

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему:

«ОРГАНІЗАЦІЯ ВАНТАЖНИХ РОБІТ ТА ВІДПРАВЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ
ТРАНСПОРТОМ КВАРЦИТУ З КАР'ЄРУ ОБСЯГОМ 840 Т/ДОБУ»

Виконав: студент(ка) IV курсу, групи T-810сп

Спеціальності 275 Транспортні технології
(за видами)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Організація перевезень і логістичне
управління на залізничному транспорті»

		<u>Тетяна ЛИТВИНЕНКО</u> (Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)
Керівник		<u>Олена ОСТРОГЛЯД</u> (Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)
Рецензент		<u>Ольга ДУДАРЕНКО</u> (Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Транспортний
 Кафедра «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти бакалавр
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) «Організація перевезень і логістичне управління на залізничному транспорті»
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«10» травня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ЛИТВИНЕНКО Тетяни Сергіївни

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація вантажних робіт та відправлення залізничним транспортом кварциту з кар'єру обсягом 840 т/добу

керівник проєкту (роботи) к.т.н. ОСТРОГЛЯД Олена Олександрівна,
 (науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «22» травня 2023 року №207

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 06.06.2023р.

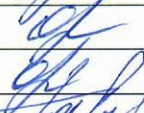
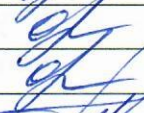
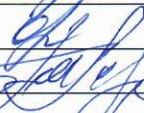
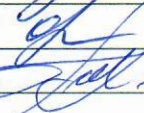
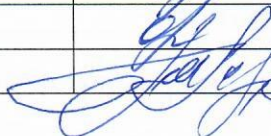
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча схема колійного розвитку, характеристики вантажу та рухомого складу, обсяги перевезень, характеристики вантажних пунктів, існуючі економічні показники

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2 Спеціальна частина. 2.1 Аналіз роботи кар'єру. 2.2 Розрахунок параметрів бункера. 3 Розрахункова частина. 3.1 Технологія навантаження вагонів кварцитом на бункерному пункті. 3.2 Технологія обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства з їх видобутку. 3.3 Організація обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства та станції примикання. 3.4 Технічні показники перевезень кварциту 4. Економічна частина.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	Острогляд О.О., доцент		
2	Острогляд О.О., доцент		
3	Острогляд О.О., доцент		
4	Харченко Т.В., старш.викл.		

7. Дата видачі завдання «10» травня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

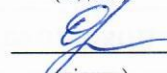
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 30.06.	

Студент(ка)


(підпис)

Тетяна ЛИТВИНЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ОСТРОГЛЯД
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 51 с., 14 рис., 7 табл., 11 джерел.

КВАРЦИТ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВАГОН, БУНКЕР, КАР'ЄР, ПРОМИСЛОВИЙ ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень кварциту на прикладі реального кар'єру України.

Мета роботи – розрахунок технічних показників процесу доставки та визначення витрат на перевезення кварциту.

Методи дослідження – аналітичний та графічний аналіз.

В роботі розглянуто транспортно-виробничу систему кар'єру з видобутку кварцитів на прикладі кар'єру, який здійснює виробництво кварцитів відкритим способом. Розраховано параметри бункера для навантаження кварциту та визначена технологія навантаження і доставки вагонів на станцію примикання. Визначені економічні показники роботи.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Характеристика виробничої системи кар'єру з видобутку кварцитів	8
1.2 Характеристика транспортної системи кар'єру з видобутку кварцитів	11
1.2.1 Характеристика автомобільного транспорту	11
1.2.2 Характеристика залізничного транспорту	13
1.3 Характеристика вантажу	15
1.4 Транспортні технології кар'єрів	17
1.5 Постановка завдань дипломної роботи	20
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	22
2.1 Аналіз роботи кар'єру	22
2.2 Розрахунок параметрів бункера	26
3 Розрахункова частина	30
3.1 Технологія навантаження вагонів кварцитом на бункерному пункті	30
3.2 Технологія обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства з їх видобутку	33
3.3 Організація обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства та станції примикання	38
3.4 Технічні показники перевезень кварциту	40

4 Економічна частина	44
4.1 Визначення річних технічних показників перевезень кварциту з кар'єру промисловим залізничним транспортом.....	44
4.2 Визначення економічних показників перевезень кварциту.....	45
Висновки	49
Перелік джерел посилання	50

ВСТУП

В дипломній роботі розглядається транспортно-виробнича система кар'єру з видобутку кварцитів на прикладі Глухівського кар'єру, який розташований у Сумській області та здійснює виробництво кварцитів відкритим способом.

Виробничі потужності дозволяють видобувати до 100000 тонн на рік кварциту кускового фракції 20-900 мм. Перспективою є освоєння виробництва кварциту меленої фракції 0-5 мм.

Даний кар'єр знаходиться у 20 км від кордонів країни-агресора, тому зараз перебуває у зоні постійних обстрілів з боку російських військ.

Кварцити являються сировиною, що використовується при виробництві кристалічного кремнію, що має важливе значення для країни.

В роботі організовуються перевезення в обсязі 840 т/добу, що є характерним для подібних підприємств, які можуть працювати у режимі перемикання виробничої лінії на виробництво різних фракцій.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика виробничої системи кар'єру з видобутку кварцитів

Проаналізуємо виробничу систему кар'єру з видобутку кварцитів на прикладі Глухівського кар'єру. Глухівський кар'єр кварцитів створений для розробки відкритим способом Баницького родовища високочистих кварцитів.

Виробничі потужності можуть дозволити виробництво до 0,1 млн тонн на рік кварциту кускового фракції 20-900 мм. Перспективою є освоєння виробництва кварциту меленої фракції 0-5 мм.

Даний кар'єр знаходиться у 20 км від кордонів країни-агресора, тому зараз перебуває у зоні постійних обстрілів з боку російських військ.

Кварцити являються сировиною, що використовується при виробництві кристалічного кремнію. В Сумській області найбільш високочисті кварцити зустрічаються у Баницькому родовищі, в порівнянні з іншими родовищами кварцитів. Вони знаходять використання в металургійній галузі при виробництві феросплавів та кристалічного кремнію.

Дане родовище знаходиться у Глухівському районі, на 20 кілометрів на південь від міста Глухів, в районі річок Есмань та Клевень [1].

З 1890 р. було розпочато розробку даного родовища, вже у 20-х роках наступного сторіччя родовище стає справжнім промисловим підприємством.

З середини 19-го сторіччя відкритим способом видобувається сировина, завдяки переробці якої отримується кристалічний кремній.

Запорізький алюмінієвий комбінат долучає до себе це родовище у 1978 році у якості дочірнього підприємства.

Видобуток кварцитів є сезонним процесом. За літній період у кар'єрі здійснюється видобуток такої кількості сировини, якої буде достатньо для цілорічної роботи декількох підприємств-споживачів.

Покривну породу видаляють за допомогою бульдозерів і екскаваторів, корисні копалини підривають вибухівкою та доставляють автомобілями-самоскидами до дробильно-сортувальних пристроїв.

Розвіданий запас сировини для виробництва кристалічного кремнію становить до 10 млн. тонн. Площа кар'єру кварцитів перевищує двадцять гектарів.

Протягом року видобувається 50-60 тис. тонн сировини. Проектна потужність становить 120 тис. тонн.

Сировина, що видобувається має фракцію 20-90 мм.

Вміст кремнезему (SiO_2) дуже високий – 99-99,9%.

Хімічний і гранулометричний склад [1]:

- оксиду кремнію мінімальна частка - 99%;
- оксиду алюмінію (Al_2O_3) – максимальна частка 0,25%,
- максимальна частка оксиду заліза (Fe_2O_3) – 0,15%;
- максимальна частка оксиду кальцію (CaO) – 0,05%.

Таких високих показників не має жодне родовище в Європі, і в світі таких родовищ небагато.

Супутньою продукцією кар'єру є:

- будівельний щебінь;
- бутовий камінь;
- відсів.

У якості домішок у кварцових пісках зустрічаються також:

- ільменіт;
- рутил;
- циркон.

Але промислового значення вони не мають.

На рисунку 1.1 наведено загальний вигляд Глухівського кар'єру кварцитів [2,3].



