

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)

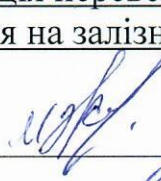
на тему:

«ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АГЛОМЕРАТУ НА ПРИКЛАДІ
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»»

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

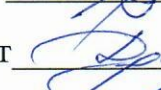
Спеціальності 275 Транспортні технології
(за видами)
(код і найменування спеціальності)

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



Євгеній МАЩЕНКО
(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

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

МАЩЕНКА Євгенія Руслановича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація перевезень агломерату на прикладі ПАТ «Запоріжсталь»

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.

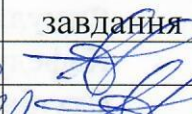
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча схема колійного розвитку, характеристики вантажу та рухомого складу, обсяги перевезень, характеристики вантажних пунктів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Розрахункова частина. 2.1 Визначення часу навантаження вагонів з агломератом. 2.2. Характеристика процесів вантажних робіт. 2.3. Розробка графіків обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери. 2.4 Визначення потрібної кількості аглохоперів. 2.5 Добові технологічні показники роботи
3. Економічна частина.

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

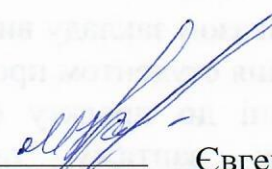
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	Турпак С.М., зав. каф.		
2	Турпак С.М., зав. каф.		
3	Харченко Т.В., старш.викл.		

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

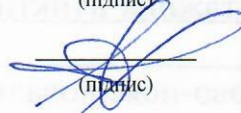
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації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

Студент(ка)


(підпис)

Євгеній МАЩЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 49 с., 20 рис., 7 табл., 10 джерел.

ТРАНСПОРТНО-ВИРОБНИЧА СИСТЕМА, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, АГЛОМЕРАТ, АГЛОМЕРАЦІЙНИЙ ЦЕХ, ЗАЛІЗНИЧНА СТАНЦІЯ, ПРИЙМАЛЬНИЙ БУНКЕР

Об'єкт дослідження – транспортно-виробнича система перевезень агломерату в умовах металургійного підприємства.

Мета роботи – розрахунок технічних показників процесу перевезень та визначення витрат на доставку агломерату.

Методи дослідження – аналітичний та графічний аналіз.

В роботі організовано перевезення агломерату металургійного підприємства від агломераційного до доменного цеху. Виконані технічні та економічні розрахунки, визначено витрати на перевезення, собівартість перевезення тони агломерату.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Загальна характеристика транспортно-технологічних процесів доставки агломерату	8
1.2 Характеристика транспортно-виробничої системи агломераційного виробництва	9
1.3 Технологія навантаження агломерату	16
1.4 Технологія вивантаження агломерату	17
1.5 Транспортна характеристика агломерату	18
1.6 Постановка завдання дипломної роботи	22
2 Розрахункова частина	23
2.1 Визначення часу навантаження вагонів з агломератом	23
2.2 Характеристика процесів вантажних робіт	26
2.3 Розробка графіків обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери	29
2.4 Визначення потрібної кількості аглохоперів	38
2.5 Добові технологічні показники роботи	41
3 Економічна частина	42
3.1 Визначення річних показників обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери	42
3.2 Визначення річних економічних показників обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери	43

3.3 Собівартість перевезень тони агломерату	45
Висновки	47
Перелік джерел посилення	48

ВСТУП

Повномасштабне широке вторгнення в Україну призвело, зокрема, скорочення або повної зупинки, або, навіть – знищення частини промислових підприємств.

Тривалий час комбінат Запоріжсталь працював за умови роботи лише двох з наявних чотирьох доменних печей. В дипломній роботі на прикладі даного підприємства розглядається транспортно-виробнича система перевезень агломерату від агломераційного до доменного цеху.

Перевезення здійснюються залізничним транспортом, мають певні технологічні особливості, які, головним чином, полягають у безперервності транспортно-технологічних процесів та відповідальності даної ділянки робіт з позиції стабільності роботи усього комбінату в цілому.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика транспортно-технологічних процесів доставки агломерату

Перевезення агломерату в умовах Запоріжсталі [1] здійснюється на відносно невелику відстань – від агломераційного до доменного цеху, на кількাসот метрів.

Схема колійного розвитку [2] із позначенням основних пунктів виконання вантажних робіт наведена на рисунку 1.1.

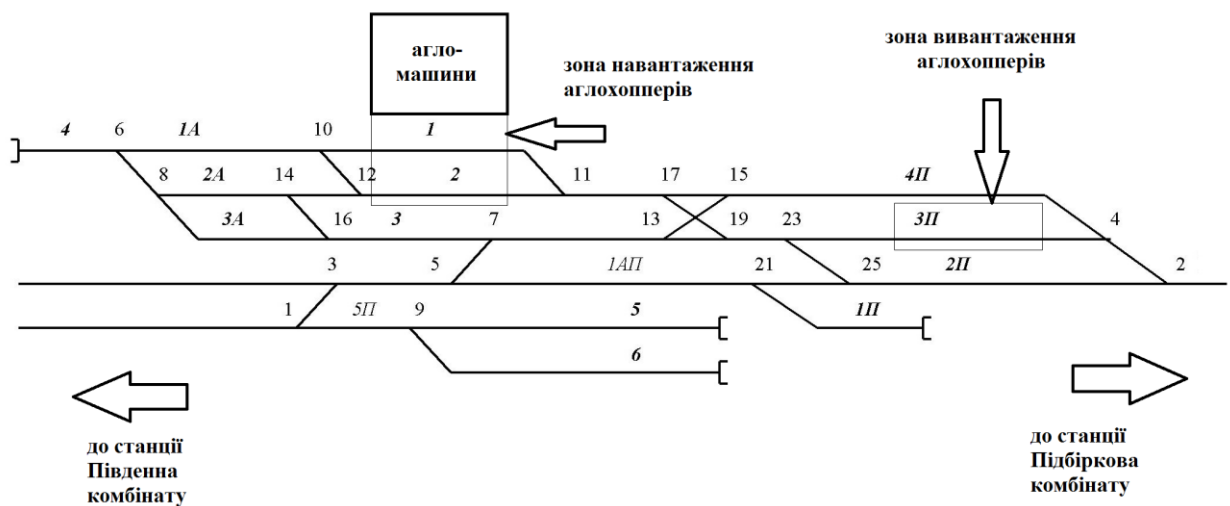


Рисунок 1.1 – Схема колійного розвитку та розміщення пунктів виконання вантажних робіт

Головними вимогами до транспортних процесів є наступні:

- перевезення за мінімальний час;
- висока інтенсивність руху;
- висока надійність транспортного обслуговування.

У разі виходу з ладу тепловозу, який задіяний на перевезенні агломерату, його негайно замінює найближчий локомотив, не зважаючи на роботу, яку він виконував. Бо функція доставки агломерату має найвищий пріоритет.

Розглянемо технологічні особливості функціонування транспортно-виробничої системи перевезення агломерату, які обумовлюють високі вимоги до логістики доставки даного вантажу.

1.2 Характеристика транспортно-виробничої системи агломераційного виробництва

Технологічні процеси виробництва агломерату суттєво впливають на технологію організації його доставки до доменного цеху (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Состав з агломератом

В свою чергу, процеси виробництва залежать від сучасних вимог до якості агломерату, бо вона є головною умовою високопродуктивної роботи доменних печей.

Відповідно до вимог доменного виробництва високоякісний агломерат повинен мати:

- високий вміст заліза;
- низький вміст шкідливих домішок;
- розмір від 100 до 150 мм;
- низький ступінь руйнування при виконанні вантажних операцій;
- відповідати всім вимогам щодо встановлених фізико-хімічних властивостей (хімічний, гранулометричний і мінералогічний склад, пористість, температура розм'якшення).

Технологічний процес виготовлення порошкових агломератів складається з наступних стадій:

- підготовка шихти, змішування, змочування, завантаження шихти на стрічку для спікання, запалювання шихти та спікання, сортування і транспортування шихти.

Метою змішування, змочування і огрудкування шихти є отримання однорідної суміші всіх компонентів шихти з високою газопроникністю під час спікання.

Дані процеси здійснюються одностадійним способом в змішувальному барабані, встановленому над агломашиною.

Барабан має довжину 7,5 м і діаметр 2,5 м і обертається зі швидкістю 8 об/хв. Для забезпечення належного змішування і гранулювання завантаження шихти в барабан має становити від 10 до 15% його об'єму.

Нормальною є вологість шихти від 7,5 до 8,5%, вона повинна бути дрібно розсипчастою, пухкою, пористою, бо тоді має найменшу об'ємну вагу і високу швидкість вертикального спікання.

Постійна вологість досягається шляхом усереднення сировини, подачі шихти з постійною якістю і кількістю вторинного продукту (повернутого агломерату, подрібненого пилу) і ретельного контролю подачі води до змішувального барабану.

У разі надмірного зволоження і великого подрібнення шихти спечений матеріал стає занадто пористим і крихким.

Відбуваються процеси прямоутворення і руйнування огрудкованої структури, особливо в нижніх шарах шихти, яка спікається. Газопроникність швидко погіршується, а швидкість вертикального спікання знижується.

Недостатнє змочування шихти призводить до поганого обгортання шихти і швидкого погіршення газопроникності, що також призводить до зниження швидкості спікання.

Ступінь змочування шихти контролюється автоматичною системою, заснованою на фотометричному методі, яка контролює ступінь обгортання шихти в процесі змочування.

При різкій зміні початкової вологості шихти (наприклад, при зупинці і пуску вапняно-випалювальної печі), вологість шихти контролюється автоматичною системою на основі фотометричного методу, що контролює ступінь обгортання шихти.

Оператор агломерації ретельно спостерігає за вмістом води в шихті і своєчасно вносить потрібні коригування.

Визначення вологості шихти можливе за зовнішніми ознаками наступним чином:

- шихта з нормальним вмістом води зберігає свою форму при стисканні рукою;
- при недостатньому вмісті води шихта руйнується;
- при надлишку води шихта також руйнується;
- при надлишку води шихта прилипає до руки.

Завантаження шихти на стрічку агломераційної машини.

Важливою умовою виробництва високоякісного агломерату є правильне завантаження шихти на агломераційний візок агломераційної машини. Тож, після виходу з барабана змішувача, агломераційна шихта подається в проміжний бункер, рівень якого підтримується постійним.

З проміжного бункера шихта рівномірно розподіляється по ширині живильника, звідки скочується по завантажувальному лотку і рівномірним шаром подається на агломерацію [1,3] – рисунок 1.3.



