

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 ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДОМЕННОГО
ВИРОБНИЦТВА НА ПРИКЛАДІ СТАЛЕЛИВАРНОГО ЗАВОДУ PORT
KEMBLA STEELWORKS»

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

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

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

 Алла МОІСЕЄВА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник  Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент  Ольга ДУДАРЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

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)

МОІСЕЄВОЇ Алли Анатоліївни _____

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація транспортного обслуговування доменного виробництва на прикладі сталеливарного заводу Port Kembla Steelworks

керівник проєкту (роботи) д.т.н., проф. ТУРПАК Сергій Миколайович, _____,
 (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.

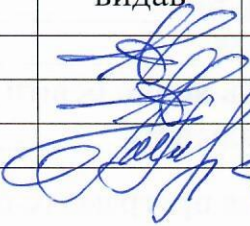
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча схема колійного розвитку, характеристики вантажу та рухомого складу, обсяги перевезень, характеристики вантажних пунктів та технології приймання сировини

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Розрахункова частина. 2.1 Розрахунок кількості чавуновозів 2.2 Графічний аналіз обслуговування доменних печей. 3. Економічна частина.

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	Турпак С.М., зав.каф.		
2	Турпак С.М., зав.каф.		
3	Харченко Т.В., старш. викл.		

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (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)

Алла МОІСЕЄВА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 48 с., 35 рис., 2 табл., 11 джерел.

ЧАВУН, ТЕПЛОВОЗ, ЧАВУНОВОЗ, МЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД, МОРСЬКИЙ ПОРТ

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень рідкого чавуну в на заводі в порту Кембла, Австралія.

Мета роботи – організація перевезень чавуну та визначення їх техніко-економічних показників.

Методи дослідження – аналітичний аналіз, графічний аналіз за допомогою програмного засобу TrainGraph.

В роботі виконано аналіз технології організації перевезень рідкого чавуну в умовах металургійного заводу в порту Кембла. Виконані техніко-економічні розрахунки та розроблено графіки роботи транспорту при перевезеннях чавуну. Визначені основні показники роботи.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	6
1 Аналітична частина	7
1.1 Загальна характеристика підприємства	7
1.2 Характеристика транспортно-виробничого процесу	7
1.3 Характеристика процесу вивантаження сировини для виробництва	19
2 Розрахункова частина	22
2.1 Розрахунок кількості чавуновозів	22
2.2 Графічний аналіз обслуговування доменних печей	26
3 Економічна частина	39
3.1 Формування вихідних даних для визначення економічних показників обслуговування доменного виробництва	39
3.2 Визначення економічних показників перевезень рідкого чавуну на заводі Кембла	41
Висновки	45
Перелік джерел посилання	47

ВСТУП

Українська металургійна галузь потерпає від широкомасштабного вторгнення. Тому в роботі виконано аналіз роботи перспективних підприємств галузі в інших містах.

Особливістю підприємства BlueScope, розташованого в Австралії, має причали для обробки суден, без яких неможлива робота місцевого металургійного заводу.

Протягом року порт приймає близько 26 суден типу Capesize, вантажомісткістю близько 140 000 тонн кожне.

Судна такого типу настільки великі, що можуть входити та виходити з гавані лише під час припливу. Вони розвантажуються за допомогою мостового крана, який розташований перпендикулярно до поздовжньої вісі судна.

Доменне виробництво обслуговується залізничним транспортом підприємства, саме на його прикладі виконується дана кваліфікаційна робота, що дозволяє повною мірою реалізувати право на академічну свободу вибору тематики та сфери виконання розрахунків з організації перевезень вантажів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика підприємства

Безпосередньо на металургійному підприємстві BlueScope знаходиться близько 3000 працівників а, з урахуванням підрядників, постачальників та інших надавачів різноманітних послуг, це - 10 000 робочих місць в Illawarra, включаючи Port Kembla Steelworks [1].

Щороку BlueScope реалізує сталеву продукцію на понад 2,0 мільярди доларів США, а потужність сталеливарного заводу Port Kembla Steelworks перевищує 3,0 мільйони тонн сталі на рік. Площа цього металургійного заводу становить 760 га.

BlueScope наполегливо працює над зменшенням негативного впливу своєї діяльності на навколишнє середовище, щорічно витрачається близько 50 мільйонів доларів США на експлуатацію та обслуговування обладнання, за допомогою якого здійснюється контролювання рівня забруднення.

За останні 10 років у компанія інвестувала понад 5 мільйонів доларів США у вигляді спонсорства та пожертвувань у соціальні програми.

BlueScope в Іллаваррі є невід'ємною частиною глобальної діяльності компанії BlueScope Steel Limited [1].

1.2 Характеристика транспортно-виробничого процесу

Технологічний процес виробництва складається з таких основних етапів:

- доменне виробництво;

- сталеливарне виробництво з використанням конвертерного способу виготовлення сталі у вигляді слябів;

- прокатне виробництво (гарячекатаний та холоднокатаний прокат);

- нанесення захисного покриття (цинкування, фарбування).

Схема технологічного процесу представлена на рисунку 1.1 [2].



Рисунок 1.1 – Схема техпроцесу заводу Port Kembla

До основних категорій сировини для виробництва належать наступні вантажі:

- залізна руда;
- вугілля;
- флюси.

Всі вантажі доставляються морським транспортом та вивантажуються на берегових відкритих складах у лінійні штабелі за допомогою засобів безперервного транспорту (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Схема розміщення основних об’єктів транспортно-виробничої системи

На рисунку 1.3 показано процес вивантаження руди та флюсів на склади підприємства.



Рисунок 1.3 - Процес вивантаження руди та флюсів на склади підприємства

Склади руди та флюсів розташовані у безпосередній близькості до доменних печей. Склад вугілля розташований поблизу батарей коксохімічного виробництва (рисунок 1.2) та має власну причальну лінію для підходу суден.

Таким чином, безпосередньо до блоку доменних печей примикають склади руди та флюсів зі сходу, а коксохімічний виробничий підрозділ примикає з півдня.

Подача сировини та коксу у доменні печі здійснюється машинами безперервного транспорту – конвеєрами (рисунок 1.4), що можливе завдяки вдалому розташування промислових об’єктів [2].

Усереднення сировини відбувається на складах, розташованих поруч зі складом руди. Там розміщуються два штабеля – один формується з вантажів, що надходять морським транспортом, інших – розформовується із забором вантажу до доменного виробництва.

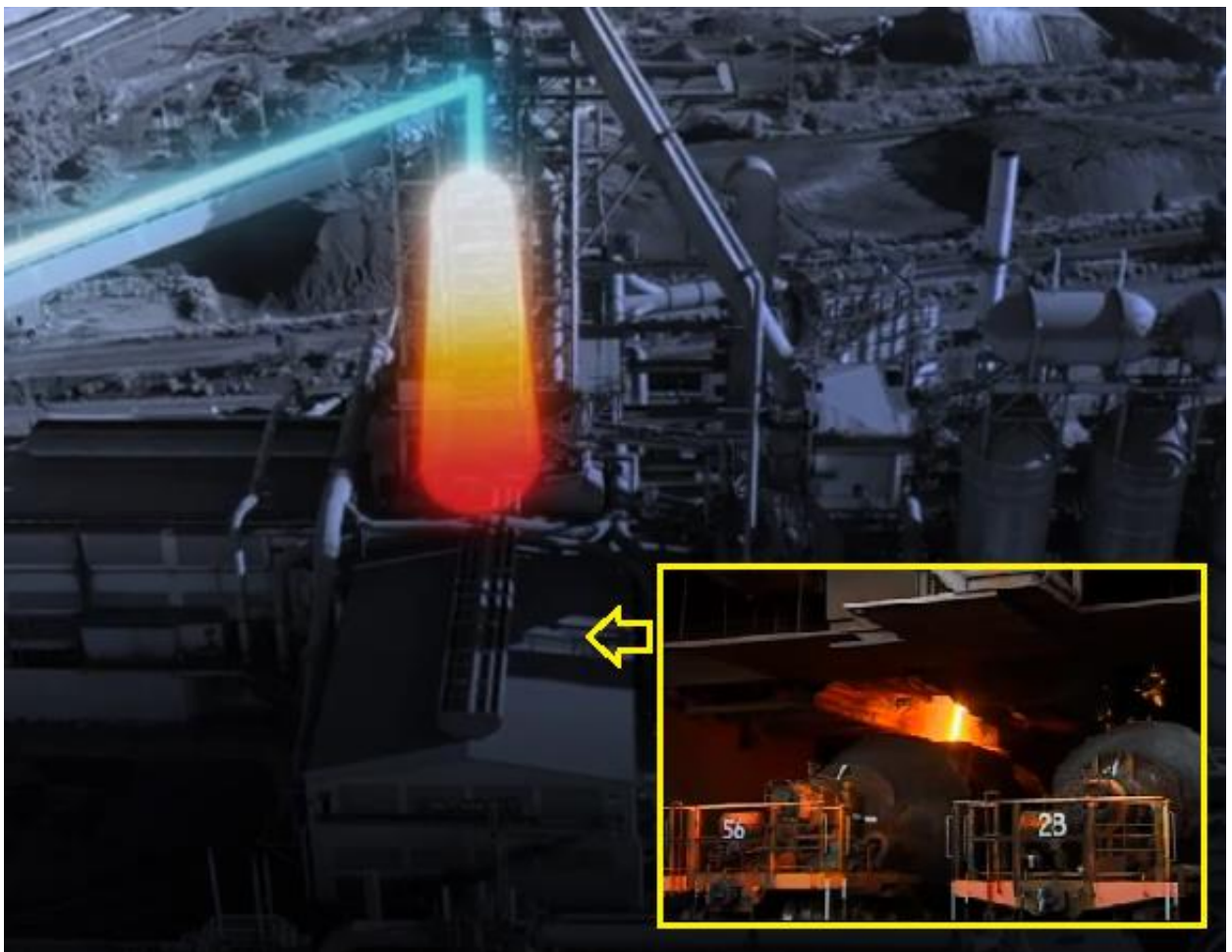


Рисунок 1.4 – Схема транспортування шихти до доменної печі

Доставки рідкого чавуну від доменних печей до конвертерного виробництва здійснюється залізничним транспортом у чавуновозах міксерного типу (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Доставка рідкого чавуну від доменних печей до конвертерного виробництва

Місткість чавуновозів міксерного типу становить 350 т. Після передавання чавуну до конвертерного цеху та машини безперервного лиття заготівель утворюється товста полоса сталі, яка розрізається на окремі сляби [3], які зберігаються на складі (рисунок 1.6).

Вантажні операції зі слябами виконуються за допомогою мостових електричних кранів.

Доставка слябів до нагрівальних колодязів прокатного цеху може здійснюватися залізничним транспортом (рисунок 1.7) та великовантажними автомобілями.



