

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ВИВАНТАЖЕННЯ СИРОВИНИ НА ПІДЇЗНІЙ КОЛІЇ
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» СТАНЦІЇ ПРИМИКАННЯ ЗАПОРІЖЖЯ-ЛІВЕ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи Тз-811сп2

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

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

ГАВРИЛОВ В.В.
(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ПАДЧЕНКО О.О.
(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ДУДАРЕНКО О.В.
(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

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
« 20 » травня 2024 року

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

ГАВРИЛОВА Владислава Віталійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація вивантаження сировини на під'їзній колії ПАТ «Запоріжсталь» станції примикання Запоріжжя-Ліве
керівник проєкту (роботи) ПАДЧЕНКО Олена Олександрівна,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» травня 2024 року №248

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2024 р.

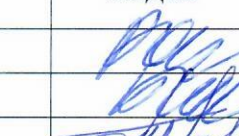
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча транспортно-технологічна система доставки та вивантаження сировини, технологічні графіки перевезень, існуючі обсяги перевезень, графіки обробки составів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити 1. Аналітична частина. 2. Розрахункова частина. 2.1 Аналіз рівень завантаження вагонів аглорудою та гранульованим шлаком, 2.2 Визначення обсягів перевезень аглоруди та гранульованого шлаку, 2.3 Визначення обсягів перевезень аглоруди та гранульованого шлаку, 2.4 Розробки технологічного графіку обробки составів в системі Південна – Рудна, 2.5 Розробки технологічного графіку обробки составів в системі Рудна – Південна – Східна, 2.6 Розробки технологічного графіку обробки составів в системі Східна – Гранбасейн, 2.7 Розробки технологічного графіку обробки составів з аглорудою та шлаком на станції Східна, 2.8 Розробки графіку обороту составів з аглорудою 3. Економічна частина

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

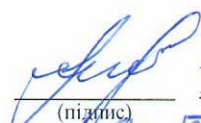
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ПАДЧЕНКО О.О., старш. викл.		
2	ПАДЧЕНКО О.О., старш. викл.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		

7. Дата видачі завдання «20» травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

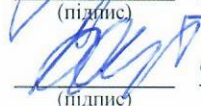
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 20.06.	

Студент(ка)


(підпис)

Владислав ГАВРИЛОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ПАДЧЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 55 с., 26 рис., 4 табл., 11 джерел.

ВАНТАЖ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, МЕТАЛУРГІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ПІД'ЇЗНА КОЛІЯ.

Об'єкт дослідження – транспортна система вивантаження сировини на під'їзній колії підприємства «Запоріжсталь», яка примикає до станції Запоріжжя-Ліве.

Мета роботи – розрахунок технічних та економічних показників вивантаження сировини на під'їзній колії металургійного підприємства «Запоріжсталь».

Методи дослідження – аналітичний, статистичний та графічний аналіз.

В роботі проаналізовані довоєнні обсяги перевезень сировини на підприємство Запоріжсталь. Обрано процес перевезення аглоруди в контексті післявоєнного відновлення. Вирішена практична задача та визначені техніко-економічні показники процесу вивантаження аглоруди на під'їзній колії підприємства, яка примикає до станції Запоріжжя-Ліве. Виконані техніко-економічні розрахунки, побудовані технологічні графіки, визначено витрати на перевезення.

ЗМІСТ

	C.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Характеристика роботи комбінату «Запоріжсталь» в умовах військового вторгнення в Україну	8
1.2 Характеристика супутньої продукції комбінату	16
1.3 Характеристика технології навантаження аглоруди	17
1.4 Загальна характеристика станцій, які задіяні в організації перевезень аглоруди	18
1.5 Постановка завдань щодо організації перевезень аглоруди	8
2 Розрахункова частина	24
2.1 Аналіз рівень завантаження вагонів аглорудою та гранульованим шлаком	24
2.2 Визначення обсягів перевезень аглоруди та гранульованого шлаку	27
2.3 Розробки технологічного графіку обробки составів з аглорудою в системі Східна – Південна	28
2.4 Розробки технологічного графіку обробки составів в системі Південна - Рудна	33
2.5 Розробки технологічного графіку обробки составів в системі Рудна – Південна – Східна	36
2.6 Розробки технологічного графіку обробки составів в системі Східна – Гранбасейн	37
2.7 Розробки технологічного графіку обробки составів з аглорудою та шлаком на станції Східна	38

2.8 Розробки графіку обороту составів з аглорудою	39
3 Економічна частина	44
3.1 Технічні показники доставки сировини	44
3.2 Розрахунок витрат на доставку аглоруди на комбінат Запоріжсталь	47
Висновки	53
Перелік джерел посилення	54

ВСТУП

В дипломній роботі виконано організацію перевезень аглоруди до комбінату Запоріжсталь в умовах післявоєнного відновлення. Дана сировина входить до переліку найбільш масових вантажів, які отримує дане металургійне підприємство.

В довоєнний період постачання здійснювались зі станції Дніпрорудна. Особливістю перевезень є необхідність доставки у зворотному напрямку доменного шлаку, який використовується для укріплення шахт, з яких виймається агломераційна руда.

Руда даного видобутку характеризується високим вмістом заліза, що надає можливість використання її без використання технологічно процесу збагачення.

Коротка тарифна відстань перевезень – 145 км – сприяє побудові міцних логістичних ланцюгів постачання, особливо, враховуючи можливість завантаження вагонів у зворотному напрямку.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика роботи комбінату «Запоріжсталь» в умовах військового вторгнення в Україну

Знаходячись неподалік прифронтової зони, комбінат «Запоріжсталь» [1] залишається стійким флагманом вітчизняної металургії, очолюючи п'ятірку найбільших підприємств, які залишаються та працюють на підконтрольній території України.

Маючи в своєму арсеналі 4 доменні печі, з березня 2023 року використовуються 3 з них - 2,3,4 [2]. Протягом останнього року комбінатом вироблено 2,7 млн тонн чавуну, 2,5 млн тонн сталі, 2 млн тонн металопродукції.

У порівнянні, найближчий гігант металургії – АрселорМіттал у Кривому Розі працює лише з використанням однієї доменної печі з чотирьох, що відповідає 20-30% планової потужності [2].

Ще одне підприємство – Каметсталь у місті Дніпро було здатним використовувати дві доменні печі з трьох у наявності.

Підприємству Запоріжсталь притаманні усі можливі етапи металургійного виробництва окрім видобутку рудних матеріалів:

- виробництво агломерату шляхом використання 6-ти агломашин, оснащених сучасним обладнанням, яке суттєво зменшує викиди на навантаження на навколишнє середовище та мешканців міста Запоріжжя;
- виробництво рідкого чавуну (доменне), яке дозволяє реалізовувати як готовий чавун, так і використовувати його для власних потреб – виготовлення виливниць ливарним підрозділом; проте стратегічно важливим головним потоком чавуну є спрямованність його

найбільшої частки до мартенівського виробництва з метою отримання більш наукоємного продукту – металопрокату;

- виготовлення сталі мартенівським способом дозволяє, за необхідності, її реалізації у вигляді слябів – товстих залізних заготівель;
- виготовлення металопрокату трьома прокатними цехами та двома їх відділеннями.

Аглоруда доставляється до рудного двору шляхом вивантаження залізничних вагонів на вагоноперекидачі. З приймальної траншеї руда переміщується до штабелів (рисунок 1.1), де шляхом суміщення різних матеріалів утворюється шихта для агломерації – процесу спікання на конвеєрі при високотемпературному впливу на цю шихту.



Рисунок 1.1 – Рудний двір

Виготовлений агломерат доставляється від агломашин до доменного цеху. На рисунку 1.2 показаний процес вивантаження агломерату, який супроводжується виділенням пилу.



Рисунок 1.2 – Процес вивантаження агломерату
до бункерів доменних печей

Окрім агломерату, який основним залізовмісним продуктом, до доменної печі додають флюси, кокс та інші матеріали, щоб забезпечити виконання певних хімічних процесів, які сприяють виведенню шкідливих домішок та забезпечують виробництва чавуну заданої якості та складу.

