1.1 Загальна характеристика підприємства

Ганнівський кар'єр є структурним підрозділом Північного ГЗК і відіграє стратегічну роль у забезпеченні комбінату сировиною. У межах кар'єру ведеться відкритий спосіб видобутку залізистих кварцитів з використанням сучасного гірничо-транспортного обладнання. Ефективність роботи транспорту є критичним чинником для забезпечення безперервності виробничого процесу, зниження собівартості продукції та підвищення конкурентоспроможності підприємства [15, с. 4].

Ганнівське родовище залізистих кварцитів є одним із ключових джерел сировини для металургійної промисловості України та входить до складу Криворізького залізорудного басейну – найбільшого гірничорудного району країни. Воно розташоване в північній частині басейну, в межах Східно-Ганнівської зони метаморфічних порід, що належать до криворізької серії. Геологічна будова родовища представлена рудним покладом, який залягає у формі монокліналі субмеридіонального простягання. Падіння рудних тіл та вміщуючих порід спостерігається у західному напрямку під крутим кутом, що становить від 55° до 85° . [15, с. 5]

Залягання рудного покладу має складну будову через наявність численних тектонічних порушень поперечного характеру, які поділяють рудну масу на окремі блоки довжиною від 80 до 300 метрів. Зміщення між тектонічними блоками можуть досягати амплітуди 60–70 метрів. Зони розривів супроводжуються характерними геологічними утвореннями — зонами брекчування, милонітизації, а також проявами метасоматозу, що свідчать про інтенсивні процеси деформації та зміни

порід. [32, с. 7] У межах родовища широко розвинена тріщинуватість, як залізистих кварцитів, так і вміщуючи порід, що суттєво впливає на умови ведення гірничих робіт і транспортування гірничої маси.

З урахуванням складної геологічної будови родовища та інтенсивної експлуатації, важливе значення має постійний аналіз технічного стану обладнання, удосконалення транспортної інфраструктури та впровадження інноваційних рішень для підвищення продуктивності кар'єру.

Основним видом корисної копалини Ганнівського родовища є залізисті кварцити першого залізистого горизонту Саксаганської світи, які використовуються як сировина для виробництва залізородного концентрату.

Геологічна будова родовища формувалася за участю порід кількох геологічних світ: новокриворізької (PR_{1nk}), скелеватської (PR_{1sk}), саксаганської (PR_{1sx}) та гданцівської ($PR_{1gd} - PR_{1gl}$). Найбільше промислове значення має перший залізистий горизонт саксаганської світи (PR_{1sx1f}), який, залежно від мінералогічного складу, текстурно-структурних особливостей і технологічних властивостей, поділяється на дві основні частини — лежачу та висячу пачки. [32, с. 12]

У нижній частині горизонту, як правило, знаходиться перехідна підпачка, представлена магнетит-силікатними кварцитами з прошарками сланців, потужність якої сягає 10–15 м. Лежача пачка складена переважно магнетитовими та гематит-магнетитовими кварцитами, а також у меншій мірі – силікат-магнетитовими та магнетит-силікатними. Центральну частину цієї пачки займають гематит-магнетитові кварцити. Силікат-магнетитові та магнетит-силікатні різновиди зустрічаються у вигляді прошарків потужністю до 10–15 м серед магнетитових кварцитів або як перехідні зони між лежачою та висячою пачками. Їх розповсюдження за простяганням і падінням є

нерівномірним, з поступовими переходами одного типу кварцитів у інший.

За розподілом порід у лежачій пачці переважають магнетитові кварцити (46%), гематит-магнетитові (42%), силікат-магнетитові (9%) та магнетит-силікатні (3%). Потужність пачки коливається від 60 до 310 м, у середньому становить 159 м. Найбільша потужність — понад 200 м — спостерігається в межах профілів 8–18, тоді як північніше профілю 40 і південніше профілю 3 вона зменшується до менш ніж 100 м.

Висяча пачка представлена переважно магнетит-силікатними кварцитами, які, залежно від текстури та вмісту магнетитового заліза, умовно поділяються на чотири підпачки:

Перша підпачка – грубошаруваті магнетит-силікатні кварцити, потужність від 4 до 55 м (середня — 25 м), вміст магнетитового заліза не перевищує 16%;

Друга підпачка – середньошаруваті магнетит-силікатні кварцити, подекуди з силікат-магнетитовими включеннями. Потужність змінюється в межах 23–310 м (середнє значення — 75 м). Вміст магнетитового заліза переважно перевищує 16%, місцями досягає 22–23%;

Третя підпачка – кварцити з неясношаруватою або грубошаруватою текстурою. Потужність – 6–110 м (у середньому 65 м). Вміст заліза – здебільшого до 16%;

Четверта підпачка – грубошаруваті силікатні кварцити з вмістом магнетиту. Потужність – 6–110 м, вміст магнетитового заліза – в межах 3–11% [32, с. 9].

Загальна потужність висячої пачки становить від 130 до 300 м. При цьому потужність як всієї пачки, так і окремих підпачок значно змінюється навіть на невеликих відстанях, що ускладнює геологічну розвідку та проектування гірничих робіт.

У структурному плані Ганнівське родовище умовно поділяється на три частини: північну, центральну та південну. Такий поділ пов'язаний з

особливостями тектоніки та змінами геолого-структурної будови у межах родовища.

Основним об'єктом розробки на Ганнівському родовищі є перший залізистий горизонт (PR_1 sx1 1f), який простягається суцільним пластом на понад 14,5 км. Особливо інтенсивно він порушений у південній частині родовища, де зафіксовано численні тектонічні порушення, орієнтовані перпендикулярно до простягання порід. Ці порушення переважно представлені малопотужними зонами дроблення, заповненими уламковими брекчіями. Окрім дрібних порушень, у межах рудного поля трапляються і більш значні, амплітуда зміщення по яких досягає 10–100 м. Для дрібніших розривів типові переміщення в межах 10–15 м. Уздовж розривів активно розвинені метасоматичні процеси, які помітно впливають на фізико-механічні властивості порід [10, с. 7].

Тектонічна порушеність безпосередньо вплинула на просторове положення рудного тіла — його потужність та орієнтацію падіння. Так, у південному фрагменті родовища (до профілю 12) спостерігається зростання потужності тіла, що супроводжується крутим ($70\text{--}85^\circ$) західним падінням. У межах профілів 12–18 рудне тіло досягає максимальної горизонтальної потужності (до 520 м) і має круте східне падіння. Північніше профілю 18 простежується повернення західного напрямку падіння з кутами $55\text{--}77^\circ$, а після профілю 21 потужність зменшується до 270–380 м при кутах падіння $49\text{--}70^\circ$.

За мінералогічним складом, текстурно-структурними особливостями, вмістом загального та магнетитового заліза, а також за технологічними властивостями, рудне тіло поділяється на дві основні пачки: **лежачу** та **висячу**. Межа між ними визначається на підставі результатів опробування з розвідувальних і гірничих виробок і зазвичай проходить по ізолінії вмісту магнетитового заліза на рівні 16%.

Західною межею лежачої пачки вважається поява порід магнетит-силікатного типу, які вирізняються грубішою шаруватістю, високим

вмістом силікатів, відсутністю прошарків рудного складу та зниженим вмістом заліза в концентраті (менше 62%). У цій перехідній зоні вміст магнетитового заліза варіює від 16% до 19,5%.

Лежача пачка сформована переважно з магнетитових і гематит-магнетитових кварцитів. Менш поширені силікат-магнетитові та магнетит-силікатні кварцити зустрічаються у вигляді малопотужних прошарків (до 10–15 м) як усередині пачки, так і поблизу її контакту з висячою пачкою.

Висяча пачка переважно складена магнетит-силікатними та силікатними з магнетитом кварцитами. Її західну межу утворюють сланці другого сланцевого горизонту, а за їх відсутності — безрудні кварцити та кварц-карбонатні породи верхнього структурного рівня. За текстурою та вмістом магнетитового заліза висяча пачка поділяється на чотири підпачки. Найбагатшою на залізо є друга підпачка, найменш збагачена — четверта [10, с. 4].

У структурному плані Ганнівське родовище поділяється на три частини:

Південна частина (профілі 1–21) відзначається значною кількістю субширотних розривних порушень. Відстань між ними становить від 20–40 до 100–200 м, а амплітуда зміщень варіює від кількох до 50 м.

Центральна частина (профілі 21–28) характеризується меншою кількістю розривів — відстань між ними складає 50–200 м, амплітуда переміщень — 10–40 м.

Північна частина (північніше профілю 28) має найбільш стабільну тектонічну ситуацію: відстань між порушеннями 80–300 м, переміщення блоків — від кількох до 60 м. [10, с. 15]

Таблиця 1.1 – Основні параметри Ганнівського кар'єру за станом 01.01.2024 р.

Найменування	Од. виміру	Значення
Глибина		
• північ	м	225
• південь	м	285
Параметри кар'єру по верху		
• Довжина	м	5470
• Ширина	м	1100
• Площа	га	601
Параметри кар'єру по низу		
• Довжина		
✓ північ	м	450
✓ південь	м	600
• Ширина		
✓ північ	м	50
✓ південь	м	80
Позначка нижнього горизонту		
• північ	м	-85
• південь	м	-165

Взагалі Ганнівський кар'єр поділений на такі ділянки:

Виробнича ділянка **№1** з видобутку та навантаження гірничої маси на автомобільний транспорт. Основними завданнями ділянки є видобуток руди та проведення розкривних робіт з навантаженням гірничої маси на автотранспорт. На балансі ділянки №1 знаходиться 11 екскаваторів, з яких 4 мають місткість ковша 8 м³, а 7 — по 10 м³.

Виробнича ділянка **№3** з видобутку та навантаження гірничої маси на залізничний транспорт. На балансі ділянки №3 перебуває 8 екскаваторів: 4 екскаватори ЕКГ-8І здійснюють пряме навантаження гірничої маси на залізничний транспорт безпосередньо з забою, ще 4 екскаватори (два з ковшами по 10 м³, один — 8 м³ та один — 12,5 м³) працюють на внутрішньокар'єрних перевантажувальних пунктах.

Виробнича дільниця **№4** з приймання гірничої маси у відвал. Складування пустих порід здійснюється на західних залізничних відвалах із використанням 8 екскаваторів дільниці №4, що працюють на п'яти ярусах. Екскаваторний парк дільниці включає: 4 екскаватори ЕКГ–8І, 2 — ЕКГ–6,3 Ус, один крокуючий екскаватор ЕШ–10/50 (ковш 10 м³) та один екскаватор ЕКГ–4У (ковш 5 м³) [32, с. 11].

Виробнича бурова дільниця **№6**. Буріння свердловин на Аннівському кар'єрі виконується установками шарошкового буріння СБШ–250. Буровий парк складається з 11 установок СБШ. У 2011–2012 роках було придбано 2 бурові установки марки «Ferdinand».

Виробнича дільниця **№12** з приймання, навантаження гірничої маси та механізації колійних робіт. Погрузка руди на дробильну фабрику та розкривних порід у відвали зі складів ПК–7 і ПК–8 здійснюється двома екскаваторами дільниці №12 (ЕКГ–8І та ЕКГ–10). Крім того, парк дільниці включає три екскаватори ЕКГ–5А (ковш 5 м³), що задіяні у прийманні та навантаженні гірничої маси для будівництва греблі хвостосховища [32, с. 15].

Виробнича дільниця **№16** з дроблення гірничої маси та виробництва щебню. Забезпечення Аннівського кар'єру та суміжних цехів комбінату щебенем власного виробництва здійснюється силами дільниці №16. У технологічному процесі задіяно низку обладнання, зокрема дві дробарки, 8 конвеєрів та два екскаватори ЕКГ–5А.

Виробнича дільниця дорожньо-будівельної техніки **№17**. Забезпечення основних і допоміжних технологічних процесів видобутку руди та проведення розкривних робіт здійснюється за допомогою бульдозерної і допоміжної техніки дільниці №17. Парк бульдозерів включає 10 гусеничних і 2 колісних машини, переважно виробництва фірми Komatsu. Окрім бульдозерів, на балансі дільниці знаходяться також 21 одиниця автотранспорту [32, с. 19].

Таблиця 1.2 – Характеристика відвалу

№	Показник	Значення
1	Найменування відвалу	залізничний
2	Найменування гірничої маси, що складається	безрудні скельні і рихлі породи
3	Спосіб відвалоутворення	екскаваторний
4	Рельєф відвального відводу	пересічена
5	Площа підвалини відвалу, тис. кв. м	9400
6	Площа санітарно-захисної зони, тис. кв. м	28000
7	Абсолютна відмітка пануючого рівня поверхні, м	ярус +220 м
8	Висота відвалу над пануючим рівнем поверхні, м	85
9	Кут укосу відвального уступу, градусів	33
10	Кількість відвальних уступів, шт.	5
11	Конструкція відвального фронту (тупиковий, наскрізний, кільцевий тощо)	тупиковий
12	Фактично засипано гірничої маси, млн. куб. м	493
13	Загальна ємність відвалу, млн. куб. м	624

1.2 Організація технологічного процесу видобутку та транспортування гірничої маси

Розробка Ганнівського кар'єру здійснюється відповідно до проектних рішень, що змінювались у процесі розвитку кар'єру. Початковий проєкт був затверджений у 1962 році.

На сьогодні глибина кар'єру становить 290 м (відкритий горизонт – 150 м). Роботи проводяться на 21 горизонті, з просуванням у північному та південно-східному напрямках. Верхні горизонти (+135, +115, +102, +90, +76 м) обслуговуються залізничним транспортом, горизонти +60 і

+45 м – комбіновано, а нижчі горизонти – переважно автомобільним транспортом із перевантаженням на ЦПТ.

Руда доставляється автомобілями на комплекс ЦПТ, звідки залізничним транспортом транспортується на ДЗФ-1. Розкривні породи вивозяться на західні відвали, частково – на греблю хвостосховища та дробильно-сортувальний комплекс, де виготовляється щебінь для будівельних потреб комбінату [32, с. 21].

Для буріння використовуються бурові установки СБШ-250МН. Завантаження породи виконується екскаваторами ЕКГ-8І, ЕКГ-10, ЕКГ-6.3Ус, ЕКГ-12.5, ЕКГ-4У, а також драглайном ЕШ-10/50. На перевантажувальних майданчиках – екскаватори ЕКГ-5А.

Залізничний транспорт включає думпкари 2ВС (вантажопідйомністю 105 т), тепловози 2ТЕ10М, електровози ОПЕ-1А та ОПЕ-1АМ. Автомобільні перевезення здійснюють самоскиди і БелАЗ-75131 (130 т) [9, с. 2].

Три залізничні напівтраншеї (південно-східна, північно-східна, північно-західна) забезпечують вивезення порід. Для автомобільного транспорту використовується з'їзд по західному борту. Усі траншеї мають ухил 30‰; ковзаючі з'їзди — 40‰ для залізниці і 70–80‰ для автомобільного транспорту.

Основні обсяги руди (70–80%) видобуваються в південній частині кар'єру, решта — в північній. Розкривні роботи спрямовані на приведення параметрів робочої зони до нормативного стану. Верхні горизонти електрифіковані для залізничного вивезення породи.

Відвали розміщені на західному борту кар'єру, мають багатоярусну структуру (висота ярусу – 20 м), експлуатується вісім тупикових майданчиків. Порода укладається екскаваторами ЕКГ-8І, ЕКГ-6,3У, ЕКГ-4У та ЕШ-10/50.

Гідрогеологічні умови сприятливі, осушення родовища не потребує спеціальних заходів. Основними джерелами обводнення є

підземні води докембрійських кристалічних порід і атмосферні опади. Прогнозні водопритоки на 2011 рік становили 430 м³/год. В південній частині можливі дощові опади об'ємом до 105 тис. м³, у північній – до 70 тис. м³.

Водовідлив здійснюється відкритим способом з водозбірників, розміщених на нижніх відмітках. Дренажні канали і лотки пролягають уздовж постійних доріг та запобіжних берм. Відкачування здійснюється двома пересувними насосними установками (північна та південна частини), кожна з яких обладнана двома насосними агрегатами типу ЦНС 300-360 (фактична потужність — 210 м³/год через знос) [14, с. 5]

Вода транспортується сталевими трубопроводами Ø300 мм до борту кар'єру, звідки з'єднується з Ø600 мм трубопроводом для скидання вод у шламосховище. Проектом передбачено по три насосні агрегати на кожен ділянку (робочий, резервний, ремонтний), із можливістю підключення всіх агрегатів під час сильних опадів. Для захисту від підтоплення насосні станції встановлюються на платформах висотою 1,2 м.

1.3 Існуюча транспортна схема та види транспорту на Ганнівському кар'єрі

Транспортна система Ганнівського кар'єру побудована за комбінованою схемою з використанням як залізничного, так і автомобільного транспорту. Залежно від глибини горизонту та призначення перевезень, застосовуються різні типи транспорту.

