

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної роботи бакалавра

на тему «Розробка заходів з організації та управління транспортно-логістичною діяльністю ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»»

Виконав:

студентка 3 курсу, групи ТТ-19ск _____ А.А.Смоленцева
(шифр групи) (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент _____ В.О.Сістук
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри:

д.т.н., професор _____ Ю.А. Монастирський
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

Кривий Ріг – 2022 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Галузь знань: 27 – «Транспорт»

Спеціальність: 275 – «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
автомобільного транспорту

_____/_____
_____”_____ 2022 р. _____./

ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Смоленцевої Аліни Андріївни

1. Тема Розробка заходів з організації та управління транспортно-логістичною діяльністю ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»»
керівник проекту Сістук В.О., к.т.н., доцент
затверджені наказом університету від 27.04.2022 року №280с
2. Строк подання студентом роботи для перевірки на плагіат 16.06.2022
3. Вихідні дані до роботи: Фінансовий звіт АМКР.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика логістичної діяльності підприємства. 2. Удосконалення автотранспортної системи гірничого департаменту АМКР 3. Економічне обґрунтування запропонованих заходів 4. Охорона праці.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)
Графіки та діаграми по результатах досліджень у вигляді презентації в програмі Microsoft Office Power Point, на компакт диску з шістьма екземплярами роздруківки презентації для членів ДЕКу.
6. Дата видачі завдання 27.04.2022.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1	Характеристика логістичної діяльності підприємства	27.04-5.05	
2	Удосконалення автотранспортної системи гірничого департаменту АМКР	5.05 – 12.05	
3	Економічне обґрунтування запропонованих заходів	12.05-15.05	
4	Охорона праці	15.05-16.05	
5	Оформлення пояснювальної записки та презентації	16.05-26.05	

Студент

(підпис)

А.А.Смоленцева

Керівник роботи

(підпис)

В.О. Сістук

РЕФЕРАТ

Одним із провідних підприємств галузі залишається ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (АМКР). З початком війни підприємство зустрілось із історичними викликами: необхідністю консервації виробничого обладнання, переведення на простій робітників, закриття каналів постачання сировини та збуту продукції, загрозою руйнування підприємства. В таких умовах вкрай важливим стає пошук нових транспортно-логістичних маршрутів.

Запропоновані заходи для підвищення транспортно-логістичної діяльності гірничого департаменту АМКР:

1. будівництво тимчасових доріг у якості внутрішньокар'єрних, які матимуть перевагу над напівпостійними дорогами;

2. підбір екскаваторно-автомобільних комплексів з існуючого парку гірничо-транспортного цеху №1 у складі: «автосамоскид САТ785С – екскаватор 12,5м³», «автосамоскид БелАЗ-7514 – екскаватор 12,5м³» при роботі на руді та скалі, «САТ785С – екскаватор 15м³» – при роботі на розкритті;

3. використання розминувальних вузлів (кишень) при установці автосамоскидів під навантаження в екскаваторному забої скорочує час навантажувальних робіт, що дає можливість перевезення автомобільним транспортом додаткових 644 тис. т руди/рік.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВАТ «АРСЕЛОР МІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»	9
1.1. Загальний аналіз діяльності підприємства	9
1.2. Динаміка основних показників роботи підприємства.....	12
1.3. Оцінка логістичної діяльності	13
1.4. SWOT-аналіз діяльності підприємства	20
РОЗДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ГІРНИЧОГО ДЕПАРТАМЕНТУ ПАТ «АРСЕЛОМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ». 22	
2.1 Аналіз системи транспортування гірничорудної сировини у кар'єрі	22
2.2 Проектування кар'єрних доріг на підприємстві АМКР	23
2.3 Раціональне використання екскаваторно-автомобільних комплексів ...	35
2.4. Розробка раціонального варіанту установки кар'єрних автосамоскидів під навантаження.....	40
2.5. Висновки до розділу 2	42
РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ВАТ «АРСЕЛОР МІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»	43
3.1. Порівняння варіантів будівництва та утримання кар'єрних доріг	43
3.2. Обґрунтування вибору екскаваторно-автомобільних комплексів для умов кар'єрів №2, 3-біс	50
3.3. Економічна ефективність використання розминувальних вузлів (кишень) при установці автосамоскидів під навантаження	54
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ ВАНТАЖНО- ТРАНСПОРТНИХ ОПЕРАЦІЙ У КАР'ЄРІ ЕКСКАВАТОРНО- АВТОМОБІЛЬНИМ КОМПЛЕКСОМ	56

4.1. Навантажувально-розвантажувальні роботи	56
4.2. Транспортування автомобільним транспортом	57
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
ДОДАТОК А.....	64

ВСТУП

Актуальність теми. Гірничо-металургійна галузь України переживає важкі часи. Визначальну роль відіграють зовнішні фактори, бойові дії на території України, які загрожують народу України, суверенітету, територіальній цілісності, та економіки держави. Одним із провідних підприємств галузі залишається ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (АМКР). З початком війни підприємство зустрілось із історичними викликами: необхідністю консервації виробничого обладнання, переведення на простій робітників, закриття каналів постачання сировини та збуту продукції, загрозою руйнування підприємства. В таких умовах пошук нових транспортно-логістичних маршрутів стає вкрай важливим. Сильною стороною підприємства є те, що воно має власну сировинну базу, залізрудні кар'єри №2,3-біс. Для автомобільного транспорту кар'єрів актуальним завданням стає зменшення долі транспортних витрат у видобутку сировини за рахунок вдосконалення організації навантажувально-розвантажувальних та транспортних операцій в кар'єрі.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка заходів з удосконалення транспортно-логістичної діяльності у гірничому департаменті ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Основні задачі дослідження:

- провести аналіз виробничої та транспортно-логістичної діяльності АМКР;
- провести SWOT-аналіз підприємства АМКР;
- розробити заходи та виконати аналіз їх ефективності з вибору для будівництва та утримання доріг всередині кар'єру;
- розробити заходи та виконати аналіз їх ефективності з узгодження параметрів екскаваторно-автомобільних комплексів кар'єра;
- розробити заходи та виконати аналіз їх ефективності з удосконалення схем установки кар'єрних самоскидів під навантаження.

Об’єкт дослідження – транспортна система перевезення залізорудної сировини в кар’єрі як складова транспортно-логістичної системи металургійного підприємства.

Предмет дослідження – кар’єрні дороги, кар’єрні автосамоскиди, кар’єрні екскаватори.

Методи дослідження. Аналіз, математична статистика, бухгалтерський облік, SWOT-аналіз, узагальнення.

Новизна одержаних результатів. Новизною характеризується схема установки автосамоскида під екскаватор при наявності кішені у забої.

Практичне значення одержаних результатів.

1.Розроблені практичні рекомендації щодо можливості використання тимчасових доріг при будівництві з’їздів всередині кар’єру замість напівтимчасових доріг, що є економічно обґрунтованим для умов кар’єрів АМКР.

2.Розроблені практичні рекомендації по узгодженню вантажно-транспортних ємкостей для комплексів кар’єрних екскаваторів та автосамоскидів в умовах гірничотранспортного цеху АМКР.

3.Розроблена схема установки автосамоскида під екскаватор із наявністю кішені у забої, використання якої дозволяє підвищити швидкість розкриття нижніх горизонтів кар’єру за рахунок поліпшення умов роботи самоскидів робочих майданчиків.

Структура і обсяг роботи. Робота складається з реферату, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 16 найменувань. Загальний обсяг роботи – 67 с, включаючи 9 рисунків та 10 таблиць та один додаток.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВАТ «АРСЕЛОР МІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»

1.1. Загальний аналіз діяльності підприємства

ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» (АМКР) є одним із провідних підприємств гірничо-металургійного комплексу в Україні і світі, об'єднуючи підземний видобуток залізної руди, гірничо-збагачувальний комплекс, коксохімічне та металургійне виробництво, яке включає сталеплавильний, агломераційно-доменний, прокатний департаменти.

Напрямами діяльності підприємства, відповідно до КВЕД [13], є добування залізних руд, виробництво коксу та коксопродуктів, інжиніринг, послуги з геології, геодезії, цивільне та промислове будівництво будівель, будівництво трубопроводів, надання освітніх послуг. Основними продуктами виробництва є прокат (фасонний та сортовий), арматура, чавун, сталь, агломерат, кокс, концентрат.

У 2020 році прибуток підприємства становив 741 млн. грн., а виторг – 63,5 млрд. грн., що дозволило йому посісти 6 місце у рейтингу 100 найбільших приватних компаній України [14]. Кількість зайнятих працівників на 2021 р. – 19504 особи.

Основними споживачами продукції підприємства є країни Близького Сходу та Північної та Західної Африки (50% від загального експорту). Доля країн-споживачів з Латинської Америки та ЄС є значно меншою: 7% та 8% відповідно. Приблизно 22% продукції реалізується в Україні.

У виробництві металу, відповідно до звіту [14], з 2018 року спостерігається скорочення операційної діяльності. У 2018 році було вироблено 6,3 млн. т сталі, у 2020 р. – 4,8 млн. т. (на 23,8%). Стосовно інших позицій у 2020 році спостерігається, навпаки, нарощування виробничих показників у порівнянні з 2018 роком: використання залізної руди збільшилось

з 21,4 млн. т. до 22,9 млн. т. (на 6,5%), використання вугілля – з 2,9 млн. т. до 3,6 млн. т. (на 19,4%), використання коксу – з 1,9 млн. т. до 2,6 млн. т (26,9%).

Операційні процеси ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» зосереджені на видобутку залізної руди для алгомератного виробництва, коксохімічному виробництві, киснево-конверторному та мартенівському виробництві, виробництві на блюмінгу-слябінгу, заготівлі у дрібно сортних станах (арматура та сортовий прокат в прутах), у дровових станах (арматура та катанка у мотках). Це високотехнологічні процеси, які потребують значних капіталовкладень.

Важливу роль також відіграють інвестиції в розвиток екологічної складової виробництва та усунення наслідків впливу забруднюючих речовин на навколишнє середовище. У 2019 році інвестиції в екології збільшилися на 44,5% з 472 млн. грн до 851 млн. грн. У той же час, вже в 2020 році цей показник зменшився на 24,9% до 639 млн. грн. Річний обсяг викидів пилу у повітря у 2020 році, у порівнянні з 2019 роком, зменшився з 31,2 тис. т. до 20,4 тис. т., оксиду азоту – з 10,6 тис. т. до 9,4 тис. т., оксиду сірки – з 7,9 тис. т. до 6,9 тис. т. У цілому бачимо тенденцію щодо покращення екологічної політики підприємства [14].

Стосовно впливу зовнішнього середовища на підприємство прогноз песимістичний, перед усім, за рахунок політичних факторів впливу. 24 лютого 2022 року почалась повномасштабне військове вторгнення Російської Федерації на територію суверенної України з метою її окупації та геноциду українського народу. Бойові дії із застосуванням сухопутних військ відбуваються у тому числі на Півдні та Сході України у містах скупчення підприємств гірничо-металургійного комплексу. Так, наразі майже повністю знищено підприємство з повним металургійним циклом ВАТ «Азовсталь» групи компаній «Метінвест» у місті Маріуполь. З початку війни Чорноморські порти «Одеса», «Миколаїв», «Південний», «Чорноморськ» заблоковані, що унеможлиблює відправлення та прибуття суден, порушуючи логістику постачання та збуту підприємства. Переорієнтація на порти країн Східної

Європи, перед усім, республіки Польща, стає нагальною потребою для стійкого експорту готової продукції. Погрозу підприємству представляють активні військові дії у Південнобузькому напрямку збоку Херсонської області убік міста Кривого Рогу, ракетні обстріли українських міст. Втім, після зупинки металургійного виробництва на початку війни, втім у квітні 2022 року відбувся запуск шостої доменної печі та нарощення об'ємів коксохімічного та гірничодобувного виробництва. Нестабільне енергопостачання під час війни може викликати порушення роботи доменних пічок. Крім того, дві батареї вимушено знаходяться на мінімумі технології, чотири батареї – у гарячому простой. Наявні обмеження у поставках вугілля. Так, 30% вугілля, яке постачалось до ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» у довоєнний час, надходило з підприємства АкселорМіттал Темиртау (республіка Казахстан) залізничним транспортом через територію Російської Федерації найкоротшим шляхом. Оскільки Росія була відрізана у залізничному сполученні з Україною на початку війни, нові логістичні маршрути з Темиртау потребують розробки. Існує можливість поставок вугілля з шахтоуправління «Покровське», група Метінвест (м. Покровськ), найбільшого виробника коксованого вугілля в Україні, однак на дану кооперацію негативно впливають технологічні та політичні фактори, перед усім, якість сировини та ризик бойових дій у місті Покровськ. Виконання поставок паливних матеріалів під час війни постійно залишається під загрозою, що стосується також й інших галузей економіки. Залізорудний концентрат, який до війни використовувався для потреб власного виробництва, з падінням металургійного виробництва у воєнний час став продуктом експорту, що також вимагає нових транспортно-логістичних маршрутів. У гірничому департаменті невирішеним є питання заміни поставок запчастин для парку кар'єрних автосамоскидів БелАЗ. Економічними загрозами є зростання конкуренції між ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» та підприємствами корпорації у країнах Центральної та Західної Європи у частині збуту коксу на ці підприємства. Внутрішні економічні фактори, що негативно впливали на підприємство, й характерні у довоєнний час, такі як

темпи інфляції та низька рентабельність, наразі загострюються. Безпека праці на підприємстві сьогодні відіграє вкрай важливе значення. Робітники, направляючись в укриття під час сирени, вимикають обладнання на поверхні, що може призвести до неконтрольованої ситуації на виробництві. Соціальний ефект на роботу підприємства має те, що частина працівників підлягала мобілізації на військову службу.

1.2 Динаміка основних показників роботи підприємства

Основні показники роботи ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» визначаються сукупним доходом від реалізації продукції металургійного виробництва (табл.1.1).

Табл.1.1

**Динаміка сукупних доходів ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»,
тис. грн. [13]**

Показник	Код	2019	2020	Відхилення абсолютне
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	2000	62409226	63496684	1087458
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	2050	63503128	58845530	-4657598
Фінансовий результат від операційної діяльності	2195	-2750338	2066296	4816634
Чистий фінансовий результат	2350	-2265232	740902	2336134

Чистий дохід від реалізації готової продукції у 2020 році збільшився у порівнянні з 2019 роком на 1087458 тис. грн., відповідно, чистий прибуток збільшився на 2336134 тис. грн., а собівартість продукції зменшилась на

4657598 тис. грн. Це говорить про позитивну динаміку основних показників роботи підприємства у 2020 році.

1.3 Оцінка логістичної діяльності

З початком бойових дій виникла низька чинників, яка негативно впливає на логістику постачання та збуту продукції ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг». Вже зараз стає зрозумілим, що частина з них, матиме стійкий вплив на роботу підприємства й у післявоєнний час. Окреслені у п. 1.1 зміни в політичних, економічних, технологічних, соціальних факторах впливу потребують додаткового обґрунтування з позицій транспортної логістики. Ефективність транспортно-логістичної діяльності підприємства залежить від відповіді на низьку питань:

1. Наскільки розгалужена система постачання готової продукції?
2. Як підприємства-перевізники задовільняють загальним вимогам щодо доставки сировини та готової продукції?
3. Наскільки система транспортно-логістичних каналів всередині країни відповідає дотриманню часу доставки продукції?
4. У якому технічному стані знаходиться транспорт перевізників?
5. Якими повинні бути нові шляхи збуту та постачання продукції за умови втрати частини ланцюгів поставок внаслідок війни?