Чавун заливається у ковші (рисунок 1.3) та доставляється відповідно від плану виробництва та оперативного завдання:

- до мартенівського цеху;
- до розливних машин та, надалі, до складу чушкового холодного чавуну;
- до підрозділів ливарного виробництва.



Рисунок 1.3 – Перевезення чавуну у чавуновозах

Вже на цій стадії маємо готову продукцію, яку можна реалізувати (рисунок 1.4), проте основний технологічний процес підприємств більш складний.



Рисунок 1.4 – Чушковий чавун металургійного комбінату

В обтискному цеху з отриманих при розливі в мартенівському цеху заготівель слябів (які також є продукцією для реалізації – рисунок 1.5) виготовляють тонкий прокат – рисунок 1.6 [1,3].



Рисунок 1.5 – Відвантаження слябів споживачам

Шляхом пропуску між валками товстий шар металу поступово зменшується за товщиною, в кінці цього шляху він змотується у рулон розжареної сталі – рисунок 1.7 [1,3].



Рисунок 1.6 – Прокатка сталі



Рисунок 1.7 – Рулон гарячекатаного прокату

Після охолодження рулони переводяться в положення «на торець» (рисунок 1.8) та конвеєром передаються до цеху холодної прокатки [3].

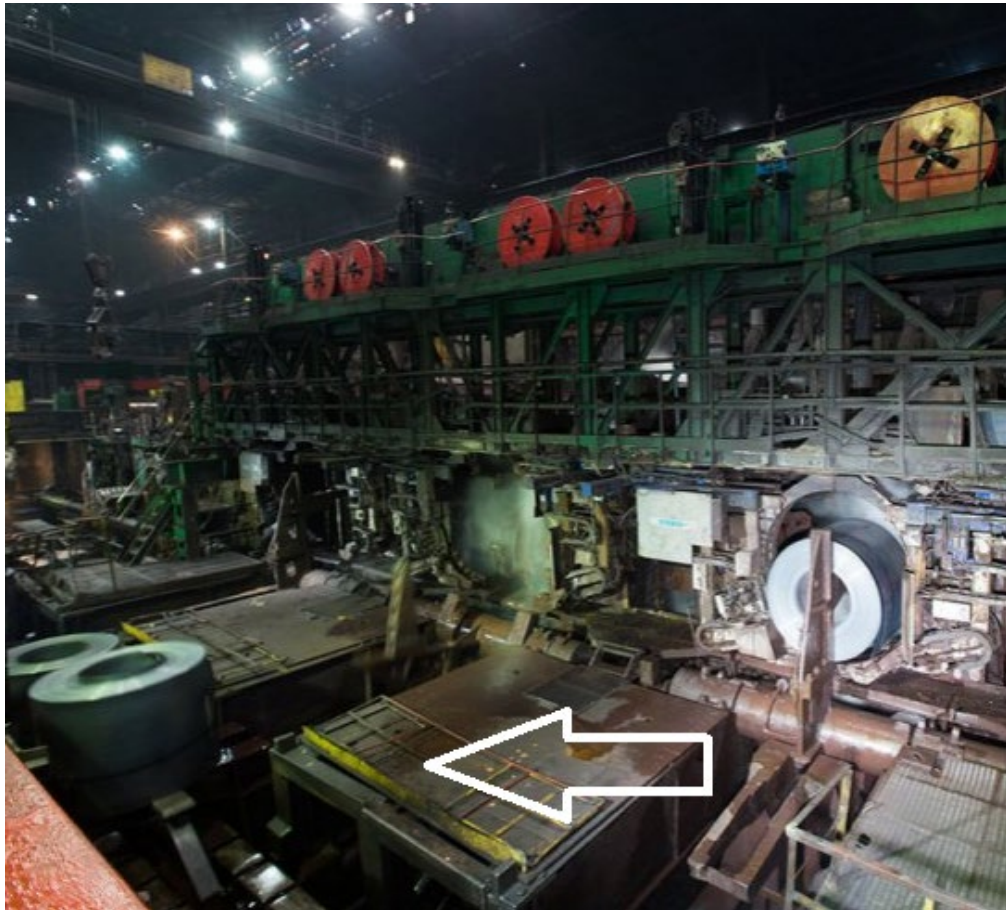


Рисунок 1.8 – Переведення рулонів в транспортне положення при доставці до цеху холодної прокатки

Цех холодної прокатки забезпечує:

- якісну обробку поверхні металопродукту, витравлюючи кислотою окалину, яка утворилась внаслідок контакту поверхні розжареного металу з киснем повітря;
- ущільнення поверхні металопродукту, приведення її до більш гладкого стану;
- прокатку до більш тонкого шару металу в рулонах:

- порізку на аркуші різної товщини за потреби та вимоги замовника продукції.

Готова продукція потребує якісного пакування та обережного транспортування мостовими кранами з використанням менш «травмуючих» вантажозахоплювальних органів, наприклад – спеціальних скоб (рисунок 1.9 [1,3]).



Рисунок 1.9 – Переміщення готового металопрокату

До вантажного фронту металопрокат переміщується на візках з електроприводом, що рухаються по рейках.

1.2 Характеристика супутньої продукції комбінату

Окрім металопрокату, на Запоріжсталі виготовляється супутня продукція – шлак доменний, гранульований шлак. Дана продукція навантажується у вагони на станції Гранбасейн, що входить до складу Східного залізничного району комбінату (рисунок 1.10 [4]).



Рисунок 1.10 – Відкритий склад шлаку доменного виробництва

Маючи певні будівельні властивості, шлак використовується у виробництві цементу, а крім того, безпосередньо може використовуватись для заповнення пустот у шахтах, де видобувається залізна руда.

Тож в дипломній роботі врахуємо потребу у навантаженні вагонів, в яких завозиться аглоруда, гранульованим шлаком.

1.3 Характеристика технології навантаження аглоруди

Запорізький залізорудний комбінат має давні та тісні зв'язки з комбінатом Запоріжсталь, перервані військовим вторгненням в Україну [1-3].

Традиційно, для навантаження аглоруди використовується екскаваторна техніка, що показано на рисунку 1.11. Руда зберігається у штабелях на відкритих складах.



Рисунок 1.11 – Навантаження руди до залізничних вагонів екскаватором

Для вивантаження гранульованого шлаку використовується вагоноперекидач.

1.4 Загальна характеристика станцій, які задіяні в організації перевезень аглоруди

При доставці агломераційної руди, після прибуття її на станцію Запоріжжя-Ліве, залізничні состави з нею передаються на Запоріжсталь, де проходять певні транспортно-технологічні процедури, характеристика яких представлена у таблиці 1.1 [5].

Таблиця 1.1 – Характеристика транспортно-технологічних процесів з вагонами з аглорудою на промислових станціях комбінату Запоріжсталь

Номер етапу	Станція або перегін	Процес	Колії, які забезпечують процес
1	Запоріжжя Ліве, парк А – Східна	Рух составу з аглорудой по перегону	перегін
2	Східна	Зважування аглоруди у вагонах	35, 35а
3	Східна	Прослідкування станції без зупинка	19, 20
4	Східна – Південна	Рух составу з аглорудой по перегону	перегін

Продовження таблиці 1.1

Номер етапу	Станція або перегін	Процес	Колії, які забезпечують процес
5	Південна	Прийом, огляд вагонів, обробка составу	10-12
6	Південна	Розформування, розділення составу на подачі	10-12
7	Південна	Витягування у витяжку	24
8	Південна	Рух составу вагонами уперед через паркові колії	9
9	Південна-Рудна	Рух составу з аглорудой по перегону	перегін
10	Рудна	Прийом составу, відпуск гальм, роз'єднання рукавів	5, 6
11	Рудна	Подавання вагонів на вантажний фронт вагоноперекидача	3

