

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 ПЕРЕВЕЗЕННЯ КОКСУ НА ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи T-811сп

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

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

СТАРЦЕВА М.Д.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник _____
ОСТРОГЛЯД О.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент _____
ДУДАРЕНКО О.В.

(ПРИЗВИЩЕ 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)

СТАРЦЕВОЇ Марини Дмитрівни

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація перевезення коксу на ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) к.т.н., ОСТРОГЛЯД 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.

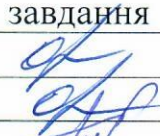
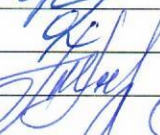
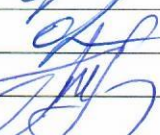
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча технологія та організація перевезення коксу, технологічні графіки перевезень, техніко-економічні показники доставки коксу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Визначення розрахункових обсягів постачань коксу на комбінат Запоріжсталь, 2.2 Визначення добової кількості надходження лісоматеріалів, 2.3 Розробка графіків подачі доменного коксу з підприємства Запоріжжкокс, 2.4 Визначення тривалості використання локомотивів на доставці доменного коксу 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	ОСТРОГЛЯД О.О., доцент		
2	ОСТРОГЛЯД О.О., доцент		
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)

Марина СТАРЦЕВА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ОСТРОГЛЯД
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 52 с., 29 рис., 5 табл., 13 джерел.

БУНКЕР, КОКС, МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень коксу в умовах комбінату «Запоріжсталь».

Мета роботи – визначення технічних та економічних показників доставки коксу залізничним транспортом на прикладі комбінату «Запоріжсталь».

Методи дослідження – аналітичний, статистичний і графічний аналіз.

В роботі вирішена практична задача та визначені техніко-економічні показники доставки коксу доменного до комбінату ПАТ «Запоріжсталь» залізничним транспортом із ПрАТ «Запоріжкокс» та зі станції примикання. Виконані техніко-економічні розрахунки, визначені витрати на доставку, собівартість перевезення тони коксу.

ЗМІСТ

	С.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Взаємодія ПАТ «Запоріжсталь» та ПрАТ «Запоріжжкокс»	8
1.2 Характеристика доменного коксу та особливості його перевезення	9
1.3 Технологія доставки коксу до партнерського підприємства Запоріжсталь	16
1.4 Задачі дипломної роботи з організації доставки коксу	21
2 Розрахункова частина	23
2.1 Визначення розрахункових обсягів постачань коксу на комбінат Запоріжсталь	23
2.2 Розрахунок постачань коксу у передавальних складах	26
2.2.1 Розрахунок кількості складів, що надходять із Запоріжжкоксу.....	26
2.2.2 Розрахунок кількості складів, що надходять зі станції примикання	27
2.3 Розробка графіків подачі доменного коксу з підприємства Запоріжжкокс	29
2.4 Визначення тривалості використання локомотивів на доставці доменного коксу	37
3 Економічна частина	43
3.1 Технічні характеристики процесів доставки доменного коксу на Запоріжсталь.....	43

3.2 Економічні показники доставки доменного	
коксу на Запоріжсталь	44
Висновки	50
Перелік джерел посилання	51

ВСТУП

Ринок металопродукції постійно стикається з кризовими ситуаціями [1]. Понад 10 останніх років на комбінаті «Запоріжсталь» розробляються та успішно реалізуються програми, які підвищують ефективність функціонування підприємства по усім напрямкам.

Після модернізації своїх виробничих потужностей, використовуючи чотири доменних печі проти п'яти печей у минулому, можливим був випуск більшої кількості продукції - понад 13 тис. тонн чавуну на добу.

Завдяки сучасним енергоємним технологіям при виробництві чавуну витрати доменного коксу було зменшено до 360 кг на тонну.

В даний час виробнича ситуація на підприємстві складна, обмежений доступ до історичних пунктів постачань сировини та палива, тому в дипломній роботі розглядається теоретично можлива ситуація із забезпеченням перевезень коксу в умовах його доставки від ПрАТ «Запоріжжкокс» та з зовнішньої мережі магістральним залізничним транспортом.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Взаємодія ПАТ «Запоріжсталь» та ПрАТ «Запоріжжкокс»

Одним з головних напрямів роботи менеджменту групи компаній Метінвест є зменшення витрат енергоресурсів при виробництві чавуну, сталі та готової продукції, оскільки вони становлять близько 30-40% у її собівартості [1].

Наприклад, завдяки зближенню даних двох підприємств, з'явилась можливість скорочення витрат природного газу. Зайві обсяги доменного газу Запоріжсталь спалювала на спеціальних печах. Кілька років потому був реалізований проєкт з обміном вторинними газами між Запоріжсталлю та Запоріжжкоксом. За цим проєктом з коксохімічного виробництва надмірний коксовий газ передавався до Запоріжсталі, і, навпаки, у зворотному напрямку передавалась частина доменного газу Запоріжсталі.

Таким чином відбулась заміна вартісного природного газу на суміші газів в таких підрозділах, як:

- прокатні цехи;
- теплоелектроцентралі;
- запальні горни агломашин.

Окрім цього, доменне виробництво почало спиратись на технологію вдування пиловугільного палива, сталеплавильне – на технологію продування мартенівських печей киснем [1].

Важливість стабільних поставок доменного коксу і залізорудної сировини є ключовим питанням в металургійному виробництві. Традиційні логістичні шляхи поставок якісної сировини змінились, що негативно вплинуло на виробничий процес, проте Метінвест зміг пристосуватись до цих змін.

1.2 Характеристика доменного коксу та особливості його перевезення

Процес одержання продукту – доменного коксу (рисунок 1.1) – обробка вугілля в умовах його нагрівання до високої температури в діапазоні 950 ... 1100 градусів Цельсію без доступу повітря.



Рисунок 1.1 – Кокс доменний

Форма шматків доменного коксу, на відміну від пекового, не має жодних більш-менш чітких граней. Він досить крихкий, тому при складування не бажаним є скидання його у штабель зі значної висоти, також від подрібнюється при грейферному перевантаженні.

На ПрАТ «Запоріжжкокс» вугілля надходить в універсальних напівагонах, вивантажується на роторному вагоноперекидачі [2].

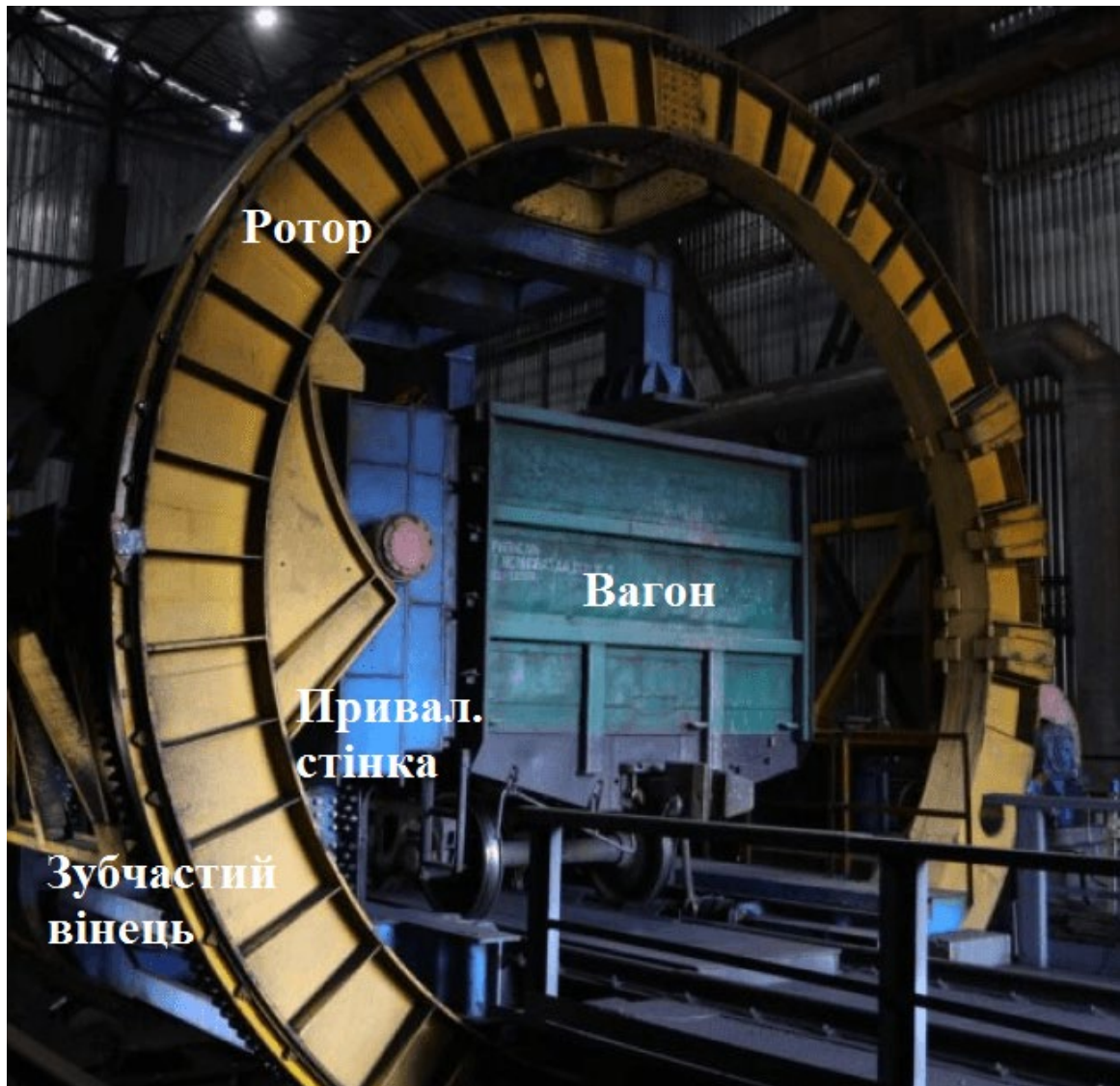


Рисунок 1.2 – Вагоноперекидач, встановлений на Запоріжкоксі

Вугілля зберігається у штабелях на відкритих складах, за допомогою конвеєрних ліній, що показано на рисунку 1.3 [3], доставляється до вугільних башт, звідтіля вже здійснюється завантаження вугленавантажувальної машини.

