

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Транспортна інженерія»

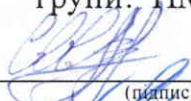
Кафедра «Прикладна механіка та матеріалознавство»

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: Дослідження і розробка технологічних процесів застосування кар'єрних самоскидів у комплексі машин для земляних робіт за освітньою програмою «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання»
зі спеціальності: 133 Галузеве машинобудування

Виконав: студент

групи: ПМ2321



(підпис)

/ Сергій СЕМЕНЕНКО /

Керівник:



(підпис)

/ Казимир ГЛАВАЦЬКИЙ /

Нормоконтролер:



(підпис)

/ Олександр ПОСМІТЮХА /

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент



(підпис)

Дніпро – 2025

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty of Transport Engineering

Department of Applied Mechanics and Materials Science

Explanatory Note
To Master's Thesis

On the topic:

**Research and development of technological processes of the use of
quarry dump trucks in the complex of machines for earthworks**

According to educational curriculum «Lifting and transport, road construction, land
reclamation machines and equipment»

In the Speciality: 133 Industrial Engineering

Done by the student of the group: IIM2321 / Sergey SEMENENKO /

Scientific Supervisor:  / Kazimir HLAVATSKYI /

Normative controller :  / Oleksandr POSMITIUKHA /

Dnipro – 2025

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Транспортна інженерія
Кафедра: Прикладна механіка та матеріалознавство
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
Освітня програма: Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні
Машини і обладнання
Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

Сергій РАКША

(підпис)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

студенту Семененку Сергію Сергійовичу

1. Тема роботи: Дослідження і розробка технологічних процесів застосування кар'єрних самоскидів у комплексі машин для земляних робіт

Керівник роботи: Главацький Казимир Цезарович, к. т. н., доцент

затверджені наказом від

"27" 10 2023 р.

№ 1041ст

2. Строк подання студентом роботи: 10.01.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Базова машина – кар'єрний самоскид. Вантажність – до – 200 т. Категорія ґрунту – I - IV. Умови використання машини – природно-кліматична зона України. Особливості застосування – у комплексі з екскаваторами, бульдозерами та фронтальними навантажувачами.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: обґрунтування технології застосування кар'єрних самоскидів.

4.2 Основна частина: технологічні процеси роботи кар'єрних самоскидів.

4.3 Науково-дослідна частина: дослідження режимів роботи кар'єрних самоскидів.

5. Перелік демонстраційного матеріалу:

Загальний вигляд кар'єрного автосамоскида, огляд технічних рішень-аналогів, схеми, розрахунки, результати досліджень, технологічні схеми застосування автосамоскида, інші матеріали.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Обґрунтування технології застосування кар'єрних самоскидів	24.04.2024	виконано
2	Технологічні процеси роботи кар'єрних самоскидів	20.06.2024	виконано
3	Дослідження режимів роботи кар'єрних самоскидів	20.10.2024	виконано
4	Загальні висновки та рекомендації	20.12.2024	виконано
5	Підготовка презентації роботи	10.10.2024	виконано
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	20.12.2024	виконано
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	22.01.2025	

Дата видачі завдання: 1 листопада 2023 р.

Керівник роботи


(підпис)

Казимир ГЛАВАЦЬКИЙ

Завдання прийняв до виконання


(підпис)

Сергій СЕМЕНЕНКО

РЕФЕРАТ

Кількість томів: 1

В записці всього 77 сторінок

Найменування роботи: «Дослідження і розробка технологічних процесів застосування кар'єрних самоскидів у комплексі машин для земляних робіт».

Ілюстрації: схем 11; рисунків 5;
графіків 2; фотографій _____;
таблиць 18.

Ключові слова: ВІДВАЛ, КАР'ЄР, УЩІЛЬНЕННЯ, СХЕМА, ПАРАМЕТРИ, РОЗРАХУНОК, СИЛА ТЯГИ, ПОТУЖНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЄМНІСТЬ, ДОСЛІДЖЕННЯ, КАР'ЄРНА АВТОДОРОГА, АВТОСАМОСКИД.

Текст реферату:

Метою роботи є визначення раціональних режимів роботи кар'єрних самоскидів як транспортних засобів для доставки ґрунту різних категорій до місця переробки чи укладання у ґрунтові споруди.

Транспортний комплекс кар'єру є керованою системою, що складається з основного та допоміжного обладнання, а також транспортних комунікацій, і призначену для переміщення гірничої маси.; розрахунок всіх видів кар'єрного транспорту полягає у встановленні сил, що діють на машину, режимів руху, обґрунтування потужності та продуктивності транспортних засобів; технологічний процес роботи кар'єрних самоскидів складається з ряду послідовних операцій, які забезпечують ефективне транспортування гірничої маси від місця видобутку до місця переробки або складування; у всіх необхідних розрахунках до уваги беруть обсяг вантажопотоку найбільш завантаженої зміни, причому окремо корисної копалини і порід розкриву, з огляду на можливі відмінності кінцевих пунктів призначення кожного виду вантажу та його фізико-механічні характеристики.

ЗМІСТ

ВСТУП	- 6
1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ	- 8
1.1.Огляд і аналіз відомих технологічних рішень застосування кар'єрних самоскидів	- 8
1.1.1. Рівняння руху транспортної машини	- 13
1.1.2. Потужність приводу транспортної машини	- 14
1.2. Класифікація та технічні характеристики кар'єрних самоскидів	- 18
1.3.Визначення області досліджень раціональних режимів роботи кар'єрних самоскидів	- 23
1.4. Висновки за розділом	- 35
2.ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ РОБОТИ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ	- 36
2.1. Основні терміни та визначення	- 36
2.2. Принципові схеми комплексного застосування самоскидів	- 37
2.3. Особливості застосування кар'єрних самоскидів при роботі з різними категоріями ґрунтів і різними провідними машинами	- 45
2.3.1. Робота з різними категоріями ґрунтів	- 45
2.3.2. Особливості взаємодії кар'єрних самоскидів з провідними машинами	- 47
2.4. Висновки за розділом	- 48
3.ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ	- 49
3.1. Розрахунок параметрів автомобільного транспорту	- 49
3.2. Розрахунок кар'єрного автотранспорту	- 62
3.3. Розрахунок кар'єрного автотранспорту БЕЛАЗ-7518	- 69
3.4. Висновки за розділом	- 75
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	- 76
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	- 77

					ДІПТ.630000.304.МРПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження і розробка технологічних процесів застосування кар'єрних самоскидів у комплексі машин для земляних робіт								
Розроб.		Семененко								Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Главацький										5 77	
Реценз.										УДУНТ, гр. ПМ2321			
Н. Контр.		Посмітюха											
Затверд.		Ракша											

ВСТУП

Транспортний комплекс кар'єру є керованою системою, що складається з основного та допоміжного обладнання (включаючи засоби диспетчеризації та автоматизації), а також транспортних комунікацій, і призначену для переміщення гірничої маси. Для утримання машин та механізмів у працездатному та справному стані до транспортного комплексу входить служба технічного обслуговування та ремонту його.

Транспортування один із основних процесів при видобутку корисних копалин на відкритих розробках. На його частку припадає до 70% усіх витрат, пов'язаних із видобутком, тому раціональній експлуатації транспортних комплексів надається велике значення.

Автомобільний транспортний комплекс має широкий спектр застосування на кар'єрах — від кар'єрів малої та середньої виробничої потужності (з вантажообігом до 15-20 млн т гірничої маси на рік) при відстані транспортування 1,5-3 км до великих кар'єрів (70-100 млн. т) при відстані транспортування до 5 км (в окремих випадках і більше).

Кар'єрні транспортні комплекси мають ряд особливостей у порівнянні з аналогічними промисловими. По-перше, пункти навантаження, а іноді й розвантаження, постійно змінюють своє положення, переміщуючись слідом за фронтом гірничих робіт. Це викликає необхідність періодичного переміщення транспортних комунікацій.

По-друге, наявність великих ухилів шляху при транспортуванні з кар'єру під час розробки як глибоких, так і нагірних родовищ. Необхідна величина цих ухилів обмежує тип застосовуваного транспортного комплексу, тип машини, масу перевезеного вантажу, швидкість руху тощо.

По-третє, т.к. транспорт є проміжною ланкою між процесами виїмки гірничої маси та її переробки чи складування, він визначає організаційний та параметричний взаємозв'язок між попереднім (виїмкою) та наступним (переробка

					ІТ.630000.304.МРПЗ	рк.Ар
Змн.	рк.Ар	докум.№	дписПідп	Дата		6

або складування) технологічними процесами. Це означає, що суміжні технологічні процеси повинні бути механізовані відповідним один одному обладнанням, тобто задовольняти умові комплектності механізації.

Транспортні машини прийнято класифікувати за основним кризаком, принципом дії, на машини безперервної дії, що переміщують вантаж безперервним потоком, і машини циклічної дії, при роботі яких чітко виділяється цикл, що складається з наступних операцій: навантаження гірської маси в машину, рух з вантажем, розвантаження та рух без вантажу (порожняком) до місця навантаження (далі цикл повторюється).

До машин безперервної дії належать конвеєри (всіх типів), гідравлічні транспортні установки тощо.

До машин циклічної дії відносять залізничні потяги, автомобілі, скіпові підйомники і т.д.

Мета роботи – визначення раціональних режимів роботи кар'єрних самоскидів як транспортних засобів для доставки ґрунту різних категорій.

Для досягнення поставленої мети в роботі виконані наступні задачі:

- 1) складання схеми автомобільних доріг кар'єру й розрахункових маршрутів рухомого складу;
- 2) вибір типу автомобіля;
- 3) визначення характеристик автомобільних доріг;
- 4) розрахунок фактичної вантажопідймальності автомобіля (автопоїзда);
- 5) встановлення значень припустимої швидкості руху;
- 6) розрахунок обсягу перевезень і кількості автомобілів;
- 7) розрахунок технічних показників автотранспортної системи;
- 8) складання переліку устаткування автотранспортної системи.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ

1.1. Огляд і аналіз відомих технологічних рішень застосування кар'єрних самоскидів

Розрахунок всіх видів кар'єрного транспорту полягає у встановленні сил, що діють на машину, режимів руху, обґрунтування потужності та продуктивності транспортних засобів.

Сила тяги (F_k, H), або тягове зусилля, є керованою зовнішньою силою, що створюється двигуном транспортної машини при взаємодії ведучого колеса із зовнішньою опорою.

Сила тяги може бути обмежена джерелом енергії (наприклад потужністю дизель-генераторної установки тягових агрегатів або електрифікованих авто - самоскидів), потужністю тягових двигунів (наприклад, мотор колеса в автосамоскидів або осьових двигунів локомотивів) і силою притискання приводного колеса до дороги.

Наприклад, розглянемо взаємодію приводного колеса із зовнішньою опорою, вважаючи їх абсолютно жорсткими (рис. 1.1).

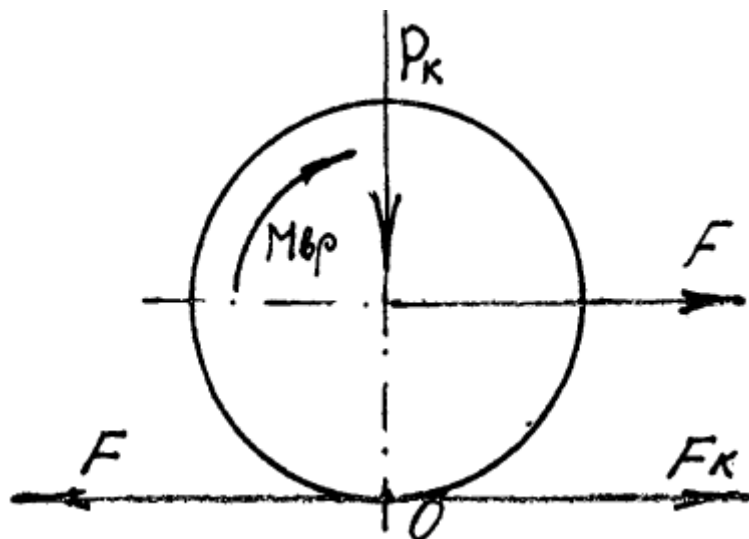


Рис. 1.1. Схема визначення сили тяги

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Позначимо силу притискання колеса до опори P_k , а момент обертання, що передається на вісь колеса двигуном, $-M_{вр}$. Замінімо $M_{вр}$ парою сил $F - F_c$ плечем рівним радіусу колеса. Для руху цієї пари сил замало, т.к. вона є внутрішньою по відношенню до транспортної машини.

Стоячи на зовнішній опорі, транспортна машина на неї тиск, тому в точці O виникає зчеплення колеса з опорою. При обертанні колеса під дією цієї пари сил $F - F_c$ виникає горизонтальна реакція опори F_K , рівна силі F , але спрямована в протилежний бік. Під дією сили F , прикладеної в центрі колеса, транспортна машина починає рухатися. Оскільки сила F стає рушійною лише за наявності реакції опори F_K (і рівності всіх трьох сил), то останню називають дотичною силою тяги на обід колеса. Якщо сила тяги перевищить силу зчеплення, нормальний рух (колесо котиться по опорі з миттєвим центром обертання в точці O) порушується та колесо починає пробуксовувати. Сила тяги при цьому різко падає, оскільки зменшується сила зчеплення, а частина моменту, що обертає, витрачається на прискорення обертання колеса. Тому умовою нормального руху є:

$$F_K \leq P_k \psi, \quad (1.1)$$

де ψ – коефіцієнт зчеплення колеса транспортної машини із зовнішньою опорою.

Оскільки у транспортній машині приводним часто є не одне колесо, а кілька, то: $F_K \leq P_k \psi$.

Враховуючи, що величину ΣP_k (кН) прийнято виражати через масу транспортної машини (M_m, m), вираз (1.1) отримуємо у вигляді:

$$F_K \leq 1000 k_c M_m g \psi, \quad (1.2)$$

де k_c – коефіцієнт зчепної маси, що враховує частку маси транспортної машини, що припадає на приводні колеса.

					ДІТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

При недотриманні наведеної умови відбувається заклинювання колеса (рух «юзом»).

Розмір ψ_m , реалізований при гальмуванні, трохи менше, ніж за тязі ($\psi_m = (0.7 - 0.8)\psi$).

1.1.1. Рівняння руху транспортної машини

Переміщення вантажу в транспортному засобі відбувається за рахунок енергії двигуна, що реалізується як тягове зусилля, яке витрачається на подолання сил опору руху та підвищення швидкості руху.

Якщо рух транспортної машини розглядати як рух маси, зосередженої в центрі мас (тобто масу машини приводимо до центру мас, $M_{пр}$), і всі сили, що діють на машину, вважати прикладеними до цієї ж точки, то згідно з другим законом Ньютона рівнодіюча всіх сил R дорівнює:

$$R = M_{пр} dV/dt. \quad (1.5)$$

Цей вираз називають рівнянням руху транспортної машини.

Так як деякі частини транспортної машини поряд з поступальним здійснюють обертальний рух, маса (наведена) транспортною машиною з урахуванням інерційного впливу на її рух мас, що обертаються:

$$M_{пр} = M_m \cdot \delta,$$

де M_m – маса транспортної машини; δ – коефіцієнт інерції оберткових мас (змінюється залежно від типу транспортної машини, ступеня її завантаження і режимів її руху, але завжди $\delta > 1$).

Оскільки всі сили, що діють на транспортну машину, спрямовані по одній прямій, замінюючи векторну алгебраїчну суму і приймаючи напрямок руху машини за позитивний, рівнодіюча сил визначається в режимі руху співвідношенням між тяговим зусиллям і силами опору руху $-R = F_K - W$ в

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

де k_3 – коефіцієнт запасу, що враховує короточасні перевантаження; η – к.к.д. передачі; V – швидкість руху, м/с.

При визначенні потужності за формулами (1.9) і (1.10) при навантаженні, що часто змінюється, користуються середньоквадратичним значенням тягового зусилля за цикл.

Витрата енергії за цикл ($A_{\text{ц}}$, кВтч) визначають за витрачається потужності за період транспортного циклу, тобто:

$$A_{\text{ц}} = N_1 t_1 + N_2 t_2 + \dots + N_n t_n,$$

де N_1, N_2, \dots, N_n – потужність, що споживається транспортною машиною протягом складових часу циклу ($T_{\text{ц}}$, хв) відповідно t_1, t_2, \dots, t_n .

Зіставлення енергоємності різних видів транспортних машин проводиться за питомими показниками-енерговитратами, віднесеними до маси ($G_{\text{гр}}$, т) перевезеного вантажу ($a' = A_{\text{ц}}/G_{\text{гр}}$, кВт/т) або до маси вантажу та відстані транспортування ($a'' = A_{\text{ц}}/(G_{\text{гр}}L)$, кВт/ткм).

1.1.3. Продуктивність транспортної машини

Продуктивність транспортної машини є кількість вантажу, що переміщується за одиницю часу.