Продовження таблиці 1.1

Номер етапу	Станція або перегін	Процес	Колії, які забезпечують процес
12	Рудна	Вивантаження	3
13	Рудна	Перестановка вагонів на фронт очищення, очищення від залишків аглоруди	1а
14	Рудна	Перестановка вагонів на колію накопичення составів, накопичення порожніх вагонів	4
15	Рудна	Огляд, обробка составу	4
16	Рудна - Південна	Рух составу по перегону	перегін
17	Рудна	Прослідкування станції Південна	9
18	Південна - Східна	Рух составу по перегону	перегін
19	Східна	Прийом, огляд вагонів, обгін локомотива	1-8

Продовження таблиці 1.1

Номер етапу	Станція або перегін	Процес	Колії, які забезпечують процес
20	Східна - Гранбасейн	Рух составу по перегону	перегін
21	Гранбасейн	Постановка вагонів на фронт навантаження, навантаження вагонів граншлаком	
22	Гранбасейн	Огляд, переставляння вагонів на вагову колію, зважування вагонів, дозування та повторне зважування	
23	Гранбасейн-Східна	Рух составу по перегону	перегін
24	Східна	Перестановка вагонів на колію формування составу на відправлення	12, 13

Кінець таблиці 1.1

Номер етапу	Станція або перегін	Процес	Колії, які забезпечують процес
25	Східна	Об'єднання составу з граншлаком з порожніми вагонами, які надійшли на Східну	12, 13
26	Східна	Огляд, обробка составу, випробування гальм	12, 13
27	Східна – Запоріжжя-Ліве, парк А	Рух составу по перегону	перегін

1.5 Постановка завдань щодо організації перевезень аглоруди

Локальні задачі, які потрібно вирішити для організації перевезень аглоруди та доставки у зворотному напрямку порожніх вагонів та вагонів із граншлаком:

- проаналізувати рівень завантаження вагонів аглорудою та гранульованим шлаком;

- обрати модель піввагону;
- визначити тривалість руху составів за межами підприємства;
- розробити технологічні графіки обробки составів:
 - з аглорудою на станції Південна (з моменту прийому на підприємство);
 - з організації вивантаження частини вагонів з составу, які будуть навантажені граншлаком;
 - з організації навантаження граншлаку на Гранбасейні;
 - з організації вивантаження частини вагонів з составу, які будуть відправлені з комбінату у порожньому стані;
 - з формування составу з порожніми та завантаженими граншлаком вагонами на станції Східна (враховуючи рух до станції Запоріжжя-Ліве);
- визначити технічні та економічні показники організації перевезень.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз рівень завантаження вагонів аглорудою та гранульованим шлаком

Рівень завантаження вагонів аглорудою характеризує вибірка спостережень:

0,53; 0; 0; 0; 1,92; 0; 1,92; 0; 0; 0; 0; 1,34; 0; 1,1; 0; 0; 0; 1,75; 1,16; 0; 0; 1,66; 0; 0; 1,84; 0; 0; 0; 0; 1,49; 0; 0; 1,19; 1,12; 0; 0; 1,99; 0; 0; 0; 0; 1,57; 0; 0; 0; 2,7; 1,85; 1,54; 1,36; 2,55; 0,88; 2,02; 2,8; 2,86; 2,39; 2,12; 2,5; 1,74; 1,41; 1,59; 3,9; 0,65; 2,21; 0,62; 2,61; 3,04; 2,61; 2,71; 2,96; 1,64; 2,32; 2,83; 2,18; 0; 2,61; 3,12; 3,26; 3,16; 2,37; 2,11; 2,82; 0; 2,48; 0; 1,87; 2,8; 2,85; 2,95; 1,04; 2,54; 1,71; 1,16; 2,56; 1,46; 2,25; 2,69; 0; 1,5;

після аналізу якої отримані статхарактеристики [6] і побудовано діаграму розподілу величини недовантаження аглоруди у тоннах, яку представлено на рисунку 2.1.

Недовантаження аглоруди у вагонах:

Мінімальне недовантаження	0 т;
Макс недовантаження	3,9 т;
Обсяг вибірки	100 значень;
Середнє недовантаження	1,3 т;
Кількість інтервалів	8;
Інтервал	0,49 т;
Станд. відхилення	1,16 т.

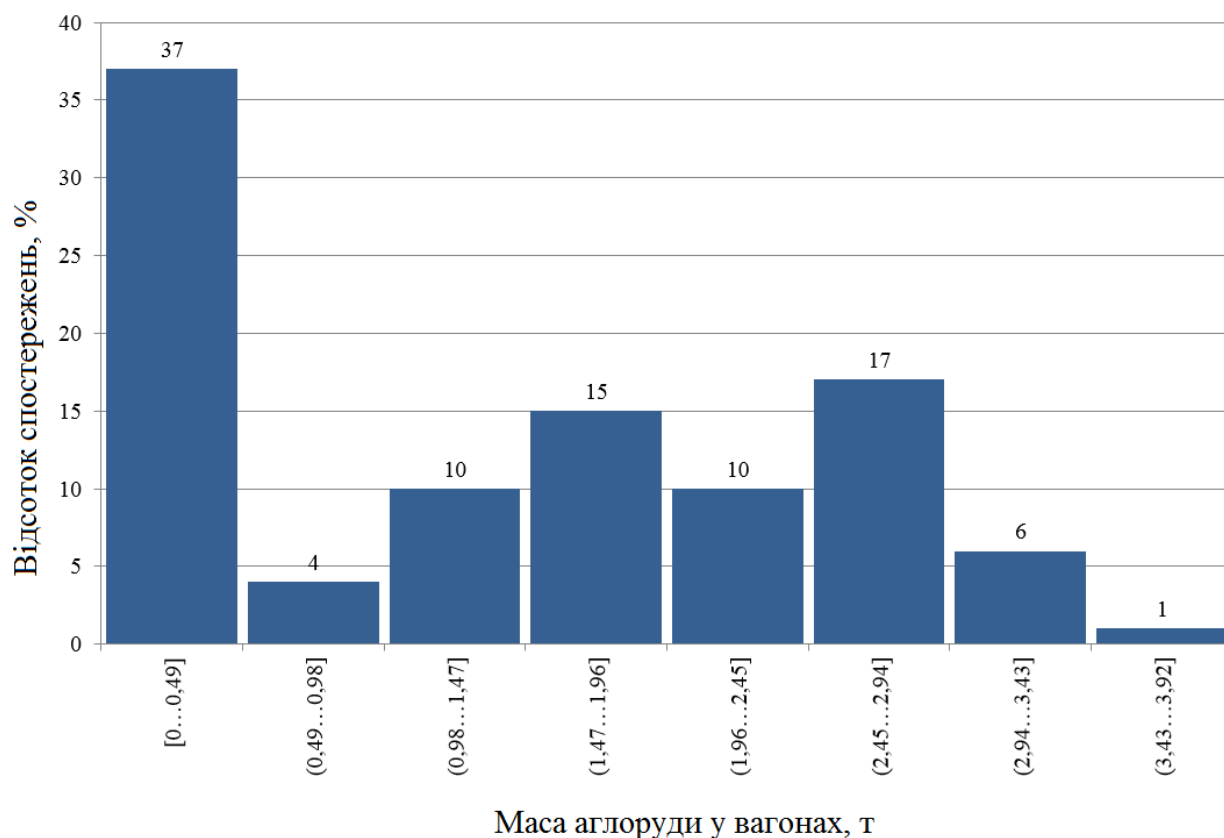


Рисунок 2.1 – Діаграма розподілу величини недовантаження аглоруди

Залежності рівня недовантаження від вантажопідйомності вагону не виявлено, тож приймаємо для перевезень вагон моделі 12-4106 виробництва Крюківського вагонобудівного заводу.

Головні характеристики вагону моделі 12-4106 [7]:

- вантажність – 70 тонн;
- тара – 23 тонни;
- місткість кузову – 78 м³;
- довжина кузову внутрішня – 12 674 мм;
- ширина кузову внутрішня – 3 000 мм;
- висота кузову внутрішня – 2 070 мм;
- призначення – перевезення сипких та штучних вантажів, з урахуванням можливості розвантаження на вагоноперекидачі.