Види транспорту для транспортування гірничої маси:

- Автомобільний транспорт
- Залізничний транспорт
- Конвеєрний транспорт (ЦПТ – циклічно поточна технологія)

За всю історію існування Ганнівського родовища його автопарк кар'єрних автосамоскидів зазнав значної модернізації. На початку запуску кар'єру для перевезення гірничої маси використовувалися автомобілі таких виробників, як МАЗ, КРАЗ, ЗІЛ, ТАТРА та інші. Ці автосамоскиди мали відносно невелику, як на сьогоднішній час, вантажопідйомність, однак для свого періоду, вони вважалися технічно досконалими й забезпечували достатню продуктивність. [15, с. 3]

Зі зростанням обсягів видобутку, ускладненням гірничо-геологічних умов і потребою в оптимізації логістичних витрат виникла необхідність у впровадженні нових технологій. Це спричинило поступовий перехід до більш потужної, ефективної та надійної техніки. Значний прорив стався з приходом важкої техніки білоруського виробництва – автосамоскидів марки БелАЗ.

Автотранспорт використовується переважно на нижчих горизонтах, де розкривні породи вивозяться на перевантажувальні пункти та частково через комплекс ЦПТ. Автосамоскиди БЕЛАЗ-75131 (136 т) забезпечують транспортування руди з вибоїв до ЦПТ, звідки вона далі подається залізницею на збагачення [10, с. 24].

БЕЛАЗ 75131 належить до категорії важких кар'єрних самоскидів, призначених для роботи у складних умовах:

- Клас: надважкий кар'єрний транспорт.
- Конструкція: самоскид з жорсткою рамою.
- Функція: транспортування значних обсягів гірничої маси (руда, розкривні породи, скельний матеріал) у кар'єрах зі складним рельєфом та важкими умовами експлуатації.

Характерні технічні параметри машини:

1. Максимальне навантаження — до 136 тон.
2. Тип приводу — електромеханічний (дизельний генератор у поєднанні з тяговими електродвигунами).
3. Двигун — потужний дизельний агрегат (1 194 кВт (1 600 л.с.)).

4. Гальмівна система – комбінована, з використанням гідравлічного та електродинамічного гальмування, що забезпечує надійну зупинку навіть на ухилах [9, с. 7].

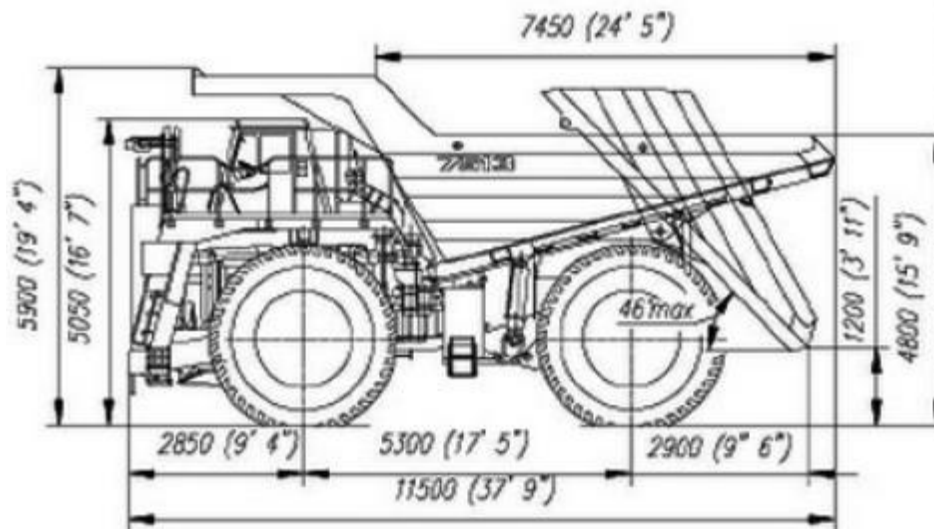


Рисунок 1.1 – Бічний вигляд автосамоскида та його габарити

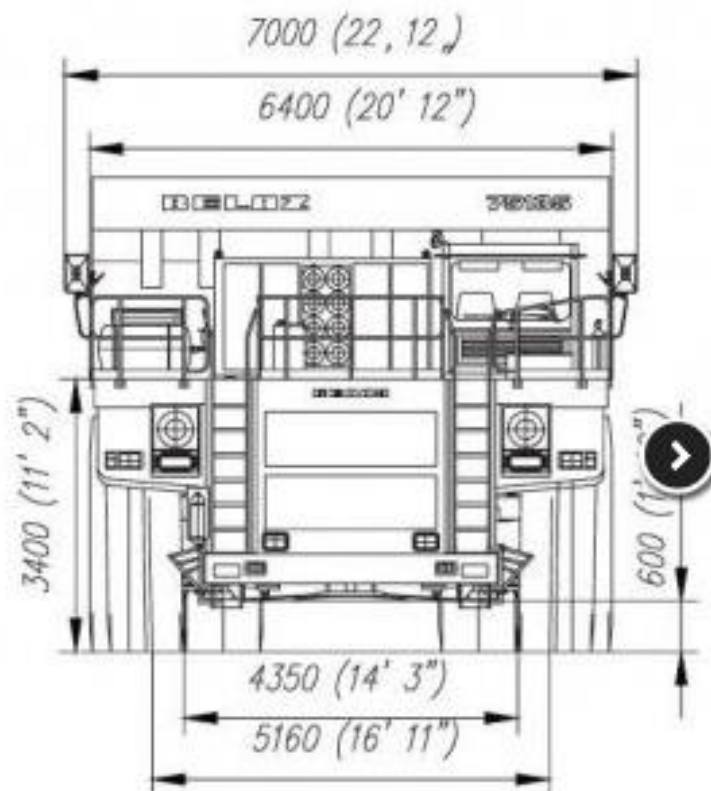


Рисунок 1.2 – Передній вигляд автосамоскида та його габарити

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика

Параметри	Значення параметра
Вантажопідйомність, кг, не більше	
укомплектованого шинами 33.00-51	130000
укомплектованого шинами 33.00R51	136000
Експлуатаційна маса, кг	107000
Повна маса, не більше	
укомплектованого шинами 33.00-51	237000
укомплектованого шинами 33.00R51	243000
Розподіл повної маси, %:	
на передню вісь	33
на задню вісь	67
Радіус повороту, м	13
Габаритний діаметр повороту, м	28
Максимальна швидкість руху з номінальною масою вантажу на горизонтальній ділянці дороги, км/год	48
Гальмівний шлях самоскида повної маси при використанні робочої гальмівної системи зі швидкості 8,3 м/с (30 км/год), м	21
Номінальний геометричний об'єм платформи, м ³	46*
Номінальна місткість платформи (з "шапкою" 2:1), м ³	71*
Уклон, на якому стояночна гальмівна система забезпечує нерухомість самоскида повної маси, %	16
Час підйому платформи з номінальною масою, с	20
Час опускання платформи, с	18

Таблиця 1.4 – Дані по завантаженню автосамоскидів

Порода	Скельна розкривна порода			Руда	Рихла розкривна порода
	Кварцити магнетито-силікатні PR1 SX1 1f (висячий пачок)	Сланці кварц-біотитові, амфіболові, кварц-амфібол-біотитові з прошарками PR1 SX1 0-2s	Амфиболиты, сланцы кварц-амфибол-биотитовые. Окисленные, выветрелые PR1 SX1 0-2s, PRnk		
Різновиди породи				Кварцити магнетитові, гематит-магнетитові (тонкозернисті, дрібнозернисті) PR1 SX1 1f	Суглинок, глина Q3 - Q4
Вага, т	125	129	120	130	115
Об'ємна вага в цілому, т/м ³	2,6	3,06	2,80	3,39	2,00
Об'єм в цілому, м ³	48	42	43	38	58

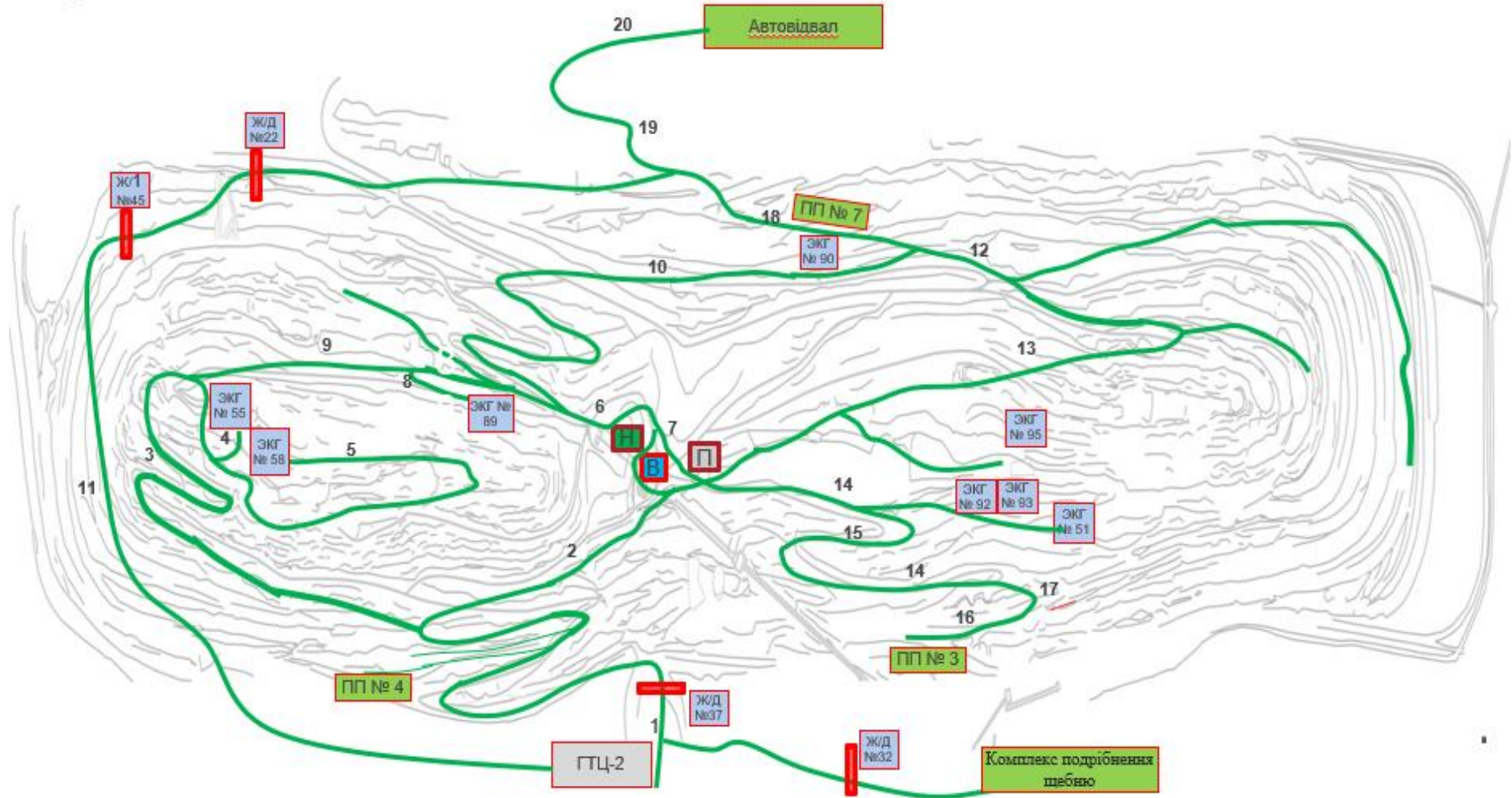
К коефіцієнт розрихлення, дол.од.	1,5	1,6	1,6	1,6	1,25
Об'єм розрихленої породи, м ³	72	67	69	62	72
Висота шпальки мм	1300	1400	1400	1200	1200
Коефіцієнт наповнення ковша, дол од.	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Мінімальна кількість ковшів V=8м ³	10	9,4	9,6	8,5	10,0
Мінімальна кількість ковшів V=10м ³	8	7,5	7,6	6,8	8,0
Мінімальна кількість ковшів V=12м ³	6,7	6,2	6,4	5,7	6,7

Залізничний транспорт на Ганнівському родовищі ПрАТ «Північний ГЗК» є ключовим елементом інтегрованої транспортної системи, що забезпечує масове перевезення гірничої сировини на середні та далекі відстані. Його основна функція полягає у вивезенні подрібненої руди з кар'єру на збагачувальні фабрики, а також у транспортуванні готової продукції до залізничних станцій загального користування з подальшою доставкою до промислових підприємств України та за кордон.

Інфраструктура залізничного транспорту включає розгалужену мережу внутрішньокар'єрних і міжцехових колій, які розташовані на різних рівнях кар'єру та дозволяють оперативно реагувати на зміни у фронтах видобутку. Особливістю є наявність технологічних спусків і підйомів, що вимагають високої потужності від локомотивного парку. У русі задіяні здебільшого тепловози серій ЧМЕЗ і ТЕМ2 та електровози типу ОПЕ1 які мають достатню тягову силу для перевезення важких вагонів думпкарного типу [17, с. 22]

Особлива увага приділяється техніці безпеки — ділянки колій обладнані сучасними сигнальними системами, системами централізації та радіозв'язку. У місцях перетину з автомобільними дорогами встановлені переїзні світлофори або шлагбауми.

Карта технологічних автошляхів Ганнівського кар'єра



Усі локомотивні бригади проходять регулярне навчання та інструктаж, особливо у зв'язку з умовами роботи у кар'єрному середовищі, де підвищений рівень пилу, шуму та вібрації.

Важливим аспектом є синхронізація роботи залізничного транспорту з іншими видами — автомобільним і конвеєрним. Наприклад, гірничу масу, яку автосамоскиди доставляють з вибою до дробарок, після дроблення подають до перевантажувального бункера, звідки її завантажують у залізничні вагони. Така комбінована схема дозволяє оптимізувати маршрути, зменшити витрати пального та знизити навантаження на дороги.

У перспективі ПрАТ «Північний ГЗК» розглядає можливість часткової електрифікації окремих ділянок залізничної мережі, що дозволить зменшити витрати на пальне та знизити викиди CO₂. Також обговорюється впровадження систем автоматичного керування рухом та диспетчеризації для підвищення ефективності перевезень.

Таким чином, залізничний транспорт на Ганнівському родовищі є невід'ємною складовою всього виробничого процесу, забезпечуючи надійність, регулярність і високу продуктивність транспортування. Його правильне поєднання з іншими видами транспорту дозволяє досягати максимального ефекту при мінімальних витратах, що є критично важливим в умовах великомасштабного видобутку та збагачення корисних копалин. [7, с. 28]

Для транспортування розкриву передбачено три залізничні напівтраншеї: південно-східну, північно-східну та північно-західну. Крім того, експлуатується автомобільний виїзд по західному борту кар'єру з нижніх горизонтів на відвали.

Важливою складовою рухомого складу, що використовується для транспортування гірничої маси залізничним транспортом є думпкери. Їх конструкція дозволяє здійснювати швидке і зручне бічне або

двостороннє вивантаження вантажу без перевертання самого вагона, що значно підвищує продуктивність розвантажувальних операцій.

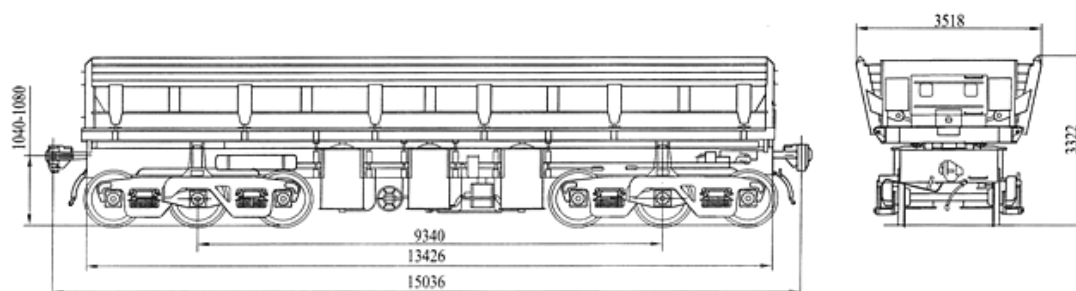


Рисунок 1.3 – Вид думпкара 2BC-105

На родовищі використовуються думпкари великої вантажопідйомності 2BC-105, адаптовані до роботи в кар'єрних умовах. Вони мають міцну сталеву раму, товсті стінки кузова та посилені ресори, що дозволяє їм витримувати великі динамічні навантаження під час руху по нерівних коліях або при завантаженні масивної руди. [13, с. 9]

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики думпкара 2BC-105

№	Параметр	Значення
1	Вантажопідйомність, т	115
2	Маса тари, т	52
3	Об'єм кузова, м ³	55
4	Довжина вагона за осями автозчепів, мм	15 040 ± 15
5	База вагона, мм	9 340 ± 5

Завдяки простоті експлуатації та механізованому розвантаженню думпкари дозволяють зменшити час простою складів, оптимізувати логістику на вузлових станціях і знизити загальні експлуатаційні витрати. Їх застосування особливо виправдане у випадках, коли необхідно

швидко доставити великі обсяги гірничої маси з кар'єру до пунктів подальшої переробки або складування.

На підприємстві також впроваджуються заходи з модернізації парку думпкарів — оновлення гальмівної системи, заміна осей, посилення кузовів — що забезпечує підвищення безпеки та довговічності вагонів у складних умовах видобутку.

1.4 Аналіз технічного стану та ефективності роботи наявних автосамоскидів.

Аналіз технічного стану автосамоскидів БелАЗ, що експлуатуються на підприємстві, передбачає комплексну оцінку організації ремонтних робіт, стану агрегатів, вузлів та деталей, а також ефективності ремонтних процесів, включно з розбиранням, дефекацією та збиранням.