Аналіз відкритих джерел показує, що для логістичної системи підприємства характерні [15]:

1. Власна база залізорудної сировини (шахтоуправління – 2 шахти, гірничий цех, дробильно-сортувальна фабрика, рудоуправління, дробильні фабрики, рудозбагачувальні фабрики, гірничо-транспортний цех та цех шламового господарства у місті Кривому Розі).
2. Географічна близькість підприємства до портів Чорного моря, яка дозволяє налагодити більш широке кола поставок (у мирний час).

3. Збільшення частки логістичних витрат на закупівлю нового рухомого складу в останні роки.
4. Розгалужена система збуту готової продукції.
5. Гнучкість логістичної системи.
6. Необхідність перегляду та пошуку нових маршрутів постачання сировини та збуту готової продукції.

Виробничі потужності гірничного департаменту АМКР становлять при видобутку руди підземним способом – 1600 тис. т., відкритим способом – 9800 тис. т. залізорудного концентрату [14].

Морські порти «Південний», «Одеса», «Ольвія» знаходяться на відстані до 300 км від міста Кривого Рогу, що значно спрощує транспортну логістику підприємства.

У передвоєнний час за останні три роки спостерігалось збільшення витрат на збут продукції. Частка логістичних витрат у структурі витрат підприємства у 2018-2019 роках становила 30%, а в 2020 році – 40%. Збільшення витрат пов'язане, перед усім, з оновленням автомобільного парку для перевезень робітників на родовища корисних копалин, парку підйомно-транспортних засобів. Це спрямовано на скорочення часу доставки та навантажувально-розвантажувальних операцій всередині підприємства.

Готова продукція підприємства у мирний час реалізується власним рухомим складом, із залученням транспорту Укрзалізниці, річковим транспортом та морським транспортом. Тобто систему транспортної логістики можна представити як розгалужену систему поставок.

Для логістичної системи характерна гнучкість у ланцюгах поставок. У воєнний час відбулась переорієнтація із використання залізорудного концентрату для власного виробництва до задовільнення експортних потреб. Маршрути доставки готової продукції за відсутності доступу до морських портів України також переглядаються із можливістю залучення портів Польщі на Балтійському морі [14].

У роботі [15] наведено статистику загального стану організації логістики на підприємстві АМКР. Проведемо детальний аналіз показників логістичної діяльності АМКР.

Першим показником продуктивності логістичної системи є кількості розвантажень на одного робітника за місяць [9]:

$$Q_3 = q_3 / N_p$$

q_3 – кількість розвантажених або вивантажених заказів, N_p – кількість робітників-вантажників.

Показник кількості розвантажень на одного робітника на місяць зменшився з 325 у 2018 році до 278 у 2020 році. Це обумовлено зменшенням кількості заказів у цілому від споживачів, пов'язаним із послабленням їх виробничої діяльності під час карантинних обмежень. Із зменшенням обсягів виробничих потужностей АМКР у 2022 році приблизно на 30% у зв'язку із воєнними діями, за перший квартал поточного року слід очікувати зменшення показника до 170 – 194 розвантажень/місяць. Зважаючи на критичний стан виробництва в умовах воєнного стану, ефективність використання людських ресурсів зменшується.

Інший показник продуктивності логістики – кількість скомплектованих замовлень на одного робітника [9]. Також по даному показнику відбувається погіршення ситуації: кількість замовлень зменшилась від 138 у 2018 році до 101 у 2020 році, відповідно, прогноз на перший квартал 2022 року становить 60 – 70 замовлень.

Показником, який характеризує ефективність системи логістики, є оборот логістичних активів [9]:

$$O_{\text{л}} = T_{\text{пр}} / C_{\text{л}}$$

$T_{\text{пр}}$ – чиста виручка з продаж, тис. грн.; $C_{\text{л}}$ – середня вартість логістичних активів, тис. грн.

За три роки 2018 – 2020 роки спостерігається чітка тенденція до зменшення показника обороту логістичних активів з 1,3 до – 0,9, що говорить про зниження ефективності використання наявних логістичних активів.

Рентабельність інвестицій в логістичну інфраструктуру (ROI) визначається [9]:

$$P_{\text{л}} = \left(\frac{\text{ЧП}}{I_{\text{л}}} \right) \cdot 100\%$$

де ЧП – чистий прибуток, тис. грн. (код 2350) або збиток (код 2355), $I_{\text{л}}$ – капіталовкладення в логістичні активи, тис. грн.

Прибутковість інвестицій в логістичну систему у 2018- 2019 роках мала показники у 10,8% та 9,7% відповідно. У 2020 році прибутковість інвестицій мала від’ємне значення на рівні – 6,5%.

Порівняємо отримані дані з показниками рентабельності власного капіталу [13]:

$$P_{\text{вк}} = \left(\frac{\text{ЧП}}{\text{ВК}} \right) \cdot 100\%$$

де ВК – власний капітал, тис.грн. (код 1495).

Для 2019 року:

$$P_{\text{вк}2019} = -\left(\frac{2265232}{60631140} \right) \times 100 = -3,74$$

Для 2020 року:

$$P_{\text{вк}2020} = \left(\frac{740902}{60879286} \right) \times 100 = 1,21$$

Позитивним є збільшення власного капіталу підприємства на 248146 тис.грн. упродовж 2020 року, що може послужити основою для покриття його збитків при впливі несприятливих факторів, таких як консервація виробничих потужностей у 2022 році.

Інший показник ефективності системи управління логістикою є коефіцієнт оборотності запасів у вигляді показника кількості оборотів [9]:

$$З_o = C_{\text{пр}} / C_{\text{ок}}$$

де $C_{\text{пр}}$ – собівартість продукції, яка реалізована за рік (код 2050), тис. грн.; $C_{\text{ок}}$ – середня сума оборотних коштів за рік, тис. грн.

Для 2019 року цей показник становив:

$$З_{o2019} = 63503128 / 36881636 = 1,72$$

Для 2020 року:

$$З_{o2020} = \frac{58845530}{30045798} = 1,95$$

Оборотність запасів також визначається тривалістю одного обороту, днів [9]:

$$t_o = 365 / З_o$$

У 2019 році вона склала 212 днів, у 2020 році – 187 днів.

Позитивним фактором виступає підвищення оборотності запасів у 2020 році, що говорить про зменшення коштів у цієї мало ліквідній групи активів.

Частка логістичних витрат в структурі загальних витрат визначається такою формулою, тис. грн.:

$$p_{\text{л}} = \frac{C_{\text{л}}}{ЗВ}$$

$C_{\text{л}}$ – логістичні витрати (збут, постачання, переробка, транспортування, складування), тис.грн.; $ЗВ$ – загальні витрати згідно фінансової звітності підприємства, тис.грн.

Зважаючи на те, що основну частку у загальних витратах складає собівартість виготовлення продукції (94,5% та 93,4% відповідно), доля логістичних витрат (окрім витрат на збут), які відносяться до собівартості буде вагомою.

У 2019 році:

$$p_{\text{л}} = 26857730 / 67144323 = 0,41$$

У 2020 році:

$$p_{\text{л}} = 37797828 / 62996381 = 0,60$$

Таким чином, у 2020 році доля витрат на логістичні операції у структурі загальних витрат збільшилась у порівнянні з 2019 роком на 19% (на 35140098 тис. грн.). У роботі [15] збільшення витрат на логістики пов'язується із закупівлею рухомого складу для перевезення робітників.

Витрати на збут приведені у звіті про сукупний дохід [13]. Їх питома вага у загальній структурі витрат становила 0,094% та 0,08% у 2019 та 2020 році відповідно. Зокрема, витрати на збут за період аналізу зменшились на 15077 тис. грн. (24%). Питома вага витрат на збут у загальних логістичних витратах складає 0,086% та 0,12% відповідно у 2019 та 2020 роках. Не маючи відкритих даних про вагу окремих компонентів у структурі логістичних витрат, з досвіду підприємств гірничо-металургійної галузі, можна стверджувати, що основна частина логістичних витрат приходить на виконання процесів переробки та транспортування продукції. Транспортування є невід'ємною частиною технології як гірничого, так і металургійного виробництва.

Інший показник ефективності логістичної системи – рентабельність каналів збуту, % [13]:

$$P_{\text{кз}} = \frac{\text{ВП} - \text{ВЗ}}{\text{ВЗ}}$$

ВП – сума валового прибутку (збитку), тис. грн.; ВЗ – витрати на збут, тис. грн.

Для 2019 року цей показник буде мати значення, %:

$$P_{\text{кз}2019} = - \frac{(1093902 - 63169)}{63169} = -16,3$$

Для 2020 року, %:

$$P_{\text{кз}2020} = \frac{4651154 - 48092}{48092} = 95,7$$

За рахунок скорочення собівартості реалізованої продукції у 2020 році на 4657598 тис. грн. порівняно із 2019 роком, валовий прибуток підприємства у 2020 році становив 4651154 тис. грн., що, при витратах на реалізацію продукції у 48092 тис. грн., обумовило збільшення показника рентабельності каналів збуту від -16,3% до 95,7%. Суттєве збільшення даного показника вказує на гнучкість системи управління логістикою, розгалуженість маршрутів постачання та збуту, потенціал диверсифікації каналів збуту, скорочення собівартості доставки.

Підприємство у цілому готове до виконання поставок, що свідчить показник надійності поставок на рівні 80% – 90% за період, взятий до уваги [9]. У воєнний час, з процесом скорочення каналів збуту кількість вчасно виконаних замовлень значно зменшується, що призводить до погіршення зазначеного показника.

На складах підприємства відбувається зменшення запасів із середнім показником з 425 до 378 одиниць, що є позитивною тенденцією. Водночас, вдала політика підприємства по управлінню запасами підтверджується скороченням часу обігу товару з 118 до 106 днів, збільшенням частки запасів в обігу до 83% [15].

Визначені показники системи управління матеріальними ресурсами є актуальними на минулі періоди часу, у тому числі, при введенні карантинних обмежень. Однак, як вже зазначалось, на організацію логістичної діяльності у поточному році найбільший вплив мають саме зовнішні фактори, перед усім, бойові дії на території нашої держави, коли питання консервації технологічного обладнання призводить до необхідності не просто зменшення собівартості поточного виробництва, а отримання хоча б якогось фінансового результату. В таких умовах, вести розмову про технічне переоснащення, модернізацію виробництв або закупівлю нового обладнання, у тому числі, рухомого складу автомобільного транспорту або вагонів стає вкрай важко.

1.4. SWOT-аналіз діяльності підприємства

SWOT-аналіз використовується для оцінки діяльності підприємства. SWOT-аналіз для ВАТ АМКР представлено у таблиці 1.2

Табл.1.2

SWOT-аналіз АМКР

Сильні сторони	Можливості
Власна сировинна база залізної руди	Підвищення конкурентоспроможності на внутрішньому ринку
Гнучка система транспортної логістики збуту та постачання	Диверсифікація постачання вугілля (наприклад з ШУ «Покровське», нові маршрути поставки вугілля з р. Казахстан), Нові маршрути збуту продукції через порти Балтійського моря
Сприятливе географічне положення	Нарощування обсягів продажу продукції
Концентрат є продуктом експорту	Підтримка кінцевого фінансового результату
Слабкі сторони	Загрози
Бойові дії у Південнобузькому напрямку, ракетні обстріли української території	Загибель та поранення персоналу, знищення виробничої інфраструктури, зниження безпеки роботи обладнання
Блокування портів Чорного моря збройними силами РФ у війні проти України	Порушення системи логістичної діяльності
Нестабільне енергопостачання під час війни	Аварії у роботі доменних пічок, простій виробничого обладнання, підвищення виробничого травматизму
Нестабільне постачання палива під час війни	Простій виробничого обладнання
Необхідність пошуку нових маршрутів постачання коксованого вугілля, у тому числі, з підприємства АкселорМіттал Темиртау	Спад виробничих потужностей, збільшення часу та собівартості доставки
Слабкі сторони	Загрози

Необхідність пошуку нових маршрутів збуту концентрату	Збільшення часу та собівартості доставки
Необхідність заміни поставок запчастин для парку кар'єрних автосамоскидів БелАЗ	Обмеження в технічному обслуговуванні та подальшій простій кар'єрної техніки
Низька продуктивність виробництва	Загострення конкуренції, у тому числі, із підприємствами корпорації в країнах ЄС
Залежність від зовнішніх ринків у збуті продукції	Простій продукції при перевезенні залізницею, блокуванні морських портів
Забруднення навколишнього середовища	Збільшення захворюваності працівників та населення міста

Переважна частина сильних сторони підприємства залишатимуться актуальними навіть при зміні кон'юнктури на ринках. Однак така сильна сторона, як використання концентрату для експорту є тимчасовим вимушеним заходом в умовах спаду металургійного виробництва. Скоріше за все, у даному випадку мова ведеться не про збільшення доходу, а про виживання, забезпечення хоч б якогось фінансового результату у складний час.

Перед підприємством стоять значні виклики. Більшість з них пов'язана із війною проти України, яка порушила налагоджену, розвинену та досить гнучку систему логістики підприємства. Війна призвела до зупинки та простою виробничого обладнання, підвищення ризику виникнення аварійних ситуацій, рівня травматизму персоналу, перебоїв у поставках сировини та комплектуючих, необхідності пошуку нових каналів збуту готової продукції, та навіть до збільшення ймовірності можливого знищення промислової інфраструктури. Однак у післявоєнний час залишатимуться питання низької продуктивності виробництва, стійкої залежності від стану світової економіки, забруднення навколишнього середовища, які потребуватимуть вирішення від менеджменту підприємства, наукової спільноти, на законодавчому рівні.

РОЗДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ГІРНИЧОГО ДЕПАРТАМЕНТУ ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»

2.1 Аналіз системи транспортування гірничорудної сировини у кар'єрі

Власна сировинна база є сильною стороною підприємства ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», забезпечується виробничими потужностями гірничого департаменту, в основному гірничо-збагачувального комбінату (бувний НГЗК – до 1998 року), до складу якого входять дві збагачувальні фабрики, дробильні фабрики, гірничо-транспортний цех, три аглофабрики, цех шламового господарства [16]. Обсяг виробництва залізрудного концентрату на ГЗК становив 9,886 млн.т. у 2019 році. Мінеральна база ГЗК представлена Валявкінським (кар'єр №3-біс) та Новокриворізьким родовищами магнетитових та окиснених кварцитів (кар'єр №2-біс), які знаходяться на 10 км на південь від центральної частини міста Кривий Ріг. Продуктивність кар'єру №2-біс становить 10 млн.т. руди на рік, кар'єру №3-біс – 14,7 млн. т. [16].