Рисунок 1.6 – Відкритий склад слябів

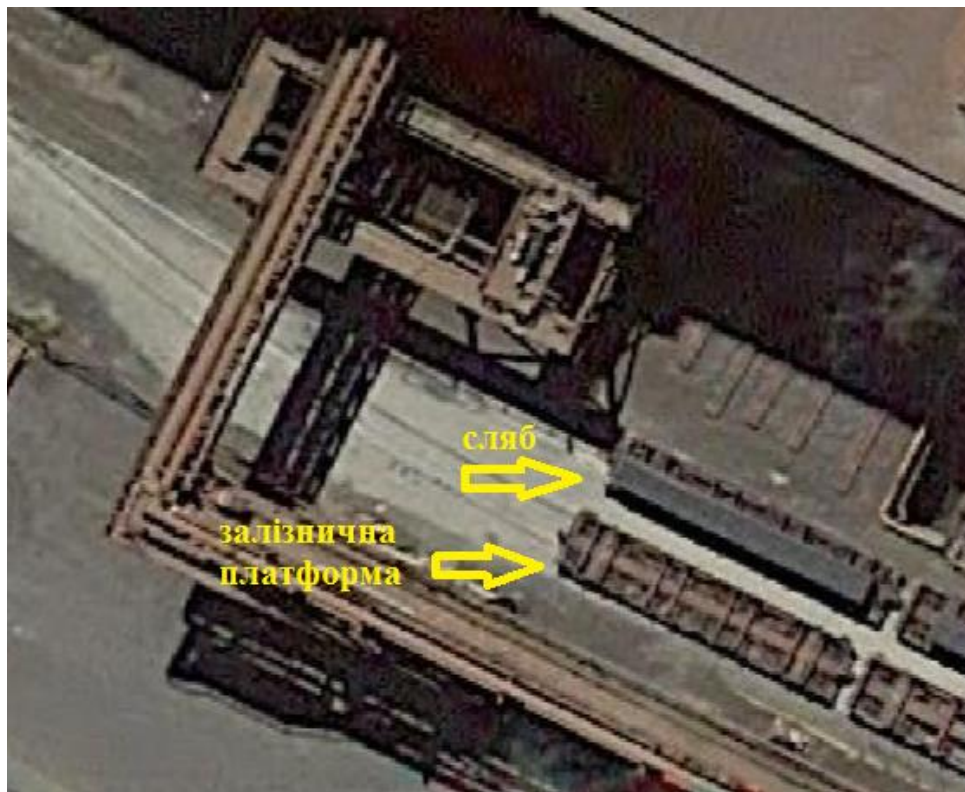


Рисунок 1.7 – Розміщення металопрокату у слябах на залізничних платформах

Наступним етапом виробництва є виготовлення гарячого металопрокату [3] у рулонах (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Виготовлення гарячекатаного металопрокату на заводі в порту Кембла

На станах холодної прокатки виготовляють металопрокат у рулонах вагою близько 20 тонн [4] – рисунок 1.9.



Рисунок 1.9 – Холоднокатаний металопрокат у рулонах

Подальший технологічний процес передбачає нанесення захисного покриття на металопрокат. Зокрема, це – цинкування (рисунок 1.10)



Рисунок 1.10 – Нанесення цинкового покриття на металопродукт

Також на метал може наноситись захисне фарбове покриття (рисунок 1.11).

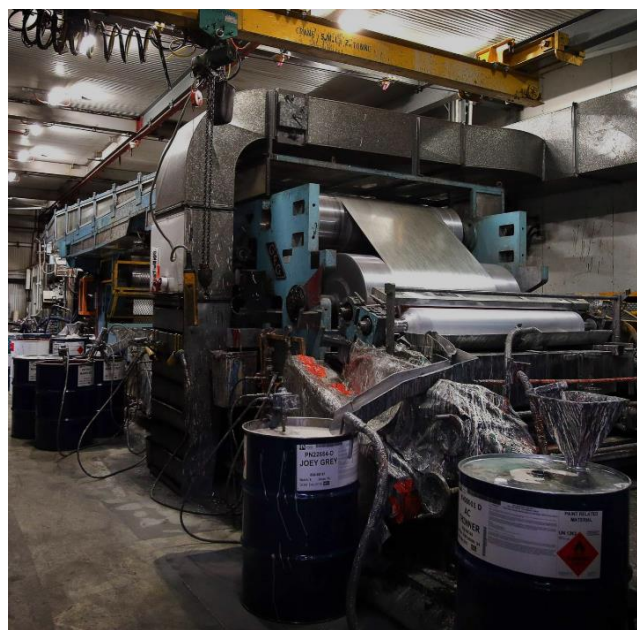


Рисунок 1.11 – Нанесення фарбового покриття на металопродукт

Після нанесення захисного покриття металопрокат може зберігатись не тільки у приміщеннях (рисунок 1.12), а й на відкритих складах підприємства шляхом одноярусного складування.



Рисунок 1.12 – Розміщення металопрокату у закритому складі



Рисунок 1.13 – Розміщення металопрокату на відкритому складі

Перевезення готового металопрокату здійснюється тентованим автомобільним транспортом (рисунок 1.14) та, також, залізничним та морським.



Рисунок 1.14 – Підготовка автомобільного транспорту до завантаження рулонів прокату

Вантажні операції з металопрокатом виконуються автонавантажувачами зі штирьовими захватами та мостовими кранами із двозаходними захватами (рисунок 1.15-1.16).



Рисунок 1.15 – Робота складу при навантаженні мостовими кранами на автотранспорт



Рисунок 1.16 – Процес навантаження рулонів на автотранспорт

1.3 Характеристика процесу вивантаження сировини для виробництва

Підприємство BlueScope має три причали для обробки суден. Північний причал використовується для розвантаження найбільших транспортних засобів із залізною рудою, які мають довжину до 300 метрів та ширину - 50 метрів [5].

Протягом року порт приймає близько 26 таких суден типу Capesize, вантажомісткість кожного з них становить близько 140 000 тонн.

Судна такого типу можуть входити та виходити з гавані лише під час припливу. Вони розвантажуються за допомогою мостового крана, який розташований перпендикулярно до поздовжньої вісі судна.

Грейферний захват крану має місткість 20 тонн. Розвантажуються судно шляхом переміщення вантажу послідовно з 7 відсіків судна, які при транспортуванні закриваються люками.

Кожен відсік вміщує близько 20 000 тонн руди. В процесі розвантаження шар вантажу всередині відсіку стає занадто низьким, щоб грейферний захват міг його безпечно захоплювати, тоді вантажопідйомний кран переміщує до відсіку фронтальний навантажувач, який підгортає руду в центр.

Щоб судно не перекулось в процесі розвантаження, передбачається закачування води в баластні цистерни під палубою судна, щоб протидіяти втраті ваги руди та підтримувати відповідний баланс.

Крім того, висота зони роботи грейфера становить близько 20 метрів, тож потрібно уникнути ситуації з підйомом судна занадто високо (судна такого типу можуть мати осадку близько 18 м).

Після розвантаження грейферним краном, руда транспортується за допомогою ряду конвеєрних стрічок, які простягаються кілометрами, деякі з них – під землею, до рудного двору [5], де вона зберігається у хребтових штабелях (рисунок 1.17).



Рисунок 1.17 – Процес розвантаження судна з рудою

Звідти крупношматкова руда потрапляє в доменну піч, а дрібна фракція – на аглофабрику, де поєднується з іншими інгредієнтами для процесу виробництва чавуну.

Робочій об'єм доменних печей становить:

- доменна піч А 2860 м³;
- доменна піч №5 2860 м³;
- доменна піч №6 2749 м³ [6] – наразі законсервована.

В дійсний час працюють лише дві доменні печі.

Переходимо до розрахунку параметрів роботи транспорту.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок кількості чавуновозів

Оборотний цикл руху чавуновозів визначається часом на виконання наступних операцій [7]:

- наповнення чавуном;
- переміщення до пункту зважування;
- зважування;
- переміщення до пункту зливу;
- злиття чавуну;
- переміщення до пункту зважування;
- зважування порожніх чавуновозів;
- переміщення до доменної печі;
- очікування випуску чавуну.

Кількість чавуновозів, які потрібно доставити до доменної печі задля приймання одного випуску чавуну, визначається за формулою [7]:

$$n_{\text{ч}} = \Pi \cdot k_{\text{н}} / (z \cdot m_{\text{к}} \cdot k_{\text{з}}), \quad (2.1)$$

де Π – добова продуктивність доменної печі, т/добу. На двох працюючих печах річна продуктивність, як зазначено у попередньому розділі, становить 3 млн т. Добова продуктивність однієї печі, відповідно, – $3000000/2/365 = 4110$ т/добу;

$k_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності випуску, $k_{\text{н}} = 1,2$;

z – кількість випусків чавуну піччю за добу, $z = 12$;

$m_{\text{к}}$ – місткість чавуновозу, $m_{\text{к}} = 350$ т;

$k_{\text{з}}$ – коефіцієнт заповнення чавуновозу (0,75...0,95), приймаємо $k_{\text{з}} = 0,8$.

Виконаємо розрахунки за (2.1):

$$n_{\text{ч}} = 4110 \cdot 1,2 / (12 \cdot 350 \cdot 0,8) = 2 \text{ чавуновоза.}$$

Потрібна кількість чавуновозів для роботи доменного цеху визначається за формулою [7]:

$$n_{\text{експ}} = (\sum z_i \cdot n_i \cdot t_i) / 24, \quad (2.2)$$

де z_i – кількість випусків чавуну за i -ю піччю;
 n_i – кількість чавуновозів для i -ї печі;
 t_i – час обороту составу чавуновозів за i -ю піччю.

В нашому випадку печі є приблизно однакового об'єму, тож вираз (2.2) приймає вигляд:

$$n_{\text{експ}} = z \cdot n_{\text{ч}} \cdot t_{\text{сер}} \cdot n_{\text{п}} / 24, \quad (2.3)$$

де $t_{\text{сер}}$ – середній час обороту чавуновозів;
 $n_{\text{п}}$ – кількість доменних печей в експлуатації, $n_{\text{п}} = 2$ од.

Для визначення середнього часу обороту чавуновозів, розробимо технологічні графіки обороту рухомого складу за допомогою програми TrainGraph.

На рисунку 2.1 наведено графік обороту чавуновозних составів за доменною піччю №5 заводу Кембла.

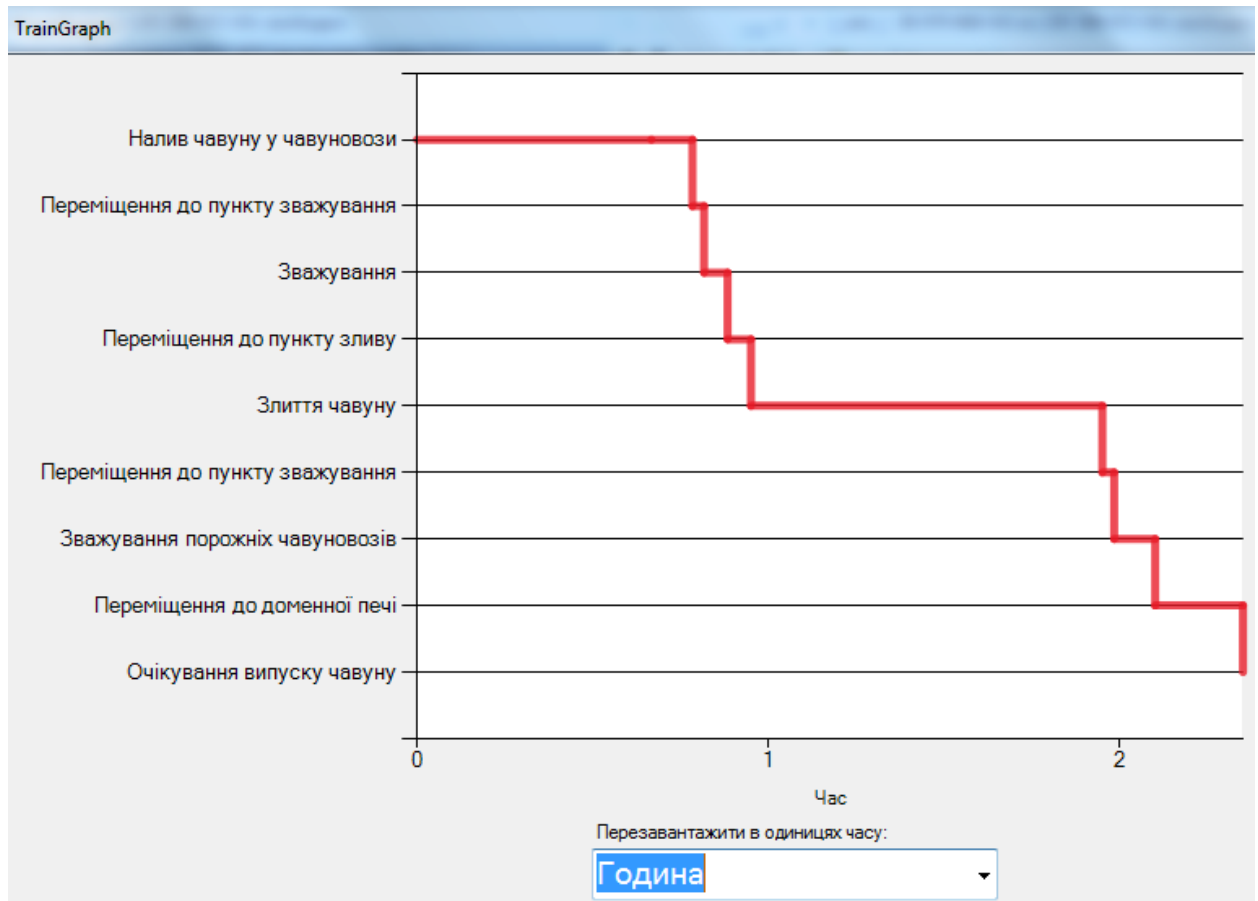


Рисунок 2.1 – Графік обороту чавуновозних составів за доменною піччю №5 заводу Кембла

Загальний час обороту составів складає 141 хвилину, або 2,35 години.