Організація розбирання. Для забезпечення безпечного та якісного ремонту автосамоскиди повинні обслуговуватись у спеціалізованих цехах, оснащених вантажопідіймальними механізмами, стропами, стендами для збирання/розбирання агрегатів. Це дозволяє безпечно знімати, розбирати та монтувати будь-який вузол чи агрегат.

Процес розбирання включає обов'язкову триступеневу мийку:

- зовнішнє очищення самоскида перед початком робіт;
- мийку знятих і частково розібраних агрегатів;
- мийку деталей після повного розбирання.

Для захисту компонентів двигуна та електроприводу мийка проводиться лише з встановленими захисними чохлами.

Розбирання агрегатів здійснюється на спеціальних підставках, що забезпечують зручний доступ до елементів. При демонтажі щільно з'єднаних вузлів необхідно використовувати знімачі, оправки, мідні

молотки, а для підшипників – дотримуватись правил прикладення зусиль до відповідних кілець.

Варто зазначити, що непотрібне розукомплектування деталей, які пройшли заводську обробку, неприпустиме. Розбирання агрегатів повинно здійснюватися лише за наявності технічної необхідності, викликаної виявленою несправністю.

Дефектація. На стадії дефектації основний контроль здійснюється візуальним оглядом та, за потреби, з використанням вимірювального інструменту. Виявляються тріщини, пробоїни, зношення, прогини, корозія, подряпини, задири тощо.

Особливої уваги потребують деталі систем рульового керування, гальмівного приводу та інші відповідальні елементи. Для їх контролю використовуються спеціалізовані дефектоскопи.

Розміри деталей перевіряються універсальними та спеціальними вимірювальними інструментами (штангенциркулі, мікрометри, нутроміри тощо), у критичних зонах з максимальним зношенням.

Різьбові з'єднання перевіряються візуально або за допомогою калібрів. Системи змащення, охолодження та інші, що працюють під тиском, мають бути перевірені на герметичність. Деталі, що підлягають балансуванню, повинні бути збалансовані, а гумові ущільнення – перевірені на цілісність.

Складання. Складальні дільниці мають бути обладнані верстаками, спеціалізованим інструментом і чистим середовищем, захищеним від пилу, вологи, емульсій та сторонніх частинок. Неприпустимо проводити складання поруч із шліфувальними верстатами чи використовувати відкритий стиснений повітря.

Усі деталі мають бути очищені, без окалини, стружки, корозії, з видаленим консерваційним покриттям. Перед складанням внутрішні порожнини промивають та продувають повітрям.

Використовується виключно стандартний чи спеціальний інструмент. Можна застосовувати мідні молотки або інструменти з кольорових металів для встановлення деталей.

Особливу увагу приділяють встановленню підшипників. Вони повинні розконсервовуватись безпосередньо перед встановленням, при потребі прогріватись у маслі до 80–90 °С (крім закритих підшипників). Під час монтажу забороняється передавати зусилля через тіла кочення або бити по кільцях підшипника.

Різьбові з'єднання мають затягуватись з визначеним моментом за допомогою справного інструменту. Усі зношені чи нестандартні кріплення підлягають заміні.

Ущільнювачі, сальники, прокладки замінюються на нові. Перед встановленням гумові ущільнення змащуються, порожнини заповнюються мастилом (Літол-24 або Фіол-2).

Таблиця 1.6 - Таблиця періодичності заміни мастила

№	Зміст робіт	Марка масла та кількість	Строки в мотогодинах								
			-	2500	5000						
1	Заміна масла в редукторах мотор-коліс	Марка SAE 80W-140 SAE 80W-140 46x2 = 92 л.	-	2500	5000						
2	Заміна масла в масляному баку об'єднаної гідравлічної системи	Марка MGE-46B 400 л.						СО		Двічі на рік	
3	Заміна моторного масла двигуна КТА-50С	Марка 15W-40 195 л.	250	500	700	1000	1250	1750	2000	2250	
			2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	
			4750	5000	5250	5500	5750	6000	-	-	

Оцінка ефективності експлуатації автосамоскидів БелАЗ базується на аналізі основних техніко-економічних показників: коефіцієнта технічної готовності, коефіцієнта використання парку, витрати пального, середньої швидкості руху, продуктивності та кількості простоїв.

Основним критерієм є коефіцієнт технічної готовності, що розраховується як відношення часу, коли машина знаходиться в роботі або готова до експлуатації, до загального календарного часу. Зменшення цього коефіцієнта свідчить про збільшення часу простою через поломки [14, с. 8].

Крім того, важливим є аналіз питомих витрат пального та зниження коефіцієнта використання вантажопідйомності внаслідок технічних несправностей. Часті несправності силової установки, трансмісії, гідросистем або електрообладнання знижують середню швидкість транспортування вантажу та впливають на загальний видобуток гірничої маси.

Таким чином, підтримка високого технічного стану автосамоскидів є визначальним чинником підвищення ефективності їх роботи, зниження витрат на ремонт та підвищення загальної продуктивності кар'єрного транспорту.

1.5 Витрати на транспортування та вплив на виробничу ефективність.

Транспортування гірничої маси є одним з основних елементів витратної частини відкритого гірничого виробництва. Основними складовими витрат на експлуатацію автосамоскидів є:

- витрати на паливно-мастильні матеріали (ПММ),
- витрати на технічне обслуговування і ремонт,
- заробітна плата водіїв,

- амортизаційні відрахування,
- витрати на шини,
- інші експлуатаційні витрати (страхування, податки тощо).

Методики розрахунку питомих норм витрати дизельного палива на технологічне автоперевезення

Основні поняття та вихідні дані

$L_{\text{ср}}$ — середня відстань транспортування, км.

$H_{\text{ср}}$ — середня висота підйому вантажу, м. Середня відстань транспортування та висота підйому визначається згідно з планами перевезення гірничої маси на планований період.

$G_{\text{гр}}$ — середнє завантаження самоскида, т. Середнє завантаження самоскида визначається згідно з паспортом завантаження залежно від типу порід і їхніх фізико-механічних властивостей.

$K_{\text{пр}}$ — коефіцієнт використання пробігу. Коефіцієнт використання пробігу приймається відповідно до досягнутих показників роботи за попередній період. Показник оновлюється 1 раз на рік при підготовці бізнес-плану (БП).

$C'_{\text{уд}}$ — питома витрата пального двигуном самоскида при номінальній потужності, г/кВт·год. Для двигуна БелАЗ-75131 (КТА-50С) — **208 г/кВт·год.**

$G_{\text{експ}}$ — експлуатаційна маса самоскида, т. Для БелАЗ-75131 — **108 т.**

ρ — густина пального, г/см³. Приймається **0,83 г/см³** при температурі 20°C.

η — ККД трансмісії. Приймається **0,85** для самоскидів з електромеханічною трансмісією та **0,90** — з гідромеханічною.

g — прискорення вільного падіння, **9,81 м/с².**

$K_{\text{ск}}$ — коефіцієнт опору коченню. Залежить від умов у кар'єрі та визначається розрахунковим шляхом за фактичними даними за попередній період. Оновлюється щороку при підготовці БП.

$K_{зим}$ — коефіцієнт, що враховує зимову надбавку.

Алгоритм розрахунку експлуатаційної витрати пального [25, с. 11]

Лінійна норма витрати пального при русі самоскида з вантажем вгору визначається за формулою:

$$Q^{гр} = \frac{q_{уд} \cdot F_d \cdot K_{пр}}{36000 \cdot \rho \cdot \eta}, \quad (1.1)$$

де:

$q_{гр}$ — лінійна витрата дизельного пального груженим самоскидом, л/100 км;

F — сила опору дороги, Н.

Сила опору дороги визначається за формулою:

$$F_d = (K_{ск} + i) \cdot G_{пов} \cdot g, \quad (1.2)$$

g — прискорення вільного падіння.

Лінійна норма витрати пального при русі порожнього самоскида на спуску розраховується аналогічно.

Експлуатаційна витрата пального самоскидом (л/100 км) на ділянці визначається як сума витрат у порожньому та завантаженому стані:

$$i = \frac{H}{L}, \quad (1.3)$$

H — середня висота підйому вантажу, м.

L - середня відстань транспортування, км.

Повна маса самоскида визначатися по формулі:

$$G_{пов} = G_{експ} + G_{гр}, \quad (1.4)$$

Лінійна норма витрати палива під час руху самоскида без вантажу на спуск визначається за формулою:

$$Q^{пор} = 0,2 \cdot Q^{гр}, \quad (1.5)$$

Експлуатаційна витрата палива самоскидом (л/100 км) на ділянці розраховується як сума витрат палива автосамоскида при проходженні ним ділянки в порожньому та навантаженому стані:

Розрахунок питомої норми витрати дизельного палива

Питома витрата палива визначається за такою формулою:

$$q = \frac{0,01 \cdot Q^{\text{Експ}} \cdot \rho \cdot L_{\text{общ.}}}{V_{\text{вант}}} \cdot (1 + K_{\text{зим}}), \quad (1.6)$$

ρ – щільність дизельного палива

$K_{\text{зим}}$ – коефіцієнт, що враховує зимову надбавку

$V_{\text{вант}}$ – вантажообіг, ткм

$L_{\text{общ}}$ – загальний пробіг, км

Таблиця 1.7 – Аналіз споживання пального

№ а/м	Витрата ДП		Час		Ремонт		Простої	
	Норма	Факт	в наряді	в русі	в кар.	в цех	Кар'єр	Цех
174	0	0	0	0	0	48	0	0
177	0	0	4,67	0	0	28,67	0	0
178	38167	37708	567,5	361,3	45,84	27,83	29,73	0
180	43744	42974	599,5	370,59	24,75	23	32,01	0
182	38861	34248	523,5	326,77	21,5	60,17	29,58	0
185	33297	33076	474,34	296,13	14,17	25,33	19,25	0
188	44419	44896	648	402,52	16	17,5	43,67	0
190	46704	44946	626	382,12	11	27,16	39,43	0
201	50274	45974	716,33	440,95	7,5	18	36,56	0
202	49257	44286	684	434,77	19	3,33	33,39	0
203	41931	40584	660	397,01	19,5	9,83	36,32	0
204	49039	47056	702,5	435,15	8,33	13,34	26,74	0
205	48359	45643	666,58	407,48	23	16	39,83	0
207	43970	43588	662,34	402,58	24	0	40,65	0
208	47166	47746	684	423,37	21	9,33	37,02	0
209	48705	44956	642,34	383,54	24	30,5	36,38	0
211	47528	43898	664,33	405,25	25,99	13,5	27,31	0
212	38495	37516	583,67	337,78	36	33,33	38,19	0
213	44355	40254	607,65	379,64	8,5	0	28,92	0
214	50338	47956	660	414,7	42,91	13	33,58	0
215	41605	38476	605,17	384,33	33,84	24,67	22,09	0
217	45539	41436	624,83	383,51	12,25	12	39,24	0
220	47432	43134	650,5	400,43	12,16	27,51	33,17	0
221	31432	28218	435,34	267,04	13,5	24,67	22,91	0

222	38149	37714	573,76	362,77	23,75	1,5	34,6	0
223	42137	38730	623,83	368,87	48,33	13,83	32,34	0
224	34710	35946	551,67	331,68	27,15	40	31,85	0
225	40547	38730	656,34	402,15	38,41	8	33,59	0
227	42505	40410	627,33	366,23	11,5	39	38,67	0
228	44035	41594	593,99	371,75	23,16	58	19,32	0
229	47937	44446	696	436,31	2,5	35	31,91	0
230	41682	38698	608,33	379,47	17,17	42,66	25,67	0
Усього	1302319	1234837	18624,34	11456,19	656,71	744,7	973,92	0

1.6 Висновок за розділом 1

У результаті проведеного аналізу було встановлено, що ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» є одним із провідних підприємств гірничо-металургійного комплексу України, що спеціалізується на видобутку залізної руди відкритим способом. Ганнівський кар'єр, як один із головних виробничих підрозділів комбінату, забезпечує стабільне постачання гірничої маси на збагачувальні фабрики.

Організація технологічного процесу видобутку і транспортування в кар'єрі має чітко структуровану послідовність дій: буріння, підривні роботи, екскавація та перевезення гірничої маси. Основним видом транспорту є великовантажні кар'єрні автосамоскиди, зокрема БЕЛАЗ 75131 вантажопідйомністю 130 тон.

Існуюча транспортна схема базується на внутрішньокар'єрному автомобільному русі з раціонально організованими маршрутами, що забезпечує відносну ефективність у перевезенні гірничої маси. Однак під час аналізу технічного стану наявного автопарку виявлено значне зношення окремих одиниць техніки, що призводить до простоїв, зниження продуктивності та підвищення експлуатаційних витрат.

Розрахунки показали, що витрати на транспортування є суттєвою частиною собівартості продукції. Основними чинниками витрат

залишаються споживання пального, технічне обслуговування, вартість шин та амортизаційні відрахування. Зниження ефективності перевезень через зношення машин призводить до втрат у загальному обсязі видобутку та підвищення собівартості тон. гірничої маси.

У зв'язку з вищевикладеним, доцільним виглядає проведення порівняльного аналізу техніко-економічних показників роботи автосамоскидів БЕЛАЗ 75131 та CATERPILLAR 789, який має вантажопідйомність 193 тон. Такий аналіз дозволить об'єктивно оцінити ефективність використання сучаснішої імпоротної техніки порівняно з уже наявною, а також обґрунтувати доцільність її можливого впровадження у виробничий процес.

Очікується, що збільшення вантажопідйомності та зменшення витрат на одиницю перевезеної маси, разом з покращеною паливною економічністю та технічною надійністю, дозволить суттєво підвищити загальну ефективність транспортування гірничої маси на підприємстві. Це стане важливим кроком у напрямі модернізації кар'єрного транспорту та підвищення конкурентоспроможності підприємства в цілому.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ АВТОСАМОСКИДІВ

2.1 Дослідження типів автосамоскидів, що застосовуються на рудних кар'єрах світу

У сучасному гірничодобувному виробництві автосамоскиди відіграють ключову роль у транспортуванні гірничої маси з кар'єру до перевантажувальних майданчиків, складів або збагачувальних фабрик. У світі застосовуються різні типи кар'єрних самоскидів, які розрізняються за вантажопідйомністю, типом двигуна, приводу та технічними характеристиками, що зумовлює їх придатність до певних умов експлуатації [28, с. 12].

Головними компаніями у світі по випуску автосамоскидів є:

1. Caterpillar Inc (Америка).
2. БелАЗ (Білорусь).
3. Komatsu Ltd (Японія).
4. Hitachi (Японія).

Класифікація автосамоскидів за вантажопідйомністю:

- Легкі (до 55 тонн) – використовуються на кар'єрах з невеликою продуктивністю або в складних геологічних умовах.
- Середні (55–130 тонн) – найпоширеніші на середніх за масштабом підприємствах.
- Важкі (130–220 тонн) – забезпечують ефективність у великих кар'єрах із високим обсягом перевалки породи.
- Надважкі (понад 220 тонн) – застосовуються у надпотужних відкритих розробках, зокрема у мідних та залізорудних кар'єрах.

Найбільш поширені виробники кар'єрних автосамоскидів є БелАЗ.

БелАЗ (Білорусь) – один із лідерів світового ринку. ВАТ «БелАЗ» було засновано у 1948 році в місті Жодіно (Білорусь).

Перший кар'єрний самоскид (модель БелАЗ-540) було випущено у 1961 році. Наразі підприємство виробляє понад 50 моделей самоскидів вантажопідйомністю від 30 до 450 тонн.

Основні покупці техніки БелАЗ – Росія, Казахстан, Індія, Китай, Україна, В'єтнам, Монголія, Сербія, ПАР, Бразилія та інші. Продукція експортується до понад 80 країн.

Серед ключових переваг – простота обслуговування, адаптація до екстремальних умов, потужні електромеханічні приводи та системи телеметрії.

Найпопулярніші моделі:

1. БелАЗ-75131 (130 т)
2. БелАЗ-7530 (220 т)
3. БелАЗ-75710 — найбільший автосамоскид у світі (450 т)

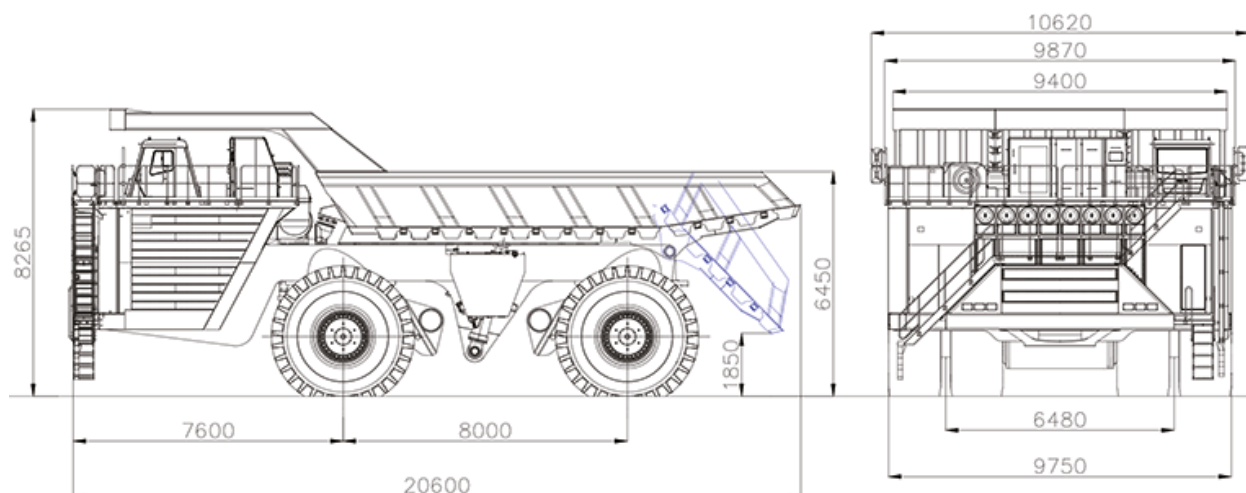


Рисунок 2.1 – Габарити та його розміри БелАЗ - 75710

Caterpillar Inc. (Америка) – провідний світовий виробник гірничої, будівельної та енергетичної техніки зі штаб-квартирою в місті Дірфілд, штат Іллінойс, США. Заснована у 1925 році, компанія є визнаним лідером у сфері виробництва кар'єрних автосамоскидів та спеціалізованої важкої техніки.