Загальний вигляд вагону моделі 12-4106 показаний на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Вагон-платформа для лісоматеріалів виробництва
Дніпровагонмаш

Характеристики недовантаження вагонів граншлаком мають наступні характеристики:

Мінімальне недовантаження	0,15 т;
Макс недовантаження	0,5 т;
Середнє недовантаження	0,3 т;
Станд. відхилення	0,05 т.

Діаграма розподілу величини недовантаження граншлаку показана на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Діаграма розподілу величини недовантаження граншлаку

2.2 Визначення обсягів перевезень аглоруди та гранульованого шлаку

Згідно завданню, плановий добовий вантажопотік аглоруди до комбінату становить:

1,4 млн т/рік;

відповідно, на добу вантажопотік становить:

$$1400\,000 / 365 = 3836 \text{ т.}$$

Враховуючи середнє недовантаження, у вагоні перевозиться

$$70 - 1,3 = 68,7 \text{ тонн аглоруди.}$$

Добовий вантажопотік у вагонах:

$$3836 / 68,7 = 56 \text{ вагонів, або 1 маршрутний состав на добу.}$$

Виконаємо розробку технологічних графіків з урахуванням завантаження 20 вагонів в кожному составі граншлаком.

2.3 Розробки технологічного графіку обробки составів з аглорудою в системі Східна - Південна

Характеристику колійної інфраструктури в системі Східна - Південна представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика колійної інфраструктури в системі Східна - Південна

Номер колії	Найменування	Місткість у вагонах	Межі колії	
			Від	До
Станція Східна				
1	Приймально-відпр., сортув.	20	57	66

Продовження таблиці 2.1

Номер колії	Найменування	Місткість у вагонах	Межі колії	
			Від	До
Станція Східна				
1	Приймально-відпр., сортув.	20	57	66
2	Приймально-відпр., сортув.	20	57	66
3	Приймально-відпр., сортув.	24	59	64
4	Приймально-відпр., сортув.	23	59	64
5	Приймально-відпр., сортув.	33	53	60
6	Приймально-відпр., сортув.	31	53	60
7	Приймально-відпр., сортув.	34	55	56
8	Приймально-відпр., вагова	47	37	54
9	Приймально-відпр., сортув.	52	39	28
10	Приймально-відпр., сортув.	48	29	34
11	Приймально-відпр., сортув.	45	29	38
12	Приймально-відпр., сортув.	41	19	44

Продовження таблиці 2.1

Номер колії	Найменування	Місткість у вагонах	Межі колії	
			Від	До
Станція Східна				
13	Приймально-відпр., сортув.	42	19	44
14	Приймально-відпр., сортув.	40	23	42
15	Приймально-відпр., сортув.	40	23	42
16	Приймально-відпр., сортув.	33	89	48
17	Приймально-відпр., сортув.	30	87	48
18	Приймально-відпр., сортув.	30	87	46
19	Приймально- відправна колія	63	11	32
19а	Приймально- відправна колія	59	11	84
20	Приймально- відправна колія	64	9	68
40	Приймально- відправна колія	27	51	52
Станція Південна				
1	Приймально-відпр., сортув.	20	43	100

Продовження таблиці 2.1

Номер колії	Найменування	Місткість у вагонах	Межі колії	
			Від	До
Станція Південна				
2	Приймально-відпр., сортув.	20	43	100
3	Приймально-відпр., сортув.	22	41	102
4	Приймально-відпр., сортув.	26	39	102
5	Приймально-відпр., сортув.	37	37	96
6	Приймально-відпр., сортув.	42	37	94
7	Приймально-відпр., сортув.	49	35	90
8	Приймально- відправна колія	56	25	86
9	Приймально- відправна колія	52	23	68
10	Приймально-відпр., сортув.	54	23	66
11	Приймально-відпр., сортув.	53	33	76
12	Приймально-відпр., сортув.	53	33	76
1/1АП	Вагова колія	17	1А	1

Кінець таблиці 2.1

Номер колії	Найменування	Місткість у вагонах	Межі колії	
			Від	До
Станція Південна				
22	Відстою	5	45	туп. упор
22а	Колія ЦПУіРК	2	45	туп. упор
23	Витяжна та екіпірування піском	12	11	туп. упор
24	Витяжна	17	1А	3

Технологічний графіку обробки составів з аглорудою в системі Східна – Південна представлений на рисунку 2.4.

Найменування операцій	Час, годин				Виконавці
	1	2	3	4	
Рух зі ст. Зап.Ліве, зважування	■				Лок. бриг. ЦТВС
Транзит через Східну		■			Лок. бриг., ДСП
Рух до ст. Південна		■			Лок. бриг.
Приб., закріпл., виїзд п. лок-ву			■		Лок. бриг., ДСП
Огляд, обробка составу		■	■		Оглядач вагонів
Загальна тривалість	■	■	■		

Рисунок 2.4 – Технологічний графіку обробки составів з аглорудою в системі Східна – Південна

Згідно даному рисунку тривалість обробки составів з аглорудою в системі Східна – Південна складає 1,5 години.

2.4 Розробки технологічного графіку обробки составів в системі Південна - Рудна

На рисунку 2.5 приведений технологічний графік обробки составів з аглорудою в системі Південна – Рудна.

На цьому графіку показаний процес подачі на вантажний фронт трьох подач із аглорудою та відокремлені підсумки тривалості подавання вагонів та тривалості їх вивантаження.

Це дає можливість розробки наступного графіку, за яким необхідно встановити наявну кількість порожніх вагонів.

Орієнтовно, з огляду на побудований графік на рисунку 2.5, можна зробити висновки:

- витрати на маневрову роботу з подачею вагонів становлять 1 годину, кількість подач – $56/15 = 4$.
- на момент доставки 2-ї подачі, подача 1 – 15 вагонів буде вивантажена, проте не всі вагони з неї будуть очищені;
- на момент доставки 3-ї подачі кількість вивантажених вагонів буде сягати 30 одиниць.

Відповідно, при подаванні 3-ї подачі, очікується наявність понад 20 порожніх вагонів, які зможе забрати даний маневровий локомотив станції Південна чи поїзний локомотив зі станції Східна (останній може доставити вагони не тільки до станції Східна, а й далі – до станції Гранбасейн). Локомотиво-складацька бригада станції Південна обслуговує, як правило, лише станції Південного району.

Найменування операцій	Час, годин				Виконавці
	1	2	3	4	
Заїзд лок-ву, підготовка подачі	■	■	■		Лок. бриг., ДСП
Рух у витяжку	■	■	■		Лок. бриг.
Пригот. маршруту на Рудну, відпр.	■	■	■		Лок. бриг., ДСП
Рух по станції Південна	■	■	■		Лок. бриг.
Рух по перегону до Рудної	■	■	■		Лок. бриг.
Прибуття, роз'єднання рукавів	■	■	■		Лок. бриг.
Подача на колію вивантаження	■	■	■		Лок. бриг.
Захопл. штовхачем, виїзд пок-ву	■	■	■		Лок. бриг., маш. штов.
Пригот. маршр. на Південну, відпр.	■	■	■		Лок. бриг., ДСП
Рух по перегону до Південної	■	■	■		Лок. бриг.
Вивантаження вагонів		■	■	■	Працівн. дом. цеху
Загальна тривалість обслуг. подач	■	■	■		
Отрим. завдання на маневр. роботу	■	■	■		Лок. бриг., ДСП
Загальна тривалість 3-х подач	■	■	■		

Рисунок 2.5 – Технологічний графік обробки составів з аглорудою в системі Південна – Рудна

На рисунку 2.6 наведено технологічний графік формування составу у кількості не менше 20 порожніх вагонів на станції Рудна для передачі на навантаження граншлаком.