Кар'єр №3-біс розробляється з 1972. За цей час найнижча точка кар'єру досягла 505 м, ширина по поверхні – 1450 м, по дну – 350 м, довжина по поверхні – 2200 м, по дну – 1000 м [16]. Такі показники глибини кар'єру дозволяють віднести його до групи глибоких кар'єрів. Залізрудна сировина вивозиться на збагачувальну фабрику залізничним транспортом. Технологічним транспортом в кар'єрі є автосамоскиди вантажопідйомністю 130 т. Таким чином, система транспортування гірничорудної сировини у кар'єрі представляє собою змішану технологію із поєднанням автомобільного та залізничного транспорту. Доля витрат на транспортування в загальній собівартості видобутку залізрудної сировини досягає 60%. Отже, зниження витрат на транспортування сировини у кар'єрі є визначальним чинником у розробці заходів з удосконалення транспортно-логістичної системи гірничого департаменту. Рухомий склад автотранспортної системи гірничого

департаменту представлений автосамоскидами моделі CAT 785C виробництва Caterpillar [10], які працюють на підприємстві з 2006 року. Технічні характеристики автосамоскида CAT 785C наведено у додатку А.

2.2 Проектування кар'єрних доріг на підприємстві АМКР

Удосконалення автотранспортної системи гірничого департаменту важко уявити без раціонального підходу до проектування кар'єрних автодоріг. Існують різні класифікації кар'єрних автодоріг. Основні або постійні дороги використовуються довше ніж шість місяців або призначені для дозволеного використання землі після видобутку корисних копалин. Допоміжні або тимчасові дороги – це дороги, які не віднесені до основних, і можуть використовуватися для розвідувального під'їзду, для перевезення гірничої маси в кар'єрі та для доступу до кар'єру. Інші визначення стосуються трьох класів доріг: капітальні автодороги, під'їзди до кар'єру та внутрішньокар'єрні автодороги. Тільки остання група може бути побудована з місцевих матеріалів без опорної поверхні з гравію або іншого стійкого матеріалу [11].

Проектування відкритої розробки корисних копалин передбачає визначення параметрів автодоріг, таких як ухил, схема руху, вигини, перехрестя та повороти. Вибір повздовжнього ухилу дороги може вплинути на доступ до рудного тіла, оголення більше мінералів для видобутку та впливу на коефіцієнти розкриву.

У роботах [11], геометричні елементи кар'єрних автодоріг слід проектувати для забезпечення безпечного та ефективного перевезення на нормальних робочих швидкостях автосамоскида. Здатність оператора транспортного засобу бачити відстань попереду, на якій він може зупинити транспортний засіб, є основним фактором. Гальмівний шлях автосамоскида – це компонент, який необхідно оцінити для кожного типу транспортного засобу у парку, щоб дозволяє проектувальникам визначити горизонтальне та вертикальне вирівнювання доріг. Пов'язана із відстанню зупинки

транспортного засобу є «відстань видимості» для оператора автосамоскида. Необхідно, щоб уздовж траси відстань видимості була достатньою для того, щоб транспортний засіб міг рухатися на зазначеній швидкості із можливістю зупинки перед досягненням попереду перешкоди або небезпечної ситуації на дорозі. У вертикальній площині відстань видимості обмежена дорожнім покриттям на гребні дороги. На горизонтальних кривих круті урізки скель, дерева, споруди обмежують відстань огляду. Відстань, виміряна від водія до небезпеки попереду завжди має дорівнювати або перевищувати відстань, яка необхідна для того, щоб безпечно зупинити транспортний засіб.

Ключовими параметрами у проектуванні геометрії кар'єрних доріг є відстань зупинки, відстань видимості, ширина доріг і поперечні ухили, криві та висоти, спуски, максимальний та керівний повздовжній ухил, перехрестя.

Для кожного автосамоскиду у парку необхідно визначити гальмівний шлях та пристосувати кривизну доріг до транспортного засобу із найдовшим гальмівним шляхом.

Для оцінки гальмівного шляху для різних ухилів і швидкостей руху Кауфманом та Ольтом розроблено емпіричну формулу, заснована на обмеженнях гальмівного шляху за методикою SAE [11]:

$$D = g \cdot t^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin\gamma + V_0 \cdot t + \left[\frac{g \cdot t \cdot \sin\gamma + V_0}{2 \cdot g \cdot (\varphi_{min} - \sin\gamma)} \right]^2 \quad (2.1)$$

де D – відстань зупинки, (м); g – прискорення вільного падіння (м/с^2); t – час, що пройшов між сприйняттям водієм потреби зупинитися і фактичним виникненням фрикційного контакту на колісних гальмах (с); γ – кут спуску (градуси); φ_{min} – коефіцієнт зчеплення коліс з опорною поверхнею; V_0 – швидкість автосамоскида під час зупинки (м/с).

Параметр t складається з двох окремих інтервалів часу, t_1 і t_2 . Компонент t_1 є часом реакції гальма через підвищення тиску в гальмівній системі після натискання педалі гальма, щоб ефективно впливати на гальмівну

силу колеса. Типове значення часу реакції гальма, запропоноване SAE [] для автосамоскида повної маси 130 т становить 4,5с. Час реакції гальма може бути й більшим для багатьох автосамоскидів, які працюють на відкритих гірничих родовищах у теперішній час.

Другим компонентом t , позначеним як t_2 , є час реакції водія, тобто час, який проходить між сприйняттям небезпеки водієм і фактичним натисканням педалі гальма. Прийнятне значення t_2 становить 1,5с.

Коефіцієнт зчеплення можна визначити з такого виразу:

$$\varphi_{min} = \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot S} \quad (2.2)$$

де V – тестова швидкість за SAE (32,2 км/год); S – гальмівний шлях, обчислений шляхом віднімання ($8,94 \times t_1$) від рекомендованого гальмівного шляху за SAE, (м).

Підстановка різних гальмівних шляхів SAE і показників t_1 у вираз (2.2) дає середній мінімально досяжний коефіцієнт тертя φ_{min} на рівні 0,3 й відповідне сповільнення автомобіля приблизно 2,94 м/с².

На основі рівнянь 2.1 і 2.2 можна розробити криві гальмівного шляху для різних ухилів й швидкостей руху. Однак ці рівняння не враховують зношування гальм через накопичення тепла при постійному застосуванні гальмування. Дані рівняння також не ґрунтуються на результатах реальних польових випробувань і може використовуватися лише як приблизний орієнтир на етапі попереднього планування проектування кар'єрної автодороги.

Відстань зупинки кар'єрного автосамоскиду CAT785C при гальмуванні на повздовжньому ухилі у 9% (32 градусів) для діапазону швидкостей руху від 54 до 5 км/год, розрахована за формулою 2.1, представлено на рис.2.1. При гальмуванні на робочих швидкостях у 15 км/год гальмівний шлях може бути рівним 10 м. При гальмуванні на максимальних швидкостях руху 50 км/год гальмівний шлях збільшується до 100 м.

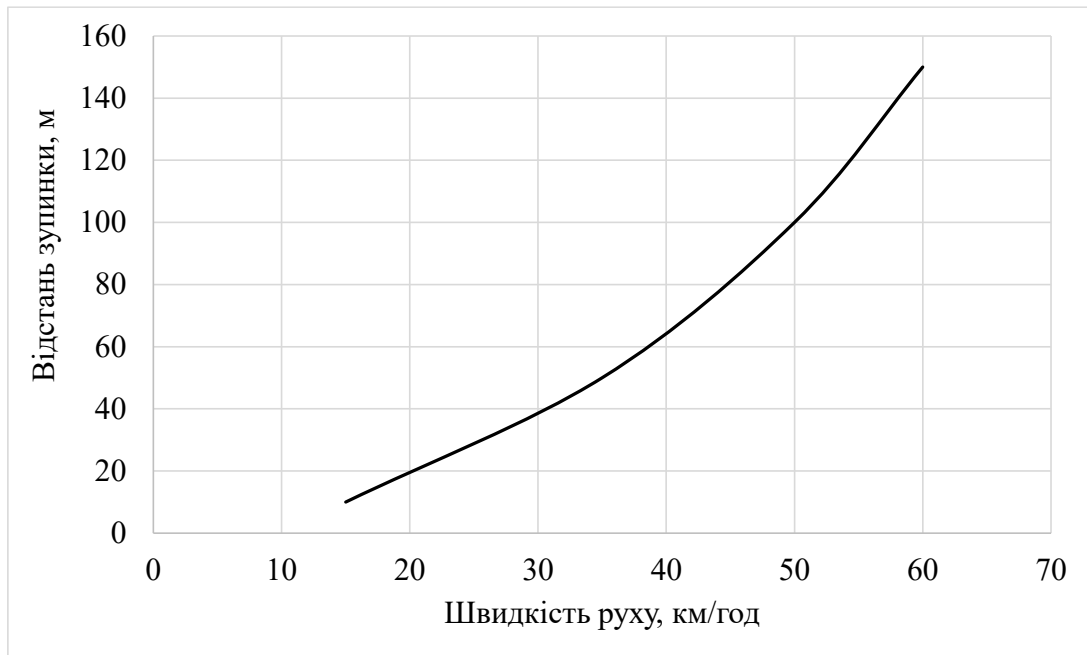


Рис.2.1. Залежність відстані зупинки від швидкості руху автосамоскида CAT785C при повздовжньому ухилі дороги у 9%.

Вертикальне вирівнювання в проектуванні доріг вимагає розумного вибору нахилу і вертикальних кривих для забезпечення достатньої відстані для зупинки та огляду на всіх ділянках кар'єрної дороги.

Вертикальні криві використовуються для забезпечення плавного переходу від одного рівня дороги (уступу) до іншого. Довжини вертикальних поворотів має бути достатньо для комфортного керування самоскидом та забезпечення достатньої відстані огляду на проектній швидкості транспортного засобу.

Для визначення довжини кривої використовується формула:

– якщо параметр S більше за L

$$L = \frac{2 \cdot S - 200 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \quad (2.3)$$

– якщо параметр S менший за L

$$L = \frac{A \cdot S^2}{100 \cdot ((\sqrt{2 \cdot h_1} + \sqrt{2 \cdot h_2}))^2} \quad (2.4)$$

де L – довжина вертикальної кривої, (м); S – прийнята відстань зупинки автосамоскида, (м); A – алгебраїчна різниця для перепаду висот (%); h_1 – висота зору водія над землею (м); h_2 – висота об'єкту(м).

Для врахування можливості появи на опорній поверхні перешкод, у тому числі тих, що перевозяться, висоту об'єкта над дорожнім покриттям слід прийняти рівною 0,15 м.

При мінімальній відстані зупинки у 10м довжина кривої визначатиметься:

$$L = \frac{97 \cdot 10^2}{100 \cdot \left((\sqrt{2 \cdot 5,2} + \sqrt{2 \cdot 0,15}) \right)^2} = 6,32$$

Як правило, довжини кривих, що перевищують обчислений мінімум, є бажаними, оскільки вони призводять до врахування більшої відстані видимості. Однак надмірна довжина може призвести до довгих, відносно плоских ділянок, які характеризуються вибоїнами на дорозі, якщо не буде забезпечено належний дренаж. У будь-якому випадку, слід уникати величин вертикальних кривий менших за 30 м.

Ширина кар'єрних доріг на прямих ділянках та поворотах повинна відповідати допустимій безпечній швидкості руху та показникам маневреності автосамоскида. Враховуючи, що габарити транспортної техніки, задіяної на різних родовищах будуть відрізняються, розмір автосамоскида матиме більш вагомий вплив на вимоги до ширини кар'єрної дороги, ніж тип автосамоскиду.

Занадто вузькі кар'єрні дороги можуть різко скоротити термін служби шин автосамоскида, змушуючи оператора займати сусідню берму при зустрічному роз'їзді. Це призводить до пошкодження бічних стінок шин, нерівномірного зносу та порізів. Особливо дана проблема поглиблюється при використанні у парку автосамоскидів більшої вантажопідйомності без зміни підходів до планування ширини доріг.

Мінімальна ширина опорної поверхні для прямих ділянок одно- та багатосмугових доріг може визначатись з такого виразу:

$$W = (1,5 \cdot L + 0,5) \cdot X \quad (2.5)$$

W - ширина опорної поверхні, (м); L – кількість смуг; X – ширина автосамоскида (м).

Для руху автосамоскида САТ785С мінімальна ширина односмугової дороги повинна бути рівною, м:

$$W = (1,5 \cdot 1 + 0,5) \cdot 7,5 = 15$$

Для двосмугової дороги, м:

$$W = (1,5 \cdot 2 + 0,5) \cdot 7,5 = 26,25$$

Локально вздовж траси може знадобитися додаткова ширина дороги, що перевищує мінімальну, визначену з рівняння 2.5, наприклад:

- для розміщення обладнання, яке перевищує розміри основних учасників дорожнього руху, наприклад, екскаватору або драглайну,
- для забезпечення достатнього простору для проїзду транспортних засобів на односмугових дорогах;
- якщо на односмугових дорогах дистанція видимості менша за гальмівний шлях автосамоскида, повинне передбачити достатньо місця для транспортних засобів, що рухаються, щоб уникнути зіткнення із стоячими або повільними транспортними засобами.

Повороти або інші ділянки на кар'єрних дорогах, які характеризуються кривими, мають бути спроектовані так, щоб враховувати мінімальний радіус повороту автосамоскида. На поворотах потрібна ширша дорога, щоб врахувати звис, що виникає спереду та ззаду автосамоскида.

Розрахункова ширина (у метрах) для горизонтальних кривих для автосамоскида САТ785С представлена на рис.2.2.

Конфігурація кривих та серпантину повинна включати врахування продуктивності автосамоскиду. Кар'єрні дороги розроблені для постійного руху автосамоскидів дозволяють реалізувати їх можливості. Продуктивність автосамоскида може відігравати більшу роль у витратах на видобуток корисної копалини, ніж капітальні витрати на дорожнє будівництво. Погано

спроектовані криві кар'єрних доріг можуть позначитись у збільшенні операційних витрат на перевезення.

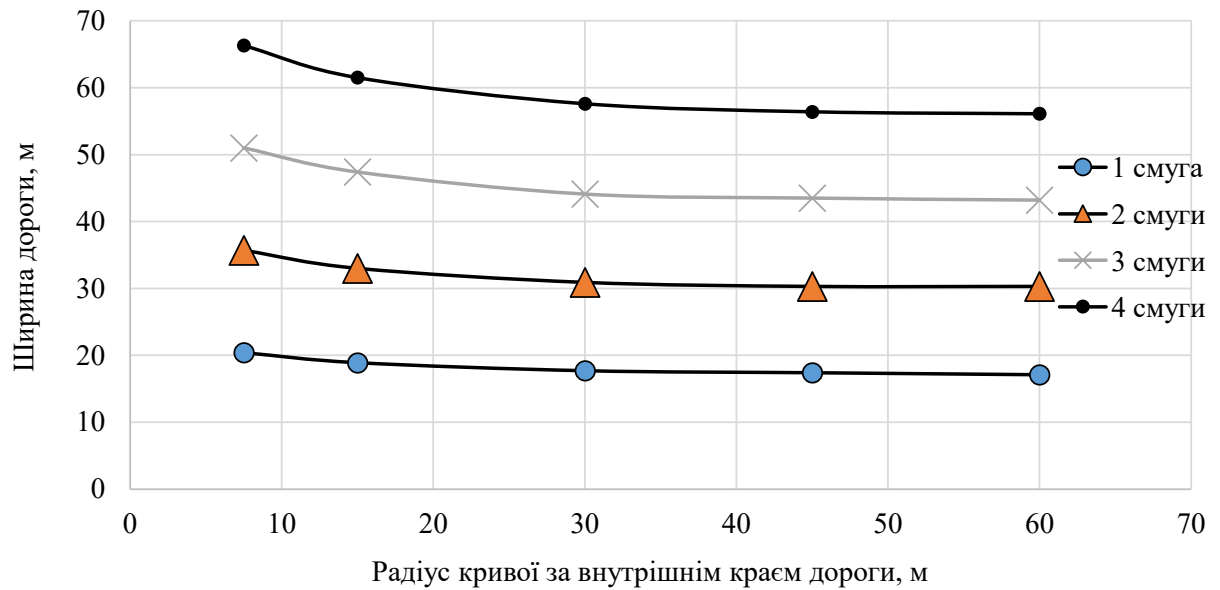


Рис.2.2. Залежність радіусу кривої від ширини дороги для автосамоскида CAT785C.