Caterpillar виробляє широку лінійку кар'єрних самоскидів, які класифікуються за вантажопідйомністю:

1. Середні самоскиди (55–130 тонн):

CAT 777G – вантажопідйомність ~ 100 т; використовується в кар'єрах середньої продуктивності, особливо у видобутку вапняку, марганцю, фосфатів.

CAT 785D/E – до 142 т; часто застосовується в мідних, вугільних і залізорудних кар'єрах.

2. Великі самоскиди (130–220 тонн):

CAT 789D – вантажопідйомність ~ 181 т; ефективний для глибоких відкритих розробок, де потрібне балансування потужності та економічності.

CAT 793F – вантажопідйомність ~ 227 т; одна з найпоширеніших моделей у великих залізорудних і мідних кар'єрах.

3. Надважкі самоскиди (понад 220 тонн):

CAT 797F – вантажопідйомність 400 т; одна з найбільших у світі серійно вироблених машин.

Оснащена двигуном потужністю до 4000 к.с. Використовується в таких країнах, як Австралія, Канада, Чилі, США на родовищах залізної руди, міді, вугілля, золота.

Caterpillar активно постачає техніку на великі гірничодобувні підприємства в таких регіонах: Австралія – кар'єри ВНР, Rio Tinto (залізна руда, вугілля); США – родовища міді, золота та вугілля в Неваді, Монтані, Вайомінгу; Канада – видобуток бітуму та залізної руди в Альберті й Лабрадорі; ПАР – кар'єри платини, заліза та хрому; Чилі та Перу – мідні копальні в Андах; Індія, Індонезія – відкриті розробки вугілля та залізної руди [8, с. 6]

Технічні особливості техніки Caterpillar:

- потужні дизельні двигуни великого об'єму з турбонаддувом;
- наявність гідромеханічного приводу залежно від моделі;

- телематичні системи Cat® MineStar™ для моніторингу продуктивності, контролю маршруту та діагностики в режимі реального часу;
- низький питомий розхід пального, оптимізоване навантаження на вісь;
- надійність і довговічність у важких умовах експлуатації;
- можливість переобладнання під автономне керування (випробувані безпілотні модифікації у BHP та Fortescue) [8, с. 11].

Komatsu Ltd. (Японія) – один із найвідоміших у світі виробників важкої техніки для гірничої, будівельної та промислової галузей. Заснована у 1921 році в місті Комацу (Японія), компанія розпочала свою діяльність як ремонтне підприємство гірничого обладнання, але з часом виросла до глобального промислового лідера.

Сьогодні Komatsu має понад 200 дочірніх компаній і виробничих підприємств у понад 140 країнах світу. Компанія спеціалізується на виробництві гусеничних бульдозерів, екскаваторів, навантажувачів, кар'єрних автосамоскидів і бурового обладнання.

Komatsu виробляє як механічні, так і електричні кар'єрні автосамоскиди, адаптовані до різних умов експлуатації – від середніх вугільних кар'єрів до надвеликих родовищ залізної руди, міді та золота. Багато моделей використовують АС-електропривід, який забезпечує кращу енергоефективність, плавність ходу та менший знос.

Кар'єрні самоскиди Komatsu експлуатуються на великих гірничодобувних підприємствах у всьому світі. Їх вибирають через високу надійність, ефективність та адаптивність до суворих кліматичних і геологічних умов.

Переваги кар'єрних автосамоскидів Komatsu:

1. Електропривід з АС-двигунами - нижчі витрати на обслуговування, краща тяга та економія пального.

2. Інтелектуальні системи моніторингу - система KOMTRAX Plus для відслідковування технічного стану та продуктивності.

3. Висока продуктивність та надійність у складних умовах.

4. Автоматизація та автономія - понад 500 безпілотних самоскидів (AHS) уже працюють у кар'єрах.

5. Екологічність - відповідність сучасним стандартам щодо викидів CO₂ та енергоефективності.

Таблиця 2.1 – Основні моделі кар'єрних автосамоскидів Komatsu

Модель	Вантажопідйомність	Тип приводу	Призначення
HD785-8	~92 т	Механічний	Середні кар'єри, універсальне застосування
HD1500-8	~142 т	Механічний	Вугільні та рудні кар'єри середньої продуктивності
830E-5	~230 т	Електропривід	Один із найпоширеніших автосамоскидів Komatsu у світі
860E-1K	~254 т	Електропривід	Великі рудні кар'єри з високим обсягом транспортування
960E-1K	~327 т	Електропривід	Залізорудні та мідні кар'єри з інтенсивною експлуатацією
980E-4	~363 т	Електропривід	Один із найбільших у світі кар'єрних самоскидів

Компанія Hitachi Construction Machinery Co., Ltd. є частиною великої японської корпорації Hitachi і входить до п'ятірки світових лідерів із виробництва будівельної та гірничої техніки. Заснована у 1970

році, компанія зосередилася на створенні високотехнологічних, потужних та ефективних машин, що відповідають викликам сучасної гірничодобувної галузі.

Hitachi виробляє широкий спектр техніки: гідравлічні екскаватори, навантажувачі, бурове обладнання та великотоннажні автосамоскиди. Особлива увага приділяється ефективності, безпеці, цифровим технологіям і впливу на довкілля.

Кар'єрні самоскиди Hitachi створені для транспортування великих обсягів гірничої маси в складних умовах. Вони поєднують у собі:

- високу вантажопідйомність (від 190 до 300 тонн);
- сучасні АС-електроприводи з інверторами IGBT;
- міцну, але легку конструкцію кузова;
- високоефективні гальмівні системи;
- комфортні та ергономічні кабіни з сучасною електронікою.

Таблиця 2.2 – Основні моделі автосамоскидів Hitachi

Модель	Вантажопідйомність (т)	Тип приводу	Призначення	Примітки
EH3500 AC-3	190	Електропривід (АС)	Середні і великі кар'єри	Надійність і баланс між потужністю та вагою
EH4000 AC-3	220	Електропривід (АС)	Великі рудники	Широко застосовується у вугільній і залізорудній галузі
EH5000 AC-3	296	Електропривід (АС)	Надвеликі відкриті розробки	Флагман лінійки Hitachi

Кар'єрна техніка Hitachi активно використовується в багатьох країнах світу, зокрема: Австралія – регіон Пілбара, де компанії *BHP* і *Rio Tinto* застосовують автосамоскиди для перевезення залізної руди; Чилі – мідні родовища, де критичною є здатність техніки перевозити великі обсяги вантажу; Канада – видобуток нафти з пісків і робота в гірничих шахтах; Казахстан і Узбекистан – експлуатація у кар'єрах кольорових металів; Південно-Африканська Республіка (ПАР) – робота в екстремальних умовах із високим рівнем запиленості; Україна – розглядається як перспективний регіон для впровадження техніки Hitachi на залізрудних підприємствах [22, с. 31].

Автосамоскиди Hitachi поєднують у собі передові інженерні рішення та практичну ефективність. Компанія постійно вдосконалює свої технології, інтегрує штучний інтелект, безпілотне керування та енергоефективність. Це робить техніку Hitachi одним із найкращих виборів для сучасних гірничодобувних підприємств.

2.2 Обґрунтування типу автосамоскиду, що пропонується до впровадження

У процесі розробки та експлуатації відкритих гірничих виробок важливе місце посідає ефективність транспортування гірничої маси, оскільки транспортна складова є однією з найвитратніших у структурі собівартості видобутку корисної копалини. У зв'язку з цим виникає необхідність постійного вдосконалення транспортної логістики, модернізації техніки та впровадження нових зразків автотранспорту, які б відповідали сучасним вимогам щодо продуктивності, економічності, надійності та екологічної безпеки.

На даний момент на підприємстві використовується автосамоскид БелАЗ 75131, який протягом тривалого часу демонстрував стабільні показники роботи та високий коефіцієнт готовності. Проте, з

урахуванням зростаючих потреб у збільшенні обсягів перевезення гірничої маси, а також необхідності зниження витрат на технічне обслуговування і експлуатацію, виникає потреба у впровадженні нової, більш ефективної моделі – автосамоскида Caterpillar 789.

Паспорт завантаження автосамоскида Caterpillar 789.

Тип породи	Об'ємна вага, т/м ³	Коеф. розрихлення	Об'єм розрихл., м ³	К-сть ковші в 8 м ³	К-сть ковші в 10 м ³	К-сть ковші в 12 м ³
Скельна розкривна (кварцити)	2.60	1.50	111.3	15.5	12.4	10.3
Руда (гематит-магнетитов і кварцити)	3.39	1.60	91.1	12.7	10.1	8.4
Рихла розкривна (суглинок, глина)	2.00	1.25	120.6	16.8	13.4	11.2
Сланці, амфіболов, біотитові	3.06	1.60	100.9	14.0	11.2	9.3
Амфіболіт, сланці	2.80	1.60	110.3	15.3	12.3	10.2

БелАЗ 75131 має вантажопідйомність 130 тонн, оснащений дизельним двигуном потужністю 1 350 кінських сил та демонструє добру прохідність у складних кар'єрних умовах. Однак за багатьма параметрами ця модель вже морально застаріла, зокрема в питаннях паливної економічності, комфортності для оператора, системи управління та автоматизації. [10, с. 14] До того ж, зношення машинного парку БелАЗ, складність з постачанням деяких запасних частин, а також менш розвинута сервісна підтримка на території України призводять до зниження ефективності та збільшення простоїв техніки. Альтернативою

є американський автосамоскид Caterpillar 789, який розроблений спеціально для важких умов роботи у великих кар'єрах. Його вантажопідйомність становить 193 тонни, що дозволяє за одну поїздку перевозити на 63 тонни більше, ніж БелАЗ 75131.

Це забезпечує суттєве зниження кількості рейсів на добу при тих самих обсягах видобутку, що в свою чергу сприяє зниженню навантаження на кар'єрні дороги та оптимізації паливного споживання. Потужність двигуна Caterpillar 789 становить понад 2100 кінських сил, що дозволяє забезпечити високу продуктивність навіть на складних профілях транспортних шляхів, включаючи ділянки з підйомами та серпантинами. При цьому система управління паливною витратою, а також електронні блоки контролю режимів роботи забезпечують оптимальне споживання дизельного пального і зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Переваги конструкції Caterpillar 789:

- надміцна рама, що витримує навантаження понад 200 т;
- гідравлічна гальмівна система з багатодисковими гальмами у масляній ванні – краща безпечність на спусках;
- покращена система охолодження для тривалої роботи на високих навантаженнях;
- адаптованість до роботи на висотах, у спеку та в умовах запиленості.

Варто також наголосити на ергономіці робочого місця оператора. Кабіна Caterpillar 789 обладнана системами клімат-контролю, шумопоглинання, автоматичного контролю нахилу та вібрації, що значно підвищує комфорт і знижує втому водія під час багатогодинної зміни. Це опосередковано впливає на зниження аварійності та підвищення безпеки робіт. Техніка компанії Caterpillar має розвинену мережу офіційних сервісних центрів в Україні, що дозволяє здійснювати

своєчасне технічне обслуговування, проводити діагностику, ремонти та оновлення програмного забезпечення [8, с. 21].

У сучасних умовах функціонування гірничовидобувних підприємств питання підвищення ефективності транспортування гірничої маси є одним із пріоритетних. Транспортна складова у структурі собівартості видобутку руди є надзвичайно вагомою, тому вибір оптимального типу автосамоскида відіграє ключову роль у забезпеченні стабільної, ритмічної й економічно вигідної роботи кар'єру. На підприємстві наразі експлуатується автосамоскид БелАЗ 75131, який, попри свою надійність і відпрацьовану систему експлуатації, вже не повною мірою відповідає вимогам часу. З огляду на це пропонується розгляд і впровадження більш сучасного і продуктивного рішення – автосамоскиду Caterpillar 789D [8, с. 29].

У технічному аспекті Caterpillar 789 має низку суттєвих переваг. Насамперед, це значно вища вантажопідйомність, що дозволяє зменшити кількість рейсів за зміну при тому самому обсязі навантаження. Це позитивно впливає на загальне навантаження на внутрішньокар'єрні дороги, зменшує інтенсивність роботи техніки, знижує витрати на паливо, шини, технічне обслуговування та поточні ремонти. Водночас це сприяє подовженню ресурсу транспортної інфраструктури кар'єру.

Caterpillar 789 має значно вищий моторесурс основних агрегатів завдяки сучасним технологіям виробництва, високоякісним матеріалам та інженерним рішенням. Двигун даної моделі забезпечує не тільки високу потужність, а й підвищену економічність за рахунок електронної системи управління витратою пального та оптимізації режимів роботи. Зниження питомого споживання дизельного пального дозволяє суттєво скоротити експлуатаційні витрати у довгостроковій перспективі, а також зменшити викиди CO₂ та інших шкідливих речовин, що має значення в контексті зростаючої уваги до екологічних стандартів [8, с. 11].

Особливої уваги заслуговує інтеграція сучасних систем моніторингу та діагностики. Caterpillar 789 обладнаний телематичною системою Cat® Product Link™, яка дозволяє дистанційно відслідковувати технічний стан машини, фіксувати режими її роботи, виявляти несправності на ранніх стадіях, планувати обслуговування та запобігати аваріям [8, с. 18]. Це забезпечує високу надійність техніки, зменшує кількість незапланованих простоїв і, відповідно, втрат виробництва.

2.3 Порівняння автосамоскидів за техніко-економічними показниками

У порівнянні з БелАЗ 75131, Caterpillar 789 має кращу ергономіку робочого місця. Кабіна оператора проектувалася з урахуванням передових вимог до комфорту, безпеки й захисту від шуму, вібрації та пилу. Це важливо в умовах тривалих змін, коли від психофізіологічного стану водія залежить безпечність руху й ефективність процесу транспортування.

З економічної точки зору впровадження нових автосамоскидів доцільне не лише завдяки їхній продуктивності, а й через нижчу вартість експлуатації на одиницю перевезеної гірничої маси. У довгостроковому розрізі витрати на ремонт і обслуговування Caterpillar 789 є передбачуваними, стандартизованими й легко оптимізуються через існуючу в Україні мережу офіційного сервісу CAT [8, с. 25]. Це вигідно відрізняє їх від БелАЗ, запасні частини до яких можуть бути менш доступними або дорожчими через логістичні складнощі та складність з оперативним постачанням.

Таблиця 2.3 – Порівняльна характеристика автосамоскидів

Показник	БелАЗ 75131	Caterpillar 789
Вантажопідйомність, т	130	193
Потужність двигуна, к.с.	1 350	2 100
Тип трансмісії	Автоматизована	Механічна
Витрата пального, л/100 км	~185	~170
Привід	Електромеханічний	Механічний
Мінімальний радіус повороту, м	13	13,8
Середня швидкість на підйомі, км/год	10	14
Комфортність кабіни	Середня	Висока
Доступність запчастин в Україні	Обмежена	Висока
Сервісна підтримка	Вузька	Широка (CAT-сервіс)

Серед інших переваг варто відзначити модульну конструкцію машин Caterpillar, що дозволяє проводити оперативну заміну агрегатів у разі потреби без виведення техніки з експлуатації на тривалий термін. Крім того, техніка Caterpillar адаптована до цифрових систем планування та управління гірничими роботами, що особливо актуально в умовах автоматизації та цифрової трансформації видобувної галузі.

Наявність сучасних інструментів цифрового планування маршрутів, автоматичного контролю навантаження, аналізу витрат пального та технічного стану у режимі реального часу забезпечує кар'єрному підприємству можливість точного прогнозування витрат, оптимізації ресурсів і прийняття рішень на основі даних, а не інтуїції. Це виводить організацію транспортного процесу на якісно новий рівень [14, с. 11].

Таким чином, з урахуванням всіх технічних, експлуатаційних, економічних і екологічних факторів, автосамоскид Caterpillar 789D є

оптимальним рішенням для оновлення та модернізації парку транспортної техніки. Його впровадження дозволить досягти високих показників ефективності, знизити витрати на транспортування, підвищити надійність процесу та покращити екологічні стандарти роботи підприємства. Це стратегічний крок у напрямку енергоефективного, безпечного та конкурентоспроможного виробництва, який повністю відповідає сучасним вимогам гірничої галузі.