Найменування операцій	Час, годин				Виконавці
	1	2	3	4	
Вивантаження подач 15 вагонів	■	■	■		Працівн. до. цеху
Подавання на очищення 7 вагонів	■	■	■		Лок. бриг.
Очищення 7 вагонів		■	■	■	Вантажники
Перестановка на колію накопич.		■	■	■	Лок. бриг.
Тривалість накоп. 20 + ваг.		■	■	■	Лок. бриг.
Заїзд лок. під состав, підг., відпр.				■	Лок. бриг., ДСП
Загальний час від початку вивантаж.	■	■	■		

Рисунок 2.6 – Технологічний графік формування составу не менше 20 порожніх вагонів на станції Рудна.

Тривалість формування даного составу становить дві години від моменту початку вивантаження вагонів на вагоноперекидачі, або 2,75 – від прибуття на Південну. Використовуємо для його вивозу локомотив станції Східна.

Переходимо до розробки технологічного графіку обробки составів в системі Рудна – Південна – Східна.

2.5 Розробки технологічного графіку обробки составів в системі Рудна – Південна - Східна

Технологічний графік обробки составів в системі Рудна – Південна – Східна показаний на рисунку 2.7.

Найменування операцій	Час, годин				Виконавці
	1	2	3	4	
Рух резервом зі Східної на Рудну	■				Лок. бриг., ДСП
Заїзд під состав, обробка, відпр.		■			Лок. бриг.
Рух до Південної		■			Лок. бриг.
Рух до Східної		■			Лок. бриг.
Прибуття, закріпл., огляд вагонів		■			Лок. бриг., оглядачі
Обгон локомотиву		■			Лок. бриг.
Очікув. готовності составу		■			Лок. бриг.
Заїзд під состав, обробка, відпр.			■		Лок. бриг., ДСП
Загальний час	■	■	■		

Рисунок 2.7 – Технологічний графік обробки составів в системі Рудна – Південна – Східна

На рисунку 2.7 тривалість обробки складає 1,75 години.

2.6 Розробки технологічного графіку обробки составів в системі Східна - Гранбасейн

На рисунку 2.8 показаний технологічний графік обробки составів в системі Східна – Гранбасейн з прибуття та розстановки вагонів на вантажних фронтах.

Найменування операцій	Час, годин				Виконавці
	1	2	3	4	
Рух зі Східної на Гранбасейн	■				Лок. бриг., ДСП
Прибуття	■				Лок. бриг., ДСП
Розстановка вагонів на фр. навант.		■			Лок. бриг.
Загальний час	■				

Рисунок 2.8 – Технологічний графік обробки составів в системі Східна – Гранбасейн з прибуття та розстановки вагонів на вантажних фронтах

Тривалість обробки на Гранбасейні з прибуття та розстановки вагонів на вантажних фронтах складає 0,75 години.

Час навантаження кожної з партій по 10 вагонів із урахуванням зважування та дозування вагонів становить 1 годину на вагон, тобто загальний час навантаження становить 10 годин.

Після цього локомотив станції Східна забирає завантажені вагони зі станції Гранбасейн.

Технологічний графік обробки составів в системі Східна – Гранбасейн з вивезення вагонів із граншлаком показаний на рисунку 2.9.

Найменування операцій	Час, годин								Виконавці
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Рух резервом зі Східної на Гранбас.	■								Лок. бриг., ДСП
Прибуття		■							Лок. бриг., ДСП
Огляд, збирання вагонів у состав			■						Лок. бриг.
Обробка, приг. маршр., відправл.				■					Лок. бриг., ДСП
Загальний час	■	■							

Рисунок 2.9 – Технологічний графік обробки составів в системі Східна – Гранбасейн з вивезення вагонів із граншлаком

Час обробки составів в системі Східна – Гранбасейн з вивезення вагонів із граншлаком становить 1 годину.

2.7 Розробки технологічного графіку обробки составів з аглорудою та шлаком на станції Східна

Технологічний графік обробки составів з аглорудою та шлаком на станції Східна показаний на рисунку 2.10.

Найменування операцій	Час, годин				Виконавці
	1	2	3	4	
Підстановка вагонів з гранш. до порож.	█				Лок. бриг., ДСП
Закріпл., виїзд локомотиву	█				Лок. бриг., ДСП
Огляд, обробка составу на відпр.	█	█			Оглядачі вагонів
Заїзд локомотиву, випр. гальм		█			Лок. бриг., оглядачі
Приг. маршруту, відправлення		█			Лок. бриг., ДСП
Рух по перегону до ст. Зап. Ліве		█			Лок. бриг.
Загальний час	█	█	█		

Рисунок 2.10 – Технологічний графік обробки составів з аглорудою та шлаком на станції Східна

Час обробки составів з аглорудою та шлаком на станції Східна становить 1,7 години.

2.8 Розробки графіку обороту составів з аглорудою

При розробці графіку обороту составів з аглорудою враховуємо паралельність виконання наступних операцій:

- навантаження гранульованого шлаку в перші вивантажені та очищені 20 вагонів;
- вивантаження та очищення 2-х останніх подач вагонів.

Операції з навантаження тривають набагато більше, тож у загальному часі обороту составів враховуємо саме його.

Загальний час перебування вагонів на підприємстві складається з таких складових:

- приймання аглоруди – 1,5 год.;
- вантажні операції за максимальним часом їх виконання та урахуванням руху між вантажними фронтами:
 - 2,75 год. від прибуття на Південну до вивантаження та очищення 20 вагонів;
 - 1,75 год. з моменту відправлення з Рудної до відправлення на Гранбасейн;
 - 0,75 год. – на постановку на навантаження шлаком;
 - 10 год. – навантаження граншлаком;
 - 1 год. – вивезення граншлаку на ст. Східна –
 разом $2,75 + 1,75 + 0,75 + 10 + 1 = 16,25$ годин.
- 1,7 год. на з'єднання порожніх та завантажених партій на станції Східна та відправлення составу на станцію Запоріжжя-Ліве.

Загальний час становить:

$$1,5 + 16,25 + 1,7 = 19,45 \text{ годин.}$$

Середня тривалість перебування составу за межами комбінату за минулими періодами роботи у мирний час становила 52 години.

Графіку обороту составу з аглорудою, створений за допомогою TrainGraph [8] показаний на рисунку 2.11.

