

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

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра відкритих гірничих робіт

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи магістра

Студента Тиндюка Дмитра Владиславовича
(ПІБ)

академічної групи 184м-23-7 ІІІ
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Відкрита розробка родовищ»
(офіційна назва)

на тему: «Дослідження організації короткострокового планування при
видобутку руди в умовах кар'єру Єристівського ГЗК»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Анісімов О.О.			
розділів:				
Теоретичний	Анісімов О.О.			
Дослідницький	Анісімов О.О.			
Технологічний	Анісімов О.О.			
Охорона та безпека праці	Анісімов О.О.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Анісімов О.О.			
----------------	---------------	--	--	--

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Відкритих гірничих робіт
(повна назва)

_____ Собко Б. Ю.
(підпис)
« ____ » _____ 2024 року

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

Студенту _____ *Тиндюку Дмитру Владиславовичу* академічної групи *184М-23-7 ПІ*
(прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності _____ *184 Гірництво*

за освітньо-професійною програмою *«Відкрита розробка родовищ»*
(офіційна назва)

на тему *«Дослідження організації короткострокового планування при
видобутку руди в умовах кар'єру Єристівського ГЗК»*

(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 05.11.2024р.№1461

Розділ	Зміст	Термін виконання
1	<i>Збір вихідних даних роботи кар'єру ЄГЗК</i>	<i>01.09- 21.09.2024</i>
2	<i>Підготовка матеріалів відомостей про родовище і кар'єр Єристівського ГЗК</i>	<i>22.09 – 29.09.24</i>
3	<i>Підготовка матеріалів до теоретичного розділу</i>	<i>29.09 – 15.10.24</i>
4	<i>Підготовка матеріалів до розділу технічного розділу</i>	<i>15.10 – 15.11.24</i>
5	<i>Підготовка матеріалів до розділу «Охорона праці»</i>	<i>15.11 – 30.11.24</i>

Завдання видано _____ *Анісімов О.О.*
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.09.2024

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____ *Тиндюк Д.В.*
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 74 с., 12 рис., 16 табл., 2 додатки, 19 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: короткострокове планування в межах кар'єру Єристівського ГЗК.

Предмет дослідження: простої гірничої техніки під час екскавації та транспортування гірничої маси.

Мета роботи: розробка методів мінімізації, усунення наслідків простоїв, загальне підвищення продуктивності робіт з екскавації та транспортування гірничої маси .

Вихідні дані для проведення роботи:

- пояснювальна записка проекту;
- план гірничих робіт та геологічні розрізи;
- паспорти роботи гірничого обладнання на роботах екскавації та транспортування;
- технічні характеристики обладнання, що використовують в умовах Єристівського ГЗК;

. КАР'ЄР, ВИЙМАЛЬНО-НАВАНТАЖУВАЛЬНІ РОБОТИ,
ЕКСКАВАТОР, ЧАС ЦИКЛУ, АВТОТРАНСПОРТ, ПРОСТОЇ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Геологічна характеристика Єристівського родовища.....	7
1.2 Загальні проблеми короткострокового планування.....	13
1.3 Роль короткострокового планування для забезпечення безперебійної роботи техніки та відповідності виробничим показникам.....	14
1.4 Формулювання точок зору науковців на вирішення проблем.....	15
2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	18
2.1 Постановка задачі та обґрунтування мети дослідження.....	19
2.3 Методика дослідження.....	21
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	31
3.1 Розрахунок продуктивності обладнання за нормальних умов.....	31
3.2 Розрахунок продуктивності обладнання за умови простоїв самоскидів.....	34
3.3 Висновки до технологічного розділу.....	48
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	50
4.1 Охорона праці на гірничому підприємстві.....	50
4.2 Вимоги безпеки під час експлуатації великовантажних автомобілів.....	51
4.3 Вимоги безпеки під час роботи одноківшевих екскаваторів.....	58
5. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	60
5.1 Розрахунок фонду заробітної плати на штат працівників, що беруть участь в технологічному процесі.....	60
5.2 Розрахунок витрат матеріали.....	62
5.3 Розрахунок витрат амортизаційних відрахувань.....	64
5.4 Розрахунок загальних витрат за різних маршрутів.....	65
ВИСНОВКИ.....	69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	70
ДОДАТОКИ.....	73

ВСТУП

Ефективне короткострокове планування видобутку руди є ключовим фактором успішної роботи гірничодобувного підприємства, оскільки дозволяє оптимально розподіляти ресурси, знижувати витрати та мати змогу досягнути стабільних виробничих показників. Однак, у гірничій галузі, де операції виконуються на відкритому просторі з використанням великої кількості техніки, особливої актуальності набуває питання проблеми технічних несправностей обладнання, які можуть порушити робочі цикли та поставити під загрозу виконання виробничих планів.

Технічні несправності є однією з головних причин збоїв у виробничих процесах на гірничих підприємствах. Поломки основних видів обладнання, таких як екскаватори, самоскиди та бурові станки, призводять до затримок у видобутку руди, зниження продуктивності та збільшення витрат на технічне обслуговування. В умовах Єривського ГЗК, як великого підприємства, яке розробляє родовище залізистих кварцитів, ускладнюються нестабільною якістю руди та значною протяжністю покладів. Через ці фактори система короткострокового планування повинна бути здатною швидко реагувати на несправності та забезпечувати гнучкість у розподілі техніки та ресурсів відповідно до потреби на даний час.

Сучасний стан проблеми: існуючі підходи до планування на гірничих підприємствах часто недостатньо враховують можливість технічних простоїв, що обумовлює зниження ефективності короткострокового планування. Це питання стає особливо актуальним у випадках, коли несправності виникають в основних одиницях обладнання, від роботи яких залежить ефективність всього видобувного циклу. Традиційні методи планування не дозволяють оперативно враховувати зміну в наявності техніки, що часто призводить до простоїв і накопичення руди на робочих майданчиках, що в свою чергу викликає втрату коштів.

Актуальність дослідження проблем технічних несправностей та їх впливу на короткострокове планування обумовлена такими факторами:

Економічні фактори: потреба зниження витрат на видобуток шляхом оптимізації використання техніки та зменшення витрат на ремонт.

Технологічні фактори: складність управління непередбачуваними простоями та підтримання постійного обсягу видобутку гірничої маси.

Організаційні фактори: необхідність впровадження сучасних інформаційних технологій, які можуть прогнозувати технічні несправності та враховувати їх у короткострокових планах.

Метою роботи є мінімізація втрат продуктивності видобутку руди на кар'єрі Єриствського ГЗК у випадку простоїв техніки через удосконалення системи короткострокового планування.

Для досягнення поставленої мети визначено такі задачі:

1)Провести аналіз наукової літератури та практичних джерел, що стосуються питань короткострокового планування і управління технічними простоями.

2)Оцінити вплив технічних несправностей на ключові показники продуктивності кар'єру.

3)Розробити рекомендації щодо вдосконалення короткострокового планування з урахуванням ризиків технічних простоїв.

Наукова новизна роботи полягає у розробці нових підходів до короткострокового планування, які враховують специфіку технічних несправностей, що дозволить оперативніше реагувати на можливі простої обладнання. Практичне значення роботи визначається можливістю підвищення ефективності роботи гірничого обладнання та зниження витрат на його експлуатацію.

2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Постановка задачі та обґрунтування мети дослідження

Завданням дослідження є оцінка впливу простоїв та поломок автосамоскидів на ефективність роботи екскаваторів, на виконання місячного плану з видобутку та способи мінімізації їх наслідків. Простої автосамоскидів негативно впливають на продуктивність екскаваторів, оскільки викликають затримки у процесі навантаження, що у подальшому викликає простої екскаватора, а відповідно транспортуванні руди. Дослідження спрямоване на визначення того, як ці простої змінюють продуктивність комплексу загалом та якими заходами можна мінімізувати їх вплив на роботу навантажувального обладнання в умовах кар'єру Єристівського ГЗК.

Це дослідження важливе для розуміння критичних факторів, які впливають на стабільність і ефективність видобутку залізистих кварцитів в умовах кар'єру Єристівського ГЗК. Виявлення та аналіз основних причин простоїв і поломок допоможуть розробити практичні рекомендації для їх мінімізації, а також підвищення продуктивності та зниженні необов'язкових витрат що є ключовим завданням короткострокового планування в гірничих роботах.

Роль короткострокового планування: короткострокове планування гірничих робіт є важливим інструментом, що надає змогу оперативно реагувати на зміни в умовах експлуатації гірничої техніки, таких як простої чи поломки автосамоскидів та екскаваторів, і забезпечує стабільність видобутку. В контексті Єристівського ГЗК короткострокове планування має важливе значення, оскільки непередбачувані простої автосамоскидів можуть суттєво вплинути на загальну продуктивність екскаваторів, що в свою чергу негативно вплине на результати місяця. Ефективне планування дозволяє уникнути можливих простоїв та забезпечити виконання плану та відповідно запобігти втратам продуктивності.

Основні цілі короткострокового планування включають:

Підтримку стабільності видобутку, мета яких полягає в тому, щоб максимізувати обсяг видобутку за рахунок зменшення часу простоїв, оптимізації використання автосамоскидів та збалансування навантаження між екскаваторами і транспортною технікою.

Зменшення простоїв, що в свою чергу допомагає враховувати часові інтервали простоїв для зниження впливу поломок і забезпечення безперервності виробничого циклу.