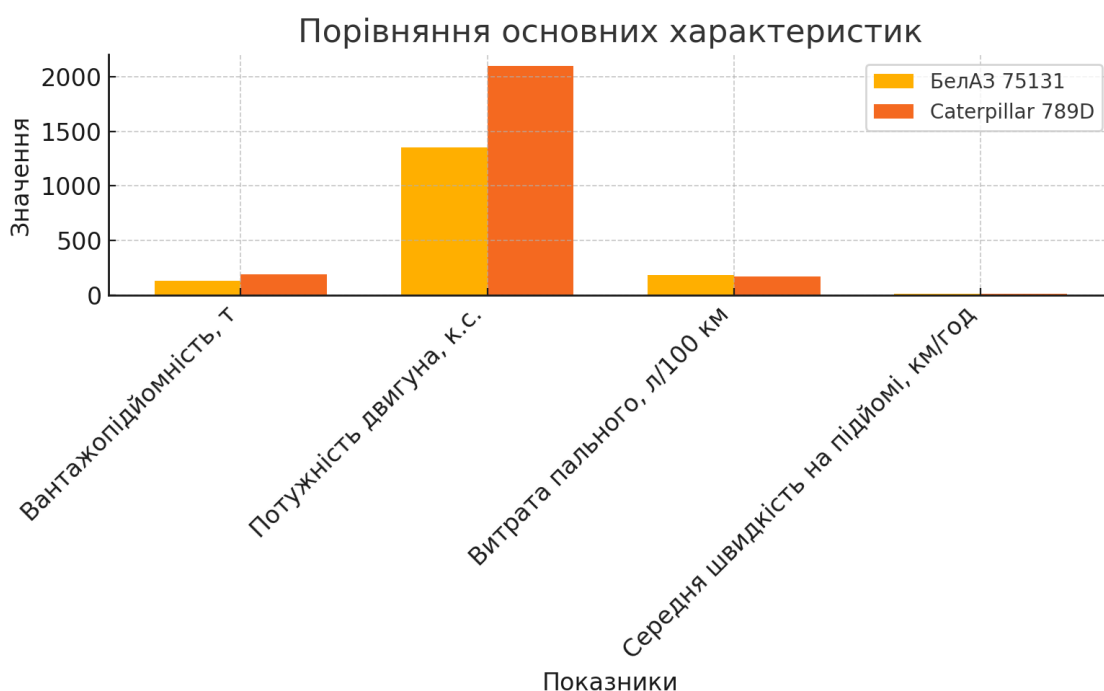


Рисунок 2.2 – Графік порівняння автосамоскидів

На рисунку 2.1 подано порівняння основних технічних характеристик двох моделей автосамоскидів, що дозволяє візуально оцінити переваги Caterpillar 789.

Економічна доцільність Caterpillar 789 проявляється в наступному:

1. нижча собівартість транспортування 1 тонни гірничої маси за рахунок меншої кількості рейсів;
2. менші витрати на обслуговування, оскільки агрегати мають вищу надійність і триваліший міжремонтний інтервал;

3. наявність розвиненої сервісної мережі CAT в Україні, що забезпечує оперативне постачання запчастин і мінімізацію простоїв техніки;

4. системи телеметрії та моніторингу, що дозволяють контролювати витрати пального, технічний стан і навантаження в реальному часі.

Екологічні та інноваційні аспекти Caterpillar 789 порівняно з БелАЗ 75131. Caterpillar 789 відзначається зниженим рівнем викидів завдяки вдосконаленій системі впорскування пального та турбонаддуву. Це особливо актуально у зв'язку з посиленням екологічного контролю та глобальними трендами сталого розвитку. Крім того, машина має можливість інтеграції з цифровими системами керування видобутком – MineStar, що дозволяє керівництву підприємства аналізувати навантаження, пробіг, витрати пального та простої в реальному часі.

Інноваційні переваги:

- дистанційне керування сервісними параметрами;
- інтелектуальна система розподілу навантаження;
- можливість інтеграції в автономні логістичні ланцюги у майбутньому (безпілотна робота).

3 ОЦІНКА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КАР'ЄРНОГО ТРАНСПОРТУ

3.1 Розрахунок продуктивності та витрат палива

Розрахунок продуктивності та витрат палива автосамоскида є ключовим етапом у техніко-економічному аналізі ефективності кар'єрного транспорту. В умовах гірничодобувного виробництва транспортна складова суттєво впливає на загальну собівартість видобутої корисної копалини, тому правильна оцінка експлуатаційних показників техніки дозволяє обґрунтовано підходити до вибору автопарку, планування маршрутів та організації транспортного процесу.

У цьому пункті проводиться комплексний технічний розрахунок, мета якого — визначити змінну продуктивність автосамоскида, тобто кількість гірничої маси, яку він може перевезти за зміну, з урахуванням тривалості одного повного транспортного циклу. Цикл включає час на навантаження, рух у завантаженому стані, розвантаження, повернення порожнім та допоміжні операції. На основі цих даних обчислюється кількість можливих рейсів за одну зміну, що є основою для визначення загального обсягу перевезеного вантажу [25, с. 4].

Крім того, розраховуються витрати пального, що споживаються при виконанні одного рейсу та за повну зміну. Це дозволяє встановити загальні паливні витрати, а також визначити їхню питому величину – на 1 тону перевезеного вантажу та на 100 тонно-кілометрів шляху. Такі показники є важливими з точки зору енергетичної ефективності роботи техніки та економічного обґрунтування її використання у конкретних виробничих умовах.

Отримані результати дають змогу здійснити порівняльний аналіз різних типів автосамоскидів і вибрати найраціональніший варіант для

експлуатації в кар'єрі, виходячи з співвідношення між продуктивністю, витратами пального та експлуатаційними витратами в цілому. Це є особливо важливим при оновленні автопарку, розробці заходів з підвищення ефективності транспортування гірничої маси або при проектуванні нових кар'єрів.

Оцінка ефективності роботи кар'єрного транспорту є важливим етапом у техніко-економічному обґрунтуванні вибору техніки. Одним з основних критеріїв ефективності є продуктивність автосамоскида, а також рівень витрат палива, що безпосередньо впливають на собівартість транспортування гірничої маси [25, с. 11].

Розрахунок продуктивності автосамоскидів Caterpillar 789 на автовідвал.

Розрахунок тривалості одного рейсу автосамоскида. Для цього необхідно обчислити, скільки часу займає перевезення вантажу від екскаватора до автовідвалу.

Формула повного циклу одного рейсу:

$$t_{\text{рейсу}} = t_{\text{перевезення}} + t_{\text{порожній хід}} + t_{\text{н}} + t_{\text{р}} + t_{\text{д}} \quad (3.1)$$

де:

$$t_{\text{перевезення}} = \frac{L}{V_1} \cdot 60 \quad (3.2)$$

$$t_{\text{порожній}} = \frac{L}{V_2} \cdot 60 \quad (3.3)$$

$t_{\text{н}}$ – час навантаження (залежить від екскаватора)

$$t_{\text{р}} = 2$$

$$t_{\text{д}} = 4$$

$$t_{\text{перевезення}} = \frac{14,5}{20} \cdot 60 = 43,5 \text{ хв}$$

$$t_{\text{порожній}} = \frac{14,5}{30} \cdot 60 = 29 \text{ хв}$$

Розрахунок перевезення (ЕКГ - 8) $t_{\text{н}} = 7,2$

$$t_{\text{рейсу}} = 43,5 + 29 + 7,2 + 2 + 4 = 85,7 \text{ хв.}$$

Розрахунок перевезення (ЕКГ - 10) $t_n = 5,37$

$$t_{\text{рейсу}} = 43,5 + 29 + 5,37 + 2 + 4 = 83,87 \text{ хв.}$$

Розрахунок перевезення (ЕКГ - 12) $t_n = 4,80$

$$t_{\text{рейсу}} = 43,5 + 29 + 4,8 + 2 + 4 = 83,3 \text{ хв}$$

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку продуктивності автосамоскида Caterpillar 789

№	Показник	Позначення	Од. виміру	Значення	Примітка
1	Вантажопідйомність автосамоскида	Q_a	т	193	Caterpillar 789
2	Об'єм кузова (повний)	V_a	м ³	130	Стандарт
3	Об'ємна вага вантажу (середня)	γ	т/м ³	2,8	Залежить від типу породи
4	Відстань транспортування	L	км	14,5	відвал
				6	ККД (конвеєр) ПМ (перевантажувальний майданчик)
5	Технічна швидкість з вантажем	V_1	км/год	20	
6	Технічна швидкість без вантажу	V_2	км/год	30	
7	Час навантаження				
7.1	ЕКГ - 8	t_n	хв	7,2	
7.3	ЕКГ - 10			5,37	
7.3	ЕКГ - 12			4,80	
8	Час розвантаження	t_r	хв	2	
9	Час на допоміжні операції	t_d	хв	4	Маневри, очікування
10	Коефіцієнт використання часу	$K_{ч}$	-	0,85	Враховує втрати часу
11	Кількість робочих змін на добу	Z	змін/добу	2	
12	Тривалість зміни	T	год	12	

Розрахунок кількості рейсів за зміну. Для розрахунку кількості рейсів автосамоскида на відвал для різних екскаваторів використовуємо формулу:

$$n = \frac{T \cdot 60 \cdot K_{\text{ч}}}{t_{\text{рейсу}}} \quad (3.4)$$

де:

$T = 12$ год – тривалість зміни;

60 – переведення години у хвилини;

$K_{\text{ч}} = 0,85$ – коефіцієнт використання часу;

$t_{\text{рейсу}}$ – час одного рейсу, хв

Розрахунок рейсів від екскаватора ЕКГ – 8.

$$n = \frac{12 \cdot 60 \cdot 0,85}{85,7} = \frac{612}{85,7} = 7,14 \text{ рейсів.}$$

Розрахунок рейсів від екскаватора ЕКГ – 10.

$$n = \frac{612}{83,87} = 7,30 \text{ рейсів}$$

Розрахунок рейсів від екскаватора ЕКГ – 12.

$$n = \frac{612}{83,3} = 7,35 \text{ рейсів}$$

Розрахунок змінної продуктивності автосамоскида. Для розрахунку змінної продуктивності автосамоскида використовуємо формулу:

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{а}} \cdot n \quad (3.5)$$

де:

$Q_{\text{а}} = 193$ т – вантажопідйомність автосамоскида;

n – кількість рейсів за зміну;

Розрахунок змінної продуктивності від ЕКГ – 8.

$$Q_{\text{зм}} = 193 \cdot 7,14 = 1378 \text{ т.}$$

Розрахунок змінної продуктивності від ЕКГ – 10.

$$Q_{\text{зм}} = 193 \cdot 7,30 = 1409,9 \text{ т.}$$

Розрахунок змінної продуктивності від ЕКГ – 12.

$$Q_{зм} = 193 \cdot 7,35 = 1418,6 \text{ т.}$$

Розрахунок добової продуктивності автосамоскида. Для розрахунку добової продуктивності автосамоскида використаємо формулу:

$$Q_d = Q_{зм} \cdot Z \quad (3.6)$$

де:

$Q_{зм}$ – змінна продуктивність (т);

$Z = 2$ – кількість робочих змін на добу.

Розрахунок (ЕКГ-8):

$$Q_d = 1378 \cdot 2 = 2756 \text{ т}$$

Розрахунок (ЕКГ-10):

$$Q_d = 1\,408,9 \cdot 2 = 2817,8 \text{ т}$$

Розрахунок (ЕКГ-12):

$$Q_d = 1\,418,6 \cdot 2 = 2837,2 \text{ т.}$$

Таблиця 3.4 – Результати розрахунків повного циклу та продуктивності автосамоскида Caterpillar 789 при русі на автовідвал

№	Показник	Одиниця	ЕКГ-8	ЕКГ-10	ЕКГ-12
1	Час навантаження	хв	7,2	5,37	4,80
2	Час перевезення (з вантажем)	хв	43,5		
3	Час порожнього ходу	хв	29,0		
4	Час розвантаження	хв	2,0		
5	Час на допоміжні операції	хв	4,0		
6	Повний цикл рейсу	хв	85,7	83,87	83,3
7	Кількість рейсів за зміну	рейсів/зміну	7,14	7,30	7,35

8	Змінна продуктивність	т/зміну	1 378,0	1 408,9	1 418,6
9	Добова продуктивність	т/добу	2 756,0	2 817,8	2 837,2

Розрахунок продуктивності автосамоскидів Caterpillar 789 на ККД 1,2 та ПМ.

Необхідно обчислити, скільки часу займає перевезення вантажу від екскаватора до конвеєра чи перевантажувального майданчика. Для цього беремо всі ті самі формули та підставляємо значення.

Розрахунок часу перевезення:

$$t_{\text{перевезення}} = \frac{6}{20} \cdot 60 = 18 \text{ хв}$$

$$t_{\text{порожній}} = \frac{6}{30} \cdot 60 = 12 \text{ хв}$$

Повний цикл рейсу:

Розрахунок перевезення (ЕКГ - 8) $t_H = 7,2$

$$t_{\text{рейсу}} = 18 + 12 + 7,2 + 2 + 4 = 43,3 \text{ хв.}$$

Розрахунок перевезення (ЕКГ - 10) $t_H = 5,37$

$$t_{\text{рейсу}} = 18 + 12 + 5,37 + 2 + 4 = 41,37 \text{ хв.}$$

Розрахунок перевезення (ЕКГ - 12) $t_H = 4,80$

$$t_{\text{рейсу}} = 18 + 12 + 4,8 + 2 + 4 = 40,8 \text{ хв.}$$

Кількість рейсів за зміну:

Розрахунок рейсів від екскаватора ЕКГ – 8.

$$n = \frac{12 \cdot 60 \cdot 0,85}{43,3} = \frac{612}{85,7} = 14,17 \text{ рейсів.}$$

Розрахунок рейсів від екскаватора ЕКГ – 10.

$$n = \frac{612}{41,37} = 14,8 \text{ рейсів}$$

Розрахунок рейсів від екскаватора ЕКГ – 12.

$$n = \frac{612}{40,8} = 15 \text{ рейсів}$$

Зміна продуктивність:

Розрахунок змінної продуктивності від ЕКГ – 8.

$$Q_{зм} = 193 \cdot 14,7 = 2837,1 \text{ т.}$$

Розрахунок змінної продуктивності від ЕКГ – 10.

$$Q_{зм} = 193 \cdot 14,8 = 2856,4 \text{ т.}$$

Розрахунок змінної продуктивності від ЕКГ – 12.

$$Q_{зм} = 193 \cdot 15 = 2895 \text{ т.}$$

Добова продуктивність:

Розрахунок (ЕКГ-8):

$$Q_{д} = 2837,1 \cdot 2 = 5674,2 \text{ т}$$

Розрахунок (ЕКГ-10):

$$Q_{д} = 2856,4 \cdot 2 = 5712,8 \text{ т}$$

Розрахунок (ЕКГ-12):

$$Q_{д} = 2895 \cdot 2 = 5790 \text{ т.}$$

Таблиця 3.5 – Результати розрахунків ефективності автосамоскида Caterpillar 789 при русі на ККД 1, 2 та ПМ

№	Показник	Одиниця	ЕКГ-8	ЕКГ-10	ЕКГ-12
1	Час повного рейсу	хв	43,2	41,37	40,8
2	Кількість рейсів за зміну	рейсів/зміну	14,17	14,80	15,00
3	Змінна продуктивність	т/зміну	2 735,8	2 856,4	2 895,0
4	Добова продуктивність	т/добу	5 471,6	5 712,8	5 790,0

Виконаю розрахунок витрати пального для самоскида Caterpillar 789 на відстанях 14,5 км і 6 км згідно методики «Метінвест Холдинг» (Кривий Ріг, 2017), із урахуванням зимової надбавки (окремо).

Таблиця 3.6 – Вихідні данні для розрахунку палива

Показник	Позначення	Значення	Одиниці
Відстань транспортування	L	14,5 та 6	км
Висота підйому	H	194	м
Експлуатаційна маса	$G_{\text{експ.}}$	137	т
Навантаження	$G_{\text{пр.}}$	193	т
Коеф. використання пробігу	$k_{\text{проб.}}$	0,95	–
Удільна витрата двигуна	$c_{\text{уд}}$	209	г/кВт·год
ККД трансмісії	η	0,90	–
Щільність дизпалива	ρ	0,83	г/см ³
Коеф. опору коченню	$k_{\text{ск}}$	0,03	–
Прискорення вільного падіння	g	9,81	м/с ²
Зимова надбавка	$k_{\text{зим}}$	0,02	–

Розрахунок ($L = 14,5$ км.)

Визначення повної маси автосамоскида

$$G_{\text{полн}} = G_{\text{експ}} + G_{\text{пр}} \quad (3.7)$$

$$G_{\text{полн}} = 137 + 193 = 330 \text{ т}$$

1. Поздовжній ухил дороги:

$$i = \frac{H}{L} = \frac{194}{14500} = 0,0134$$

2. Сила опору дороги:

$$F_{\text{доб}} = (0,03 + 0,0134) \cdot 330 \cdot 9,81 = 0,04338 \cdot 330 \cdot 9,81 \approx 140,5 \text{ кН}$$

3. Витрата палива на завантаженому ході:

$$Q^{\text{гр}} = \frac{209 \cdot 140500}{0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1000} \approx 478,65 \text{ л/100 км}$$

4. Порожній хід:

$$F_{\text{дор}}^{\text{пор}} = (0,03 + 0,0134) \cdot 137 \cdot 9,81 = 0,0434 \cdot 137 \cdot 9,81 = 58,328 \text{ кН}$$

$$q_{\text{пор}} = \frac{209 \cdot 58,328}{0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1000} \approx 171,78 \text{ л/100 км}$$

5. Загальна експлуатаційна норма (л/100 км):

$$q_{\text{експ}} = q_{\text{пр}} + q_{\text{зав}} = 458,65 + 171,78 = 630,43 \text{ л.}$$

6. Удільна норма витрати палива (л/100 ткм):

$$q_{\text{уд}} = \frac{630 \cdot 0,01 \cdot 0,83 \cdot 14500}{193} \cdot (1 + 1,2) = 864,27 \text{ л/100ткм}$$

Розрахунок (L = 6 км.)