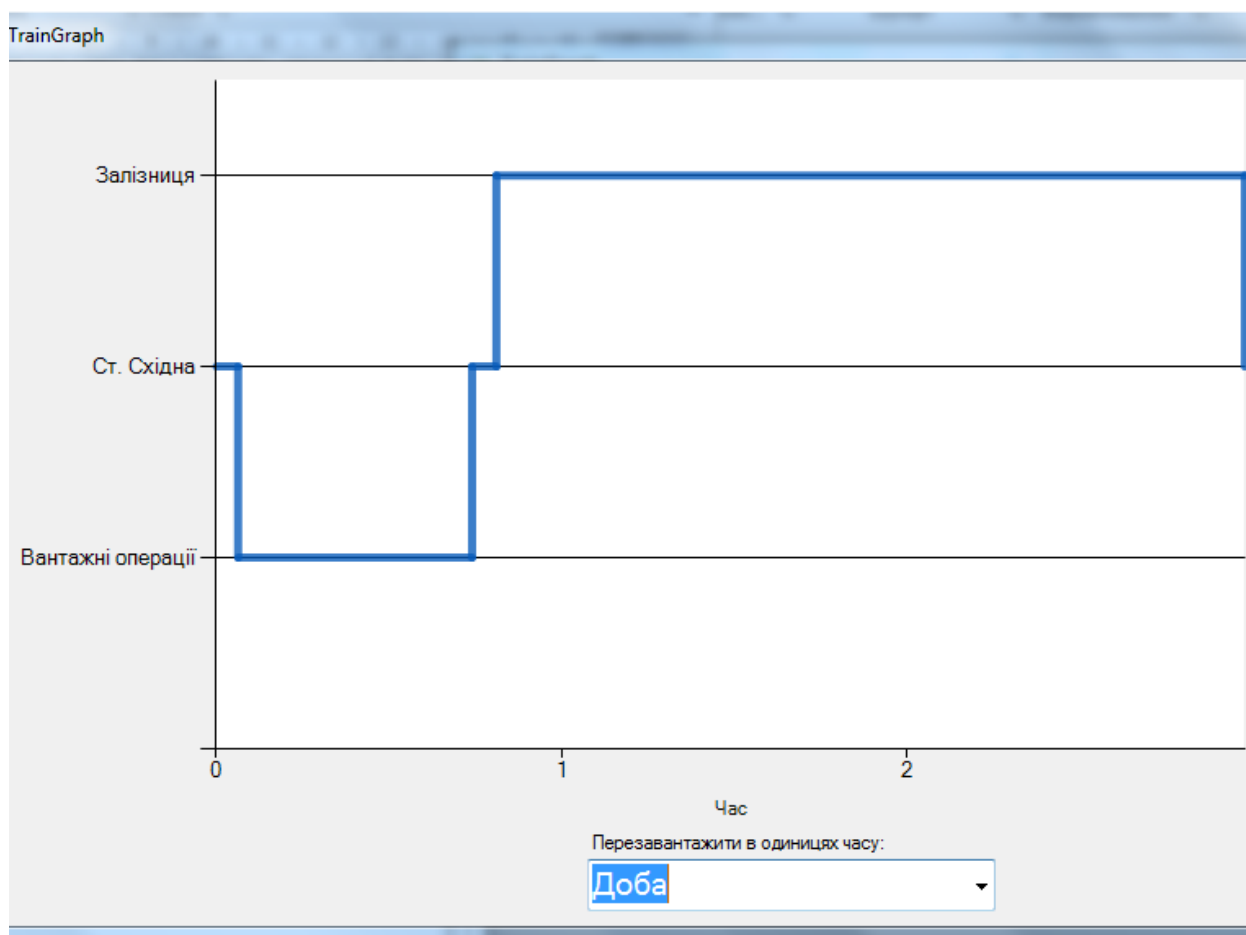


Рисунок 2.11 – Графіку обороту составу з аглорудою (один оборот)

Вихідні дані до побудови даного графіку показані на рисунку 2.12.

№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт
0	1,5	Ст. Східна	Вантажні операції
1	16,25	Вантажні операції	Ст. Східна
2	1,7	Ст. Східна	Залізниця
3	52	Залізниця	Ст. Східна

Рисунок 2.12 – Вихідні дані до побудови графіку

Графіку обороту составу з аглорудою на період – 1 місяць, показаний на рисунку 2.13, трьох составів – на рисунку 2.14.