На рисунку 2.2 наведено графік обороту чавуновозних составів за доменною піччю А заводу Кембла.

Загальний час обороту составів за цим графіком становить 135 хвилин, або 2,25 години.

Середній час обороту составів становить:

$$t_{\text{сер}} = (2,35 + 2,25) / 2 = 2,3 \text{ год.}$$

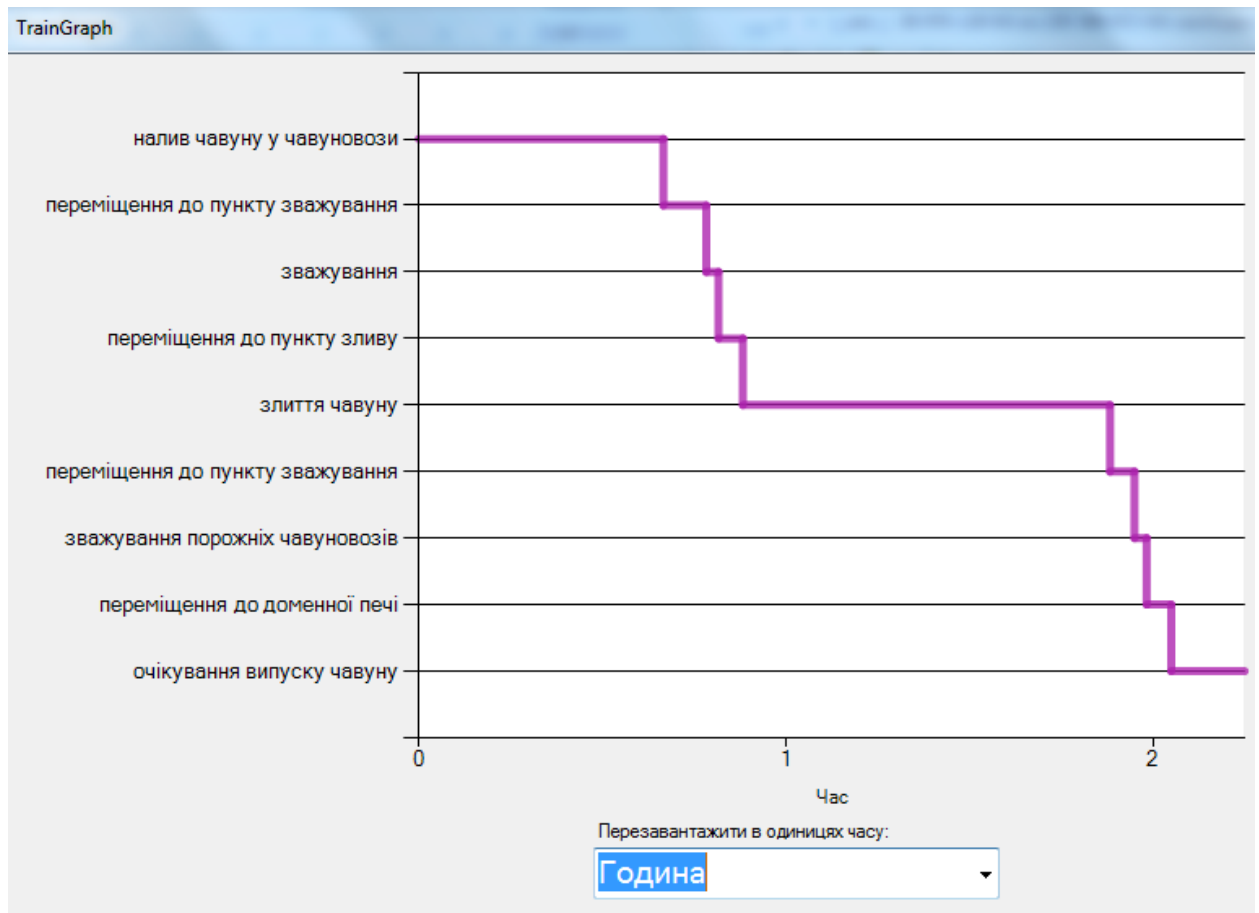


Рисунок 2.2 – Графік обороту чавуновозних составів за доменною піччю А заводу Кембла

Виконаємо розрахунки за формулою (2.3):

$$n_{\text{експ}} = 10 \cdot 2 \cdot 2,3 \cdot 2 / 24 = 4,6 = 4 \text{ чавуновози.}$$

Без урахування чавуновозів у ремонті та резерві, їх потрібна кількість для перевезень продукції становить 4 одиниці.

2.2 Графічний аналіз обслуговування доменних печей

Для уточнення розрахунку, розробимо графік обслуговування двох доменних печей.

На рисунку 2.3 відображено рух чавуновозних составів при обслуговуванні доменної печі №3.

Це фрагмент одного повного обороту составів. Програмою передбачено можливість дублювання оборотів через будь-який інтервал часу.

Тож, використовуючи таку можливість, виконуємо дану процедуру, зміщуючи всі операції на 141 хвилину – тривалість обороту на маршруті (рисунок 2.4).

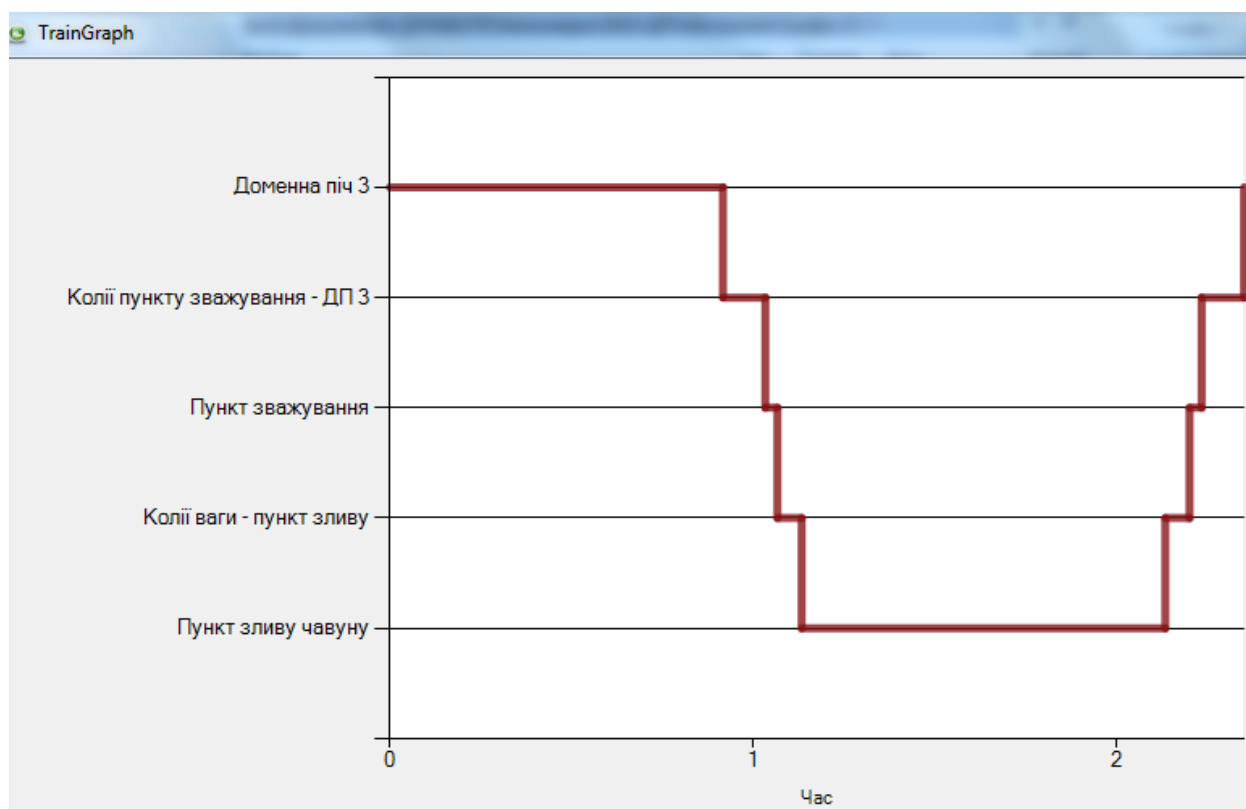


Рисунок 2.3 – Графік першого маршруту обороту составу при обслуговуванні доменної печі №3

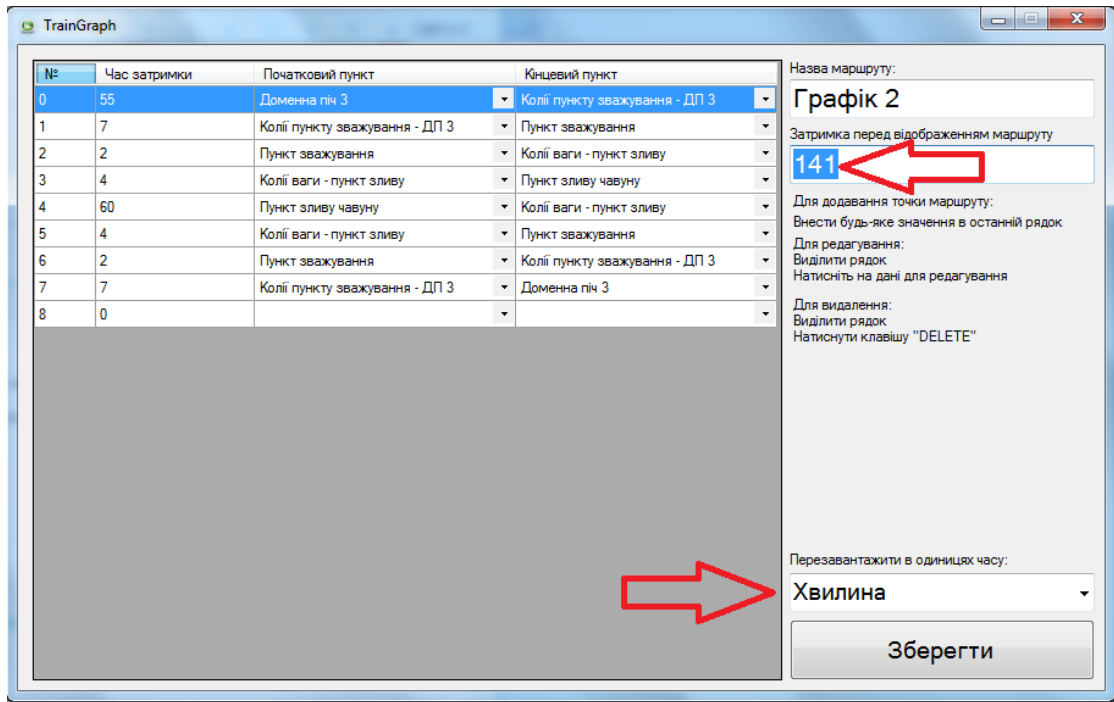


Рисунок 2.4 – Дублювання зі зміщенням графіку другого маршруту обороту составу при обслуговуванні доменної печі №3

Отримуємо наступний графік руху составу (рисунок 2.5). Він складається з двох повних оборотів.