Миттєва продуктивність $Q_{\text{м}}$ може бути визначена як збільшення вантажу ΔG за дуже малий проміжок часу Δt , тобто:

$$Q_{\text{м}} = \Delta G / \Delta t. \quad (1.11)$$

Продуктивність за кінцеві проміжки часу (хвилина, година, зміна, доба і т. ін.) є середніми за вказані період часу значення.

Кількість вантажу у формулі (1.11) вимірюється або в одиницях маси (зазвичай у тоннах) або обсягу (зазвичай м^3).

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теоретична продуктивність за масою транспортної машини циклічної дії:

$$Q = \frac{G}{T_{\text{ц}}}, \quad (1.11, \text{a})$$

де G – вантажопідйомність транспортної машини (найбільша припустима до перевезення маса вантажу в кузові вагона, автосамоскида і т. ін.), $t; T_{\text{ц}}$ – час (тривалість) циклу (рейсу), с, хв, годину.

Час повного циклу (рейсу) транспортної машини визначається витратами часу на навантаження ($t_{\text{нав}}$), рух з вантажем ($t_{\text{ван}}$), розвантаження ($t_{\text{роз}}$), рух порожняком ($t_{\text{пор}}$) та маневрові операції ($t_{\text{м}}$), тобто:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{нав}} + t_{\text{ван}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{пор}} + t_{\text{м}}. \quad (1.12)$$

Якщо кількість вантажу в транспортній машині (V_m) виражається в одиницях об'єму (м^3), то одержуємо об'ємну продуктивність:

$$V' = V_m / T_{\text{ц}}. \quad (1.13)$$

Продуктивність транспортних машин безперервної дії:

$$Q = q_{\text{гр}} V / g. \quad (1.14)$$

В інженерних розрахунках продуктивність має розмірність т/год або $\text{м}^3/\text{год}$; враховуючи, що погонна вага вантажу виражається в Н/м, а швидкість руху вантажонесучого органу в м/с вираз (1.14) прийнято записувати у такому вигляді:

$$Q = 3.6 q_{\text{гр}} V / g; \quad (1.14)'$$

а об'ємну продуктивність:

$$V = 3600 F V, \quad (1.15)$$

де F – площа поперечного перерізу вантажу, що знаходиться на вантажонесучому органі, м^2 .

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вирази (1.11)', (1.13), (1.14), (1.14)', (1.15) для продуктивності машин циклічної та безперервної дії враховують лише конструктивні можливості машини та призначені для визначення теоретичної продуктивності транспортної машини.

Розрізняють також технічну та експлуатаційну продуктивності.

Технічна продуктивність є максимально можливою для даної транспортної машини (установки) у конкретних умовах експлуатації протягом години. Технічна продуктивність визначається з урахуванням фізико-механічних властивостей порід, що впливають на ступінь використання вантажопідйомності чи місткості машини, а також неминучих технологічних перерв у роботі даного виду.

Для транспортних машин циклічної дії:

$$Q_{\text{техн}} = GK_q \cdot \frac{60}{T'_c} \text{ або } V'_{\text{техн}} = V_m K_V \cdot \frac{60}{T'_c},$$

де K_q і K_V – відповідно коефіцієнти використання вантажопідйомності та місткості; T'_c – час циклу з урахуванням необхідних технологічних простоїв (наприклад, при обміні транспортних засобів у екскаватора), хв.

Експлуатаційна продуктивність визначається зазвичай за більш тривалий період часу (змінку, добу, місяць, частіше за рік) та оцінюється з урахуванням надійності роботи транспортних машин, а також регламентованих простоїв у планових ремонтах, при прийманні та здачі зміни, за кліматичними умовами, у святкові та вихідні дні, зважаючи на сезонність робіт і т. ін.

Таким чином експлуатаційна продуктивність на рік:

$$Q_{\text{екс}} = Q_{\text{техн}} \cdot T_{\text{раб}} \cdot k_{\Gamma}; \quad (1.16)$$

$$\text{або} \quad V'_{\text{екс}} = V_{\text{техн}} \cdot T_{\text{раб}} \cdot k_{\Gamma}, \quad (1.16)'$$

де $T_{\text{раб}}$ – число годин роботи транспортної машини протягом року; k_{Γ} – коефіцієнт готовності машини, що виражає ймовірність його справного стану будь-якої миті часу.

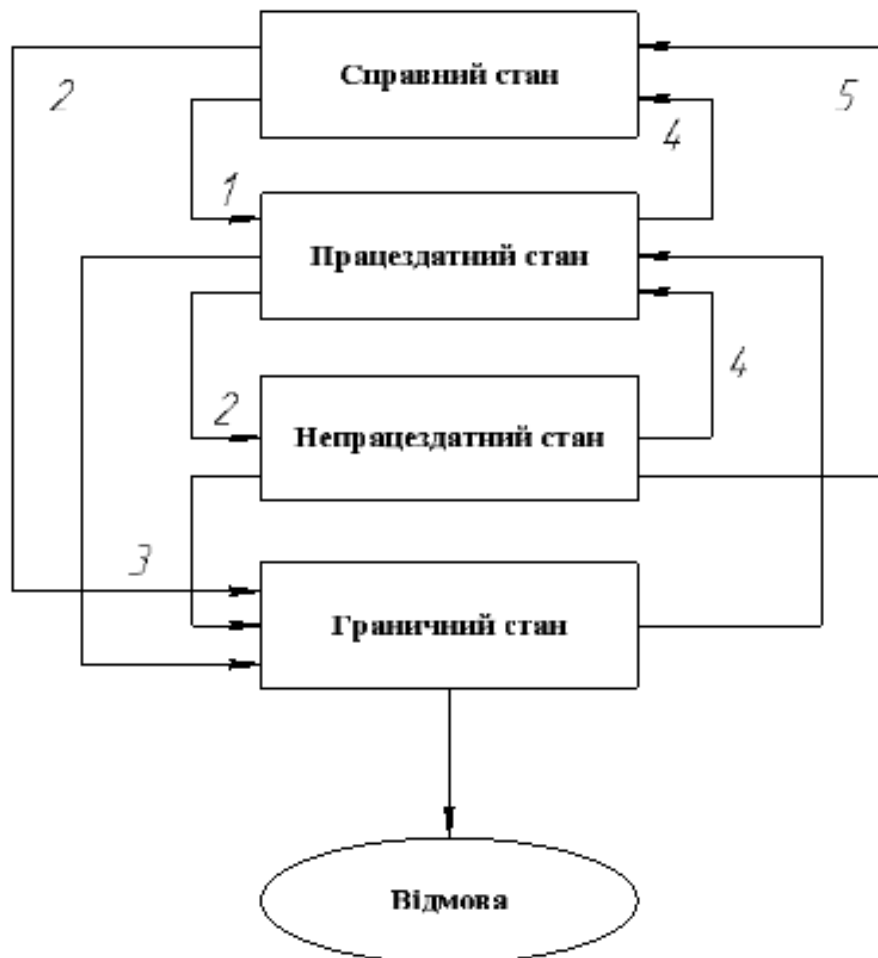
					ДПТ.630000.304.МРПЗДПТ.630000.304.МРПЗД	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		176

1.2. Класифікація та технічні характеристики кар'єрних самоскидів

Гірські машини як об'єкт характеризуються такими основними станами: справний, працездатний, непрацездатний, граничний, які між собою взаємопов'язані (рис. 1.4).

Справний стан – це стан устаткування, у якому воно відповідає всім вимогам, встановленим нормативно-технічною документацією.

Працездатний стан – стан обладнання, при якому значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції, відповідає нормативно-технічній та (або) конструкторській (проектній) документації.



1 – ушкодження; 2 – відмова; 3 – перехід у граничний стан; 4 – відновлення; 5 – ремонт;

Рис. 1.4. Класифікація стану об'єктів

Непрацездатний стан – це стан обладнання, при якому воно не здатне виконувати на даний момент задані функції.

Граничний стан – це стан обладнання, що знаходиться на межі аварійного.

Пошкодження – це подія, що полягає у порушенні неправильного стану об'єкта за збереження працездатності.

Відмова – це подія, яка полягає у порушенні працездатного стану.

Існують також кількісні показники, що характеризують стан об'єкта: напрацювання до відмови, технічний ресурс, термін служби.

Напрацювання до відмови – це напрацювання об'єкта від початку його експлуатації до виникнення першої відмови.

Технічний ресурс - це напрацювання об'єкта від початку (або поновлення після ремонту) його експлуатації до виникнення граничного стану, виражена в годинах, кілометрах пробігу або одиниці виробленої продукції.

Термін служби – це календарна тривалість від початку експлуатації об'єкта (або відновлення після ремонту) до граничного стану.

Кар'єрні самоскиди класифікуються за різними ознаками, залежно від їхніх конструктивних особливостей, технічних характеристик та призначення. Ось основні класифікаційні критерії:

За вантажопідйомністю:

- **малої вантажопідйомності** (до 20 т) — використовуються для невеликих обсягів перевезень, зазвичай у малих кар'єрах або на будівельних майданчиках;

- **середньої вантажопідйомності** (20...90 т) — застосовуються в середніх кар'єрах для перевезення ґрунту, гірничих порід;

- **великої вантажопідйомності** (90...300 т) — використовуються у великих кар'єрах для видобутку руди, вугілля, інших корисних копалин;

- **надвеликої вантажопідйомності** (понад 300 т) — застосовуються на масштабних гірничо-видобувних роботах.

За типом кузова:

- **з традиційним заднім розвантаженням** — найбільш поширений тип, при якому вантаж вивантажується через задній борт;

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- **збічним розвантаженням** — дозволяє швидше вивантажувати матеріал, особливо у вузьких просторах;

- **самоскиди з нахилом кузова (платформи)** — забезпечують специфічне вивантаження матеріалу під певним кутом.

За типом приводу:

- **механічний привод** — забезпечується двигуном внутрішнього згорання, механічною трансмісією;

- **електромеханічний привод** — двигун внутрішнього згорання поєднується з генератором і електродвигунами на колесах;

- **гідромеханічний привод** — використовується гідравлічна передача;

- **електричний привод** — самоскиди із живленням від зовнішніх джерел енергії (зазвичай кабель).

За типом двигуна:

- **Дизельні** — найпоширеніші завдяки високій потужності та економічності;

- **гібридні** — комбінація дизельного двигуна та електроприводу для зменшення витрат пального;

- **електричні** — повністю електричні самоскиди, екологічні та енергоефективні, хоча й обмежені через інфраструктуру.

За конструктивними особливостями:

- **рамні** — з жорсткою рамою, що забезпечує високу міцність і довговічність;

- **безрамні (кар'єрні шарнірно-зчленовані)** — більш маневрові, використовуються на важкопрохідних ділянках.

За прохідністю:

- **колісні** — мають високу швидкість пересування, але вимагають кращої якості доріг;

- **гусеничні** — використовуються в умовах бездоріжжя, але мають нижчу швидкість.

					ДІТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

За сферою застосування:

- кар'єрні самоскиди загального призначення — для перевезення різних вантажів у кар'єрах;
- спеціалізовані самоскиди — для перевезення специфічних матеріалів (наприклад, великих гірничих масивів або сипучих матеріалів).

За виробником - відомі бренди, що виробляють кар'єрні самоскиди: **BelAZ** (Білорусь); **Caterpillar** (США); **Komatsu** (Японія); **Liebherr** (Німеччина); **Volvo** (Швеція).

Ця класифікація дозволяє обрати відповідний тип кар'єрного самоскида залежно від умов експлуатації, потреб підприємства та технічних вимог.

Основними параметрами кар'єрних автомобілів є вантажопідйомність, власна маса машини, потужність двигуна, колісна формула, об'єм кузова та габарити.

Вантажопідйомність – найбільша допустима до перевезення автомобілем маса вантажу (q , т).

Вантажопідйомність сучасних вітчизняних автосамоскидів сягає 180 т, ведуться роботи зі створення машин вантажопідйомністю понад 200 т.

Маса тари (q_m , т) - власна маса машини. Зниження своєї маси за збереження необхідної міцності одне з основних завдань, оскільки у своїй зменшується витрата палива на рух.

Коефіцієнт тари (технічний) представляє собою відношення маси тари до вантажопідйомності ($K_T = q_m/q$) для автосамоскидів вантажопідйомністю до 25 т становить 0,9...0,95; 27...42 т – 0,70...0,78; 75 т – 0,90; 105...110т – 0,77...0,80; 170...180 т – 0,80...0,93.

Потужність двигуна визначає тягово-експлуатаційні властивості автомобіля і має бути узгоджена з його вантажопідйомністю, конструктивною швидкістю та типом трансмісії.

У робочому режимі потужність двигуна реалізується повною мірою, як правило, тільки на одній ділянці - під час руху навантаженого автомобіля на

					ДІТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

підйом. На інших ділянках швидкість визначається практично лише дорожніми умовами та безпекою руху.

Раціональна величина потужності кар'єрних автомобілів встановлюється шляхом техніко-економічного підвищення швидкості руху, а отже продуктивності, але збільшує вартість автомобіля та витрату пального.

Питома потужність (потужність, віднесена до маси завантаженого автомобіля) для машин вантажопідйомністю 27...40 т становить 5,5...6,2 кВт/т, а 75...180 т – 4,8...5,1 кВт/т.

Колісна формула – це цифрове позначення загальної кількості коліс автомобіля (перша цифра) та число провідних коліс (друга цифра).

Для автосамоскидів характерні колісні формули - 4x2, 4x4, 6x4, для автопоїздів з причепами - 6x4 і 6x2. Колісна формула визначає зчпну масу ($M_{зч}$, т) автомобіля, тобто масу припадає на провідні колеса.

Величина коефіцієнта зчпної маси $k_{зч} = M_{зч}/M_a$ (де M_a – повна маса автомобіля, т) для автомобілів з колісною формулою – 4x2, 4x4, 6x2, 6x4 становить відповідно 0,65; 1,0; 0,4; 0,7.

Місткість кузова автомобіля має бути підібрана таким чином, щоб при нормальному завантаженні його вантажопідйомність була повністю використана:

$$V_{\phi} \gamma_p = q, \quad (1.17)$$

де V_{ϕ} – фактичний обсяг транспортованої гірської маси в кузові, m^3 ; γ_p – насипна щільність гірської маси, що транспортується, t/m^3 .

Фактичний обсяг гірської маси в кузові визначається геометричною місткістю останнього (V_{Γ} , m^3) та коефіцієнтом наповнення (K''_H):

$$V_{\phi} = K''_H V_{\Gamma}. \quad (1.18)$$

Коефіцієнт наповнення залежить від форми кузова і становить кар'єрних самоскидів трохи більше 1,2...1,3.

					ДІПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи, вирази (1.17) та (1.18) після перетворення отримуємо:

$$V_{\Gamma} = qK_p / (K_n'' \gamma_p).$$

Щільність гірських порід характеризується широким діапазоном значень, тому повне використання вантажопідйомності можливе лише за кузовів різної місткості.

Габаритами автомобіля (рис. 1.5) є такі розміри: повна довжина L_a , ширина B , висота по козирку кузова H_k , висота з піднятим кузовом H_p , висота вантажу H_n і база автомобіля L_b . Ці параметри визначають параметри доріг, служби технічного обслуговування та ремонту, характер поєднання з вантажними засобами, маневреність машини. Параметри машин зведені в таблицю 1.1.

