

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 МІЖЦЕХОВИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА
ПРИКЛАДІ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА»

Виконав: студент(ка) IV курсу, групи T-819

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

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

		<u>Анатолій ЛІТКОВЕЦЬ</u> (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Керівник		<u>Олена ПАДЧЕНКО</u> (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Рецензент		<u>Андрій ЩЕРБИНА</u> (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)

ЛІТКОВЕЦЬ Анатолій Вікторович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація міжцехових залізничних перевезень на прикладі металургійного підприємства

керівник проєкту (роботи) ПАДЧЕНКО Олена Олександрівна,
 (науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

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

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

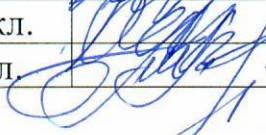
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча схема колійного розвитку, характеристики вантажу та рухомого складу, обсяги перевезень, характеристики вантажних пунктів, існуючі економічні показники

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2 Розрахункова частина. 2.1 Технологія транспортування технологічних відходів. 2.2 Розрахунок тривалості вантажних операцій. 2.3 Побудова технологічних графіків перевезень металовідходів з обтискного цеху. 2.4 Побудова технологічних графіків перевезень металовідходів. 2.5 Технічні показники перевезень металовідходів з обтискного цеху, ЦГПТЛ і ЦХП-1. 3. Економічна частина.

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

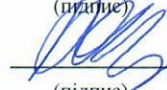
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації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

Студент(ка)


(підпис)

Анатолій ЛІТКОВЕЦЬ
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ПАДЧЕНКО
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 51 с., 20 рис., 6 табл., 9 джерел.

ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВАГОН, ОБРІЗЬ, ТРАНСПОРТНО-ВИРОБНИЧА СИСТЕМА, КОПРОВИЙ ЦЕХ, ШИХТОВИЙ ДВІР

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень обрізі в умовах металургійного підприємства.

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

Методи дослідження – аналітичний та графічний аналіз.

В роботі проаналізовано транспортно-технологічні процеси обслуговування обтискного цеху, цеху прокатки тонкого листа та цеху холодної прокатки при перевезенні металовідходів - обрізі металопродукату. Виконані техніко-економічні розрахунки та визначено витрати на перевезення, розраховано собівартість перевезення тони вантажу.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	6
1 Аналітична частина	7
1.1 Характеристика технології прокатного виробництва та пов'язаних з ним транспортних операцій	7
1.2 Характеристика транспортно-виробничої та транспортно-складської системи прокатних цехів	12
1.3 Технологія транспортування та переробки металевих відходів	16
1.4 Постановка завдань роботи	22
2 Розрахункова частина	23
2.1 Технологія транспортування технологічних відходів	23
2.2 Розрахунок тривалості вантажних операцій	26
2.3 Побудова технологічних графіків перевезень металовідходів з обтискного цеху	28
2.4 Побудова технологічних графіків перевезень металовідходів з ЦГПТЛ та ЦХП-1	35
2.5 Технічні показники перевезень металовідходів з обтискного цеху, ЦГПТЛ і ЦХП-1	41
3 Економічна частина	44
3.1 Визначення річних показників перевезень металовідходів обтискного цеху, ЦХП-1, ЦГПТЛ	44
3.2 Визначення економічних показників перевезень металовідходів обтискного цеху, ЦХП-1, ЦГПТЛ	45
Висновки	49
Перелік джерел посилання	50

ВСТУП

В процесі виконання дипломної роботи розглянуто транспортно-логістичну систему обслуговування перевезень металовідходів – обрізі – на прикладі металургійного підприємства ПАТ «Запоріжсталь».

Для підприємства зараз настали не найкращі часи, але воно працює та, навіть оновлює виробничу базу.

Даний вантаж утворюється в процесі виробництва продукції обтискного цеху, цеху гарячої прокатки тонкого листа (ЦГПТЛ) та цеху холодної прокатки №1 (ЦХП-1).

На кожній ланці транспортно-технологічного процесу металопрокат потребує обробки, змінюється його товщина, але крайні частини мають нерівний край та потребують відділення.

Окрім цього є інші джерела утворення металовідходів – частини пакувальних стрічок, брак продукції та ін.

Тема є актуальною для виконання кваліфікаційної роботи на даному прикладі зі спиранням на реальні процеси, які відбуваються на транспорті металургійного підприємства.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика технології прокатного виробництва та пов'язаних з ним транспортних операцій

Прокатне виробництво являється останньою стадією потужного металургійного процесу після виробництва в агломераційних і доменних печах та виплавки сталі [1].

У секторі плоского прокату існують дві основні категорії:

- гарячекатаний лист;
- холоднокатаний лист.

Ці продукти відрізняються за товщиною та основними властивостями, а отже, і за сферою застосування.

У металургійній технології холоднокатаний плоский прокат є наступним етапом переробки гарячекатаного, забезпечуючи вищі експлуатаційні характеристики і більш тонкі вироби.

До 17 сторіччя сталевий лист виробляли ковалі – та ця продукція була низької якості і її кількість виробництва не була значною. Тому їх поступово замінили прокатні стани - механізоване обладнання, яке значно підвищило продуктивність процесу.

Є певні припущення щодо ідеї з прокатним станом від Леонардо да Вінчі, про що свідчать його ескізи. Однак ця технологія почала широко розповсюджуватися під час промислової революції, разом з паровим двигуном і зростаючим попитом на метал.

Перші прокатні стани склалися з двох валків зі шматком сталі між ними. Тиск застосовується для пластифікації металу, щоб надати йому остаточної форми. Цей процес і є прокаткою. Наприкінці 18 століття з'явилися парові прокатні стани, які спочатку приводилися в рух вручну, а

згодом - за допомогою водяної енергії. Прокатка нарешті стала позиціонуватися як один з основних етапів металургії.