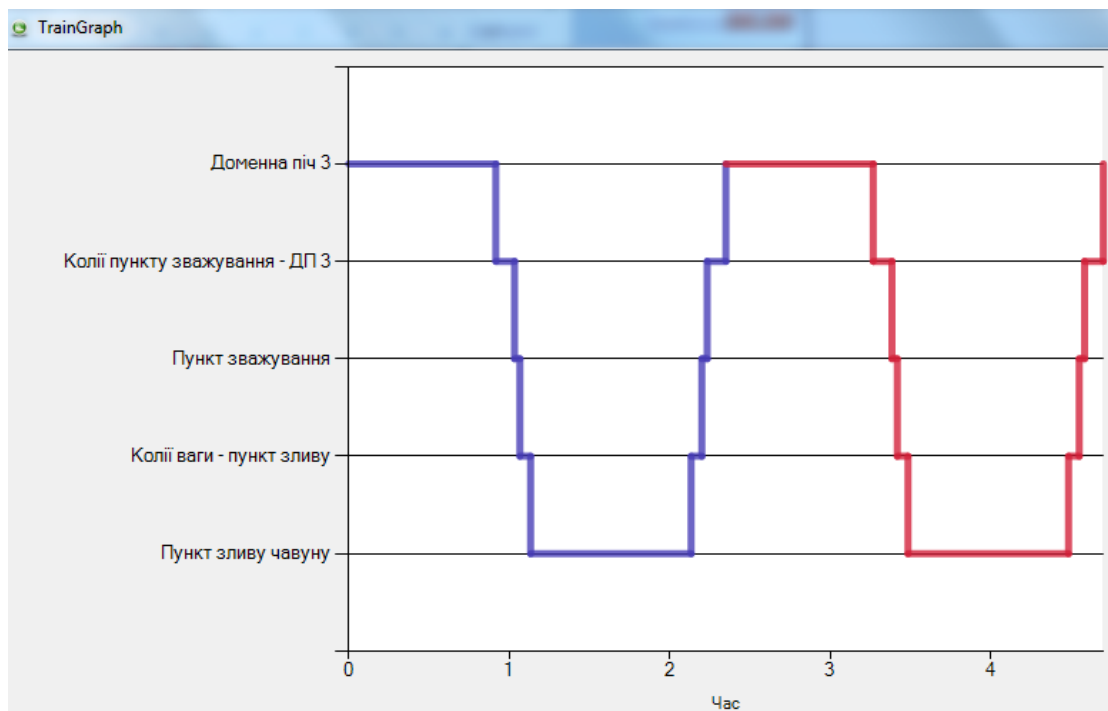


Рисунок 2.5 – Графік двох оборотів составу при обслуговуванні доменної печі №3

Використовуючи дану техніку побудови графіку руху, створимо графік транспортного обслуговування доменної печі №3 на період – 8 годин – третину доби.

Графік роботи на 8-годинну зміну наведено на рисунку 2.6.

Випуск чавуну печами планується зі зміщенням на половину циклу, в нашому випадку цей час становить $2,3/2 = 1,15$ години = 69 хвилин.

На рисунку 2.7 показано оборот составу по печі А.

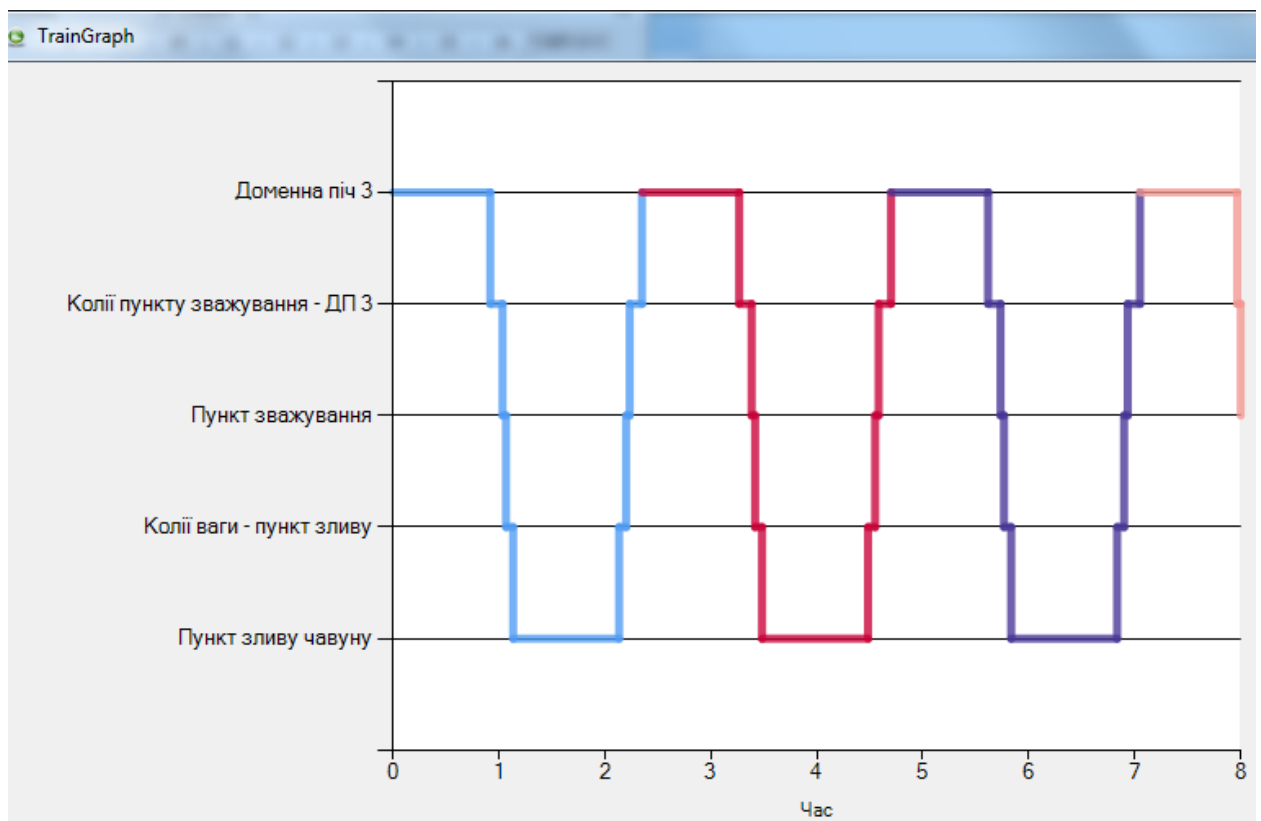


Рисунок 2.6 – Графік транспортного обслуговування печі №3 протягом 8-годинної зміни

В процесі роботи використовуємо підходи за методиками, викладеними у [8,9].

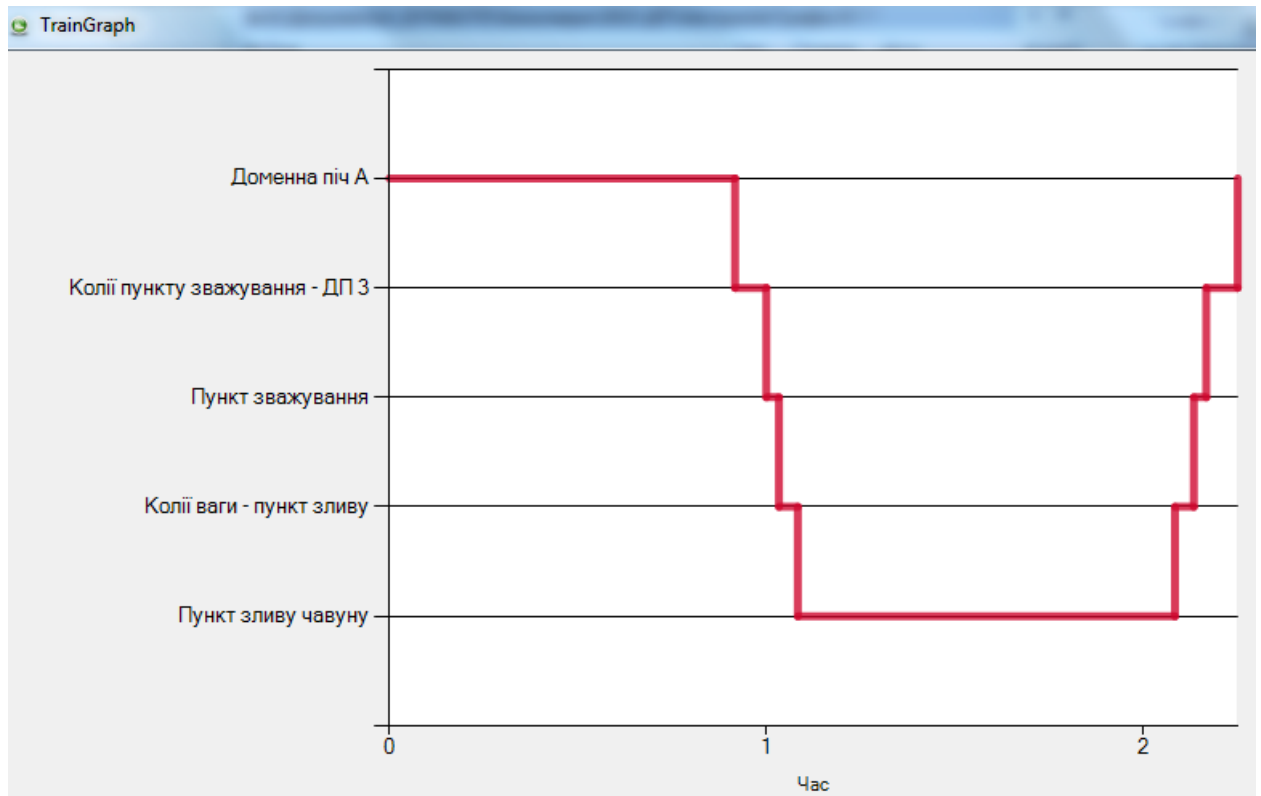


Рисунок 2.6 – Графік обороту составу по печі А

Згідно графіку випусків чавуну, виконуємо зміщення початку випуску на 1,15 години.

Графіки двох оборотів чавуновозних составів на печі А наведено на рисунку 2.7.

Виконаємо розробку графіку руху на 8-годинну зміну із урахуванням зміщення. Це зручно робити шляхом зміни початкової точки графіку або прибиранням та скороченням певних операцій (рисунок 2.8).