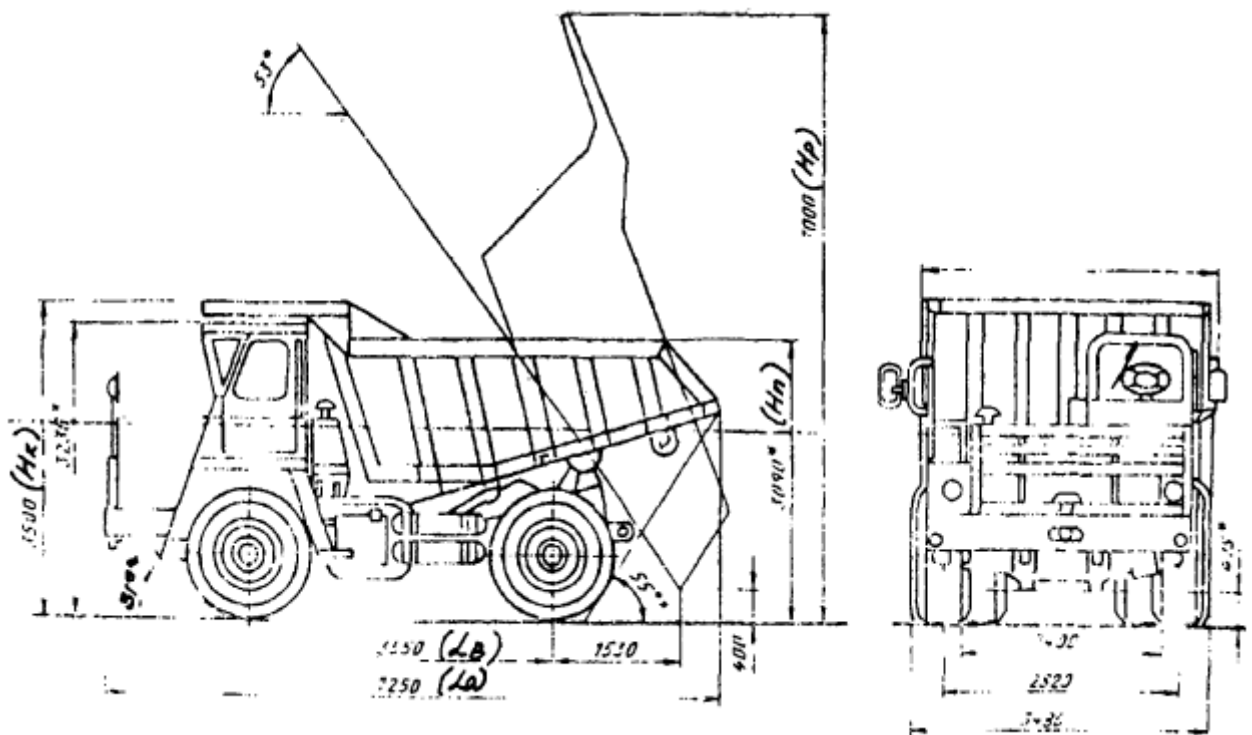


Рис. 1.5. Габарити автомобіля. (Автосамоскид БелАЗ-7522)

1.3. Визначення області досліджень раціональних режимів роботи кар'єрних самоскидів

Найбільшого поширення у світі за кількістю кар'єрів та обсягом перевезень займає автомобільний транспорт.

Завдяки своїм перевагам автомобільний транспорт широко застосовується в різних гірничотехнічних умовах практично на більшості підприємств

					ДІТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

гірничодобувних галузей України, інших держав колишнього СНД, а також усіх розвинених країн світу.

Таблиця 1.1

Технічні характеристики автосамоскидів БелАЗ (Білорусь)

Показник	БелАЗ-540А	БелАЗ-548А	БелАЗ-7509	БелАЗ-7512	БелАЗ-7521	БелАЗ-75202
Вантажопідіймальність, т	27	40	75	120	180	200
Маса, т	21	28.8	67.48	90	145	143
Висота навантаження, мм	3255	3805	4550	4900	5700	5870
Радіус повороту, м	8.7	10.2	10.5	16	16	15
Об'єм кузова, м ³	15	21	35	47	80	85
Потужність двигуна, кВт	265	368	772	956	1691	1641
Питома потужність двигуна, кВт/т	5.52	5.34	5.42	4.55	5.20	4.78

На залізорудних кар'єрах України автотранспорт набув найбільшого поширення: ним перевозять близько 60...70 % усієї гірничої маси. Обсяг цих перевезень на великих гірничо-збагачувальних комбінатах України та Росії щороку становить 30...130 млн т. Зокрема в Україні на залізорудних кар'єрах щороку перевозять автомобілями 50...125 млн т вантажів, у тому числі на ПівдГЗК – 11,5; НКГЗК – 57,6; ЦГЗК – 57,6; ПГЗК – 81,6; ПівнГЗК – 125,5; ІнГЗК – 62,5 млн. т.

Особливо широкого поширення автотранспорт отримав на кар'єрах з видобутку кольорових та залізних руд, гірничо-хімічної сировини, будівельних матеріалів. Причому автомобільний транспорт використовується і як основний вид транспорту, і в комбінації з конвеєрним, скіповим і залізничним.

Як основний вид – автомобільний транспорт набув поширення: при будівництві кар'єрів, при розробці родовищ, що мають включення порожніх

порід; при розробці родовищ малої та середньої потужності; за порівняно невеликих відстаней транспортування (до 3...4 км); при розробці родовища, розташованих далеко від магістральних доріг та потужних енергетичних ресурсів.

Перевагами автотранспорту є: незалежність від джерела енергії; висока маневреність; незначні радіуси повороту машин (8...15 м), відносно високі ухили автошляхів (у вантажному напрямку 80...100 %, у порожняковому - 150%), незалежність ефективності транспортування від фізико-механічних властивостей матеріалу, що транспортується; невеликі витрати та низька працемісткість будови та переміщення автомобільними дорогами; швидкість окупності.

Недоліки автотранспорту: висока вартість автомобільних перевезень (витрати на транспортування 1 т км у 5...6 разів вище за залізничного транспорту); залежність роботи автомобілів від кліматичних умов; висока трудомісткість робіт під час снігопадів, ожеледиці, дощів; велика вартість машин та значні витрати на їх утримання; залежність роботи транспорту від рідкого палива, що привіз; висока енергоємність; значне газовиділення; незначні економічно вигідні відстані транспортування.

Схеми руху автотранспорту визначаються гірничотехнічними умовами розробки родовища та напрямом транспортування корисних копалин та розкритих порід. Зв'язок робочих горизонтів із поверхнею може здійснюватися прямими, спіральними, петльовими з'їздами та його комбінацією.

Під час розробки родовищ з горизонтальним і слабонахиленим заляганням корисних копалин при невеликій глибині, і навіть на нагірних кар'єрах застосовуються прямі з'їзди (рис. 1.6, а).

На глибоких кар'єрах з обмеженими розмірами у плані набули поширення спіральні з'їзди (рис. 1.6, б).

При значній глибині і розробки родовищ на схилі гори, коли досягти заданих позначок прямим з'їздом не вдається, використовуються петльові з'їзди (рис. 1.6, в).

						ДІПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			25

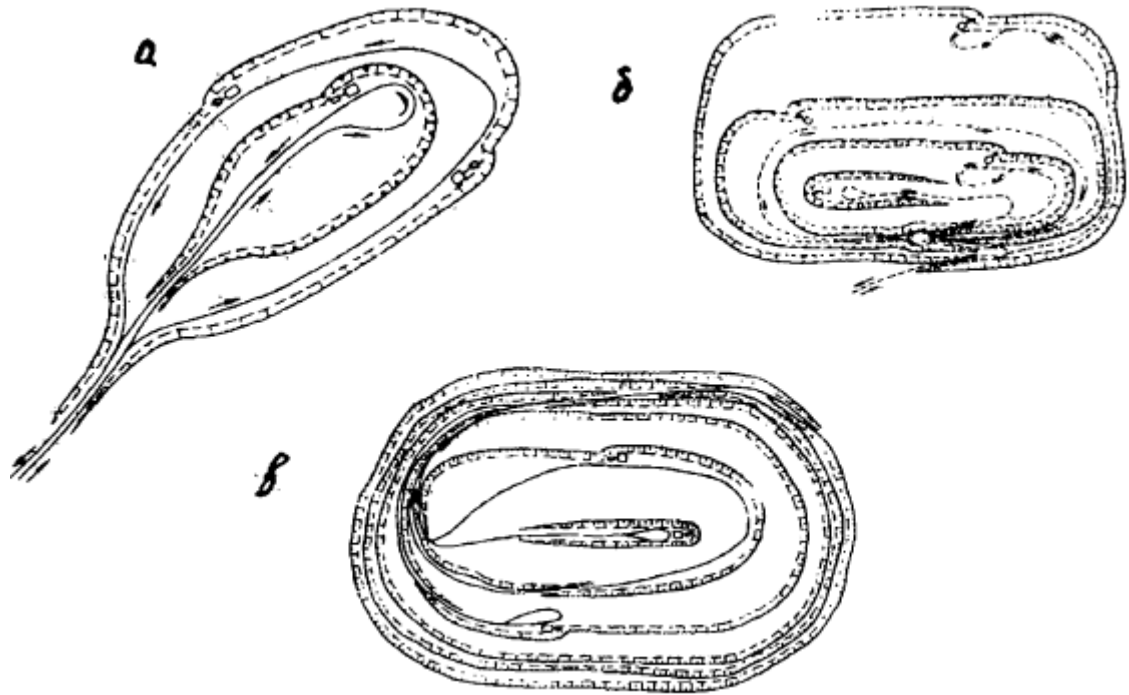


Рис.1.6. Схеми автошляхів у кар'єрі

На більшості кар'єрів поширення набули комбіновані з'їзди, причому найчастіше комбінація спіральних та петльових.

Автодороги в кар'єрах поділяють: за характером вантажу, що перевозиться, – на виробничі (технологічні, службові для транспортування корисних копалин до пунктів розвантаження та розтину у відвали) і службові (господарські – для перевезення господарських та допоміжних вантажів та обладнання); за умовами експлуатації – на постійні (стаціонарні), розраховані на тривалий термін експлуатації, та тимчасові з терміном служби до трьох років, що переміщуються за просуванням фронту робіт. Головною ознакою, що характеризує конструкцію та параметри автодороги є вантажонапруга (кількість вантажу з урахуванням усіх видів перевезення в тоннах, що переводиться по даній ділянці дороги в одиницю часу), залежно від якої дороги поділяються на три категорії (табл. 1.2).

Основні параметри та конструкція доріг різних категорій має відповідати вимогам діючих СНіП 2.05.07-91 «Промисловий транспорт».

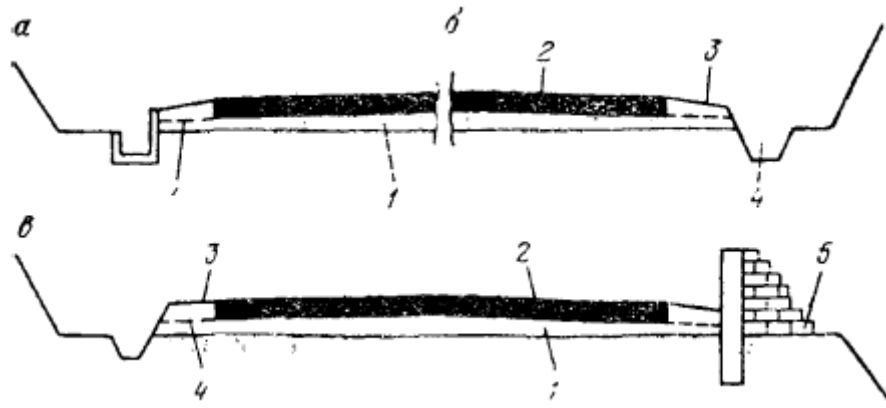
Приблизний розподіл кар'єрних автошляхів за категоріями та середньою швидкістю руху наведено у таблиці 1.3.

					ДІП.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Автомобільні дороги складаються із земляного полотна зі штучними спорудами, проїжджої частини та узбіччя. Стійкість земляного полотна досягається укладанням його з міцних ґрунтів та пристроями для відведення поверхневих та ґрунтових вод. (рис. 1.7).

Ширина земляного полотна складається із ширини проїжджої частини та її двох узбічч. Ширина проїжджої частини кар'єрних автомобільних доріг визначається залежно від швидкості руху, габаритів автомобілів та схеми руху.

У кар'єрах можуть бути такі схеми руху: зустрічне по одній смузі автодороги, зустрічне по двох смугах та кільцеве.



1-земляне полотно; 2 – дорожній одяг; 3- узбіччя; 4 – водовідвідні споруди;

Рис. 1.7. Поперечний переріз автодороги

При двосмуговому русі ширина проїжджої частини Ш постійних автошляхів:

$$Ш = 2EK_v + \Delta Ш,$$

де Е – ширина автомобіля, м; K_v – коефіцієнт, що враховує сумарну швидкість зустрічних автомобілів (при $V = 20 - 30 \frac{\text{км}}{\text{год}}$, $K_v = 1,6 - 1,9$; $1,6 - 1,9$); $\Delta Ш$ – величина, що враховує габарити автомобіля (для автосамоскидів вантажопідйомністю 30, 42, 75, 110, 180 т відповідно дорівнює 1,0; 1,3; 2,3; 3,8; 5,4).

Проїжджа частина дороги покривається дорожнім одягом.

Дорожній одяг виконується в один або кілька конструктивних шарів із різних матеріалів. Багат шаровий дорожній одяг влаштовується, як правило, на постійних дорогах і має такі основні конструктивні шари:

Покриття - верхній шар дорожнього одягу, який у свою чергу складається з шару зносу, що періодично відновлюється в міру його стирання, і основного шару, що визначає експлуатаційні властивості покриття.

Основа - несуча частина дорожнього одягу, що забезпечує спільно з покриттям передачу навантажень на шар, що підстилає, або безпосередньо на ґрунт земляного полотна.

Додатковий шар основи - нижній конструктивний шар дорожнього одягу, що виконує поряд з передачею навантажень на земляне полотно також функції морозозахисного, дренажного, вирівнюючого та інших шарів.

Шари одягу мають за принципом зниження їх міцності відповідно до зменшення напруги по глибині.

Основні типи дорожніх покриттів чи доріг різних категорій наведено у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Основні типи дорожніх покриттів

Категорія доріг	Типи покриттів	Матеріали покриттів
I	Усовершенствованные	
	А. Капітальні	Цементобетонні (монолітні та збірні), асфальтобетонні, що укладаються в гарячому та теплому стані, із міцних щєбєневих матеріалів, оброблених терпкими бітумами.
	Б. Полегшені	З щєбєневих та гравійних матеріалів, оброблених рідкими органічними, в'язучими речовинами, з холодного асфальтобетону, з ґрунту, обробленого бітумами.
II	Перехідні	Щєбєневі з кам'яних матеріалів та шлаку, ґрунтів та місцевих слабких мінералів, оброблених рідкими, в'язкими органічними речовинами, мостові з бруківки та колотого каменю.
III	Нижчі	Ґрунтові, укріплені різними місцевими матеріалами

Матеріалами для основи служать щебінь, ґрунто-щебінь, гравій, ґрунт, оброблений в'яжучими, а для додаткового шару – крупнозернистий пісок, гранілі ґрунти, роздроблена гірська порода та інші місцеві матеріали.

На тимчасових забійних та відвальних дорогах влаштовується зазвичай одношаровий дорожній одяг з вирівняної гірської маси з підсипанням щебеневого або гравійного матеріалу. Для ковзних з'їздів з'єднувальних і господарських доріг влаштовується одношарове покриття з гравію або підірваного скельного розтину шаром в кілька десятків сантиметрів, що розрівнюється бульдозерами і автогрейдером і рухається автомобілями.

З капітальних покриттів поширення знайшли залізобетонні та цементоподібні покриття, які мають високу зносостійкість і задовільні характеристики зі зчеплення.

Товщина таких покриттів приймається залежно від осьового навантаження: 100 – 120 кН (машини типу КраЗ) – 22 см; до 340 кН (БелАЗ-7522, БелАЗ-75401, БелАЗ-7526) – 29...39 см; до 480 кН (БелАЗ-7548, БелАЗ-7523, БелАЗ-7527) – 40...45 см; до 760 кН (БелАЗ-7509) – 48...58 см.

Нижній шар таких доріг роблять із піску, черепашника, щебеню, металургійного шлаку, піщано-гравійної маси, а також із породи, обробленої бітумом чи цементом. Товщина шару, що підстилає, повинна бути більше 15 см.

Для зменшення температурної напруги цементобетонні покриття влаштовують з окремих плит (довжиною 6 – 9 м), розділених між собою швами стиснення (з пружними прокладками) і розширення, що заливаються бітумними мастиками. Набули поширення на кар'єрах і монолітні цементобетонні покриття.

Для автосамоскидів вантажопідйомністю 110...180 т з високими навантаженнями на вісь доцільно влаштування покриттів нового типу – цементобетонних із струно-бетону. При цьому їх товщина становить для машин вантажопідйомністю 110...180 т – 60...70 см.

Асфальтобетонні покриття через швидке зношування задовільно працюють при русі автомобілів вантажопідйомністю менше 25 т.

					ДІПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Набули поширення на кар'єрах одно- та двошарові покриття з кам'яних матеріалів: щебеневі, ґрунтощебеневі та гравійні, оброблені чорними в'язучими. У двошаровому одязі верхній шар встановлюється з: дробленого щебеню, гравію гарної якості, відходів збагачення. Товщина такого одягу при експлуатації автомобілів вантажопідйомністю 110 – 180 т перевищує 1 м.

Експериментальні дослідження дозволяють рекомендувати конструкції дорожнього покриття для самоскидів вантажопідйомністю 27...180 т. (табл. 1.8).

На тимчасових дорогах (а також при влаштуванні доріг у холодну пору року та на нестійких ґрунтах) доцільно влаштування залізобетонних покриттів (суцільних та колійних).