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд Глухівського кар'єру кварцитів

Для видобутку сировини [2] використовуються екскаватори (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Видобуток кварцитів екскаваторами

1.2 Характеристика транспортної системи кар'єру з видобутку кварцитів

1.2.1 Характеристика автомобільного транспорту

Зазвичай, кар'єри мають достатньо високий рівень транспортного забезпечення, так, на Глухівському кар'єрі кварцитів, використовуються наступні транспортні засоби:

- трактор колісний СШ-25;
- навантажувач фронтальний ТО-18;
- екскаватор ЭО 2621В1;
- автогрейдер ДЗ-180;
- трактор колісний МТЗ-82;
- вантажний автомобіль ГАЗ 66;
- вантажний самоскид КРАЗ 6510;
- автокран МАЗ 5337;
- автобус ПАЗ 32050R;
- вантажний автомобіль ЗИЛ 131Н;
- цистерна ГАЗ 5312;
- вантажний автомобіль ГАЗ S312;
- вантажний автомобіль-цистерна ЗИЛ 495810;
- кар'єрний самоскид БелАЗ-7540В;
- екскаватор VOLVO MX202W;
- екскаватор гусеничний Hundai Rolex 520LC-9SFS;
- кар'єрний самоскид БелАЗ-7540В;
- екскаватор гусеничний HITACHI ZX 330 LC-5G,
- кар'єрний самоскид БелАЗ-75405 – 7 од.;
- екскаватор СО-5225-06;
- трактор колісний СШ-25;

- навантажувач фронтальний ТО-18;
- екскаватор ЭО 2621В1;
- автогрейдер ДЗ-180;
- трактор колісний МТЗ-82,
- легкові автомобілі та причеи.

Екскаватори здійснюють розробку кар'єру та завантажують автотранспортні засоби – кар'єрні самоскиди, які доставляють сировину до дробильного відділення.

Далі продукція передається до бункерів навантаження залізничного транспорту. На рисунку 1.3 показане взаємне розташування виробничого комплексу та кар'єру.



Рисунок 1.3 – Взаємне розташування виробничого комплексу та кар'єру

Характеристики кар'єрних самоскидів, які задіяні на доставці сировини до виробничого комплексу:

- максимальна швидкість - 50 км/годину;
- час підйому кузову - 16 с;
- час опускання кузову - 20 с;
- вантажопідйомність - 30 тонн;
- радіус повороту самоскиду - 8,7 м;
- габаритний діаметр повороту - 20 м;
- кут повороту керованих коліс - 35 градусів.

В даній роботі інформація даного підрозділу буде корисною для узгодження взаємодії автомобільного та залізничного транспорту.

Для узгодження їх роботи потрібно у спеціальній частині роботи обрати та розрахувати параметри бункеру навантаження залізничного транспорту із забезпечення безперервності технологічних процесів.

1.2.2 Характеристика залізничного транспорту

Виробничий комплекс здійснює подрібнення та сортування кварциту за фракціями, конвеєрним транспортом вантаж доставляється бункерів, в яких він накопичується та ,потім, з них здійснюється навантаження залізничних вагонів.

На рисунку 1.4 показана схема розміщення приймального пункту видобутої сировини з автомобілів самоскидів та пункту навантаження на залізничний транспорт.



Рисунок 1.4 – Схема розміщення приймального пункту та пункту навантаження на залізничний транспорт

Для переміщення вагонів під час навантаження під бункером використовується тепловоз марки ТГМ (рисунок 1.5).

Крім того, цей тяговий рухомий склад також призначений для формування составів для відправлення на зовнішню мережу магістральних залізничних доріг України споживачам.



Рисунок 1.5 – Робота пункту навантаження на залізничний транспорт

Навантаження здійснюється рівномірно по всій площині вагону, перевантаження понад вантажопідйомність не допускається, що забезпечується конвеєрними вагами.

Додатково маса вантажу визначається перед відправленням на станцію Баничі, на залізничних вагах.

Середня вантажопідйомність напіввагону становить 70 т.

1.3 Характеристика вантажу

Кварцит є метаморфічною гірською породою, що складається, головним чином, з кварцу. Він утворюється в процесі метаморфізму [4] кварцових пісковиків (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Кварцит

Кварцит є достатньо твердим, через це є додаткові складнощі в обробці.

Для кварциту фракції 0-5 мм характерні такі властивості [3]:

- насипна щільність 1,4 т / м³;
- стираність – 0,1;
- дробильність – 0,3;
- твердість (шкала Мооса) – 7.

Кварцит має кристалічну структуру, що надає йому виняткові характеристики стійкості до дії лужних матеріалів і кислот. Висока твердість та хімічний склад забезпечують підвищену вогнетривкість та пожежну безпеку.

Кварцит не потребує особових умов зберігання, та може перевозитись транспортом у відкритому рухомому складі, що спрощує його доставку як автомобільним, так і залізничним транспортом.

1.4 Транспортні технології кар'єрів

Транспортна технологія є сукупністю методів транспортування та обробки вантажів у процесі перевезення. Відповідно, структура транспортної технології включає в себе навантажувально-розвантажувальні роботи, перевантажувальні процедури, складські операції і транспортні операції в цілому [5].

Транспортна технологія визначається видом транспорту, на якому виконується основна частина транспортної операції, виходячи з відстані, на яку переміщується вантаж. У промисловому транспорті використовуються транспортні технології, що ґрунтуються, головним чином, на використанні залізничного, автомобільного, конвеєрного транспорту.

В основу класифікації транспортних технологій лежить їх структура. За цією ознакою транспортні технології промислових підприємств розділяють на складні та прості.

Проста технологія характеризується використанням одного виду транспорту, за цих умов вантаж доставляється безпосередньо з цеху відправника до цеху одержувача.

Комплексні технології передбачають використання декількох видів транспорту для доставки товарів зі складу відправника до складу одержувача. Вони працюють в єдиному комплексі і пов'язані між собою за основними транспортними параметрами, але вимагають перевантаження транспортних вантажів.

Прості та складні транспортні технології використовуються як для зовнішніх, так і для внутрішньопромислових перевезень з використанням різних видів транспорту.

Прості транспортні технології реалізуються на промислових підприємствах за допомогою залізничного, автомобільного, конвеєрного та

спеціальних видів транспорту. Це ефективна транспортна технологія, що дозволяє перевозити великі обсяги вантажів з найменшими витратами.

Залізничний транспорт є простою технологією, яка використовується для таких вантажопотоків [5], як:

- зовнішні перевезення сировини та напівфабрикатів від компаній-постачальників та експорт готової продукції до споживачів на значні відстані через мережу магістральних залізниць, переважно вагонами зовнішнього парку або вагонами-перевізниками, а в деяких випадках - вагонами заводського парку.

Основною умовою застосування цієї технології є наявність у постачальників і споживачів колій, прилеглих до залізничних станцій магістральної мережі.

Наразі ця транспортна технологія є домінуючим видом зовнішнього транспорту для промислових підприємств;

- для внутрішньопромислових перевезень підприємств. По-перше, це стосується низки вантажів, для яких через стан вантажу, його фізико-механічні властивості, вагу та габарити, використання залізничного транспорту є єдиним можливим технічним рішенням.

Крім того, залізничний транспорт використовується для прямих перевезень технологічних вантажів між заводами, що характеризуються великими обсягами і відстанями.

Існує технологія, яка використовує великі самоскиди до 30-180 т, найбільш широко застосовується переважно там, де кар'єри (наприклад, рудні, вугільні) де невеликі і відстані перевезень (до 2-3 км), а також при технологічних перевезеннях на металургійних підприємствах.

Зовнішні автомобільні перевезення промислових підприємств за простими транспортними технологіями характеризуються низькими обсягами. Вони лише останнім часом почали зростати завдяки більшому використанню більших автопоїздів (вантажопідйомністю 25-30 тонн).

Ця технологія використовується там, де витрати на автомобільні перевезення нижчі, ніж на залізничні, де матеріали та компоненти повинні бути доставлені у визначені терміни для основних виробничих процесів, а також для транспортування готової продукції на короткі дистанції.