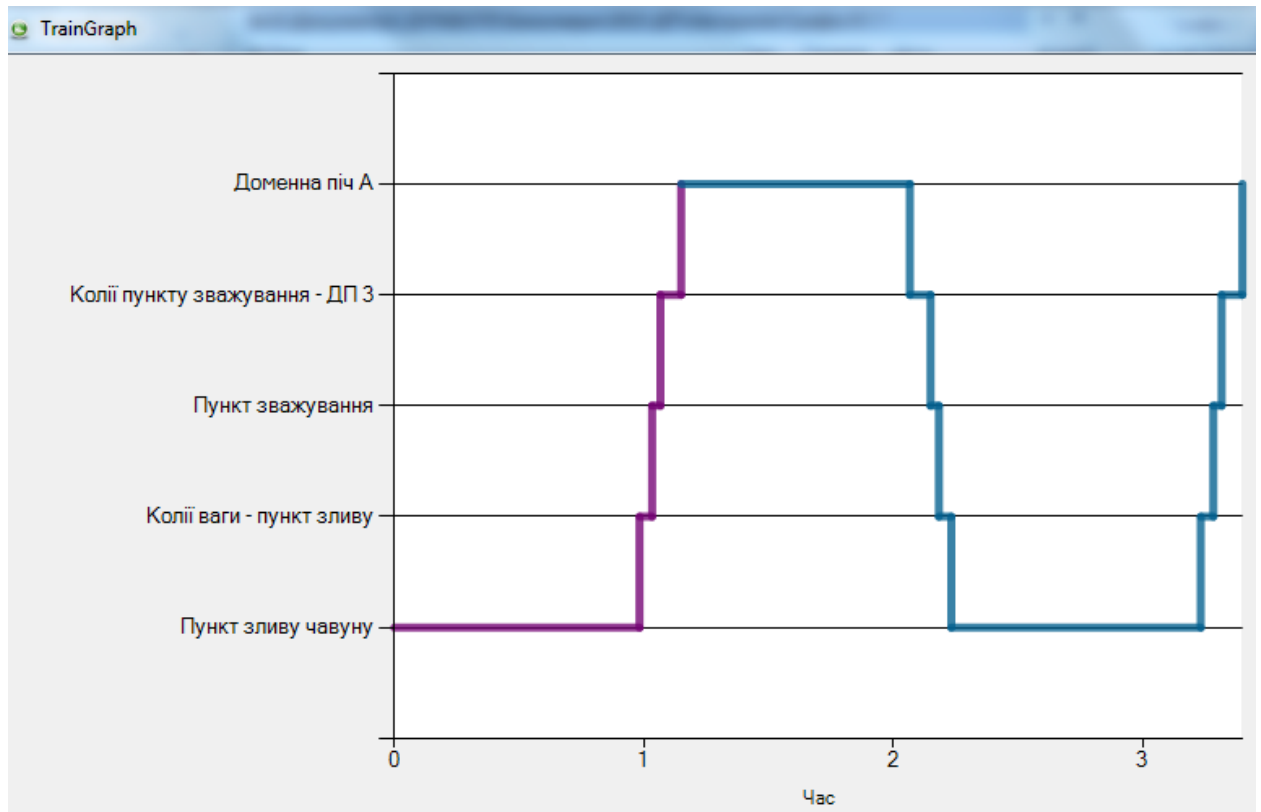


Рисунок 2.7 - Графіки двох оборотів составів на печі А

Виконуються наступні дії:

- прибираються операції до 69-ї хвилини з початку циклу робіт;
- наступний (другий) цикл зміщується на 69 хвилин;
- всі наступні цикли зміщуються на період 69 хв. з додаванням тривалості кожного циклу – 135 хвилин;
- останній цикл обмежується загальною тривалістю періоду, що аналізується – 8 годин.

Результат представлено на рисунку 2.9.

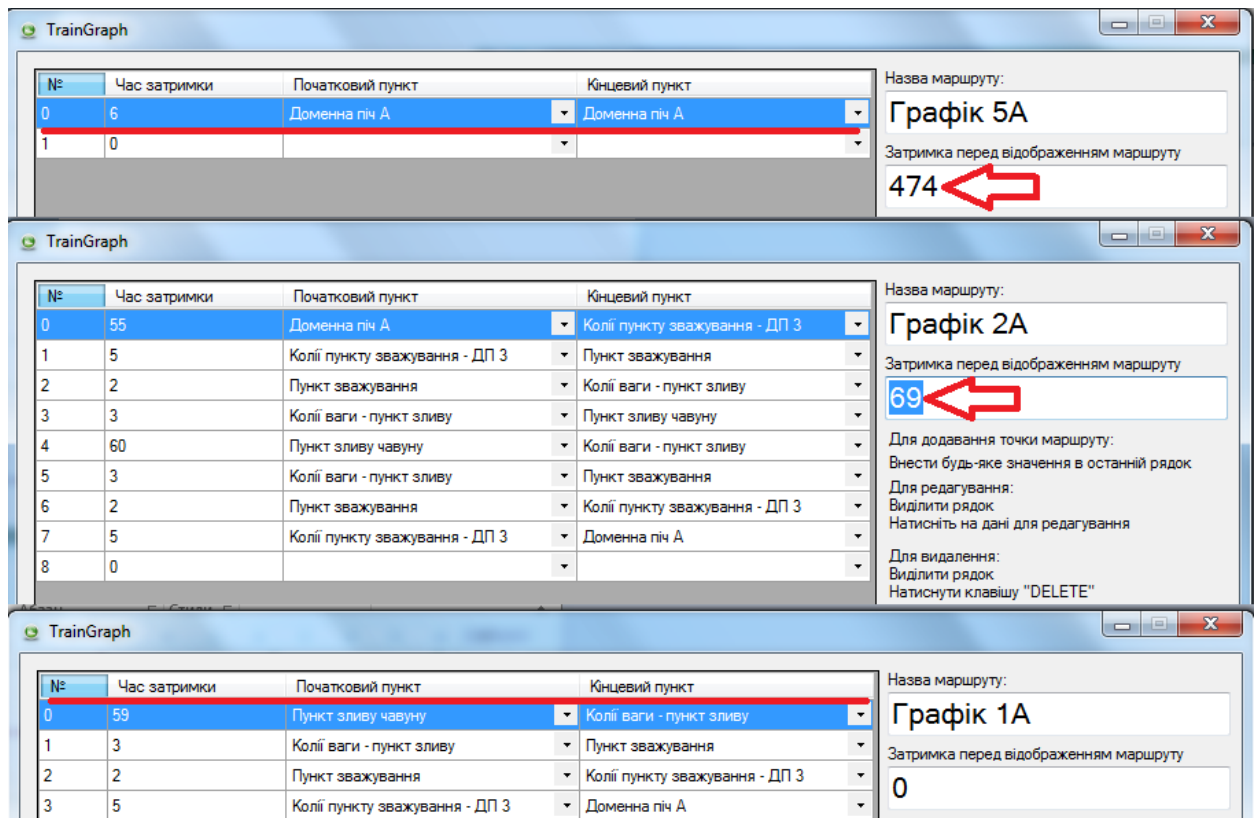


Рисунок 2.8 – Розробка графіку обслуговування печі А

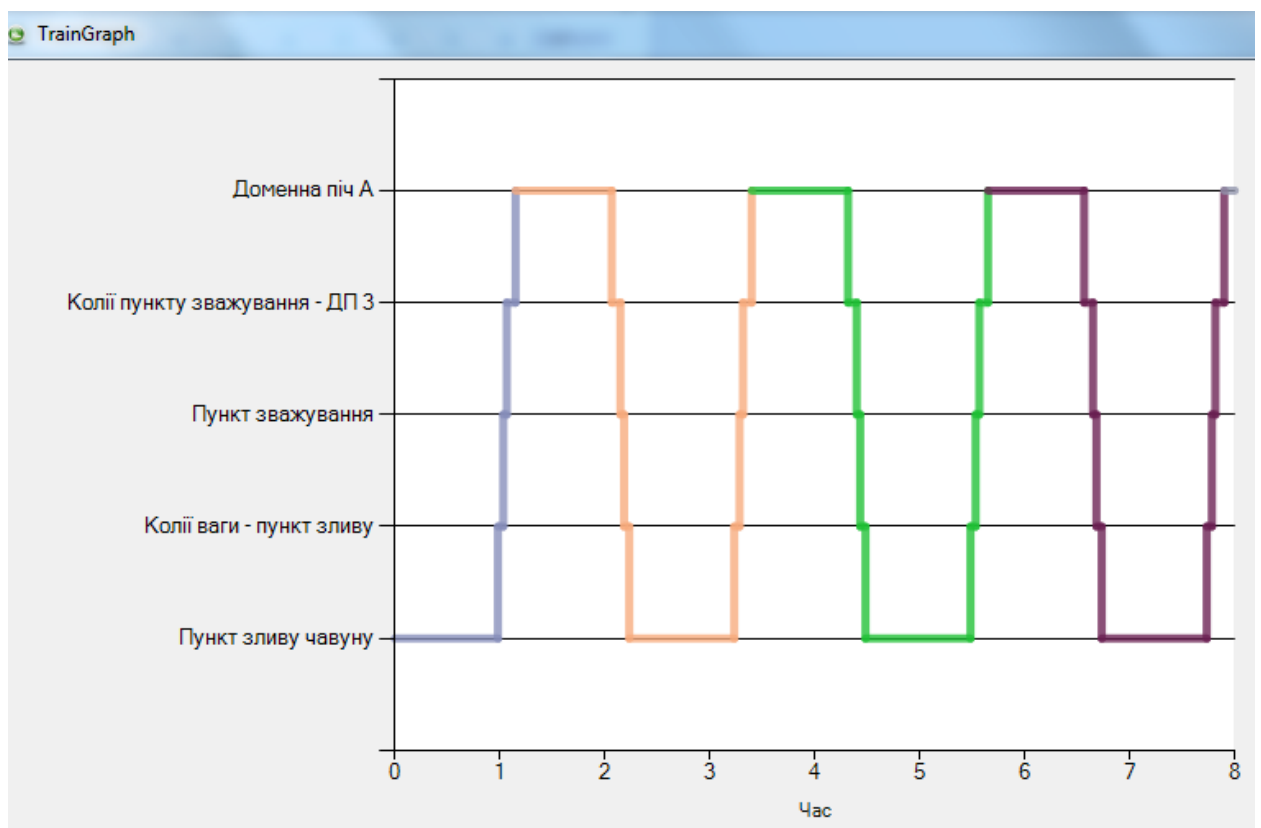


Рисунок 2.9 – Графік транспортного обслуговування печі А протягом 8-годинної зміни

Виконаємо суміщення обох графіків обслуговування доменних печей №3 та А з метою виявлення конфліктних точок (рисунок 2.10).

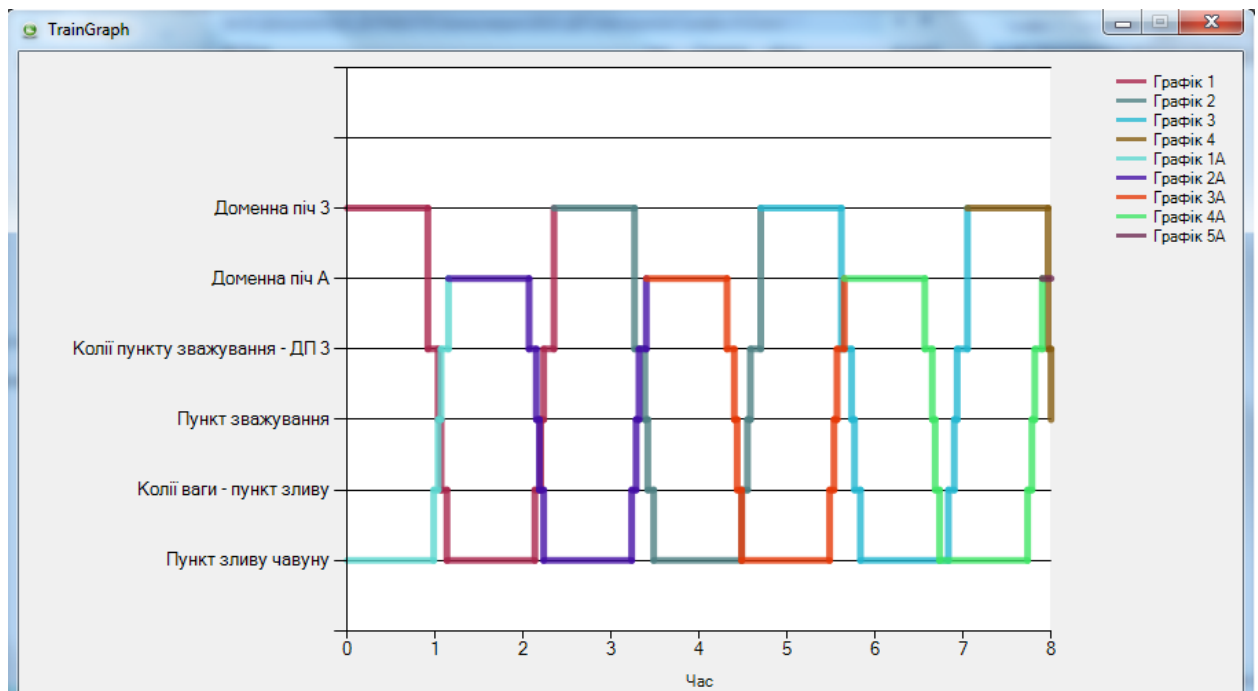


Рисунок 2.10 - Графіки обслуговування доменних печей №3 та А

Так, конфліктною точкою є пункт зважування (рисунок 2.11), вісь часу змінено з годинної на хвилинну.