Рівняння 2.6 є загальноприйнятою формулою для проектування кривої. Дана формула враховує швидкість автосамоскиду, тертя о дорожнє покриття, перевищення і радіус повороту. У формулі є спроба врівноважити зовнішні відцентрові сили з боковим опором плюс внутрішню складову сили від маси транспортного засобу та висоти. Максимальна потенційна швидкість автосамоскида дорівнює є функцією ухилу плюс опору коченню. Для поворотів на дорогах, де ухил більше нуля, визначається радіус кривої для найшвидшого автосамоскида, яким зазвичай є той, що йде вниз.

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (e + \varphi)}$$

де R – радіус кривої, (м); e – перепад висот (м/м); φ – коефіцієнт зчеплення коліс з опорною поверхнею; V – швидкість руху (км/год).

Наприклад, для автосамоскида, який рухається зі швидкістю 60 км/год по поверхні дороги з коефіцієнтом тертя 20% і 5% перепадом висот, вимагається радіус кривої близько 113 м.

Узгодження кривих може створювати високі бічні зусилля в шинах. Ці сили сприяють високому зносу шин і поділу їх шарів. Підйом кривої допомагає усунути ці сили. В ідеалі зношеність шин була б зменшена, а керування було б легким, якби висота дороги була рівною складової ваги транспортного засобу.

Величина підйому залежить від радіусу кривої та швидкості автосамоскида. Таблиця 2-3 у роботі [11] є довідником для забезпечення підйому, необхідної для усунення бічних сил. Вигини дороги становлять небезпеку, коли дорожнє покриття слизьке. Якщо не підтримується належна швидкість, транспортний засіб може зісковзнути з нижнього краю проїжджої частини. З цієї причини не слід використовувати при проектуванні доріг у кар'єрі підйом більше 10%. Надвисокі вигини слід підтримувати в хороших тягових умовах. Іншим підходом до проектування кривих із надвисокими рівнями є визначення безпечної швидкості для поворотів при певній бічній силі на колесі. Загалом, бічний коефіцієнт тяги величиною 20% безпечний для будь-яких умов, крім слизьких доріг.

Перехід між звичайним поперечним перерізом дороги та ділянкою підйому має бути поступовим, щоб допомогти водієві маневрувати транспортним засобом на повороті. Кауфман і Олт [] рекомендують, щоб ця ділянка дороги, яка називається перехідною, була віднесено одну третину до кривої і дві третини до дотичної. Довжина вичерпання залежить від швидкості транспортного засобу та загальної зміни поперечного схилу, як показано в Таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Максимальні зміни поперечного схилу на 30-метровій ділянці дороги

Швидкість км/год	Максимальна зміна поперечного схилу на 30-метровій ділянці дороги
16	8
24	8
32	8

40	7
48	6
56	5

Використання таблиці 2.1 найкраще проілюструвати на прикладі. Припустимо, транспортний засіб їде зі швидкістю 56 км/год на прямій дорозі з поперечним ухилом 4% праворуч. Він зустрічається з вигином ліворуч з перевищенням 6% ліворуч, таким чином загальна зміна поперечного схилу становить (4+6) або 10%. Для 56 км/год, рекомендована зміна поперечного схилу становить 5%, отже загальна довжина вибігу повинна бути $(10/5) \times 30 = 60$ м. Третина цієї довжини, 20 м, повинна бути встановлена на кожному кінці кривої та залишку, 40 м, що застосовується до кожної дотичної на початку і в кінці кривої. Гладка спіральна перехідна ділянка не тільки дозволяє транспортним засобам легше їздити по кривих, але й мінімізує скручування рами автосамоскида.

Забезпечити будівництво та утримання доріг з плавними ділянками, що зводять до мінімуму можливість втоми металу від перекручування рами, можна використовувати бортові системи моніторингу автомобіля з тензодатчиками для безпосереднього вимірювання скручування рами [11].

Підвищення продуктивності автосамоскида залежить від вибору відповідного ухилу, який вимагає вивчення на рівні геометрії кар'єрної дороги та тягово-швидкісної характеристики автосамоскида. Тривалість циклу є основним показником продуктивності автосамоскида. Необхідно визначити оптимальний ухил, оскільки тривалість циклу є прямим показником продуктивності та витрати палива.

Коротка відстань зазвичай забезпечує менший час їздки. Однак часто необхідно також враховувати ефект вертикального підйому. Відстань, пройдена на підйом, змінюється в залежності від величини підйому і ухилу дороги. Наприклад, щоб піднятися на 100 м по вертикалі, автосамоскид повинен проїхати 5 км на уклоні 2% або 1 км на уклоні 10%.

Відстань їздки, продуктивність автосамоскиду, повна маса, опір нахилу та опір коченню визначають час, за який автосамоскид підніметься на горизонт.

Характеристики автосамоскидів часто представлені у вигляді кривих сили тяги (рис.2.3). Ці криві показують, як автосамоскид швидко рухається за заданих умов і відображає вихідну потужність автомобіля.

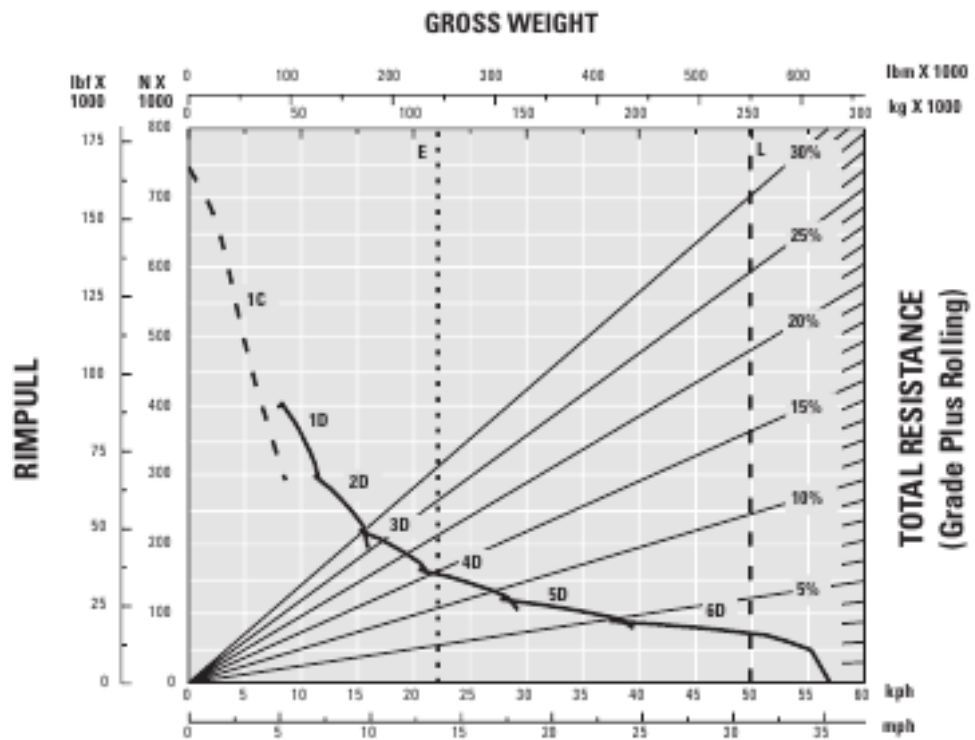


Рис.2.3. Тягова характеристика CAT785C: тягова сила (rimpull), загальний опір (ухил плюс кочення) (total resistance), номінальна вага (gross weight) [10].

Для визначення швидкості автосамоскида за тяговою характеристикою, розраховується тяга на основі повної ваги та загального опору руху. Під час підйому загальний опір дорівнює опору підйому плюс опір коченню. Після визначення необхідної тягової сили швидкість можна зчитувати з продуктивності. Стабільна швидкість на уклоні для даного автосамоскида залежить від загальної маси та опору руху. Час у дорозі розглядається при цьому як відстань поділена на швидкість автосамоскида. У реальних ситуаціях гірництва номінальна вага, ймовірно, буде відрізняться, оскільки у ківші

екскаватору не може бути однаковою вага матеріалу за кожну поїздку. Тому варіації в ваги також повинні бути враховано при проектуванні ухилу кар'єрних доріг.

Максимальні ухили визначаються не тільки особливостями місцевості та врахуванням продуктивності автосамоскидів, а також безпечним гальмівним шляхом транспортних засобів.

Неможливо встановити один оптимальний ухил, який би підходив для всіх автосамоскидів. Крім того, конкретні умови на кар'єрі змінюються залежно від стилю водіння оператора, пори року та щоденних дорожніх умов. Тому проектувальник доріг повинен оцінити гальмівні та експлуатаційні можливості транспортного парку і на основі цих даних визначити, чи дозволяють наявні умови створити більш круті ухили без втрати часу циклу транспортування. Для кар'єрних доріг у Криворізькому регіоні встановлене максимальне значення повздовжнього ухилу на рівні 15%. Довжина стійких нахилів для відрізків кар'єрних доріг є ще одним фактором, який необхідно враховувати у вертикальному плануванні. Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що багато операторів автосамоскидів виявили, що для них існують оптимальні умови роботи при повздовжніх ухилах не більше ніж 7-9%.

Ширина дороги також повинна враховувати берму безпеки та наявність канави. Берми безпеки, як правило, будуються з гірничої маси і використовуються для того, щоб залишати транспортні засоби, які поза контролем, на дорозі. Висота берми безпеки зазвичай становить приблизно $\frac{2}{3}$ діаметра шини найбільшого автосамоскиду у роботі. Нахил бічних берм може бути крутим до 1:1, якщо це дозволяє стабільність матеріалу. Захисну берму зазвичай споруджують із зазорами шириною від 1 до 2 м приблизно кожні 25 м для полегшення поверхневого дренажу з дороги. З обох боків дороги викопують дренажну канаву. Глибина канави мінлива, але типове значення на 0,5 м менше, ніж верх ґрунтового шару. Сторони канави не повинні бути крутішими ніж 3:1.

Поперечний переріз кар'єрної дороги можна в цілому розділити на чотири шари. Ґрунтовий шар — це природна поверхня, на якій побудована кар'єрна дорога. Його можна вирівняти за допомогою виїмки або засипання в деяких випадках для забезпечення відповідної поверхні. Як правило, товщина підоснови та основного шару становить приблизно 1-2 м. Однак товщина підоснови може бути значно більшою (до 10 м), коли потрібна більша висота дороги. Більшість кар'єрів використовують у якості дорожньо-будівельного матеріалу для шарів дороги розкрит, відмінний від поверхневого шару. У деяких випадках підоснова може бути побудована з матеріалів, що містять гірничі породи розміром більше 100 мм. Для базових шарів можна використовувати щебінь з максимумом розміром частинок менше 100 мм. Товщина поверхневого шару зазвичай коливається від 0,3 м 1 м.

Одним з найбільш широко використовуваних методів розрахунку необхідної товщини засипки для будівництва доріг є метод каліфорнійського коефіцієнта несучості (CBR). Такий підхід характеризує несучу здатність заданого ґрунту у відсотках від несучої здатності стандартного щебню, відношення потужності, які називаються CBR для даного ґрунту. Емпіричні криві, відомі як CBR криві, визначають необхідну товщину заповнення та прикладене навантаження на колесо зі значенням CBR []. Відповідно до даного методу, розрахункові значення товщини кожного шару кар'єрної дороги для автосамоскиду CAT785C будуть виглядати так: опорна поверхня – 0,3 м; основа – 0,5 м; підоснова – 1,0 м; загалом – 1,8 м.

Визначені параметри кар'єрних доріг для умов роботи автосамоскиду CAT785C дозволяють порівняти варіанти дорожнього будівництва з економічної точки зору. Відповідна методика та розрахунок порівняння вартості будівництва кар'єрних доріг представлена у розділі 3. Для гірничого департаменту АМКР дані витрати відносяться до операційної діяльності підприємства.

2.3 Рациональне використання екскаваторно-автомобільних комплексів

Необхідність вироблення нових підходів до парку кар'єрних екскаваторів на АМКР обумовлює завдання вибору оптимального типу екскаваторно-автомобільного комплексу з урахуванням динаміки гірничотехнічних умов. На технологічну узгодженість параметрів комплексу, що є критерієм вибору, впливають група організаційно-технологічних факторів та факторів, що визначають ефективність екскавації та транспортування гірничої маси [6]. Тип та конструктивні особливості кар'єрних екскаваторів та автосамоскидів повинні забезпечувати найбільшу ефективність вантажно-транспортного процесу, особливо в умовах складного фінансового становища підприємства.

Найважливішим показником, що впливає на продуктивність кар'єрної техніки, отже, і сумісність ємностей вантажно-транспортного устаткування, є відношення маси руди у природному заляганні до об'єму, тобто щільність гірничої маси. Щільність у масиві знижується з допомогою природної пористості порід, що у залежності від мінерального складу змінюється від 0 до 50% [6]. В умовах Криворізьких залізрудних кар'єрів щільність гірничої маси в масиві для пухкого розкриву становить $1,9 \text{ т/м}^3$ (I-II категорія міцності порід), скельної породи – $2,5 \text{ т/м}^3$ (II-IV категорія), руди – $3,5 \text{ т/м}^3$ (V категорія).

При відділенні породи від масиву відбувається її дроблення на шматки, вона збільшується обсягом. Розпушування порід характеризується коефіцієнтом розпушення – відношенням обсягу породи в зруйнованому стані до її обсягу в масиві:

$$k_p = \frac{V_p}{V} \quad (2.6)$$

де k_p – коефіцієнт розпушення; V_p – обсяг гірничої маси в розпушеному стані, (м^3); V – Обсяг нерозпушеної гірської маси, (м^3).

Об'єм гірничої маси у ківші екскаватора визначається коефіцієнтом наповнення:

$$K_H = \frac{v_r}{E} \quad (2.7)$$

де E – теоретична ємність ківша екскаватору, (м³); v_r – обсяг гірничої маси, захопленої в процесі копання, (м³).

Коефіцієнт наповнення, виходячи з формули (2.7), визначає фактичний обсяг гірничої маси у ківші. Коефіцієнт наповнення та розпушення пов'язані між собою коефіцієнтом екскавації:

$$K_e = \frac{K_H}{K_p} \quad (2.8)$$

Розрахункові фізико-механічні характеристики гірничих порід на кар'єрах Кривбасу представлені в таблиці 2.2.