Таблиця 1.8

Конструкції дорожнього покриття для самоскидів вантажопідйомністю 27...180 т

Породи земляного полотна	Вантажопідйомність автосамоскида, т				
	27	40	75	110	180
Пухкі					
Товщина покриття, см	10 – 15	10 – 15	15 – 20	15 – 20	15 – 20
Крупність щебеню, мм	40 – 20	40 – 20	40 – 20	40 – 20	40 – 20
Товщина основи, см	40 – 50	50-60	60 – 70	80 – 85	100 – 105
Крупність щебеню, мм	70 – 40	70 – 40	70 – 40	120 – 150	120 – 150
Скельні та напівскельні					
Товщина покриття, см	10 – 15	10 – 15	10 – 15	10 – 15	10 – 15
Крупність щебеню, мм	40 – 20	40 – 20	40 – 20	40 – 20	40 – 20
Товщина основи, см	20	25 – 30	30 – 35	30 – 40	30 – 40
Крупність щебеню, мм	70 – 40	70 – 40	70 – 40	70 – 40	70 – 40

Пропускна спроможність смуги П (автомобіль/год) автодороги в одному напрямку:

$$\Pi = 60(K_{\partial}t_M)^{-1} = 1000(K_{\partial}S)^{-1},$$

де K_{∂} – коефіцієнт нерівномірності руху $K_{\partial} = 1,25 \div 1,75$; t_M – інтервал часу між автомобілями, хв; S – відстань між автосамоскидами, м.

Відстань між автосамоскидами має бути не меншою за гальмівну колію:

$$S = 0.278Vt_p + 3.9 \cdot \frac{\delta V^2}{1000\psi_m + \omega_0 \pm i} + l_m,$$

де t_p – час реакції водія і час приведення гальм у дію ($t_p = 1 \div 2$ с); l_m – довжина машини, м; δ – коефіцієнт, що враховує інерцію мас, що обертаються автомобіля (для автомобілів з гідромеханічною трансмісією при русі з вантажем $\delta = 1,03 \div 1,01$; при русі порожняком $\delta = 1,085 \div 1,07$; для автомобілів з електромеханічною трансмісією $\delta = 1,1 \div 1,15$); ψ_m – коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою при гальмуванні; ω_0 – питомий основний опір руху автомобіля, Н/кН (табл. 1.9); i – ухил автодороги в %.

Таблиця 1.9

Значення питомого основного опору руху машин на дорогах з різними покриттями

Дороги	Тип покриття	ω_0 , Н/кН
Головні відкатувальні	Бетонне, асфальтобетонне, гідронізоване шосе, бруківка	15 – 20
	Гравійне покриття	25 – 30
	Щебенеve покриття	30 – 45
Вибійні та відвальні дорожні проїзди	Ґрунтові укатані проїзди у вибоях	50 – 80
	Ґрунтові укатані проїзди на відвалах	До 150
	Ґрунтові некатані проїзди	250 – 300

Провізна здатність дороги M_a (т/добу) визначається:

					ДІП.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$M_a = \Pi_y q / f_p,$$

де Π_y – пропускна здатність обмежує ділянки дороги (автомобілів/добу); f_p – Коефіцієнт резерву пропускної спроможності ($f_p = 1,75 \div 2$); q – вантажопідйомність автомобіля, т.е.

1.4. Висновки за розділом

У розділі «Обґрунтування технології застосування кар’єрних самоскидів» проведено аналіз основних характеристик, класифікацій та умов використання кар’єрних самоскидів у гірничодобувній галузі. На основі отриманих даних зроблено такі висновки:

- 1) раціональне застосування кар’єрних самоскидів відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності транспортування гірничої маси, зменшенні витрат на логістичні операції та підвищенні продуктивності гірничих робіт;
- 2) вибір типу кар’єрних самоскидів залежить від вантажопідйомності, прохідності, типу приводу та умов експлуатації.

					ДІТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ РОБОТИ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ

2.1. Основні терміни та визначення

Технологічний процес роботи кар'єрних самоскидів складається з ряду послідовних операцій, які забезпечують ефективне транспортування гірничої маси від місця видобутку до місця переробки або складування. Основні етапи технологічного процесу включають:

1) під'їзд до місця навантаження – кар'єрні самоскиди під'їжджають до місця навантаження відповідно до маршрутів, визначених диспетчерською службою; при цьому враховуються безпечні умови руху, ухил дороги та розташування навантажувального обладнання;

2) процес навантаження – навантаження гірничої маси здійснюється за допомогою екскаваторів, навантажувачів чи інших механізмів і проводиться згідно з припустимою вантажопідйомністю самоскида, щоб уникнути перевантаження, яке може вплинути на безпеку руху та знос техніки;

3) транспортування матеріалу – транспортування гірничої маси від місця видобутку до місця розвантаження здійснюється визначеними транспортними шляхами, де особливу увагу приділяють дотриманню швидкісного режиму, умов дорожнього покриття, ухилу шляху та радіусу поворотів;

4) процес розвантаження – розвантаження матеріалу проводиться у визначених місцях: дробарки, відвальні майданчики, склади чи інші об'єкти; при цьому самоскид має забезпечити рівномірне вивантаження матеріалу для запобігання накопичення та утворення завалів;

5) зворотний рейс – після розвантаження кар'єрний самоскид повертається до місця навантаження, дотримуючись встановленого маршруту, а у разі необхідності самоскид може заїхати на пункт технічного обслуговування для перевірки чи ремонту;

6) технічне обслуговування та заправка – під час роботи кар'єрні самоскиди регулярно проходять технічне обслуговування для підтримання

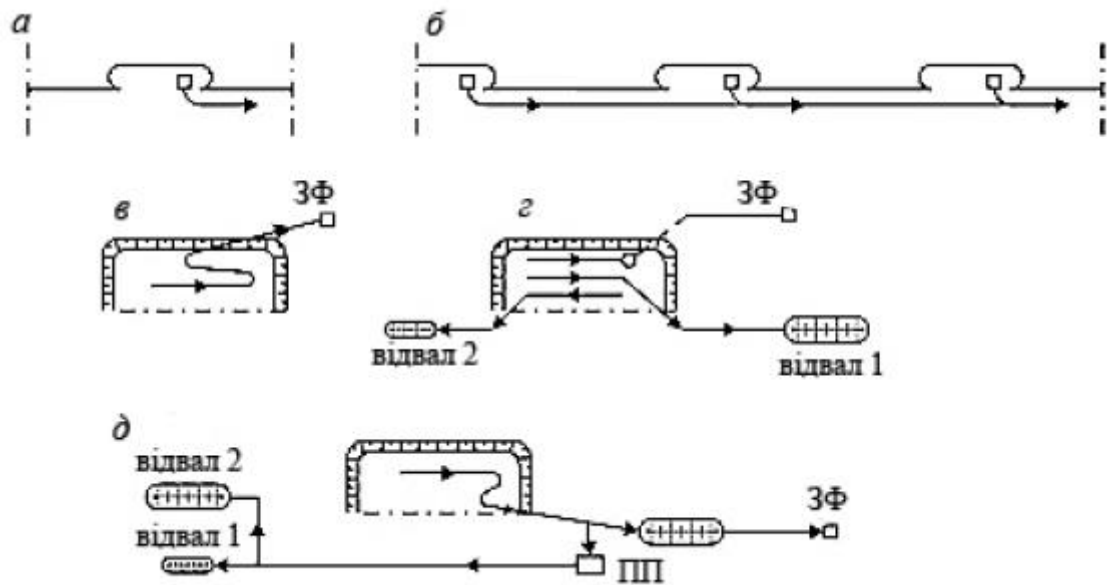
					ДІП.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

справності вузлів і агрегатів. Заправка паливом, змащування деталей та перевірка тиску в шинах забезпечують надійну експлуатацію техніки.

2.2. Принципові схеми комплексного застосування самоскидів

Комплексне застосування кар'єрних самоскидів передбачає їх використання у взаємодії з іншими транспортними засобами, технологічним обладнанням та інфраструктурою для ефективного видобутку, транспортування та переробки гірничої маси. Основні принципові схеми організації роботи кар'єрних самоскидів включають такі технологічні елементи.

Пряме транспортування самоскидами – ця схема (рис. 2.1) застосовується у випадках, коли відстань між місцем видобутку (кар'єром) і місцем розвантаження (збагачувальною фабрикою, дробаркою чи відвалом) є відносно невеликою.



а – елементарний; б – загальний; в – зосереджений; г – розосереджений; д – змішаний; ЗФ – збагачувальна фабрика; ПП – пункт перевантаження;

Рис. 2.1. Схеми кар'єрних вантажопотоків

Транспортування з проміжним перевантаженням – ця схема (рис. 2.2, рис. 2.3, рис. 2.4) передбачає використання перевантажувальних пунктів, які розташовуються між місцем видобутку та кінцевим пунктом транспортування.

										ДІП.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							37

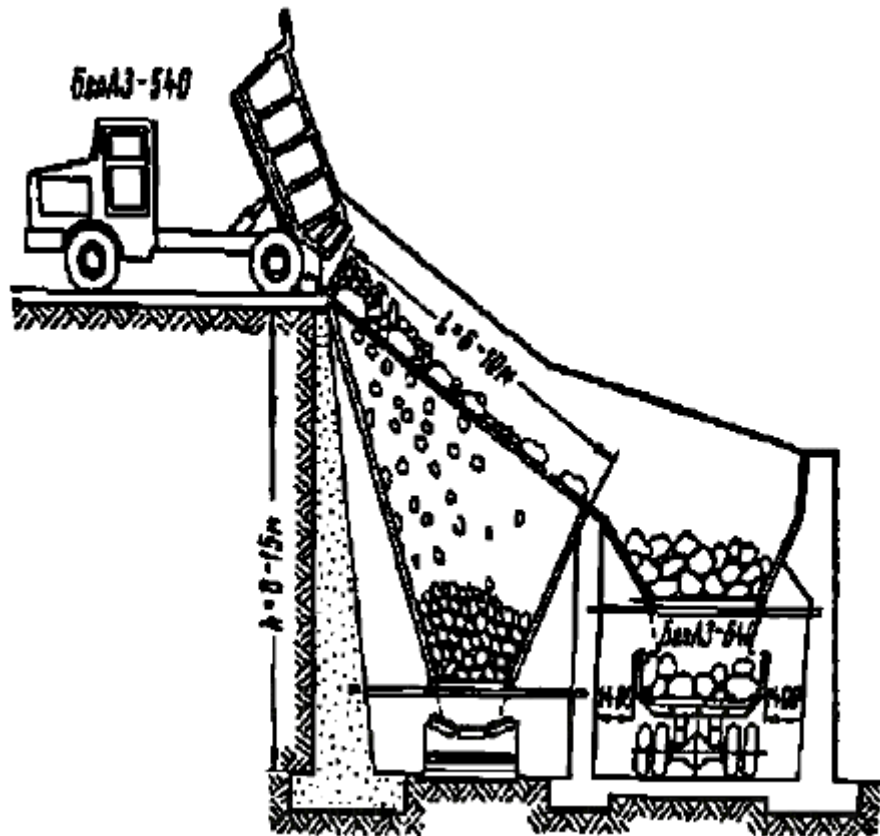
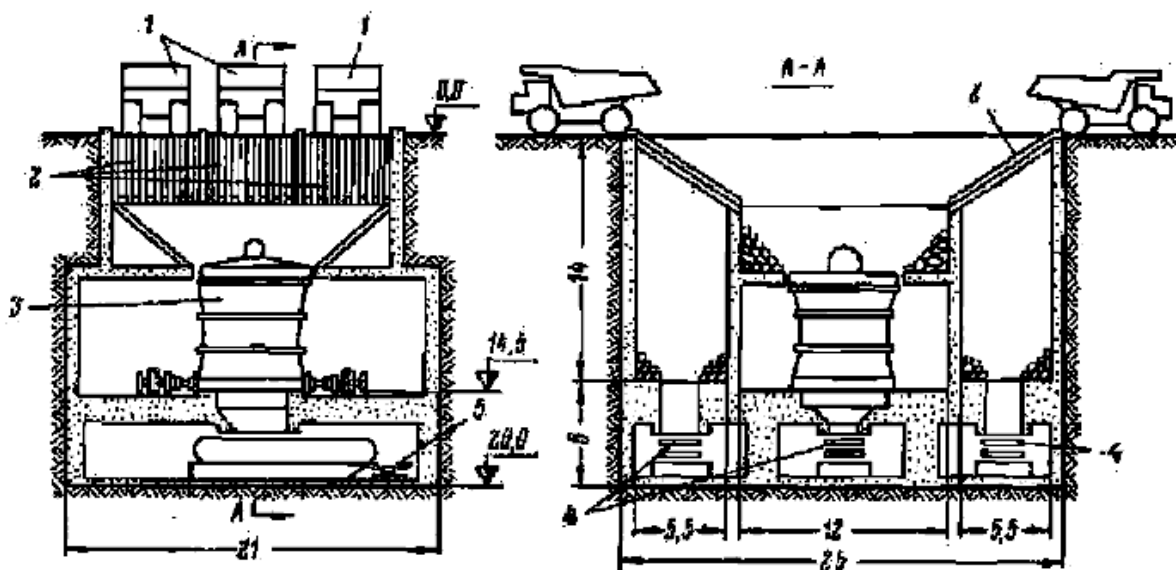


Рис. 2.2. Перевантажувальний вузол з грохотильною установкою



1 – автосамоскиди; 2 – грохоти; 3 – дробарка; 4 – перевантажувальний пристрій; 5 – конвеєри.

Рис. 2.3. Перевантажувальний вузол з грохотильно-дробильною установкою

Складові процесу:

- самоскиди перевозять гірничу масу від місця видобутку до перевантажувального пункту;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- на перевантажувальному пункті гірничу масу перевантажується на конвеєри, залізничний транспорт або інші види транспорту для подальшого переміщення.

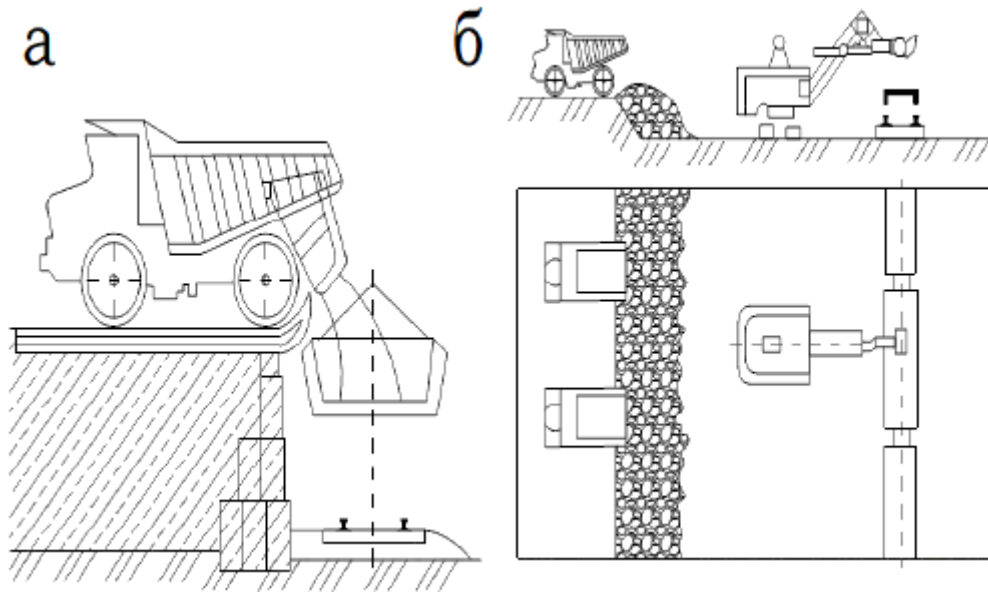


Рис. 2.4. Схеми перевантаження гірничою маси

Перевантаження гірської маси з автосамоскидів в думпкари проводять безпосередньо із спеціально споруджених естакад (рис. 2.4, а) або за допомогою екскаваторів на перевантажувальних складах (рис. 2.4, б). У першому випадку, не дивлячись на необхідність спорудження естакади, витрати на перевантаження менші.

Комбінована схема транспортування – ця схема поєднує використання самоскидів із залізничним чи конвеєрним транспортом.

Процес роботи:

- самоскиди перевозять гірничу масу до перевантажувального пункту;
- з перевантажувального пункту матеріал транспортується до місця переробки залізничним транспортом або конвеєрами (рис. 2.5).

Автомобільно-залізничний транспорт. Застосовується для перевезень на великі відстані, коли траса пролягає на поверхні кар'єру, підходить для процесу відпрацювання глибоких горизонтів й доопрацювання кар'єрного поля, а також проведення траншей. Залежно від місця розташування перевантажувального

пункту (ПП) і відстані переміщення вантажу можна виділити три основні транспортні схеми.