Рисунок 1.3 – Процес виготовлення агломерату

Поверхня шихти на стрічці завжди повинна бути вирівняна спеціальним прасувальним пристроєм, розташованим за завантажувальним пристроєм.

Висота шару, що спікається на кожній агломашині, повинна підтримуватися постійною в межах 300-450 мм, оскільки зі зменшенням висоти шару зменшується міцність і збільшується відносний вихід зворотного продукту.

Збільшення висоти шару покращує якість спікання, тобто зміцнення, зменшує питому витрату палива на спікання, зменшує відносний вихід зворотного продукту і знижує вертикальну швидкість спікання.

Рівномірний розподіл шихти по всій ширині пресування, що спікається, є необхідною умовою нормального протікання процесу спікання.

Якщо розподіл шихти по висоті на агломашині нерівномірний, а також якщо в розвантажувальному відділенні агломашини виявлені непропечені гнізда шихти по ширині піддону, оператор агломашини повинен вжити заходів щодо усунення цих порушень.

Процес спікання починається із запалювання верхнього шару шихти, що рухається під запальною піччю.

Підпал шихти повинен не тільки запалити паливо, але й забезпечити рівномірне і якісне розплавлення поверхні агломераційного пирога. Запалювання шихти повинно бути рівномірним і достатньої інтенсивності.

Рівномірне та інтенсивне запалювання сприяє швидкому розвитку процесу в шарі і досягненню високої продуктивності агломерату.

Спікання шихти є ключовим етапом у технології виробництва високоякісних агломератів. У процесі спікання повинні утворюватися однорідні за хімічним складом, міцні, масивні та пористі агломерати.

Однорідність хімічного складу, гранулометричного і мінералогічного складу шихти має вирішальне значення для отримання агломератів з хорошими металургійними властивостями.

Спікання здійснюється на колосниковій решітці піддону агломераційної машини за допомогою відсмоктування повітря, оскільки шар шихти нагрівається під час згоряння палива в шихті.

Швидкість конвеєра спікання (процес руху показаний на рисунку 1.4) [3], регулюється відповідно до вертикальної швидкості спікання таким чином, щоб процес спікання закінчувався над останньою вакуумною камерою.



Рисунок 1.4 – Агломерат, який рухається по конвеєру агломашини до пункту навантаження

Якщо машина для спікання зупиняється на
- 3 хвилини або менше – швидкість спікання при запуску встановлюється такою ж, як і до зупинки;

- 4-7 хвилин - швидкість спікання при запуску встановлюється на 0,2-0,3 м/хв нижче, ніж до зупинки на 8-10 хвилин
- 10 хв і більше - випускна заслінка повинна бути закрыта через 8-10 хв після зупинки.

Швидкість руху стрічки під час пуску повинна бути встановлена такою ж, як і перед зупинкою.

Бачимо очевидний вплив виробничих процесів на процес надходження агломерату у пункті навантаження до залізничного рухомого складу. Причому, попит доменного цеху у агломераті є автономно регульованим, він не повинен бути залежним від складнощів роботи агломераційного цеху, тож транспортний підрозділ ставиться в позицію першого відповідального за нестачу агломерату, тому для транспорту будь-які затримки не припустимі.

Швидкість вертикального спікання визначається швидкістю переміщення гарячої зони в шарі шихти після запалювання (від поверхні шихти до колосникової решітки).

Можливими причинами зниження швидкості вертикального спікання є

- коливання вмісту вологи, палива, концентрату, вапна і зворотного матеріалу в шихті;
- надмірне ущільнення шару шихти під час завантаження;
- значні шкідливі витоки повітря в газових трактах;
- надмірні витоки повітря в газових трактах;
- низька або надмірно висока температура в розпалювальній печі;
- засипання колосникової решітки дрібною шихтою або рідким агломератом.

Швидкість переміщення агломерату встановлюється температурою відхідних газів перед мокрим газоочищенням. Температура відхідних газів є одним з найважливіших показників процесу спікання і не повинна бути нижче 140 °С.

З метою ефективного сортування дрібних фракцій агломерату і забезпечення подачі до аглохопперів на пункті навантаження агломерату високої якості необхідно систематично контролювати стан стаціонарних грохотів, своєчасно очищати їх від налиплого агломерату і своєчасно замінювати зношені колосникові решітки.

Ступінь зносу допускається не більше 30 мм від товщини решітки і систематично контролюється.

1.3 Технологія навантаження агломерату

Технологія навантаження агломерату наступна:

- під навантаження подаються технічно справні спеціалізовані вагони – аглохопери;
- розвантажувальні люки повинні бути закритими;
- навантаження здійснюється з хвостових частин агломашин безперервно;
- вантаж у вагоні розміщується трьома конусами, спочатку завантажуються конуси, які є ближчими до торців вагону, потім – середина;
- не припускається падіння вантажу на автозчеплення та інші частини вагону поза межами кузову;
- рівень завантаження не повинен перевищувати вантажопідйомність вагону.

Схема навантаження агломерату до аглохоперу показана на рисунку 1.5.

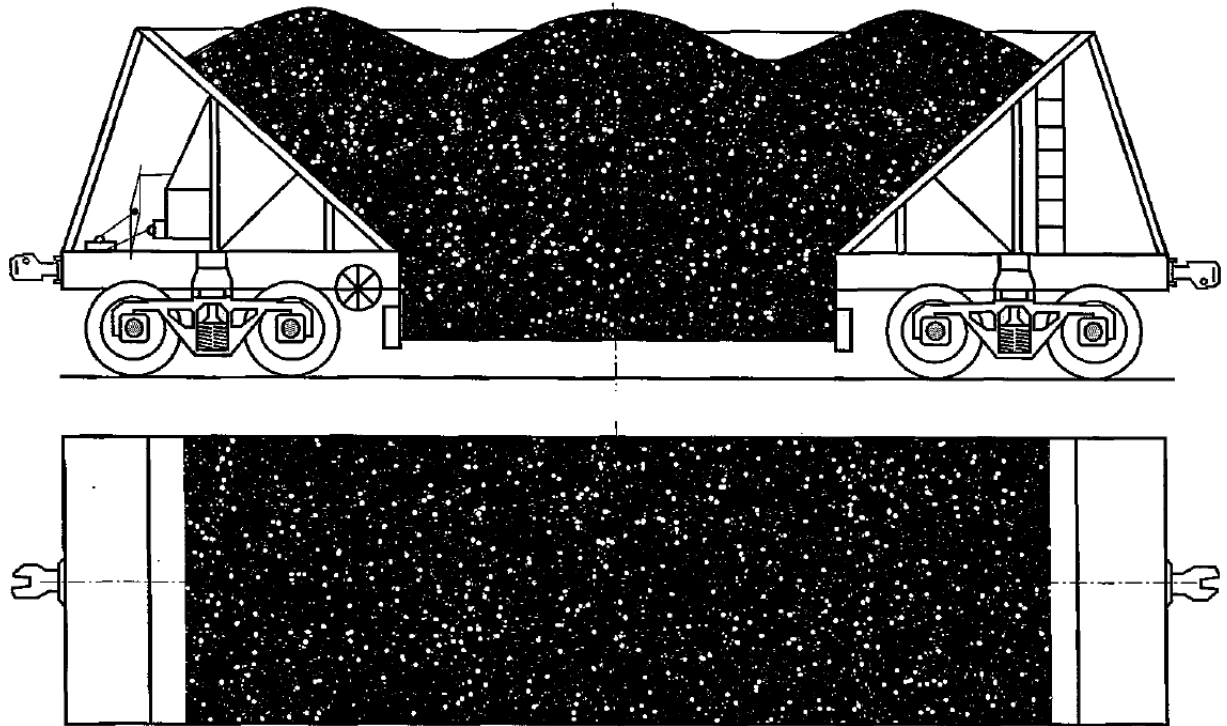


Рисунок 1.5 – Схем навантаження агломерату до спеціалізованого вагону - аглохоперу

На період прибирання завантажених вагонів, навантажувальні жолоба перекидаються на суміжну колію з порожніми аглохоперами.

1.4 Технологія вивантаження агломерату

Після завантаження агломерату у вагони виконуються наступні транспортно-технологічні процедури:

- витягування вагонів та проходження їх через вагову платформу із зважуванням;

- маневрова робота з передавання з паркових колій навантаження до виставкової колії, звідки вагони забираються локомотивом, що обслуговує парк «Бункери»;
- вивантаження.

Вивантаження здійснюється за допомогою розвантажувальної системи, якою обладнані аглохопери.

Після висипання вантажу з вагонів, люки закриваються, виконується перевірка переходу важелів за «мертву точку».

Вагони подаються знову до фронту навантаження та приєднуються до групи вагонів, які там знаходяться під вантажною операцією.

1.5 Транспортна характеристика агломерату

Залізорудний агломерат є кусковою сировиною для доменної плавки, яку отримують шляхом спікання [4]:

- руди;
- вапняку;
- дрібного коксу або вугілля (не обов'язково високої якості);
- відсіву агломерату.

Процес спікання виконується у спеціальній стрічковій агломераційній машині, яка за суттю є пластинчастим конвеєром.

Якість агломерату визначається вмістом заліза в залізній руді, його міцністю, руйнуванням при нагріванні та швидкістю відновлення в доменній печі.

Спечений матеріал агломерату є нетоксичним, вогнетривким та вибухобезпечним.

Агломерат транспортується залізничним транспортом навалом у відкритому рухомому складі [5] – хоперах (рисунок 1.6), напіввагонах.



Рисунок 1.6 – Хопер для перевезення агломерату

Вагони-хопери призначені для перевезення гарячих окатишів і спечених матеріалів, температура яких не перевищує 700°C , а також інших сипких матеріалів (таких, як щебінь, вугілля, керамзит), що не потребують захисту від атмосферних опадів.

Розвантаження відбувається через розвантажувальні люки з обох боків рухомого складу.

У таблиці 1.1 наведені характеристики хоперів українського виробництва [5].