Дана машина призначена для виконання комплексу операцій по завантаженню вугільної шихти, тобто суміші різних марок та класів вугілля з вугільної башти та подальшого завантаження її до камери коксування.



Рисунок 1.3 – Зберігання вугілля на складах та передача до вугільних башт

Вугленавантажувальна машина переміщується під бункери вугільної башти, звідти надходить вугільна шихта, а після цього агрегат переміщує прийнятий вантаж до печей (рисунок 1.4), які знаходяться нижче рівня переміщення даної машини.

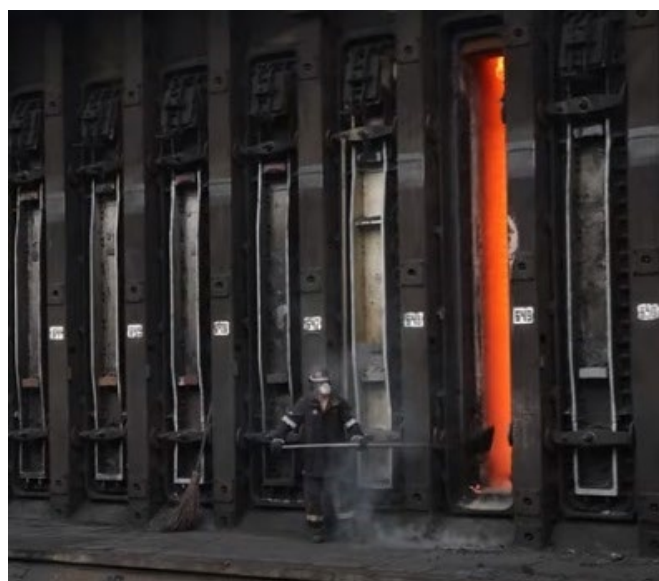


Рисунок 1.4 – Вугільні печі

З коксових печей по мірі готовності коксу, він виштовхується до коксового вагону (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Коксовий вагон

До конструкції даного вагону входить:

- платформа;
- ходові візки;
- кузов з розвантажувальними воротами;
- механізм керування;
- пристрій гальмування;
- пристрій автоматичного змащення;
- сигналізація.

Кузов вагону скошений знизу за кутом 28° та обкладений зсередини термостійкими плитами [2].

З визначеними періодами видачі коксу печами, машиніст коксовикидача відповідно до сигналу машиніста електровозу вагону коксогасіння знімає двері з коксової печі. При цьому кошик прийому коксу встановлюється навпроти печі.

Надалі кокс подається до установки гасіння (рисунок 1.6), після чого здійснюється його вивантаження на рампу.



Рисунок 1.6 – Установки гасіння коксу

Для переміщення рухомого складу використовуються електровози.

Охолоджений кокс може відправлятися у відкритому рухомому складі із пакуванням у м'які контейнери біг-беги – рисунок 1.7 [2].



Рисунок 1.7 Розміщення коксу у біг-бегах

Проте, найбільший обсяг продукції доставляється до партнерського підприємства – комбінат Запоріжсталь. Для цього використовується спеціалізований рухомий склад – коксовози, вагони для охолодженого доменного коксу.

Даний тип составу показаний на рисунку 1.8 [4].



Рисунок 1.8 – Коксовоз виробництва українського підприємства
Дніпровагонмаш

Параметри даного вагону для коксу [4]:

- перевезення по магістральних та промислових залізничних шляхах колії 1520 мм;
- температура доменного коксу до 100°C;
- забезпечення механізованого завантаження доменного коксу зверху відкритого кузова;
- вивантаження доменного коксу шляхом самопливу за допомогою розвантажувальних люків до приймально-розвантажувальних устроїв з обох сторін залізничної колії;
- можливість завдяки устрою механізмів вивантаження відкривати кришки люків одночасно чи послідовно;
- наявність блокувального пристрою механізму розвантаження дає змогу надійно запирати бункери із гарантією цілісності коксу при транспортуванні.

1.3 Технологія доставки коксу до партнерського підприємства Запоріжсталь

Завдяки близькості розташування, доставка коксу до ПАТ «Запоріжсталь» є досить зручною [5]. Станції передавання мають навіть однакову назву – Південні, відповідно до розміщення на території промплощадки.

На рисунку 1.9 показана станція Південна [6] комбінату Запоріжсталь, в верхній частині рисунку – станція Південна Запоріжкокс.

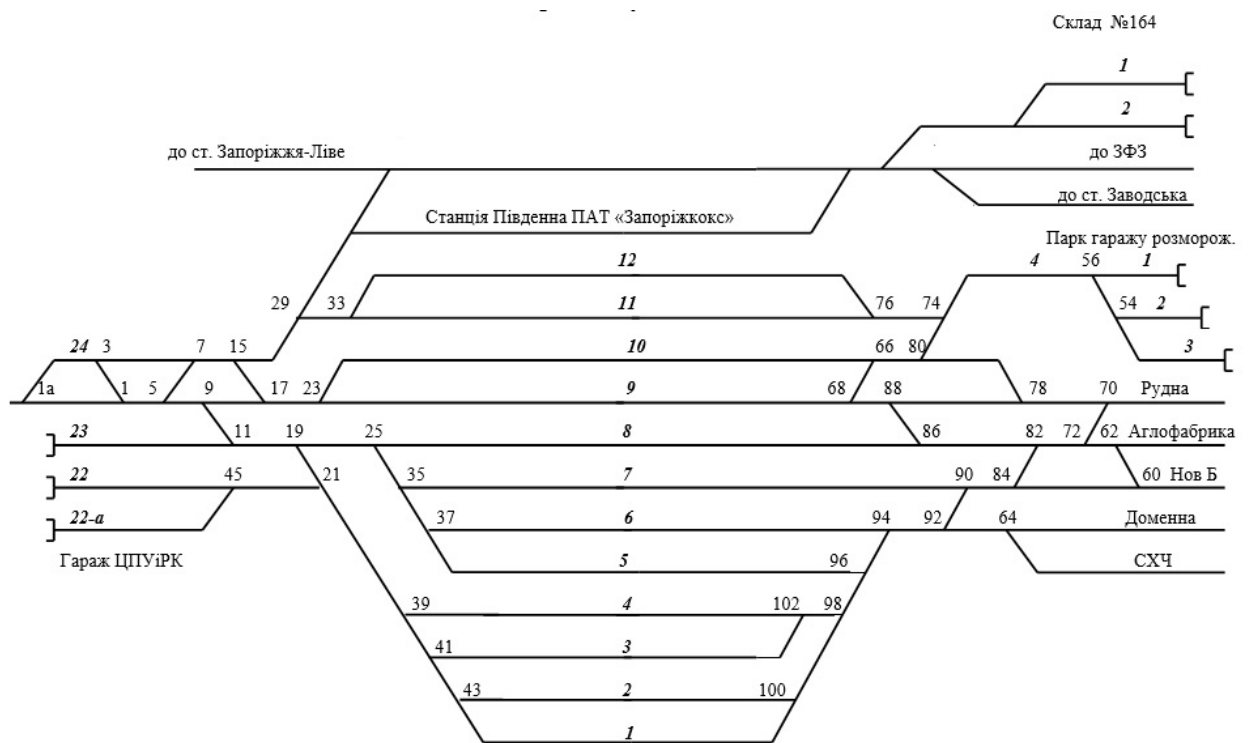


Рисунок 1.9 – Станції обміну коксовозами

Вагони з охолодженим коксом надходять зі станції Заводська Запоріжкоксу до станції Південна цього ж підприємства, зважуються, після визначенні ваги вантажу, переставляються на колії станції Південна Запоріжсталі та подаються до станції Аглофабрика [7], схема якої наведена на рисунку 1.10.

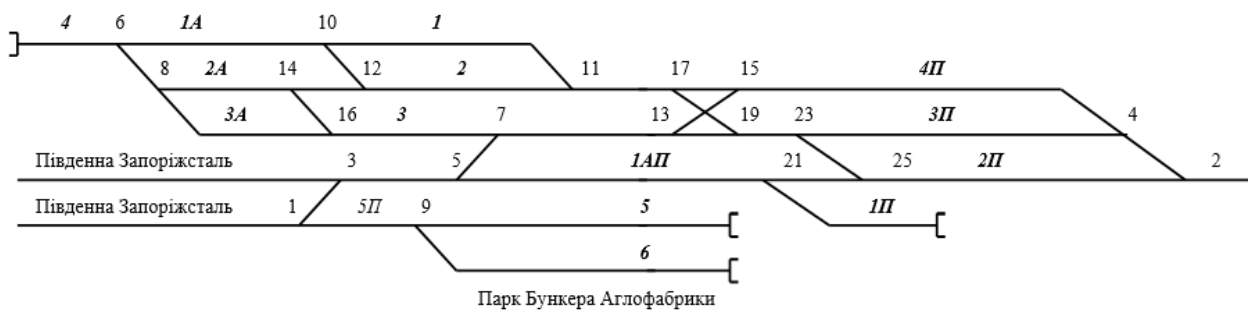


Рисунок 1.10 – Аглофабрика, схема колійного розвитку

Схема подавання коксу показана на рисунку 1.11.



Рисунок 1.11 – Схема подавання коксу

У таблиці 1.1 наведені параметри та функції колій станції Південна [6].