Табл.2.2

Основні фізико-механічні характеристики гірських порід на кар'єрах Криворізького регіону, що впливають на ефективність екскавації

Вид гірничої маси	Категорія порід за міцністю	Щільність в масиві, γ_m , т/м ³	Коефіцієнт наповнення, K_H	Коефіцієнт розрихлення, K_p	Коефіцієнт екскавації, K_e
Розкрит	II	1,9	1,05	1,36	0,77
Скельна порода	IV	2,5	0,90	1,5	0,60
Руда	V	3,5	0,90	1,6	0,56

Місткості кузовів кар'єрних самоскидів БелАЗ-7514 та САТ785С, які є частиною парку гірничо-транспортного цеху АМКР, представлені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Місткість кузовів кар'єрних автосамоскидів

Кар'єрний автосамоскид	Вантажопідйомність, т	Геометричний об'єм кузова, м ³	Об'єм кузова з шапкою 2:1
БелАЗ-7514	120	47,55	63,15
		90	110
САТ785С	130-136	72	99

Результати розрахунків для кількості ківшів екскаватору від 1 до 10 представлені у таблиці 2.4. Як видно з таблиці 2.4, при роботі кар'єрних екскаваторів з ківшами місткістю 8-15 м³ з автосамоскидами вантажопідйомністю 120-136 т при величині співвідношення їх робочих параметрів, що дорівнює цілому числу, в одних випадках буде спостерігатися недовантаження автосамоскидів, в інших – перевантаження. Оптимальна кількість ківшів забезпечує завантаження автосамоскида в межах, рекомендованих заводом-виробником [12].

Табл.2.4

**Ступень заповнення кар'єрних автосамоскидів
вантажопідйомністю 120-136 т залежно від кількості ківшів екскаваторів
місткістю 8-15 м³**

Кількість ківшів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Екскаватор, м ³	т/м ³	Руда								
8	15,8	31,6	47,4	63,2	78,9	94,7	110,5	126,3	142,1	157,9
	7,2	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2	50,4	57,6	64,7	71,9
10	19,7	39,5	59,2	78,9	98,7	118,4	138,1	157,9	177,6	197,3
	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	71,9	80,9	89,9
12,5	24,7	49,3	74,0	98,7	123,3	148,0	172,7	197,3	222,0	246,7
	11,2	22,5	33,7	45,0	56,2	67,4	78,7	89,9	101,2	112,4
15	29,6	59,2	88,8	118,4	148,0	177,6	207,2	236,8	266,4	296,0
	14,4	28,8	43,2	57,6	71,9	86,3	100,7	115,1	129,5	143,9
Скельна порода										
8	11,8	23,6	35,4	47,2	59	70,8	82,6	94,4	106,2	118
	7,2	14,4	21,6	28,8	36	43,2	50,4	57,6	64,8	72
10	14,7	29,4	44,1	58,8	73,5	88,2	102,9	117,6	132,3	147
	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	71,9	80,9	89,9
12,5	18,4	36,8	55,2	73,6	92	110,4	128,8	147,2	165,6	184
	11,2	22,5	33,7	45,0	56,2	67,4	78,7	89,9	101,2	112,4
15	22,1	44,2	66,3	88,4	110,5	132,6	154,7	176,8	198,9	221
	14,4	28,8	43,2	57,6	71,9	86,3	100,7	115,1	129,5	143,9
Розкрит										
8	11,8	23,6	35,4	47,2	59	70,8	82,6	94,4	106,2	118
	8,4	16,8	25,2	33,6	42	50,4	58,8	67,2	75,6	84
10	14,7	29,4	44,1	58,8	73,5	88,2	102,9	117,6	132,3	147
	10,5	21	31,5	42	52,5	63	73,5	84	94,5	105
12,5	18,4	36,8	55,2	73,6	92	110,4	128,8	147,2	165,6	184
	13,1	26,2	39,3	52,4	65,5	78,6	91,7	104,8	117,9	131
15	22,1	44,2	66,3	88,4	110,5	132,6	154,7	176,8	198,9	221
	15,8	31,6	47,4	63,2	79	94,8	110,6	126,4	142,2	158

Комплекс підбирається таким чином, щоб кількість ківшів екскаватора забезпечувала коефіцієнт використання вантажопідйомності автосамоскида в

оптимальних межах, тривалість навантаження була мінімальною, а місткість платформи автосамоскида дозволяла перевозити даний обсяг гірничої маси.

Ілюстрація даного принципу показана на рис.2.4 – рис.2.5.

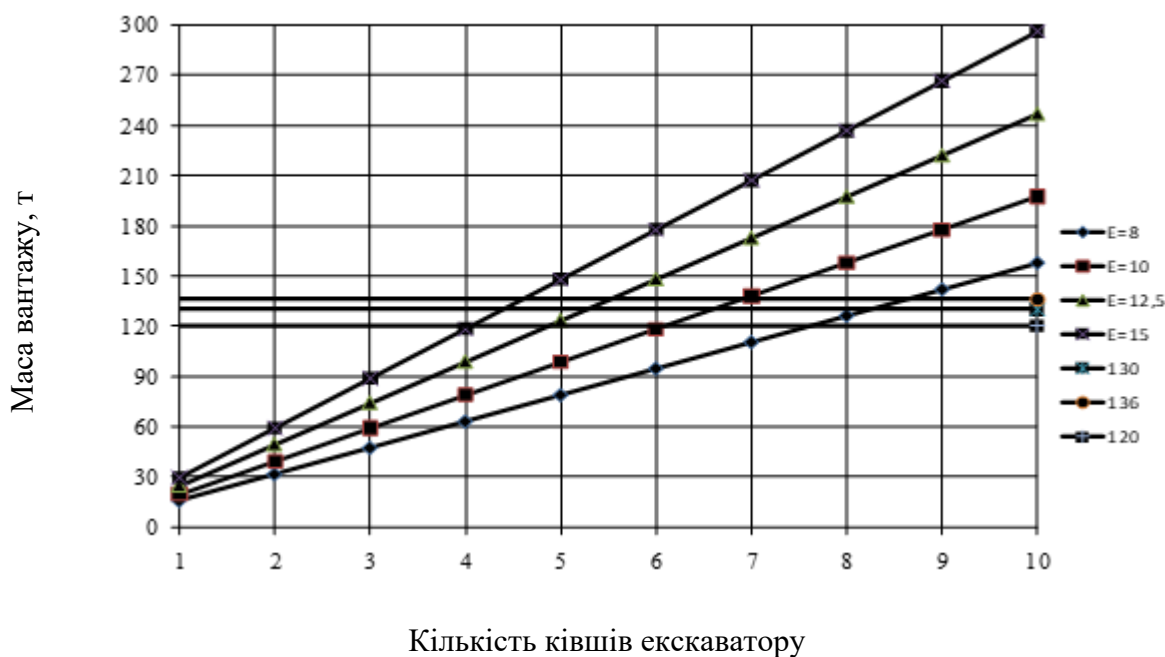


Рис.2.4. Співвідношення між масою вантажу та кількості ківшів екскаватору при роботі на руді

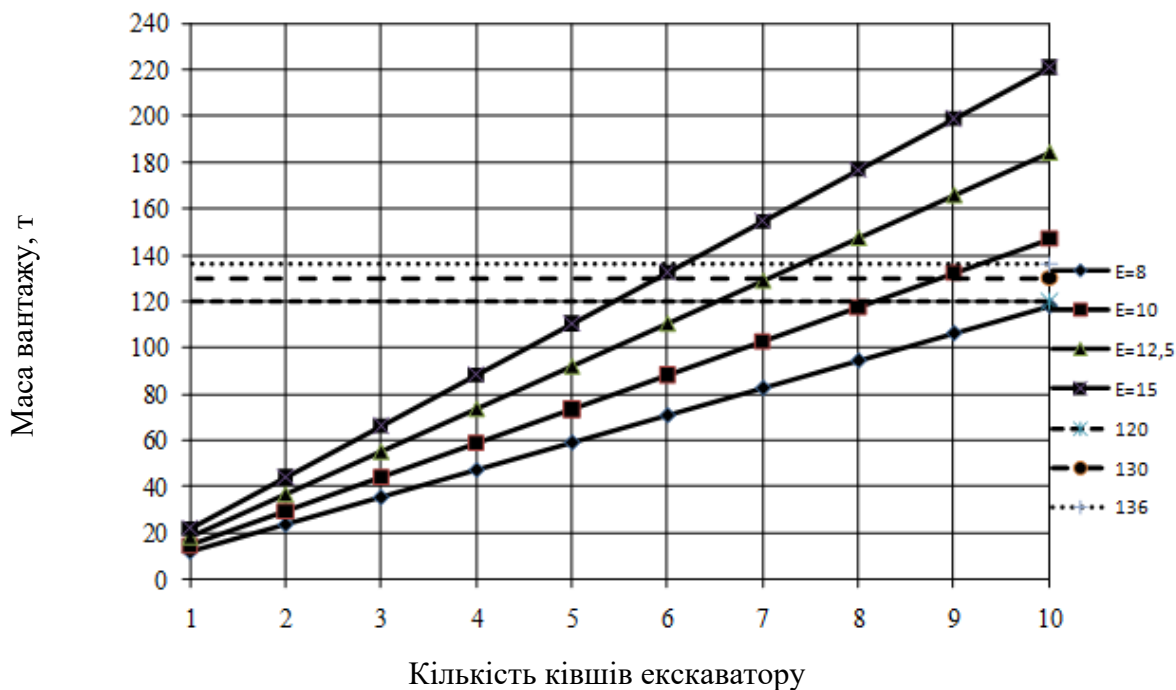


Рис.2.5. Співвідношення між масою вантажу та кількості ківшів екскаватору при роботі на скелі та породі

Кількість ківшів екскаватора у кузові автосамоскида та коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу

Руда								
q _a , т	E=8		E=10		E=12,5		E=15	
	n _к , ШТ	К _q	n _к , ШТ	К _q	n _к , ШТ	К _q	n _к , ШТ	К _q
120	7	0,921	6	0,987	5	1,028	4	0,987
130	8	0,972	7	1,063	5	0,949	4	0,911
136	8	0,929	7	1,016	5	0,907	4	0,871
Скельна порода й розкрит								
q _a , т	E=8		E=10		E=12,5		E=15	
	n _к , ШТ	К _q	n _к , ШТ	К _q	n _к , ШТ	К _q	n _к , ШТ	К _q
120	10	0,980	8	0,980	6	0,920	5	0,920
130	>10	-	9	1,017	7	0,990	6	1,020
136	>10	-	9	0,973	7	0,947	6	0,975

При роботі екскаватора із місткістю ківша 15м³ з автосамоскидами вантажопідйомністю 120 - 136 т на руді спостерігається найменша тривалість завантаження порівняно з екскаваторами, що експлуатуються нині на кар'єрах АМКР. Однак у разі використання даного типу екскаватору з автосамоскидом САТ785С вантажопідйомністю 136 т ефективність комплексу знижується за рахунок недовантаження транспортного засобу на 13%, або, при п'яти циклах екскавації, перевантаження на 8%. Якщо використовувати екскаватор з місткістю ківша 15 м³ у якості розкритного, то в комплексі з автосамоскидами вантажопідйомністю 120-136 т коефіцієнти використання вантажопідйомності та число циклів екскавації будуть оптимальними.

При експлуатації кар'єрного автосамоскида САТ785С на руді розрахункові обсяги породи в кузові в комплексі з екскаваторами з об'ємами ковшів 8, 10 та 12,5 м³ також не перевищують місткість стандартної платформи, що становить 72 м³.

Комплекс «екскаватор 15м³ – автосамоскид САТ785С» можна розглядати для роботи на скельних породах. Однак слід зазначити, що він працюватиме з недовантаженням автосамоскида, при чому розрахунковий

об'єм породи в кузові 86,7 м³, що перевищує на 14,7 м³ місткість кузова цієї моделі автосамоскида.

Для кар'єрного автосамоскида БелАЗ-7514 на руді з будь-яким екскаватором, що розглядається, місткість стандартної платформи в 47,55 м³ є достатньою, оскільки обсяг породи в кузові становитиме від 50,4 до 57,6 м³, що не перевищує обсягу з «шапкою» 2:1 (63,15 м³).

Місткості стандартної платформи автосамоскида БелАЗ-7514 навіть із «шапкою» недостатньо для перевезення розрахункових обсягів скельних порід та розкриву, незважаючи на недовантаження. Використання вуглевозної платформи на БелАЗ-7514 не раціональне через те, що її геометрична місткість значно перевищує фактичні обсяги породи та розкриву.

Остаточно вибір типу гірничотранспортного устаткування проводиться за критерієм максимальної продуктивності комплексу. Методика та результати розрахунків даного показника представлено у розділі 3.

2.4. Розробка раціонального варіанту установки кар'єрних автосамоскидів під навантаження

Відомо, що такі непродуктивні операції, як тривалість екскаваторного навантаження самоскида разом із часом виконання маневру, у середньому становить 15% від загального часу технологічного циклу автосамоскида. Непоодинокі випадки встановлення машин під екскаватор за кілька заїздів [6].

При цьому оптимальна схема установки автосамоскида під навантаження має забезпечувати:

- мінімальні витрати часу на виконання маневру, навантаження та обміну машин;
- максимальну продуктивність екскаваторно-автомобільного комплексу у даних умовах;
- безпеку ведення виїмково-вантажних робіт на кар'єрі;
- мінімальну витрату палива та знос шин кар'єрних самоскидів.

В умовах глибоких кар'єрів при розробці вузьких траншей вибирається тупикова чи комбінована (тупиково-петлева) схема установки під навантаження.

Тупикова схема характеризується збільшенням часу виконання маневрів, і, зменшенням продуктивності автотранспорту на 30-35% [6]), зниженням безпеки ведення гірничих робіт.

При тупиковій схемі з установкою автосамоскида під меншим кутом по відношенню до екскаватора скорочується час екскаваторного циклу, що підвищує продуктивність комплексу. Однак, у цьому випадку можливість виконання автосамоскидом маневру має забезпечуватись параметрами робочого майданчика. Враховуючи, що середня ширина робочих майданчиків на кар'єрах гірничого департаменту АМКР становить 30м, наближаючись до мінімального значення за нормами проектування гірничих підприємств [6], зменшення кута установки під навантаження знижує безпеку екскаваторного навантаження.

Пропонується використання розминувальних вузлів (кишень) при установці автосамоскидів під навантаження. Це дозволяє:

- підвищити швидкість розкриття нижніх горизонтів кар'єру за рахунок поліпшення умов роботи автосамоскидів на новостворених робочих майданчиках;
- скоротити час встановлення автосамоскидів під навантаження за рахунок виконання розвороту за один заїзд;
- збільшити продуктивність екскаватора за рахунок зниження часу очікування самоскида у разі підвищення ритмічності комплексу;
- підвищити безпеку на кар'єрному автотранспорті за рахунок збільшення робочого простору під час розминки самоскидів у вибої.

При відставанні ведення розкривних робіт, це рішення, що не потребує значних фінансових вкладень, особливо актуальне для підвищення швидкості поглиблення кар'єру. Розминувальні вузли можуть бути також використані і для існуючих пунктів завантаження, у тому числі, без ведення додаткових

буро-вибухових робіт за наявності відповідних навалів підірваної гірничої маси на робочому майданчику.