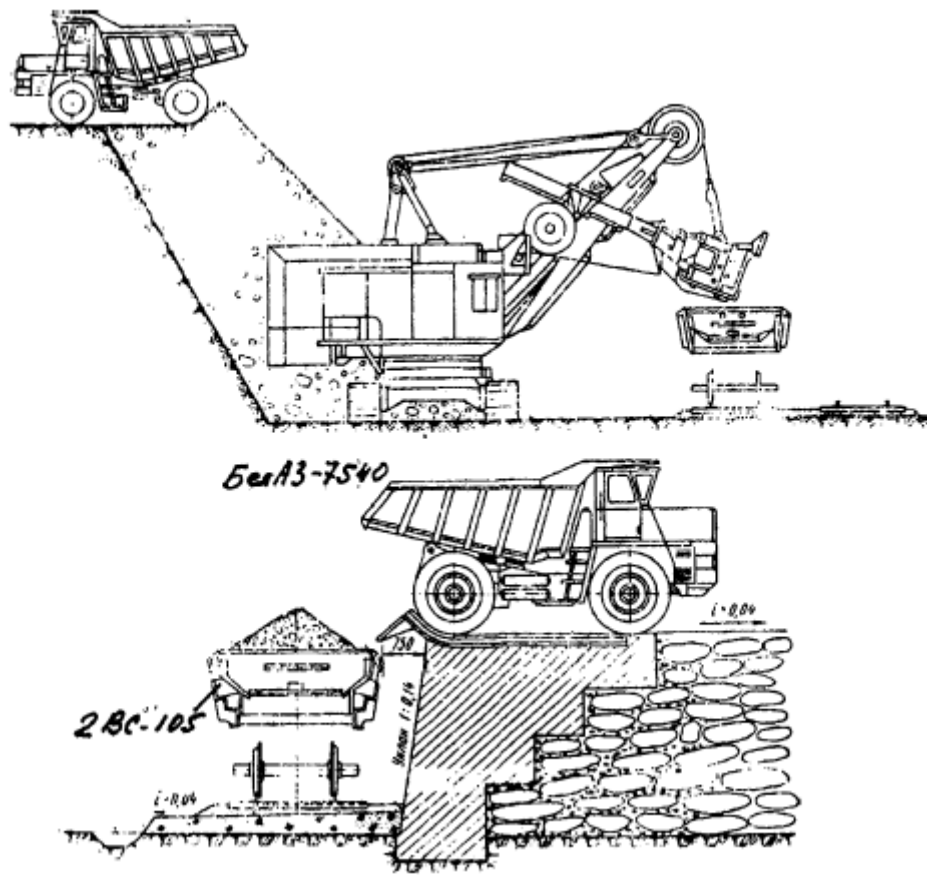


Рис. 2.5. Схема екскаваторного перевантажувального комплексу під час автомобільно-залізничного транспорту (а) та при безпосередньому перевантаженні з автосамоскидів у залізничні вагони б)

1. Автотранспорт працює на внутрішньокар'єрній ділянці й виконує функцію підйому вантажу на поверхню. Далі вантаж перевозять залізничним транспортом. При цьому рекомендовано два способи перевантаження гірничої маси: безпосередній – з автосамоскида в думпкари та екскаваторний, коли необхідно облаштувати й використати проміжний склад продукту.

2. Автотранспорт теж функціонує на внутрішньокар'єрній ділянці й тільки частково як піднімальний до ПП, розташованого на борту кар'єра. Подальша доставка вантажу на ділянці підйому від ПП й на поверхню здійснюється залізничним транспортом.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3. У разі проходки траншей автотранспорт здійснює доставку гірничої маси від вибою до ПП, розташованого на вищому горизонті. Після перевантаження гірнична маса від ПП переміщується на поверхню кар'єра залізничним транспортом.

Автомобільно-залізничний транспорт переважає на всіх залізрудних кар'єрах, коли величина вантажопотоку становить 30...50 млн т на рік. При цьому автомобільний транспорт доцільно запроваджувати, починаючи з глибини розробки 150...180 м (рис. 2.6, рис. 2.7).

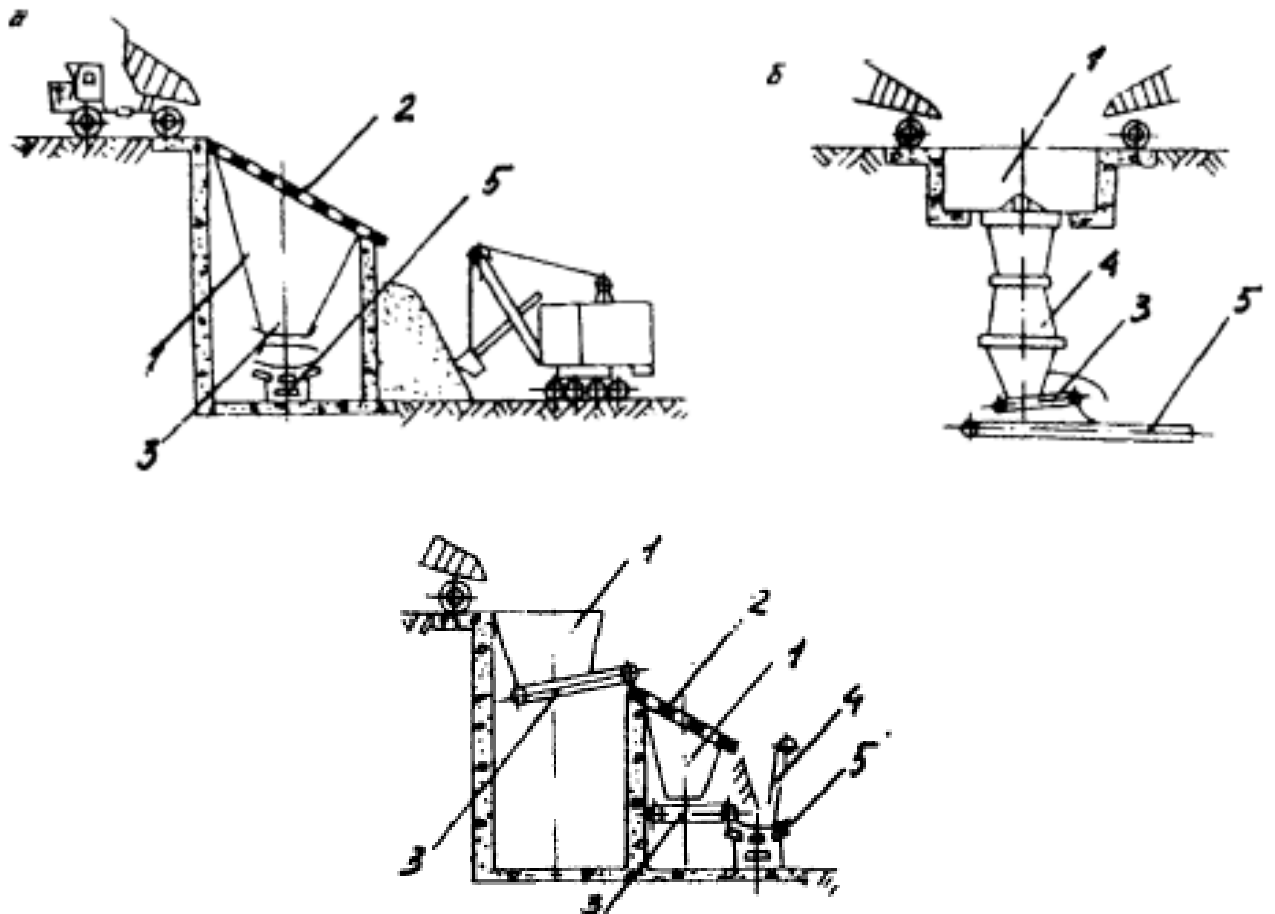


Рис. 2.6. Схеми грохотил'ного (а), дробильного (б) та грохотильно-дробильного (в) перевантажувальних комплексів

Автосамоскиди 1 розвантажуються в бункер 2, звідки руда живильником 3 подається на гуркіт 4. Підгуркотливий продукт надходить на перший стрічковий конвеєр 7, а надгрохотний дробилку 5, звідки подається на другий стрічковий конвеєр 7 через стрічку 6.

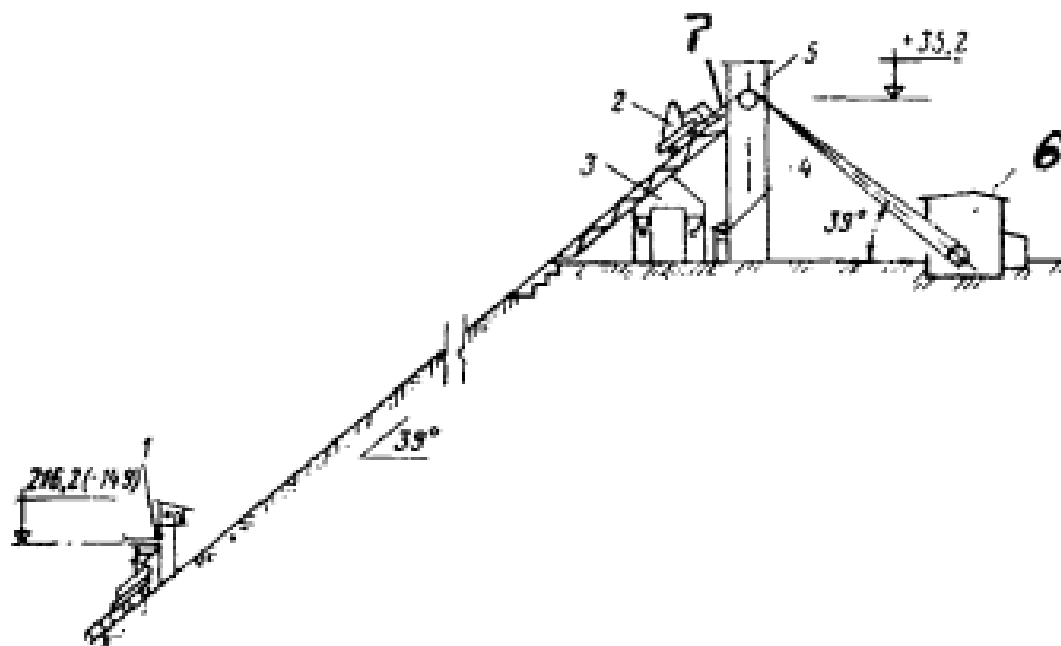
З огляду на місце розташування ПП і на кількісне співвідношення ділянок перевезень автомобільним і конвеєрним транспортом виділяють такі дві схеми описаної нами комбінації:

1) Перевантажувальний пункт (з грохотом і дробаркою) розташований на поверхні кар'єра поблизу його борту. Гірничу масу від вибою доставляється до ПП автомобільним транспортом, а далі від ПП до збагачувальної фабрики або відвалу переміщується поверхнею за допомогою стрічкового конвеєра.

2) Перевантажувальний пункт розташований безпосередньо в кар'єрі, зазвичай на концентраційному горизонті, при цьому він обслуговує групуючі уступи кар'єра. Перевезення гірничої маси в робочій зоні концентраційного горизонту на внутрішньокар'єрній ділянці від вибою до ПП здійснюється автотранспортом. У міру заглиблення кар'єра ПП переносять на нижчий концентраційний горизонт. Крок перенесення і висота зони, де працює автотранспорт з огляду на конкретні умови коливається від 50 до 100 м. Це дозволяє автомобілям працювати в раціональному діапазоні відстані перевезень (1,2...1,5 км). Якщо кожний уступ має висоту 15 м, то їх число перебуває в межах від 3 до 7. Концентраційний горизонт розташовують так, щоб вище від нього було один чи два уступи, а інші пролягали нижче. Розташування на цьому горизонті ПП забезпечує найменшу відстань переміщення вантажів автомобілями на внутрішньокар'єрній ділянці. На ділянці підйому від ПП до поверхні кар'єра гірничу масу подають стрічковим конвеєром, облаштованим у відкритій траншеї або в похилому стовбурі. На поверхні кар'єра продукт перевозять автомобільним або залізничним транспортом (рис. 2.8). Там облаштовують ПП, де працюють екскаватори (у разі застосування залізничного транспорту гірничу масу можуть вантажити прямо з конвеєра в залізничні вагони). Сьогодні автомобільно-конвеєрний транспорт в схемах циклічно-поточної технології успішно працює на всіх залізничних кар'єрах України, де вантажопотоки перевищують 18...20 млн. т.

						ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			43

Введення такого виду комбінованого транспорту доцільне, починаючи з глибини розробки 100...150 м. А взагалі, найбільш економічно виправданим вважається, коли глибина кар'єра становить 200...250 м.



1 - відповідно вантажний та розвантажувальний комплекси; 2 - скіп; 4 - пост управління;
5 - копер; 6 - будівля підйомної машини; 7 - тяговий канат;

Рис. 2.8. Схема похилого скіпового витягу

Автомобільно-скіповий транспорт. Включає зазвичай три ланки: внутрішньо кар'єрна, підйомна й поверхнева. Перша ланка передбачає автомобільне перевезення вантажу (раціональна відстань транспортування становить 0,6...1,0 км) до ПП, облаштованого в кар'єрі. Далі гірничу масу піднімають на поверхню похилі скіпи. На поверхні залежно від протяжності перевезень може бути задіяний залізничний, автомобільний або конвеєрний транспорт. Вибір одного з них здійснюють на підставі техніко-економічних розрахунків. Тут можливі дві схеми заповнення скіпів продуктом на ПП: з автосамоскидів вантаж переміщують безпосередньо в скіп (коли скіп і автосамоскид мають однакову місткість); за допомогою методу естакадно-бункерного перевантаження, при цьому на пункті працює бункер-дозатор, у який з автосамоскидів надходить гірничу масу, а вже з нього засипається в скіп. Верхній ПП теж обладнано бункером, який приймає продукт із скіпа. У цьому бункері

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гірничу масу може зберігатись перед завантаженням в транспортні засоби на поверхні.

Один із варіантів експлуатації автомобільно-скіпового транспорту – застосування автомобільного підйомника. У такій схемі відпадає потреба перевантажувати гірничу масу, а значить облаштовувати ПП взагалі, але при цьому передбачено облаштування спеціальних підймальних установок. Застосування автомобільно-скіпового транспорту найбільш доцільне в роботі глибоких (350...400 м) кар'єрів, що мають малі розміри в плані, за мінімальної глибини розробки 50...100 м, коли вантажопотік становить 8...10 млн. т.

У різних гірничотехнічних умовах можливе застосування різних схем комбінованого транспорту, де передбачено всіляке поєднання засобів переміщення вантажу. Ефективність цих схем найчастіше зумовлена комплексом гірничо-технічних та економічних показників, що характерні для конкретних виробничих обставин.

2.3. Особливості застосування кар'єрних самоскидів при роботі з різними категоріями ґрунтів і різними провідними машинами

Кар'єрні самоскиди є важливим елементом транспортної системи гірничо-добувної промисловості. Їх застосування залежить від типу ґрунтів, що розробляються, а також від особливостей провідних машин, які здійснюють навантаження. Нижче наведено основні аспекти, що враховуються при роботі з різними категоріями ґрунтів та взаємодії з навантажувальним обладнанням.

2.3.1. Робота з різними категоріями ґрунтів

Легкі ґрунти (I–II категорія) наприклад, пісок, супіски або суглинки, характеризуються низькою щільністю та легкістю навантаження.

Особливості застосування:

- використовуються самоскиди середньої вантажопідйомності (20 – 50 т);

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- можливе застосування менш потужних двигунів через зменшене навантаження на ходову частину;

- зазвичай не виникає необхідності в посиленій конструкції кузова, оскільки знос від таких матеріалів мінімальний.

Проблеми: можливе пилоутворення, що вимагає проведення заходів із пилоподавлення.

Середні ґрунти (III – IV категорія) – середньої щільності ґрунти, такі як глина або вивітрені породи.

Особливості застосування:

- використовуються самоскиди середньої та великої вантажності (30 – 90 т);
- потрібен міцний кузов, стійкий до стирання та залипання матеріалу.

Для роботи на схилах передбачені машини з посиленими гальмівними системами.

Проблеми: ґрунт може залипати в кузові, що потребує застосування підігріву або антиприлипальних покриттів.

Важкі ґрунти (V – VI категорія) – до важких ґрунтів належать скельні породи, щільні глинисті породи, базальти тощо.

Особливості застосування:

- використовуються кар'єрні самоскиди великої вантажності (90 – 360 т);
- конструкція кузова посилена, іноді з додатковими ребрами жорсткості;
- підвищена потужність двигуна для перевезення важких вантажів на великих ухилах;
- для транспортування скельної породи потрібні спеціальні міцні кузова, стійкі до ударних навантажень.

Проблеми: збільшене навантаження на ходову частину та підвіску, що потребує регулярного технічного обслуговування.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.2. Особливості взаємодії кар'єрних самоскидів з провідними машинами

Екскаватори – є основними машинами для навантаження гірничої маси на самоскиди.