Таблиця 1.1 – Характеристики хоперів для агломерату українського виробництва

Параметр	Тип 1	Тип 2
Модель	20-7032	20-9749
Максимальна вантажопідйомність, т	70,5	69
Об'єм кузова, м. куб.	45	45
Маса тари, т	23,5	25
Вид розвантаження вагону	2-сторонній	2-сторонній
Швидкість конструкційна, км/год.	120	120
Габарит	ГОСТ 9238 1-ВМ	ГОСТ 9246 1-ВМ
Кількість люків для розвантаження, од.	2	2
Довжина по вісях автозчеплень, мм	12000	12000

Кінець таблиці 1.1

Параметр	Тип 1	Тип 2
База , мм	7780	7780
Мінімальний радіус вписування в криву, м	80	80
Кут нахилу торцевих стінок кузову	45	45
Кут нахилу стінок бункера	51	51
Виробник	Крюківський вагонобудувний	Укрспецвагон

Для перевезень вагонів з агломератом використовуються:

- на ділянці навантаження – локомотиви серії ТГМ-4;
- на ділянці вивантаження – локомотиви серії ТЕМ-2УМ.

Це обумовлено тим, що на ділянці навантаження не потрібна велика потужність, локомотив виконує мінімальні за тяговими вимогами пересування вагонів по вагах та переставляє їх на передавальну колію.

Локомотив на вивантаженні потрібен бути обладнаний потужним компресором для розвантаження вагонів, та мати більш високі швидкісні характеристики та потужність задля швидкої доставки вагонів до місця вивантаження.

1.6 Постановка завдання дипломної роботи

В ході дипломної роботи необхідно:

- визначити процедури транспортного обслуговування перевезень агломерату в умовах скорочення виробництва через військове вторгнення в Україну;
- розрахувати параметри організації перевезень;
- розробити графіки руху составів;
- визначити техніко-економічні показники.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Визначення часу навантаження вагонів з агломератом

Навантаження здійснюється пластинчастим конвеєром. Інтенсивність навантаження має певний імовірнісний характер, в залежності від режиму виробництва агломерату.

Скористаємось статистичним аналізом для визначення тривалості навантаження аглохоперів.

Маємо ряд спостережень тривалості навантаження:

20, 21, 22, 20, 19, 17, 18, 18, 20, 18, 18, 22, 22, 20, 19, 21, 18, 20, 21, 21, 20, 21, 22, 20, 19, 17, 18, 18, 20, 19, 18, 22, 22, 20, 19, 21, 18, 20, 21, 21, 21, 22, 20, 19, 17, 18, 19, 20, 19, 18, 22, 22, 20, 19, 21, 18, 20, 22, 21, 22.

Розташуємо дані за порядком зростання:

17, 17, 17, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 19, 19, 19, 19, 19, 19, 19, 19, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 21, 21, 21, 21, 21, 21, 21, 21, 21, 21, 21, 21, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22.

За допомогою програми «Статистика» побудуємо діаграму щільності інтенсивності розподілу випадкової величини навантаження аглохоперів в аглоцеху.

Даний розподіл показаний на рисунку 2.1. Червоною лінією показаний теоретичний рівномірний розподіл.

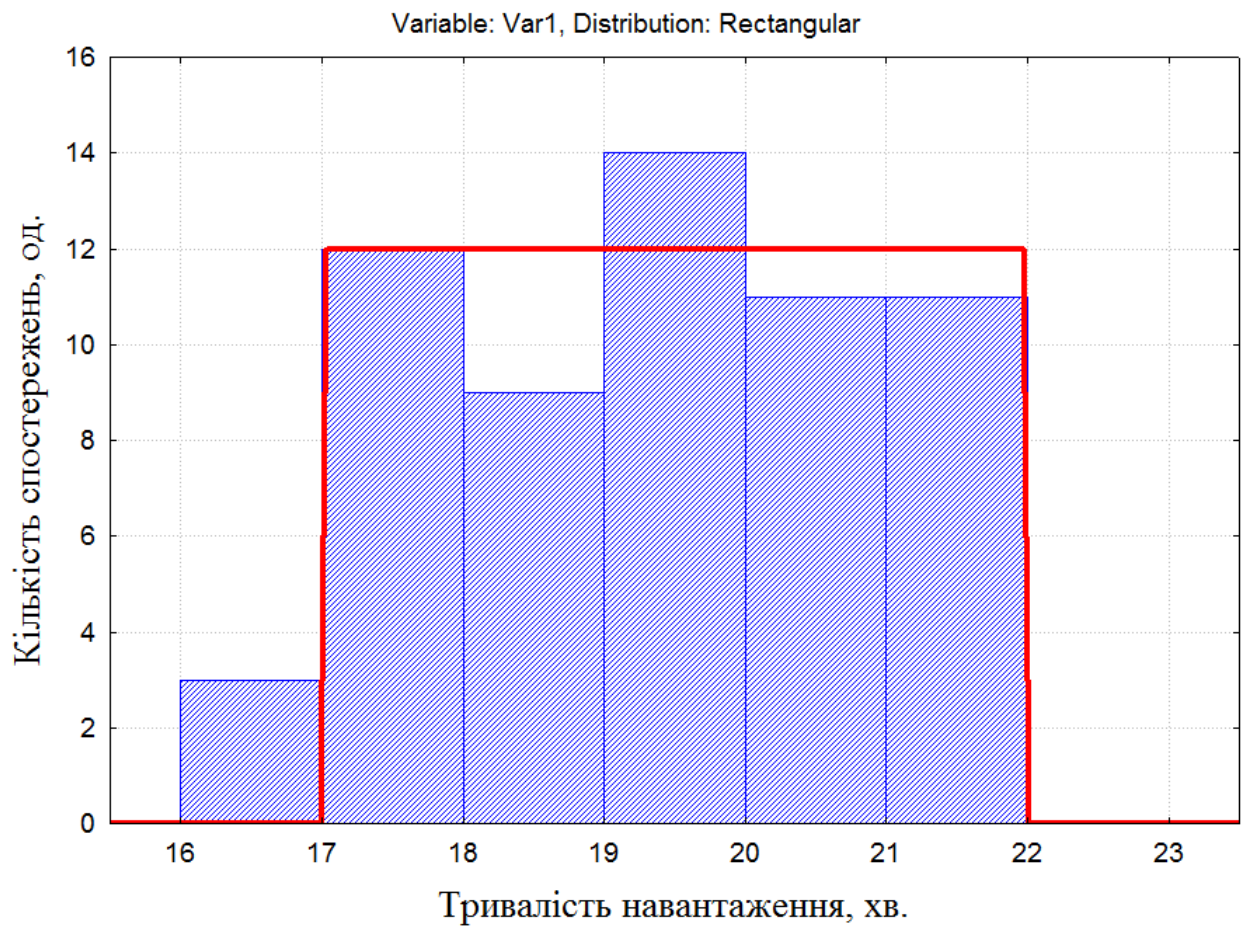


Рисунок 2.1 – Щільність розподілу

У таблиці 2.1 наведено результати статистичного аналізу.

Таблиця 2.1 – Результати статистичного аналізу.

Інтервал спостережень	Факт	З накопиченням	Теоретичний розподіл	З накопиченням	Відхилення
≤ 17	3	3	0,0	0,0	3,0
18,0	12	15	12,0	12,0	0,0
19,0	9	24	12,0	24,0	-3,0

Кінець таблиці 2.1

Інтервал спостережень	Факт	З накопиченням	Теоретичний розподіл	З накопиченням	Відхилення
20,0	14	38	12,0	36,0	2,0
21,0	11	49	12,0	48,0	-1,0
22,0	11	60	12,0	60,0	-1,0
< 23	0	60	0,0	60,0	0,0

Нижче наведемо основні статистичні характеристики:

- кількість значень варіаційного ряду – 60 значень;
- середнє значення – 19,85 хвилин;
- стандартне відхилення – 1,53 хвилин.

Коефіцієнт варіації визначаємо за формулою [6]:

$$v = \frac{S}{\overline{M}}, \quad (2.1)$$

де S – стандартне відхилення;
 $\overline{M}$ – математичне очікування.

Виконаємо розрахунки за (2.1):

$$v = 1,53/19,85 = 0,08.$$

Коефіцієнт нерівномірності:

$$1 + v = 1 + 0,08 = 1,08.$$

З урахуванням нерівномірності, час навантаження аглохоперів становить:

$$19,85 \cdot 1,08 = 21 \text{ хвилина.}$$

2.2 Характеристика процесів вантажних робіт

В дипломній роботі розглядається робота транспортно-виробничої системи на прикладі роботи в умовах військового вторгнення на 50% обсягу виробництва.

Тож приймається робота двох доменних печей з чотирьох наявних, та трьох агломашин з 6 існуючих.

Тривалість вивантаження одного вагону до приймального бункера приймається з урахуванням рівня його наповненості на початок вивантаження, пропуску агломерату крізь решітки, вона становить 3 хвилини.

Навантаження плануємо здійснювати з трьох агломашин, які є найближчими до вагової. Тож технологія навантаження буде трохи відрізнятись від традиційної [7].

Традиційна передбачала можливість транспортування до вивантаження двох навантажених партій по 6 аглохоперів.

В нашому випадку плануємо вивантаження 6 вагонів – двох навантажених партій по три вагони.

Відповідно, на суміжній колії з колією основного навантаження достатньо 3 вагонів.

На рисунку 2.2 показаний перший етап навантаження аглохоперів – вони позначені цифрами «1».

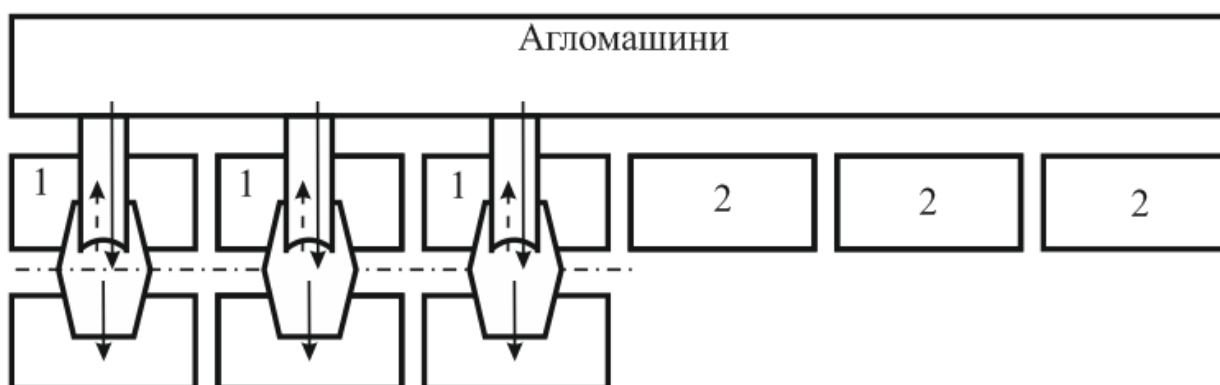


Рисунок 2.2 – Перший етап навантаження аглохоперів

На другому етапі навантаження перші три завантажені агломератом хопери підтягуються локомотивом у напрямку вагової, їх місце займають наступні три одиниці рухомого складу – рисунок 2.3 (позначені цифрами «2»).