Промислові підприємства використовують також комплексні транспортні технології:

- для зовнішніх перевезень, коли підприємство не має під'їзної залізничної колії до залізничної станції; або коли підприємство не має під'їзної залізничної колії до станції примикання.

У цьому випадку необхідно здійснити транспортування вантажу з підприємства на станцію, розвантаження і проміжне зберігання на вантажному дворі, а також завантаження вантажу на зовнішній залізничний транспортний засіб для транспортування до підприємства-одержувача. У деяких випадках перевезення з перевантаженням і проміжним зберіганням може здійснюватися як на підприємстві-відправнику, так і на підприємстві-одержувачі [5].

Часто навантаження і розвантаження вантажів здійснюється вантажним автотранспортом, а тип залізничного транспортного засобу визначається обсягом і відстанню перевезення; для внутрішньовиробничих перевезень, коли використання комбінованих транспортних технологій із залученням двох і більше видів транспорту є більш ефективним з точки зору техніко-економічних показників.

У цьому випадку переваги кожного виду транспорту використовуються в конкретних виробничих умовах.

Комбіновані транспортні технології в основному застосовуються при відкритому видобутку корисних копалин (вугілля, залізної руди, мінеральної сировини та нерудних корисних копалин).

В особливих умовах видобутку в кар'єрах виробничі одиниці – кар'єрні екскаватори, які завантажують первинну сировину на залізничні та автомобільні транспортні засоби, розташовуються на великих площах і на значній висоті. Крім того, планування, поздовжня геометрія і довжина транспортних комунікацій змінюються через постійні переміщення, які відбуваються під час видобутку корисних копалин.

У більшості випадків первинна сировина перевозиться з кар'єру на власну збагачувальну фабрику, де відбувається її переробка, і такий транспорт класифікується у якості внутрішньовиробничого [5].

Продуктивність цих елементів значно відрізняється на різних ділянках маршруту.

Конфігурація комбінованих транспортних технологій на кар'єрах зазвичай включає такі види транспорту: залізничний (основний) і автомобільний, конвеєрний (основний) і автомобільний, залізничний і конвеєрний (основний) і автомобільний.

У всіх комбінаціях найбільш маневрений автомобільний транспорт використовується як додатковий вид для транспортування гірничої маси в межах кар'єру.

1.5 Постановка завдань дипломної роботи

З початку 2022 року накладено арешт на корпоративні права і об'єкти нерухомості, транспорт та спеціальну техніку, яка всупереч вимог чинного законодавства, здійснювала видобуток мінералів на території Глухівського кар'єру кварцитів для експорту до країни-агресора [6].

Тож є сподівання на післявоєнне відновлення видобутку для потреб саме нашої країни.

В дипломній роботі необхідно виконати розрахунки щодо організації відвантаження кварциту залізницею у обсязі 840 т на добу із узгодженням з доставкою до виробничого підрозділу кар'єру сировини автомобільним транспортом.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз роботи кар'єру

Розміри бункера для зберігання кварциту повинні забезпечувати завантаження за короткий час вантажного вагону при умові ритмічного поповнення його конвеєрною лінією з виробничого підрозділу.

До виробничого підрозділу вантаж доставляється автомобілями-самоскидами вантажопідйомністю 30 тонн (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Пункт навантаження самоскидів

Заданий обсяг відвантаження – 840 тонн на добу, що відповідає місткості:

$$840 / 70 = 12 \text{ вагонів.}$$

Очевидно, що партію такого розміру доцільно завантажувати за один цикл. Проте недоцільно використовувати таку кількість самоскидів, щоб забезпечувати навантаження без проміжного накопичення.

Тож з'ясуємо продуктивність роботи самоскидів [7]. Робота самоскидів можлива за різними варіантами розташування забоїв (рисунок 2.2), що не впливає значним чином на продуктивність самоскидів при достатньо невеликому обсязі перевезень.



Рисунок 2.2 – Варіанти роботи екскаваторів на Глухівському кар'єрі кварцитів

Необхідна кількість автосамоскидів на маршруті перевезень кварциту з кар'єру до приймального устрою визначається виразом:

$$N_{\text{авт}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{\Pi_{\text{авт}}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{доб}}$ – добовий обсяг перевезень кварциту, 840 т/добу;

$\Pi_{\text{авт}}$ – продуктивність роботи самоскидів, яку можна визначити за виразом:

$$\Pi_{\text{авт}} = q_c k_b E, \quad (2.2)$$

де q_c – вантажопідйомність самоскиду, $q_c = 30$ т;

k_b – коефіцієнт використання вантажопідйомності, $k_b = 0,9$;

E – кількість їздок за добу. Враховуючи, що маршрути є маятниковими зі зворотним холостим пробігом:

$$E = \frac{T_m V_t}{l_m + V_t t_b}, \quad (2.3)$$

де T_m – тривалість роботи кар'єру з доставки та переробки кварцитів шлаків, приймаємо 8 год/добу;

V_t – середня швидкість руху самоскидів – 9 км/год;

l_m – довжина маятникового маршруту, $l_m = 3$ км;

t_b – тривалість вантажних операцій - 0,1 год.

Згідно (2.3):

$$E = 8 \cdot 9 / (3 + 9 \cdot 0,1) = 72 / 3,9 = 18 \text{ їздок за зміну (добу)}.$$

Продуктивність самоскиду за (2.2):

$$P_{\text{авт}} = 30 \cdot 0,9 \cdot 18 = 486 \text{ т/добу.}$$

Потрібна кількість автомобілів-самоскидів за (2.1):

$$N_{\text{авт}} = 840 / 486 = 1,73 = 2 \text{ самоскиди.}$$

Самоскиди доставляють кварцит до штабелю конусного типу біля приймального устрою у вигляді воронки, вантаж до неї подається екскаватором.

Продуктивність виробничої лінії становить 120 т/годину.

Нормативами не визначено час завантаження вагонів при бункерній системі навантаження [8]. Але, з огляду на аналогічні нормативи з навантаження механізованим способом, тривалість навантаження одного вагону доцільно прийняти у розмірі 0,5 год.

Тож, продуктивність навантажувального комплексу повинна становити (при вантажопідйомності вагону 70 т):

$$70 \text{ т} / 0,5 \text{ год.} = 140 \text{ т/год.}$$

Заданий обсяг відвантаження 840 тонн на добу необхідно забезпечити на протязі:

$$840 \text{ т} / 140 \text{ т/год} = 6 \text{ годин.}$$

За 6 годин виробничою лінією може бути подано до навантажувального фронту:

$$6 \text{ год.} \cdot 120 \text{ т/год.} = 720 \text{ т.}$$

Таким чином, потрібно ще мати запас вантажу у розмірі:

$$840 \text{ т} - 720 \text{ т} = 120 \text{ т.}$$

Для подальших розрахунків приймаємо обсяг навантажувального бункера у розмірі 120 т.

З урахуванням насипної щільності кварциту, його об'єм повинен становити:

$$V_6 = 120 / 1,4 = 86 \text{ м}^3.$$

2.2 Розрахунок параметрів бункера

Визначимо розміри прямокутного в плані бункера, який вміщує 120 тонн кварциту об'ємною масою $\gamma = 1,4 \text{ т/м}^3$, розмірами типового куску $d_m = 2,5 \text{ мм}$ і кутом природного відкосу $\varphi = 25^\circ$.

Встановлюємо величину гідравлічного радіусу, мм

$$R \geq K \cdot f (d_m + 80) \quad (2.4)$$

де f – коефіцієнт тертя вантажу, приймаємо $f = \text{tg } \varphi$;

K – коефіцієнт, що враховує рівномірність вантажу, та дорівнює 0,6...0,8.

Приймаємо $K = 0,7$.

Відповідно за (2.4) –

$$R \geq 0,7 \cdot \operatorname{tg} 25^{\circ} \cdot (2,5 + 80) = 33 \text{ мм},$$

приймаємо $R = 0,1 \text{ м}$.

Швидкість зсування кварциту:

$$\sigma = \lambda \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}, \text{ м/с} \quad (2.5)$$

де g – прискорення сили ваги, м/с^2 ;

λ - коефіцієнт зсуву, для кварциту приймаємо $\lambda = 0,5$.