Таблиця 1.1 – Параметри та функції колій станції Південна

Номер колії станції	Функція колії станції	Від	До	Парк	Довж. кор., м	Міст., пів-ваг.
1	Прийом, сортування, відправлення	сп 43	сп 100	Приймально-відправний парк	319	20
2	Прийом, сортування, відправлення	сп 43	сп 100		317	20
3	Прийом, сортування, відправлення	сп 41	сп 102		358	22
4	Прийом, сортування, відправлення	сп 39	сп 102		403	26
5	Прийом, сортування, відправлення	сп 37	сп 96		555	37
6	Прийом, сортування, відправлення	сп 37	сп 94		628	42
7	Прийом, сортування, відправлення	сп 35	сп 90		723	49
8	Прийом, відправлення	сп 25	сп 86		805	55
9	Прийом, відправлення	сп 23	сп 68		761	52
10	Прийом, сортування, відправлення	сп 23	сп 66		783	54
11	Прийом, сортування, відправлення	сп 33	сп 76		772	53
12	Прийом, сортування, відправлення	сп 33	сп 76		779	53

Кінець таблиці 1.1

Номер колії станції	Функція колії станції	Від	До	Парк	Довж. кор., м	Міст., пів-ваг.
1/1 АП	Колія зважування вагонів	1А	1	Приймально-відправний парк	275	18
22	Тривале зберігання вагонів	сп 45	туп. упор		75	5
22а	Гараж ЦПУіРК	сп 45	туп. упор		40	2
23	Витяжна колія, екіпірування локомотивів	сп 11	туп. упор		250	12
24	Витяжна колія	сп 7	туп. упор		270	17
1	Вивантаження	сп 1	туп. упор	Парк складу 164	188	12
2	Навантаження	сп 1	туп. упор		100	6
1	Розігрів вантажів в холодний період року, тривале зберігання вагонів в теплий період	сп 56	туп. упор	Парк розморожування вантажів	210	15
2		сп 54	туп. упор		210	15
3		сп 54	туп. упор		210	15
4	З'єднувальна колія	сп 56	сп 74		224	16

У таблиці 1.2 [7] наведені параметри та функції колій станції Аглофабрика.

Таблиця 1.2 – Параметри та функції колій станції Аглофабрика

Номер колії станції	Функція колії станції	Від	До	Парк	Довж. кор., м	Міст., пів-ваг.
5	Вивантаження палива	9	туп. упор	Нові Бункера	75	5
6	Вивантаження палива	9	туп. упор		75	5
5 П	Прийом, відправлення	1	9		100	6
1 П	Вивантаження	21	туп. упор	Бункера	140	9
2 П	Вивантаження	25	2		660	44
3 П	Навантаження та вивантаження	23	4		670	44
4 П	Навантаження та вивантаження	15	4		720	48
1 АП	Прийом, відправлення	5	21		130	8
1	Навантаження	11	10	Агло- фабрика	140	9
2		11	12		115	7
3		16	7		85	5

Кінець таблиці 1.2

Номер колії станції	Функція колії станції	Від	До	Парк	Довж. кор., м	Міст., пів-ваг.
4	Витягування составів	6	туп. упор	Агло-фабрика	90	6
1А	Зважування вагонів	10	6		70	4
2А	Відстою	8	14		60	4
3А	Виставлення вагонів	8	16		60	4

На підставі даних ТРА станцій Південна та Аглофабрика [6,7], з урахуванням максимальної ваги составу, що подається з Південної до парку Бункерів Аглофабрики – 810 тонн для тепловозу серії ТЕМ, є можливість подавання 9 коксовозів із коксом без гальм. Маса тари коксовозу становить 30 т, вантажність – 60 т, разом – 90 т.

У зворотному напрямку дозволяється рух составів вагою до 360 т, тобто до $360/30 = 12$ порожніх вагонів-коксозів.

1.4 Задачі дипломної роботи з організації доставки коксу

В ході виконання роботи поставлені такі задачі:

- визначити обсяги постачання коксу, виходячи з фактичного рівня виробництва чавуну за даними сайту комбінату Запоріжсталь за минулий рік, враховуючи теоретично можливе постачання 70% вантажу з Запоріжжкоксу, 30% - зі станції примикання;

- визначити тривалість технологічних операцій та вантажних робіт із врахуванням надходження коксу зі станції примикання у напіввагонах та їх вивантаження на рудний дві з колії 4П парку Бункера;
- визначити обсяг роботи локомотивів за часом;
- встановити потрібну кількість коксовозів та тривалість простою піввагонів;
- визначити технічні й економічні показники доставки коксу у коксовозах та піввагонах.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Визначення розрахункових обсягів постачань коксу на комбінат Запоріжсталь

За даними офіційного сайту Запоріжсталі [4], обсяги виробництва чавуну за минулий рік коливались у межах 125,2 ... 267,3 тисяч тонн на місяць. На діаграмі рисунку 2.1 показана динаміка їх змін.

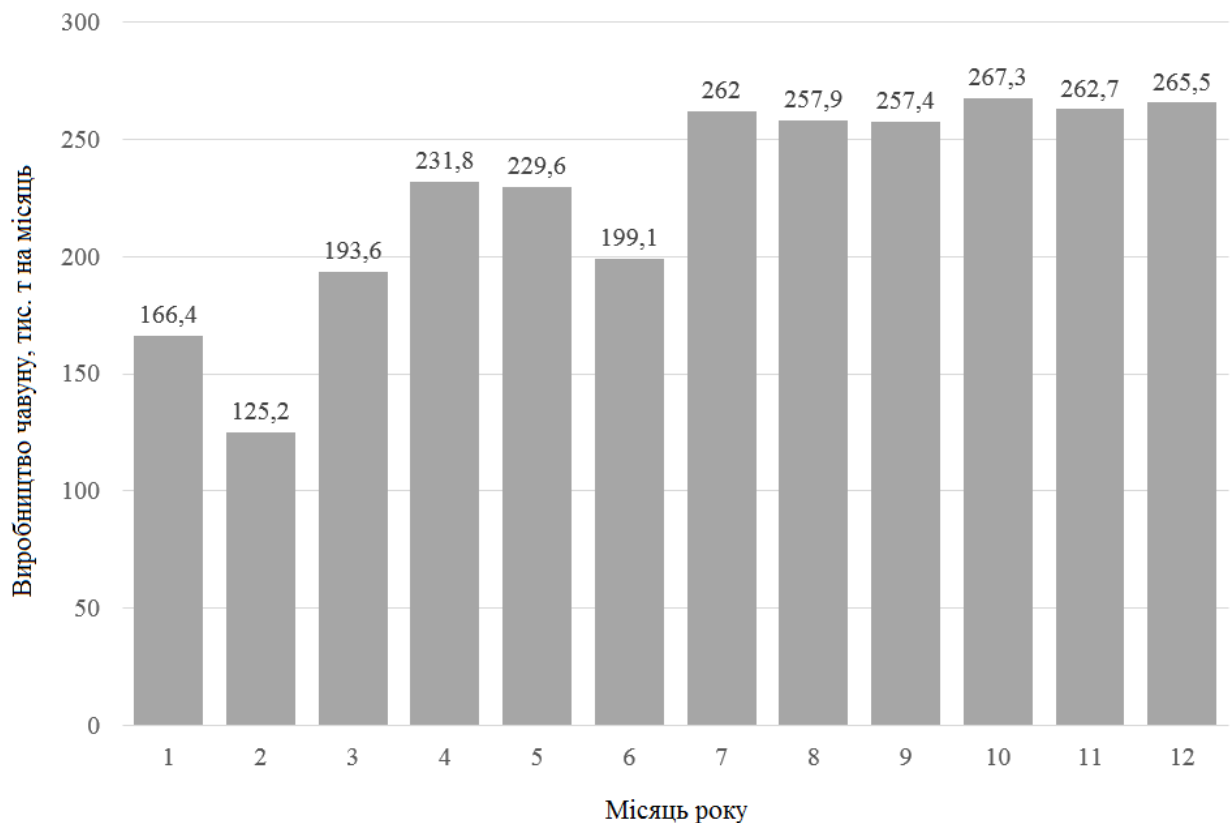


Рисунок 2.1 – Динаміка обсягів виробництва чавуну, 2023р.

Враховуючи коефіцієнт, визначений у аналітичній частині, розрахуємо обсяги потреби коксу доменного.

Результати розрахунків показані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Орієнтовні обсяги споживання коксу

Місяць року	Обсяг чавуну, тис т	Обсяг коксу, тис т
1	166,4	59,9
2	125,2	45,1
3	193,6	69,7
4	231,8	83,4
5	229,6	82,7
6	199,1	71,7
7	262	94,3
8	257,9	92,8
9	257,4	92,7
10	267,3	96,2
11	262,7	94,6
12	265,5	95,6
Разом	2718,5	978,7

Проаналізуємо розподіл випадкової величини споживання коксу та визначимо розрахункову місячну потребу з урахуванням коефіцієнту нерівномірності [8,9].

На рисунку 2.2 показна діаграма розподілу.