Особливості:

- використовуються екскаватори з ковшами, об'єм яких відповідає кузову самоскида (наприклад, 4 – 6 завантажень для повного заповнення);
- забезпечується синхронізація роботи екскаватора і самоскида для зменшення простоїв;
- у разі роботи з важкими ґрунтами на кузов самоскида встановлюються захисні пластини.

Фронтальні навантажувачі – використовуються на кар'єрах із легкими ґрунтами та невеликою кількістю гірничої маси.

Особливості:

- фронтальні навантажувачі забезпечують швидке завантаження, особливо на коротких маршрутах;
- можливе часткове перевантаження через невідповідність об'єму ковша та кузова самоскида.

Конвеєрні системи з перевантажувачами. У систем із конвеєрними перевантажувачами самоскиди використовуються для транспортування матеріалу до перевантажувального пункту.

Особливості:

- використовуються середні та великі самоскиди залежно від обсягів транспортування;
- особлива увага приділяється точності підходу самоскида до перевантажувального пункту.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Висновки за розділом

Принципові схеми комплексного застосування кар'єрних самоскидів дозволяють оптимізувати процес транспортування гірничої маси з урахуванням специфіки кар'єру, відстаней, типу видобутку та обсягів перевезень. Вибір конкретної схеми залежить від технічних, економічних і географічних умов роботи кар'єра. Ефективне використання кар'єрних самоскидів у комплексі з іншими транспортними засобами забезпечує підвищення продуктивності гірничих робіт і зниження експлуатаційних витрат.

Застосування кар'єрних самоскидів значною мірою залежить від типу ґрунтів та характеристик навантажувальних машин. Ефективна організація їх роботи передбачає врахування фізичних властивостей ґрунту, рельєфу місцевості, типу видобутку та взаємодії з іншими елементами технологічного процесу. Правильний вибір та експлуатація самоскидів дозволяють значно знизити витрати на транспортування та підвищити продуктивність гірничих робіт.

					ДІТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

3. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ

3.1. Розрахунок параметрів автомобільного транспорту

Щоб забезпечити якісну роботу автомобільного транспорту, потрібно врахувати багато чинників, серед яких:

- 1) складання схеми автомобільних доріг кар'єру й розрахункових маршрутів рухомого складу;
- 2) вибір типу автомобіля;
- 3) визначення характеристик автомобільних доріг;
- 4) розрахунок фактичної вантажопідймальності автомобіля (автопоїзда);
- 5) встановлення значень припустимої швидкості руху;
- 6) розрахунок обсягу перевезень і кількості автомобілів;
- 7) розрахунок технічних показників автотранспортної системи;
- 8) складання переліку устаткування автотранспортної системи.

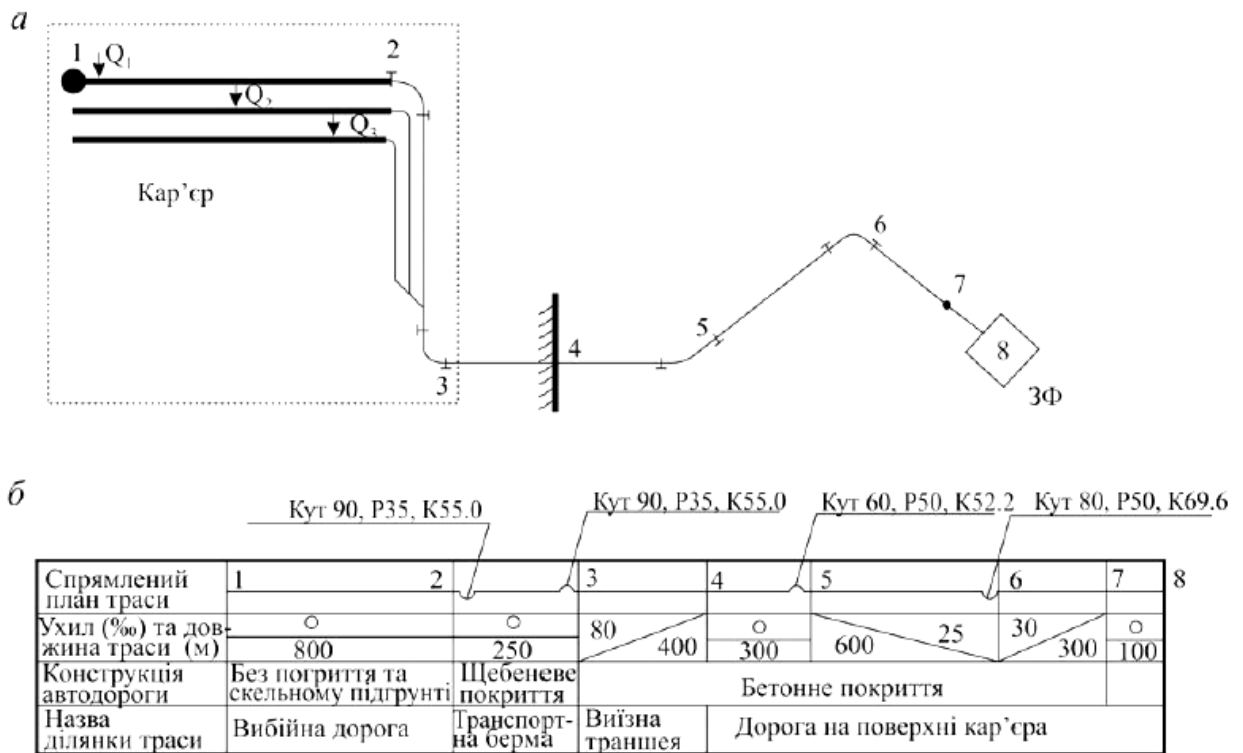
Перелічені завдання виконують на базі таких вихідних даних: виробнича потужність кар'єру, обсяг вантажопотоків корисної копалини і порід розкриву, параметри трас, характеристики вантажів, режим роботи кар'єру, кліматична зона.

У всіх необхідних розрахунках до уваги беруть обсяг вантажопотоку найбільш завантаженої зміни, причому окремо корисної копалини і порід розкриву, з огляду на можливі відмінності кінцевих пунктів призначення кожного виду вантажу та його фізико-механічні характеристики.

Схема автомобільних доріг кар'єру і розрахункових маршрутів.

Приклад складання цього графічного документа подано на рис. 3.3, а, б. На його підставі виконують розрахунок основних показників кар'єрного автотранспорту. Розглянувши план автодоріг (рис. 3.1, а), намічають один чи кілька розрахункових маршрутів із близькими умовами транспортування, скажімо, один з них призначено для перевезення порід розкриву, інший – корисної копалини. Розрахунок, як правило, виконують для одного пункту навантаження (екскаватора), поширюючи результати на інші пункти навантаження даного маршруту. На розрахунковому маршруті (рис. 3.1, б) позначені його основні характеристики: спрямлений план траси, профіль та довжину кожної ділянки, конструкцію автодороги; останнє необхідно для обґрунтованого визначення величин опору руху автомобілів.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а – план, б – характеристика маршруту;
Рис. 3.1. Схема кар'єрної автомобільної дороги

Вибір типу автомобіля. Цей важливий етап підготовки до розрахунків виконують з огляду на об'єм видобутої в кар'єрі гірничої маси, характеристику транспортованого вантажу, відстань перевезень, тип екскаваційно-навантажувального устаткування. При цьому керуються такими орієнтирами: переважне застосування великовантажних автосамоскидів і тягачів з напівпричепами серії БелАЗ, а при невеликому об'ємі видобутку – автосамоскидів серії КрАЗ і МоАЗ. На кар'єрах з великим вантажопотоком варто передбачити застосування більш важких машин. Рекомендовано також раціональне поєднання для роботи на кар'єрах різних типів екскаваторів і автотранспортних засобів (див. в табл. 3.1), де враховано такі умови:

– оптимальне співвідношення місткості кузова машини й ковша екскаватора перебуває в межах 4...6, коли відстань перевезення не перевищує 1,5 км; 6...10 – до 5 км; 8...12 – до 7 км;

– варто прагнути, щоб коефіцієнт використання вантажопідймальності машини був якомога ближчим до одиниці; коли ж за розрахунками він менший, то необхідно використати машину тієї самої вантажопідймальності, але з більшою місткістю кузова.

Раціональний склад комплексів екскаваційного й автотранспортного
устаткування кар'єрів

Марка екскаватора	Марки машин при відстані транспортування, км			
	1	2	3	4
ЕКГ-2	МоАЗ-522А КрАЗ-256Б	МоАЗ-522А	БелАЗ-540	БелАЗ-540 БелАЗ-548
ЕКГ-3,2	МоАЗ-522А БелАЗ-540	БелАЗ-540 БелАЗ-548	БелАЗ-540 БелАЗ-548В- 5271	БелАЗ-540 БелАЗ-548В- 5271
ЕКГ-5 (ЕКГ-4,6)	БелАЗ-540 БелАЗ-548	БелАЗ-548 БелАЗ-548В- 5271	БелАЗ-549 БелАЗ-548В- 5271	БелАЗ-549 БелАЗ-548В- 5272
ЕКГ-8	БелАЗ-548 БелАЗ-549	БелАЗ-549 БелАЗ-548В- 5272	БелАЗ-549В- 5275	БелАЗ-549В- 5275
ЕКГ-12	БелАЗ-549В- 5275	БелАЗ-549В- 5275	–	–

Характеристика автомобільних доріг. Відомо, що кар'єрні автомобільні дороги бувають постійними з покриттям і тимчасовими без покриття, а також спорудженими з переносних плит. Постійні зазвичай облаштовують на поверхні кар'єру, у капітальних траншеях, на відпрацьованих уступах і на відвалах; тимчасові являють собою дороги на ковзних з'їздах, на робочих уступах і на відвалах.

Категорію автомобільної дороги вибирають, враховуючи інтенсивність руху, у свою чергу ширина проїзної частини дороги залежить від її категорії та габаритів рухомого складу.

Отже, як бачимо, постійні виробничі автодороги поділяються на три категорії (див. табл. 3.2).

Категорії кар'єрних автодоріг за ознакою інтенсивності руху

Вантажопідіймальність, т	Інтенсивність руху маш./год на дорогах категорії,		
	I	II	III
	більше		менше
10	100	100...15	15
27	85	85...12	12
20 – 45	80	80...11	11
65 – 75	70	70...10	10

Інтенсивність руху автомобілів на головних дорогах, через які проходить сумарний вантажопотік кар'єру, розраховуємо за такою формулою:

$$I_p = \frac{kP}{k_B m_H T_p n_{ЗМ}}, \text{ маш/год.}, \quad (3.1)$$

де P – річний вантажопотік, т; k – коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку; m_H – номінальна вантажопідіймальність автомобіля, т; k_B – коефіцієнт використання вантажопідіймальності; T_p – час перебування автомобіля в наряді протягом року в умовах однозмінної роботи, причому: для автомобілів вантажопідіймальністю до 20 т при звичайному (305 діб) режимі роботи становить 1990 год, при безперервному режимі роботи (365 діб) – 2350 год; для автомобілів вантажопідіймальністю понад 20 т – 1900 і 2250 год відповідно; $n_{ЗМ}$ – кількість робочих змін в одній добі.

Коефіцієнт використання вантажопідіймальності визначають попередньо за таким виразом:

$$k_B = \frac{k_{ш} V_{Г} \rho_{ц}}{k_p m_H}, \quad (3.2)$$

де $k_{ш}$ – коефіцієнт заповнення об'єму кузова машини "із шапкою"; $V_{Г}$ – геометричний об'єм кузова, м³, $\rho_{ц}$ – щільність гірської породи в цілику, т/м³; k_p – коефіцієнт розпушення гірської породи.

Якщо за результатами розрахунку значення k_B перевищить одиницю, то передбачають, що воно дорівнює 1,0, беручи до уваги те, що завантажувати машину понад номінальну вантажопідіймальність не можна.

Середні величини питомого опору руху визначають за дослідними даними (див. табл. 3.3, 3.4).

Фактична вантажопідіймальність автомобіля. Величину номінальної вантажопідіймальності автомобіля знаємо з його технічної характеристики, а фактичну потрібно обчислювати, використовуючи описану нижче методику.

Кількість наповнених породою ковшів екскаватора, що завантажуються в автомобіль кузова, може бути обмежена його місткістю та вантажопідіймальністю машини.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3

Величини питомого опору руху автосамоскида БелАЗ-540, Н/кН

Характеристика кар'єрної автодороги	Автосамоскид	
	завантажений	порожній
Асфальтована на поверхні	10...16	17...25
Щебенева на поверхні в доброму стані	25...35	35...52
Укочений заїзд у рудному вибої	35...48	40...54
Укочений заїзд у вибої пухких порід (пісок, опока)	50...62	61...75
Неукочений спланований робочий майданчик порідного уступу	65...105	75...109

Таблиця 3.4

Показники питомого опору руху кар'єрних автомобілів особливо великої вантажопідіймальності, Н/кН

Тип автодороги	БелАЗ-549	БелАЗ-549В-5275
Бетонна	16...29	23...38
Асфальтована	18...34	27...28
Щебенева на скельному підґрунті	29...45	32...61

Визначення цього параметра з урахуванням місткості кузова відбувається за такою формулою:

$$n_{к.о} = \frac{k_{ш}V_{Г}}{V_{к}K_{н.к}} \quad (3.3)$$

З огляду на показник вантажопідіймальності,

$$n_{к.в} = \frac{m_{н}k_{р.к}}{V_{к}K_{н.к}\rho_{ц}} \quad (3.4)$$

де $k_{ш}$ – коефіцієнт завантаження кузова "із шапкою"; $V_{Г}$ – геометрична місткість кузова; $V_{к}$ – місткість ковша; $K_{н.к}$ і $k_{р.к}$ – коефіцієнти наповнення ковша і розпушення породи в ковші (табл. 3.5); $m_{н}$ – номінальна вантажопідіймальність машини; $\rho_{ц}$ – щільність гірничої маси в цілику.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із двох значень кількості ковшів, розрахованих за виразами (3.3), (3.4), у подальших розрахунках використовують менше, округлене до цілого числа.

Фактична вантажопідіймальність автомобіля, тобто фактична маса вантажу в кузові

$$m = \frac{n_k V_k K_{н.к} \rho_{ц}}{k_{р.к}} \quad (3.5)$$

Коефіцієнти використання вантажопідіймальності автомобіля та об'єму кузова:

$$k_B = \frac{m}{m_n}; \quad k_o = \frac{n_k}{n_{к.о}} \quad (3.6)$$

Повна маса навантаженого автомобіля

$$m_a = m + m_o, \quad (3.7)$$

де m_o – маса порожнього автомобіля, т

Таблиця 3.5

Значення коефіцієнтів розпушення породи в ковші екскаватора та його наповнення

Категорія породи за складністю екскавації	Розрахункова об'ємна маса породи в цілику, т/м ³	Коефіцієнт розпушення гірничої маси	Коефіцієнт наповнення ковша у вигляді	
			Прямої лопати	драглайна
1	2	3	4	5
I	1.6	1.15	1.05	1.00
II	1.8	1.25	1.05	1.00
III	2.0	1.35	0.95	0.90
IV	2.5	1.50	0.90	0.85
V	3.5	1.60	0.90	–

Прийнятність величини маси автомобіля, розрахованої за формулою (3.7), перевіряють за показниками "машини" (дизеля) і "зчеплення".

Масу, припустиму "за машиною" $m_{а.м}$, визначають з огляду на умову сталого руху навантаженого автомобіля на розрахунковому підйомі виїзної траншеї, коли він реалізує на одній з нижчих передач швидкість руху, прийнятну з економічних міркувань, номінальну потужність P_H , передбачену технічною характеристикою. Для цього використовують такий вираз:

$$m_{a.m} = \frac{1000P_n \eta_{тр}}{gV(w_0 + i_p)}, \quad (3.8)$$

де $\eta_{тр}$ – ККД трансмісії (0,80...0,85); w_0 – основний опір руху автомобіля, Н/кН; V – швидкість руху автомобіля на одній з нижчих передач (4,5...5,5 м/с); i_p – керівний ухил виїзної траншеї, ‰.

Масу навантаженого автомобіля за показником зчеплення визначають, беручи до уваги момент його зрушення за несприятливих погодних умов на розрахунковому підйомі виїзної траншеї, коли в хід іде максимальна сила тяги, а саме:

$$m_{a.зч} = \frac{1000m_{зч}\Psi}{w_0 + i_p + 102\delta a_0}, \quad (3.9)$$

де $m_{зч}$ – зчіпна маса автомобіля (автопоїзда), що набуває таких значень: для автомобілів з одним (заднім) ведучим мостом $m_{зч} = 0.7m_a$ (m_a – повна маса навантаженого автомобіля); напівпричепів з одним ведучим мостом $m_{зч} = 0.4m_a$, а з двома ведучими мостами $0.6m_a$; Ψ – коефіцієнт зчеплення; δ – коефіцієнт інерції оберткових мас при русі автомобіля на одній з нижчих передач ($\delta = 1.1 - 1.6$); a_0 – розрахункове прискорення машини в момент рушання ($a_0 = 0.5 - 1.0$ м/с²).