Згідно (2.5):

$$\sigma = 0,5 \sqrt{3,2 \cdot 9,81 \cdot 0,1} = 0,9 \text{ м/с}.$$

Потрібна пропускна спроможність випускного отвору бункеру встановлюється за виразом:

$$\Pi = 60 \cdot q_v / (t_n \cdot K_T), \quad (2.6)$$

де K_T – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати часу на технологічні перерви, $K_T = 0,9$.

Згідно (2.6):

$$\Pi = 60 \cdot 70 / (30 \cdot 0,9) = 156 \text{ т/год}.$$

Площину та розміри випускного отвору встановимо за формулою:

$$F = \Pi / (3600 \gamma \sigma). \quad (2.7)$$

Розрахуємо за (2.7):

$$F = 156 / (3600 \cdot 1,4 \cdot 0,1) = 0,03 \text{ м}^2.$$

При квадратній формі отвору сторона B квадрату

$$B_0 = \sqrt{0,03} = 0,17 \text{ м}$$

Приймаємо $B_0 = 0,5 \text{ м}$, $F = 0,25 \text{ м}^2$.

Гідравлічний радіус

$$R = F/P, \quad (2.8)$$

де P – периметр випускного отвору бункеру для кварциту.

За (2.8):

$$R = 0,25 / (4 \cdot 0,5) = 0,125 \text{ м};$$

що більше попередньо прийнятого значення $R = 0,1 \text{ м}$.

Приймаємо квадратну форму бункера в плані з $B = 4 \text{ м}$.

Встановлюємо місткість пірамідальної частини бункеру:

$$V_{\pi} = ((B^3 - B_0^3) \operatorname{tg} \beta) / 6, \quad (2.9)$$

де β – кут нахилу площини днища бункера до горизонту, його приймаємо на $5\text{-}10^\circ$ більше, ніж кут тертя матеріалів по днищу, $\beta = 45^\circ$.

Розрахуємо за (2.9):

$$V_{\pi} = (4^3 - 0,5^3) \cdot 1 / 6 = 11 \text{ м}^3.$$

Висота призматичної частини

$$H_{\text{пр}} = (V_{\text{б}} - V_{\pi}) / B^2 = (86 - 11) / 16 = 4,7 \text{ м.}$$

Приймаємо $H_{\text{пр}} = 5 \text{ м.}$

Надалі виконаємо розрахунки з транспортного обслуговування пункту навантаження залізничним транспортом.

3 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1 Технологія навантаження вагонів кварцитом на бункерному пункті

Навантажуванню вагонів передують технічний та комерційний огляд, за необхідності – заходи щодо ущільнення розвантажувальних люків та ін.

На рисунку 3.1 наведено загальний вигляд ділянки навантаження кварциту.



Рисунок 3.1 - Загальний вигляд ділянки навантаження кварциту

Завантаження вагонів відбувається партіями по 6 одиниць вагонів. В нашому випадку здійснюється навантаження двох партій вагонів на добу.

Транспортно-технологічні операції опису процесу навантаження представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Транспортно-технологічні операції процесу навантаження кварциту

№ операції	Назва операції	Кількість вагонів	Тривалість операції, хвилин
1	Технічний та комерційний огляд вагонів	6	12
2	Заходи з ущільнення зазорів у місцях прилягання розвантажувальних люків, закриття дверей та ін.	6	15
3	Заїзд локомотиву, прибирання гальмівних башмаків, подавання составу на бункерний фронт навантаження	6	7
4	Завантаження першого конусу матеріалу у вагон	1	3
5	Просування вагонів на 2 метри вздовж фронту навантаження та зупинка составу для формування наступного конусу	6	0,3
6	Повторення операцій 4-5, до завантаження 6 конусів – 5 разів	1	$3,3 \cdot 5 = 16,5$
7	Підтягування наступного вагону до місця навантаження	6	0,2

Кінець таблиці 3.1

№ операції	Назва операції	Кількість вагонів	Тривалість операції, хвилин
8	Операції 4, 5, 6, 7 – 5 циклів повторів.	6	100
9	Постановка вагонів до залізничних ваг	6	5
10	Зважування вагонів	6	6
11	Перестановка вагонів до ділянки дозування	6	4
12	Дозування вагонів з метою недопущення перевантажень	6	15
13	Постановка вагонів до залізничних ваг	6	5
14	Контрольне зважування вагонів	6	6
15	Оформлення перевізних документів	6	9
	Разом:		105

Загальний час тривалості транспортно-технологічних операцій процесу навантаження кварциту у шість вагонів становить 105 хвилин або 1,75 години.

На рисунку 3.1 наведено графік навантаження партії вагонів з кварцитом.

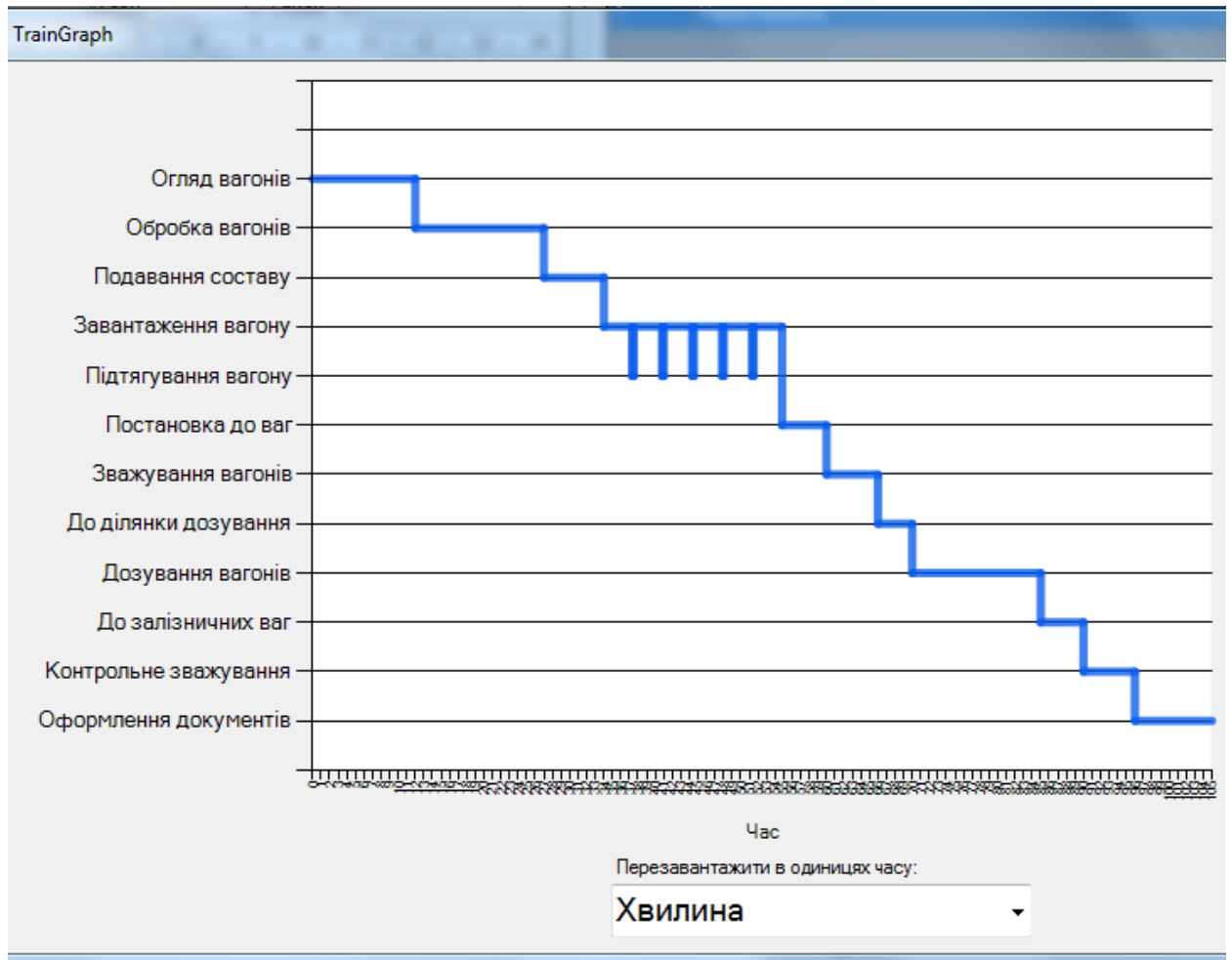


Рисунок 3.1 – Графік навантаження партії вагонів з кварцитом

Процедура навантаження складається із завантаження двох партій вагонів по 6 одиниць.