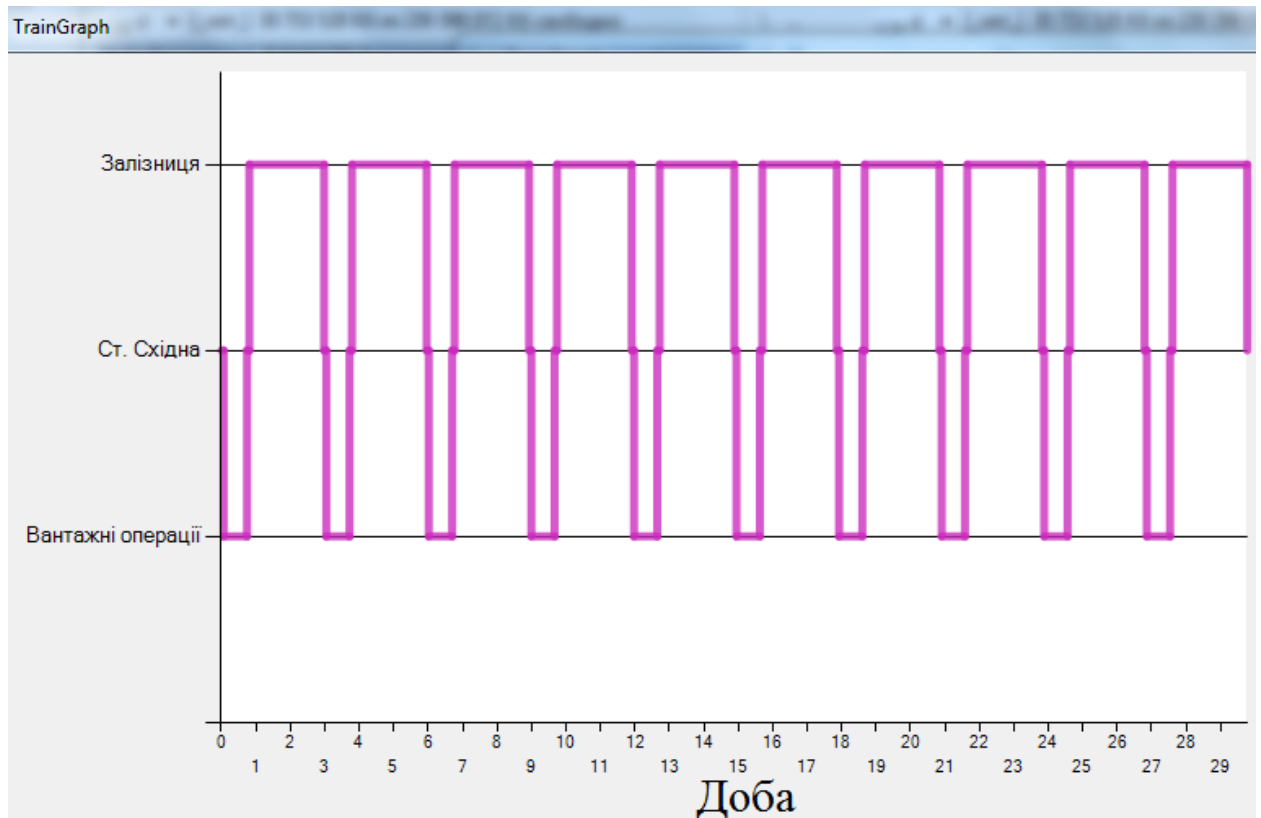


Рисунок 2.13 – Графіку обороту составу з аглорудою на місяць

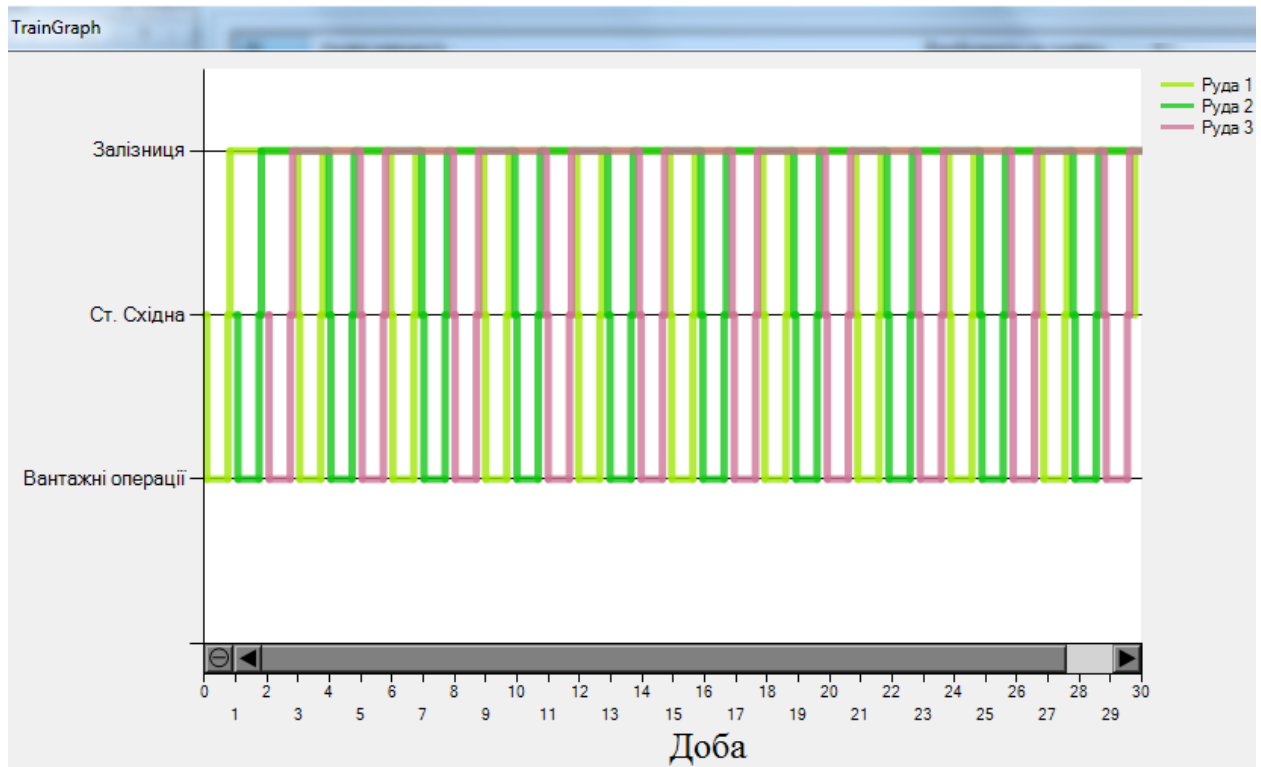


Рисунок 2.14 – Графіку обороту трьох составів з аглорудою на місяць

Шляхом збільшення масштабу графіку пересвідчуємось у відсутності проблем із роботою вантажних фронтів підприємства – рисунок 2.15.

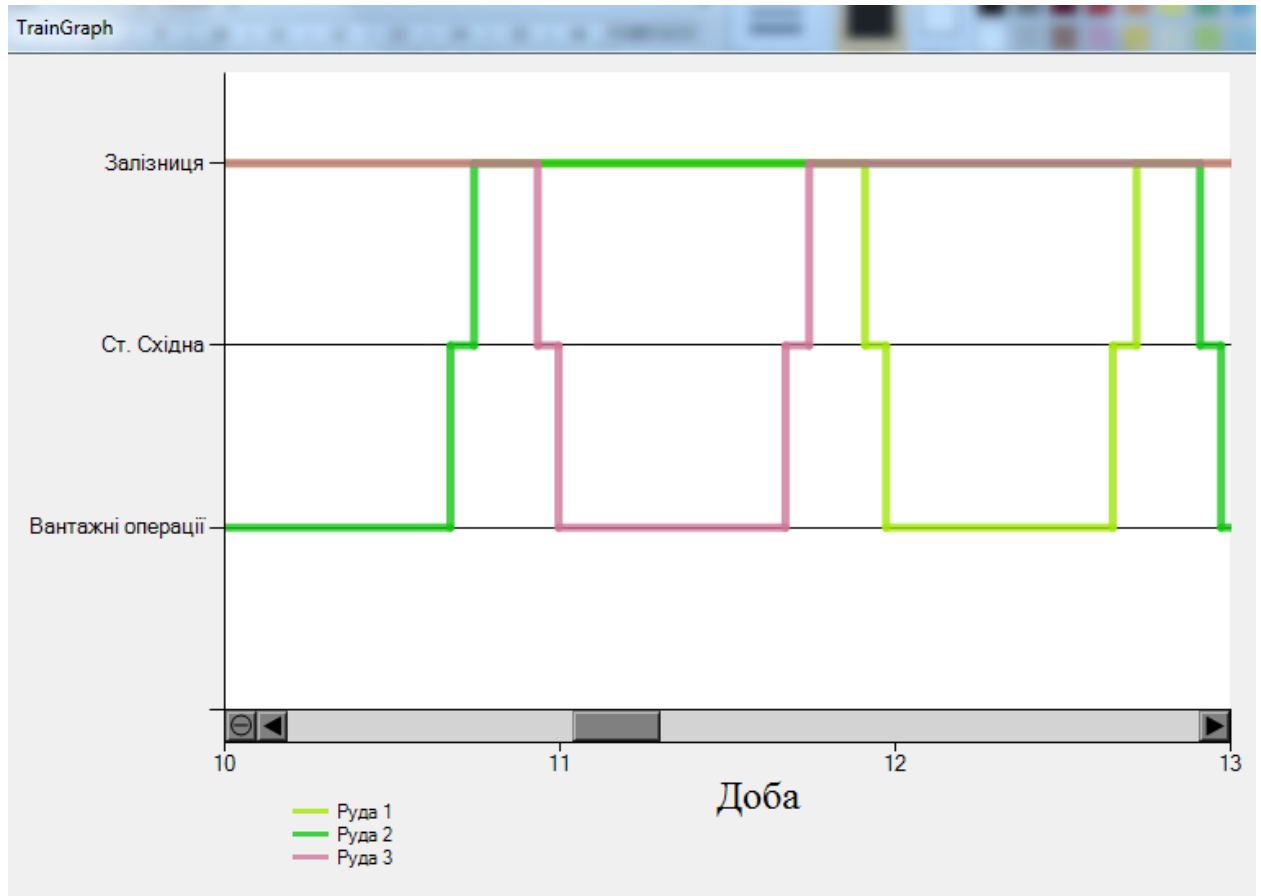


Рисунок 2.15 – Аналіз графіків обороту составів з аглорудою

Таким чином, необхідним є використання 3-х составів по 56 вагонів:

$$3 \cdot 56 = 168 \text{ вагонів.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технічні показники доставки сировини

В роботі вирішується завдання організації вивантаження сировини на під'їзній колії ПАТ «Запоріжсталь». В аналітичній частині розглянуті вантажопотоки та прийнято рішення опрацювати транспортну технологію доставки аглоруди, як одного з наймасовіших вантажів, що використовується на підприємстві. Роботу виконано в контексті післявоєнного відновлення країни.

Вихідні дані наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні параметри доставки аглоруди до комбінату Запоріжсталь

№ з/п	Параметр доставки аглоруди	Значення	Од. виміру
1	Заданий обсяг постачання аглоруди до підприємства Запоріжсталь	1 400 000	т/рік
2	Середньо-статистичний рівень завантаження піввагону	68,7	т/ваг.
3	Плановий обсяг надходження сировини у вагонах	20378	ваг. на рік

Продовження таблиці 3.1

№ з/п	Параметр доставки лісоматеріалів	Значення	Од. виміру
4	Плановий обсяг надходження сировини у вагонах на добу	56	ваг./добу
5	Плановий обсяг надходження сировини у маршрутних складах на добу	1	сост./добу
6	Кількість вагонів робочого парку, потрібних для перевезень аглоруд	168	вагонів
7	Вартість оренди 1 вагону	1400	грн/добу
8	Вартість тарифу доставки вагону аглоруд	10377	грн/ваг.
9	Кількість порожніх вагонів, що перевозяться під чергове навантаження аглоруд	13140	ваг/рік

Кінець таблиці 3.1

№ з/п	Параметр доставки лісоматеріалів	Значення	Од. виміру
10	Вартість тарифу доставки порожнього вагону після вивантаження аглоруди	1729	грн/ваг.
11	Собівартість перевезення тони вантажу на під'їзній колії	32	грн/т
12	Обсяг роботи локомотивів Південного та Східного районів	6,5	години на состав
11	Собівартість години роботи локомотиву	1265	грн/год.
12	Вартість вивантаження аглоруди на вагоноперекидачі	1800	грн/год.
13	Вартість очищення вагону після вивантаження аглоруди	256	грн/ваг.

В економічній частині не враховуємо вартість витрат із навантаження шлаку та тарифу за його доставку, оскільки ці витрати відносяться на споживача.

3.2 Розрахунок витрат на доставку аглоруди на комбінат Запоріжсталь

Підсумкові витрати Z_{agr} з доставки аглоруди визначимо згідно методик [9, 10] за формулою:

$$Z_{agr} = T_{agr} + T_{пагр} + C_{agr} + L_{ктн} + B_{ктн} + B_{впд} + B_{очр}, \quad (3.1)$$

де T_{agr} – тариф з доставки аглоруди, грн;

$T_{пагр}$ – тариф доставки порожніх вагонів після вивантаження аглоруди, грн;

C_{agr} – собівартість перевезень аглоруди на під'їзній колії комбінату Запоріжсталь, грн;

L_{agr} – вартість роботи локомотивів станцій Південна та Східна при виконанні маневрових робіт, грн;

$B_{пва}$ – вартість оренди піввагонів для аглоруди, грн;

$B_{впд}$ – вартість роботи вагоноперекидача доменного цеху, грн;

$B_{очр}$ – вартість очищення вагонів від залишків руди, грн.