1. Поздовжній ухил дороги:

$$i = \frac{H}{L} = \frac{194}{6000} = 0,0323$$

2. Сила опору дороги:

$$F_{\text{доб}} = (0,03 + 0,0323) \cdot 330 \cdot 9,81 = 0,06233 \cdot 330 \cdot 9,81 \approx 201,5 \text{ кН}$$

3. Витрата палива на завантаженому ході:

$$Q^{\text{гр}} = \frac{209 \cdot 201500}{0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1000} \approx 593 \text{ л/100 км}$$

4. Порожній хід:

$$F_{\text{дор}}^{\text{пор}} = (0,03 + 0,0323) \cdot 137 \cdot 9,81 = 83,72 \text{ кН}$$

$$q_{\text{пор}} = \frac{209 \cdot 83,72}{0,95 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1000} \approx 246,56 \text{ л/100 км}$$

5. Загальна експлуатаційна норма (л/100 км):

$$q_{\text{експ}} = q_{\text{пр}} + q_{\text{зав}} = 593 + 246,56 = 593 + 246,56 = 839,56 \text{ л.}$$

6. Удільна норма витрати палива (л/100 ткм):

$$q_{\text{уд}} = \frac{839,56 \cdot 0,01 \cdot 0,83 \cdot 6000}{193} \cdot (1 + 1,2) = 476,6 \text{ л/100ткм}$$

Таблиця 3.7 – Підсумкові результати розрахунку витрат дизельного палива автосамоскидом Caterpillar 789 при перевезенні гірничої маси на різні відстані

№	Показник	L = 14,5 км	L = 6 км
1	Повна маса автосамоскида, т	330	330
2	Поздовжній ухил дороги	0,0134	0,0323
3	Сила опору дороги при русі з вантажем, кН	140,5	201,5
4	Витрата палива при русі з вантажем, л/100 км	478,65	593,00
5	Сила опору дороги при русі без вантажу, кН	58,33	83,72
6	Витрата палива при порожньому русі, л/100 км	171,78	246,56
7	Загальна експлуатаційна витрата палива, л/100 км	630,43	839,56
8	Удільна норма витрати пального (з урахуванням зимової надбавки), л/100 ткм	864,27	476,6

3.2 Оцінка терміну окупності інвестицій у новий транспорт

Одним із ключових економічних аспектів під час оновлення парку кар'єрної техніки є оцінка терміну окупності інвестицій. Такий аналіз дозволяє визначити, за який період придбання нового автосамоскида забезпечить повне повернення вкладених коштів завдяки економії на експлуатаційних витратах та підвищенню ефективності перевезень.

Термін окупності ($T_{ок}$) визначається за формулою:

$$T_{ок} = \frac{I}{E_{річн}} \quad (3.8)$$

де:

I – обсяг інвестицій, грн;

$E_{річн}$ - річна економія, грн/рік, що досягається за рахунок зниження експлуатаційних витрат і збільшення продуктивності.

Для обґрунтування розрахунку терміну окупності необхідно оцінити фактичну собівартість перевезення 1 тонни гірничої маси на існуючій техніці та на запропонованому новому автосамоскиді.

Розрахунок проводиться для великовантажного кар'єрного самоскида, що працює у двозмінному режимі 30 днів на місяць. Основні дані наведено в таблиці 3.8.

Розрахунок перевезеної маси:

$$Q = N \cdot D \cdot G \quad (3.9)$$

$$Q = 30 \cdot 30 \cdot 193 = 173700 \text{ т/міс.}$$

Витрати на паливо:

$$V_{\text{рейс}} = \frac{839,56}{100} \cdot 12 = 100,75 \text{ л/рейс}$$

$$V_{\text{заг}} = 900 \cdot 100,75 = 90,675 \text{ л/міс}$$

$$V_{\text{паливо}} = 90675 \cdot 50 = 4533750 \text{ грн/міс}$$

Таблиця 3.8 – Вихідні дані для розрахунку вартості транспортування 1 тонни гірничої маси

№	Показник	Позначення	Значення	Одиниця виміру
1	Витрата пального на 100 км	V_{100}	839,56	л/100 км
2	Вартість 1 л пального	$C_{\text{пального}}$	50	грн/л
3	Відстань в одну сторону	L	6	км
4	Повна відстань рейсу (туди й назад)	$L_{\text{пов}}$	12	км
5	Вантажопідйомність самоскида	G	193	т
6	Кількість рейсів на добу	N	30	рейсів на добу
7	Тривалість зміни	T	12	год/зміна
8	Кількість змін на добу	Z	2	змін/добу
9	Зарплата водія за місяць	$C_{\text{ЗП}}$	30 000	грн
10	Витрати на ремонт і ТО за місяць	$C_{\text{ремонт}}$	60 000	грн
10	Амортизаційні відрахування за місяць	$C_{\text{аморт}}$	60 000	грн
11	Інші експлуатаційні витрати за місяць	$C_{\text{інше}}$	30 000	грн

Інші витрати:

$$C_{\text{інші}} = C_{\text{ЗП}} + C_{\text{ремонт}} + C_{\text{аморт}} + C_{\text{інше}} \quad (3.10)$$

$$C_{\text{інші}} = 30000 + 60000 + 60000 + 30000 = 180000 \text{ грн}$$

Загальні витрати:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{паливо}} + C_{\text{інші}} = 4533750 + 180000 = 4713750 \text{ грн/міс}$$

Собівартість перевезення 1 тонни:

$$C_{1\text{т}} = \frac{C_{\text{заг}}}{Q} \quad (3.11)$$

$$C_{1\text{т}} = \frac{4713750}{173700} \approx 27,13 \text{ грн/т}$$

Вартість нового самоскида складає:

$$I = 45000000 \text{ грн}$$

Якщо порівняно з існуючою технікою економія становить **5** грн/т, то за місяць економія:

$$E_{\text{міс}} = 173700 \cdot 5 = 868500 \text{ грн}$$

Річна економія:

$$E_{\text{річн.}} = 868500 \cdot 12 = 10422000 \text{ грн}$$

Тоді:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{45000000}{10422000} \approx 4,32 \text{ роки}$$

Запропоноване впровадження нового автосамоскида дозволяє забезпечити значну економію експлуатаційних витрат, зменшити собівартість транспортування та підвищити ефективність виробництва. Розрахунковий термін окупності становить приблизно 4,3 роки, що відповідає нормативному строку для гірничої техніки й робить інвестицію економічно доцільною.

3.3 Вплив впровадження на продуктивність кар'єру

У межах Ганнівського кар'єру ПАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» для транспортування гірничої маси на сьогодні активно використовується великовантажна кар'єрна техніка, зокрема самоскиди типу БелАЗ 75131. Дана модель є типовим представником радянської школи машинобудування та широко застосовується в гірничодобувній галузі України, зокрема на підприємствах, що спеціалізуються на відкритому видобутку залізної руди.

Автосамоскид БелАЗ 75131 має вантажопідйомність 130 тонн та обладнаний дизельним двигуном потужністю близько 1550 к.с. У стандартному виробничому циклі цей транспортний засіб здійснює близько 15–17 повних рейсів за зміну, залежно від гірничо-геологічних умов, транспортної відстані, погодних факторів та ефективності роботи навантажувального устаткування [9, с. 6].. Таким чином, середня продуктивність одного самоскида в умовах кар'єру становить близько 2100 - 2500 тонн за одну робочу зміну.

Разом з тим, тривалий термін експлуатації техніки призводить до зниження її технічної готовності, збільшення частоти технічного обслуговування та підвищених витрат на ремонт. БелАЗ 75131 є конструктивно простим, однак вже застарілим як у плані паливної ефективності, так і з точки зору забезпечення комфорту та безпеки оператора. Споживання пального в умовах повного навантаження сягає до 840 літрів на 100 км, що в умовах постійного циклічного руху призводить до значних витрат дизельного палива.

Також слід відзначити, що використання даного типу техніки створює додаткове навантаження на систему технічного забезпечення підприємства, оскільки потребує наявності запчастин, висококваліфікованого персоналу для ремонту та додаткових ресурсів

на підтримання працездатності машин у холодний або екстремальний температурний період. У свою чергу, збільшення кількості простоїв автосамоскидів веде до зниження загального видобутку породи та зменшення ефективності виробничого процесу в цілому.

У зв'язку з вищезазначеним, виникає об'єктивна необхідність модернізації транспортного парку підприємства з метою підвищення продуктивності, зменшення собівартості перевезень та покращення енергоефективності. Одним з потенційних напрямів удосконалення є впровадження сучасних великовантажних кар'єрних самоскидів нового покоління, зокрема автосамоскида Caterpillar 789, техніко-економічні показники якого суттєво перевищують показники техніки, що використовується на даний момент.

У межах техніко-економічного обґрунтування модернізації транспортної системи Ганнівського кар'єру ПАТ «Північний ГЗК» як альтернативу існуючим автосамоскидам типу БелАЗ 75131 пропонується впровадження кар'єрних самоскидів нового покоління, зокрема моделі Caterpillar 789. Дана модель є одним із найсучасніших представників важкого великовантажного автотранспорту, який широко застосовується на кар'єрах з інтенсивним добуванням корисних копалин у США, Канаді, Австралії та інших країнах з високим рівнем механізації гірничих робіт.

Автосамоскид Caterpillar 789 призначений для транспортування великої кількості гірничої маси при збереженні високої ефективності роботи, низьких експлуатаційних витрат та підвищеної надійності[8, с. 1].. Він має вантажопідйомність до 193 тонн, що на 3% перевищує аналогічний показник для БелАЗ 75131 (130 т). Це дозволяє скоротити кількість рейсів для перевезення однакового обсягу гірничої маси, тим самим зменшуючи навантаження на транспортну мережу кар'єру та знижуючи сумарні витрати пального.

Таблиця 3.9 – Порівняння технічних характеристик автосамоскидів

Показник	БелАЗ 75131	Caterpillar 789
Вантажопідйомність, т	130	193
Повна маса, т	237100	324300
Потужність двигуна, к.с.	1550	1900
Середня витрата пального, л/100 км	1220	840
Швидкість руху з повним навантаженням	30 км/год	
Об'єм кузова, м ³	46	130
Орієнтовна продуктивність, т/зміну	1950	2895

Порівняння продуктивності самос

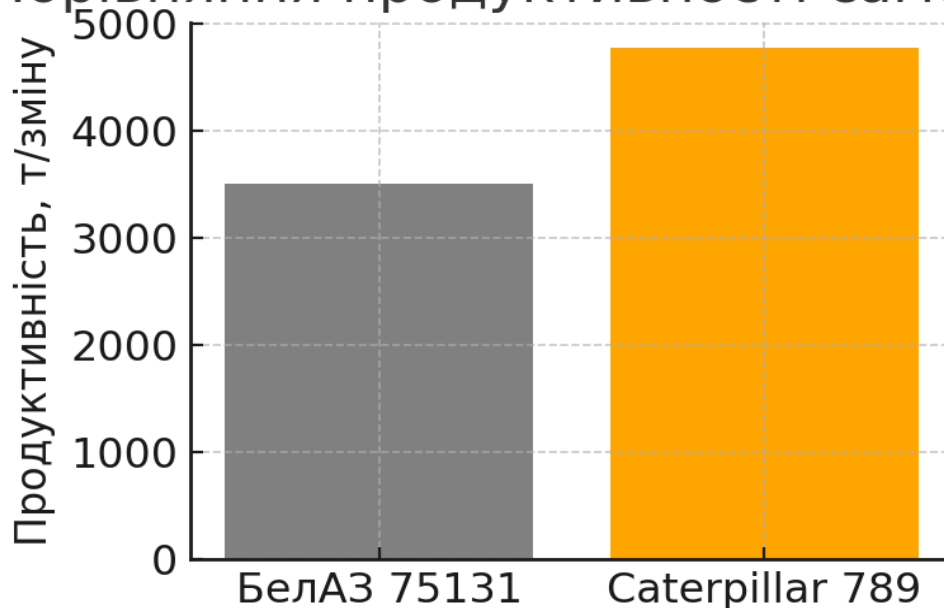


Рисунок 3.1 – Порівняння добової продуктивності автосамоскидів

З метою оцінки ефективності впровадження нового автосамоскида Caterpillar 789 порівнюється його добова продуктивність з існуючою технікою, що експлуатується в Ганнівському кар'єрі ПАТ «Північний

ГЗК». Розрахунок базується на припущенні, що середня кількість повних рейсів за зміну становить 27, що відповідає типовому режиму роботи автосамоскида в умовах кар'єру.

Добова продуктивність розраховується за формулою:

$$\Pi = Q \cdot N \quad (3.12)$$

де:

Π – продуктивність, т/зміну;

Q – вантажопідйомність одного самоскида, т;

N – кількість рейсів за зміну.

З урахуванням однакової кількості рейсів (з розрахунків розділу 3.1 маємо 15 рейсів), продуктивність Caterpillar 789 становитиме:

$$\Pi_{cat} = 193 \cdot 15 = 2895 \text{ т/зміну}$$

Для порівняння, продуктивність БелАЗ 75131:

$$\Pi_{БелАЗ} = 130 \cdot 15 = 1950 \text{ т/зміну}$$

Таким чином, приріст продуктивності внаслідок впровадження нового типу техніки складає:

$$\Delta\Pi = \Pi_{cat} - \Pi_{БелАЗ} = 2895 - 1950 = 945 \text{ т/зміну}$$

Переводимо у відсотки:

$$\% \Delta\Pi = \left(\frac{1950}{2895} \right) \cdot 100 = 67,1 \%$$

Таким чином, завдяки більшій вантажопідйомності Caterpillar 789 забезпечує приріст добової продуктивності на рівні понад 67,1%. Це дозволяє або зменшити загальну кількість транспорту, або збільшити обсяги перевезеної гірничої маси за одиницю часу. Додатково, при використанні більш потужної та економічної техніки, знижується витрата пального в розрахунку на одну тонну вантажу, що також позитивно впливає на загальну собівартість транспортування. Отже, впровадження автосамоскида Caterpillar 789 є обґрунтованим з точки зору підвищення продуктивності, зменшення витрат та покращення логістичних показників підприємства.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

У сучасних умовах виробництва питання охорони праці займають провідне місце в забезпеченні безпечного та ефективного функціонування підприємства. Особливої уваги ці питання потребують у гірничодобувній галузі, де працівники щоденно зазнають впливу численних шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Робота у кар'єрах пов'язана з інтенсивним використанням великовантажної техніки, значними фізичними навантаженнями, підвищеною пилом, шумом, вібрацією, а також ризиком аварійних ситуацій. У зв'язку з цим формування безпечних умов праці є критично важливим елементом виробничої діяльності [6, с. 2]..

Основна мета організації охорони праці на підприємстві – це запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і забезпечення збереження життя та здоров'я працівників. Досягнення цієї мети можливе лише за умови дотримання комплексного підходу: впровадження технічних засобів захисту, систематичного навчання персоналу, контролю за дотриманням правил безпеки, а також створення сприятливого мікроклімату на робочих місцях.

У даному розділі розглядаються основні вимоги до охорони праці водіїв кар'єрного автотранспорту, порядок організації інструктажів, медичних оглядів і стажування, перелік шкідливих та небезпечних чинників, що супроводжують виробничий процес, а також вимоги до знань і навичок, якими має володіти працівник [6, с. 8].. Особлива увага приділяється заходам попередження нещасних випадків, дій у разі надзвичайних ситуацій і забезпеченню відповідного рівня безпеки під час експлуатації великовантажних самоскидів.

Комплексне дотримання вимог охорони праці – це не лише правовий обов'язок роботодавця, а й ключ до стабільної, безпечної та ефективної роботи всього підприємства.

Основні обов'язки водія кар'єрного автотранспорту

Водій керує великовантажним самоскидом під час перевезення гірничої маси, здійснює його заправку паливом і технічне обслуговування в межах лінійного ремонту [33, с. 4].. До функцій також входить ведення шляхових документів та надання першої до медичної допомоги у разі ДТП.

Вимоги до водія під час прийняття на роботу

Перед початком роботи водій зобов'язаний пройти вступний інструктаж з охорони праці, пожежної безпеки, надання першої допомоги, а також медичний огляд і психофізіологічну експертизу. Ознайомлення з умовами праці, пільгами та компенсаціями оформлюється під підпис.

Стажування та перевірка знань. Після первинного інструктажу водій проходить стажування тривалістю не менше 30 годин під наглядом досвідченого фахівця. Далі – складання іспитів з охорони праці, ПДР та безпечних методів роботи перед комісією підприємства.

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори

Небезпечні фактори: рух техніки, порушення ПДР, робота з механізмами, підняті вантажі, електрика, розливи ПММ, слизькі ділянки, вибухові роботи, пожежонебезпека.