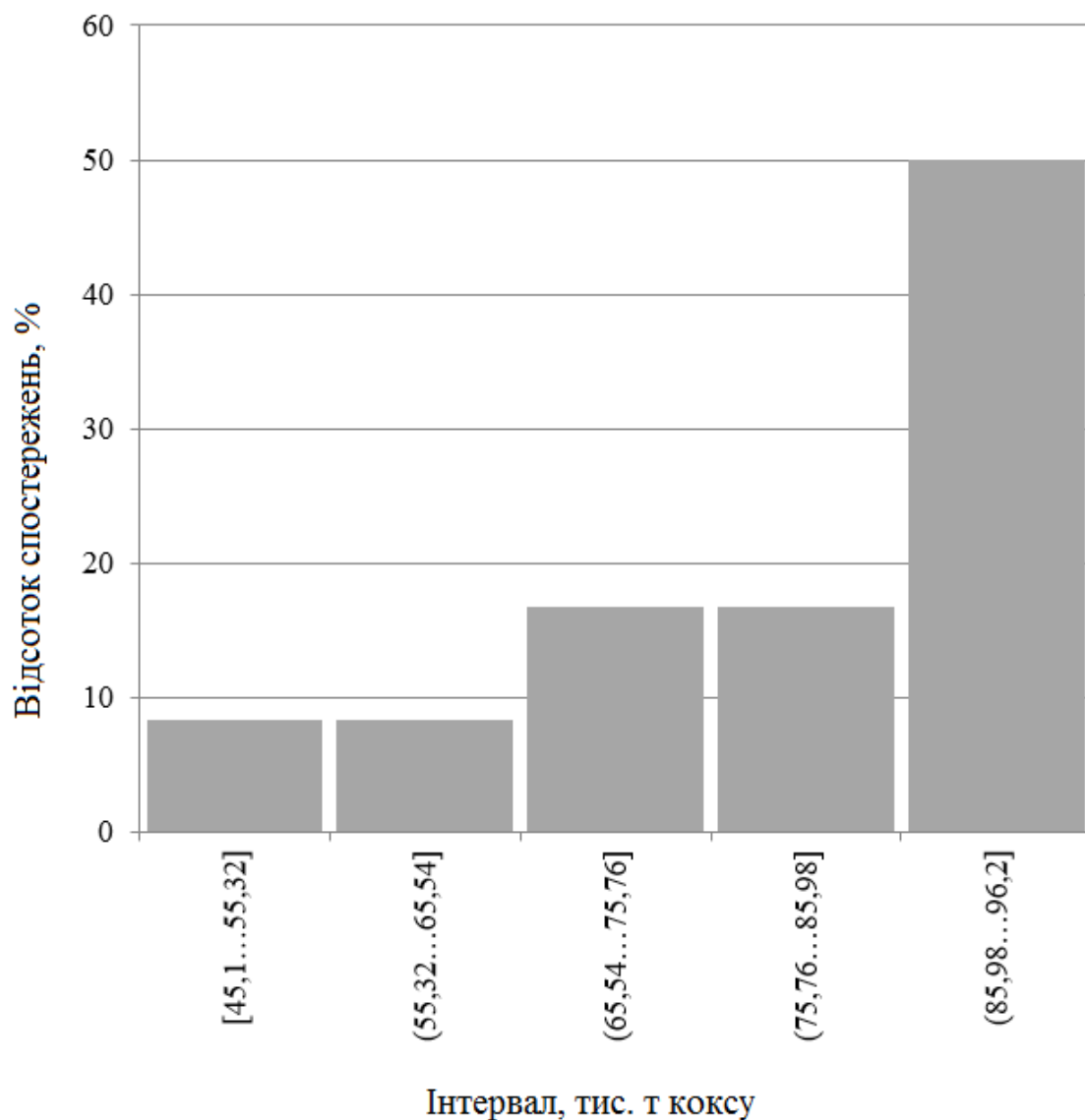


Рисунок 2.2 – Розподіл обсягів коксу

Оскільки зміни обсягів виробництва, й, відповідно, споживання коксу обумовлені військовими діями та супутніми зовнішніми факторами, даний розподіл неможна віднести до жодного з відомих теоретичних розподілів випадкової величини.

Розрахуємо статистичні характеристики [10]:

- мінімальний обсяг потреби в коксі 45,1 тис. т/міс;
- максимальний обсяг потреби в коксі 96,2 тис. т/міс;
- середньоміс. обсяг потреби в коксі 81,56 тис. т/міс;
- стандартне відхилення 16,61 тис. т/міс.

За даними характеристиками коефіцієнт варіації становить:

$$16,61 / 81,56 = 0,2,$$

коефіцієнт нерівномірності, відповідно:

$$1 + 0,2 = 1,2,$$

розрахункове значення параметру постачань доменного коксу становитиме:

$$81,56 \cdot 1,2 = 98 \text{ тис. т/міс.}$$

У відповідності до завдання приймаємо:

- 68 тис. т – щомісячне надходження вантажу у коксовозах;
- 30 тис. т – у напівагонах зі станції примикання.

2.2 Розрахунок постачань коксу у передавальних складах

2.2.1 Розрахунок кількості складів, що надходять із Запоріжжя до коксу

За попереднім розділом, при надходженні 68 тис. тонн коксу на місяць, за добу прибуття даної продукції становить:

$$68 / 30,5 = 2,2 \text{ тис. тонн.}$$

Враховуючи місткість коксовозу – 60 т, розмір передавального складу – 9 коксовозів, місткість передавального складу становитиме:

$$60 \cdot 9 = 540 \text{ тонн.}$$

Таким чином, за добу буде надходити:

$$2200 / 540 = 4 \text{ состави.}$$

Середній інтервал прибуття:

$$24 / 4 = 6 \text{ годин.}$$

2.2.2 Розрахунок кількості составів, що надходять зі станції примикання

Для напіввагонів визначимо, шляхом статистичного аналізу, середній рівень завантаження вагонів у тоннах.

Проаналізуємо вибірку зі ста значень задокументованої маси коксу у вагонах, що надходили на підприємство:

41,05; 41,1; 41,45; 45,15; 40,7; 39,3; 40,95; 41,55; 43; 45,55; 48,45; 40,85; 41,55; 44; 45; 41,3; 46,9; 40,6; 40,8; 40,25; 41,3; 42,5; 41,5; 43,75; 38,7; 41,5; 46,1; 45,15; 44,6; 41,5; 46,5; 41,75; 41,25; 41,05; 42,65; 40,8; 41,65; 40,6; 43; 41,8; 39,8; 41,2; 41,7; 47; 43,9; 40,2; 43,8; 44,1; 45,1; 41,1; 41; 42,7; 47,4; 39; 42,2; 42,7; 41,9; 42,1; 40; 42,3; 40,9; 42,1; 40,3; 41,8; 43,1; 41,7; 41,4; 40; 40,7; 38,9; 45,1; 43; 41,5; 40,6; 41,2; 42,9; 39,5; 48,1; 40,3; 41,1; 39,1; 38,5; 44,2; 40,5; 40,3; 42,7; 42,5; 42; 39,3; 41,9; 40,67; 40,7; 44,2; 46,95; 46,85; 45,15; 42,65; 41,2; 40,7; 41,4.

На рисунку 2.3 отримуємо розподіл по інтервалах ваги доменного коксу у вагонах.

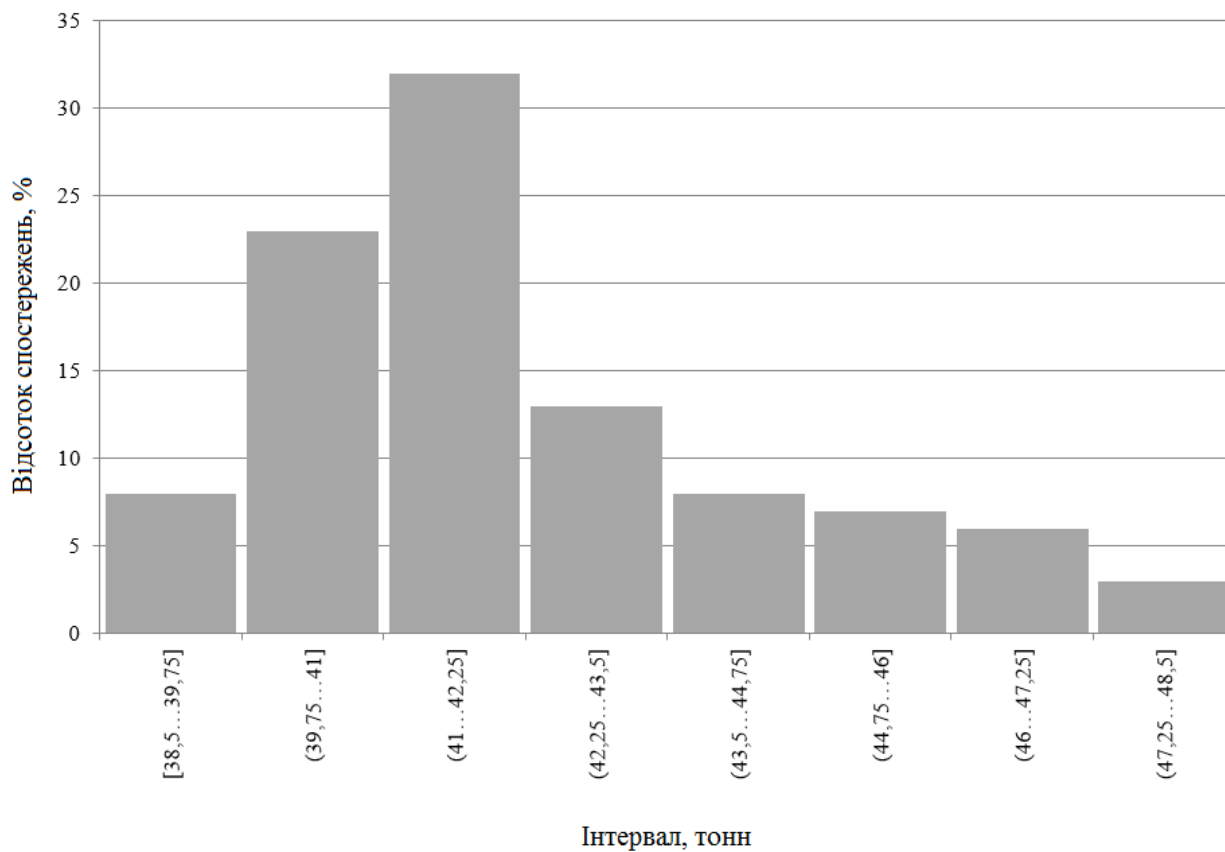


Рисунок 2.3 – Розподіл по інтервалах ваги доменного коксу у вагонах відсотку від загальної кількості спостережень

Коливання рівня завантаження вагонів коксом доменним знаходилось у межах:

38,5 ... 48,45 т.

Середнє значення становило 42 тонни при стандартному відхиленні 2,21 тонни.

Приймаємо даний показник для подальших розрахунків.

За завданням у піввагонах надходить 30 тис. тонн коксу, тож щодоби прибуває:

$$30000 / 30,5 = 984 \text{ тонни.}$$

З урахуванням рівня завантаження вагону 42 тонни, прибуття у вагонах становить:

$$984 / 42 = 24 \text{ вагони.}$$

Вагони з коксом надходять у збірних поїздах, кількість вагонів у составі становить у середньому 8 вагонів. Тож середньодобова кількість составів:

$$24 / 8 = 3 \text{ состави.}$$

2.3 Розробка графіків подачі доменного коксу з підприємства Запоріжжкокс

Тривалість навантаження коксу на підприємстві ПрАТ Запоріжжкокс більшою мірою обумовлена технологією виробництва, орієнтованою на обсяги споживання.

Процес доставки, як вже встановлено, включає:

- навантаження на Запоріжжкокс;
- доставку до станції Південна Запоріжжкоксу;
- зважування та передавання на колії Південної комбінату Запоріжсталь;
- подавання на колію 2П станції Аглофабрика;
- вивантаження;
- повернення під чергове навантаження доменного коксу.

Фрагмент графіку передавання составів з доменним коксом на Запоріжсталь до вивантаження на бункерах показаний на рисунку 2.4.