3.2 Технологія обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства з їх видобутку

Порожні вагони подаються на колії підприємства з видобутку власним локомотивом після огляду та приймання у технічному і комерційному відношеннях.

Огляд здійснюється на станції примикання та не повинен перевищувати 30 хвилин.

Надалі вагони доставляються на приймальні колії підприємства.

Наступними виконуються процедури з організації навантаження, описані у попередньому підрозділі дипломної роботи.

Після їх завершення виконується формування та відправлення составу на станцію примикання.

У таблиці 3.2 наведені транспортно-технологічні операції з приймання порожніх вагонів на підприємство

Таблиця 3.2 - Транспортно-технологічні операції з приймання порожніх вагонів на підприємство

№ з/п	Операція	Тривалість, хвилин
1	Пред'явлення составу з 12 порожніх вагонів до приймання та вихід працівників до передавальної колії	5
2	Огляд вагонів скороченою бригадою – 1 прийомоздавач та 1 оглядач вагонів з обох боків – 1 хвилина на вагон з кожної сторони	24
3	Доповідь про завершення огляду	1
4	Заїзд локомотива під состав, прибирання гальмівних башмаків, опробування гальм	20
5	Отримання дозволу на відправлення та відправлення	1
6	Рух до підприємства	10

Кінець таблиці 3.2

№ з/п	Операція	Тривалість, хвилин
7	Переконавання у прибутті у повному складі, закріплення, обгін локомотива	10
8	Отримання завдання на маневрову роботу, відкриття сигналу, заїзд під состав, відчеплення групи з 6 вагонів	5
9	Подача вагонів до пункту навантаження, закріплення, відчеплення та виїзд локомотиву	5
	Разом	81

На рисунку 3.2 наведений графік приймання порожніх вагонів на підприємство.

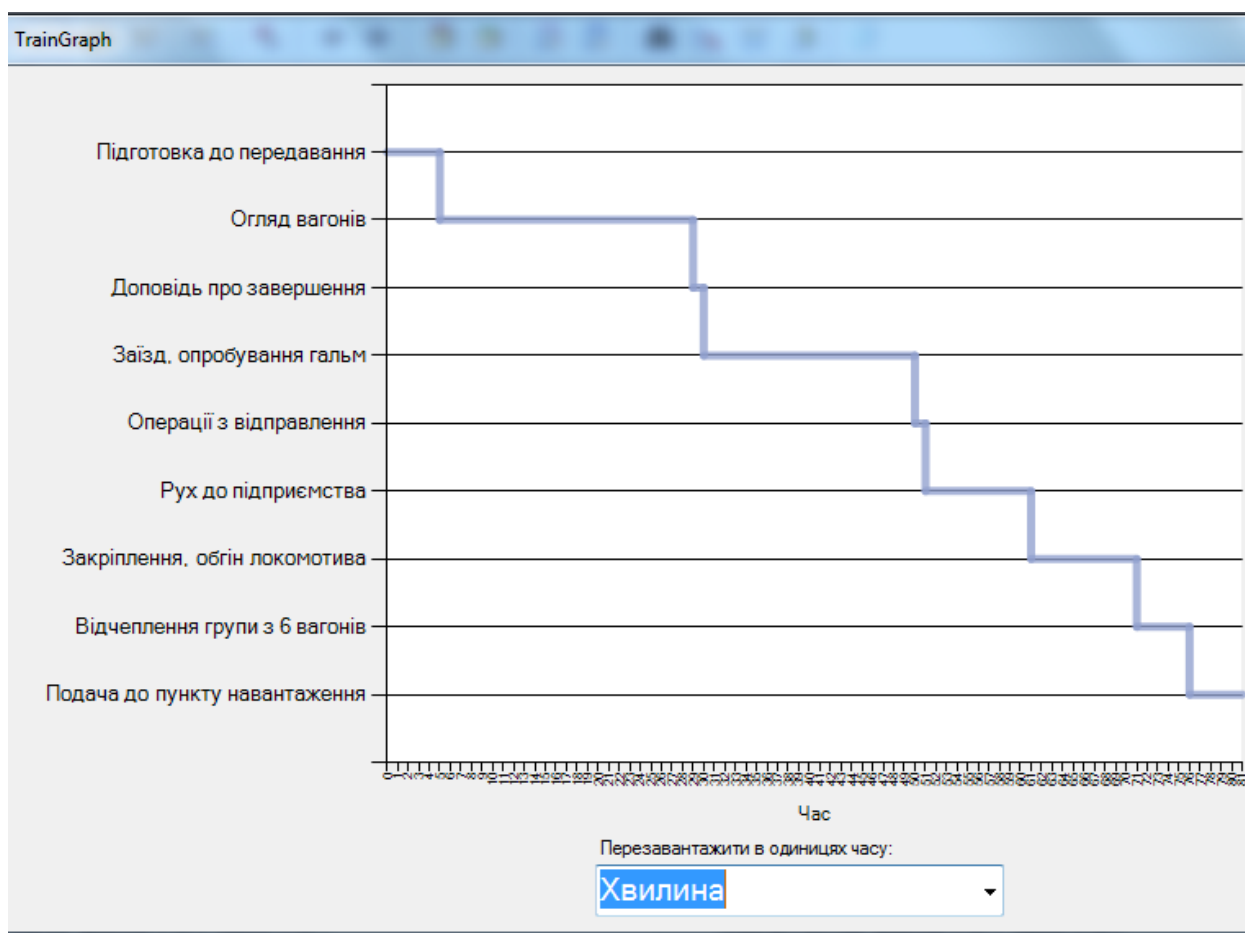


Рисунок 3.2 – Графік приймання порожніх вагонів

Після навантаження першої партії з 6 вагонів, зважування їх та дозування, виконується подавання для навантаження другої партії вагонів.

Таким чином, виконуються операції з закріпленням першої партії на колії накопичення состава поїзду, переїзд та перестановка другої партії вагонів на фронт навантаження.

Цей час приймаємо рівним 15 хвилинам.

По закінченні навантаження другої партії вагонів виконуються операції, зазначені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Транспортно-технологічні операції з відправлення вагонів з кварцитом

№ з/п	Операція	Тривалість, хвилин
1	Пред'явлення вагонів до огляду бригаді з оглядача вагонів та прийомоздавальника, їх вихід до составу	3
2	Огляд вагонів бригадою вагонів з обох боків	24
3	Доповідь про завершення огляду	1
4	Заїзд локомотива під состав, прибирання гальмівних башмаків, опробування гальм	20
5	Отримання дозволу на відправлення та відправлення	5
6	Рух до станції примикання	10
7	Переконавання у прибутті у повному складі, закріплення, виїзд локомотива	10

Кінець таблиці 3.3

№ з/п	Операція	Тривалість, хвилин
8	Огляд вагонів на станції примикання	24
9	Оформлення приймально-здавальної документації, перевізних документів	15
	Разом	112

Час на транспортно-технологічні операції з відправлення вагонів з кварцитом складає 112 хвилин, або 1,9 години.

На рисунку 3.3 наведено графік виконання операції з відправлення вагонів з кварцитом.