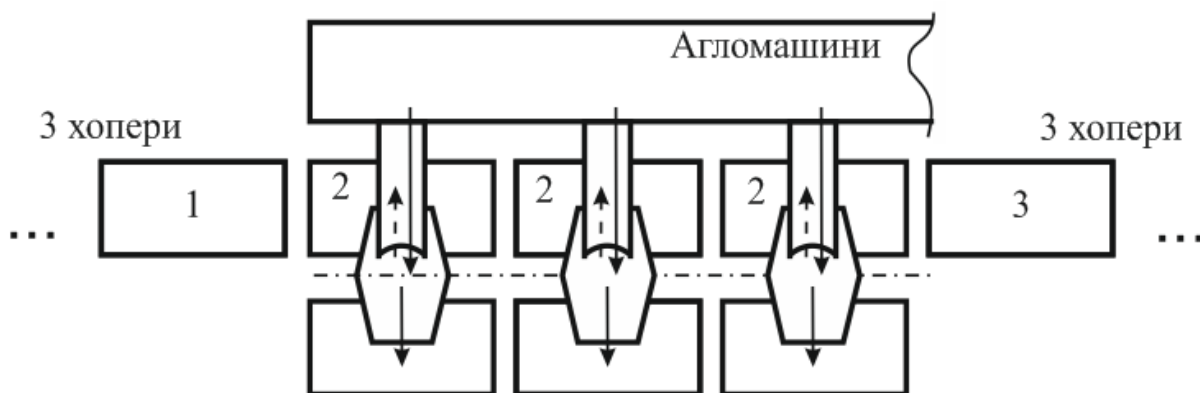


Рисунок 2.3 – Другий етап навантаження аглохоперів

На третьому етапі навантаження виконуються такі операції:

- шість завантажених хоперів витягуються за фронт навантаження та від'єднуються від порожніх, які одночасно підтягнулись та стали по фронту навантаження;
- під час даного підтягування жолоби навантаження були перекинуті на суміжну колію і агломерат надходив до трьох вагонів;
- завантажені хопери подаються на вагову – колія 1А та зважуються, переставляються на передавальну колію №3 – рисунок 1.1;
- жолоби повертаються в основну робочу позицію для навантаження чергових трьох вагонів по колії №1;
- локомотиво-складацька бригада закріплює вагони на передавальній колії та локомотив повертається до колії №1 для виконання підтягування вагонів в процесі їх навантаження відповідно до технології завантаження трьох конусів вантажу, яка описана у попередньому розділі.

У таблиці 2.2 наведено перелік технологічних операцій з навантаження аглохоперів та їх передавання.

Таблиця 2.2 – Перелік технологічних операцій з навантаження аглохоперів

Номер операції	Транспортно-технологічна операція	Тривалість, хв.	Примітка
1	Навантаження	21	Перший етап – три вагони
2	Підтягування завантажених вагонів після перекидання жолобів на суміжну колію	2	

Кінець таблиці 2.2

Номер операції	Транспортно-технологічна операція	Тривалість, хв.	Примітка
3	Навантаження після повернення жолобів у основне положення	21	Другий етап – три вагони
4	Підтягування завантажених вагонів після перекидання жолобів на суміжну колію	2	
5	Зважування звантажених вагонів (1 хвилина на вагон)	6	6 вагонів
6	Перестановка завантажених вагонів на передавальну колію №3	3	6 вагонів
	Разом:	55	

Повернення локомотиву до чергової завантажувальної партії не враховуємо. Він відбувається під час завантаження першої третини обсягу вагонів: $21 / 3 = 7$ хвилин – цього. Загальний час навантаження до виставлення вагонів для прийому до вивантаження займає 55 хвилин.

2.3 Розробка графіків обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери

Перед початком розробки графіків розглянемо операції, які виконуються після навантаження аглохоперів другим локомотивом [7,8]:

- заїзд на передавальну колію після повернення з парку «Бункери» та підставлення порожніх розвантажених вагонів до колії 1 для подальшого їх навантаження;
- причеплення, прибирання гальмівного башмака;
- рух до парку «Бункери»;
- вивантаження вагонів трьох з шести вагонів на приймальних бункерах печі №3;
- рух до доменної печі №4;
- вивантаження трьох вагонів на доменній печі №4;
- рух вагонами уперед до колії № 1 та приєднання до вагонів, які там навантажуються.

На рисунку 2.4 наведено графік навантаження аглохоперів.

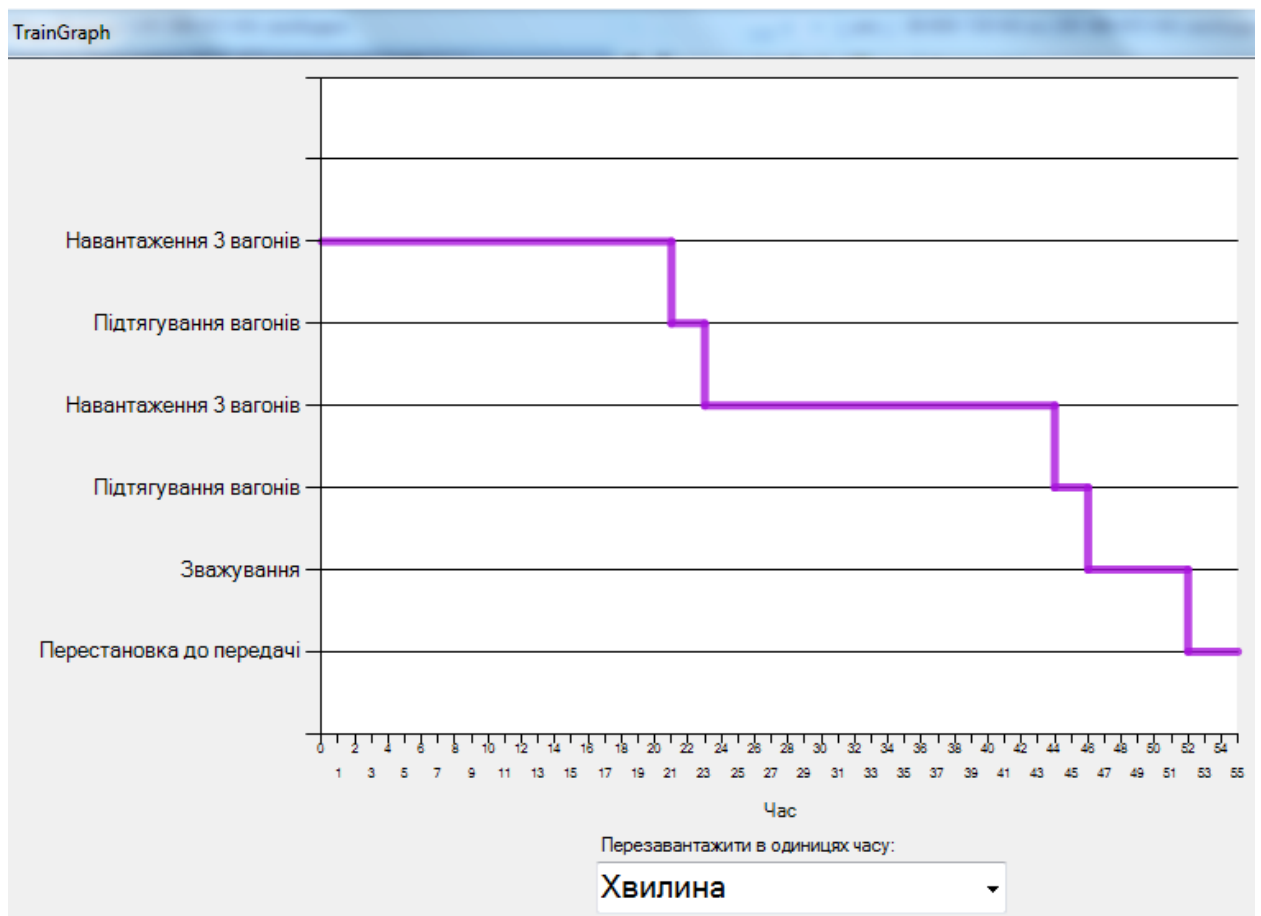


Рисунок 2.4 – Графік навантаження аглохоперів

У таблиці 2.3 наведено транспортно-технологічні операції з вивантаження вагонів.

Таблиця 2.3 – Транспортно-технологічні операції з вивантаження вагонів

Номер операції	Транспортно-технологічна операція	Тривалість, хв.	Примітка
1	Заїзд на передавальну колію	3	Резервом
2	Причеплення, прибирання гальмівного башмака	2	6 вагонів
3	Перевезення составу до парку «Бункери»	3	6 вагонів
4	Вивантаження на бункерах доменної печі №3	18	3 вагони
5	Рух до доменної печі №4	1	6 вагонів
6	Вивантаження на бункерах доменної печі №4	18	3 вагони
7	Рух до пункту навантаження та приєднання вагонів до інших на фронті навантаження	5	6 вагонів
	Разом:	50	

Враховуючи тривалість операцій з навантаження – 55 хвилин, час на очікування їх завершення, локомотивом, який здійснює вивантаження, становить:

$$55 - 50 = 5 \text{ хвилин.}$$

На рисунку 2.5 наведено графік вивантаження аглохоперів.