Значення величин $m_{зч}$ та Ψ подано в табл. 3.6, 3.7.

Таблиця 3.6

Зчіпна маса автомобілів БелАЗ

Модель	540	548	549	7519	7521	7420-9590
Зчіпна маса, т	32.4/15.5	44.5/22.4	98/32	130/41.5	220/76	183/72

Примітка. У чисельнику величина маси номінально завантаженого автомобіля, у знаменнику – порожнього.

Остаточне значення маси автомобіля задають на базі обчисленої з огляду на вантажопідіймальність і місткість, якщо розрахунки за виразами (3.8) і (3.9) не вносять обмежень, тобто коли отриманий результат перевищує знайдений за формулою (3.7). У протилежному випадку треба розглянути можливість зменшення крутості виїзної траншеї (i_k) та інші варіанти зміни умов.

									ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
										55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Припустимі значення швидкості руху. Для руху автомобіля, що здійснює вантажні перевезення на кар'єрі, існують обмеження швидкості, викликані такими факторами: конструкцією машини, її динамічною характеристикою, необхідністю гальмування на спусках, бічною стійкістю машини при проходженні кривих ділянок траси, дорожніми умовами.

Таблиця 3.7

Середні значення коефіцієнта зчеплення автомобіля залежно від типу й стану дорожнього покриття

Тип автодороги	Стан дорожнього покриття		
	Сухе	Мокре	Забруднене
Магістральна:			
щебенева з поверхневою обробкою	0.75	0.50	0.40
брукова	0.70	0.40	0.35
брущата	0.65	0.40	0.30
асфальтована	0.70	0.90	0.25
асфальтована й бетонна	0.70	0.45	0.30
Тимчасові автодороги:			
вибійна укочена	0.60	0.40 – 0.50	–
відвальна укочена	0.40 – 0.50	0.20 – 0.30	–

Максимальна (забезпечена конструкцією) швидкість автомобіля зазначена в його технічній характеристиці. Кар'єрні автосамоскиди зазвичай розвивають швидкість 50, а автопоїзди 40 км/год.

При русі автомобіля через конкретну ділянку профілю, його можлива швидкість залежить від динамічних властивостей цього засобу. Ось чому цей параметр визначають з огляду на динамічну характеристику чи розраховують за такою формулою:

$$V = \frac{1000P_H \eta_{TP}}{g m_a (w_0 + i_p)}, \text{ м/с.} \quad (3.10)$$

Припустима швидкість руху в умовах екстреного гальмування на спуску максимальної крутості у навантаженому чи порожняковому напрямках автомобіля

$$V = \sqrt{2l_0^H a_{T.макс} + (a_{T.макс} t_n)^2} - a_{T.макс} t_n, \quad (3.11)$$

де l_0^H – нормативне значення гальмівного шляху, причому; t_n – час підготовки гальм до дії.

$$l_0^H = l_{\text{вид}} - 10 = 30 - 70 \text{ м.} \quad (3.12)$$

Тут $l_{\text{вид}}$ – відстань, на яку водій бачить дорогу (видимість) в умовах складного рельєфу та негоди; $a_{\text{т.макс}}$ – уповільнення руху автомобіля при екстреному гальмуванні на спуску максимальної крутості, що визначають за такою формулою:

$$a_{\text{т.макс}} = \frac{1000\Psi + w_0 - i_{\text{макс}}}{102\delta}. \quad (3.13)$$

Повний (зупинний) шлях, що проходить автомобіль під час екстреного гальмування, складається зі шляху, упродовж якого йде підготовка гальм до дії, та з шляху власне гальмування повної інтенсивності, а саме:

$$l_0 = l_n + l_d = V_H t_{\text{п}} + \frac{V_H^2}{2a_{\text{т.макс}}}. \quad (3.14)$$

Повна тривалість гальмування від моменту виявлення перешкоди до зупинки автопоїзда (зупинний час):

$$t_0 = t_n + t_d = t_p + t_{\text{пр}} + 0.5t_y + \frac{V_H}{a_{\text{т.макс}}}. \quad (3.15)$$

У виразах (3.14) і (3.15) користуємось такими величинами: V_H – швидкість руху автомобіля в момент початку гальмування, м/с; $t_p, t_{\text{пр}}, t_y$ – час настання реакції водія на перешкоду, час холостого ходу приводу гальма, час наростання гальмівної сили відповідно.

Критична швидкість руху автомобіля при бічному ковзанні на кривій ділянці дороги:

$$V_{\text{кр.к}} = \sqrt{gR(\Psi_y + i_B)}, \quad (3.16)$$

де R – радіус кривої, м; Ψ_y – коефіцієнт зчеплення коліс автомобіля з дорогою в напрямку, перпендикулярному осі дороги за несприятливих дорожніх умов ($\Psi_y = 0.6 \cdot \Psi$); i_B – ухил віражу (поперечний ухил дороги).

Рекомендовані значення радіуса горизонтальної кривизни автодоріг

Розрахункова швидкість руху автомобіля, км/год	50	40	30	15 – 20
---	----	----	----	---------

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Мінімально припустимий радіус горизонтальної кривої, м	100	60	30	15
Найменший рекомендований радіус, м	200	100	60	30

Розрахункові значення швидкості руху кар'єрних автомобілів (за даними Гіпроруди)

Категорія дороги	I	II	III
Вантажонапруженість, млн т бруто на рік	понад 25	25 – 3	менше 3
Розрахункова швидкість руху на прямих ділянках дороги, км/год	50	40	30
Те саме на поворотах, серпантинах і перехрестях, км/год	30	25	20

Розрахунковий обсяг перевезень одним автомобілем і чисельність машин автомобільного парку. Для обчислення цього параметра користуються даними про вантажопідймальність автомобіля і тривалість рейсу, а також іншими характеристиками. Розрахунки виконуємо за поданими нижче формулами.

Час рейсу:

$$T = t_p + \Theta = \frac{1}{k_{шв}} \cdot 60 \sum \frac{l_i}{V_i} + \Theta, \text{ хв}, \quad (3.17)$$

де t_p – час руху автомобіля протягом рейсу; $k_{шв}$ – коефіцієнт швидкості, що враховує її зниження з різних причин; l_i – довжина i -го елемента профілю, км; V_i – технічна швидкість руху по i -му елементу профілю в обох напрямках (завантаженої та порожньої машини), км/год; Θ – тривалість заключних операцій перевезення, причому:

$$T = t_n + t_b + t_m + t_q, \text{ хв}, \quad (3.18)$$

де t_n, t_b, t_m, t_q – час навантажування, розвантаження, маневрів та очікування в пунктах навантаження й розвантаження машин.

Час навантажування машин екскаватором:

$$t_n = \frac{n_k t_{ц}}{60}, \text{ хв}, \quad (3.19)$$

де n_k – число наповнених гірничою масою ковшів, що завантажуються в машину; $t_{ц}$ – тривалість циклу екскавації, с.

Час розвантаження і маневрів у пунктах зведення вантажу за дослідними даними становить 1.3...1.7 хв.

Час маневрів біля екскаватора в умовах наскрізної схеми під'їзду дорівнює 0...10 с, петльової схеми 20 – 25 с, тупикової схеми під'їзду – 50...60 с.

Час очікування навантаження дорівнює 1...2 хв.

Обчислюючи тривалість рейсу за виразом (3.17), серед розрахункових значень швидкості беруть величини, отримані такими способами:

1) За даними випробувань відповідних типів автотранспортних засобів у конкретних дорожніх умовах, наприклад, взятих із табл. 3.8. При цьому у виразі (3.17) передбачаємо, що $k_{шв} = 1.0$, оскільки в згадану таблицю внесено не технічні, а середні (експлуатаційні) значення швидкості руху.

2) З огляду на таку динамічну характеристику: $V = f(D)$, вважаючи, що при переході на черговий елемент профілю швидкість миттєво досягає величини, яка відповідає динамічному фактору, тобто $D = w_0 \pm i_0$, де w_0 та i_0 – коефіцієнт опору руху й величина ухилу цього відрізка шляху.

3) Шляхом розрахунку за формулою (3.40).

Таблиця 3.8

Величини швидкості руху кар'єрних автомобілів, рекомендовані для технологічних розрахунків, км/год

Тип покриття	Питомий опір руху, Н/кН	Вантажопідймальність, т			
		автосамоскидів			тягачів із напівприцепом
		До 7	10 – 27	40 – 75	
Удосконалене капітальне	30	30	28	25	22
Удосконалене полегшене	20	28	25	22	20
Перехідне	40	25	20	20	16
Грубосплановане	60	18	16	15	12

Змінний обсяг перевезеного одним автомобілем вантажу:

$$Q_{зм} = \frac{k_v m_n 60 t_{зм} k_{зч}}{T}, \text{ Т/ЗМ}, \quad (3.20)$$

де $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год.; $k_{зч}$ – коефіцієнт використання змінного часу.

Кількість рейсових автомобілів, призначених для роботи на одному навантажувальному пункті:

$$n_{\text{рейс.}i} = \frac{KQ_{\text{зм.}i}T_i}{60mt_{\text{зм}}k_{\text{зч}}}, \quad (3.21)$$

де $Q_{\text{зм.}i}$ – змінна пропускна здатність i -го навантажувального пункту, т; K – коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку; T_i – тривалість рейсу для i -го пункту навантаження, хв; m – дійсна вантажопідймальність машини, т ($m = K_{\Gamma}m_{\text{н}}$).

Кількість рейсових машин, необхідних для обслуговування одного екскаватора за умови забезпечення безперервності його роботи:

$$n_{\text{рейс}} = \frac{[t_{\text{р}} + t_{\text{рв}} + t_{\text{оч}}]}{t_{\text{н}} + t_{\text{м}}}. \quad (3.22)$$

Тоді сумарна кількість рейсових машин, що будуть працювати в транспортній системі:

$$n_{\text{рейс}} = (n_{\text{рейс.1}}) + (n_{\text{рейс.2}}) + \dots + (n_{\text{рейс.}i}).$$

Ця величина буде справедливою в умовах закріплення машин за навантажувальними пунктами.

Коли ж самоскиди не закріплено за навантажувальними пунктами (тобто вони працюють за графіком), то:

$$n_{\text{рейс}} = (n_{\text{рейс.1}} + n_{\text{рейс.2}} + \dots + n_{\text{рейс.}i}). \quad (3.23)$$

Це значить, що в першому випадку округляють до цілого числа кожен доданок суми, а в другому – округляють суму доданків.

Кількість робочих машин:

$$n_{\text{роб}} = n_{\text{рейс}} + n_{\text{дод}}, \quad (3.24)$$

де $n_{\text{дод}}$ – додаткове число машин, необхідних для господарських та інших потреб.

Інвентарний парк машин:

$$n_{\text{інв}} = k_{\text{інв}} + n_{\text{роб}}. \quad (3.25)$$

Тут коефіцієнт інвентарності, що враховує наявність резервних і тих, що перебувають у ремонті, машин $k_{\text{інв}} = 1.1 \dots 1.3$.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні показники автотранспортної системи. Загальна величина пробігу рейсових автомобілів за зміну:

$$l_{\text{заг}} = \frac{\sum Q_{\text{зм.}i}(l_{\text{сер}}+l_x)}{m}, \text{ км}, \quad (3.26)$$

де $Q_{\text{зм.}i}$ – змінний вантажопотік i -го навантажувального пункту (чи групи однотипних екскаваторів з однаковими характеристиками маршруту), т; $l_{\text{сер}}, l_x$ – середня дальність пробігу автомобілів, що обслуговують цей навантажувальний пункт при робочому (з вантажем) і холостому ході, км.

Загальна витрата палива за зміну:

$$q_{\text{зм.}n} = 0.01 a_{100} l_{\text{заг}} K_1 K_2 K_3, \text{ л}, \quad (3.27)$$

де a_{100} – нормативна витрата палива на 100 км пробігу залежно від характеристики автомобіля, л; K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти, що враховують додаткову витрату палива на маневри і стоянки з працюючим двигуном, на гаражні потреби (регулювання двигунів та ін.), підвищену витрату палива в зимовий час, відповідно ($K_1 = 1.1 - 1.2$; $K_2 = 1.05 - 1.07$; $K_3 = 1.1 - 1.15$).

Загальна витрата мастильних матеріалів (за зміну):

$$q_{\text{зм.}m} = (0.03 \dots 0.05) q_{\text{зм.}n}, \text{ л}. \quad (3.28)$$

Коефіцієнт використання пробігу:

$$\beta = \frac{l_{\text{сер}}}{(l_{\text{сер}}+l_x)}. \quad (3.29)$$

Кількість технічно справних машин:

$$n_{\text{т.с}} = \delta_{\text{т}} \cdot n_{\text{інв}}, \quad (3.30)$$

де $\delta_{\text{т}}$ – коефіцієнт технічної готовності автопарку ($\delta_{\text{т}} = 0.7 \dots 0.8$); $n_{\text{інв}}$ – інвентарна (облікова) кількість машин.

Пропускна здатність смуги автодороги при русі автомобілів в одному напрямку:

$$N_{\text{год}} = \frac{3600 V_{\text{сер}}}{K(l_{\text{оз}}+l_a)}, \text{ авт./год.}, \quad (3.31)$$

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $V_{\text{сер}}$ – середня швидкість руху автомобілів, м/с; $l_{\text{оз}}$ – зупинний гальмівний шлях, м [розраховують за виразом (3.14)]; l_a – довжина автомобіля, м; K – коефіцієнт нерівномірності руху ($K = 2 \dots 3$).

Кількість смуг головної автодороги для руху в одному напрямку:

$$n_c = \frac{I_p}{N_q}, \quad (3.32)$$

де I_p – інтенсивність руху визначено за формулою (3.1).

Пропускна здатність автодороги:

$$M_a = \frac{N_{\text{год}} m}{f}, \text{ Т/ГОД.}, \quad (3.33)$$

де f – коефіцієнт резерву пропускної здатності ($f = 1.75 - 2$).

Перелік устаткування автотранспортної системи

У такій системі належить передбачити певну кількість одиниць рухомого складу (із зазначенням марок машин), гаражі й відкриті стоянки та подати відомості про кількість машин; автомобільні дороги із позначенням їхньої категорії, довжини й основних параметрів; мостові переходи, їхню кількість і довжину; вантажно-розвантажувальні пристрої.

3.2. Розрахунок параметрів кар'єрного автотранспорту

Вихідні дані.

Кар'єр (його план див. рис 3.1, а) здійснює розробку залізної руди. Має три робочих рудних уступи і два розкривних (останні в цьому завданні не беремо до уваги). Виробнича потужність кар'єру з видобутку руди становить 4,0 млн т на рік; розкривних порід – 2 млн т. Розробка руди здійснюється екскаваторами ЕКГ-5 з ковшем 6 м³. На кожному добувному уступі працює один екскаватор, експлуатаційний об'єм видобутої ним породи в цілику за 8-годинну робочу зміну становить 2060 м³. Щільність руди в цілику дорівнює 2,7 т/м³, розкривних порід – 2,1 т/м³. Вид транспорту – автомобільний.

Характеристику маршруту подано на рис. 3.1, б.

Режим роботи кар'єру: робочих днів у році 250, робочих змін 3, тривалість зміни 8 год, кліматична зона – південь України.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схему автомобільних доріг кар'єру і розрахунковий маршрут транспортних засобів зображено на рис. 3.1 а, б.

Вибір типу автомобіля.

Як показує схема на рис. 3.1, б, відстань транспортування не перевищує 2750 м, а середнє значення цього параметра становить 2350 м. З урахуванням рекомендації табл. 3.1 передбачаємо використання автосамоскида БелАЗ-548. Його основні характеристики: вантажопідймальність 40 т, маса без вантажу 29 т, колісна формула 4х2, потужність двигуна 367 кВт, геометричний об'єм кузова 21 м³, максимальна швидкість 50 км/год. Основні розміри (довжина, ширина, висота) становлять 8120, 3790, 3800 мм.

Визначення параметрів автодоріг:

Спочатку, скориставшись виразом (3.2), визначаємо коефіцієнт використання вантажопідймальності автомобіля, тобто:

$$k_B = \frac{1.0 \cdot 21.0 \cdot 2.7}{1.4 \cdot 40} = 1.0.$$

Інтенсивність руху на головній дорозі, де зосереджено весь вантажопотік руди, обчислюємо за формулою (3.1) таким чином:

$$I_p = \frac{4 \cdot 10^6 \cdot 1.0}{40 \cdot 1.0 \cdot 1990 \cdot 3} = 16.8 \text{ маш/год.}$$

За даними табл. 3.2 такій інтенсивності руху має відповідати дорога другої категорії.