Оптимізацію роботи обладнання, тобто визначення найбільш ефективного розподілу ресурсів для забезпечення виконання планових показників за зміну або місяць.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю підтримання стабільності видобувного процесу в умовах відкритих гірничих робіт, де будь-які збої можуть суттєво впливати на продуктивність. Простої та поломки автосамоскидів, які є ключовими елементами гірничотранспортного комплексу, що безпосередньо знижують ефективність роботи екскаваторів. Недотримання місячного плану через технічні затримки може призвести до економічних втрат та зниження рентабельності видобутку. У цьому контексті аналіз та управління короткостроковими простоями є важливими для підтримки стабільної продуктивності та досягнення планових показників Єристівського ГЗК.

2.2 План досліджень та опис обсягу дослідження

Обсяг дослідження: дослідження спрямоване на комплексний аналіз параметрів, що впливають на ефективність гірничотранспортного комплексу, зокрема на продуктивність екскаваторів та обсяги видобутку руди у кар'єрі Єристівського ГЗК. Основні аспекти дослідження включають оцінку тривалості та частоти простоїв автосамоскидів, аналіз їхньої продуктивності в умовах різних видів технічних поломок, а також визначення обсягу видобутку руди за зміну та місяць.

Згідно з теоретичними основами організації гірничих робіт, викладеними у навчальному посібнику (системний підхід) для комплексної

оцінки продуктивності слід розглядати весь гірничотранспортний комплекс як взаємодіючу систему з елементами "екскаватори-автосамоскиди". Відповідно, обсяг дослідження повинен охоплювати:

Аналіз простоїв автосамоскидів: включає фіксацію кожного випадку простою з визначенням його тривалості, причин виникнення (поломка, затримка, ремонт тощо).

Аналіз продуктивності екскаваторів: вимірювання продуктивності екскаваторів у нормальних умовах та в умовах простоїв автосамоскидів.

Оцінка обсягу видобутку руди: визначення обсягів видобутої руди у розрахунку на зміну та місяць, порівняння цих показників при різних сценаріях простоїв і поломок.

Вимоги до проведення досліджень: для забезпечення точності і достовірності результатів дослідження, необхідно дотримуватися певних вимог під час його проведення. Основними вимогами є:

Облік кожного простою автосамоскида: для виявлення закономірностей простоїв потрібно вести облік кожного випадку, включаючи час простою, його тривалість, а також причини, що його спричинили. Ці дані дозволять виявити середні та граничні значення часу простоїв.

Фіксація тривалості простоїв та частоти поломок: визначення частоти поломок та середньої тривалості простоїв для кожного типу поломки є ключовим показником для оцінки загального впливу простоїв на продуктивність екскаваторів.

Визначення залежності між кількістю автосамоскидів і продуктивністю екскаваторів: оскільки гірничотранспортний комплекс є системою взаємодіючих компонентів, для досягнення оптимальної продуктивності необхідно забезпечити ефективний баланс між кількістю автосамоскидів та екскаваторів у зміні.

Згідно з системним підходом до організації гірничих робіт, аналіз продуктивності екскаваторів та їх залежності від простоїв автосамоскидів є критичним для розуміння динаміки гірничого процесу та стабільності показників

видобутку як було зазначено в підручнику за авторством Собко Б.Ю та інших науковців.

Основними показниками, які необхідно виміряти та проаналізувати для отримання релевантних висновків, є:

Час простоїв автосамоскидів ($T_{п}$): фіксація загальної тривалості простоїв за зміну та місяць з поділом на окремі категорії простоїв (поломки, очікування).

Продуктивність екскаватора ($P_{екс}$): визначається як обсяг руди, навантажений екскаватором за одиницю часу.

Кількість автосамоскидів та екскаваторів у зміні ($N_{авт}, N_{екс}$): визначення оптимальної кількості одиниць техніки у зміні для забезпечення безперервного процесу видобутку. Вплив простоїв на цей показник дозволяє визначити можливості покращення роботи комплексу.

2.3 Методика досліджень

Дослідження базується на аналітичних розрахунках в яких застосовуються формули, що описують взаємозв'язки між параметрами екскаватора і автосамоскидів. Основна увага приділяється дослідженню впливу простоїв автосамоскида на продуктивність екскаватора та розробки способів які допоможуть мінімізувати негативний вплив на продуктивність навантажувального обладнання :

Отож відправною точкою дослідження є визначення теоретичної продуктивності екскаватора ($P_{екс.теор.}$). Теоретична продуктивність екскаватора відображає об'єм гірничої породи (m^3), яку екскаватор може транспортувати за одиницю часу (годину або зміну) при ідеальних умовах роботи. Формула включає кілька ключових параметрів: визначається як обсяг руди, навантажений екскаватором за одиницю часу. Продуктивність можна виразити формулою:

$$P_{екс} = \frac{T_{см} - t_{п.з} - t_{л.н}}{t_{п.с} + t_{обм}} V, \text{ м}^3/\text{зм} \quad (2.1)$$

де V - Обсяг гірничої маси в одній транспортній посудині з «шапкою», м^3 ;

$t_{\text{обм.}}$ - час обміну автосамоскидів або тривалість простою екскаватора від моменту закінчення навантаження однієї машини до моменту подачі під навантаження наступної машини, 2,2 хв. [14];

$T_{\text{см}}$ - тривалість зміни, 720 хв;

$t_{\text{п.з}}$ час виконання підготовчо-заклучних операцій, 25 хв;

$t_{\text{л.н}}$ - час на індивідуальні потреби, 10 хв;

$t_{\text{п.с}}$ - час на навантаження одного автосамоскида, хв:

$$T_{\text{п.с}} = t_{\text{ц}} \cdot n_{\text{к}}, \text{ хв} \quad (2.2)$$

де $n_{\text{к}}$ -число ковшів в одній машині, од;

$$n_{\text{к}} = \frac{V}{E}, \text{ ковшів} \quad (2.3)$$

де V - вантажопідйомність автосамоскида, т;

E - обсяг гірничої маси в одному ковші, м^3 ;

$t_{\text{ц}}$ - час циклу екскавації, сек.

Ми знаємо продуктивність екскаватора за формулами вище, тепер потрібно дізнатись продуктивність одного автосамоскиду протягом зміни:

$$P_{\text{а.зм}} = V \cdot T_{\text{зм}} / T \cdot k_{\text{вик}}, \text{ м}^3/\text{зм} \quad (2.4)$$

Де V - Обсяг гірничої маси в одній транспортній посудині з «шапкою», м^3 ;

$k_{\text{вик}}$ - коефіцієнт використання автосамоскиду протягом зміни, $k_{\text{вик}} = 0,7$;

$T_{\text{см}}$ - тривалість зміни, 720 хв;

T - час рейсу автосамоскида, хв;

Як бачимо з формули час рейсу на пряму впливає на продуктивність автосамоскида та розраховується за формулою:

$$T = t_3 + t_p + t_{\text{роз}} + t_m, \text{ хв} \quad (2.5)$$

де t_3 - час завантаження ,хв;

t_p – час руху ,хв;

$k_{\text{р.г.}}$ – коефіцієнт, що враховує розгін та гальмування;

$t_{\text{роз}}$ – час розвантаження при вантажепід'ємності автомобіля, хв;

t_m –маневрів, при подачі автосамоскиду до екскаватора, хв

В свою чергу основною складовою формули часу рейсу є час руху, що визначається за формулою:

$$t_p = (t_{\text{р.в}} + t_{\text{р.п}}) \cdot k_{\text{р.г.}}, \text{ хв} \quad (2.6)$$

де - $t_{\text{р.в}}$ - час руху з вантажем;

$t_{\text{р.п}}$ - час руху порожнім;

$k_{\text{р.г.}}$ - коефіцієнт, що враховує розгін та гальмування ≈ 1.1 ;

Відповідно час руху в свою чергу складається з часу руху в завантаженому та порожньому стані, отже формули тривалості рейсу в вантажному і порожняковому напрямку виглядає:

$$t_{\text{р.в}} = 60 L_T / v_B, \text{ хв} \quad (2.7)$$

$$t_{p.п} = 60 L_T / v_{п}, \quad \text{хв} \quad (2.8)$$

Де $v_{п}$ – швидкість автомобіля порожнім 30-40 км/год.;

$v_{в}$ – швидкість автомобіля з вантажем 25-30 км/год.;

L_T – відстань транспортування, км;

Отже визначивши дані параметри ми можемо дізнатись яка необхідна кількість автосамоскидів потрібна для безперервного обслуговування одного екскаватора:

$$n_{ав} = P_{екс} / P_{а.зм}, \text{ од.} \quad (2.9)$$

Де $P_{екс.теор}$ -теоретична продуктивність екскаватора, м³/зміну;

$P_{а.зм}$ – продуктивність одного автосамоскиду, м³/зміну.

Відповідно дізнавшись кількість автосамоскидів ми можемо дізнатись фактичну продуктивність екскаватора:

$$P_{екс} = n_{ав} \cdot P_{а.зм}, \text{ м}^3 \quad (2.10)$$

Де $n_{ав}$ -кількість автосамоскидів, од.;

$P_{а.зм}$ – продуктивність одного автосамоскиду м³/зміну;

Щоб врахувати поломки автосамоскидів, які призводять до їх простоїв, скоригуємо формулу для продуктивності автосамоскида. З урахуванням простоїв ($P_{а.п}$) враховуватиме зменшення його теоретичної продуктивності через час простоїв ($t_{пр}$):

$$P_{а.п} = P_{а.зм} \cdot k_{пр}, \text{ м}^3 \quad (2.11)$$

Де $P_{a.зм}$ - продуктивність одного автосамоскиду протягом зміни, $m^3/зм$;
 $k_{пр}$ - коефіцієнт робочого часу автосамоскида.