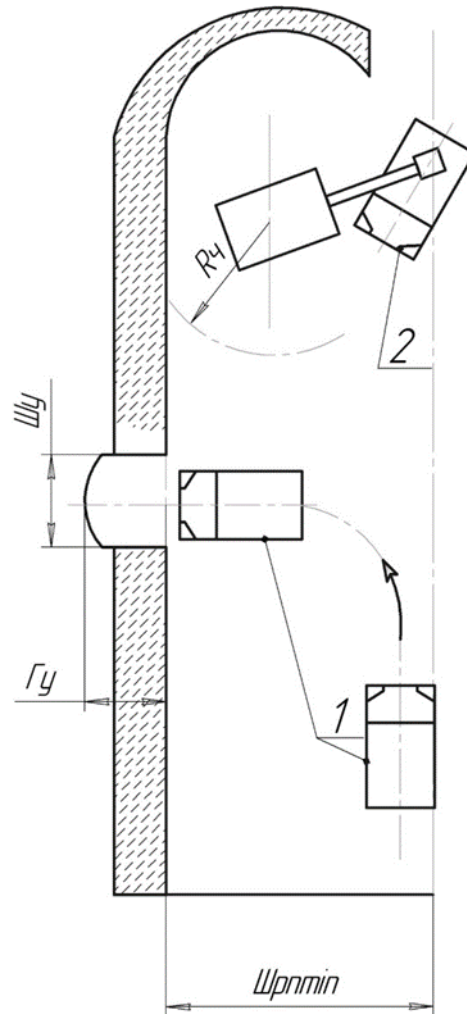


Рис.2.6. Схема установки автосамоскида під екскаватор при використанні кишень: $R_{\text{ч}}$ – радіус черпання екскаватора, м; Ш_y – ширина кишені, м; Γ_y – глибина кишені, м; $\text{Ш}_{\text{рпmin}}$ – ширина робочого майданчика.

2.5. Висновки до розділу 2

У даному розділі запропоновані заходи з удосконалення транспортно-логістичної діяльності на гірничому департаменті АМКР. Пропонується раціональне використання кар'єрних доріг, узгодження робочих ємкостей екскаваторно-автомобільного комплексу, оптимізація схем установки автосамоскидів під навантаження. Ефект від впровадження даних заходів розраховано у наступному розділі роботи.

РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ВАТ «АРСЕЛОР МІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»

3.1. Порівняння варіантів будівництва та утримання кар'єрних доріг

Вартість будівництва кар'єрних доріг різниться в різних типах родовищ. Кар'єри рудних твердих порід як правило, мають велику кількість підосновних і базових матеріалів, в той час як кар'єри з м'якими породами повинні вибирати якісний матеріал, імпортувати або виробляти ці матеріали. Майже на всіх кар'єрах матеріали для поверхневого шару мають бути імпортованими та/або виготовленими.

Економіка будівництва автомобільних доріг набагато складніша, ніж простий розрахунок вартості будівництва доріг. Для справжнього розуміння економіки доріг повинні бути розглянуті витрати на весь їх життєвий цикл, включаючи такі пункти:

- витрати на будівництво доріг,
- витрати на видалення доріг,
- вплив на продуктивність автопарку та експлуатаційні витрати,
- диференційовані витрати на утримання доріг,
- додаткові витрати на експлуатацію та обслуговування автопарку,
- додаткові витрати на зачистку;
- вартість грошей у часі.

Для більшості кар'єрів методика будівництва доріг базується на попередній практиці, а не на економіці. У багатьох випадках у попередніх практиках створювались економічно ефективні дороги, оскільки вони засновані на підґрунті досвіду і експертної оцінки. Наприклад, у кар'єрі, як правило, розміщуються тимчасові дороги (відносно дешеве будівництво) до екскаваторних вибоїв, напівпостійні дороги (будівництво середньої вартості) для магістральних кар'єрних доріг і постійні (дорожче будівництво) для доріг

поза кар'єром. З точки зору «часу використання», це може мати сенс, оскільки економічний аналіз конструкції дороги вказуватиме на той самий вибір. Однак вибір типу дороги може не бути оптимізовано без справжньої економічної оцінки. У цьому підрозділі описана методика розрахунку «економіки життєвого циклу» доріг для кар'єрів, де може вважатись за краще використовувати даний підхід.

Підготовка ґрунту сильно різниться між кар'єрами та в межах різних районів конкретного кар'єру. На рудних кар'єрах з твердими породами зазвичай достатньо вирівняти початковий ґрунт. Практично в усіх випадках необхідно виривати канаву, оскільки необхідно звести до мінімуму контакт води із дорожньо-будівельним матеріалом і підстилаючою основою. Неможливість утримувати воду від цих матеріалів призведе до погіршення стану дороги. Розмір і форма канав будуть відрізнятися для різних типів доріг і конкретного кар'єру.

Витрати на будівництво дороги включають наступне:

- підготовка ґрунту,
- розміщення та підготовка підосновного матеріалу,
- розміщення та підготовка бази,
- розміщення та підготовка матеріалу поверхні,
- розміщення берми,
- вироблення канави.

Дорожньо-будівельний матеріал складається з:

- кар'єрних відходів (розкриву),
- матеріалів, завезених з інших доріг,
- матеріалів із запасів,
- матеріалів, завезених з кар'єрів.

Якщо використовуються відходи гірничого виробництва, які в будь-якому випадку доведеться вивозити, то вартість цього матеріалу є сумою вартості переміщення та розміщення матеріалу на дорозі мінус вартість переміщення та розміщення його на кінцевому місці (звалище).

Якщо матеріал для будівництва отримано зі старих доріг або звалищ, то вартість становить загальну суму:

- видобутку корисних копалин,
- підготовки (подрібнення, промивання тощо),
- накопичення запасів (скидання, укладання та рекультивація), і
- перевезення та скидання /підготовка (розкидання/ущільнення).

Вартість такого типу матеріалу зазвичай реальна (і відносно висока). Берми зазвичай утворюються шляхом вільного скидання відходів. Отже, вартість будівництва берм зазвичай мінімальна або навіть негативна (маємо економію).

Після того, як дорога більше не потрібна у кар'єрі, її потрібно видалити. Виняток лише де доріг, розташованих на матеріалі, який ніколи не видобуватиметься (дно кар'єрних доріг, кінцеві рампи поза шурфом, позаямкові постійні дороги). Вартість вивезення доріг становитиме витрати на видобуток, вивезення і скидання дорожнього матеріалу плюс будь-які витрати, понесені внаслідок розбавлення руди або втрат руди.

Якість дорожньої конструкції матиме безпосередній вплив на опір коченню. Опір коченню, у свою чергу, буде мати прямий вплив на швидкість автомобільного транспорту, а отже, і на продуктивність транспортного парку. Тимчасові дороги зазвичай мають простішу конструкцію та вищий опір коченню, ніж інші типи доріг. Вони використовуються для під'їзду до екскаватору та на майданчиках розвантаження, вони недовговічні (час їх існування вимірюється днями або тижнями). Опір коченню на таких дорогах буде змінюватися від 3% до 20% залежно від конкретного кар'єру.

Напівпостійні дороги, як правило, мають кращу якість і, отже, менший опір коченню. Термін служби напівпостійних доріг зазвичай вимірюється тижнями або місяцями. Опір коченню буде змінюватися від 3% до 10% залежно від кар'єру.

Постійні дороги, як правило, мають високу якість і, отже, найменший опір коченню. Постійними дорогами зазвичай користуються багато років.

Опір коченню цих доріг змінюється від 1,5% до 5% залежно від конкретного кар'єру.

Відмінності в утриманні доріг можуть бути досить великими залежно від типу дороги. Наприклад, для тимчасових доріг використовується менша і низька якість підкладки та основи, що призводить до того, що колії зустрічаються частіше. Ремонт цих прокаток та колій є поточною вимогою до обладнання. Поверхневий матеріал часто втрачається, і його необхідно регулярно замінювати.

Додаткові витрати на експлуатацію автопарку на дорогах низької якості реальні, але їх важко визначити кількісно. Колії на дорогах поганої якості створюють навантаження на транспортні засоби, що проявляється у вигляді розтріскування рами та зменшення терміну служби компонентів. Однак спробувати оцінити реальну вартість дуже важко.

Методи кількісної оцінки цих витрат будуть варіюватися від «найкращого судження» до екстенсивного дослідження [11]. Ці витрати зазвичай ігноруються, оскільки на більшості підприємств не проводяться відповідні дослідження і важко базувати витрати на «найкраще судження». Однак оскільки ця вартість є «реальною» вартістю, в економічний аналіз слід помістити деяку надбавку. Найбільш підходящим методом, мабуть, є відсоткове збільшення витрат на експлуатацію/обслуговування автопарку [].

Гірничодобувна промисловість продовжує рухатися до збільшення вантажопідйомності автосамоскидів для скорочення витрат на транспортування гірничої маси. Однак такі автосамоскиди зазвичай вимагають кращих за якістю і ширших доріг. Вплив цих доріг не завжди враховується при огляді економіки автосамоскидів великої вантажопідйомності.

На багатьох кар'єрах визначають ширину дороги, використовуючи критерії, які пов'язують її з шириною автосамоскида. У більшості випадків ширина дороги розрахована на 3–4 ширини автосамоскида. Якщо критерій у 4 рази перевищує ширину автосамоскида, кожен додатковий метр ширини

машини призведе до дороги на 4 м ширше. Прямим впливом на будівництво дороги є додаткові витрати на будівництво дороги, ширшої на 4 м.

Ще одна витрата, яка особливо значуща в глибоких розробках, – це підвищення об'ємів розкривних робіт (або втрат руди), яке викликане ширшими дорогами. Наприклад, якщо вибрано автосамоскид на 1 м ширший і критерій для доріг у 4 рази перевищує ширину машини, кожен метр ширини автосамоскида призведе до необхідності розроблення 4 додаткових метрів ширини над дорогою.

Для ілюстрації економічності різних доріг на кар'єрах АМКР, розглянемо приклад порівняння короткої ділянки тимчасової та напівпостійної дороги, з'єднаної з головною транспортною дорогою. Тимчасова дорога побудована з нижчими будівельними стандартами і, таким чином, має більший опір коченню.

На кар'єрі №3-біс АМКР необхідно дорогу довжиною 300 м і шириною 30 м від головної транспортної дороги до екскаваторного вибою. Термін експлуатації цієї дороги становить два тижні. За екскаватором буде закріплено чотири 130-тонні автосамоскида. Продуктивність автосамоскидів оцінюється в 144 м³/год для хороших доріг (включаючи напівпостійну ділянку) на основі визначення 2 поїздки на годину. Час роботи екскаватору оцінюється на рівні 90%.

Витрати на будівництво – це загальна підготовка основи, основа (товщина 1 м) та покриття (товщина в середньому 0,1 м). Припустимо, що підготовка основи коштує 70 грн/м², основний матеріал (розкрив від екскаватору скидають на відстані 2 км) за мінус \$30грн/м³, а поверхневий матеріал за 976 грн/м³.

Результати розрахунку тимчасової дороги представлені у табличному вигляді (Табл.2.6).

Розрахунок будівництва та утримання тимчасової дороги

	Види робіт	Вартість, тис. грн
Будівництво		
1	Підготовка основи: $300 \text{ м} \times 30 \text{ м} \times 120 \text{ грн/м}^2$ База: $300 \text{ м} \times 30 \text{ м} \times (-30 \text{ грн/м}^2)$ Опорна поверхня: $300 \text{ м} \times 30 \text{ м} \times 0,1 \text{ м} \times 976 \text{ грн/м}^3$ Загалом:	1080,0 -270,0 878,4 1688,4
Обслуговування		
2	Припустимо, що грейдер за 1000 грн/год і 20% заміни матеріалу поверхні Витрати на грейдер: $24 \text{ год/день} \times 14 \text{ днів} \times 0,90 \times 0,5$ грейдер $\times 1000 \text{ грн/год}$ Відновлення поверхні: $878,4 \text{ тис.грн.} \times 0,20$ Загалом:	151,2 175,7 326,9
Видалення		
3	Припустимо, що 190 грн/м^3 для видалення дороги: $300 \text{ м} \times 30 \text{ м} \times 1,1 \text{ м} \times 190 \text{ грн/м}^3$	1881,0
Втрата продуктивності		
4	Передбачається, що за рахунок використання тимчасової дороги та напівпостійної дороги збільшується час циклу їздки на 1,2 хв. Отже, втрата продуктивності автосамоскида буде $1,2/30 = 4\%$. Припустимо, що ці години замінено орендованими автосамоскидами за 14650 грн/год, щоб зберегти ту саму продуктивність. Витрати: $\text{часи роботи} \times \text{втрата коштів \%} \times \text{питомі витрати/год}$ $24 \text{ год/день} \times 14 \text{ днів} \times 4 \text{ авто} \times 0,90 \times 0,04 \times 14650$ грн/год	708,8
5	Загальна вартість життєвого циклу дороги	4605,1

Припустимо, що напівпостійна дорога має підоснову 1 м (її вартість така ж, як і основний матеріал для тимчасової дороги), 1 м кращої основи, 0,1

м поверхневого гравію та канаву. Підоснова буде розроблятися екскаватором, однак матеріал для бази буде доставатись від іншого екскаватору за нульовою вартістю (як на вивезення, так і на відвал), але вартість розміщення 112 грн./м³. Втрата продуктивності буде нульовою. Вартість утримання становитиме 15% від вартості тимчасової дороги. Результати розрахунку представлено у табл.2.7.

Табл.2.7

Розрахунок будівництва та утримання напівпостійної дороги

	Види робіт	Вартість, тис. грн
Будівництво		
1	Підготовка основи: 300 м×30м×120 грн/м ²	1080,0
	Канава: 300 м×2 ×70 грн/м	42,0
	Підоснова: 300 м×30м×(-30 грн/м ²)	-270,0
	База: 300 м×30м×1м×112 грн/м ³	1008,0
	Опорна поверхня: 300 м×30м×0,1м× 976 грн/м ³	878,4
	Загалом:	2738,4
Обслуговування		
2	Витрати на обслуговування тимчасової дороги ×15%	49,0
Видалення		
3	Припустимо, що 190 грн/м ³ для видалення дороги: 300 м×30м×2,1м× 190 грн/м ³	3591,0
Втрата продуктивності		
4	Продуктивність обладнання не втрачається	0,0
5	Загальна вартість життєвого циклу дороги	6378,4

Для вибраних умов тимчасова дорога буде оптимальним вибором, хоча вона має вищий опір коченню, а обладнання працює із довшим часом циклу. Існує абсолютна перевага тимчасової дороги над напівпостійною на 1773,3 тис.грн. при будівництві та подальшому утриманні дороги протягом 2 тижнів. З цього прикладу стає очевидним, що витрати на видалення, тривалість будівельних робіт, кількість автосамоскидів, які їздять по дорозі, і довжина дороги є ключовими факторами в економіці кар'єрних доріг.

3.2. Обґрунтування вибору екскаваторно-автомобільних комплексів для умов кар'єрів №2, 3-біс

Вибір екскаваторно-автомобільного комплексу для умов кар'єрів АМКР будемо здійснювати виходячи із величини продуктивності комплексу.