З огляду на характеристики визначеного нами типу автомобіля, його маса в завантаженому стані $40 + 29 = 69$ т, передбачаємо такі характеристики дороги, схему якої зображено на рис. 3.1:

	тип покриття	опір руху, Н/кН
Ділянка 1 – 2	непокрита на скельній основі	45
Ділянка 2 – 3	щебеневе, оброблене зв'язним матеріалом	30
Ділянка 3 – 8	цементобетонне	20

Зазначені параметри беремо з табл. 3.3, 3.4.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Фактичне завантаження автомобіля.

Кількість навантажених рудою ковшів екскаватора, з огляду на місткість кузова машини, визначаємо за виразом (3.3), а саме:

$$n_{к.о} = \frac{1.0 \cdot 21}{6.0 \cdot 0.9} = 3.9.$$

Значення коефіцієнта заповнення ковша беруть з табл. 3.5 для породи IV категорії за складністю екскавації.

Кількість наповнених породою ковшів екскаватора, яку можна завантажити з урахуванням вантажопідймальності машини, визначають, застосовуючи формулу (3.4), тобто:

$$n_{к.в} = \frac{40 \cdot 1.4}{6.0 \cdot 0.9 \cdot 2.7} = 3.8.$$

Із двох розрахованих значень кількості ковшів беремо менше 3,8, округлене до цілого числа 4.0.

За формулою (3.5) обчислюємо фактичну вантажопідймальність машини таким чином:

$$m = \frac{4 \cdot 6.0 \cdot 0.9 \cdot 2.7}{1.4} = 41.6 \text{ т.}$$

Далі з виразу (3.6) розрахуємо значення коефіцієнтів використання вантажопідймальності та об'єму, а саме:

$$k_{в} = \frac{41.6}{40} = 1.04; \quad k_{о} = \frac{4.0}{3.9} = 1.02.$$

Тоді за формулою (3.7) повна маса навантаженого автомобіля набуває такого значення:

$$m_{а} = 41.6 + 29.0 = 70.6 \text{ т.}$$

Користуючись виразом (3.8), обчислюємо припустиму масу автомобіля за показником потужності дизеля (машини) в умовах його сталого руху на розрахунковому підйомі виїзної траншеї, тобто:

$$m_{а.м} = \frac{1000 \cdot 367 \cdot 0.8}{9.8(30 + 80)5.0} = 54.4 \text{ т.}$$

А застосувавши вираз (3.9), визначаємо той самий параметр за показником зчеплення в момент рушення автомобіля на розрахунковому підйомі в несприятливих погодних умовах коефіцієнт зчеплення становить 0,30 (табл. 3.7), а саме:

					ДІТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{пр} = \sqrt{2 \cdot 60 \cdot 2.2 + (2.2 \cdot 2.0)^2} - 2.2 \cdot 2.0 = 12.4 \text{ м/с.}$$

Далі, скориставшись виразом (3.15), визначають повний час гальмування, тобто до зупинки автомобіля, а саме:

$$t_0 = 2.0 + \frac{12.4}{2.2} = 7.6 \text{ с.}$$

Беручи до уваги отримані нами результати розрахунку та інші умови дотримання безпеки руху, на в'їзді в траншею передбачаємо встановлення знака обмеження швидкості.

Далі, керуючись виразом (3.16), визначаємо критичну швидкість руху автомобіля на кривій ділянці дороги при бічному ковзанні за такими даними: радіус кривизни 50 м (див. рис. 3.1, б), ухил віражу 0.03 (рекомендований діапазон 0.02 – 0.06) і коефіцієнт зчеплення для забрудненої дороги 0.3, а значить,

$$V_{кр.шв} = \sqrt{9.8 \cdot 50(0.3 + 0.03)} = 12.7 \text{ м/с.}$$

На ділянці дороги, що передує початку кривої, рекомендуємо установити знак обмеження швидкості, щоб уникнути втрати бічної стійкості автомобіля.

Обсяг перевезень і кількість автомобілів:

Із табл. 3.8 беремо такі значення середньої швидкості руху автомобіля: по головній дорозі 22 км/год., по транспортній бермі 20 км/год., дорогами робочих майданчиків 15 км/год. Довжина цих доріг в одному напрямку (див. рис. 3.1, а), становить 1.7; 0.25 і 0.8:2 = 0.4 км відповідно. Задаємо, що коефіцієнт швидкості дорівнює одиниці, оскільки в розрахунок введено не технічні, а середні значення швидкості руху.

Час руху автомобіля в обох напрямках:

$$t_p = 2 \cdot 60 \left(\frac{1.7}{22} + \frac{0.25}{20} + \frac{0.4}{15} \right) = 13.9 \text{ хв.}$$

Передбачаємо таку тривалість кожної із кінцевих операцій:

час навантажування $\frac{4 \cdot 25}{60} = 1.7 \text{ хв};$

час розвантаження (за дослідними даними) – 1.5 хв;

час маневрів (за петльовою схемою) – 0.8 хв;

час очікування навантаження – 2.0 хв.

За виразом (3.18) визначаємо загальну тривалість кінцевих операцій, а саме:

					ДІПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Змінну витрату мастильних матеріалів розраховуємо за формулою (3.28) таким чином:

$$q_{\text{зм.м}} = 0.05 \cdot 5\,567 = 279 \text{ л.}$$

Згідно з формулою (3.29) коефіцієнт використання пробігу:

$$\beta = \frac{2.35}{2.35 + 2.35} = 0.5 .$$

Відповідно до виразу (3.59) кількість технічно справних машин:

$$n_{\text{пт}} = 0.8 \cdot 31 = 25 .$$

Скориставшись величинами середньої швидкості руху автомобілів (30 км/год. (8.3 м/с)) і час зупинного шляху, розрахованої за виразом (3.14), а саме:

$$l_0 = 8.3 \cdot 2.0 + \frac{8.3^2}{2 \cdot 2.2} = 32.2 \text{ м.}$$

За формулою (3.31) визначаємо годинну пропускну здатність автомобільної дороги, тобто:

$$N_{\text{г}} = \frac{3600 \cdot 8.3}{3.0(32.2 + 10)} = 236 \text{ авт/год.}$$

Відповідно до виразу (3.32) кількість смуг головної автодороги, коли інтенсивність руху становить 17 маш./год.:

$$n_{\text{п}} = \frac{17}{236} = 0.07 .$$

Таким чином, із значним запасом достатньо передбачити одну смугу.

І, нарешті, скориставшись виразом (3.33), визначаємо пропускну здатність автодороги, тобто:

$$M_a = \frac{236 \cdot 41.6}{2} = 4850 \text{ т/год.}$$

Перелік устаткування автотранспортної системи:

- 1) рухомий склад: автосамоскиди БелАЗ-548 – 31 шт.;
- 2) автомобільні гаражі – 1 гараж на 50 % парку (це 15 автомобілів БелАЗ-548);
- 3) відкриті стоянки – 1 стоянка на 16 автомобілів БелАЗ-548;
- 4) автомобільні дороги:
– вибійна без покриття на скельній основі довжиною 800 м;

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

- дорога транспортної берми – щебенева, оброблена зв'язними матеріалами, довжиною 250 м, яка в процесі ведення гірничих робіт продовжується до 1250 м;
- виїзна траншея – цементобетонна довжиною 400 м;
- дорога на поверхні кар'єру – цементобетонна довжиною 1300 м, мостовий перехід на ділянці дороги 4 – 5 (рис. 3.1, б) довжиною 12 м.

3.3. Розрахунок параметрів кар'єрного автотранспорту БЕЛАЗ-7518

Вибір типу автомобіля.

БЕЛАЗ-75184. Його основні характеристики: вантажопідіймальність 181 т, маса без вантажу 140 т, колісна формула 4х2, потужність двигуна 1468 кВт, геометричний об'єм кузова 86.4 м³, максимальна швидкість 64 км/год. Основні розміри (довжина, ширина, висота) становлять 12600, 7100, 6320 мм.

Визначаємо коефіцієнт використання вантажопідіймальності автомобіля:

$$k_v = \frac{1.0 \cdot 86.4 \cdot 2.7}{1.4 \cdot 181} = 0.92 .$$

Інтенсивність руху на головній дорозі, де зосереджено весь вантажопотік руди:

$$I_p = \frac{4 \cdot 10^6 \cdot 1.0}{181 \cdot 0.92 \cdot 1900 \cdot 3} = 4.2 \text{ маш/год.}$$

За даними табл. 3.2 такій інтенсивності руху має відповідати дорога третій категорії.

З огляду на характеристики визначеного нами типу автомобіля, його маса в завантаженому стані 181 + 140 = 321 т, передбачаємо такі характеристики дороги, схему якої зображено на рис. 3.1

	тип покриття	опір руху, Н/кН
Ділянка 1 – 2	непокрита на скельній основі	45
Ділянка 2 – 3	щебенева, оброблене зв'язним матеріалом	30
Ділянка 3 – 8	цементобетонне	20

Зазначені параметри беремо з табл. 3.3, 3.4.

Фактичне завантаження автомобіля:

					ДІПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2) автомобільні гаражі – 1 гараж на 50 % парку (це 8 автомобілів БелАЗ-75184);
- 3) відкриті стоянки – 1 стоянка на 8 автомобілів БелАЗ-75184;
- 4) автомобільні дороги:
- вибійна без покриття на скельній основі довжиною 800 м;
 - дорога транспортної берми – щебенева, оброблена зв'язними матеріалами, довжиною 250 м, яка в процесі ведення гірничих робіт продовжується до 1250 м;
 - виїзна траншея – цементобетонна довжиною 400 м;
 - дорога на поверхні кар'єру – цементобетонна довжиною 1300 м, мостовий перехід на ділянці дороги 4 – 5 (рис. 3.1, б) довжиною 12 м.

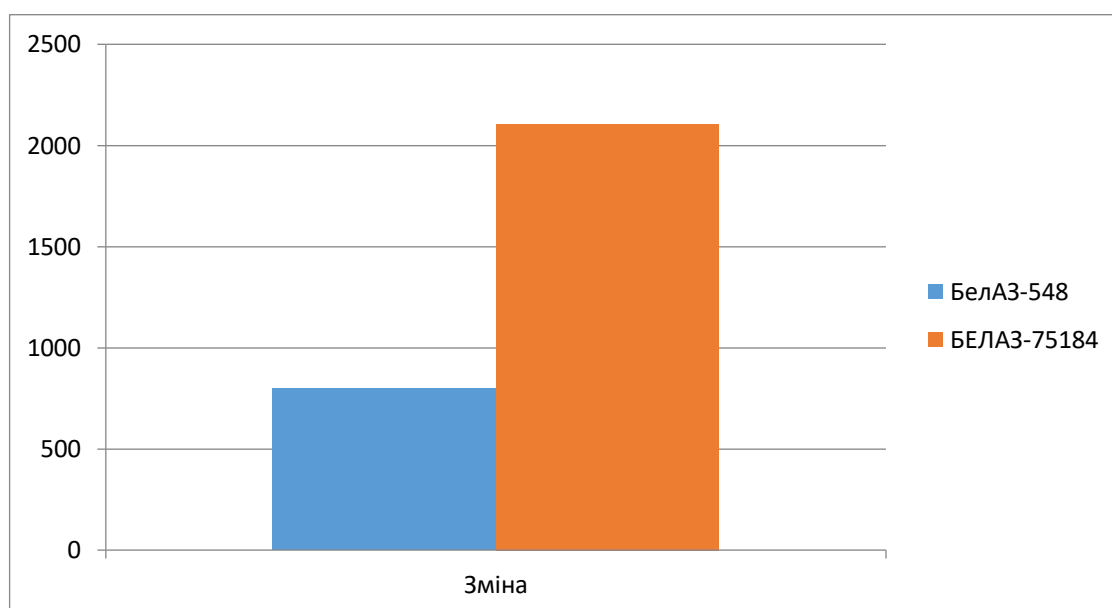
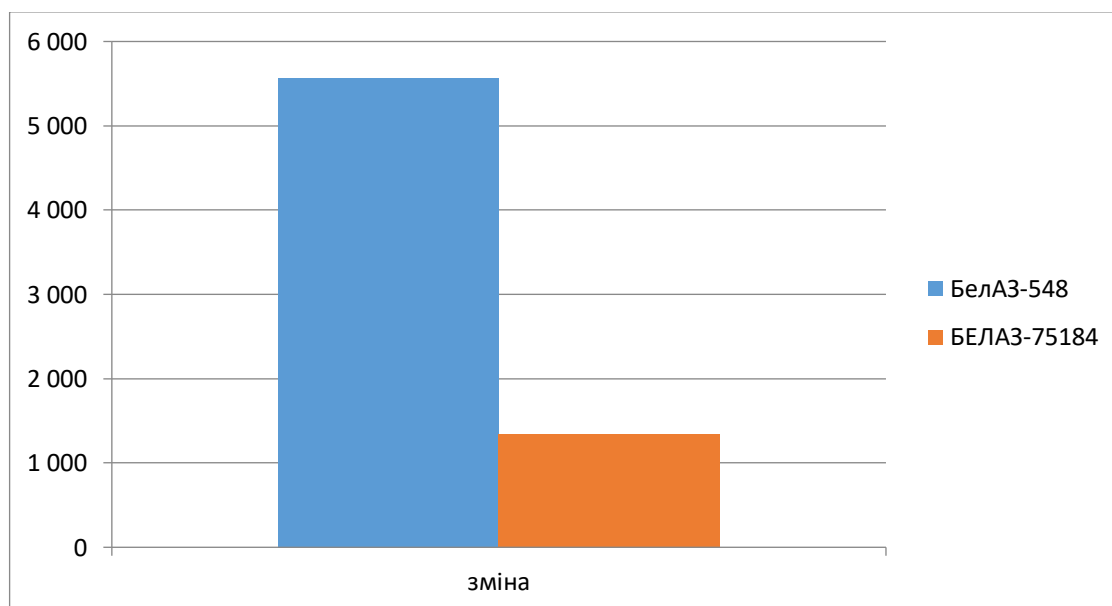


Рис. 3.2. Графічне співвідношення обсягу перевезень одним автомобілем, Т/ЗМ



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

ВИСНОВКИ

1. Вибір типу кар'єрних самоскидів залежить від вантажопідйомності, прохідності, типу приводу та умов експлуатації – це забезпечує ефективність транспортування гірничої маси, зменшення витрат на логістичні операції та підвищення продуктивності гірничих робіт.

2. Принципові схеми комплексного застосування кар'єрних самоскидів дозволяють оптимізувати процес транспортування гірничої маси з урахуванням специфіки кар'єру, відстаней, типу видобутку та обсягів перевезень. Вибір конкретної схеми залежить від технічних, економічних і географічних умов роботи кар'єра.

3. Дослідження режимів роботи кар'єрних самоскидів підтвердило, що правильна організація їхньої роботи, врахування експлуатаційних умов дозволяють значно підвищити ефективність та надійність кар'єрного транспорту, а також мінімізувати витрати на його обслуговування та експлуатацію.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

На підставі виконаних розрахунків з точки зору співтавлення двох машин, а саме: БелАЗ-548 та БелАЗ-75184, рекомендується:

- для машини БелАЗ-75184 застосувати провідною машиною екскаватор кар'єрний гусеничний ЄКГ-15 з об'ємом ковша 15 м³ для прискореного завантаження самоскида;

- врахувати габарити БелАЗ-75184 при виборі шляхів його переміщення і стан доріг через суттєве збільшення маси порівняно з БелАЗ-548.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Ширін Л. Н., Пригунов О. С., Денищенко О. В. Транспортні комплекси кар'єрів: навч. посіб. [Текст]: М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2015. – 241 с.

2. Маланчук З. Р., Корнієнко В. Я., Сорока В. С., Васильчук О. Ю. Транспортні системи гірничих підприємств: навч. посіб. [Текст]: – Рівне: НУВГП, 2018. – 190 с.

3. Бизов В. Ф. Основи технології гірничого виробництва. [Текст]: Том 4 “Виробничі процеси”. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком “Гірництво”.- Кривий Ріг: Мінерал. 2000.- 247 с.

4. Мариев П. Л., Кулешов А. А., Єгоров А. Н., Зирянов И. В. Кар'єрний автотранспорт: стан і перспективи. [Текст]: – СПб.: Наука, 2004 . – 429 с.

5. Монастирський Ю.А., Жуков С.О., Янова Л.О. Питання експлуатації та безпеки роботи кар'єрного автотранспорту. Монографія. [Текст]: -Кривий Ріг: Видавничий дім, 2008. – 202 с.

6. Експлуатація кар'єрних самоскидів з гідравлічною трансмісією. [Текст]: /А. Н. Єгоров, Н. В. Каранкевич, Г. И. Павленко, Ю. А. Монастирський, В. М. Денис /- Харків. - Золоті сторінки, 2006. – 296 с.

					ДПТ.630000.304.МРПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77