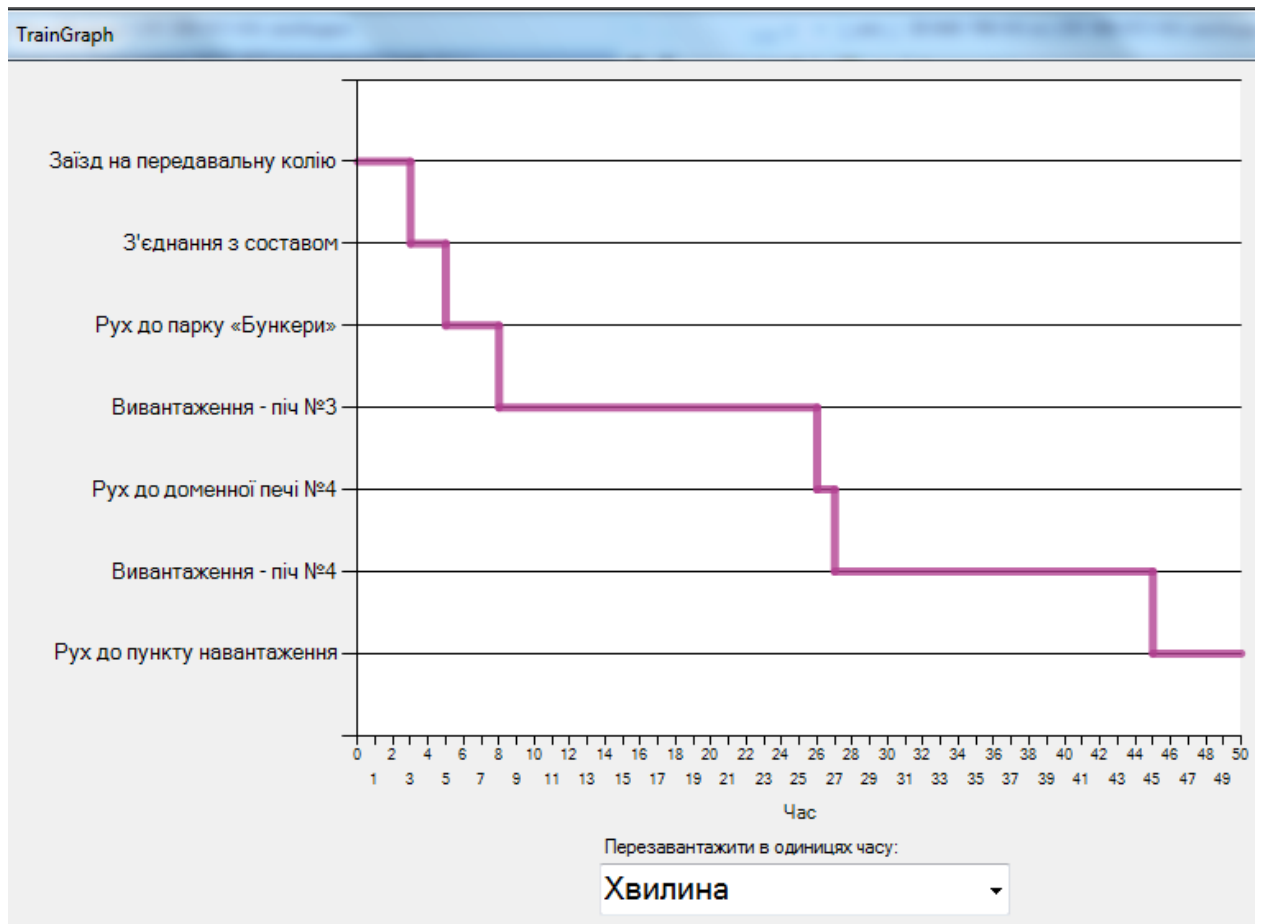


Рисунок 2.5 – Графік вивантаження аглохоперів

Підходимо до створення загального графіку обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери [8].

У таблиці 2.4 наведений перелік укрупнених операцій з обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери.

Таблиця 2.4 – Перелік укрупнених операцій з обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери

Номер операції	Транспортно-технологічна операція	Тривалість, хв.	Примітка
1	Навантаження та передавання	55	6 вагонів

Кінець таблиці 2.4

Номер операції	Транспортно-технологічна операція	Тривалість, хв.	Примітка
2	Рух до пунктів вивантаження	3	6 вагонів
3	Вивантаження	37	6 вагонів
4	Рух до пункту вивантаження	5	6 вагонів
5	Очікування передавання вагонів	5	резервом
6	Заїзд та з'єднання з составом	5	резервом

Створимо перший цикл обслуговування у програмі TrainGraph – рисунок 2.6.

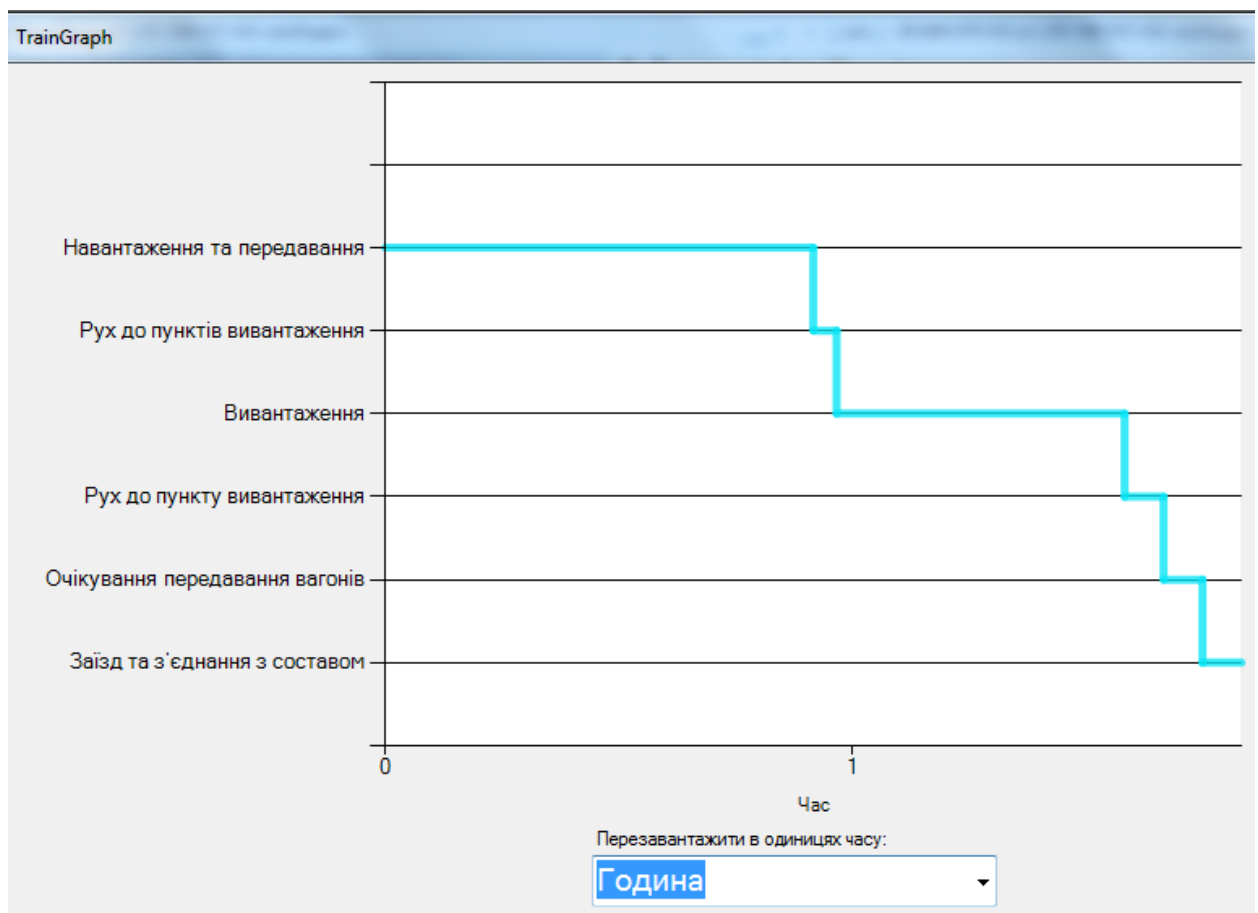


Рисунок 2.6 – Перший цикл обслуговування

Розробляємо надалі добовий графік обслуговування.

Скористаємось опцією дублювання маршруту – рисунок 2.7, та встановлюємо затримку відображення графіку №2 – 55 хвилин.

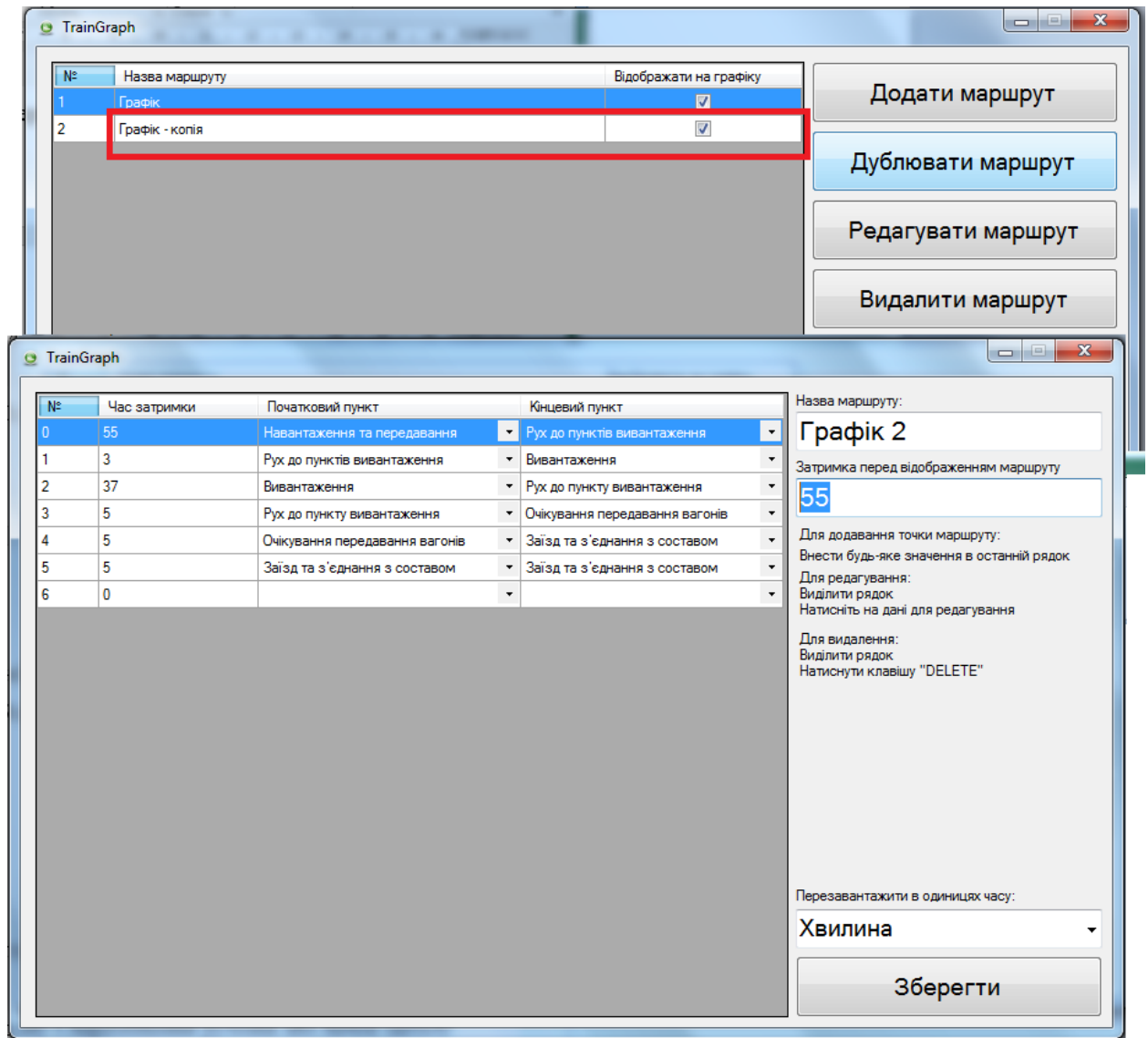


Рисунок 2.7 – Дублювання маршруту

Отримуємо графік обслуговування, показаний на рисунку 2.8.