Годинна продуктивність ЕАК визначається, т/год:

$$Q_k = q_a \cdot \frac{3600}{t_y + \frac{q_a \cdot k_p}{E \cdot k_n \cdot \gamma_T} \cdot t_{це}} \quad (3.1)$$

де t_y – середній час установки автосамоскида під екскаватор, с; q_a – вантажопідйомність автосамоскида, т; $t_{це}$ – час циклу екскаватора, с, E – місткість ківша екскаватора, м³.

Спрощуючи вираз (3.1), отримаємо таку формулу для годинної продуктивності комплексу, т/год:

$$Q_k = \frac{60 \cdot q_a \cdot k_p}{t_y + t_{ван}} \quad (3.2)$$

Час установки кар'єрного автосамоскида під екскаватор включає час власне установки під навантаження, очікування навантаження та тривалість маневрів. Тоді продуктивність комплексу матиме вигляд, т/год:

$$Q_k = \frac{60 \cdot q_a \cdot k_p}{t_{п} + t_{оч} + t_{м} + t_{ван}} \quad (3.3)$$

де $t_{п}$ – час встановлення під навантаження, хв (0,8); $t_{оч}$ – час очікування навантаження хв. (0,5); $t_{м}$ – час маневрування автосамоскида, хв (2).

Ступінь завантаження кар'єрних автосамоскидів залежно від типу екскаватора визначає їх продуктивність, т/ч:

$$Q_a = q_a \cdot \frac{60 \cdot q_a \cdot k_p}{t_{п} + t_{оч} + t_{м} + t_{з} + t_{ван} + t_{уроз} + t_{роз} + t_p} \quad (3.4)$$

де $t_{уроз}$ – час встановлення під розвантаження, хв; $t_{роз}$ – час розвантаження, хв; t_p – час руху кар'єрного автосамоскида в навантаженому та порожняковому напрямку, хв.

Результати розрахунків годинної продуктивності автосамоскидів БелАЗ-7514 за формулою (3.4) під час роботи з екскаваторами з різним обсягом ківша на руді представлені як залежності від відстані транспортування на рис. 3.1. Як видно, при роботі кар'єрного автосамоскида БелАЗ-7514 з екскаватором з об'ємом ківша $12,5 \text{ м}^3$, його очікувана продуктивність буде максимальною за рахунок перевантаження автосамоскида на 3%.

Кар'єрний автосамоскид БелАЗ-7514 для використання на скельних породах і розтині необхідно оснащувати вуглевозною платформою, що неефективно, тому для даних робіт незаперечною перевагою володіють автосамоскиди САТ785С.

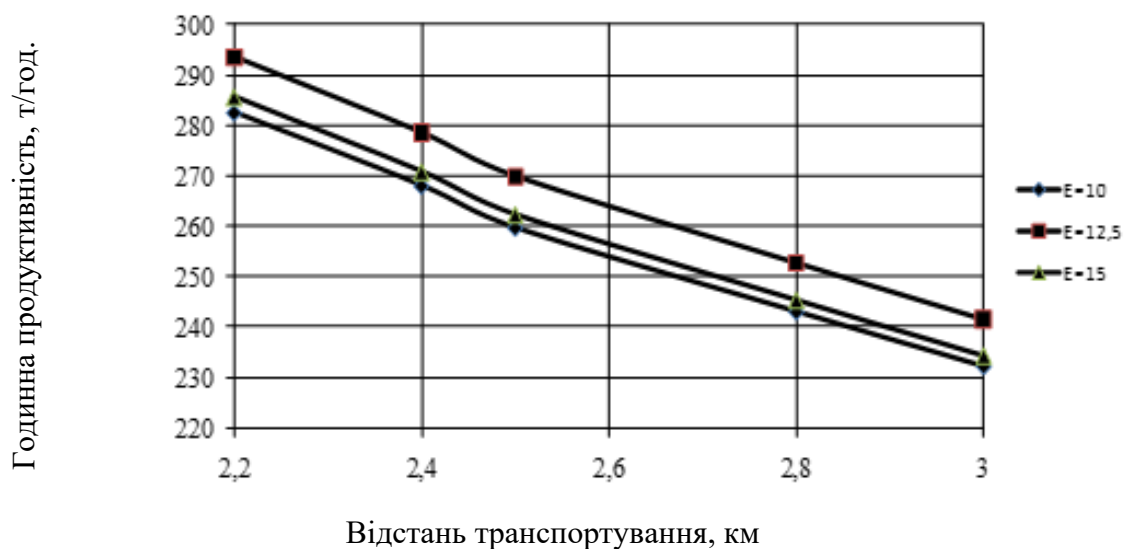


Рис.3.1. Годинна продуктивність кар'єрних автосамоскидів БелАЗ-7514 при роботі з екскаваторами різної місткості ківша

На рис. 3.2 представлено графік годинної продуктивності комплексів гірничого обладнання при роботі на руді. Максимальна продуктивність на руді у комплексу «автосамоскид 136 т (72 м^3) – екскаватор 10 м^3 ». При цьому

спостерігається перевантаження автосамоскидів у межах 2% – 6%, що є допустимим.

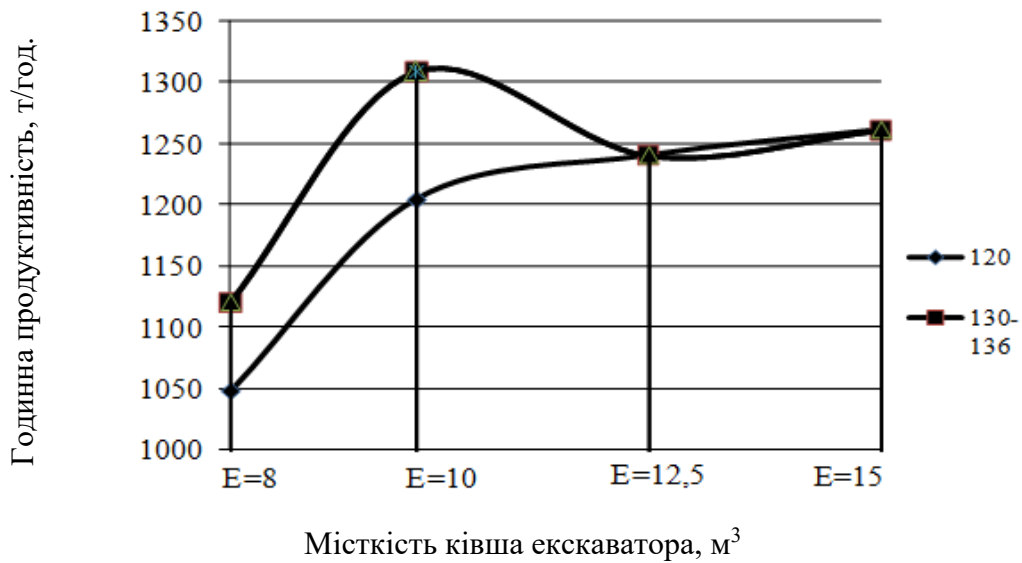


Рис.3.2. Годинна продуктивність комплексу на руді

З автосамоскидами БелАЗ-7514 перевагу отримують кар'єрні екскаватори з місткістю ківша 12,5 м³ та 15 м³, які забезпечують продуктивність комплексів на рівні 1240 та 1261 т/год відповідно. В умовах обмежених робочих зон на глибоких горизонтах кар'єрів 2, 3-біс не завжди можливо використання великогабаритних екскаваторів 15 м³. На цих кар'єрах для видобутку руди доцільніше використовувати екскаватори з ківшем 12,5 м³ та автосамоскиди вантажопідйомністю 120-136 т (БелАЗ-7514, САТ785С). Тоді екскавація проходить за 5 циклів.

Вибір комплексу для скельних порід повинен враховувати той факт, що скельні породи розташовуються поряд із рудними забоями в кар'єрі, а розкрит, як правило, значно віддалений від видобутку та скельних порід. У зв'язку з цим, ефективність використання вантажно-транспортного обладнання підвищується за рахунок експлуатації однотипних екскаваторів на руді та скельних породах.

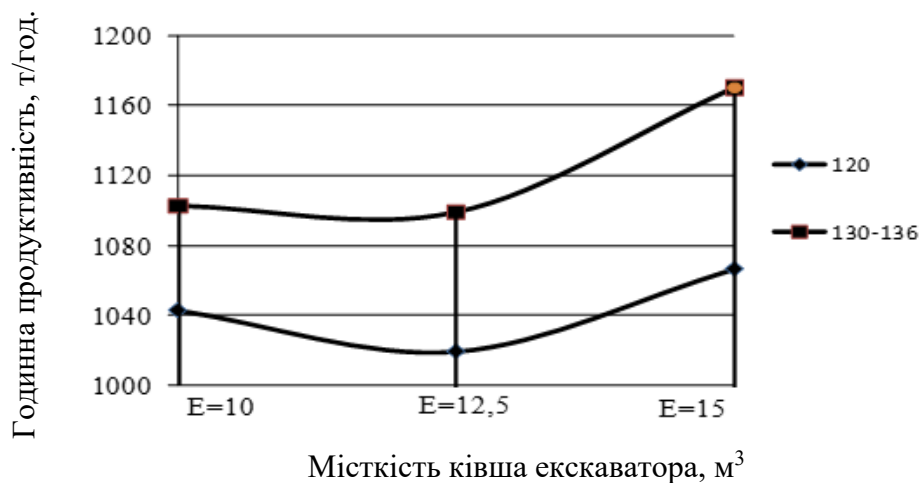


Рис.3.3. Годинна продуктивність комплексу на скельній породі та розкриву

З точки зору необхідної типізації об'ємів ківшів екскаваторів на руді та скельній породі використання екскаваторів на скелі повинне передбачати ківш об'ємом 12,5 м³ у парі з самоскидом САТ785С.

Для розкривних робіт вибираємо комплекс «автосамоскид САТ785С вантажопідйомністю 130 - 136 т – екскаватор з місткістю ківша 15м³», який характеризується максимальною годинною продуктивністю (рис.3.3). У такому разі перевезення гірничої маси передбачається «із шапкою» у кузові (99 м³). Результати вибору типу комплексу для гірничотехнічних умов розробки на кар'єрах 2,3 –біс наведено в таблиці 2.8.

Табл.2.8

Тип комплексу вантажно-транспортного обладнання

Тип ЕАК		
Руда	Скельна порода	Розкрив
«САТ785С- екскаватор 12,5м³» «БелАЗ-7514- екскаватор 12,5м³»	«САТ785С- екскаватор 12,5м³» «БелАЗ-7514- екскаватор 12,5м³»	«САТ785С- екскаватор 15м³»

3.3. Економічна ефективність використання розминувальних вузлів (кишень) при установці автосамоскидів під навантаження

Ефективність нової використання нової схеми установки автосамоскида під навантаження визначається підвищенням продуктивності екскавації, оскільки виникає можливість виконання маневру самоскидом, що під'їжджає під навантаження, одночасно з навантаженням самоскида, що знаходяться під екскаватором. Таким чином, процес екскавації не переривається установкою самоскида під навантаження. При роботі екскаватора на один самоскид, що характерно, як правило, для розкриття нижніх горизонтів, їх прохід можливий більш вузькими траншеями, що призводить до зменшення інтервалу часу між початком підготовки суміжних уступів.

При впровадженні рішення збільшення годинної продуктивності екскаватора становитиме, м³/годину:

$$\Delta V = N \cdot \left(\frac{T_m}{t_{\text{ц}}}\right) \cdot E \cdot \left(\frac{K_n}{K_p}\right) \quad (3.5)$$

де N – середня кількість екскаваторних навантажень за годину роботи самоскида (при середній тривалості транспортного циклу 28 хв, $N = 2$); T_m – тривалість виконання маневру самоскидом, с (середнє значення приймаємо рівним 60 с); $t_{\text{ц}}$ – час циклу екскаватора при куті повороту 90° (для екскаватору з об'ємом ківша 8 м³ дорівнює 28 с); E – геометричний об'єм ківша екскаватора, м³ ($E = 8 \text{ м}^3$); K_n – коефіцієнт наповнення ківша (для руди приймається 0,90); K_p – коефіцієнт розпушення руди (за паспортом завантаження порід $K_p=1,64$).

$$\Delta V = 2 \cdot (60/28) \cdot 8 \cdot (0,9 \cdot 1,64) = 13,3.$$

Отримане збільшення продуктивності екскаватора становить 9,2% від середньої годинної продуктивності кар'єрного самоскида САТ785С (144 м³/годину).

За продуктивності кар'єру №2-біс 10 млн.т. руди на рік при використанні автотранспорту на 70% можливе перевезення додаткових 644 тис. т руди, з якої виготовиться 206,8 тис.т. залізрудного концентрату. За ціною концентрату [17] 1697 грн/т річний приріст від збільшення продуктивності екскаваторно-автомобільних комплексів становитиме 349 717 тис. грн.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ ВАНТАЖНО-ТРАНСПОРТНИХ ОПЕРАЦІЙ У КАР'ЄРІ ЕКСКАВАТОРНО-АВТОМОБІЛЬНИМ КОМПЛЕКСОМ

4.1. Навантажувально-розвантажувальні роботи

Перед виконанням навантажувально-розвантажувальних робіт у кар'єрі необхідно робітникам необхідно ознайомитись із рядом вимог та правил охорони праці [12].

Електрообладнання повинне бути роз'єднане до того, як буде виконуватись механічна робота на даному обладнанні. Вимикачі живлення повинні бути заблоковані або прийняті інші заходи, вжиті для запобігання повторному підключенню обладнання без знання осіб, які над цим працюють. Такі замки або захисні пристрої не повинні бути видалені окрім особи, яка їх встановила, або уповноваженої особи.

У разі непередбаченого переривання електропостачання, оператор повинен негайно повернути всі пускачі та важелі керування в положення позиції «стоп» або «нуль». Технічна інструкція, затверджена керівником кар'єру або інструкція до кожної машини, яка працює, має бути підготовлена компетентною особою. На додаток до технічних деталей, що стосуються машини, інформація, яка міститься на цьому аркуші повинна включати допустимі розміри робочих місць, висоту уступу, стійкість кутів відкосу та відстані, які повинні підтримуватися гірничими машинами та транспортним обладнанням з робочих забоїв, відвалів і перекидних точок. Цей інформаційний лист має бути розміщений неподалік від положення оператора на відповідній машині.

Кабіни всіх екскаваторних машин мають бути обладнані таким чином, щоб оператор завжди мав змогу тримати частину обличчя, яка прилягає до машини, у полі зору.

Усі майданчики, де працюють екскаваторні машини, мають бути обладнані із засобом зв'язку з механізатором.

Не можна допускати сторонніх осіб в салон або назовні платформи діючого екскаватора. Жодна особа не повинна сідати або заходити на екскаватор, який експлуатується, здатний рухатися без попереднього привернення уваги оператора.

Вікна кабіни повинні бути із безпечного скла або еквівалентного, у хорошому стані і його слід утримувати в чистоті.

При переміщенні екскаватора ведуча вісь завжди повинна бути в положенні або на спуску, або ззаду, якщо машина стоїть рівно. Ківш має бути порожній і підтримуватись на висоті не більше 1 м над землею. Стріла повинна бути спрямована в напрямку руху.