Тариф T_{agr} з доставки аглоруди встановлюємо за наступною формулою:

$$T_{agr} = K_{agr} C_{тагр}, \quad (3.2)$$

де $K_{\text{агр}}$ – кількість перевезених вагонів з аглорудою, од./рік;
 $C_{\text{тагр}}$ – вартість тарифу, грн/ваг.

Розрахуємо $T_{\text{агр}}$ за формулою (3.2):

$$T_{\text{агр}} = 20378 \cdot 10377 = 211462506 = 211,46 \text{ млн грн/рік.}$$

Тариф $T_{\text{пагр}}$ доставки порожніх вагонів після вивантаження аглоруди, визначимо за формулою:

$$T_{\text{пагр}} = K_{\text{п}} C_{\text{п}}, \quad (3.3)$$

де $K_{\text{п}}$ – кількість відправлених протягом року перевезення порожніх вагонів після вивантаження аглоруди, од. на рік;

$C_{\text{п}}$ – тариф на перевезення порожніх вагонів після вивантаження аглоруди, грн/ваг.

Визначимо $T_{\text{пагр}}$ за формулою (3.3):

$$T_{\text{пагр}} = 13140 \cdot 1729 = 22719060 = 22,72 \text{ млн грн/рік.}$$

Собівартість $C_{\text{агр}}$ перевезень аглоруди на під'їзній колії комбінату Запоріжсталь встановлюємо за виразом:

$$C_{\text{агр}} = M_{\text{агр}} C_{\text{тр}}, \quad (3.4)$$

де $M_{\text{агр}}$ – обсяг аглоруди у тоннах;

$C_{\text{тр}}$ – собівартість перевезення за тонну, грн/т.

Встановимо C_{agr} за (3.4):

$$C_{agr} = 1400000 \cdot 32 = 44800000 = 44,8 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість L_{agr} роботи локомотивів станцій Південна та Східна при виконанні маневрових робіт визначимо за формулою:

$$L_{agr} = K_{сагр} T_{ларг} C_{лг} , \quad (3.5)$$

де $K_{сагр}$ – кількість составів з аглорудою, $K_{сагр} = 365$ од./рік;

$T_{ларг}$ – час роботи локомотивів станцій Південна та Східна при виконанні маневрових робіт, $T_{ларг} = 6,5$ год. на состав;

$C_{лг}$ – собівартість локомотиво-години, грн.

Розрахуємо за формулою (3.5):

$$L_{agr} = 365 \cdot 6,5 \cdot 1265 = 3001212,5 = 3 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість $V_{пва}$ оренди піввагонів для аглоруди [11] розрахуємо за наступною формулою:

$$V_{пва} = 365 K_{пва} C_{пва} , \quad (3.6)$$

де $K_{пва}$ – кількість орендованих вагонів, од;

$C_{пва}$ – добова вартість оренди одного транспортного засібу, грн.

Розрахуємо за (3.6):

$$V_{плс} = 365 \cdot 168 \cdot 1400 = 85848000 = 85,85 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість $V_{впд}$ роботи вагоноперекидача доменного цеху встановимо за виразом:

$$V_{впд} = T_{впд} c_{впд}, \quad (3.7)$$

де $T_{впд}$ – час роботи вагоноперекидача доменного цеху, $T_{впд} = 1223$ год./рік;
 $c_{впд}$ – вартість робіт, грн/год.

Визначаємо згідно (3.7):

$$V_{впд} = 1223 \cdot 1800 = 2201400 = 2,2 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість очищення вагонів $V_{очр}$ від залишків руди встановимо за формулою:

$$V_{очр} = K_{агр} c_{очр}, \quad (3.8)$$

де $c_{очр}$ – вартість очищення вагону від руди, грн.

Визначаємо згідно (3.8):

$$V_{оч} = 20378 \cdot 256 = 5216768 = 5,22 \text{ млн грн/рік.}$$

Загальні витрати з доставки аглоруди у відповідності до формули (3.1) становлять:

$$\begin{aligned} Z_{агр} &= 211462506 + 22719060 + 44800000 + 3001212,5 + 85848000 + \\ &+ 2201400 + 5216768 = 375248946,5 = 375,25 \text{ млн грн на рік.} \end{aligned}$$

Собівартість доставки 1 тонни аглоруди:

$$375248946,5 / 1400000 = 268 \text{ грн/т.}$$

Отримані результати зведено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати економічного аналізу доставки аглоруди

№	Показник аналізу	Значення, грн
1	Тариф з доставки аглоруди	211462506
2	Тариф доставки порожніх вагонів після вивантаження аглоруди	22719060
3	Собівартість перевезень аглоруди на під'їзній колії комбінату Запоріжсталь	44800000
4	Вартість роботи локомотивів станцій Південна та Східна при виконанні маневрових робіт	3001212,5
5	Вартість оренди піввагонів для аглоруди	85848000

Кінець таблиці 3.2

№	Показник аналізу	Значення, грн
6	Вартість роботи вагоноперекидача доменного цеху	2201400
7	Вартість очищення вагонів від залишків руди	5216768
8	Загальні витрати з доставки аглоруди	375248946,5
9	Собівартість доставки тонни аглоруди, грн/т	268

Таким чином:

- загальні витрати на доставку аглоруди на Запоріжсталь становлять 375,25 млн грн на рік;
- собівартість доставки тони аглоруди – 268 грн/т.

ВИСНОВКИ

В роботі вирішено завдання організації вивантаження сировини на під'їзній колії ПАТ «Запоріжсталь». В аналітичній частині розглянуті вантажопотоки та прийнято рішення опрацювати транспортну технологію доставки аглоруди, як одного з наймасовіших вантажів, що використовується на підприємстві. Роботу виконано в контексті післявоєнного відновлення країни.

В ході роботи виконані розрахунки з організації перевезень аглоруди та визначені:

- тривалості робіт та елементів транспортної технології;
- потрібна кількість вагонів для перевезення аглоруди;
- економічні показники доставки вантажу.

Загальні витрати становлять 375,25 млн грн на рік, собівартість перевезення тони аглоруди – 268 грн/т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕ[РЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 13.05.2024).
2. Як українська металургія пройшла випробовування на міцність у 2023 році. URL : <https://gmk.center/ua/posts/yak-ukrainska-metalurgiya-projshla-viprobuvannya-na-micnist-u-2023-roci/> (дата звернення 16.05.2024).
3. Як працює Запоріжсталь. URL : <https://delo.ua/business/kak-rabotaet-zaporozhstal-347410/> (дата звернення 16.05.2024).
4. Шлак доменний. URL : <https://flagma.ua/shlak-shcheben-domenny-granshlak-o8477563.html> (дата звернення 17.05.2024).
5. Техніко-розпорядчий акт стації Східна. ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 67 с.
6. Кузькін О.Ф. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем [Текст] : навчальний посібник / О.Ф. Кузькін, О.А. Лащених, С.М. Турпак. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 371с.
7. Крюківський вагонобудівний завод. <https://kvsz.com/> (дата звернення 20.05.2024).
8. Середа Б.П. Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія / Б.П. Середа, С.М. Турпак, І.В. Кругляк, О.О. Острогляд, Д.Я. Муковська, Д.Б. Середа, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 с.
9. 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.
10. 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.

11. Оновлені ціни на оренду вагонів Укрзалізниці. URL: <https://tripoli.land/ua/news/obnovleny-tseny-na-arendu-vagonov-ukrzaliznytsi-cho-izmenitsya-s-1-maya> (дата звернення 19.05.2024).