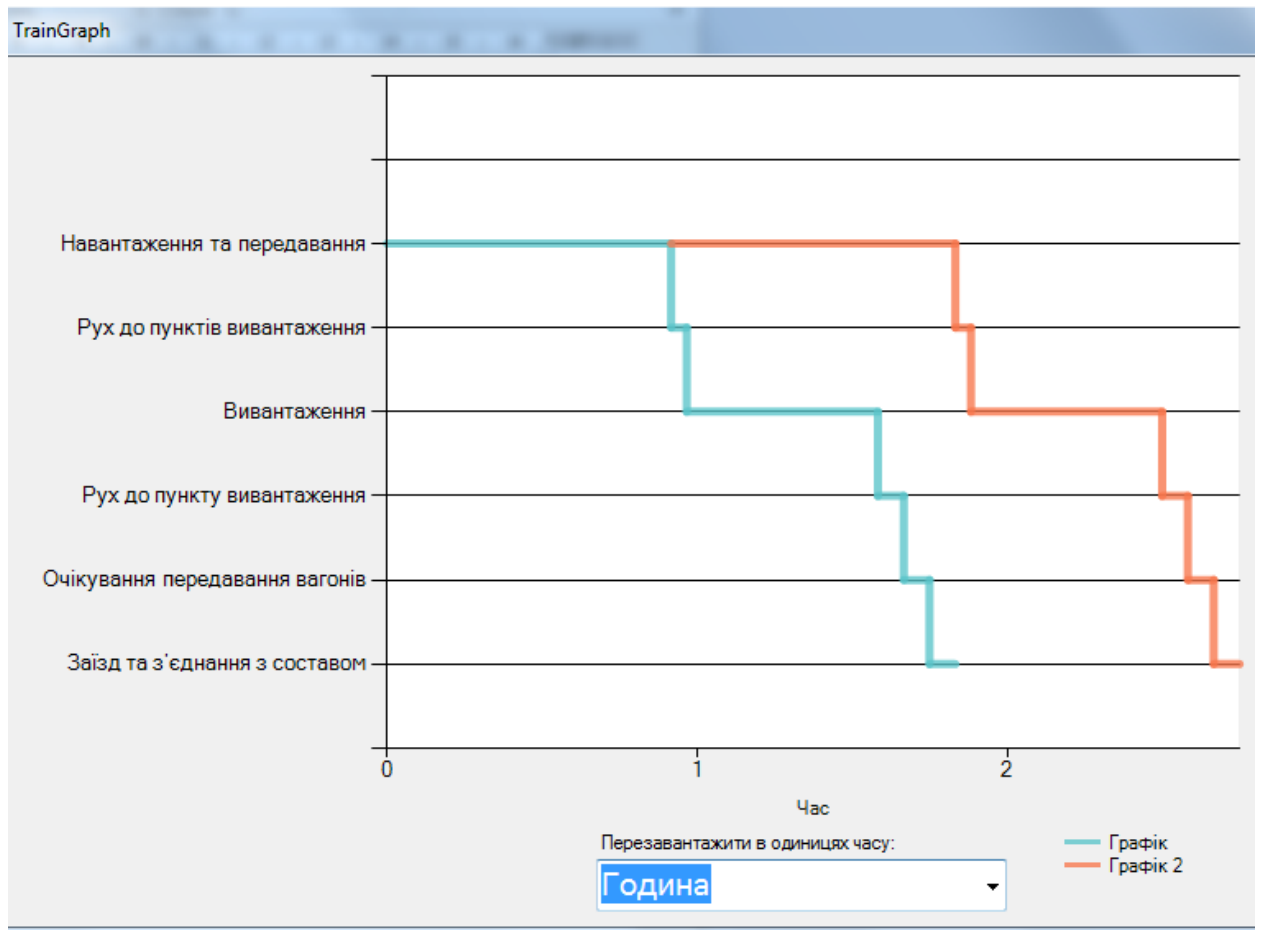


Рисунок 2.8 – Два цикли графіку обслуговування

Здійснюємо з'єднання графіків – рисунки 2.9 та 2.10.

№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт
0	55	Навантаження та передавання	Рух до пунктів вивантаження
1	3	Рух до пунктів вивантаження	Вивантаження
2	37	Вивантаження	Рух до пункту вивантаження
3	5	Рух до пункту вивантаження	Очікування передавання вагонів
4	5	Очікування передавання вагонів	Заїзд та з'єднання з составом
5	5	Заїзд та з'єднання з составом	Заїзд та з'єднання з составом
6	0	Заїзд та з'єднання з составом	Навантаження та передавання
7			

Назва маршруту:
Графік 1

Затримка перед відображенням маршруту
0

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"

Рисунок 2.9 – Створення лінії поєднання операцій

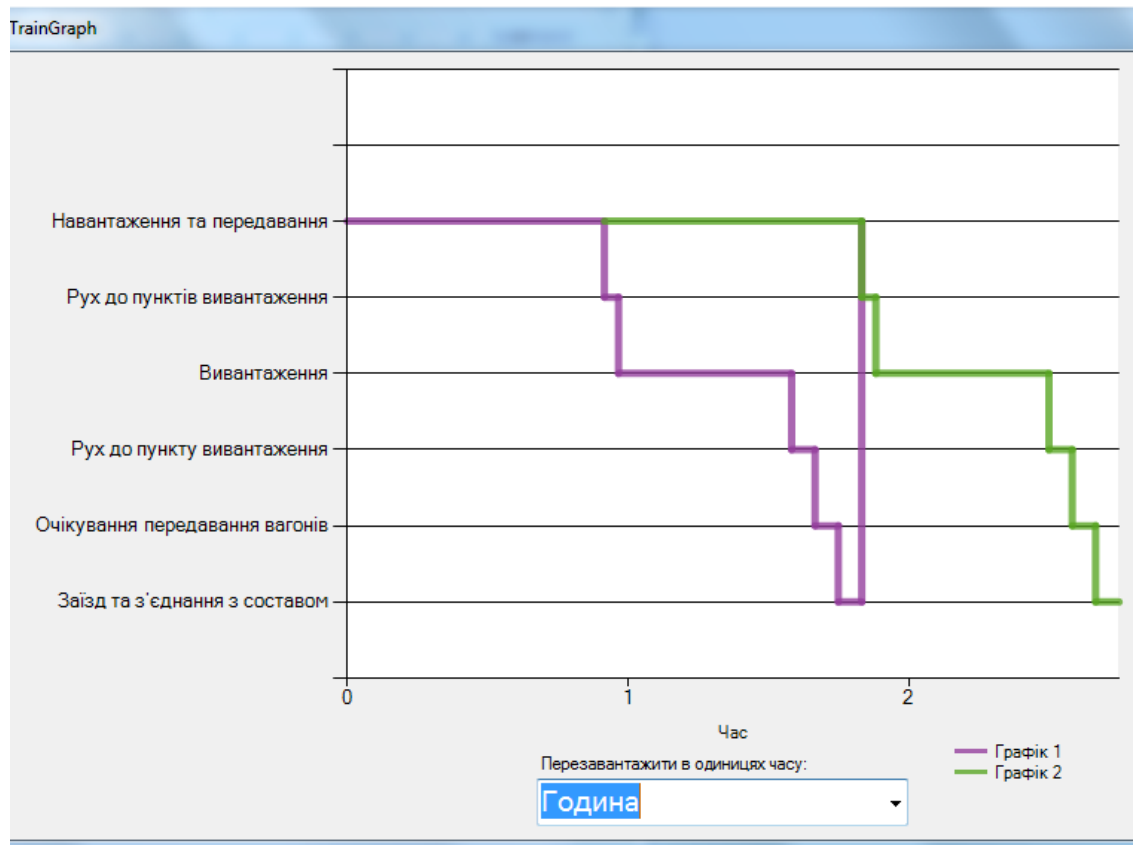


Рисунок 2.10 – Транспортно-технологічний цикл

Виконуємо подальше дублювання графіків до закінчення часу закінчення зміни працівників аглофабрики – 8 годин – рисунок 2.11.

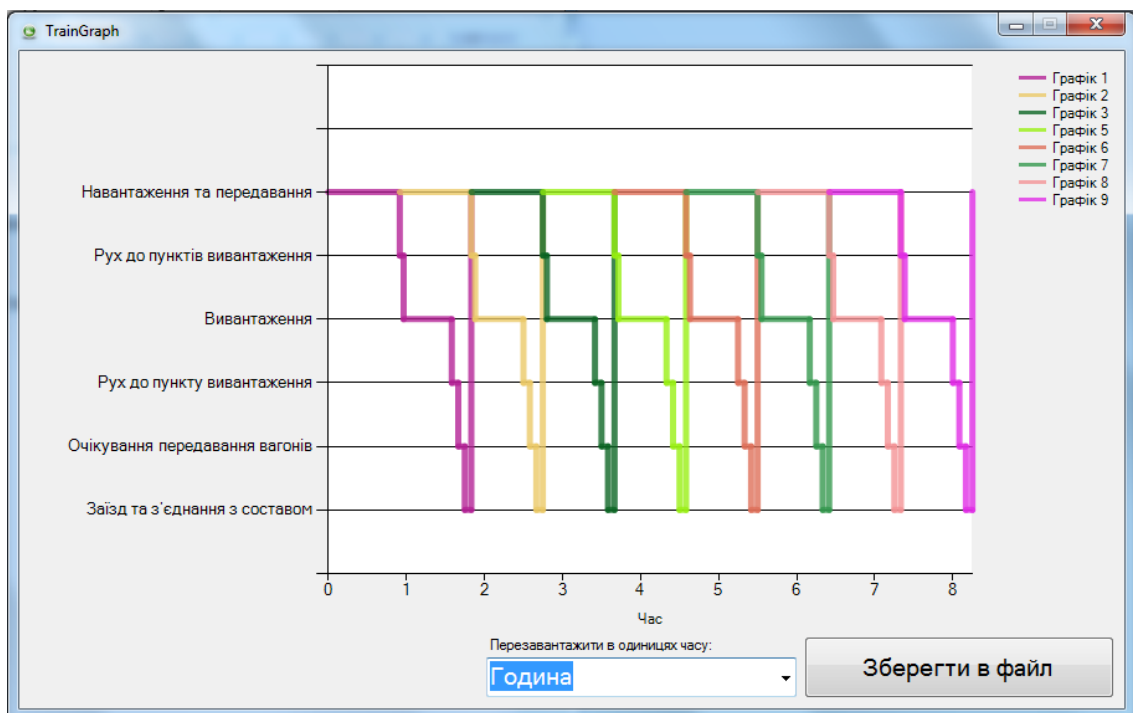


Рисунок 2.11 – Розробка графіку на 8-годинну зміну

Подальшу розробку графіку зручніше виконати, коригуючі файл з даними його побудови – рисунок 2.12.