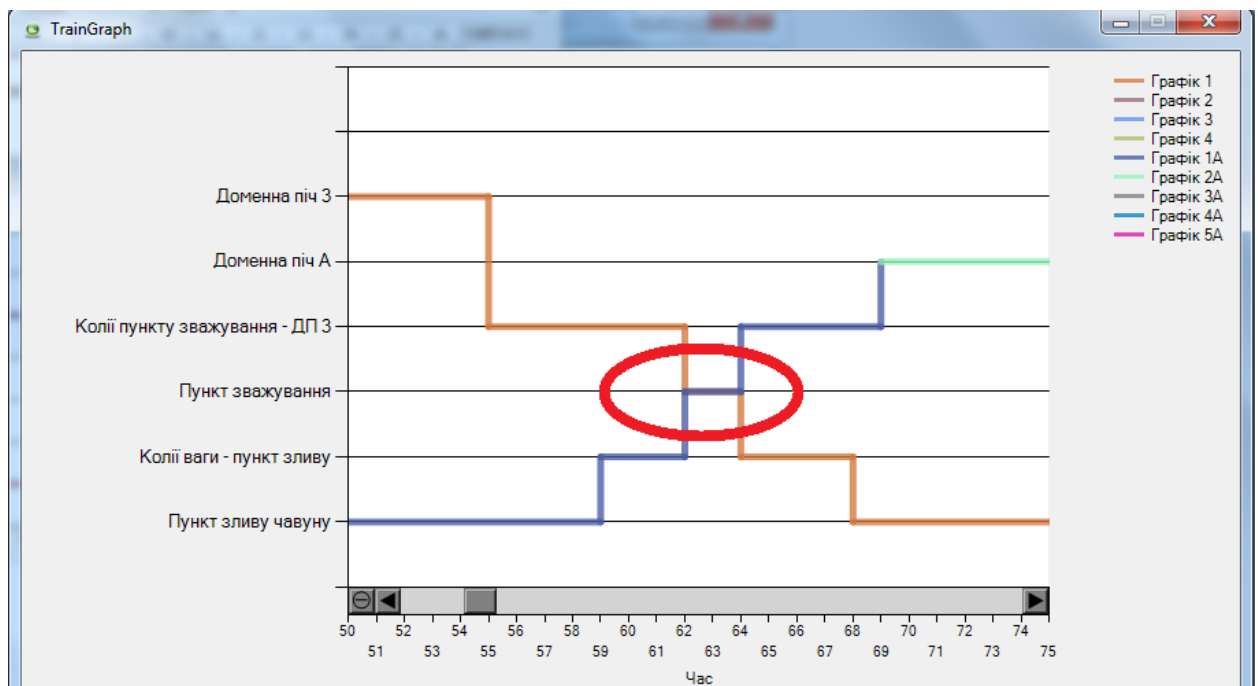


Рисунок 2.11 – Конфлікт зустрічного руху составів

Колійний розвиток на ділянці руху від доменних печей до пункту зважування дозволяє зустрічний роз'їзд составів. Тож відкоригуємо графіки руху – рисунок 2.12.

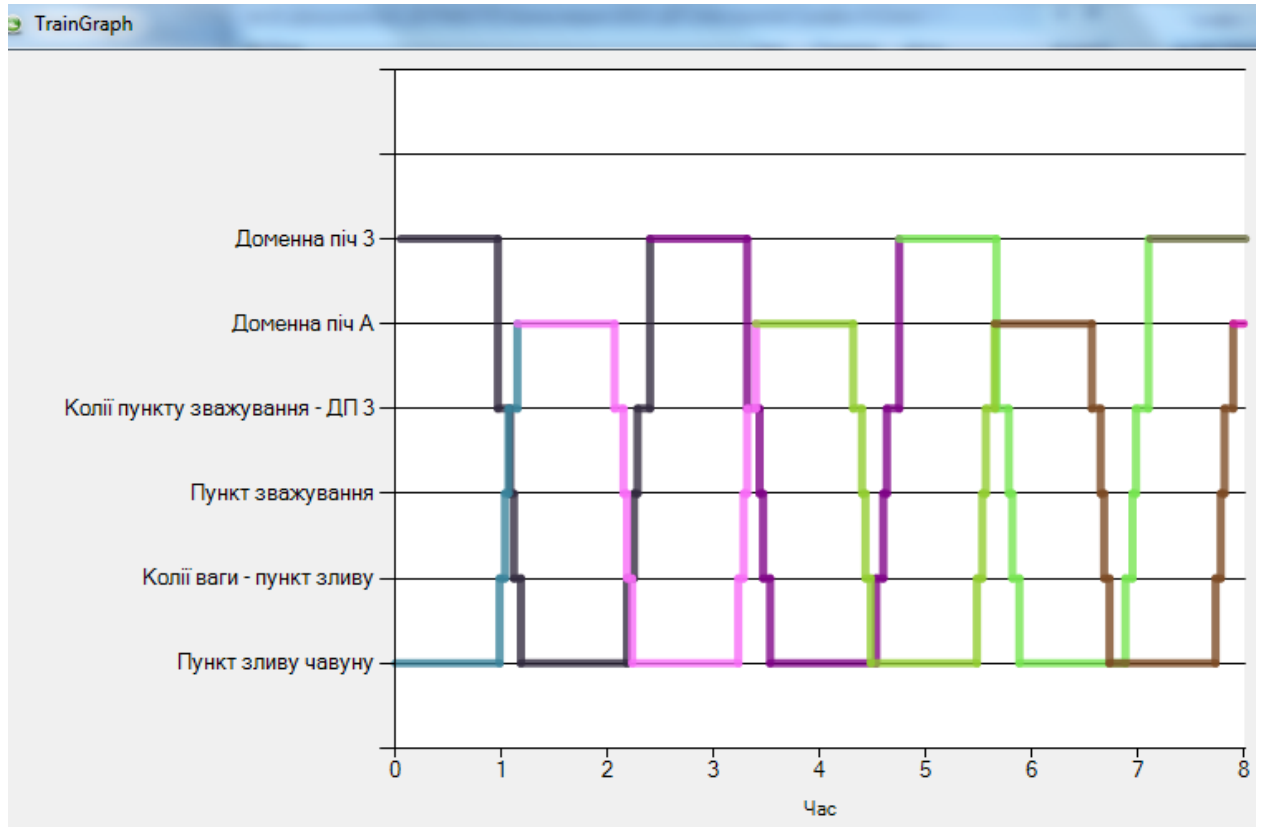


Рисунок 2.12 – Перше коригування графіків обслуговування доменних печей №3 та А

Наступний конфлікт руху транспорту на маршрутах спостерігаємо на 131 хвилині – рисунок 2.13.

Він відбувається внаслідок необхідності одночасного знаходження обох составів на ваговій колії.

Для уникнення подібних ситуацій виконуємо коригування графіків руху, що відображено на рисунку 2.14.

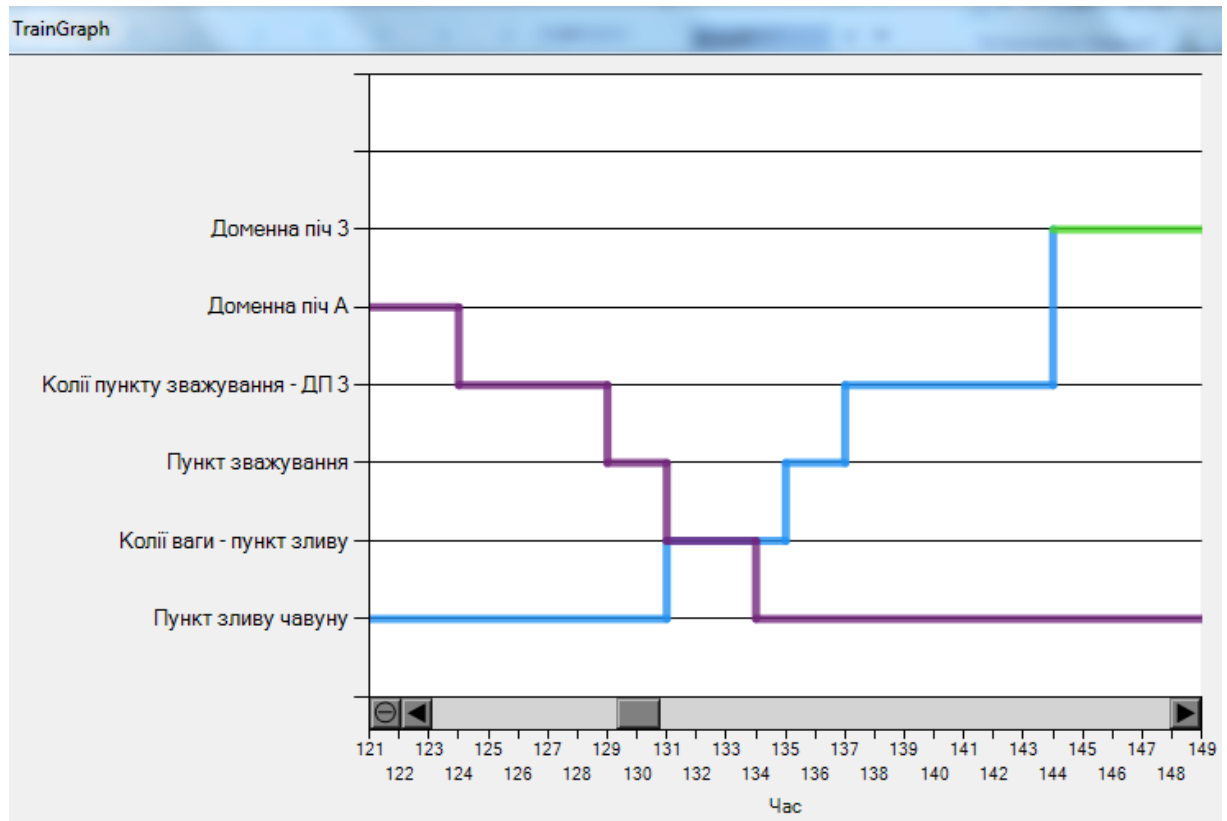


Рисунок 2.13 – Конфлікт руху составів на ваговій колії

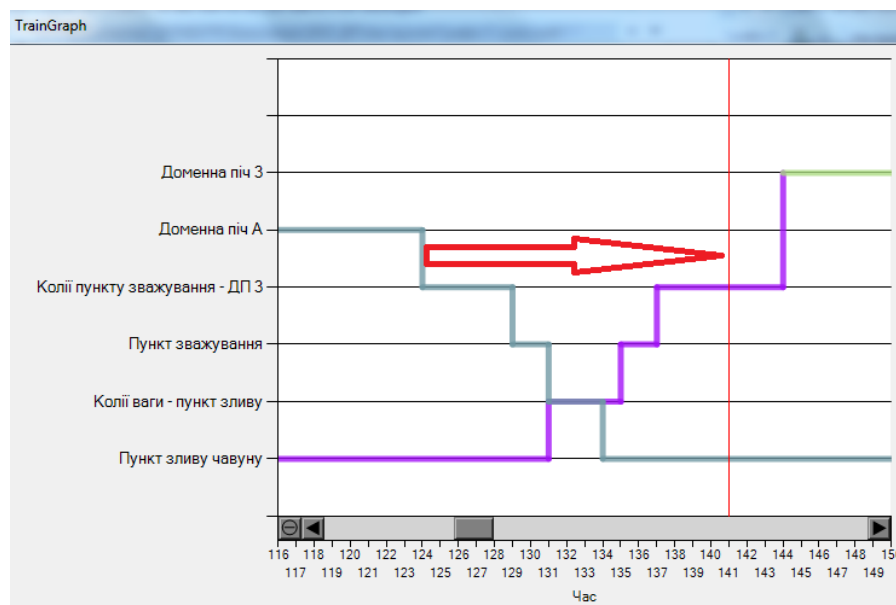


Рисунок 2.14 – Необхідні коригування графіку

Для зручності подальших дій об'єднуємо групи графіків окремо для кожної пічі, виконуючи правлення файлу routes.txt програми TrainGraph (рисунок 2.15).