В свою чергу коефіцієнт простою ($k_{пр}$) розраховується за формулою:

$$k_{пр} = \frac{(T_{зм} - t_{пр})}{T_{зм}} \quad (2.11)$$

Де $T_{зм}$ – час зміни, 720 хв;

$t_{пр}$ - час простою за зміну, хв.

Для оцінки впливу простоїв автосамоскидів на продуктивність екскаватора розглянемо ситуацію коли у процесі видобутку руди стався простій, пов'язаний із поломкою одного з автосамоскидів. Це призвело до зниження продуктивності екскаватора, оскільки виник дефіцит транспорту для оперативного транспортування породи. Внаслідок цього екскаватор почав працювати з простоями, що в подальшому буде причиною невиконання запланованого плану робіт.

Для вирішення ситуації було розроблено блок-схему алгоритму дій рис.2.1, метою якого є мінімізація втрат продуктивності екскаватора, забезпечення ритмічності виробничого процесу та уникнення зриву плану. Цей алгоритм представлено у вигляді блок-схеми, яка включає кілька можливих варіантів дій залежно від доступних ресурсів та обставин:

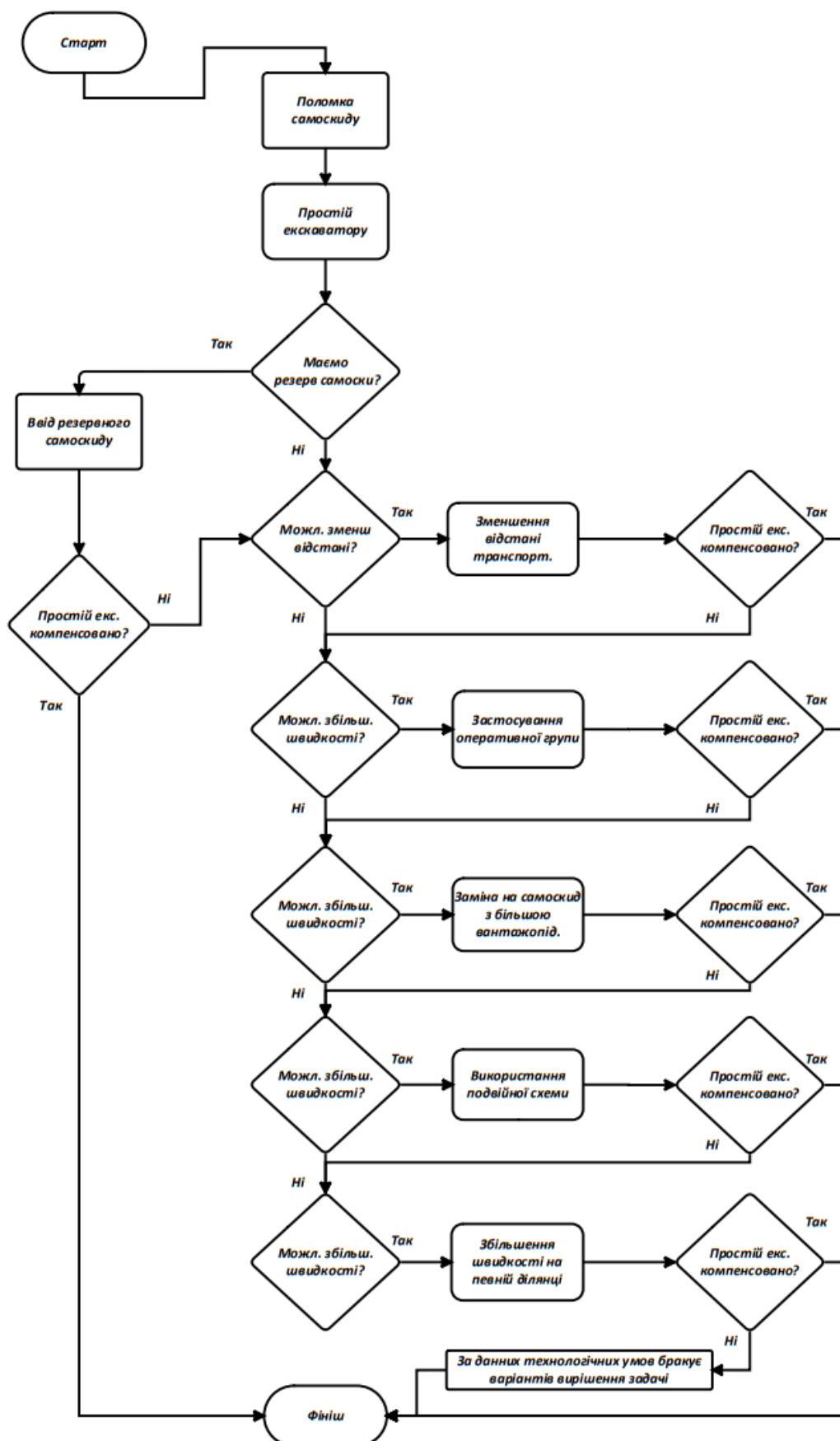


Рисунок 2.1 Блок-схема алгоритму дій у разі виникнення простою.

Отже відповідно даної блок-схеми бачимо що найкращим варіантом є використання резервного самоскиду, якщо він відповідає параметрам інших автосамоскидів, тобто буде органічно вписуватись в схему роботи за умови що нічого не треба змінювати, та втрати продуктивності не відбудеться, якщо ж він не відповідає переходимо до наступної дії та додаємо до розрахунку що разу доки максимально не мінімізуємо втрату продуктивності.

Зменшення відстані транспортування перше найпоширеніше та найпростіше можливе рішення — це тимчасове зменшення відстані транспортування породи шляхом зміни місця розвантаження або створення проміжного відвалу або складу гірничих порід ближче до екскаватора. Різновидом даного рішення може бути перегін екскаватору до іншого забою за умови що це не вплине на замовлення та буде доцільно у витраті часу. Цей підхід дозволяє скоротити час рейсу автосамоскидів, що частково компенсує втрату продуктивності екскаватору. Даний метод може бути реалізований лише за наявності технічної можливості для організації нового місця розвантаження. Дане рішення вплине на формулу (2.6) та (2.7), що в свою чергу побічно вплине на продуктивність загалом.

Якщо ж минулий варіант не може бути реалізований або його недостатньо відповідно до блок-схеми переходимо до *Організації “оперативної групи”*, даний метод передбачає залучення додаткових водіїв, та машиністів екскаватора які можуть швидко замінювати основний персонал під час робочих змін. Це дозволяє збільшити час роботи техніки, тобто прямо впливає на формулу (2.4) $k_{\text{вик}}$ підвищуючи параметр з 0,7 до 0,95, забезпечуючи майже безперервну експлуатацію як екскаватора, так і автосамоскидів. Такий підхід ефективний за умови наявності кваліфікованих кадрів та забезпечення швидкої ротації працівників, але у протывагу викликає додаткові витрати на заробітну плату даним працівникам та доставки їх до робочого місця.

Відповідно якщо як і за минулих обставин через технічні перешкоди ми не можемо скористатись минулим варіантом, або його недостатньо

переходимо до наступного рішення, а саме схема подвійної подачі під навантаження автосамоскидів рис. 2.2.