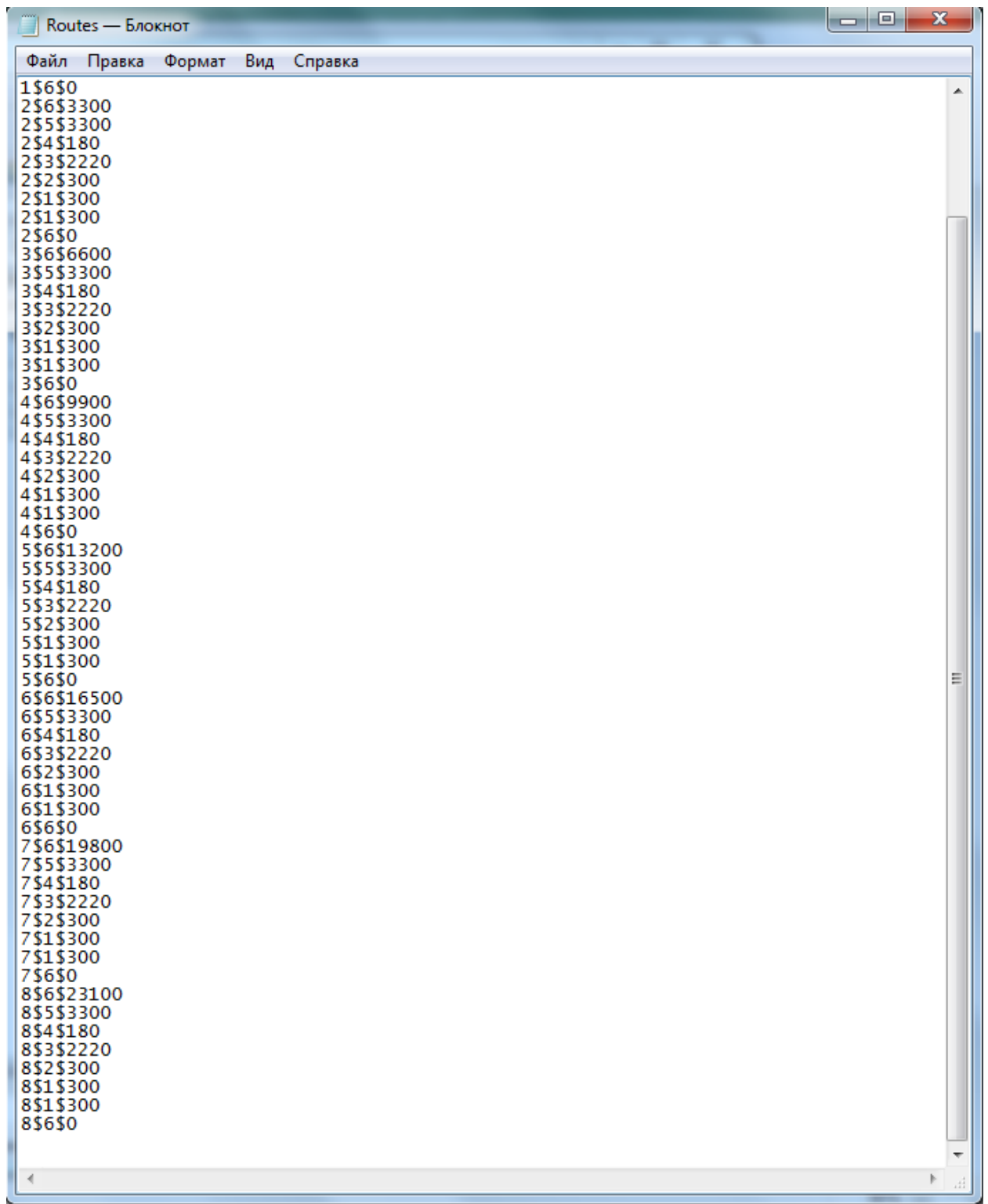


Рисунок 2.12 – Файл з даними побудови графіку

Перша цифра позначає номер графіків, об'єднуємо їх усі шляхом зміни нумерації на «1» та «2», щоб створити загальний графік. Двічі копіюємо та додаємо ці дані у кінець файлу, щоб створити загальний графік на 24 години - рисунок 2.13.

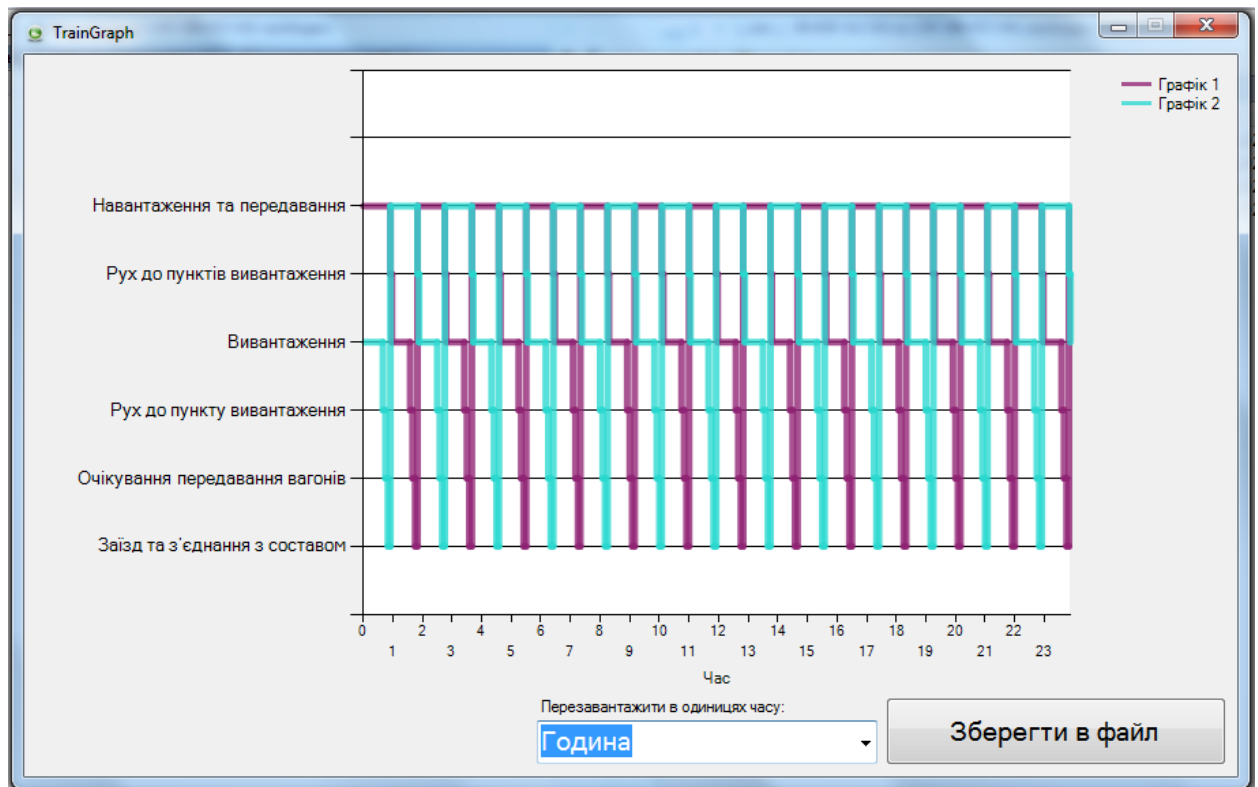


Рисунок 2.13 – Добовий графік обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери

2.4 Визначення потрібної кількості аглохоперів

Для визначення потрібної кількості аглохоперів, розглянемо фрагмент графіку обслуговування – рисунок 2.14, де позначимо потрібну кількість вагонів на певних операціях.