Найменування операцій	Час, години						Виконавці
	1	2	3	4	5	6	
Навантаження коксу	■						Лок. бригада
Рух до станції Південної Запоріжкоксу		■					Лок. бригада
Витягування на ваги, зважування		■					Лок. бр., вагова
Осаджування на колії Запоріжсталі		■					Лок. бригада
Закріплення, огороження		■					Лок. бр., ДСП
Технічний огляд вагонів		■					Оглядач вагонів
Зняття огороження		■					ДСП
Заїзд локомотиву, приб. башмаків		■					Лок. бригада
Рух до станції Аглофабрика		■					Лок. бригада
Вивантаження коксу у бункери			■	■	■		Лок. бр., бр. бунк.

Рисунок 2.4 – Графік передавання составів з доменним коксом на Запоріжсталь до вивантаження на бункерах

Фрагмент графіку передавання вивантажених порожніх составів під чергове навантаження доменного коксу на Запоріжкоксі показаний на рисунку 2.5.

2.3 Розробка графіків подачі доменного коксу зі станції примикання

Вагони з доменним коксом надходять у складі збірних поїздів, які проходять процедуру радіологічного контролю, зважування та, після технологічних процедур з приймання та огляду, сортування вагонів по коліях накопичення на станції призначення – Підбіркова, Шихта, Східна, Вугільна та ін.

На рисунку 2.6 показаний фрагмент графіку обробки вагонів з доменним коксом на станції Східній до сортування.

Найменування операцій	Час, години						Виконавці
	1	2	3	4	5	6	
Рух перегonom до Східної	■						Лок. бригада
Зважування, прибуття	■						Лок. бр., вагова
Закріплення, огороження	■						Лок. бр., ДСП
Технічний огляд вагонів		■					Оглядач вагонів
Зняття огороження		■					ДСП
Заїзд локомотиву, приб. башмаків		■					Лок. бригада
Сортування вагонів		■	■	■			Лок. бр., ДСП

Рисунок 2.6 – Фрагмент графіку обробки вагонів з доменним коксом на станції Східній до процедури сортування

На рисунку 2.7 показаний завершальний фрагмент графіку обробки вагонів з доменним коксом на станції Східній після сортування.



Рисунок 2.7 – Завершальний фрагмент графіку обробки вагонів з доменним коксом на станції Східній після сортування

Після доставки на станцію Південна також виконуються певні технологічні процедури обробки составу.

Оскільки кількість вагонів становить близьку до максимального розміру вивантажувального составу величину (8 вагонів при максимумі - 9), процедура накопичення є зайвою.

Графік обробки составів з доменним коксом на Південній показаний на рисунку 2.8.

Найменування операцій	Час, години						Виконавці
	1	2	3	4	5	6	
Рух перегonom до Південної	■						Лок. бригада
Контроль прибуття	■						Лок. бр., вагова
Закріплення, огороження	■						Лок. бр., ДСП
Технічний огляд вагонів	■	■					Оглядач вагонів
Зняття огороження		■					ДСП
Заїзд локомотиву, приб. башмаку		■					Лок. бригада
Сортування вагонів		■	■				Лок. бр., ДСП
Формування составу для відпр. до Аглофабрики			■				Лок. бр., ДСП
Закріплення, огороження			■				Лок. бр., ДСП
Технічний огляд вагонів			■				Оглядач вагонів
Зняття огороження			■				ДСП
Заїзд лок-ву, причеплення, відправлення			■				Лок. бр., ДСП
Рух до станції Аглофабрика			■				Лок. бригада
Загальний час	■	■	■	■			

Рисунок 2.8 – Графік обробки составів з доменним коксом на станції
Південній

На рисунку 2.9 показаний графік доставки вагонів після вивантаження коксу до станції Південна.

Найменування операцій	Час, години						Виконавці
	1	2	3	4	5	6	
Вивантаження на бункерах	■	■					Лок. бр., бр. бунк.
Формування составу		■					Лок. бригада
Технічний огляд вагонів		■					Складач поїздів
Пригот. маршруту, відправлення			■				ДСП
Рух перегоном до Південної			■				Лок. бригада
Прибуття, приг. маршруту			■				Лок. бр., ДСП
Перестановка вагонів			■				Лок. бр., ДСП
Накопич. та форм. составу для відпр. до Східної				■	■		Лок. бр., ДСП
Закріплення, огороження					■		Лок. бр., ДСП
Технічний огляд вагонів					■		Оглядач вагонів
Зняття огороження					■		ДСП
Заїзд лок-ву, причеплення, відправлення						■	Лок. бр., ДСП
Рух до станції Східна						■	Лок. бригада
Загальний час	■	■	■	■	■	■	

Рисунок 2.9 – Графік доставки вагонів до Південної

На рисунку 2.10 показаний графік обробки вагонів на станції Східній.

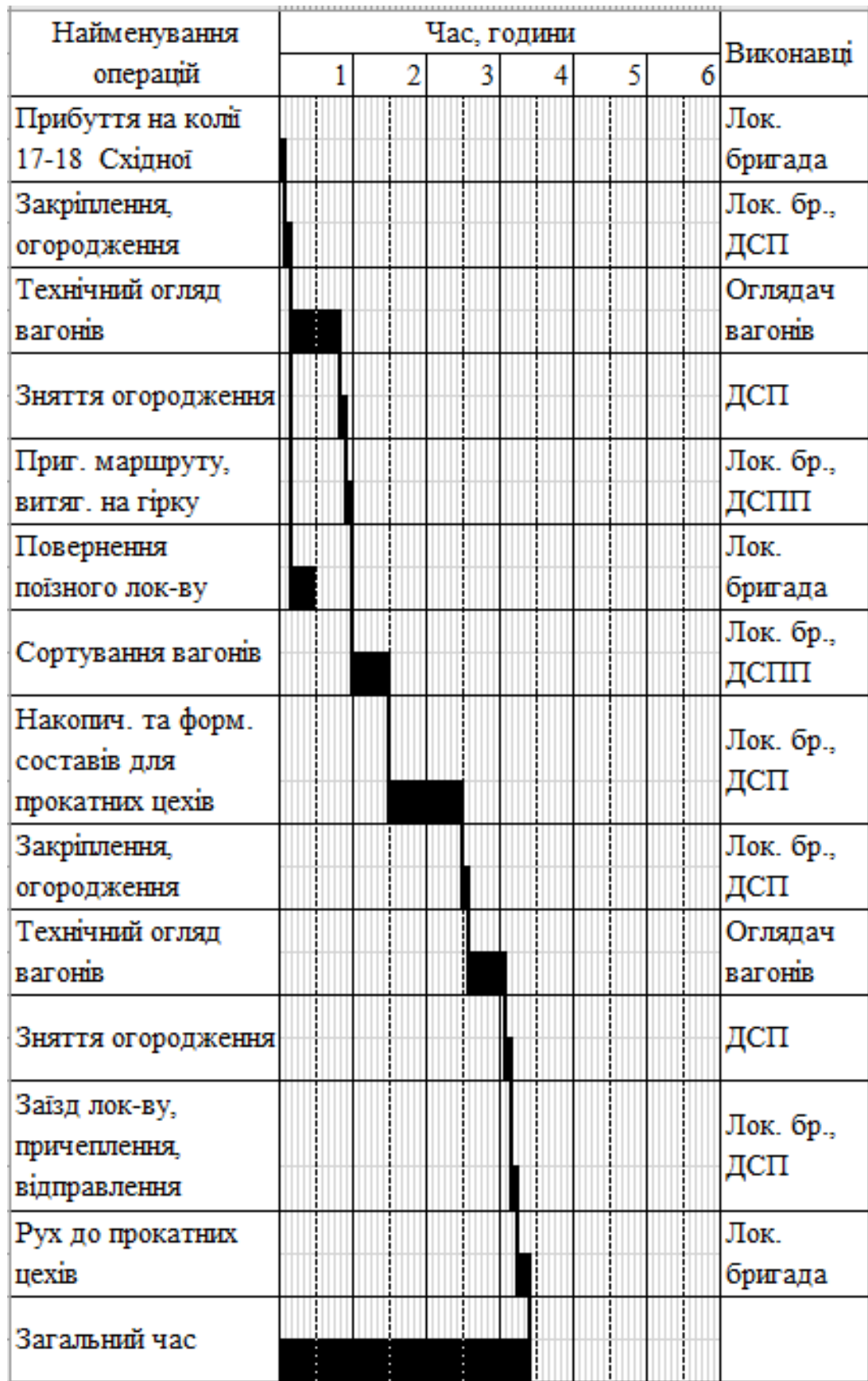


Рисунок 2.10 – Графік обробки вагонів на станції Східній

На станції Східна виконуються операції з приймання та сортування на гирці, подавання піввагонів для навантаження у прокатні цехи, з цього моменту тривалість простою вагонів не відноситься на собівартість доставки коксу.

Переходимо до визначення тривалості використання локомотивів на доставці коксу.

2.4 Визначення тривалості використання локомотивів на доставці доменного коксу

Для визначення тривалості використання локомотивів на доставці доменного коксу скористаємось програмою TrainGraph [10].

Спочатку побудуємо цикл перевезення доменного коксу з Запоріжжя до Запоріжсталі у коксовозах.

Графік руху наведений на рисунку 2.11.

Як бачимо, цикл обороту вагонів становить 6 годин, тож виконуємо дублювання даного циклу до досягнення періоду – 1 доби, щоб потім мати можливість накладення графіку доставки коксу у напіввагонах зі станції примикання Запоріжжя-Ліве.

Для цього використовуємо відповідний сервіс програми, що показано на рисунку 2.12.

Виконуємо такі процедури:

- дублювання маршруту;
- перейменування;
- вказуємо циклову затримку перед відображенням маршруту у розмірі 6 годин – 360 хвилин.