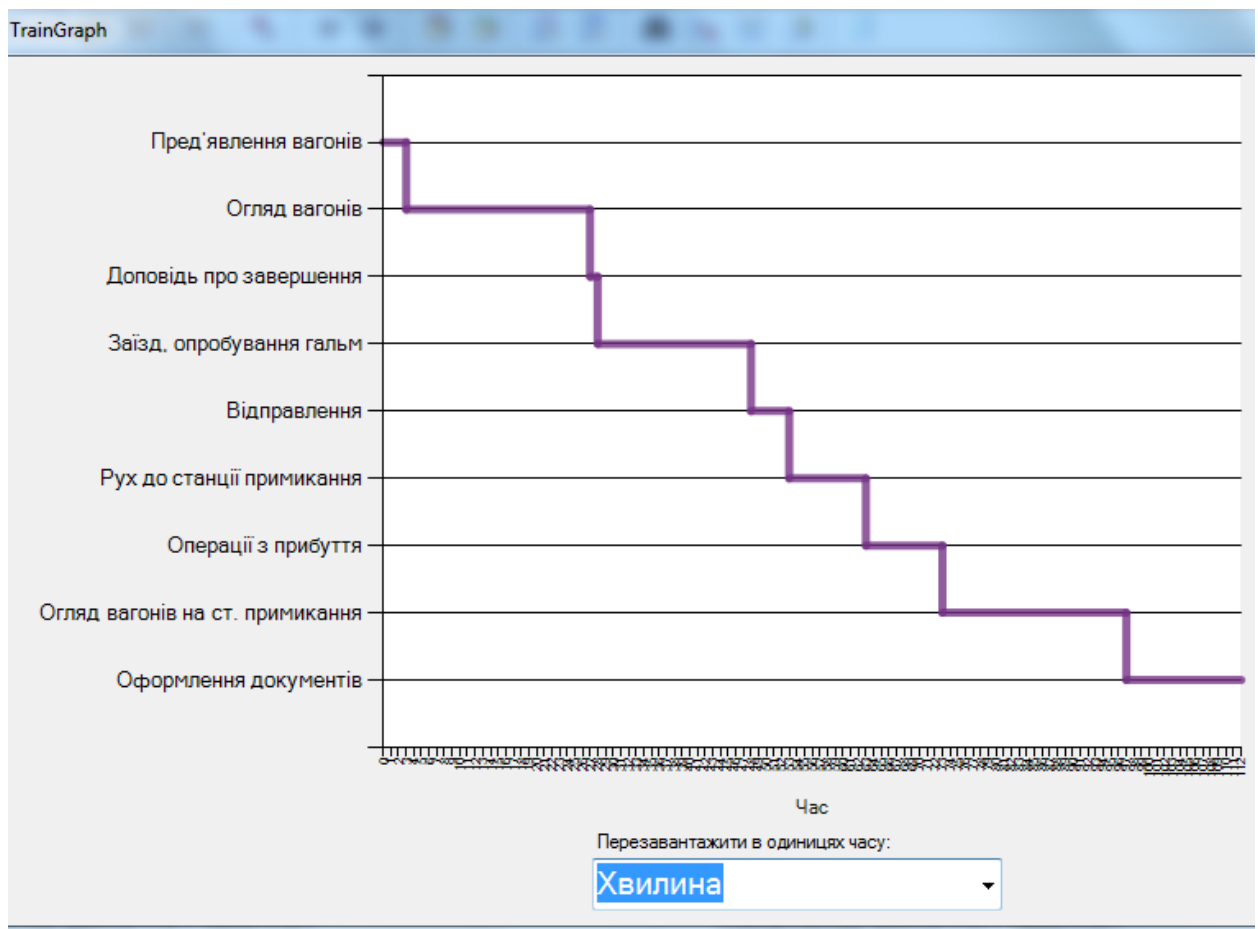


Рисунок 3.3 – Графік виконання операції з відправлення вагонів з кварцитом

3.3 Організація обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства та станції примикання

Узагальнимо розрахунки, проведені в попередніх підрозділах дипломної роботи та повні дані щодо транспортно-технологічних операцій представимо у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Тривалість операцій з обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства та станції примикання

№ з/п	Операція	Кількість вагонів, од.	Тривалість, хвилин
1	Операції з передавання порожніх вагонів для навантаження кварциту	12	81
2	Навантаження першої партії вагонів	6	105
3	Перестановка завантажених вагонів на колію накопичення, подавання другої партії порожніх вагонів на фронт навантаження	6	15
4	Навантаження другої партії вагонів	6	105
5	Виконання операцій з відправлення та передавання вагонів на станцію примикання	12	112
	Разом		418

Тривалість операцій з обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства з їх видобутку та станції примикання становить 418 хвилин або 7 годин.

На рисунку 3.4 показаний графік обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства та станції примикання.

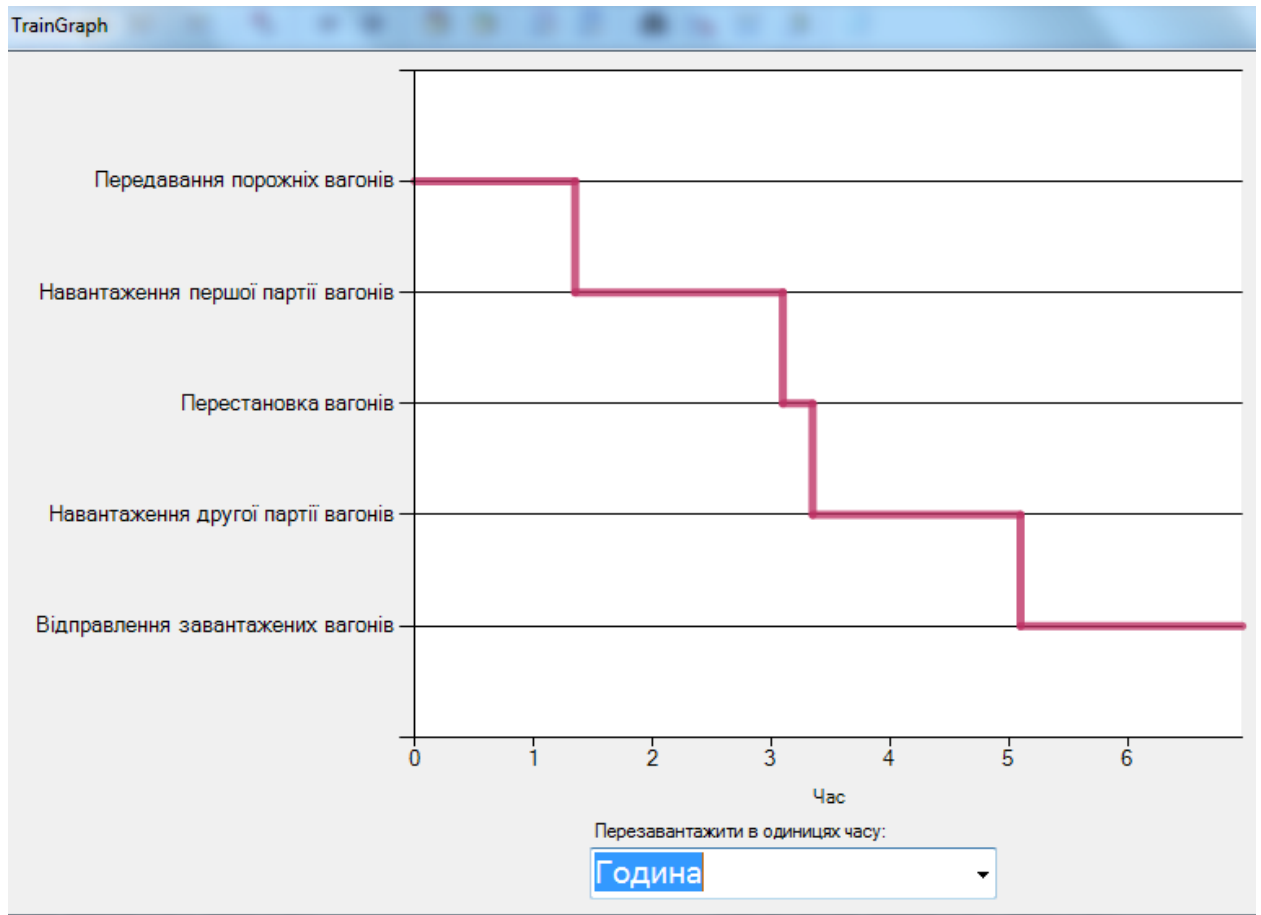


Рисунок 3.4 – Графік обробки вагонів з кварцитом на під'їзній колії підприємства та станції примикання

Надалі визначимо технічні показники організації перевезень кварциту з кар'єру до магістрального транспорту.

3.4 Технічні показники перевезень кварциту

За виконаними у попередніх розділах розрахунками визначимо основні показники перевезень кварциту, які представимо у вигляді таблиці.

Тривалість роботи бункерного пункту навантаження визначимо з графіку навантаження (рисунки 3.5, 3.6).