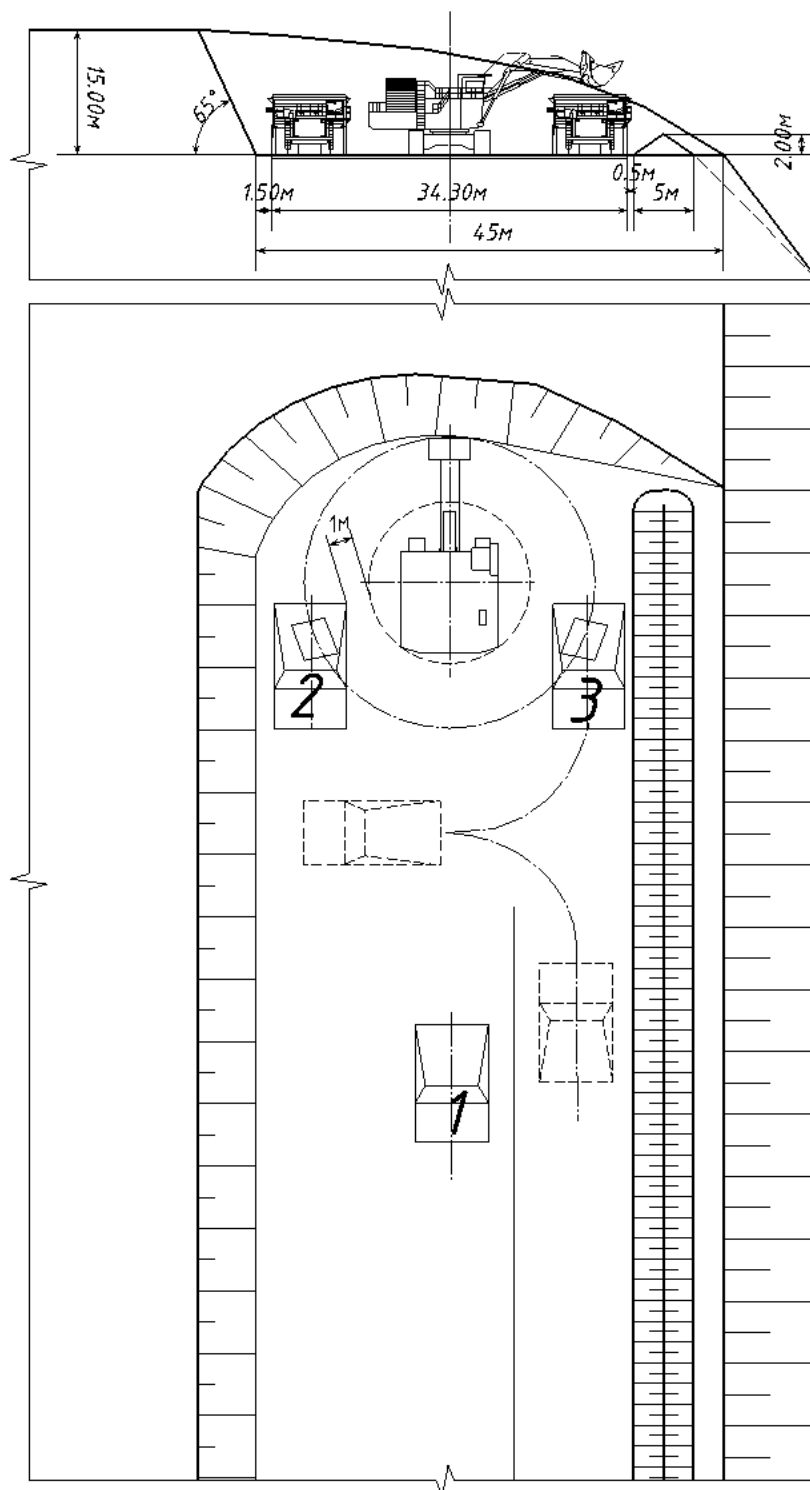


Рисунок 2.2 Схема подвійної подачі під навантаження автосамоскидів.

Для мінімізації часу простою екскаватора може бути використана схема подвійної подачі під навантаження. У цьому випадку екскаватор розташовується між двома автосамоскидами: перший самоскид закінчує завантаження

завантажується, а другий вже чекає своєї черги, скорочуючи час на маневрування техніки. Такий підхід дозволяє уникнути часу маневрів для початку навантаження автосамоскидів і підвищити загальну ефективність роботи. Впровадження цього методу вимагає детального планування та узгодженості дій операторів. Дана схема ставить певні умови до забою та екскаватору, що значно зменшує варіанти її використання, але є доречною та може дещо підвищити продуктивність шляхом виключення часу маневрування на навантаження перед початком навантаження автосамоскиду.

Йдемо далі за блок-схемою, якщо всі варіанти не підходять, або отриманої додаткової продуктивності не вистачає розглядається варіант використати *заміну автосамоскиду на автосамоскид з більшою вантажопідйомністю*. У разі тривалого простою можна здійснити тимчасову заміну пошкодженого автосамоскиду на більш вантажопідйомну модель. Наприклад, якщо у кар'єрі експлуатуються самоскиди Cat 789D з вантажопід'ємністю 180 тонн, можна залучити Cat 793C з вантажопід'ємністю 230 тонн. Це дозволить нівелювати втрати, спричинені поломкою самоскида, за рахунок скорочення кількості рейсів для транспортування того ж обсягу породи. Однак цей метод залежить від доступності більшої техніки та можливості затримання інших робіт, тобто надання пріоритету даним роботам та готовності самої техніки до експлуатації.

Та останнім і найменш використовуваним є *підвищення максимальної швидкості на певних ділянках дороги кар'єру*. Ще одним варіантом є тимчасове збільшення максимально дозвільної швидкості на окремих ділянках маршруту транспортування, що дозволить скоротити час рейсу автосамоскидів і підвищити їхню загальну продуктивність. Реалізація цього методу потребує аналізу стану доріг і забезпечення дотримання безпеки, через що є практично не використовуваним та маловірогідним.

Отже запропонована блок-схема алгоритму дій рис. 2.1 є гнучким інструментом, який дозволяє реагувати на проблему простою автосамоскидів і мінімізувати втрати продуктивності екскаватора. Її структура враховує різні

сценарії розвитку усунення негативних наслідків враховуючи доступні ресурси та можливості, пропонуючи кілька рішень, які можуть бути використані як окремо, так і комбіновано для досягнення найкращого результату

Перевагою поєднання етапів є можливість застосовувати описані рішення не лише окремо, але й у комбінації для досягнення максимальної ефективності. Наприклад:

Використання резервного самоскида разом зі зменшенням відстані транспортування може забезпечити повне покриття дефіциту. Організація "гарячого сидла" у поєднанні з підвищенням швидкості транспортування дозволяє мінімізувати втрати навіть за значного дефіциту техніки. Схема подвійної подачі може працювати найкраще разом із заміною техніки на більш вантажопідйомну.

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок продуктивності обладнання за нормальних умов

У процесі видобутку та транспортування гірничої маси від вибою до перевантажувальних пунктів Єристовського ГЗК були використане обладнання таке як: екскаватор PC3000, самоскиди CAT 789 та CAT 793. Технічна характеристика обладнання представлена в таблицях 3.1, 3.2.

Для виконання виймально навантажувальних робіт було обрано екскаватор PC3000 з дизельним двигуном та прямою лопатою відповідно технічними характеристиками наведеними у таблиці 3.1:

Таблиця 3.1. Технічна характеристика екскаватора PC3000

Найменування параметрів	Показники
Довжина стріли м	6
Довжина рукояті м	4,3
Об'єм ковша м ³	16
Максимальний радіус різання м	13,3
Максимальна висота черпання м	15,1
Максимальна висота навантаження м	10,2
Робоча вага т	258
Швидкість	2.4 км/год

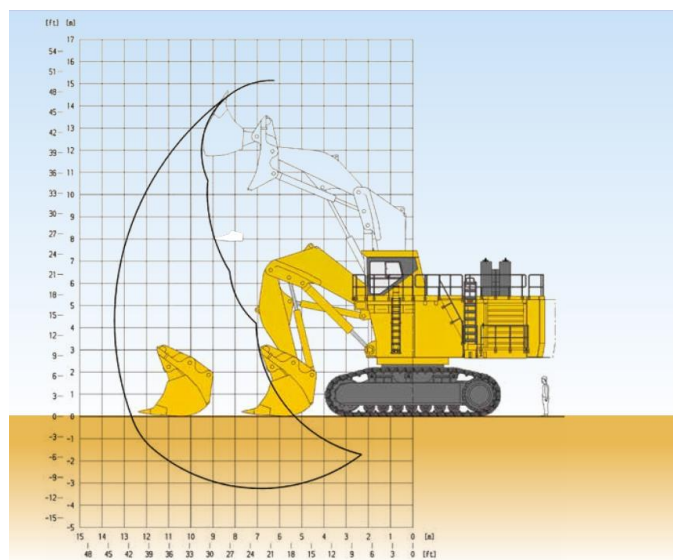


Рисунок 3.1 Екскаватор PC3000 пряма лопата

Відповідно до даних технічних характеристик розраховується продуктивність екскаватору РС3000 за формулою 2.1:

$$P_{\text{екс}} = \frac{720-25-70}{3,5+2,2} \cdot 105 = 11513 \approx 11500, \text{ м}^3/\text{зміну};$$

Час на навантаження одного самоскиду розраховується за формулою (2,2), екскаватор навантажує самоскид Cat 789С з технічними характеристиками наведеними у таблиці 3.2:

Таблиця 3.2 Технічні характеристики автосамоскиду Cat 789С

Найменування параметрів	Показники
Вантажопідйомність т	180
Повна маса т	317.5
Максимальна потужність кВт	1417
Максимальна швидкість км/год	52.6
Обсяг кузова м ³	92
Обсяг кузова з “шапкою” м ³	105
Довжина мм	12177
Ширина мм	7674
Висота мм	6182
Зовнішній радіус повороту м	27.5 м
Час підйому с	18.9
Час опускання с	17.3

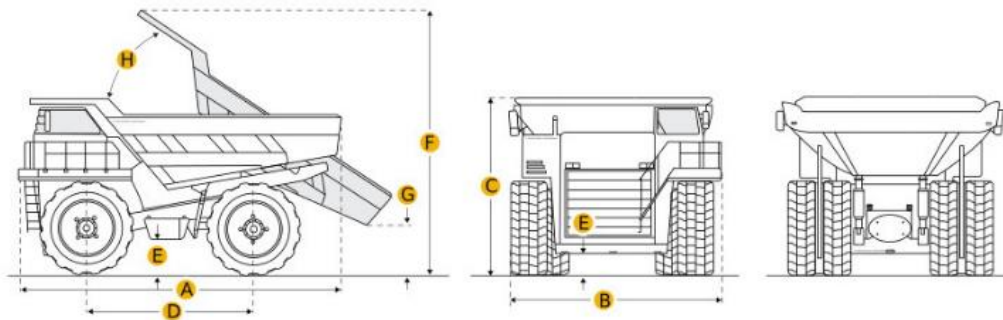


Рисунок 3.2 Автосамоскид Cat 789С

$$T_{\text{п.с}} = 30 \cdot 7 = 210 \text{ сек} = 3,5 \text{ хв};$$

Число ковшів в одній машині розраховуємо за формулою (2.3):

$$n_k = \frac{105}{16} = 6,56 \approx 7 \text{ ковшів};$$

Розрахуємо продуктивність одного автосамоскиду Cat 789C за формулою (2.4):

$$P_{a.зм} = 105 \cdot 720 / 27,1 \cdot 0,7 = 1952 \text{ м}^3/\text{зм};$$

Для розрахунку продуктивності не вистачає часу рейсу, для якого приймаємо час розвантаження 1 хв, тоді розрахуємо його за формулою (2.5):

$$T = 3,5 + 20,4 + 1 + 2,2 = 27,1 \text{ хв}$$

В свою чергу розраховуємо основну складову формули часу рейсу - час руху, за формулою (2.6):

$$t_p = (10,6 + 7,95) \cdot 1,1 = 20,4$$

Відповідно час руху в свою чергу складається з часу руху в завантаженому та порожньому стані, тож формули тривалості рейсу в вантажному і порожняковому напрямку розраховуються за формулами (2.7 та 2.8) відповідно:

в завантаженому стані:

$$t_{p.в} = 60 \cdot \left(\frac{5,3}{30}\right) = 10,6 \text{ хв};$$

В порожняковому стані:

$$t_{p.п} = 60 \cdot \left(\frac{5,3}{40}\right) = 7,95 \text{ хв};$$

Отже визначивши дані параметри ми можемо дізнатись яка необхідна кількість автосамоскидів потрібна для безперервного обслуговування одного екскаватора:

$$n_{\text{ав}} = \frac{11513}{1952} = 5,9 \approx 6 \text{ автомобілів};$$

3.2 Розрахунок продуктивності обладнання за умови простоїв самоскидів

Насамперед причинами простоїв самоскидів можуть бути дуже різноманітними, але найпоширенішими є простої через поломку самоскидів. В даному підрозділі буде розраховано різні випадки та умови простоїв самоскидів у різних проміжках часу, що допоможе детальніше освітлити проблему зниження продуктивності екскаватору через простої самоскидів та визначити найбільш доцільні способи усунення наслідків простоїв або їх мінімізації для чого будемо використовувати блок-схему алгоритму дій з розділу 2.

Усунення або мінімізацію наслідків простоїв в короткостроковому плануванні можна розглядати з декількох сторін наприклад: у масштабі зміни та місяця, тобто корегувати дії відразу коли стались простої чи мінімізувати їх наслідки поступово протягом місяця.

Розглянемо випадок в масштабі робочої зміни:

Отже ми опинились в ситуації коли екскаватор обслуговує 6 самоскидів, але за час зміни вийшли з ладу на певний час декілька самоскидів, тобто було прийнято значення простоїв за таблицею 3.3 для імітування певної ситуації:

Таблиця 3.3 Таблиця простоїв автосамоскидів

Самоскид	Час простою (години)	Причина
1	1.5	Поломка двигуна
2	0.8	Технічне обслуговування
3	2.2	Поломка гідравліки
4	без простоїв	
5	1.0	Пробиття колеса
6	без простоїв	

Ми знаємо що продуктивність екскаватора за умови обслуговування 6 машин складає $11500\text{м}^3/\text{змін}$, тож треба дізнатись втрати екскаватору.

Екскаватор працює лише за умови наявності автосамоскиду для завантаження, тож треба дізнатись час простою протягом зміни:

$$T_{\text{простою}} = (T_{\text{зм}} - T_{\text{роб}}) \cdot k_{\text{и}} \quad (3.1)$$

$$T_{\text{простою}} = (720 - 518) \cdot 0,7 = 141,4 \text{ хв};$$

де $T_{\text{роб}}$ – час роботи екскаватора;

Час роботи розраховується за формулою:

$$T_{\text{роб}} = n_{\text{рейсів}} \cdot T_{\text{п.с}} \quad (3.2)$$

$$T_{\text{роб}} = 148 \cdot 3,5 = 518 \text{ хв};$$

де $T_{\text{п.с}}$ - час навантаження 3,5 хв відповідно формули (2.2);

Кількість рейсів що відбулись можемо дізнатись відповідно:

$$n_{\text{рейсів}} = n_{\text{р.за зм}} - n_{\text{р.втр}} \quad (3.3)$$

$$n_{\text{рейсів}} = 160 - 12 = 148 \text{ рейсів};$$

де $n_{\text{р.за зм}}$ – загальна кількість рейсів на всі 6 самоскидів за зміну;

$$n_{\text{р.за зм}} = (T_{\text{зм}}/T) \cdot n_{\text{ав}} \quad (3.4)$$

$$n_{\text{р.за зм}} = \left(\frac{720}{27,1}\right) \cdot 6 = 159,4 \approx 160 \text{ рейсів}$$

$n_{\text{р.втр}}$ – кількість втрачених рейсів через простой

де, $T_{\text{зм}}$ – час зміни, хв;

T – час рейсу;

$n_{\text{ав}}$ – число автосамоскидів

$$n_{\text{р.втр}} = \frac{t_{\text{пр}}}{T} \quad (3.4)$$

$$n_{\text{р.втр}} = \frac{330}{27,1} = 12 \text{ рейсів};$$

Де $t_{\text{пр}}$ – загальний час простоїв, год;

$$t_{\text{сумм. пр}} = \sum t_{\text{пр.н}} \quad (3.4)$$

$$t_{\text{пр}} = 1,5 + 0,8 + 2,2 + 0 + 1 + 0 = 5,5 \text{ годин};$$

де $t_{\text{пр.н}}$ – час простою кожного автосамоскиду, годин.

Тож з вище розрахованого можемо дізнатись втрати продуктивності екскаватора:

$$P_{\text{екс втр}} = \frac{T_{\text{простою}} \cdot P_{\text{екс}}}{T_{\text{зм}}} \quad (3.4)$$

$$P_{\text{екс втр}} = \frac{141,4 \cdot 11500}{720} = 2,258, \text{ м}^3$$

Отже як ми можемо бачити через прості самоскидів екскаватор втратив 2,258 м³ продуктивності, відповідно його продуктивність складає 8274, тож ми можемо розрахувати способи мінімізації втрати продуктивності екскаватору за блок-схемою з попереднього розділу.

Резервний автосамоскид за умови відповідності моделі автомобіля повністю усуне втрати продуктивності екскаватору, але за наших умов нажаль резервний автосамоскид вже використовувався, тому даний пункт нам не підходить.

Наступним пунктом блок-схеми є *зменшення відстані транспортування* порівняно з оригінальним маршрутом рис.3.3, що прямо впливає на продуктивність самоскиду адже скорочує час рейсу.

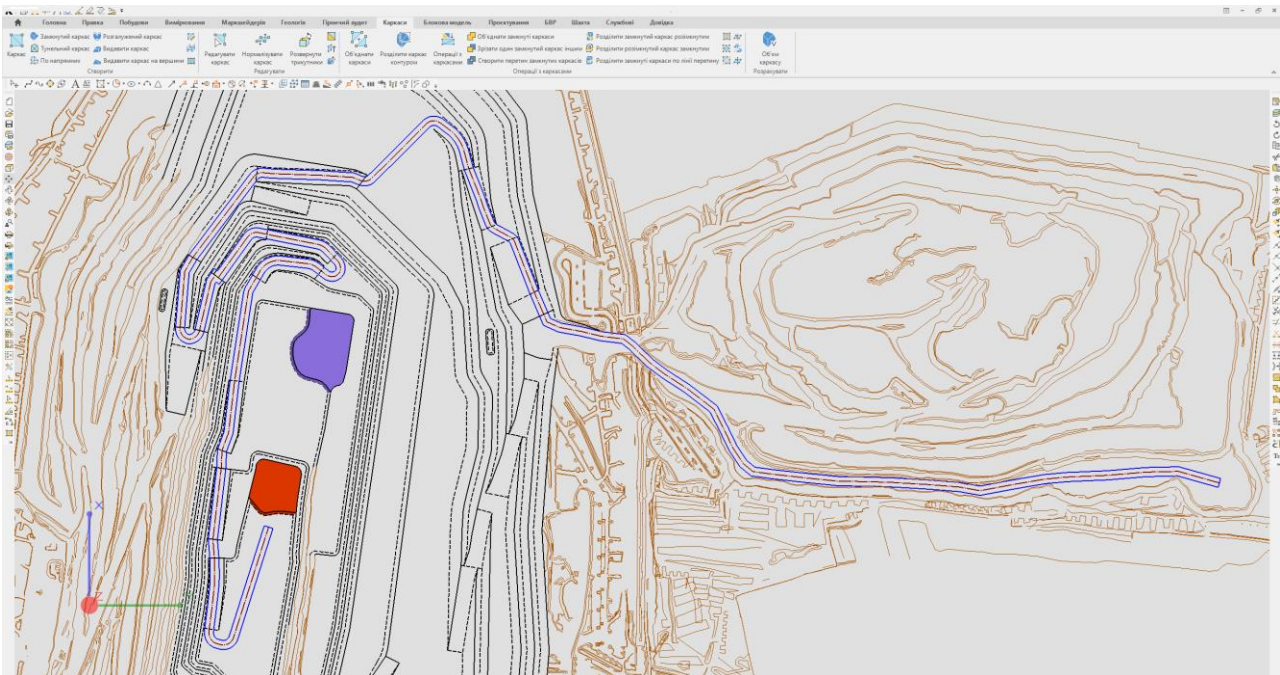


Рисунок 3.3 Оригінальний маршрут

Відповідно наших умов є три варіанти зменшення відстані відносно наявного маршруту тож приймаємо 3 варіанти маршруту:

а) зменшення відстані шляхом використання земельних ділянок призначених для заповнення відвальними породами в останню чергу, тобто отриманий маршрут «а» буде відповідати рис. 3.4, недоліком даного варіанту є зниження рентабельності подальших рейсів, тому його не можна використовувати часто;