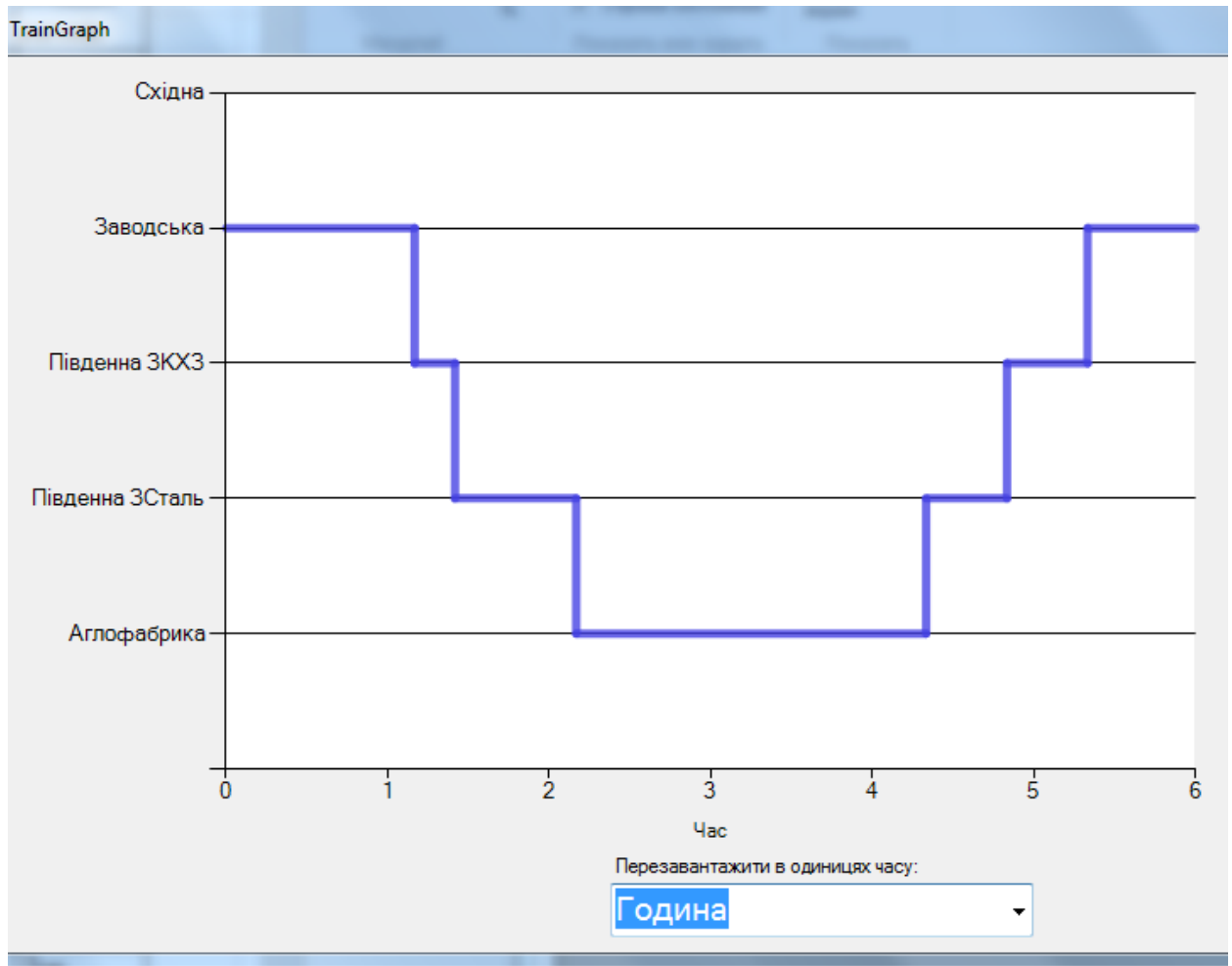


Рисунок 2.11 – Цикл перевезення доменного коксу з Запоріжжю до Запоріжсталі у коксовозах

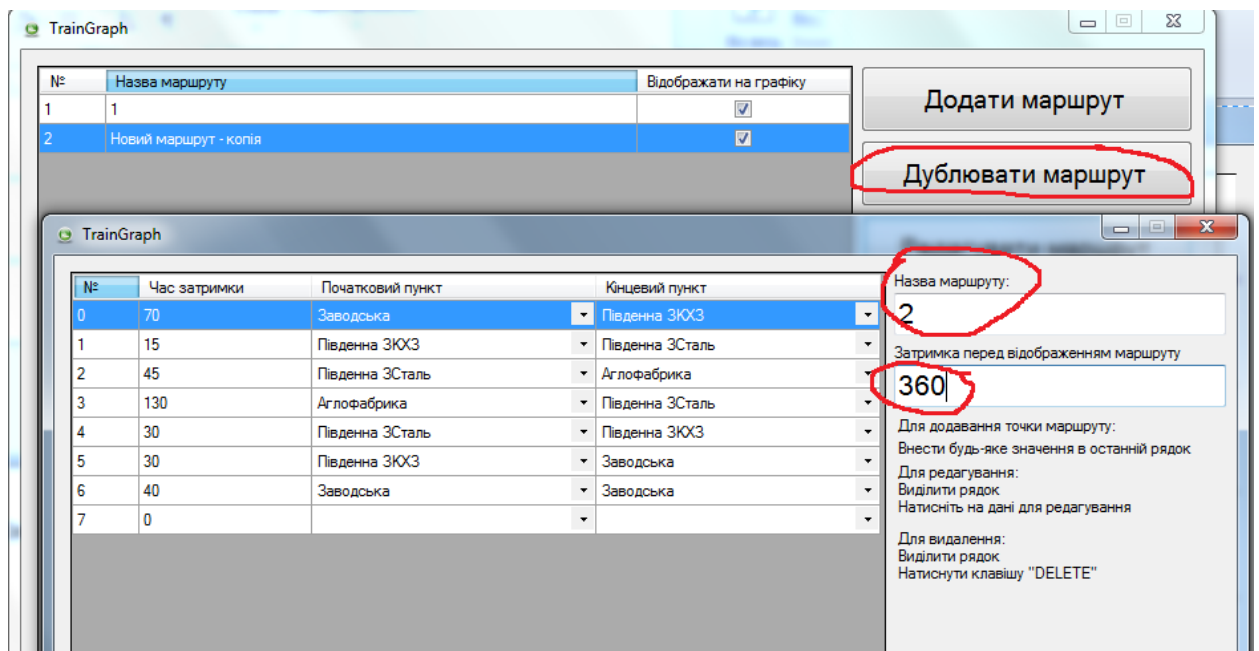


Рисунок 2.12 – Другий цикл доставки коксу

Графік доставки коксу протягом 12-годинної зміни показаний на рисунку 2.13, протягом доби – на рисунку 2.14.