Шкідливі фактори: пил, шум, вібрація, вихлопні гази (NO₂, CO), пари ПММ, температурні та кліматичні коливання, нервові напруження й монотонність праці [33, с. 13]..

Необхідні знання та навички водій повинен знати принципи відкритих гірничих робіт, улаштування кар'єрного самоскида, вимоги з охорони праці та довкілля, безпеку під час навантаження/розвантаження, дії при ДТП, застосування захисних засобів і надання першої допомоги, включно з СЛР (штучне дихання та масаж серця).

Під час роботи з паливно-мастильними матеріалами водієві заборонено користуватися інструментами, які можуть створити іскру, а також відкритим вогнем або приладами з температурою, що перевищує точку самозаймання дизельного палива.

Водій зобов'язаний дотримуватися вимог чинного законодавства і нормативів, зокрема: правил дорожнього руху, охорони праці на автотранспорті та при відкритих гірничих роботах, правил пожежної безпеки, технічних інструкцій з експлуатації техніки (зокрема БелАЗ) та електробезпеки[33, с. 15]..

Для виконання обов'язків водій повинен мати при собі чинні документи: водійське посвідчення відповідної категорії, допуск до керування великовантажною технікою, дорожній лист, документи про проходження інструктажів, медогляду, навчання з охорони праці та електробезпеки, а також книгу реєстрації порушень норм охорони праці.

Водій зобов'язаний контролювати технічний стан самоскида під час роботи на маршруті, не допускати несправності, що можуть вплинути на безпеку руху. Категорично заборонено вживати алкоголь, наркотичні або токсичні речовини, палити поза визначеними зонами, перебувати в кабіні з увімкненим двигуном під час сну або тривалого відпочинку.

При прийомі на роботу водій повинен отримати інструкції з охорони праці та експлуатації техніки. Виконання робіт дозволене лише за наявності наряду-допуску, зазначеного в дорожньому листі. Заборонено самовільно змінювати маршрут або виконувати сторонні завдання.

Експлуатація техніки має відповідати інструкціям заводу-виробника, ПДР, санітарним та технічним нормам. Водій повинен дотримуватися правил безпеки під час пересування територією, уникаючи слизьких ділянок, обмерзлих сходів, бути уважним і мати не менше трьох точок опори при посадці та висадці з кабіни [33, с. 18].

Робоче місце водія має утримуватися в чистоті, без сторонніх предметів. Водій несе відповідальність за безпеку всіх осіб, що перебувають у кабіні, і зобов'язаний припинити роботу у разі виявлення небезпеки, сповістивши керівника та диспетчера.

Паливна система, гідравліка, змащення та баки повинні бути герметичними для уникнення потрапляння парів палива в робочу зону та запобігання загорянню.

Рух по території здійснюється відповідно до затвердженої схеми, по пішохідних доріжках або узбіччях, не ближче 1,5 м до стін будівель. У разі виявлення потенційної загрози водій зобов'язаний попередити колег і повідомити керівництво [6, с. 11].

При отриманні завдання на новий вид робіт необхідно пройти інструктаж з охорони праці за конкретним видом робіт.

Правила поведінки на території цеху та робочому місці:

Забороняється допускати сторонніх осіб під час управління, ремонту та обслуговування великовантажних автомобілів; працівники мають видаляти сторонніх за межі цеху.

Не можна перебувати під піднятою вантажною платформою або капотом без надійного фіксування заводськими пристроями.

Суворо дотримуватися вказівок, знаків безпеки, не пошкоджувати їх.

Забороняється знімати або пошкоджувати блокуючі пристрої, що контролюють органи управління та подачу енергії під час ремонтів відповідно до стандарту «Блокування-Маркування-Перевірка».

Заборонено розводити вогонь на території цеху; куріння лише у спеціально відведених місцях.

Використані матеріали та виробничі відходи слід збирати в спеціальні контейнери за видами відходів.

Дотримуватись особистої гігієни: мити руки перед їжею, не приймати їжу і не переодягатися на робочому місці.

Забороняється:

- приносити, зберігати та вживати алкоголь, наркотики та токсичні речовини; працівники у стані сп'яніння не допускаються до роботи;
- стоянка особистого транспорту дозволяється лише на спеціальних майданчиках, рух особистим транспортом по цеху та кар'єру заборонений;
- проїзд людей на вантажних платформах, майданчиках самоскидів, бульдозерах без спеціального обладнання заборонено;
- спільне перевезення людей і вантажів в автомобілях, призначених для перевезення людей, заборонено;
- відволікатися, займатися сторонніми справами під час роботи, залишати робоче місце без дозволу керівника;
- зберігати і перевозити деталі, що не входять до комплекту самоскида або не мають документів;
- ходити по залізничних коліях, теплотрасах, перелазити через огорожі, заходити в заборонені приміщення;
- торкатися електрообладнання без дозволу;
- вмикати і зупиняти обладнання, яке не обслуговує водій;
- перебувати під піднятим вантажем;
- викидати відходи в невідповідні контейнери;
- експлуатувати самоскид без подорожнього листа або зі несправним спідометром.

Додаткові вимоги:

Водії, що виконують ремонт, мають мати відповідне посвідчення та письмовий наряд.

При виконанні робіт дотримуватися особистої безпеки, виконувати їх без поспіху.

Забороняється порушувати план розстановки транспорту, захарашувати проходи, мити деталі легкозаймистими рідинами,

залишати автомобіль з відкритою горловиною бака, зберігати паливо та мастила в салоні.

Під час руху по комбінату бути уважним, ходити по тротуарах або назустріч транспорту.

Водії зобов'язані дбати про безпеку свою і оточуючих, знати і виконувати вимоги з охорони праці, проходити навчання, користуватись засобами захисту.

Працівники мають право відмовитися від небезпечної роботи, повідомляти про аварії і порушення.

Під час вибухових робіт водії повинні дотримуватись встановлених сигналів.

Використовувати спецодяг і засоби індивідуального захисту відповідно до норм (костюми, рукавиці, каски, респіратори тощо, з урахуванням сезону).

За порушення вимог охорони праці передбачена відповідальність згідно із законом [33, с. 21].

4.1 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед виїздом водій повинен отримати шляховий лист, пред'явити диспетчеру посвідчення водія, допуску до роботи в кар'єрі, групу з електробезпеки, право роботи на механізмі та підписатися в журналі видачі. Обов'язковий медогляд з позначкою про допуск у листі. Водій прибуває у справному спецодязі, отримує завдання та інструктаж, ознайомлюється з маршрутом і станом доріг. Якщо працює на ремонті чи ТО, розписується в книзі нарядів [6, с. 10]..

Перевірити безпечність робочого місця, дотримуватися Порядку аналізу безпеки виконання робіт (АБВР) — п'ять кроків:

- Крок 1: Визначити потенційні джерела небезпеки на кожному етапі роботи.
- Крок 2: Оцінити можливі наслідки для людей і довкілля, визначити, хто може постраждати і наскільки серйозні наслідки.
- Крок 3: Вжити заходів захисту, перевірити наявність засобів індивідуального захисту і необхідного обладнання.
- Крок 4: Продумати дії при нештатних ситуаціях — як діяти, кому повідомляти.
- Крок 5: Прийняти рішення про початок роботи тільки за умови виконання всіх заходів безпеки. Якщо сумніваєтеся — звернутися до керівника [33, с. 14].

При прийманні зміни водій перевіряє технічний стан автомобіля згідно з Правилами дорожнього руху: колеса, шини, гальма, рульове управління тощо.

Кар'єрний самоскид має бути укомплектований: вогнегасниками, знаком аварійної зупинки, аптечкою, упорами під колеса, пристроєм блокування підйому кузова під ЛЕП, дзеркалами, засобами зв'язку, заводським інструментом, фарами для освітлення та звуковим сигналом заднього ходу.

Виявлені несправності усуваються; якщо це неможливо — доповідають керівництву і діють за вказівками.

Після підготовки автомобіль подається на перевірку КТП або механіку, виїзд дозволяється лише після підпису начальника зміни.

Перед початком руху переконатися у відсутності людей і перешкод, подати звуковий сигнал, за потреби залучити допомогу.

Рух на КТП і майданчику стоянки — по одному ряду, з відстанню не менше 5 м, без руху заднім ходом.

Правила підйому і спуску з автомобіля:

- Підніматися лицем до сходів, тримаючись обома руками за поручні.

- Мати мінімум три точки опори.
- Переставляти ноги по черзі.
- Не мати сторонніх предметів, що заважають руху.
- Перевіряти чистоту і безпеку майданчиків і сходів.

Після проїзду КТП отримати наряд у майстра, зробити запис у шляховому листі і виїхати на роботу [33, с. 16].

4.2 Вимоги безпеки під час виконання роботи

Виїзд і заїзд на територію цеху дозволяється лише за погодженням з начальником зміни ГТЦ-2. Водій повинен переконатися, що вантажна платформа порожня. Максимальна швидкість руху по території – 10 км/год, у приміщеннях – 5 км/год.

Заправку проводити тільки на АЗС. Забороняється: палити, користуватися відкритим вогнем, виконувати ремонт під час заправки, переливати паливо, залишати автомобіль із запущеним двигуном, допускати сторонніх у кабінку.

При зупинці або стоянці слід вжити заходів проти викрадення та самовільного руху: заглушити двигун, включити стоянкове гальмо, вийняти ключ, замкнути кабінку, встановити мінімум два протидкатні упори.

При постановці на ремонт – заглушити двигун, застосувати стоянкове гальмо, упори, повісити табличку «Двигун не запускати – працюють люди», при піднятті кузова – застопорити страхувальним тросом [33, с. 14].

Перевірку рівня палива здійснювати спеціальними лінійками, що виключають іскроутворення.

При несправностей негайно припинити роботу, повідомити керівництво. Автомобіль ставити на рівну площадку, двигун глушити,

стоянкове гальмо ставити, реверсор і електропривод вимикати, під колеса ставити упори. На ухилах упирати колеса у запобіжний вал або повідомити керівника для організації обвалування. Забороняється залишати несправний автомобіль на проїжджій частині без огороження.

Заборонено самовільно відхилитися від маршруту, зазначеного в дорожньому листі.

Забороняється мастити, чистити або ремонтувати обладнання під час його роботи.

Інструменти повинні бути в легкодоступних місцях, без ризику випадання.

Після роботи зміни необхідно прибрати робоче місце, видалити пролиті легкозаймисті матеріали.

Під час огляду, обслуговування і ремонту двигун має бути вимкнений (крім робіт, що вимагають запуску), стоянкове гальмо встановлене, під колеса поставлені упори, вантажна платформа застопорена стопорними пристроями. Використовувати засоби індивідуального захисту.

У разі неможливості усунення несправності на лінії – відбуксирувати автомобіль спеціальним буксиром.

Водієві дозволяється виконувати на лінії: огляд, перевірку і затягування кріплень коліс, усунення витоків охолоджуючої рідини і масла, заміну патрубків і лампочок, доливання масла, заміну і регулювання приводних ременів, заміну щіток склоочисника та фільтрів. Решту робіт виконувати в цеху або на майданчику перезміни [6, с. 19].

При поломці на лінії:

- Встановити автомобіль на рівній площадці, включити стоянкове гальмо, поставити упори, ввімкнути аварійну сигналізацію та встановити знаки не ближче 40 м.
- На ухилах повернути колеса у запобіжний вал.

- В темний час ввімкнути габарити.
- Повідомити майстра.
- Отримати інструктаж перед буксируванням.
- Під час зачеплення виставити сигнальнік, перебувати у зоні зліва від руху.

- Забороняється перебувати між буксиром і несправним автомобілем.

- Починати буксирування лише після перевірки зачеплення.
- Водій несправного авто залишається в кабіні, автомобіль має справні гальма, освітлення, сигналізацію. Швидкість буксирування – до 10 км/год. Дії узгоджувати по рації або звуковим сигналом.

Водій зобов'язаний: поступатися дорогою транспорту з пасажирями, роз'їжджатися з ним на безпечній швидкості не більше 15 км/год, знижувати швидкість заздалегідь, не допускати різкого гальмування [12, с. 15].

Під час руху не відволікатися, стежити за дорогою, не залишати автомобіль у місцях з поганою видимістю або на ухилах.

Не перевищувати швидкість на кар'єрі, яка регулюється знаками; максимально – 30 км/год.

Дистанція між транспортом під час руху – не менше 50 м; між зупиненими – не менше 12 м, при цьому повідомляти рацією водія попереднього автомобіля.

Для запобігання займання:

- Не експлуатувати автомобіль з брудною або пошкодженою електропроводкою, нестандартними запобіжниками.
- При течах масла чи палива припиняти роботу.
- Щоденно перевіряти кріплення трубопроводів і захисні чохлаи.

При очікуванні завантаження слід ставати передом до екскаватора поза зоною дії ковша не ближче 25 метрів. Якщо біля екскаватора очікує

інший автомобіль, необхідно займати чергу з відстанню не менше 5 метрів [13, с. 4].

Під'їжджати до навантаження і від'їжджати слід за звуковими сигналами машиніста екскаватора:

- два коротких — під'їжджати;
- один короткий — СТОП;
- три коротких — початок навантаження;
- один довгий — закінчення навантаження, дозвіл на від'їзд.

При навантаженні на декількох екскаваторах слід користуватися звуковими сигналами та дублювати команди по радіозв'язку. Неясні сигнали повторювати по радіо.

Для безпеки заїзд під екскаватор заборонений при увімкнених проблискових маячках і вимкнених зовнішніх прожекторах у нічний час.

Якщо автосамоскид неправильно поставлено, водій має отримати команду машиніста по радіозв'язку та встановити автомобіль згідно паспорту екскаваторного забою.

Автомобіль під навантаженням повинен бути загальмований стоянковим гальмом.

Під час навантаження водій має перебувати в кабіні з закритими дверима; вихід заборонено. Навантаження дозволяється лише збоку або ззаду — пронос ковша над кабіною заборонено. Автомобіль ставити в зоні видимості екскаваторника. Водій повинен триматися за кермо двома руками, стежити за роботою машиніста, не відволікатися і не перевіряти завантаження під час роботи ковша.

Рух заборонено при поганій видимості (туман, сніг, дощ) і несприятливих дорожніх умовах.

Не дозволяється:

- зістрибування з автомобіля;
- підйом вантажної платформи ближче 40 м до ЛЕП 6 кВ без перевірки відсутності ЛЕП;

- рух з піднятим кузовом;
- робота під ЛЕП до 10 кВ, якщо відстань до проводів менша 2 м;
- розтин електроцитів і кришок при працюючому двигуні;
- переміщення високовольтного обладнання автосамоскидом;
- переїзд або перетягування кабелю автомобілем;
- рух заднім ходом понад 30 м;
- перевезення людей поза технічним наглядом без письмового дозволу;
- в'їзд і робота на неосвітлених пунктах;
- залишати автомобіль на ухилах без забезпечення проти руху (гальмо, упори, знак аварійної зупинки);
- самовільний обгін, зміну маршруту, під'їзд впритул до інших вантажівок;
- відпочинок в кабіні з працюючим двигуном;
- рух заднім ходом на АЗС;
- залишати автомобіль з працюючим двигуном;
- залишати несправний автомобіль на дорозі або майданчику.

Під час руху заднім ходом звуковий сигнал має працювати безперервно і автоматично [6, с. 11].

При контакті з електропроводом під напругою заборонено торкатися автомобіля, сходити або підніматися, поки не знеструмлено. У разі пожежі слід зістрибнути на землю обома ногами та віддалитися, пересуваючись дрібними кроками або стрибками.

Після повідомлення про припинення руху транспорту на розвантажувальній майданчику через відбір проб заборонено заїжджати туди до дозволу на відновлення робіт.

У разі аварійної ситуації чи перешкоди необхідно негайно знизити швидкість або зупинитися, забезпечивши безпечний об'їзд.

При відмові двигуна зупинитися, використати гальма, аварійний привід рульового управління і з'їхати на край дороги, встановивши колеса в упор [33, с. 31].

При розриві автошини негайно зупинитися і повідомити майстра.

Розвантаження дозволене лише на визначених пунктах, крім випадків технічної необхідності.

При вивезенні гірської маси на дробильну фабрику №2 дотримуватися сигналів світлофора: розвантажувати лише на зелений, зупинятися при заборонному.

Рух на майданчику – не більше 10 км/год, дотримуватись знаків.

Заборонено рух на не діючих уступах, господарських дорогах та бурових блоках.

На перевантажувальних площадках водій зобов'язаний:

- виконувати вимоги розвантажувальних знаків;
- при відсутності знаків, освітлення або бульдозера, або за порушення безпеки — зупинити роботу і повідомити керівника;
- виконувати вказівки машиніста бульдозера.
- При сигналі бульдозера «три довгих» зупинити рух до з'ясування причин (будь-який незрозумілий сигнал сприймати як «СТОП»).
- Під час першого рейсу ознайомитись із розташуванням знаків, станом розвантажувальної майданчику, наявністю запобіжного валу та відсутністю перешкод.
- За наявності двох зелених знаків «Розвантажувати тут» подавати автівку заднім ходом зі швидкістю до 5 км/год перпендикулярно запобіжному валу, не наїжджаючи на нього.
- За двома жовтими знаками «Під'їзд не ближче 5 м» під'їжджати заднім ходом зі швидкістю до 5 км/год, розвантажувати не ближче 5 м від валу.