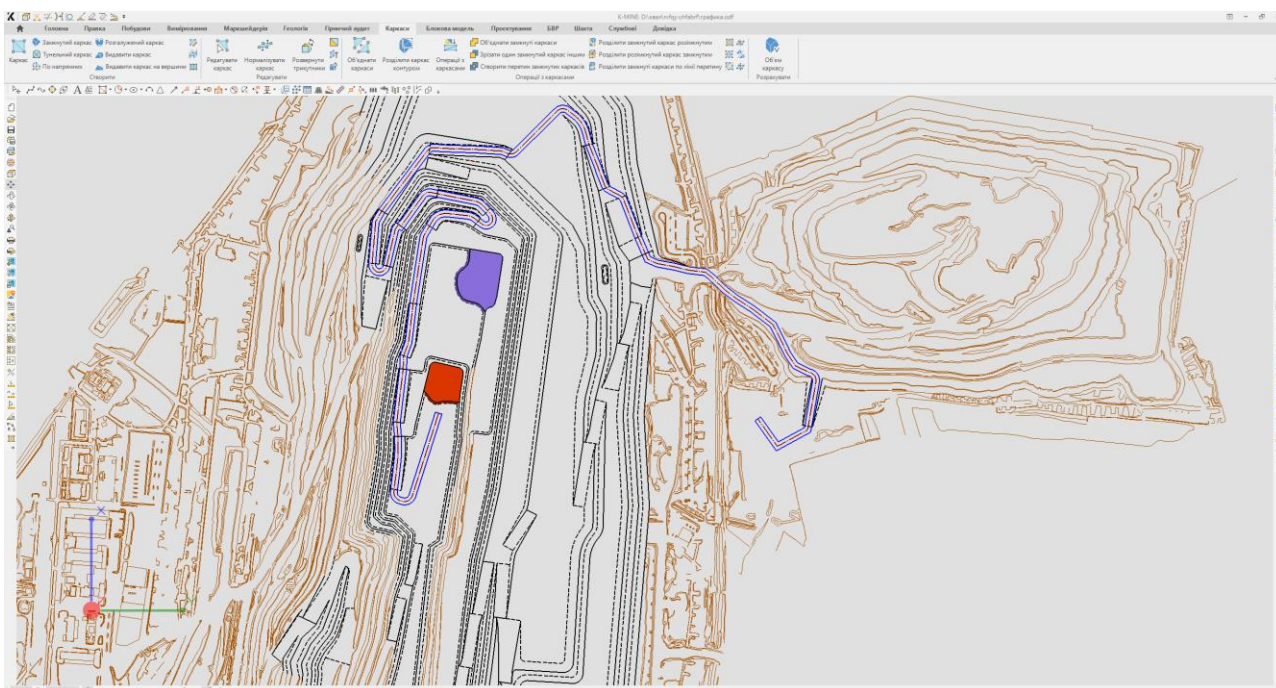


Рисунок 3.4 Маршрут «а» (4 км) з використанням “найблищого” місця складування порід у відвалі.

Маршрут «б» зменшення відстані шляхом перегону екскаватору у новий забій, недоліком даного варіанту є ситуативність, тобто наявність неподалік такого забою . Прийнятий маршрут відповідає рис. 3.5.

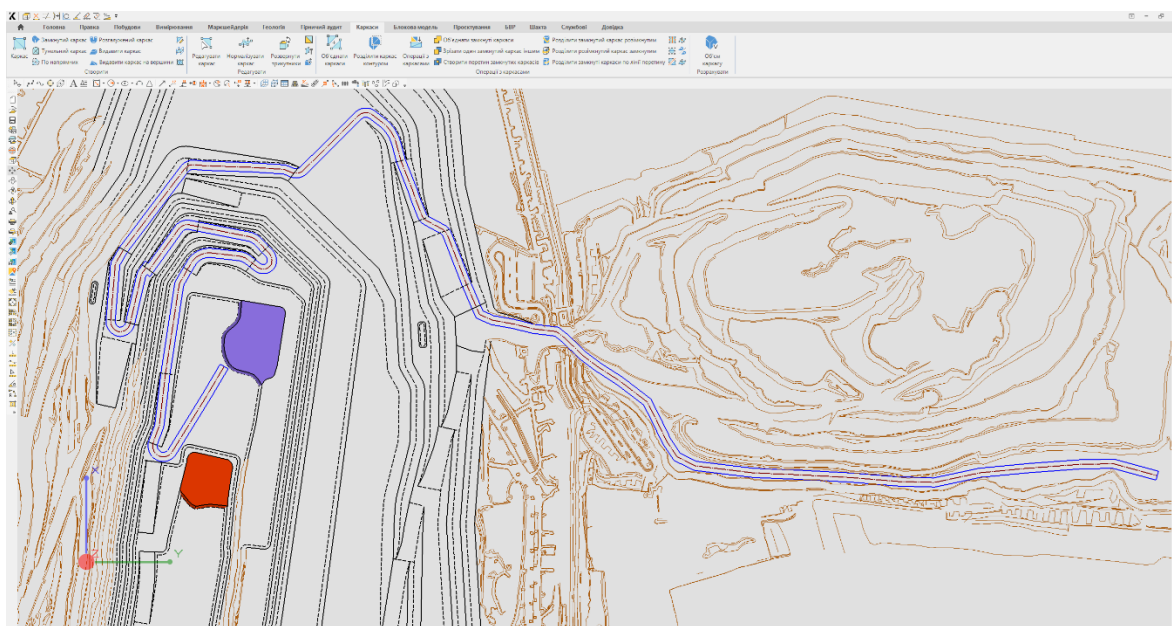


Рисунок 3.5 Маршрут «б» (4,8 км) з використанням тимчасового вибою
 в) Останнім маршрутом «в» зменшення відстані є поєднання двох попередніх варіантів, а саме перегін екскаватора у новий забій та використання для розвантаження на “найблищих” земельних ділянках, даний варіант відповідно поєднує недоліки попередніх варіантів, так само як і варіант “б” найбільш рентабельний у с точки зору короткострокового та довгострокового планування, тобто також потрібно розраховувати об’єм забою щоб не переганяти екскаватор на одну зміну, відповідає рис 3,6.

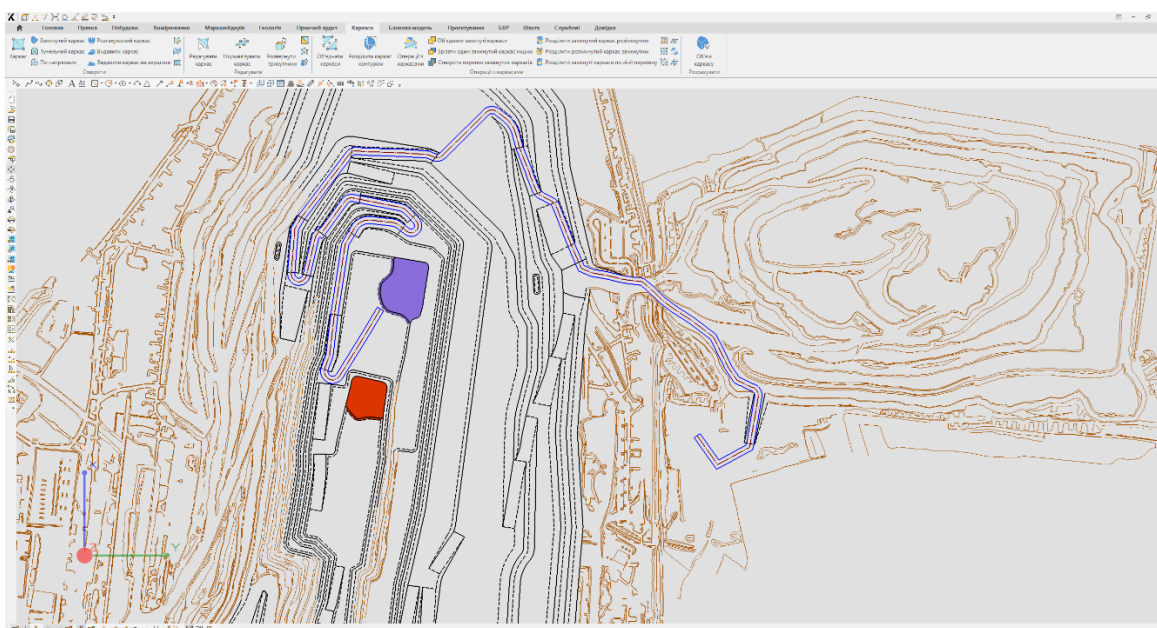


Рисунок 3.6 Маршрут «в»(3,6 км), поєднує в собі переваги попередніх двох маршрутів