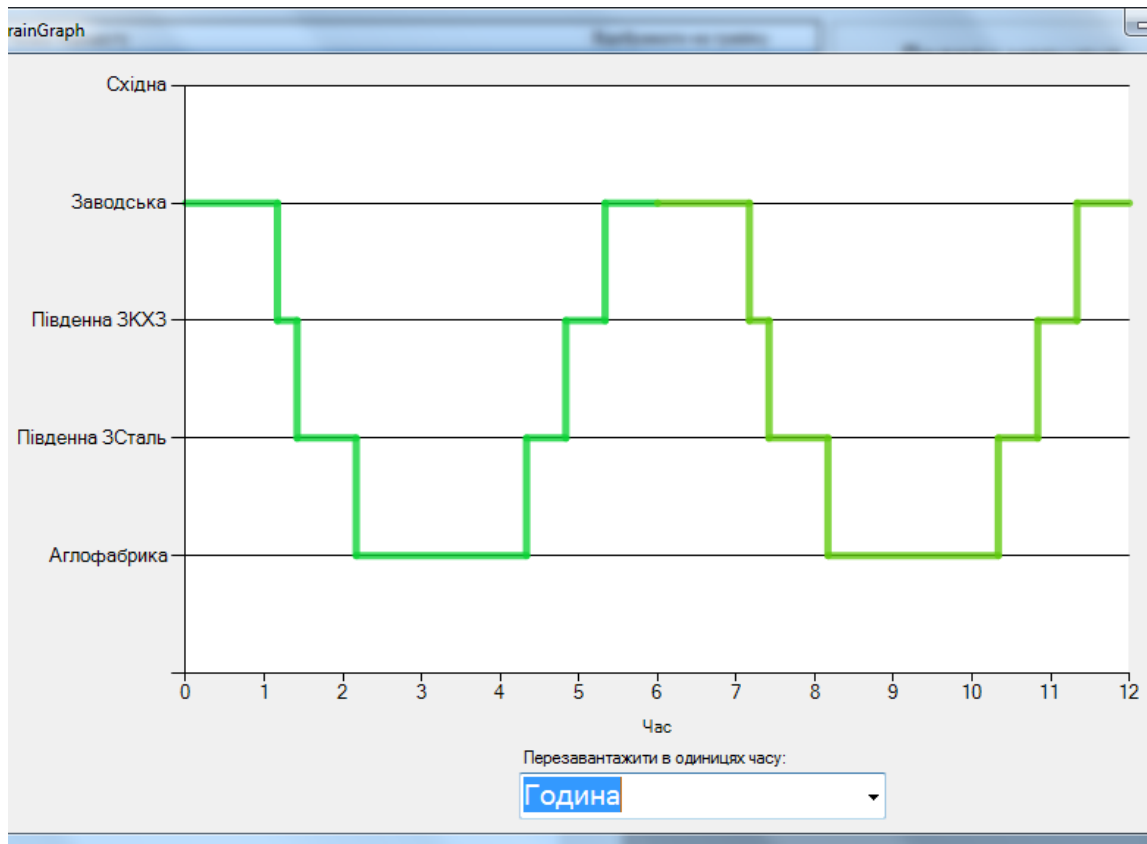


Рисунок 2.13 – Графік доставки коксу протягом 12-годинної зміни

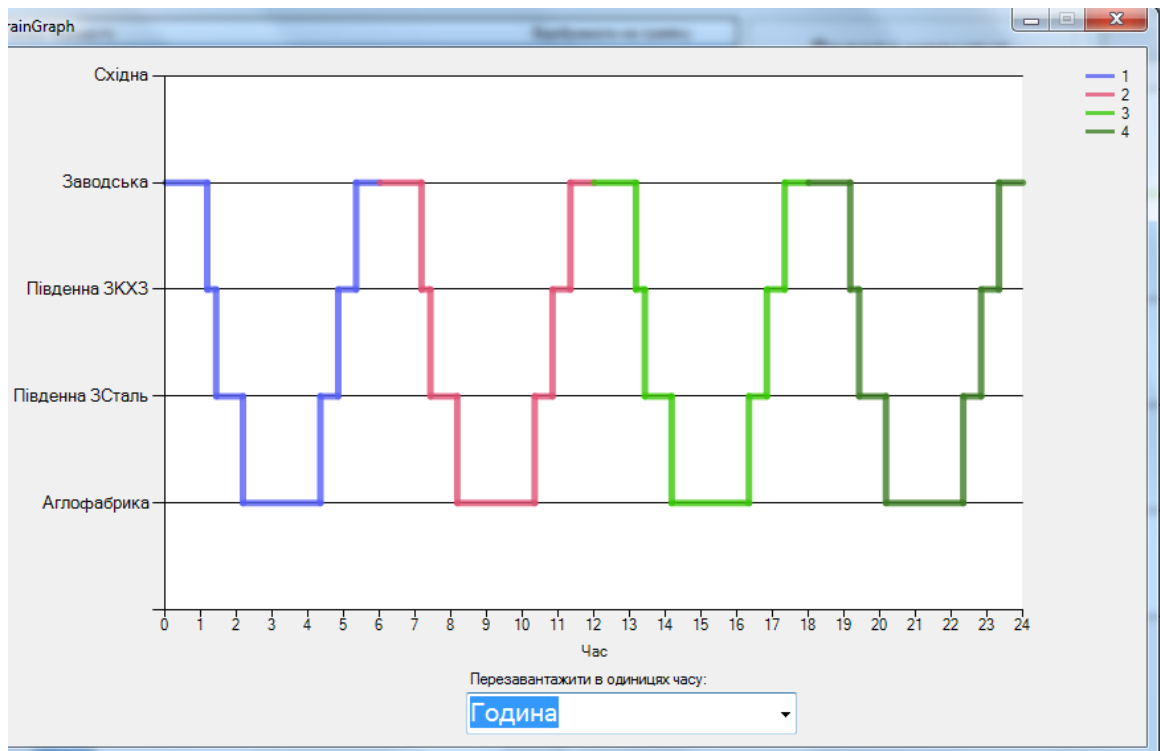


Рисунок 2.14 – Графік доставки коксу протягом доби

Додаємо графіки доставки доменного коксу у напіввагонах – рисунки 2.15 та 2.16.

№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт
0	345	Східна	Південна ЗСталь
1	200	Південна ЗСталь	Аглофабрика
2	165	Аглофабрика	Південна ЗСталь
3	165	Південна ЗСталь	Східна
4	205	Східна	Східна
5	0		

Рисунок 2.15 – Вихідні дані циклу доставки коксу у напіввагонах

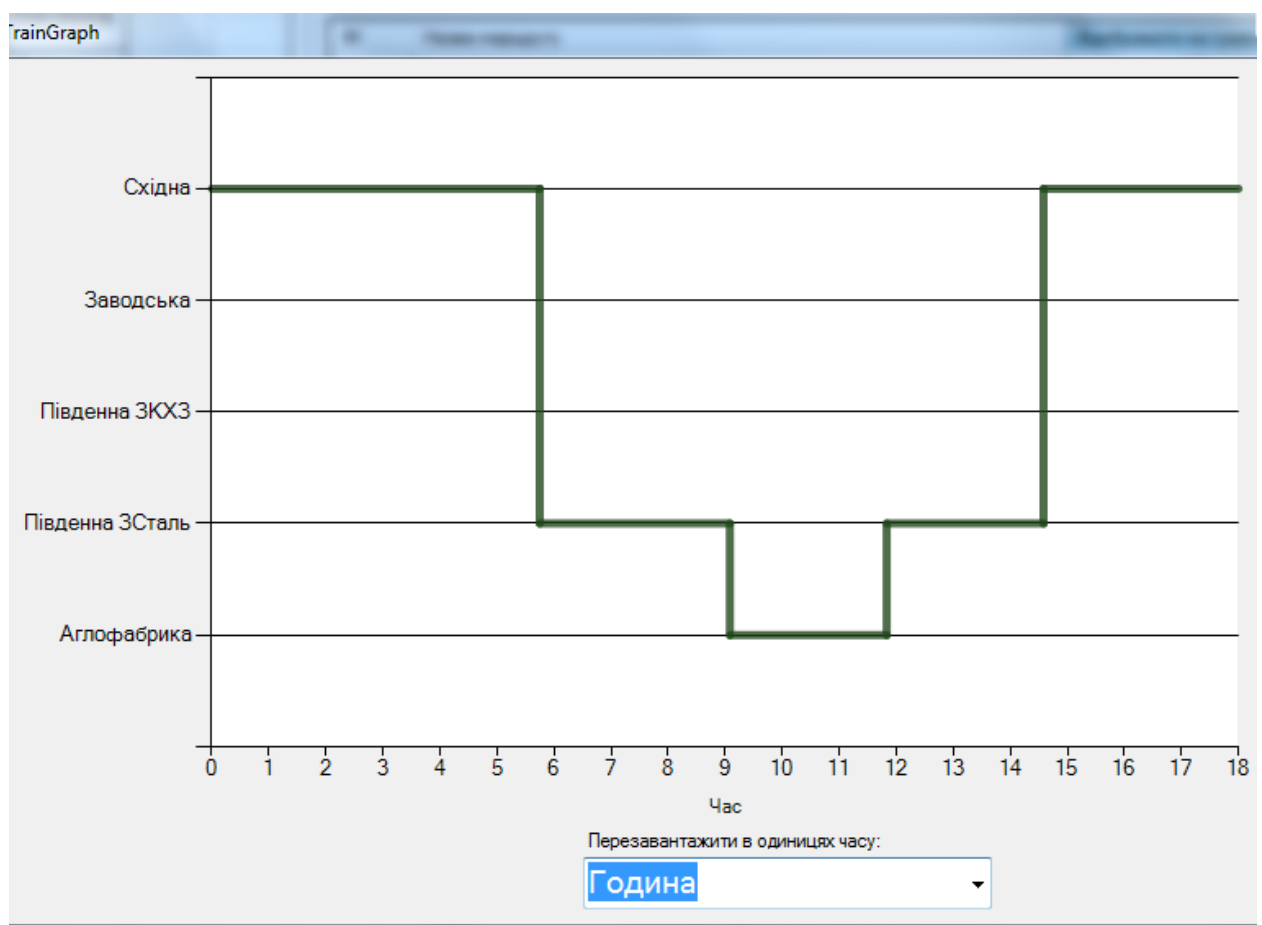


Рисунок 2.16 – Цикл доставки коксу у напіввагонах

Виконуємо дублювання циклів (рисунок 2.17) задля створення графіку роботи за місяць, який показаний на рисунку 2.18.

TrainGraph				Назва маршруту:	
№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт	2 пв	
0	345	Східна	Південна ЗСталь	Затримка перед відображенням маршруту	
1	200	Південна ЗСталь	Аглофабрика	480	
2	165	Аглофабрика	Південна ЗСталь	Для додавання точки маршруту: Внести будь-яке значення в останній рядок Для редагування: Виділити рядок Натисніть на дані для редагування Для видалення: Виділити рядок Натиснути клавішу "DELETE"	
3	165	Південна ЗСталь	Східна		
4	205	Східна	Східна		
5	0				

Рисунок 2.17 –Дублювання циклів доставки коксу у напіввагонах

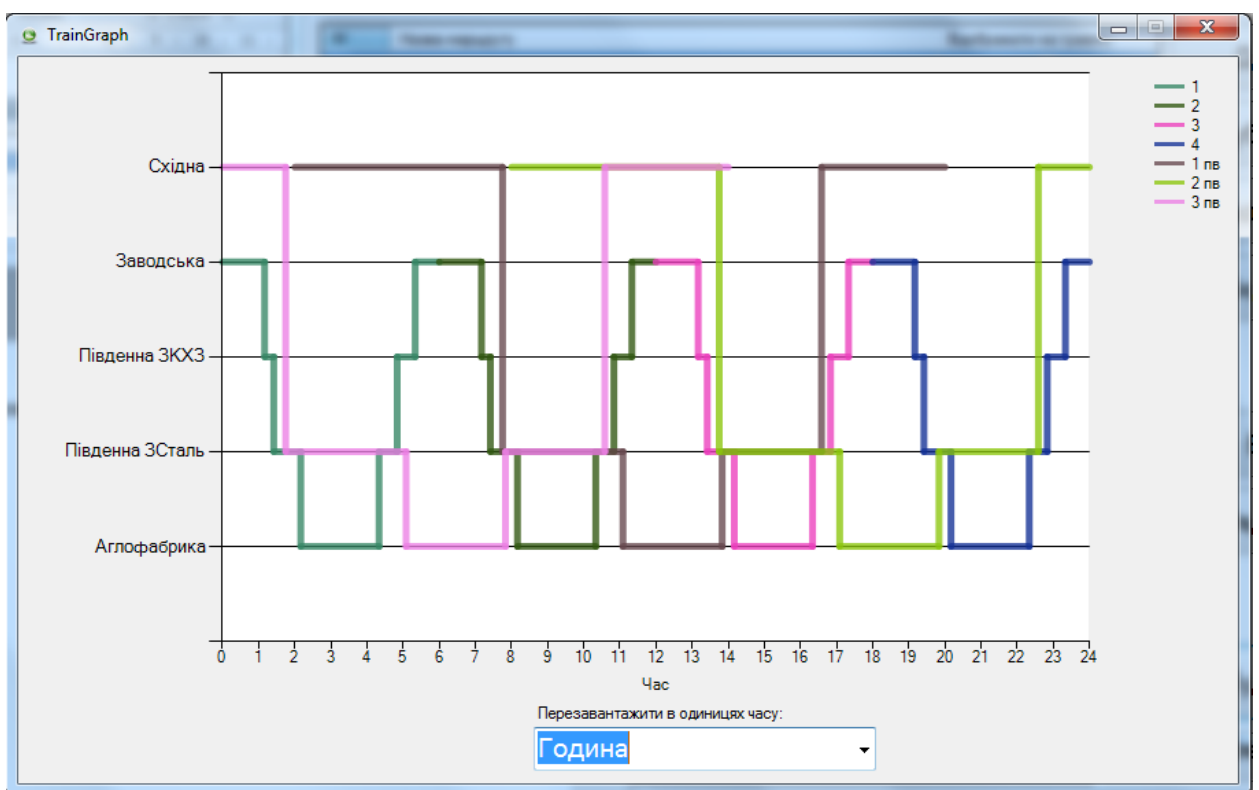


Рисунок 2.18 – Графік організації доставки доменного коксу у напіввагонах та коксовозах за місяць