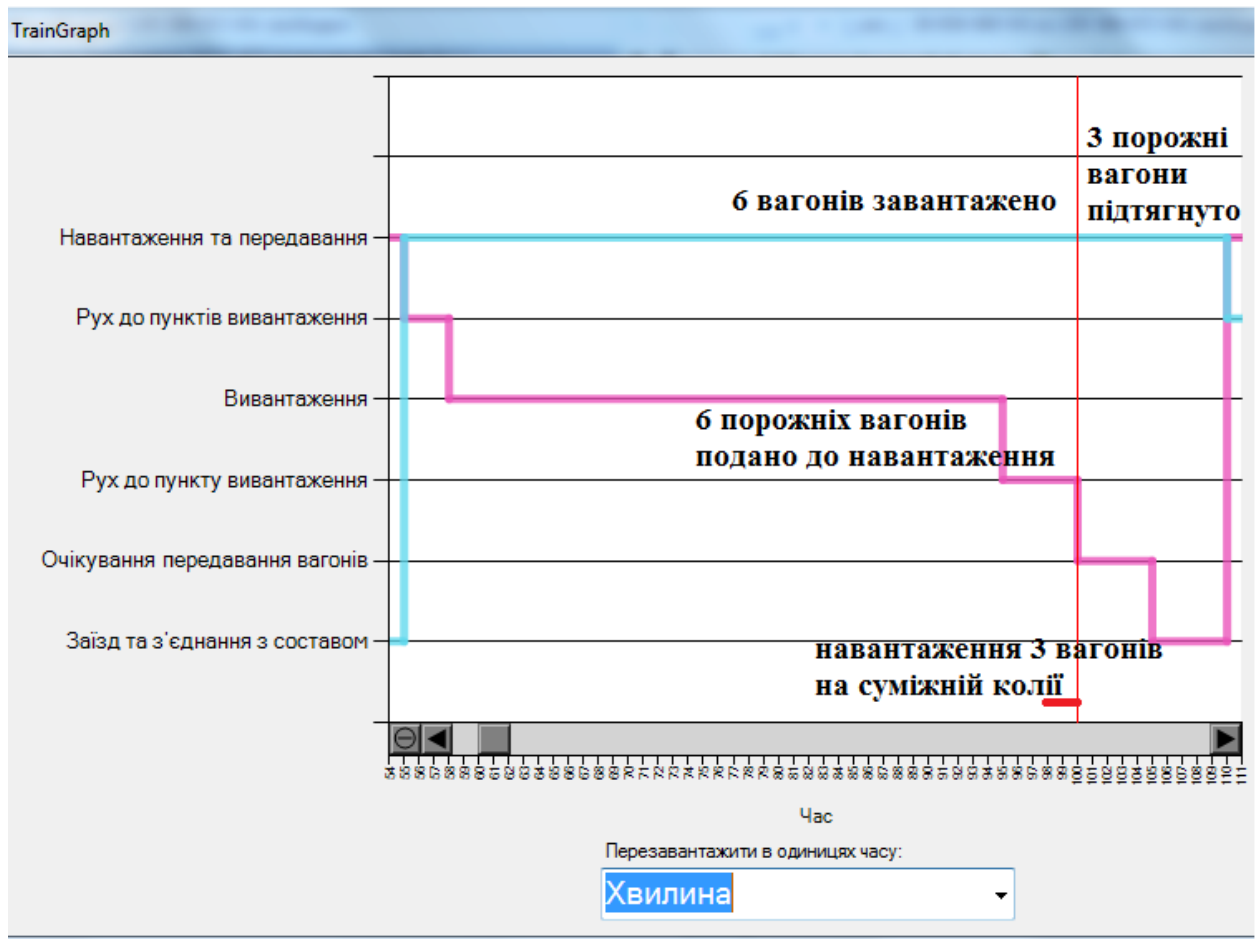


Рисунок 2.14 - Фрагмент графіку обслуговування

З графіку видно, що до моменту часу, позначеного червоною вертикальною лінією 6 вагонів є завантаженими (з ними виконуються операції зважування та переставляння на передавальну колію).

Тобто, після червоної лінії по фронту навантаження повинні знаходитись щонайменше 3 порожні вагони для забезпечення безперервної роботи агломашин.

На час витягування завантажених вагонів потрібна наявність, принаймні, 3 вагонів на суміжній колії на час перекидання навантажувальних жолобів.

Разом із цим, після вивантаження повертаються до чергового навантаження 6 вагонів.

Таким чином, потрібна кількість аглохоперів в роботі:

$$K_{\text{агх}} = 6 + 3 + 3 + 6 = 18 \text{ вагонів.}$$

Визначимо потрібну кількість хоперів $N_{\text{агх}}$, із урахуванням знаходження вагонів у ремонті та запасі за формулою:

$$N_{\text{агх}} = K_{\text{агх}} \cdot k_{\text{рем}} + N_{\text{зап}}, \quad (2.2)$$

де $k_{\text{рем}}$ – коефіцієнт, що враховує знаходження хоперів у ремонті, $k_{\text{рем}} = 1,08$;

$N_{\text{зап}}$ – кількість хоперів у запасі. Оскільки існує ймовірність завантаження партії вагонів бракованим агломератом, який вивантажується через це окремо на іншому вантажному фронті, потрібно мати запас 6 вагонів, $N_{\text{зап}} = 6$.

Виконаємо розрахунки за (2.2):

$$N_{\text{агх}} = 18 \cdot 1,08 + 6 = 26 \text{ одиниць.}$$

Ще слід відмітити, що заміна вагонів, які навантажуються поступово на суміжній з основною колією навантаження під час перекидання жолобів, виконується за рахунок очікування передавання партії завантажених вагонів локомотивом, що здійснює вивантаження.

Тож додаткового корегування графіку та додаткової кількості рухомого складу ця операція не потребує.

Вона виконується протягом 5 хвилин 3-4 рази на добу.

2.5 Добові технологічні показники роботи

Таким чином, при виконанні розрахункової частини встановлено наступні добові технологічні показники роботи з обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери:

- кількість тепловозів та локомотивних бригад – 2;
- кількість вагонів – 26;
- тривалість роботи – цілодобова безперервна.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення річних показників обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери

Відповідно до розрахункової частини, встановимо річні показники обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери.

Тривалість $T_{\text{ахп}}$ часу користування аглохоперами:

$$T_{\text{ахп}} = 8760 \cdot N_{\text{агх}}, \quad (3.1)$$

де $N_{\text{агх}}$ – кількість аглохоперів загального парку, $N_{\text{агх}} = 26$.

Визначимо $T_{\text{ахп}}$ за (3.1):

$$T_{\text{ахп}} = 8760 \cdot 26 = 227760 \text{ год.}$$

Тривалість $T_{\text{таб}}$ використання тепловозів в транспортно-виробничій системі Аглофабрика-Бункери:

$$T_{\text{таб}} = 8760 \cdot N_{\text{аб}}, \quad (3.2)$$

де $N_{\text{аб}}$ - кількість тепловозів, що працюють цілодобово.

Визначаємо $T_{\text{таб}}$ за (3.2):

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

Крім того, необхідно відмітити цілодобову роботу 2 вантажників, зайнятих на вивантаженні хоперів та пропуску агломерату крізь решітки приймальних бункерів.

Тобто, заробітну плату потрібно сплатити (при 4-бригадному режимі роботи)

$$2 \cdot 4 = 8 \text{ вантажникам.}$$

Результаті річних показників представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Річні показники обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери

№ з/п	Показник	Значення
1	Час використання аглохоперів, годин	227760
2	Час роботи тепловозів	17520
3	Кількість персоналу, роботу якого потрібно врахувати додатково	8 (2 цілодобово)

3.2 Визначення річних економічних показників обслуговування транспортно-виробничої системи Аглофабрика-Бункери

За методиками [9,10] виконаємо розрахунки економічних показників.

Вартість $B_{\text{ахп}}$ утримання аглохоперів:

$$B_{\text{ахп}} = T_{\text{ахп}} c_{\text{ахп}}, \quad (3.3)$$

де $c_{\text{ахп}}$ – собівартість вагоно-години аглохопера, грн/год. Приймаємо $c_{\text{ахп}} = 37$ грн/год.

Згідно (3.3) $B_{\text{ахп}}$ становить:

$$B_{\text{ахп}} = 227760 \cdot 37 = 8427120 \text{ грн.}$$

Витрати $B_{\text{таб}}$ на експлуатацію тепловозів:

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

де $c_{\text{таб}}$ - собівартість роботи тепловозу, грн/год.

Розрахуємо $B_{\text{таб}}$ за (3.4):

$$B_{\text{таб}} = 17520 \cdot 1156 = 20253120 \text{ грн.}$$

Заробітна плата вантажників.

Витрати на заробітну плату вантажників в системі Аглофабрика-Бункери встановимо за формулою:

$$Z_{\text{ваб}} = 8760 N_{\text{ваб}} c_{\text{св}}, \quad (3.5)$$

де $N_{\text{ваб}}$ – кількість вантажників, що працюють цілодобово, осіб;

$c_{\text{св}}$ – середній розмір зарплати вантажника на годину, грн.

Визначимо за (3.5):

$$Z_{\text{ваб}} = 8760 \cdot 2 \cdot 93 = 1629360 \text{ грн.}$$

Загалом витрати в транспортно-виробничій системі Аглофабрика-Бункери встановимо за формулою:

$$Z_{\text{заг}} = B_{\text{ахп}} + B_{\text{таб}} + Z_{\text{ваб}} = 8427120 + 20253120 + 1629360 = \\ = 30309600 \text{ грн/рік.}$$

3.3 Собівартість перевезень тони агломерату

При середньому завантаженні одного аглохоперу близько 60 тонн та при виконанні 26 циклів навантаження-вивантаження партій по 6 вагонів за добу, добовий обсяг перевезень становить:

$$26 \cdot 6 \cdot 60 = 9360 \text{ тонн/добу.}$$

Річний обсяг перевезень:

$$365 \cdot 9360 = 3416400 \text{ тонн/рік.}$$

Собівартість перевезень тони агломерату становить:

$$30309600 / 3416400 = 8,87 \text{ грн/т.}$$

Отримані результати вищенаведених розрахунків економічних показників в транспортно-виробничій системі Аглофабрика-Бункери наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Економічні показники транспортно-виробничої системи
Аглофабрика-Бункери

№ з/п	Економічний показник	Результат, грн
1	Собівартість використання аглохоперів	8427120
2	Вартість роботи тепловозів	20253120
3	Витрати на зарплату вантажникам	1629360
4	Загалом:	30309600
5	Собівартість перевезень тони агломерату, грн/т	8,87

Таким чином, загальна вартість витрат – понад 30 млн грн на рік, вартість перевезень тони агломерату – 8,87 грн/т.

ВИСНОВКИ

В роботі було розглянуто роботу транспортно-виробничої системи доставки агломерату на прикладі комбінату Запоріжсталь за умови функціонування лише двох з наявних чотирьох доменних печей.

Враховано основні технологічні особливості та виконано необхідні розрахунки для організації перевезень.

На основі розроблених технологічних графіків визначені технічні показники роботи, визначена потрібна кількість рухомого складу – аглохоперів для виконання перевезень.

Розраховані економічні показники – загальні витрати протягом року на виконання перевезень становлять понад 30 млн грн, собівартість перевезення однієї тони агломерату становить 8,87 грн/т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 20.05.2023).
2. Технічно-розпорядчий акт станції Аглофабрика. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – 22с.
3. GMK Center : Офіційний сайт. URL: <https://gmk.center/> (дата звернення 20.05.2023).
4. Залізорудна сировина. Метінвест : Офіційний сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/semi-finished-products/iron-ore-concentrate> (дата звернення 20.05.2023).
5. Кар'єри України : Офіційний сайт. URL: <https://www.karer.in.ua/hopper.php> (дата звернення 20.05.2023).
6. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
7. Міжцехова інструкція по взаємодії робітників доменного, агломераційного цехів, гаражу рудорозморожування ЦРРС УЗТ, УПП, працівників ВВО, ВТК, ЦТВС з робітниками Південного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 41 с.
8. 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.

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.