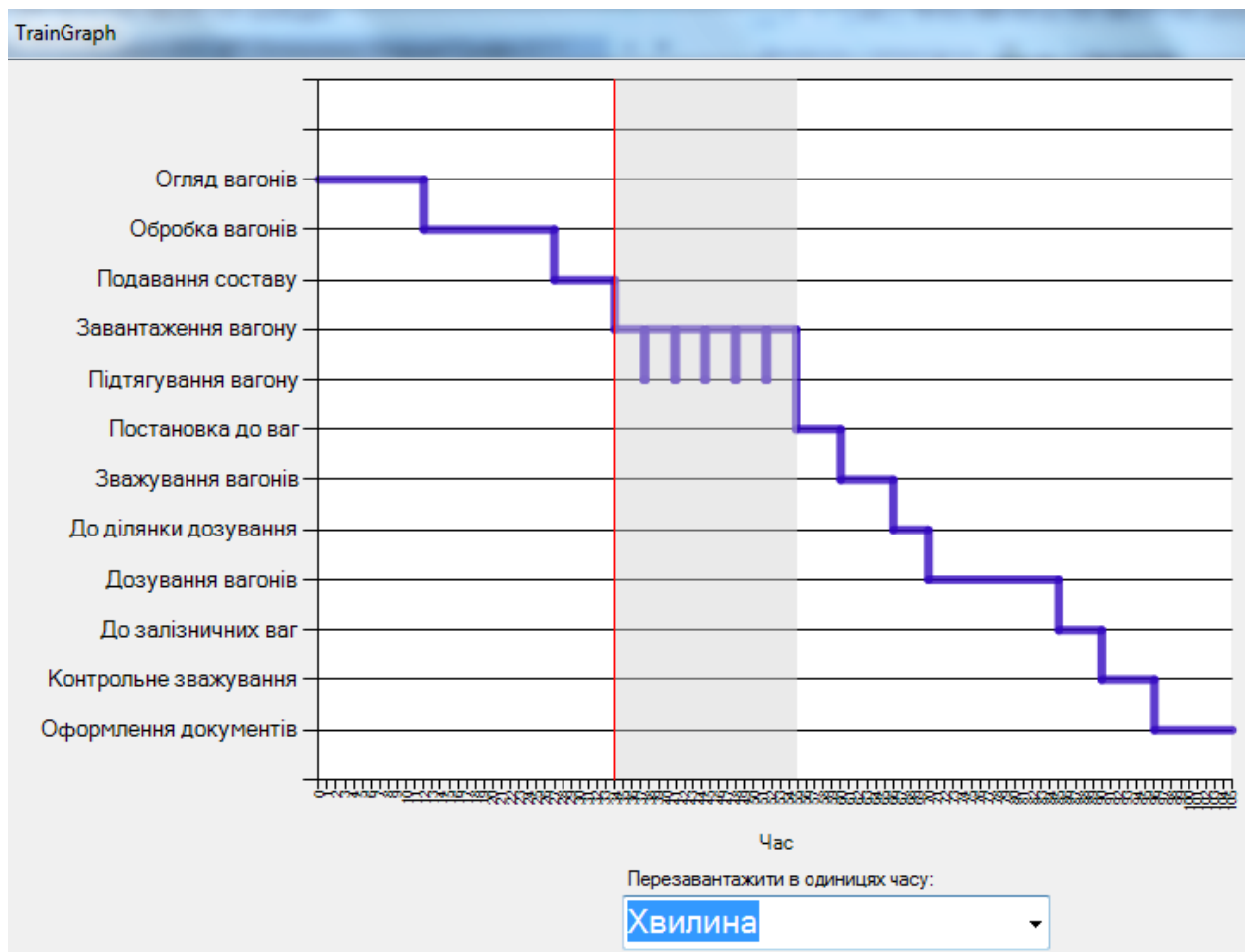


Рисунок 3.5 – Вибір періоду навантаження вагонів

На рисунку 3.6 наближений виділений фрагмент графіку.

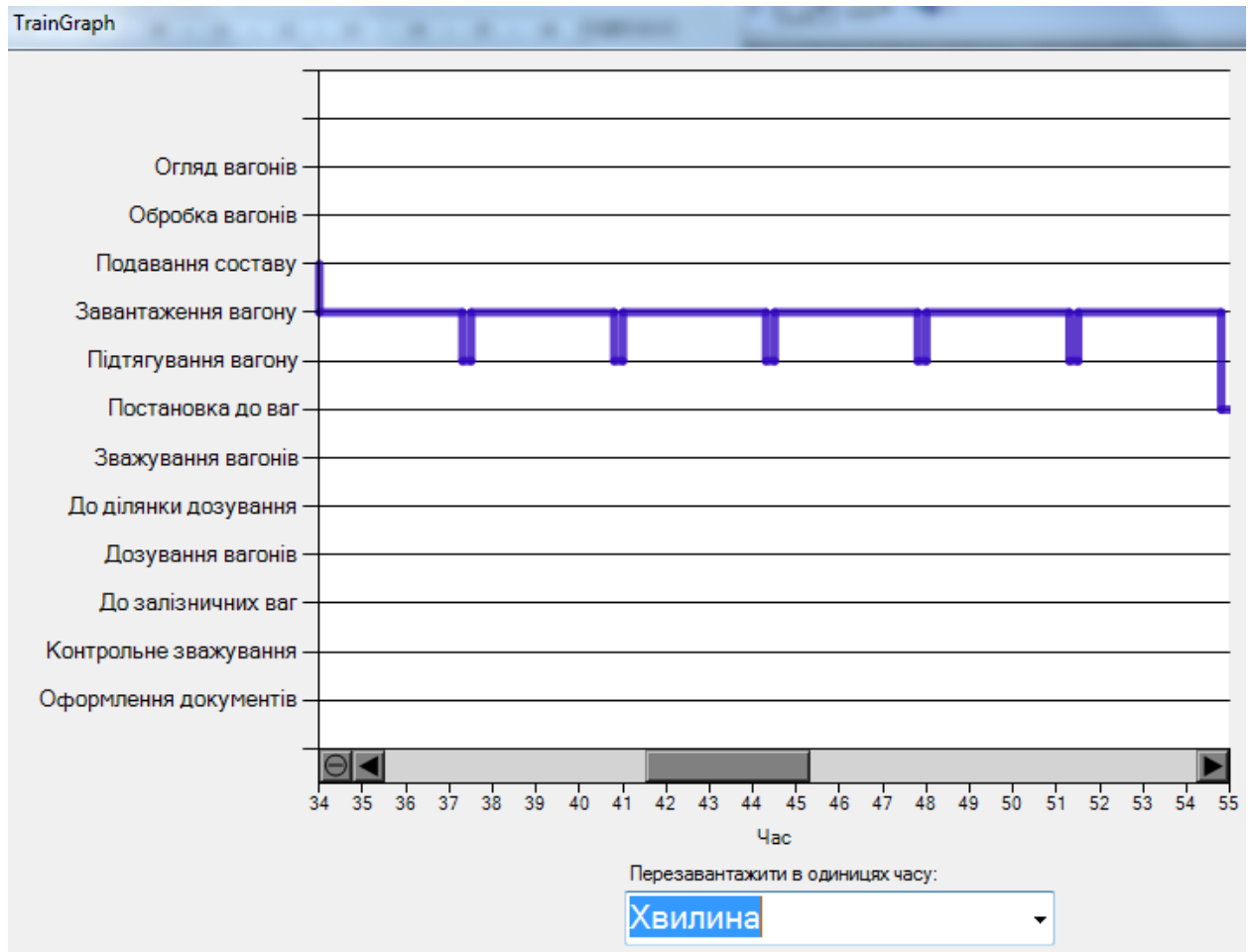


Рисунок 3.6 – Фрагмент періоду навантаження вагонів

Відповідно до графіку тривалість роботи пункту навантаження становить:

$$55 - 34 = 21 \text{ хвилину}$$

Враховуючи два періоди навантаження двох партій вагонів, тривалість роботи пункту становить:

$2 \cdot 21 = 42$ хвилини, з урахуванням задіяння персоналу також під час перестановки вагонів, приймаємо час роботи – 1 годину.