За результатами графічного та аналітичного аналізу можна встановити наступні показники роботи транспортної системи:

- кількість коксовозів для забезпечення доставки коксу з ПрАТ Запоріжжкокс – 27 одиниць;
- тривалість простою піввагону з коксом – 18 годин;
- тривалість маневрової роботи локомотивів на доставці та вивантаженні доменного коксу – 34 локомотиво-години на добу;
- обсяг добового вивантаження напіввагонів по 4-й колії парку Бункера Аглофабрики вручну – 24 вагони;
- обсяг доставки вантажів промисловим транспортом зі станції примикання – 30 тисяч тонн на місяць.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технічні характеристики процесів доставки доменного коксу на Запоріжсталь

В роботі виконані розрахунки щодо організації перевезень доменного коксу обсягом 68 тисяч тонн на місяць від постачальника ПрАТ Запоріжжкокс та 30 тисяч тонн на місяць – зі станції примикання від зовнішніх постачальників. Результати визначення технічних параметрів наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні параметри

Номер парам.	Параметр	Обсяг	Од. виміру
1	Кількість коксовозів для забезпечення доставки коксу з ПрАТ Запоріжжкокс, з урахуванням резерву та ремонту	27	одиниць
2	Обсяг доставки коксу у піввагонах	30000	т/міс
3	Обсяг доставки коксу у коксозах	68000	т/міс

Кінець таблиці 3.1

Номер парам.	Параметр	Обсяг	Од. виміру
4	Середня тривалість простою піввагону з коксом	18	година
5	Тривалість використання локомотивів	34	години/добу
6	Обсяг вивантаження коксу у піввагонах вручну	24	ваг/добу

Розрахуємо економічні показники доставки доменного коксу за обома джерелами постачань.

3.2 Економічні показники доставки доменного коксу на Запоріжсталь

Загалом, витрати $\Pi_{\text{кк}}$ з доставки доменного коксу у коксовозах та піввагонах визначимо [11,12] за виразом:

$$\Pi_{\text{кк}} = T_{\text{пв}} + \Pi_{\text{кор}} + \Pi_{\text{соб}} + \Pi_{\text{вр}} + \Pi_{\text{мр}} + \Pi_{\text{утр}}, \quad (3.1)$$

де $T_{\text{пв}}$ – тариф за доставку коксу у піввагонах з мережі шляхів Укрзалізниці, грн;

$\Pi_{\text{кор}}$ – плата за користування вагонами за час перебування на підприємстві, грн;

$\Pi_{\text{соб}}$ – собівартість перевезень піввагонів із коксом на підприємстві, грн;

$\Pi_{\text{вр}}$ – витрати на роботу вантажників при вивантаженні піввагонів з коксом, грн;

$\Pi_{\text{мр}}$ – витрати на роботу локомотивів підприємства, грн;

$\Pi_{\text{утр}}$ – вартість утримання власних вагонів для охолодженого коксу, грн.

Розмір тарифу $T_{\text{пв}}$ з доставки доменного коксу у піввагонах з мережі шляхів Укрзалізниці розраховуємо за виразом:

$$T_{\text{пв}} = 365 N_{\text{пвк}} T_{\text{кс}}, \quad (3.2)$$

де $N_{\text{пвк}}$ – кількість піввагонів із коксом, що надходять за добу, од.;

$T_{\text{кс}}$ – середня вартість тарифу на піввагон, грн.

Встановимо $T_{\text{пв}}$ згідно (3.2):

$$T_{\text{пв}} = 365 \cdot 24 \cdot 32000 = 280320000 = 280,3 \text{ млн грн.}$$

Плата за користування вагонами $\Pi_{\text{кор}}$ за час перебування на підприємстві може бути розрахована за формулою:

$$\Pi_{\text{кор}} = 365 N_{\text{пвк}} t c_{\text{гд}}, \quad (3.3)$$

де t – час простою одиниці рухомого складу, години;

$c_{\text{гд}}$ – вартість години використання піввагону [13], $c_{\text{гд}} = 65$ грн.

Визначаємо $\Pi_{\text{кор}}$ згідно (3.3):

$$\Pi_{\text{кор}} = 365 \cdot 24 \cdot 18 \cdot 65 = 10249200 = 10,2 \text{ млн грн.}$$

Собівартість перевезень піввагонів із коксом на підприємстві $\Pi_{\text{соб}}$ визначимо за формулою:

$$\Pi_{\text{соб}} = 12 Q_{\text{кс}} c_{\text{т}}, \quad (3.4)$$

де $Q_{\text{кс}}$ – вага перевезеного коксу у піввагонах за місяць, т;
 $c_{\text{т}}$ – собівартість перевезення 1 т, грн.

Розраховуємо $\Pi_{\text{соб}}$ за виразом (3.4):

$$\Pi_{\text{соб}} = 12 \cdot 30000 \cdot 32 = 11520000 = 11,5 \text{ млн грн.}$$

Витрати на роботу вантажників при вивантаженні піввагонів з коксом $\Pi_{\text{вр}}$ встановимо за виразом:

$$\Pi_{\text{вр}} = 365 N_{\text{пвк}} c_{\text{рр}}, \quad (3.5)$$

де $c_{\text{рр}}$ – вартість робіт на 1 піввагон з коксом, грн.

Визначаємо згідно (3.5):

$$\Pi_{\text{вр}} = 365 \cdot 24 \cdot 256 = 2242560 = 2,2 \text{ млн грн.}$$

Витрати на роботу локомотивів підприємства $\Pi_{\text{мр}}$ встановимо за формулою:

$$\Pi_{\text{мр}} = 365 T_{\text{мр}} c_{\text{мр}}, \quad (3.6)$$

де $T_{\text{мр}}$ – тривалість робіт, годин на добу;

$c_{\text{мр}}$ – вартість робіт, за годину у грн.

$c_{\text{мр}} = 1265$ грн/год.

Розраховуємо за виразом (3.6):

$$\Pi_{\text{мр}} = 365 \cdot 34 \cdot 1265 = 15698650 = 15,7 \text{ млн грн.}$$

Вартість утримання власних вагонів для охолодженого коксу $\Pi_{\text{утр}}$ визначаємо відповідно до формули:

$$\Pi_{\text{утр}} = 365 N_{\text{вок}} c_{\text{вок}}, \quad (3.7)$$

де $N_{\text{вок}}$ – парк вагонів для охолодженого коксу, од;

$c_{\text{вок}}$ – вартість утримання вагону для охолодженого коксу, грн/добу.

$c_{\text{вок}} = 320$ грн/добу.

Розрахуємо відповідно до (3.7):

$$\Pi_{\text{утр}} = 365 \cdot 27 \cdot 320 = 3153600 = 3,2 \text{ млн грн/рік.}$$

Визначаємо витрати за (3.1) за рік:

$$V_{\text{пх}} = 280,3 + 10,2 + 11,5 + 2,2 + 15,7 + 3,2 = 323,1 \text{ млн грн.}$$

Собівартість перевезень 1 т коксу:

$$323,1 \text{ млн грн} / (12 \cdot 98000 \text{ т}) = 275 \text{ грн/т}$$

Економічні показники перевезення коксу у коксовозах та піввагонах наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Річні економічні показники перевезення коксу у коксовозах та піввагонах

№ з/п	Показник вартості	Значення, млн грн/рік
1	Тариф за доставку коксу у піввагонах з мережі шляхів Укрзалізниці	280,3
2	Плата за користування вагонами за час перебування на підприємстві	10,2
3	Собівартість перевезень піввагонів із коксом на підприємстві	11,5
4	Витрати на роботу вантажників при вивантаженні піввагонів з коксом	2,2
5	Витрати на роботу локомотивів підприємства	15,7

Кінець таблиці 3.2

№ з/п	Показник вартості	Значення, млн грн/рік
6	Вартість утримання власних вагонів для охолодженого коксу	3,2
7	Витрати загальні	323,1
8	Собівартість перевезень 1 т	275 грн/т

Витрати загальні на доставку коксу у коксовозах та піввагонах становлять 323,1 млн грн на рік, собівартість перевезень 1 тонни – 275 грн/т.

ВИСНОВКИ

В ході роботи були визначені обсяги постачання коксу, виходячи з фактичного рівня виробництва чавуну за даними сайту комбінату Запоріжсталь за минулий рік, враховуючи вихідне завдання постачання 70% вантажу з Запоріжжя, 30% - зі станції примикання.

Визначена тривалість технологічних операцій та вантажних робіт із врахуванням надходження коксу зі станції примикання у напіввагонах та їх вивантаження на рудний дві з колії 4П парку Бункера, обсяг роботи локомотивів за часом.

Встановлено потрібну кількість коксовозів та тривалість простою піввагонів.

Визначені технічні й економічні показники доставки коксу у коксовозах та піввагонах, головними з яких є:

- загальні витрати на перевезення 323,1 млн грн на рік;
- собівартість перевезення тонни коксу – 275 грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Гендиректор «Запоріжсталі» – про те, як комбінат реагує на зростаючі виклики з боку ринку. URL : <https://gmk.center/ua/interview/rostislav-shurma-u-2019-roci-planuiemo-vipustiti-4-3-mln-tonn-chavunu/> (дата звернення 15.05.2024).
2. GMK CENTER. URL : <https://gmk.center/ua/> (дата звернення 15.05.2024).
3. BBC NEWS Україна. URL : <https://www.bbc.com/ukrainian/news-39295173> (дата звернення 15.05.2024).
4. Офіційний сайт Дніпровагонмаш. URL : <https://dvmash.biz/> (дата звернення 16.05.2024).
5. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 17.05.2024).
6. Техніко-розпорядчий акт стації Південна. ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 33 с.
7. Техніко-розпорядчий акт стації Аглофабрика. ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – 32 с.
8. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.
9. 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).
10. Серeda Б.П. Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія / Б.П. Серeda, С.М. Турпак, І.В. Кругляк, О.О.

Острогляд, Д.Я. Муковська, Д.Б. Середа, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 с.

11. 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.

12. 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.

13. Оновлені ціни на оренду вагонів Укрзалізниці. URL: <https://tripoli.land/ua/news/obnovleny-tseny-na-arendu-vagonov-ukrzaliznytsi-chto-izmenitsya-s-1-maya> (дата звернення 17.05.2023).