Екскаватори повинні стояти на твердій і рівній опорній поверхні, без ухилу перевищення допустимого нахилу, зазначеного в технічній інструкції. В усіх випадках, відстань від відвалу чи будь-якого транспортного засобу до противаги екскаватора не повинна бути менше 1 м, а кабіна під час роботи повинна бути розміщена таким чином, щоб небезпеку для оператора було зведено до мінімуму. Для екскаватора необхідно постійно підтримувати вільний прохід, щоб бути швидко вилученим з забою.

Екскаватор, що працює, слід зупинити та негайно переїхати на безпечне місце у разі виявлення будь-які небезпечних умов, і особливо коли є імовірність падіння каменю з забою або коли в ньому виникли осічки у робочій зоні.

4.2. Транспортування автомобільним транспортом

Компетентний орган повинен встановити стандарти для обладнання безпеки та захисних пристроїв, які повинні бути вбудовані в автотранспорт повинні, або придбані після встановленої дати для нових транспортних

засобів, вказати необхідне захисне обладнання та захисні пристрої від падіння предметів, перекидання транспортних засобів та випадання операторів.

Все мобільне обладнання, яке використовується на кар'єрі, має бути затвердженого типу з ідентифікаційним номером. Керівник повинен скласти транспортні правила для регулювання пересування всіх транспортних засобів та їх експлуатацію на кар'єрі. Правила транспортування мають бути вивішені та надані всім водіям.

Вся самохідна мобільна техніка повинна бути забезпечена належним чином гальмівними системами, здатними ефективно зупинити та утримувати транспортний засіб у нерухомому стані при повному навантаженні, за будь-яких умов експлуатації при правильному водінні.

Жоден транспортний засіб (автосамоскид) не можна залишати без нагляду, якщо:

- органи управління знаходяться в нейтральному положенні, а стоянкові гальма повністю задіяні;
- головний вимикач мобільного обладнання з електричним живленням вимкнено у положенні, коли всі органи керування знаходяться в нейтральному положенні, а гальма увімкнені;

При русі транспортного засобу між робочими зонами рухомі частини з обладнанням має бути закріплено в положенні для руху.

Усі транспортні засоби повинні бути обладнані:

- ефективними фарами, задніми ліхтарями та габаритними вогнями;
- ефективним звуковим попереджувальним сигналом, який повинен лунати щоразу, коли водій хоче рухати транспортний засіб без чіткого бачення безпосередньо попереду і ззаду.

Кабіна оператора автосамоскида повинна бути сконструйована або посилена, щоб протистояти пошкодженню. Кабіна оператора не повинна бути додатково обладнана, переобладнана або інакше змінена таким чином, що погіршує робочу видимість. Вікна кабіни повинні бути із безпечного скла або

еквівалентного, у хорошому стані, їх слід утримувати в чистоті. Кабіни пересувного обладнання повинні бути вільними від сторонніх матеріалів.

Конструкція та розташування місць операторів та органів керування повинні відповідати найкращим ергономічним принципам. Особливу увагу слід приділити: розташуванню і напрямку руху всіх пристроїв управління; сидіння оператора; захисту від небезпеки навколишнього середовища, включаючи несприятливу погоду, спеку, холод, шум і повітряний пил; безпечному входу і виходу для оператора.

Усі кар'єрні дороги повинні мати відповідну транспортним засобам ширину, що їх використовують, і забезпечувати огорожу певного розміру.

У разі необхідності, місця для проїзду повинні бути передбачені на односмуговій дорозі, які мають бути добре видимі з обох сторін.

Нахил і радіус будь-якої частини дороги повинні бути такими, що дозволяє транспортним засобам безпечно їздити по дорозі.

Керівник повинен дати можливість встановити такі знаки, з якими можна контролювати швидкість і рух усіх транспортних засобів, які їздять по дорогах.

Усі низькі точки на кар'єрних дорогах мають бути належним чином осушені, усунути скупчення стоячої води.

Дороги, які піддаються замерзанню, слід систематично очищати зі снігу та льоду та посипані піском, гравієм, шлаком або іншим відповідним матеріалом.

Перевезення доріг із запланованими ухилами понад 5 відсотків повинні мати шляхи аварійної евакуації, які розміщені по всій довжині кар'єрної дороги.

Швидкість роботи автосамоскида повинна відповідати стану доріг, уклону, видимості, руху та типу обладнання, що використовується.

Коли перевозяться вантажі, які виступають за борти транспортних засобів, або більш ніж на 1,2 м за задню частину транспортних засобів, на кінці кузова має бути прикріплена проекція:

– попереджувальна лампа в темний час доби або в умовах обмеженої видимості;

– добре видимий попереджувальний прапор відповідного розміру в денних умовах.

Там, де обмежений вільний простір до верхньої частини кабіни, повинні бути встановлені пристрої попередження, а заборонена зона помітно позначена.

Берми, бампери, запобіжні гаки або подібні засоби повинні забезпечуватись та обслуговуватись відповідно до вимог, щоб запобігти пересування при будь-якому перекиданні та місці скидання. Установки для завантаження жолобів повинні бути спроектовані та встановлені таким чином, щоб особи, які керують ними, не повинні перебувати у небезпечному положенні під час роботи. Будь-яка спроба звільнити засмічення в жолобі повинна здійснюватися тільки компетентною особою, яка повністю розуміє пов'язані з цим небезпеки.

Пересувне обладнання, що використовується для скидання та перекидання повинно бути забезпечене автоматичною сигналізацією зворотного ходу, яка лунає при перевищенні рівня шуму в навколишньому середовищі, або має бути спостерігач, щоб забезпечити можливість руху заднім ходом.

ВИСНОВКИ

У роботі представлені розроблені заходи з організації та управління транспортно-логістичною діяльністю гірничо-металургійного підприємства ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» (АМКР).

Проведений аналіз показників транспортно-логістичної діяльності та SWOT-аналіз АМКР. У поточному році перед підприємством постали питання необхідності перегляду та пошуку нових маршрутів постачання сировини та збуту готової продукції у зв'язку із простоями виробничого обладнання, перебоями у поставках сировини, закриттям каналів збуту через морські порти унаслідок введення війни в Україні.

Запропоновані такі заходи щодо покращення транспортно-логістичної діяльності гірничого департаменту АМКР у частині екскавації та транспортування залізорудної сировини на кар'єрах 2, 3-біс:

1. будівництво тимчасових доріг у якості внутрішньокар'єрних, які матимуть перевагу над напівпостійними дорогами на 1773,3 тис.грн. при створенні та подальшому утриманні ділянки дороги 300×30 м протягом 2 тижнів;

2. підбір комплексів вантажно-транспортного обладнання з існуючого парку гірничо-транспортного цеху №1 у складі: «автосамоскид САТ785С – екскаватор 12,5м³», «автосамоскид БелАЗ-7514 – екскаватор 12,5м³» при роботі на руді та скалі, «САТ785С – екскаватор 15м³» – при роботі на розкриву;

3. використання розминувальних вузлів (кишень) при установці автосамоскидів під навантаження в екскаваторному забої скорочує час навантажувально-транспортних операцій, що дає можливість перевезення автомобільним транспортом додаткових 644 тис. т руди/рік, з якої можна отримати 206,8 тис.т. залізорудного концентрату, за ринковими цінами на залізорудний концентрат, річний ефект від впровадження заходу може бути оцінений у 349717 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Варава Л. М. Визначення перспектив експортної діяльності та вихід на зовнішні ринки ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" / Л. М. Варава, О. В. Бученкова // Економіка та держава : науково- практичний журнал. – 2017. – № 7. – С. 18–23.
2. Листовой литейно-прокатный агрегат для ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» / Ю.В. Коновалов, А.Г. Маншилин, М.Г. Коренко // Металл и литье Украины. – 2015. – № 6. – С. 3-7.
3. Офіційний сайт Всесвітньої організації сталі [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.worldsteel.org>
4. Офіційний сайт Державного комітету статистики [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Круш П.В. Економіка підприємства: Навч. посібник для студ. вищих навч. закладів / П.В. Круш, В.І. Подвігіна, Б.М. Сердюк та ін – К: Ельга –Н, КНТ, 2009. – 780 с.
6. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. – К.: Міністерство промислової політики України, 2007. – 224 с.
7. Перезовова І. В., Сакун А. Ж. Логістична концепція виробничо – промислового підприємства. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2017. Випуск 14. С. 58-64.
8. Разумова К. М., Темченко О. А., Шевчук Н. А., Максимова О. С. Обґрунтування логістичних систем управління підприємством на основі ABC та XYZ-аналізу – Наукоємні технології № 3(51), 2021. С.281 – 291.
9. Чернописька Н. В. Методичні підходи оцінювання логістичної діяльності підприємства / Н. В. Чернописька // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2008. – № 623 : Логістика. – С. 265–27

10. 785 Mining Truck Specifications. Электронний ресурс:
https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks/104480.html
11. Dwayne D. Tannant, Bruce Regensburg. Guidelines for mine haul road design. 2001.
12. Safety and health in opencast mines. An ILO code of practice Geneva, International Labour Office, 1991.
13. Электронний ресурс:
https://zvitnist.com/24432974_PUBLICHNE_AKCONERNE_TOVARYSTVO_A_RSELORMITTAL_KRYV#analysis
14. Электронний ресурс: <https://biz.nv.ua/markets/kak-arselormittal-krivoy-rog-perezapuskaet-proizvodstvo-intervyu-s-gendirektorom-mauro-longobardo-50233060.html>
15. Электронний ресурс:
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/46125/1/Tiukh_magistr.pdf
16. Электронний ресурс: https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/2020/02/MRU_1_2019_all.pdf
17. Электронний ресурс: <https://cutt.ly/eHqfLGh>

ДОДАТОК А

Технічні характеристики автосамоскида CAT 785C

Табл.А.1

Основні параметри автосамоскиду

Параметр	Значення
Вагові характеристики	
Номінальна вага	
З шинами 33.00 R51	249 476 кг
З шинами 36.00 R51 (опційно)	255 826 кг
Шасі	
З шинами 33.00 R51	84 731 кг
З шинами 36.00 R51 (опційно)	87 631 кг
Вага платформи	26208 кг
Номінальна вантажопідйомність	
З шинами 33.00 R51	139 т
З шинами 36.00 R51 (опційно)	142 т
Об'єм кузова	
Повний на рівній поверхні до країв	72 м ³
З шапкою у відношенні 2 до 1	99 м ³
Двигун	
Модель	Cat 3512E
Валова потужність	1193кВт, 1600 к.с.
Чиста потужність	1125 кВт, 1509 к.с.
Об'єм циліндрів	58,56 л
Розподіл ваги по осям	
Передня вісь, порожній	48%
Задня вісь, порожній	52%
Передня вісь, повний	33%
Задня вісь, повний	67%
Шини та диски	
33.00 R51	610 мм (24")
36.00 R51 (опційно)	660 мм (26")

Підйом кузова – подвійні двоступінчасті гідроциліндри із демпферним клапаном	
Витрати насосу на холостому ході	729,6 л/хв.
Налаштування запобіжного клапану на підйом	17238 кПа
Час підйому платформи	15,2 с
Час опускання платформи	15,9 с
Трансмсія	
Перша передача	12,1 км/год
Друга передача	16,3 км/год
Третя передача	22,2 км/год
Четверта передача	29,9 км/год
П'ята передача	40,6 км/год
Шоста передача	54,8 км/год
Задній хід	11 км/год
Максимальна швидкість у завантаженому стані	54,8 км/год
Підвіска- пневмогідроциліндри	
Ефективний хід переднього циліндру	320 мм
Ефективний хід заднього циліндру	165 мм
Об'єми ємностей	
Паливний бак	1552 л
Бак для рідини очищення дизельних вихлопних газів	136 л
Охолоджуюча система	379 л
Картер	204 л
Переднє колесо, кожне	30 л
Диференціали	527 л
Бак рульового управління	110 л
Система рульового управління	170 л
Гальмівний/підйомний бак	511 л
Гальмівна та підйомна система	606 л
Трансмсія	175 л
Рульове управління	
Кут повороту рульового колеса	36 градусів
Діаметр повороту (ISO 7457:2009)	29,8 м

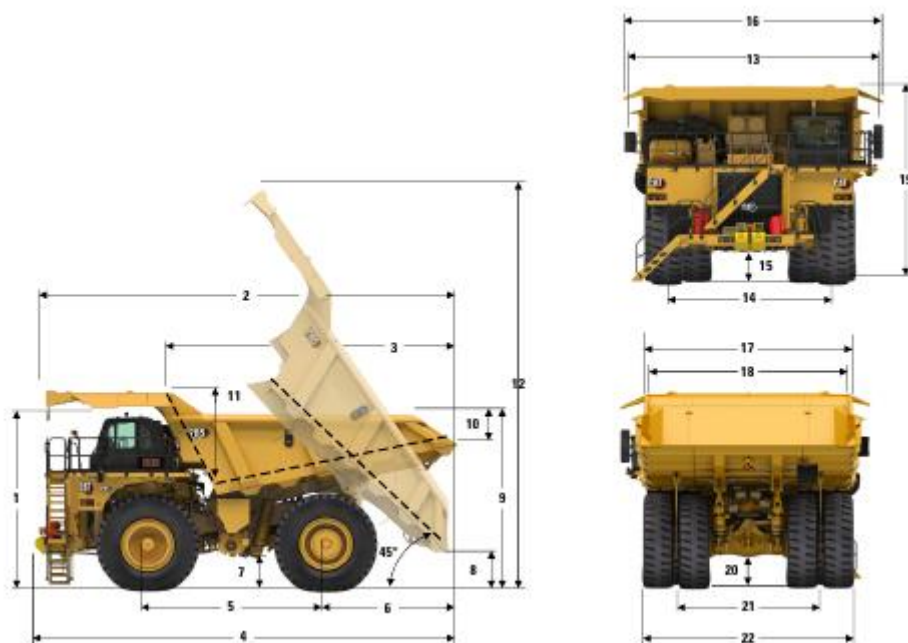


Рис.А.1. Позначення габаритів САТ 785С при порожньому кузові.

Табл.А.2

Основні розміри автосамоскида САТ 785С

№ з/п	Розмір	Значення, мм
1	Висота до кабіни	5208
2	Загальна довжина кузова	11985
3	Довжина внутрішньої порожнини кузова	8318
4	Габаритна довжина	11957
5	Колісна база	5180
6	Відстань від задньої осі до краю кузова	3829
7	Дорожній просвіт	1004
8	Дорожній просвіт за краєм платформи при розвантаженні	1128
9	Висота навантаження у порожньому стані	5299
10	Висота задньої боковини	874
11	Максимальна глибина порожнини кузова	2790
12	Загальна висота при підйомі кузова	12032
13	Робоча ширина	7535
14	Ширина колії передніх коліс	4850
15	Дорожній просвіт до ДВЗ	1038

16	Ширина за краєм навісу	7562
17	Ширина за краєм кузову	6714
18	Ширина за краєм внутрішньої порожнини кузову	6010
19	Висота за переднім навісом	6035
20	Дорожній просвіт до задньої осі	990
21	Ширина колії задніх подвоєних коліс	4285
22	Загальна ширина колії коліс	6277