За нормальних умов час рейсу складає 27 хвилин за відстані 5,3 км:

$$T = 3,5 + 20,4 + 1 + 2,2 = 27,1 \approx 27 \text{ хв};$$

20,4 з яких складає рух в порожняковому стані:

$$t_p = (10,6 + 7,95) \cdot 1,1 = 20,4 \text{ хв};$$

В завантаженому стані:

$$t_{p.в} = 60 \cdot \left(\frac{5,3}{30}\right) = 10,6 \text{ хв};$$

В порожняковому стані:

$$t_{p.п} = 60 \cdot \left(\frac{5,3}{40}\right) = 7,95 \text{ хв};$$

Тож відповідно до маршруту “а” ми отримаємо довжину маршруту $L_{Ta} = 4$ км:

$$T_a = 3,5 + 20,4 + 1 + 2,2 = 22,1 \approx 22 \text{ хв};$$

Час руху:

$$t_p = (8 + 6) \cdot 1,1 = 15,4 \text{ хв};$$

В завантаженому стані:

$$t_{p.в} = 60 \cdot \left(\frac{4}{30}\right) = 8 \text{ хв};$$

В порожняковому стані:

$$t_{p.п} = 60 \cdot \left(\frac{4}{40}\right) = 6 \text{ хв};$$

Відповідно маршруту “б” ми отримаємо довжину $L_{Ta} = 4,8$ км:

$$T_a = 3,5 + 20,4 + 1 + 2,2 = 25,2 \approx 25 \text{ хв};$$

Час руху:

$$t_p = (9,6 + 7,2) \cdot 1,1 = 18,5 \text{ хв};$$

В завантаженому стані:

$$t_{p.в} = 60 \cdot \left(\frac{4,8}{30}\right) = 9,6 \text{ хв};$$

В порожняковому стані:

$$t_{p.п} = 60 \cdot \left(\frac{4,8}{40}\right) = 7,2 \text{ хв};$$

Останнім є маршрут “в” в якому ми отримаємо довжину $L_{Ta} = 3,6$ км:

$$T_a = 3,5 + 20,4 + 1 + 2,2 = 20,6 \text{ хв};$$

Час руху:

$$t_p = (7,2 + 5,4) \cdot 1,1 = 13,9 \text{ хв};$$

В завантаженому стані:

$$t_{p.в} = 60 \cdot \left(\frac{3,6}{30}\right) = 7,2 \text{ хв};$$

В порожняковому стані:

$$t_{p.п} = 60 \cdot \left(\frac{3,6}{40}\right) = 5,4 \text{ хв};$$

За розрахованих часів рейсу кожного маршруту ми можемо отримати продуктивність самоскидів:

$$\text{Маршрут «а» } P_{a.зм} = 105 \cdot \frac{720}{22} \cdot 0,7 = 2400 \text{ м}^3/\text{зм};$$

$$\text{Маршрут «б» } P_{a.зм} = 105 \cdot \frac{720}{25} \cdot 0,7 = 2100 \text{ м}^3/\text{зм};$$

$$\text{Маршрут «в» } P_{a.зм} = 105 \cdot \frac{720}{20,6} \cdot 0,7 = 2574 \text{ м}^3/\text{зм};$$

Отже виходячи з розрахунків ми можемо бачити діаграму рис. 3.7 на якій можемо бачити залежність продуктивності самоскиду .

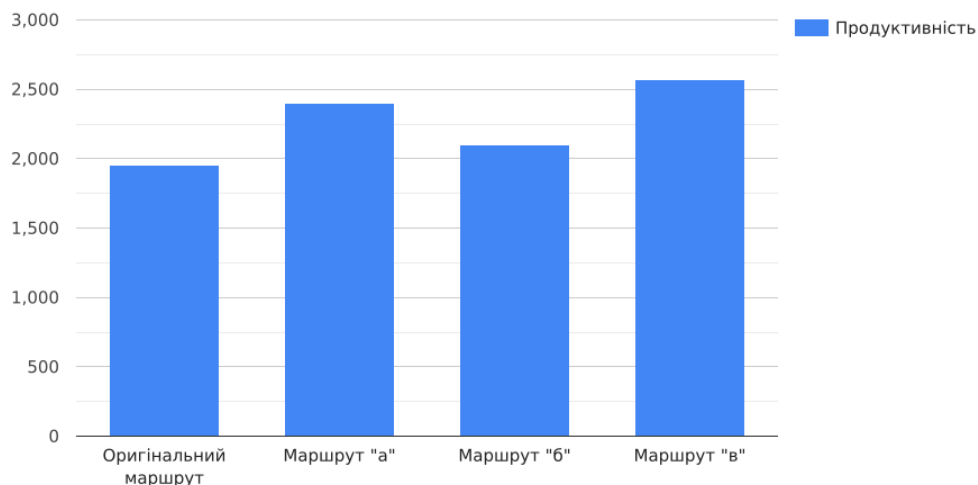


Рисунок 3.7 Діаграма залежності продуктивності самоскиду від відстані

Відповідно даної діаграми ми бачимо що в розрахунковому варіанті є кращим варіантом об'єднання обох варіантів, а найгіршою є зміна забою.

Розрахуємо за яким варіантом достатньо підвищилась продуктивність за якої екскаватор буде працювати без простоїв:

Для цього потрібно дізнатись кількість рейсів яку зможуть здійснити 6 самоскидів за кожним з варіантів маршрутів протягом зміни за ідеальних умов:

За стандартним маршрутом 6 автосамоскидів роблять:

$$n_{\text{р.за зм}} = \left(\frac{720}{27,1}\right) \cdot 6 = 159,4 \approx 160 \text{ рейсів};$$

За маршрутом "а" 6 автосамоскидів роблять:

$$n_{\text{р.за зм}} = \left(\frac{720}{22,1}\right) \cdot 6 = 195,47 \approx 196 \text{ рейсів};$$

За маршрутом "б" 6 автосамоскидів роблять:

$$n_{\text{р.за зм}} = \left(\frac{720}{25,2}\right) \cdot 6 = 171,56 \approx 172 \text{ рейси};$$

За маршрутом "в" 6 автосамоскидів роблять:

$$n_{\text{р.за зм}} = \left(\frac{720}{20,6}\right) \cdot 6 = 210,1 \approx 211 \text{ рейсів};$$

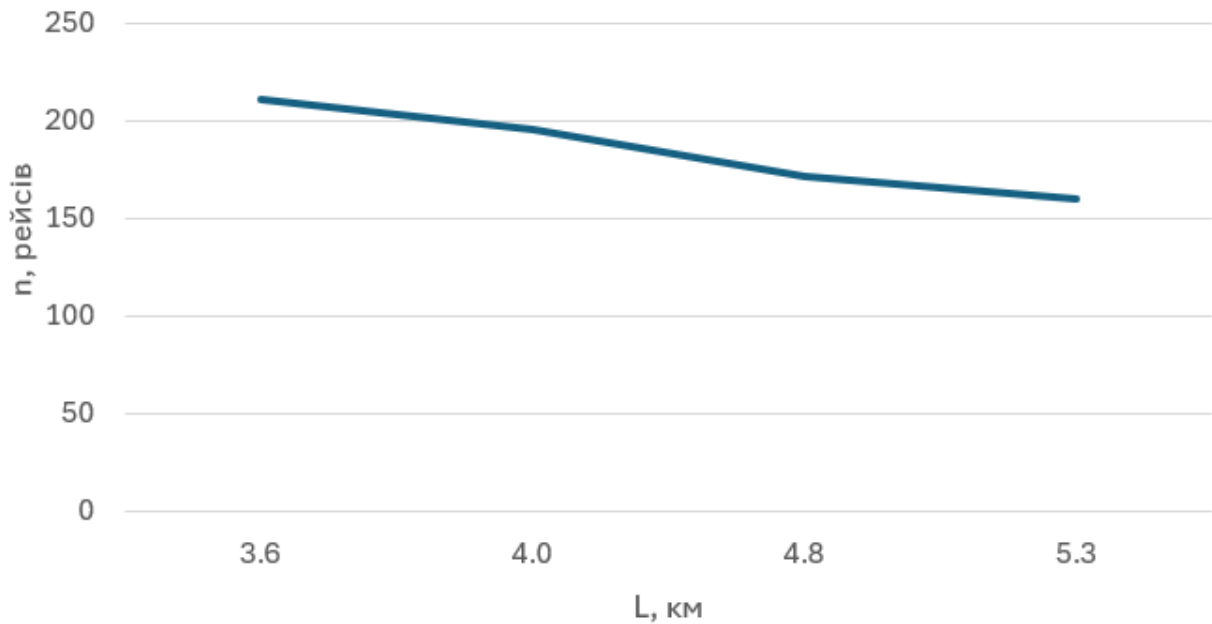


Рисунок 3.8. Графік залежності кількості рейсів самоскидів від відстані транспортування гірничої маси.

Додавши до кількості рейсів коефіцієнт використання та об'єм кузова автосамоскиду ми зможемо отримати продуктивність яку зможуть забезпечити 6 самоскидів екскаватору за зміну:

За маршрутом "а" 6 автосамоскидів забезпечують:

$$P_{a.зм} = 196 \cdot 0,7 \cdot 105 = 14367 \text{ м}^3/\text{зм};$$

За маршрутом "б" 6 автосамоскидів забезпечують:

$$P_{a.зм} = 172 \cdot 0,7 \cdot 105 = 12610 \text{ м}^3/\text{зм};$$

За маршрутом "в" 6 автосамоскидів забезпечують:

$$P_{a.зм} = 211 \cdot 0,7 \cdot 105 = 15443 \text{ м}^3/\text{зм};$$

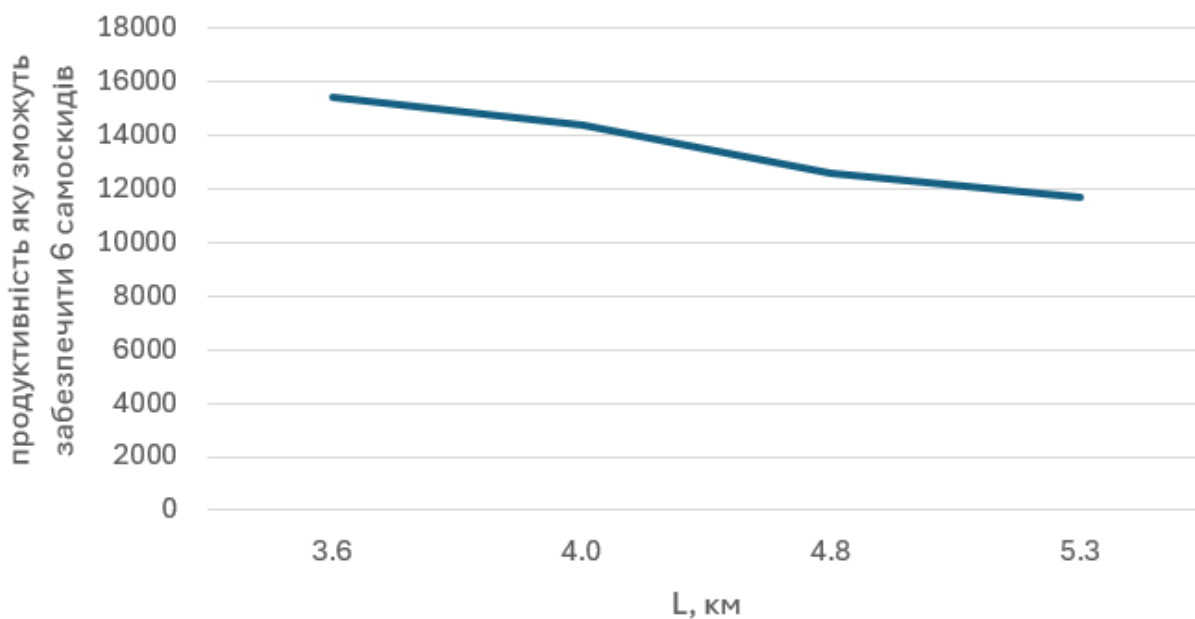


Рисунок 3.9. Графік залежності змінної продуктивності самоскидів від відстані транспортування гірничої маси

Отже проаналізувавши отримані результати розрахунків теоретично найкращим є варіант об'єднання зменшення відстані від розвантаження на “найблищих” доступних ділянках та зміни забою, привабливим також виглядає просто розвантаження на “найблищих” доступних ділянках адже нам не потрібно переганяти екскаватор, так даний варіант дійсно є не поганим, але на мою думку хоч теоретично варіант зі зміною забою є найгіршим, на практиці він є найкращим, адже лише перегнавши екскаватор у новий забій ми отримали за меншу кількість рейсів практично таку ж продуктивність без значних економічних збитків у подальшому та фактично досягли мети мінімізувати наслідки простоїв самоскидів, а от маршрут «а» та маршрут «в» є економічно не вигідними в міру того що чим більше складувати гірничу масу ближче до контуру кар'єрного поля, тим у подальшому транспортування буде все менш економічно рентабельним в міру що разового подовження відстані транспортування, що

також буде викликати зниження продуктивності чином збільшення кількості техніки через збільшення часу рейсу, отже у подальшому ми втратимо кошти та підніmemo собівартість гірничої маси, тож кращим варіантом є проста зміна забою без зміни відстані транспортування по відвалу, адже отримана продуктивність найближча до запланованої, тому що якщо продуктивність самоскидів буде значно вищою за продуктивність екскаватору, останній не буде встигати їх завантажувати що викличе простої самоскидів, що спричинить черги на завантаження.

Застосування оперативної групи насамперед передбачає підміну водіїв самоскидів під час обіду та інших втрат часу піднімаючи коефіцієнт використання автосамоскиду до 0,95 що досить гарно впливає на продуктивність, але викликає супутні витрати:

$$P_{a.зм.о.г} = 105 \cdot 720 / 27,1 \cdot 0,95 = 2650 \text{ м}^3/\text{зм};$$

Зміна продуктивності:

$$\Delta P_a = P_{a.зм.о.г} - P_{a.зм} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\Delta P_a = 2650 - 1952 = 698 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Даний варіант є досить цікавим адже ми отримуємо приріст у 698 м³/зм, тобто знадобиться лише 4 зміни щоб наздогнати наші втрати по продуктивності, тож фактично не змінюючи запланованого графіку, що допоможе наздогнати простої., але використання даного варіанту спричинить швидке зношення техніки.

Використання подвійної схеми навантаження прибирає з виразу часу рейсу витрати часу на маневри, тобто час рейсу замість 27,1хв буде складати 24,9 хв тоді продуктивність за зміну ми отримаємо:

$$P_{a.зм} = 105 \cdot 720 / 24,9 \cdot 0,7 = 2125 \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$\Delta P_a = 2125 - 1952 = 173 \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$\Delta P_{a.міс} = 173 \cdot 2 \cdot 30 = 10380 \text{ м}^3/\text{міс}$$

Тож з розрахунків ми бачимо що різниця за зміну невелика, але даний варіант використовується не одну зміну, тож на протягом місяця використання даного варіанту ми фактично отримаємо продуктивність майже однієї зміни що є досить привабливим, але недоліком даного варіанту є те, що потрібен вибір що дозволить отримати ширину розраховану на 2 смуги автодороги, тож мінімальна ширина забою складає:

$$Ш_{р.п \text{ min}} = a + s + z + p + g \quad (3.5)$$

$$Ш_{р.п \text{ min}} = 3,7 + 5 + 0,5 + 34,3 + 1,5 = 45, \text{ м};$$

де a – ширина призми можливого обвалення робочого уступу, 3,7 м,

s – ширина ґрунтового вала, 5 м;

z – відстань від захисного вала до краю площадки для маневрів, 0,5 м;

p – ширина площадки для маневрів автосамоскидів, 34,3 м;

g – відстань між краєм площадки для маневрів і нижньою брівкою уступу, 1,5 м.

Та останнім та найменш використовуваним варіантом є збільшення швидкості на певному маршруті що може використовуватись лише у виключних випадках адже відповідно до охорони праці це є не бажаним, але має місце бути, якщо даний спосіб застосовано повинні бути повідомлені всі водії кар'єрного транспорту під розпис, тож у разі застосування даного варіанту підвищення

продуктивності підвищивши швидкість до 50 км/год порожняком та 40 км/год з вантажем ми отримуємо:

$$P_{a.зМ} = 105 \cdot 720 / 27,1 \cdot 0,7 = 2362 \text{ м}^3/\text{зМ};$$

$$T = 3,5 + 15,7 + 1 + 2,2 = 22,4 \text{ хв};$$

$$t_p = (7,95 + 6,36) \cdot 1,1 = 15,7;$$

В завантаженому стані

$$t_{p.в} = 60 \cdot \left(\frac{5,3}{40}\right) = 7,95 \text{ хв};$$

В порожняковому стані:

$$t_{p.п} = 60 \cdot \left(\frac{5,3}{50}\right) = 6,36 \text{ хв};$$

$$\Delta P_a = 2362 - 1952 = 410 \text{ м}^3/\text{зМ};$$

3.3 Висновки до технологічного розділу

Отже використовуючи даний варіант ми підвищуємо продуктивність кожної машини на 410 м³/зМ, але ми не можемо використовувати даний спосіб через велику вірогідність виникнення аварійної ситуації.

Отже у висновку можна сказати що найефективнішою є варіант зменшення відстані транспортування, забезпечуючи максимум ефективності за мінімум витрат, варіант з оперативною групою є досить цікавим але призводить до швидкого зношення техніки та частих ремонтів тому не рекомендовано його

часте застосування, обмін автосамоскидів буває досить рідко адже ми повинні свідомо знизити продуктивність деяких ділянок видобутку це є доцільним коли йде втрата продуктивності по руді, а такі машини застосовані на розкриві, це є елементами короткострокового планування надавати пріоритети в певних роботах нехтуючи іншими, тобто робити вибір в умовах обмеженості часу, подвійна схема у часовому проміжку зміни виглядає несуттєвою, але вона й використовується протягом тривалого часу, тому є доречною за відповідної можливості, та останній варіант підвищення швидкості є лише теоретичним та не надає значного підвищення ефективності в порівнянні з людським життям через збільшення вірогідності аварійних ситуацій, тому є майже не використовуваним.

ВИСНОВКИ

Отже у висновку можна що ми успішно розробили алгоритм дій спрямований на вирішення питання простоїв самоскидів. Він надає 6 варіантів мінімізації та наслідків простоїв один або поєднання з декількох дозволить у значній мірі мінімізувати наслідки простоїв, а відповідно втрати продуктивності, але сказати що найефективнішим є варіант зменшення відстані транспортування, забезпечуючи максимум ефективності за мінімум витрат, варіант з оперативною групою є досить цікавим, але призводить до швидкого зношення деталей техніки, що в свою чергу призводить до частих ремонтів тому не рекомендовано його часте застосування, обмін автосамоскидів буває досить рідко адже ми повинні свідомо знизити продуктивність деяких ділянок видобутку це є доцільним коли йде втрата продуктивності по руді, а такі машини застосовані на розкритті, це є елементами короткострокового планування, тобто надавати пріоритети в певних роботах нехтуючи іншими, робити вибір в умовах обмеженості часу за для зменшення або усунення фінансових втрат, подвійна схема у короткому часовому проміжку зміни виглядає несуттєвою, але якщо вона все ж використовується, то використовується протягом тривалого часу, тому є доречною за відповідної можливості, та останній варіант підвищення швидкості є лише теоретичним та не надає значного підвищення ефективності в порівнянні з людським життям через збільшення вірогідності аварійних ситуацій, тому є майже не використовуваним.

Отож, за використання блок-схеми ми змогли усунути наслідки простою навіть отримати економію у 2734,5 тис. грн. Виходячи з отриманих результатів можна сказати що використання блок-схеми є доречним та економічно вигідним.