- При подачі заднім ходом залишати бульдозер ліворуч не ближче 5 м; автомобіль встановлювати у дальній кут при лівій зоні розвантаження, ближній — при правій.

- За червоним знаком «Розвантаження заборонена» припиняти роботи до дозволу.

- Якщо запобіжного валу немає — розвантаження не проводити.

- Під час розвантаження водій має залишатися в кабіні.

- Після розвантаження опустити кузов, переконатися в безпеці, подати звуковий сигнал і почати рух.

- Відстань між автомобілем і бульдозером на майданчику — не менше 5 м.

- При неправильному завантаженні платформи чи несправності підйомного механізму розвантажувати лише на рівній площадці узгоджено з машиністом або майстром, не біля бровки.

- Заборонено проводити ремонт на майданчику; у разі несправності зупинити автомобіль поза майданчиком і повідомити керівника.

- Змінювати місце розвантаження дозволено тільки за вказівкою керівництва.

- При зупинці біля запобіжного валу загальмувати стоянковим гальмом та слідкувати за стійкістю автомобіля і ходом розвантаження.

- Під час роботи гідро обприскувача рух транспортних засобів і бульдозерів тимчасово припинити.

- Заборонено розвантаження платформою шляхом коротких рухів; очищення гірської маси робити механізовано в спеціальних місцях [33, с. 34].

При зміні маршруту чи завдання водій отримує наказ по радіостанції від змінного нагляду ГТЦ-2 з наступним оформленням у дорожньому листі та інструктажем.

Безпека при ТО і ремонті:

- Під час роботи заборонено мастити, чистити або ремонтувати обладнання. Інструменти мають бути доступні, надійно розміщені [11, с. 18].
 - Для важких деталей (>20 кг) використовувати підйомні механізми з захватами.
 - Заборонено користуватися відкритим вогнем у приміщеннях із палимим і горючими матеріалами.
 - Відходи і матеріали прибирати після зміни.
 - При роботі удвох застосовувати узгоджені прийоми.
 - Пуск двигуна, в'їзд і виїзд — лише під контролем змінного нагляду та за умов безпеки.
 - Стороннім особам заборонено перебувати у зонах підвищеної небезпеки.
 - Ризики під час ремонту: падіння деталей або людей, самовільний рух авто, шкідливі речовини, термічні фактори.
 - Автомобіль перед ТО повинен бути чистим, кузов очищений від гірської маси. Дозвіл на постановку дає майстер або начальник зміни.
 - Після постановки авто на ремонт: зупинити двигун, загальмувати стоянковим гальмом, підкласти упори під колеса, на кермо вивісити табличку «Двигун не запускати – працюють люди!».
 - При роботі з піднятою платформою застопорити її страхувальним тросом; не знаходитися під платформою без його фіксації.
 - Для ремонту циліндрів ставити опори між платформою і рамою.
 - Використовувати засоби індивідуального захисту: спецодяг, взуття, каску, окуляри; застосовувати справний інструмент.
 -

Заборонено:

- робити ремонт на авто, підвішеному лише на підйомниках;
- підкладати підвішені частини підручними матеріалами;
- працювати при працюючому двигуні, окрім спеціальних випадків;
- виконувати роботи без наряду або у невідповідних умовах;
- мити руки або деталі легкозаймистими рідинами;
- працювати з відкритим вогнем без дозволу;
- заправляти авто на робочих місцях;
- загромаджувати проходи та виходи.

При шиномонтажі остерігатися розриву шини, падіння деталей та самовільного руху авто.

Злив масла дозволено при температурі не вище 60°C.

Стиковку деталей перевіряти борідком або стрижнем.

Акумулятори знімати краном.

Перед монтажем/демонтажем шини з неї слід випустити повітря.

Перед підкачкою переконатися в правильній збірці диска, накачувати до 0,8-1,0 кг/см², потім після установки — до номінального тиску. Підкачувати шину не перебуваючи напроти стопорного кільця. Підкачка без зняття дозволена, якщо тиск знизився не більше ніж на 40% [33, с. 34].

При відкритті радіаторної пробки на гарячому двигуні берегти обличчя і руки, відкривати повільно при температурі охолоджуючої рідини нижче 100°C.

Заборонено відкривати капот до зупинки двигуна і вентилятора.

Для ремонтних робіт водій має отримати наряд і пройти інструктаж із записом у книзі нарядів.

Водій під час ремонту бере участь у техобслуговуванні та заміні деталей і вузлів за списком.

4.3 Вимоги безпеки після закінчення роботи

По закінченню робочої зміни, необхідно доповісти майстру в кар'єрі про завершення робіт з перевезення гірничої маси і по його команді рухатися на майданчик перезмінки технологічних автомобілів цех.

По поверненню з лінії представити автомобіль для перевірки його технічного стану начальнику зміни або механіку в кар'єрі, усунути виявлені несправності. Провести записи в бортовому журналі про прийом і передачі зміни із зазначенням технічного стану автомобіля [33, с. 37].

У присутності начальника зміни або механіка в кар'єрі зробити вимір палива в баку і записати в шляховий лист кількість його залишку.

Про всі виявлені в ході зміни недоліки провести відповідні записи в бортовому журналі і доповісти особі змінного нагляду (начальнику автоколони, механіку колони, начальнику зміни).

Пройти медогляд після рейсу, оформити шляховий лист і здати диспетчеру.

Вимити руки і обличчя теплою водою з милом і прийняти душ. Виробляти миття рук в маслі, гасі, бензині і витирати їх ганчір'ям, забрудненої тирсою або стружкою, забороняється.

По закінченню зміни після технічного обслуговування або ремонту розписатися в книзі нарядів про виконання наряду і звільнення з роботи [33, с. 38].

4.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Кожен працівник повинен знати схему евакуації на випадок аварії або пожежі.

Знати найбезпечніші шляхи виходу з аварійної зони та розташування засобів пожежогасіння.

При виявленні небезпеки або аварії негайно попередити колег, повідомити адміністрацію або диспетчера та за можливості вжити заходів щодо усунення загрози.

Виконувати розпорядження керівника на місці аварії, зберігати спокій і дисципліну.

При появі диму на кар'єрі чи відвалах негайно покинути небезпечну зону.

При пожежі на автомобілі зупинитися, вимкнути двигун, відключити акумулятори, повідомити диспетчера, застосувати вогнегасники (типи ОП, ОУ). Якщо загасити вогонь самотужки не вдається, викликати пожежну службу. Відходити у напрямку свіжого повітря.

При ураженні електричним струмом звільнити потерпілого від дії струму, не наражаючи себе на небезпеку, надати першу допомогу залежно від стану потерпілого.

Про всі нещасні випадки негайно повідомляти керівника робіт або диспетчера.

Організувати надання першої допомоги та доставку потерпілого до медзакладу.

При раптовому погіршенні стану здоров'я негайно повідомляти керівника, диспетчера, а також колег; за можливості вказувати причину та відомості про прийняті ліки.

Місце нещасного випадку зберігати без змін до розслідування, якщо це безпечно для оточуючих.

Працівник повинен володіти навичками першої допомоги при отруєннях, переломах, зупинці дихання чи серця.

Буксирування в темний час доби дозволяється лише за умови достатнього освітлення та видимості команд [33, с. 41].

При аварійному відмові або зупинці двигуна негайно загальмувати, увімкнути аварійну сигналізацію, встановити упори під колеса, за можливості відвести автомобіль праворуч, щоб звільнити проїжджу частину; після визначення несправності організувати евакуацію [6, с. 37].

Дії в надзвичайних ситуаціях

При пожежі:

- припинити роботу, знеструмити обладнання;
- повідомити керівництво;
- припинити подачу повітря (закрити вентиляцію, ворота);
- приступити до гасіння вогню;
- якщо не вдається — викликати пожежну службу.

При аварії:

- негайно вживати заходів для локалізації або усунення аварії;
- якщо це безпечно, ліквідувати аварію самостійно і доповісти керівництву;
- при великих масштабах негайно повідомити керівництво.

При ДТП:

- зупинити транспорт і залишатися на місці;
- увімкнути аварійну сигналізацію, встановити знак аварійної зупинки;
- не переміщувати транспорт або речі, пов'язані з ДТП;
- надати медичну допомогу, викликати швидку;
- повідомити керівництво, службу безпеки руху;
- забезпечити збереження слідів ДТП та організувати об'їзд;
- не вживати алкоголь чи наркотики до медичного огляду (окрім призначених ліків).

Надання першої допомоги:

При травмах: накладити джгут при кровотечі, обробити рану, накладити пов'язку, зафіксувати переломи, викликати лікаря.

При ураженні електричним струмом: припинити дію струму, надати штучне дихання і масаж серця, викликати лікаря.

При отруєннях: винести потерпілого на свіже повітря, викликати блювоту, промити шлунок, викликати лікаря; при отруєнні окисом вуглецю — звільнити від тісного одягу, створити спокій, дати понюхати нашатир, провести штучне дихання, якщо потрібно.

При раптових захворюваннях: забезпечити спокій, викликати лікаря, виключити прийом їжі та ліків.

Ознаки аварійних ситуацій:

- незвичні звуки (стуки, удари, свист);
- мимовільне вимикання/увімкнення механізмів;
- електричні удари при дотику до металевих частин;
- спрацьовування аварійних пристроїв;
- перегрів електродвигунів;
- запахи гару, диму;
- обвали гірських порід.

Вимоги безпеки при експлуатації кар'єрної техніки, розвантаженні вантажів та в аварійних ситуаціях спрямовані на забезпечення безпеки працівників, попередження аварій та мінімізацію наслідків нещасних випадків. [6, с. 25]. Вони включають чіткі інструкції щодо поведінки під час розвантаження, технічного обслуговування, ремонту транспортних засобів, а також дій у разі аварії, пожежі, ураження електричним струмом чи ДТП. Особлива увага приділяється своєчасному інформуванню керівництва, правильній організації евакуації, наданню першої допомоги та збереженню місця події для розслідування. Дотримання цих правил забезпечує збереження життя та здоров'я працівників і сприяє безперебійній роботі виробництва [6, с. 28].

ВИСНОВКИ

1. У результаті аналізу сучасного стану кар'єрного транспорту на Ганнівському кар'єрі ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» визначено, що підприємство є одним із провідних вітчизняних виробників залізної руди відкритим методом. Основу транспортувального комплексу складає комбінована система перевезень, яка включає автомобільний і залізничний транспорт. Основним видом автосамоскида, що експлуатується в межах кар'єру, є великовантажні автосамоскиди типу БелАЗ 75131 вантажопідйомністю 130 т.

2. Експлуатаційний аналіз показав, що значна частина автомобільного парку зазнала зношування, що призводить до підвищення простоїв, зниження продуктивності та збільшення витрат на технічне обслуговування й ремонт. Витрати на транспортування становлять значну частку в структурі собівартості продукції, де основними складовими є витрати на паливно-мастильні матеріали, амортизацію, технічне обслуговування, оплату праці персоналу та експлуатацію шин.

3. Визначено, що технічний стан автосамоскидів безпосередньо впливає на ефективність транспортування: зниження коефіцієнта технічної готовності, підвищення питомої витрати пального, збільшення кількості ремонтів і простоїв негативно впливають на продуктивність кар'єру. Крім того, недостатня паливна економічність та мораль не старіння окремих агрегатів зумовлюють необхідність пошуку нових технічних рішень.

4. З урахуванням результатів дослідження зроблено висновок про доцільність проведення порівняльного техніко-економічного аналізу наявної техніки з альтернативною, зокрема з автосамоскидом Caterpillar 789, що має більшу вантажопідйомність та сучасні технічні

характеристики. Це дозволить визначити потенційний ефект від оновлення автопарку й обґрунтувати доцільність інвестицій у модернізацію транспортної системи кар'єру.

5. Здійснено комплексну оцінку впливу впровадження нового автотранспорту на ефективність роботи кар'єрного транспорту Ганнівського кар'єру. На основі розрахунків визначено, що автосамоскид Caterpillar 789 має помітно вищу продуктивність у порівнянні з автосамоскидом БелАЗ 75131, що зумовлено збільшеною вантажопідйомністю, підвищеним рівнем паливної економічності та вдосконаленою конструкцією машини. Розрахунки витрат пального засвідчили, що Caterpillar 789, незважаючи на більшу потужність двигуна, демонструє меншу питому витрату дизельного палива на тонно-кілометр перевезеної гірничої маси.

6. У процесі оцінки терміну окупності інвестицій встановлено, що попри вищу початкову вартість, впровадження автосамоскида Caterpillar 789 є економічно обґрунтованим. Зменшення витрат на транспортування, зменшення кількості простоїв, зниження витрат на технічне обслуговування та підвищення надійності техніки забезпечують повернення інвестицій у прийнятні строки. Аналіз показав, що з урахуванням щомісячної економії від використання нового транспорту, термін окупності інвестицій становить приблизно 4,3 роки, що відповідає нормативному строку для гірничої техніки й робить інвестицію економічно доцільною.

7. Оцінка впливу на загальну продуктивність кар'єру засвідчила, що впровадження нового автотранспорту забезпечує зростання ефективності транспортування гірничої маси, зменшення логістичних затримок, оптимізацію завантажувальних-розвантажувальних операцій і покращення взаємодії між технологічними дільницями. Приріст добової продуктивності становить 67,1%.

8. Згідно з аналізом, головними ризиками при використанні автосамоскидів є порушення правил дорожнього руху в кар'єрі, несправність гальмівних і рульових систем, порушення технологічного режиму перевезень, втома або недостатня кваліфікація водіїв. З метою їх уникнення рекомендовано дотримуватись встановлених інструкцій з охорони праці, забезпечити регулярне технічне обслуговування машин, проводити медичний контроль стану водіїв, а також підтримувати на належному рівні організацію аварійного реагування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII (зі змінами та доповненнями).
2. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 № 232/94-ВР.
3. Кодекс України про надра. – Київ: Відомості Верховної Ради України, 1994.
4. ДСТУ ISO 50001:2014. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування.
5. ДБН В.2.3-12:2003. Споруди транспорту. Автомобільні дороги.
6. Галузева інструкція з охорони праці для водіїв великовантажних автосамоскидів у кар'єрах підприємств гірничо-металургійного комплексу. – Метінвест Холдинг, Кривий Ріг, 2017.
7. Методика визначення витрат пального великовантажними кар'єрними самоскидами. – Метінвест, 2017.
8. Інструкція з експлуатації автосамоскида CATERPILLAR 789D. – Caterpillar Inc., 2020.
9. Технічна документація на автосамоскид БелАЗ 75131. – ВАТ «БелАЗ», 2019.
10. Технічна характеристика кар'єру Ганнівського родовища. – ПрАТ «Північний ГЗК», 2022.
11. Лупенко Ю.О., Рожко В.М. Транспорт у гірничій справі: навчальний посібник. – Дніпро: НГУ, 2018. – 240 с.
12. Качан В.П., Гончар О.І. Гірничий транспорт. – Кривий Ріг: КНУ, 2020. – 276 с.
13. Головка А.С. Організація транспортного обслуговування гірничих підприємств. – К.: Ліра-К, 2019. – 210 с.
14. Єрмаков С.С., Чуйко О.М. Основи економіки підприємства. – Харків: ХНЕУ, 2018. – 320 с.

15. Криворізький залізорудний басейн: історія, сучасність, перспективи / за ред. П.М. Довгала. – Кривий Ріг: Центр промислових досліджень, 2021.
16. Шевчук В.Я. Економіка природокористування. – К.: КНЕУ, 2020. – 284 с.
17. Аналітичний звіт з ефективності використання кар'єрної техніки. – ПрАТ «Північний ГЗК», 2022.
18. Вісник гірничої науки і виробництва. – №1–4, 2022. – Кривий Ріг: НГУ.
18. Технічний журнал «Кар'єр», №2(45), 2023. – С. 15–27.
19. World Mining Data 2023 / Federal Ministry of Austria. – Vienna: 2023.
20. Caterpillar Mining Trucks – Official Website. – <https://www.cat.com>
21. БелАЗ – офіційний сайт підприємства. – <https://www.belaz.by>
22. Horizon Europe Programme Guide. – European Commission, 2023.
23. Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту з гірничих спеціальностей. – Кривий Ріг: КДТУ, 2021.
24. ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use.
25. Нормативи витрат паливно-мастильних матеріалів для автотранспортних засобів. – Міністерство транспорту України, 2020.
26. Безуглий С.Д. Технологія гірничого виробництва. – Дніпро: Ліра, 2020. – 310 с.
27. Горішній П.М., Синегуб І.В. Підземна розробка родовищ: навчальний посібник. – Львів: ЛНУ, 2021.
28. Сучасні системи диспетчеризації кар'єрного транспорту. – Журнал «Гірник України», №6, 2023.
29. Ганнівський кар'єр: веб-сайт: URL: <https://zhovtivody.dp.ua/tourism/gannivskyj-kar-yer/>.

30. Дриженко А. Ю. Відкриті гірничі роботи: підручник. Дніпропетровськ: НГУ, 2014. 590 с.
31. Бондаренко А. О. Гірничі машини для відкритих робіт: навч. посібник. Дніпро: НГУ, 2017. 123 с.
32. Пояснювальна записка до плану розвитку гірничих робіт Ганнівського кар'єру.
33. Інструкція з техніки безпеки для водій в кар'єрі ПрАТ "Пінічний ГЗК"