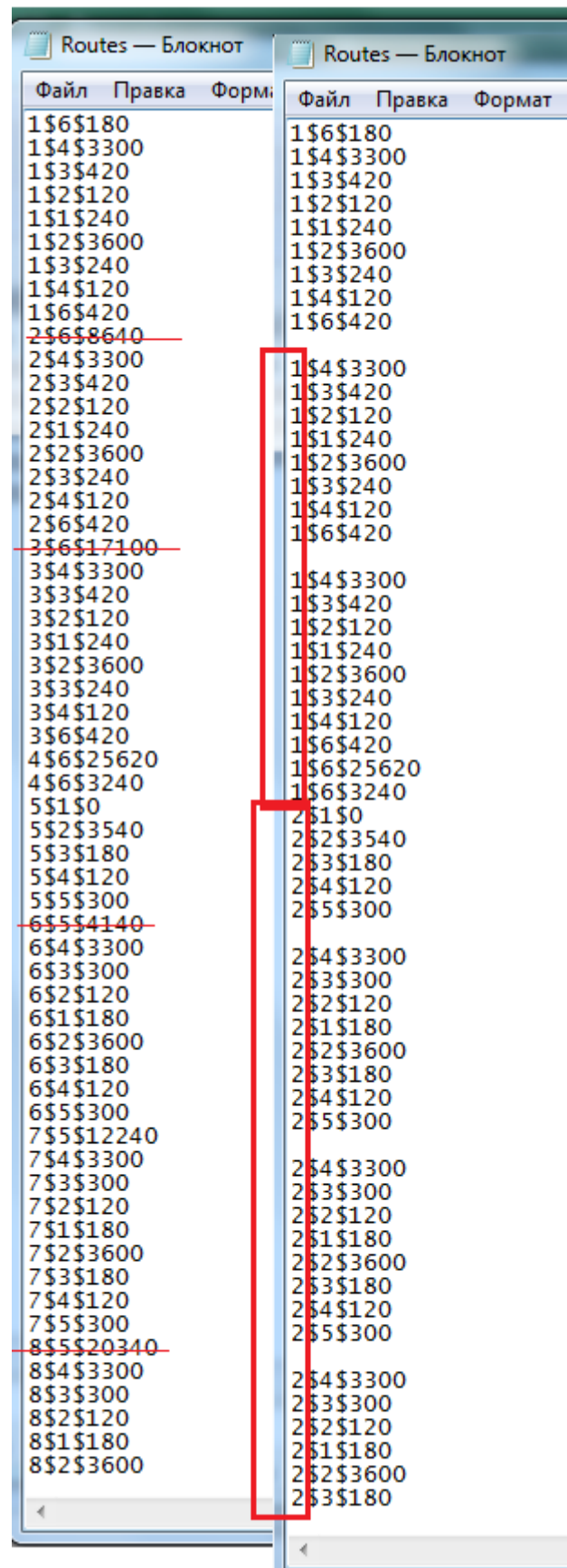


Рисунок 2.15 - Коригування файлу routes.txt програми TrainGraph

Отримаємо два графіки – рисунок 2.16.

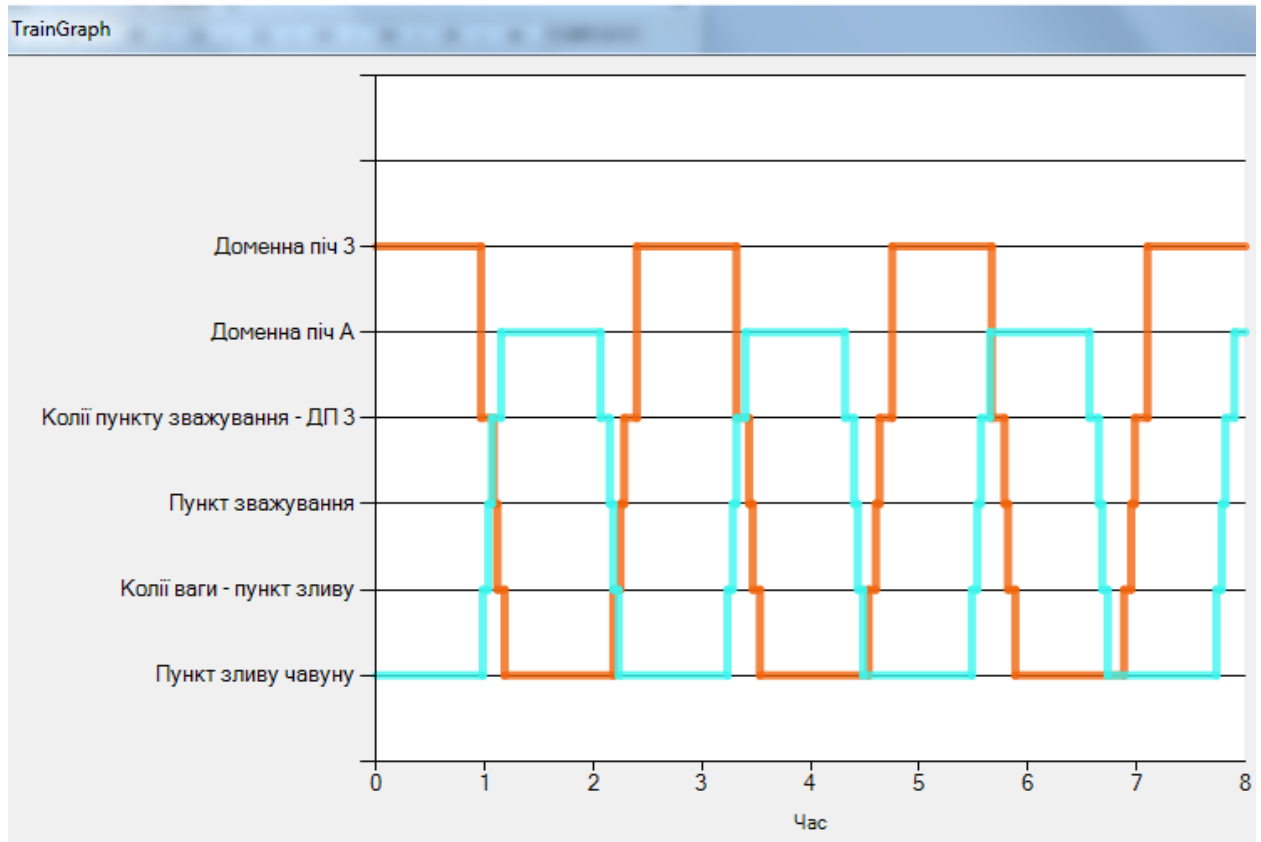


Рисунок 2.16 – Два окремих узагальнених графіка для кожної печі

На цих графіках видно багато конфліктних перетинань, у тому числі у пунктах зливання чавуну.

Надалі корегуємо тривалість операцій в конфліктних точках графіків, переконуємось у відсутності конфліктних перетинань по всіх вузлових точках – рисунок 2.17.

Отримуємо остаточний графік перевезень чавуну – рисунок 2.18.

Цей графік підтверджує правильність аналітичних розрахунків щодо потрібної кількості чавуновозів.