Протягом іншого часу пункт навантаження може виконувати завантаження інших фракцій кварциту, що не розглядається у дипломній роботі.

Тривалість обороту вагонів за добу згідно графіку на рисунку 3.4 становить 7 годин. Кількість вагонів у составі, які обслуговуються протягом доби – 12 вагонів.

Тривалість простою становить:

$$7 \cdot 12 = 84 \text{ вагоногодини.}$$

При бункерному навантаженні вагонів тепловоз задіяний навіть у процесі навантаження, тож тривалість його роботи протягом доби на перевезеннях кварциту становить – 7 годин.

Тривалість роботи пункту дозування становить за даними графічного аналізу – 30 хвилин або 0,5 години.

Результати визначення технічних показників роботи зводимо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Добові технічні показники

Номер показника	Назва	Значення	Одиниця виміру
1	Тривалість простою вагонів з кварцитом	84	вагоно-година
2	Тривалість роботи тепловозу	7	локомотиво-година

Кінець таблиці 3.5

Номер показника	Назва	Значення	Одиниця виміру
3	Тривалість роботи бункерного пункту навантаження	1	година
4	Тривалість роботи пункту дозування	0,5	година

Перейдемо до визначення економічних показників.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Визначення річних технічних показників перевезень кварциту з кар'єру промисловим залізничним транспортом

В дипломній роботі розглядається процес відвантаження кварциту на прикладі Глухівського кар'єру. Відповідно до завдання обсяг навантаження становить 840 т на добу. На таких підприємствах можливою є організація відвантаження різних фракцій матеріалу, для чого здійснюється переналаштування виробничої лінії.

Визначена технологія навантаження двох партій вагонів по 6 одиниць на бункерному пункті навантаження та їх перевезення на станцію примикання.

В спеціальній частині також розраховані потрібні параметри бункера для забезпечення безперервності навантаження.

Були визначені технічні добові показники роботи, які для подальших економічних обчислень переводимо у річні у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Річні технічні показники перевезень кварциту

Номер показника	Назва	Значення	Одиниця виміру
1	Тривалість простою вагонів з кварцитом	30660	вагоно-година
2	Тривалість роботи тепловозу	2555	локомотиво-година

Кінець таблиці 4.1

Номер показника	Назва	Значення	Одиниця виміру
3	Тривалість роботи бункерного пункту навантаження	365	година
4	Тривалість роботи пункту дозування	183	година

4.2 Визначення економічних показників перевезень кварциту

Вартість $V_{\text{пкв}}$ плати за користування вагонами з кварцитом:

$$V_{\text{пкв}} = T_{\text{пкв}} c_{\text{стп}}, \quad (3.1)$$

де $T_{\text{пкв}}$ – час використання вагонів, год;

$c_{\text{стп}}$ – ставка плати [9], грн/год.

Розрахуємо $V_{\text{пкв}}$ за (3.1):

$$V_{\text{пкв}} = 30660 \cdot 56,25 = 1724625 \text{ грн.}$$

Витрати $V_{\text{ЛКВ}}$ на використання локомотиву [10,11]:

$$V_{\text{ЛКВ}} = T_{\text{ЛКВ}} c_{\text{ЛКВ}}, \quad (3.2)$$

де $T_{\text{ЛКВ}}$ – час роботи тепловозу, год;

$c_{\text{ЛКВ}}$ - собівартість використання локомотивів, грн/год.

Розрахуємо $V_{\text{ЛКВ}}$ за (3.2):

$$V_{\text{ЛКВ}} = 2555 \cdot 1156 = 2953580 \text{ грн.}$$

Вартість $V_{\text{ПН}}$ роботи пункту навантаження:

$$V_{\text{ПН}} = T_{\text{ПН}} c_{\text{ПН}}, \quad (3.3)$$

де $T_{\text{ПН}}$ – час роботи пункту навантаження, год;

$c_{\text{ПН}}$ – собівартість роботи пункту навантаження, грн/год.

Розрахуємо $V_{\text{ПН}}$ за (3.3):

$$V_{\text{ПН}} = 365 \cdot 2350 = 857750 \text{ грн.}$$

Вартість $V_{\text{ПД}}$ роботи пункту дозування:

$$V_{\text{ПД}} = T_{\text{ПД}} c_{\text{ПД}}, \quad (3.4)$$

де $T_{\text{ПД}}$ – час роботи пункту дозування, год;

$c_{\text{ПД}}$ – собівартість роботи пункту дозування, грн/год.

Визначимо $V_{\text{пд}}$ за (3.4):

$$V_{\text{пд}} = 183 \cdot 3105 = 568215 \text{ грн.}$$

Загальна вартість перевезень кварциту промисловим залізничним транспортом може бути визначена за формулою:

$$V_{\text{зкв}} = V_{\text{пкв}} + V_{\text{лкв}} + V_{\text{пн}} + V_{\text{пд}}. \quad (3.5)$$

Отримуємо згідно (3.5):

$$V_{\text{зкв}} = 1724625 + 2953580 + 857750 + 568215 = 6104170 \text{ грн.}$$

Собівартість перевезення тони кварциту промисловим транспортом визначимо за формулою [11]:

$$c_{\text{ткв}} = V_{\text{зкв}} / Q_{\text{кв}}, \quad (3.6)$$

де $Q_{\text{кв}}$ – річний обсяг перевезень кварциту, т.

Визначаємо за (3.6):

$$c_{\text{ткв}} = 6104170 / 306600 = 19,91 \text{ грн/т.}$$

Результати економічних розрахунків представлено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Економічні показники перевезень кварциту

№ з/п	Показник	Значення, грн
1	Вартість плати за користування	1724625
2	Вартість роботи тепловозу	2953580
3	Вартість роботи бункерного пункту навантаження	857750
4	Вартість роботи пункту дозування вагонів	568215
5	Усього:	6104170
6	Собівартість перевезень тони вантажу промисловим залізничним транспортом, грн/т	19,91

Підсумкова вартість перевезень кварциту становить понад 6,1 млн грн на рік, собівартість перевезень тони вантажу промисловим залізничним транспортом – 19,91 грн/т.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розглянута транспортно-виробнича система кар'єру з видобутку кварцитів на прикладі Глухівського кар'єру, який розташований у Сумській області та здійснює виробництво кварцитів відкритим способом.

В спеціальній частині було розраховано параметри бункера для навантаження кварциту.

Визначена технологія навантаження двох партій вагонів по 6 одиниць на бункерному пункті навантаження та їх перевезення на станцію примикання.

Були визначені технічні показники роботи та економічні, підсумкова вартість перевезень кварциту становить понад 6,1 млн грн на рік, собівартість перевезень тони вантажу промисловим залізничним транспортом – 19,91 грн/т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Корисні копалини Сумської області : СумДПУ імені А.С. Макаренка <http://aokornus.at.ua/BOOKS/korysni.pdf> (дата звернення 17.05.2023).
2. Глухівський кар'єр кварцитів. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=UAv8wv2hkMY> (дата звернення 17.05.2023).
3. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. – Д. : Донбас, 2004. – Т. 1 : А – К. – 640 с.
4. Кварц. Матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%86%D0%B8%D1%82> (дата звернення 17.05.2023).
5. Губенко В. К. Загальний курс промислового транспорту : навчальний посібник / В. К. Губенко, В. Е. Парунакян. - К. : УМК ВО, 1992. - 272 с.
6. Глухівський кар'єр кварцитів віддали в управління компанії Олександра Ярославського : Незалежне Інформаційне агентство NADRA.INFO. URL: <https://nadra.info/2022/10/the-glukhiv-quartzite-quarry-was-handed-over-to-the-management-of-oleksandr-yaroslavskys-company/> (дата звернення 17.05.2023).
7. Бабушкін Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : навч. посібник для вузів. К. : ІСДО, 1993. 190 с.
8. Правила обслуговування залізничних під'їзних колій : Наказ Міністерства транспорту України від 21.11.2000 №644, поточна редакція. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0875-00#Text> (дата звернення 17.05.2023).

9. Ставки плати за використання власних вагонів перевізника АТ "Укрзалізниця : Офіційний сайт АТ «Укрзалізниця». URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/stavky/stavky23/

10. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

11. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2020. – 36 с.