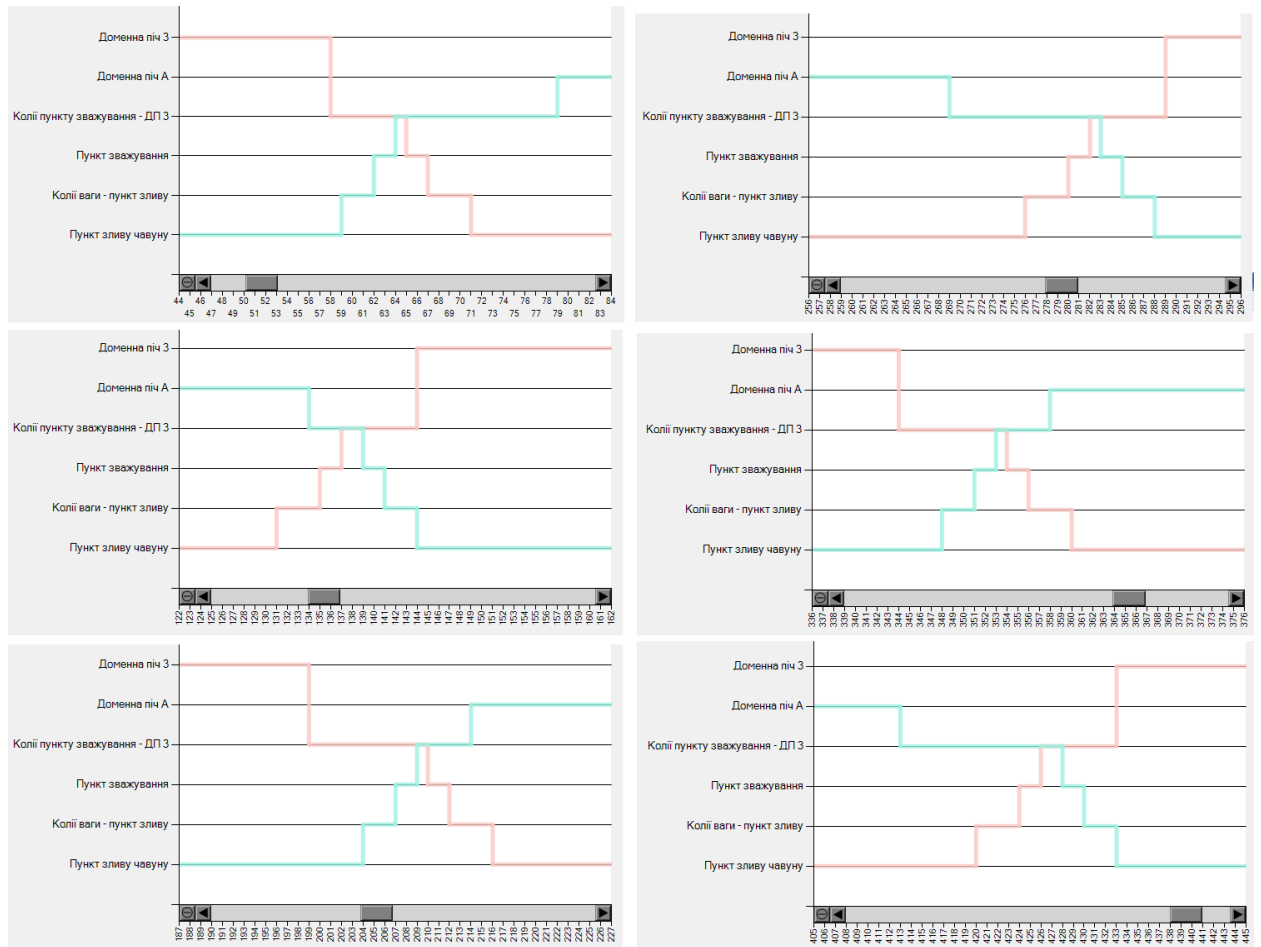


Рисунок 2.17 – Перевірка перетинів графіків руху

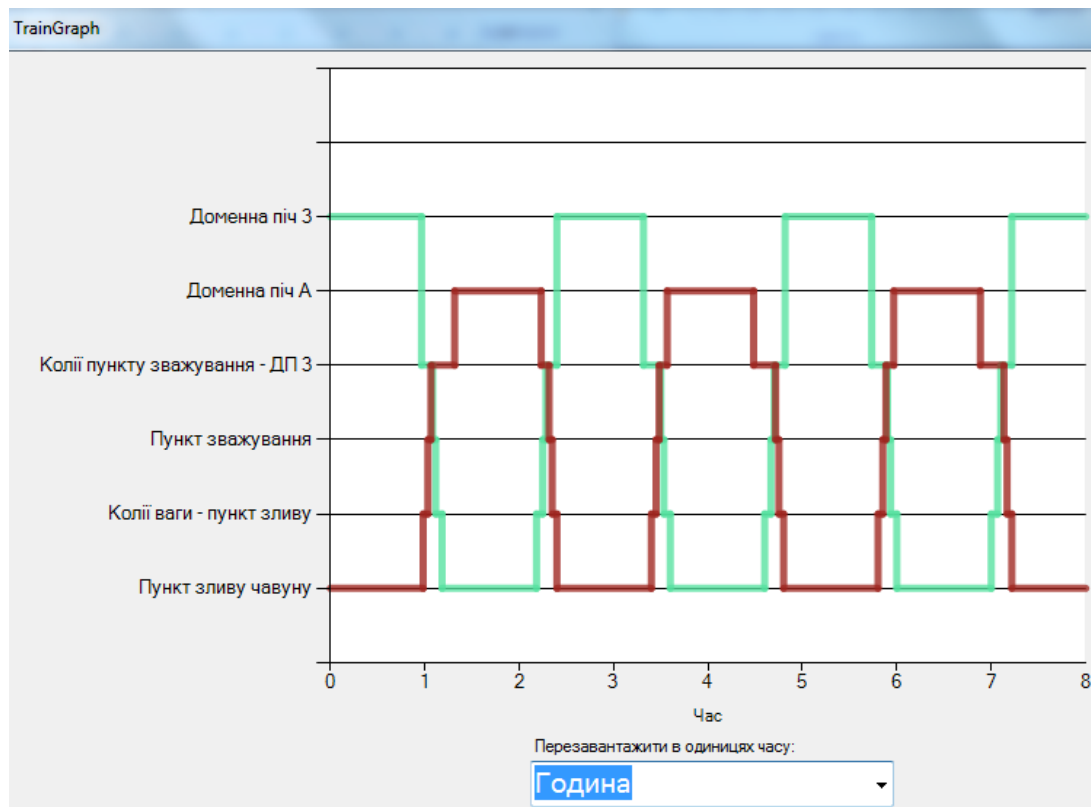


Рисунок 2.18 – Остаточний графік перевезень чавуну

Загальна кількість чавуновозів, потрібна для роботи доменного цеху, визначається за формулою [7]:

$$n_{\text{заг}} = n_{\text{експ}} + n_{\text{рем}} + n_{\text{авар}}, \quad (2.4)$$

де $n_{\text{рем}}$ – кількість чавуновозів у ремонті (2...4), $n_{\text{рем}} = 3$;

$n_{\text{авар}}$ – аварійний запас чавуновозів для непередбачуваних ситуацій (2...4), $n_{\text{авар}} = 3$.

Виконаємо розрахунки за (2.4):

$$n_{\text{заг}} = 4 + 3 + 3 = 10 \text{ чавуновозів.}$$

Таким чином, шляхом графо-аналітичних розрахунків визначено кількість рухомого спеціального складу на перевезеннях чавуну.

Згідно розробленого графіку руху зрозуміло, що для перевезень потрібно два локомотива.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Формування вихідних даних для визначення економічних показників обслуговування доменного виробництва

Формування вихідних даних для визначення економічних показників обслуговування доменного виробництва починаємо з аналізу використання рухомого складу для перевезень рідкого чавуну.

Тривалість $T_{чв}$ часу використання чавуновозів:

$$T_{чв} = 8760 n_{заг} , \quad (3.1)$$

де 8760 – тривалість експлуатації одного чавуновозу протягом року, год;

$n_{заг}$ – кількість чавуновозів загального парку, од.

$n_{заг} = 10$ од.

Розрахуємо $T_{чв}$ за (3.1):

$$T_{чв} = 8760 \cdot 10 = 87600 \text{ год.}$$

Тривалість $T_{лк}$ часу використання рухомого складу – локомотивів, зайнятих на перевезеннях:

$$T_{лк} = 8760 n_{лк} , \quad (3.2)$$

де 8760 – тривалість експлуатації одного локомотиву протягом року, год;

$n_{лк}$ – кількість локомотивів в експлуатації, одиниць.

Розрахуємо $T_{\text{лк}}$ за (3.2):

$$T_{\text{лк}} = 8760 \cdot 2 = 17520 \text{ год.}$$

Тривалість $T_{\text{кр}}$ часу використання кранів при зливанні чавуну може бути визначена за формулою:

$$T_{\text{кр}} = 2(t_{\text{рк}} 8760 / t_{\text{сер}}), \quad (3.3)$$

де 2 – кількість ниток графіків обороту составів, од;

$t_{\text{рк}}$ - час роботи кранів за цикл зливання, годин;

$t_{\text{сер}}$ – середня тривалість обороту составів, визначена в розрахунковій частині, годин;

Розрахуємо $T_{\text{кр}}$ за (3.3):

$$T_{\text{кр}} = 2 (1 \cdot 8760 / 2,3) = 7618 \text{ год.}$$

Результати розрахунків містяться у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Річні показники перевезень чавуну

№ з/п	Технологічний показник	Значення показника	Одиниця виміру показника
1	Тривалість часу використання чавуновозів	87600	годин

Кінець таблиці 3.1

№ з/п	Технологічний показник	Значення показника	Одиниця виміру показника
2	Тривалість роботи локомотивів	17520	годин
3	Тривалість часу використання кранів	7618	годин

3.2 Визначення економічних показників перевезень рідкого чавуну на заводі Кембла

При розрахунку річних економічних показників перевезень чавуну використовуємо стандартні методики [10,11] та орієнтовні показники вартості використання технічних засобів аналогічних вітчизняних підприємств.

Вартість $B_{чв}$ плати за користування чавуновозами – витрати на їх утримання підприємства через необхідність ремонту ходових частин, футерування ківшу та ін.:

$$B_{чв} = T_{чв} c_{чв}, \quad (3.4)$$

де $c_{чв}$ – середня собівартість експлуатації чавуновозу, грн/год.

Розрахуємо $V_{\text{чв}}$ за (3.4):

$$V_{\text{чв}} = 87600 \cdot 123 = 10774800 \text{ грн.}$$

Витрати $V_{\text{лк}}$ на використання локомотивів, задіяних на перевезеннях чавуну:

$$V_{\text{лк}} = T_{\text{лк}} c_{\text{лк}}, \quad (3.5)$$

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

Визначимо $V_{\text{лк}}$ за (3.5):

$$V_{\text{лк}} = 17520 \cdot 1156 = 20253120 \text{ грн.}$$

Вартість $V_{\text{крч}}$ кранових вантажних робіт при зливанні рідкого чавуну визначимо за виразом:

$$V_{\text{крч}} = T_{\text{крч}} c_{\text{крч}}, \quad (3.6)$$

де $c_{\text{крч}}$ – собівартість години роботи крану, грн/год.

Розрахуємо $V_{\text{крч}}$ за (3.6):

$$V_{\text{крч}} = 7618 \cdot 1130 = 8608340 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на перевезення чавуну визначимо за формулою:

$$Z_{\text{чв}} = B_{\text{чв}} + B_{\text{лк}} + B_{\text{крч}} = 10774800 + 20253120 + 8608340 = 39636260 \text{ грн/рік.}$$

Як зазначено в розрахунковій частині, річна продуктивність П доменних печей становить 3 млн тонн чавуну.

Розрахуємо вартість перевезень 1 тони чавуну за формулою:

$$B_{\text{птч}} = Z_{\text{чв}} / \Pi. \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$B_{\text{птч}} = 39636260 / 3000000 = 13,2 \text{ грн/т.}$$

Результати економічних розрахунків показані у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Економічні показники

№ з/п	Економічний показник	Значення показника, грн
1	Вартість використання чавуновозів	10774800
2	Вартість роботи локомотивів	20253120
3	Вартість роботи кранів при зливанні чавуну	8608340
4	Усього:	39636260
5	Собівартість перевезень 1 тони чавуну, грн/т	13,2

Таким чином, загальна вартість витрат при перевезенні рідкого чавуну за умови роботи двох доменних печей на металургійному підприємстві становить понад 39,6 млн грн на рік.

Собівартість перевезень 1 тони чавуну – 13,2 грн/т.

ВИСНОВКИ

В ході роботи, присвяченій організації перевезень рідкого чавуну в умовах австралійського заводу в порту Кембла, розглянуто технологічний процес виробництва:

- доменне виробництво;
- сталеливарне виробництво з використанням конвертерного способу виготовлення сталі у вигляді слябів;
- прокатне виробництво (гарячекатаний та холоднокатаний прокат);
- нанесення захисного покриття (цинкування, фарбування).

Проаналізовано логістичні ланцюги постачань сировини морським транспортом, розглянуто систему вантажопереробки, складування та доставки шихти до доменного цеху, де використовується крановий та конвеєрний транспорт.

Виділено сферу використання залізничного транспорту – при перевезенні рідкого чавуну в доменному цеху.

Розглянуто технічні особливості перевезень вантажу у чавуновозах міксерного типу – збільшеного, у порівнянні з українськими підприємствами вантажопідйомністю.

При розробці графіків роботи використана програма кафедри «Транспортні технології» TrainGraph, під час її використання були суттєво розширені її функції завдяки спрощеному доступу до файлів даних та можливості їх прямого коригування текстовим редактором.

В розрахунковій частині встановлені:

- тривалість часу використання чавуновозів;
- тривалість роботи локомотивів;
- тривалість часу використання кранів.

При виконанні економічних розрахунків використовувались вартісні орієнтири вітчизняних українських підприємств, щоб мати можливість оцінити можливу конкурентоспроможність іноземних виробників.

Загальна вартість витрат при перевезенні рідкого чавуну за умови роботи двох доменних печей на металургійному підприємстві становить понад 39,6 млн грн на рік.

Собівартість перевезень 1 тони чавуну становить 13,2 грн/т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Офіційний сайт BlueScope [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.bluescopeillawarra.com.au/about-us/> – «Про нас».
2. Офіційний сайт BlueScope [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.bluescopeillawarra.com.au/about-us/how-steel-is-made/> (дата звернення 05.03.2023) – «Як виготовляється сталь».
3. ABC NEWS [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.abc.net.au/news/2022-02-21/bluescope-half-yearly-profit-port-kembla-/100847170> (дата звернення 05.03.2023) – «BlueScope продовжує реалізацію проекту реконструкції доменної печі в порту Кембла».
4. Australian community media «ILLAWARRA MERCURY» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.illawarramercury.com.au/the-last-stop/> (дата звернення 05.03.2023) – «The Last Stop».
5. The steel story [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://ffxfeatures.s3.amazonaws.com/shorthand/illawarra-steel-story2/index.html> (дата звернення 07.03.2023) – «It starts with big ships».
6. Можаренко М.М. Тенденції змінення проектних профілів доменних печей в сучасних паливно-сировинних умовах / М.М. Можаренко, О.Д. Вишинська, В.В. Горупаха // «СТАЛЬ», № 2, 2019, с.40-52. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/143981/05-Mozharenko.pdf?sequence=1>
7. Гребеник В.М. Розрахунок металургійних машин і механізмів / В.М. Гребеник, В.К. Іванченко, В.І. Ширяєв. – К.: Вища школа, 1988. – 448 с.

8. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.

9. 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. Серeda, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 с.

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, 2018. – 36 с.