З процесом розвитку виробничих, транспортних технологій, почався процес спеціалізації, навіть у таких вузьких галузях, як виробництво плоского прокату. Спочатку з'явився стан гарячої прокатки, де гарячі заготовки прокочуються між валками, а в 1980-х роках з'явилися перші стани холодної прокатки плоского прокату, розвиваючи і вдосконалюючи їх.

Жоден технологічний процес не обходиться без транспортування, тож разом із промисловим конвеєрним транспортом, у прокатці широко використовується залізничний транспорт і, суттєво меншою мірою – автомобільний.

Рідку сталь розливають у злитки і перетворюють на заготовки - сляби (рисунок 1.1) в обтискних машинах або відразу виробляють напівфабрикати в машинах безперервного лиття заготовок при конвертерному виробництві.



Рисунок 1.1 - Сляб

Характерним при виготовленні слябів є утворення так званих «риб'ячих хвостів», які обрізаються, обсяг обрізі становить 2-5% в залежності від довжини слябу.

Нагріті сляби перетворюються на горячекатані листи-рулони товстого (понад 4 мм) або тонкого (менше 4 мм) прокату на прокатних станах і використовуються для виготовлення великих сталевих конструкцій і промислового обладнання (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Горячекатаний прокат у рулоні

Як бачимо на рисунку, кінець полоси рулону має неправильну форму, та також буде обрізаний, утворюючи технологічні відходи у вигляді металобрухту.

У міру розширення сфер застосування сталі постійно зростає потреба в ширших, тонших, легших і гнучкіших листах, які легше піддаються обробці, наприклад, пресуванню. Гарячекатаний прокат не зовсім підходив для цієї мети. Тому виробники сталі почали застосовувати метод холодної прокатки гарячекатаного сталевих листа і попереднього травлення його кислотою для видалення окалини.

Такі рулони і листи мають більш гладку поверхню і точніші геометричні розміри. Однак сталь стає твердішою і втрачає свою пластичність. Тому після прокатки сталь відпалюють у плоских печах або агрегатах безперервного відпалу в середовищі захисних газів.

Перед тим, як рулони стають готовою продукцією, відбувається процес підготовки. Він включає в себе ще одну стадію прокатки і невелике обтиснення. В результаті цього процесу досягаються відмінні пластичні властивості та покращується якість поверхні. Готова продукція поставляється у вигляді листів, упакованих у рулони або пачки.

В Україні на сьогоднішній день є лише один крупний виробник холоднокатаного сталевих листа комбінат «Запоріжсталь», де є два стани холодної прокатки загальною потужністю близько 1 млн тонн на рік. Продукція, що випускається на них, характеризується широким сортаментом розмірів і марок.

Марка сталі, вимоги до механічних властивостей та інших показників якості холоднокатаного листа визначаються кінцевим призначенням і умовами обробки.

Готові рулони і листи мають рівну поверхню і тому використовуються там, де до естетики ставляться особливо високі вимоги. Прикладом може слугувати виготовлення корпусів машин у машинобудуванні та приладобудуванні. Плоскі холоднокатані сталеві листи також легше зварювати, згинати і пресувати.

Після відпалу сталеві листи менш схильні до вигину під час зварювання, оскільки напруження розподіляються рівномірно. Це важливо для автомобільної промисловості. Той факт, що цей прокат виготовляється з низьковуглецевої сталі, також сприяє безпроблемному багаторазовому згинанню і пресуванню. Як наслідок, холоднокатаний листовий прокат широко використовується в автомобілебудуванні та приладобудуванні, а також у виробництві труб і побутових товарів.

У секторі будівництва також споживається велика кількість холоднокатаного листового прокату. Однак у цьому випадку більшою популярністю користуються матеріали у вигляді сталевих листів і рулонів із захисним покриттям, такими як оцинковка, фарбування. Вони використовуються у виробництві таких продуктів, як профнастил, металочерепиця та напівфабрикати для будівництва.

Виробництво плоского прокату не стоїть на місці. В основному це пов'язано зі споживчим попитом і посиленням конкуренції з боку інших матеріалів. Розвивається також хімічна промисловість. Широкий спектр пластмас і композитних матеріалів все частіше використовується в сучасних транспортних засобах. Вони легкі, недорогі у виробництві, ефективно захищають компоненти від пилу і вологи та легко формуються. Однак вони все ще не забезпечують необхідного рівня безпеки і рідко піддаються ремонту. Високоміцне вуглецеве волокно також занадто дороге, щоб використовувати його у великих кількостях.

На кожному етапі виробничого процесу утворюються технологічні відходи через обрізання нерівних кінців заготівель та полос прокату – обрізь, яка піддається повторній переробці у мартенівському цеху.

1.2 Характеристика транспортно-виробничої та транспортно-складської системи прокатних цехів

Розглянемо організаційні особливості прокатного виробництва, які впливають на транспортні процеси.

Потік виробничого процесу на прокатних станах, у тому числі на станах гарячої прокатки, через великі обсяги виробництва, відсутність проміжних складів між агрегатами і те, що процеси нагріву, прокатки, чистової обробки, контролю і відвантаження відбуваються в окремому місці.

Потік включає кілька взаємопов'язаних операцій руху металу, таких як подача злитків (заготовок) до колодязя (пічі), нагрівання, транспортування до стану, прокатка, зачищення, різання, охолодження, чистова обробка, контроль і сортування, основними з яких є потоки на обтискному, заготівельному і чистовому станах. Впроваджуються транзитні потоки між прокатними станами, що призводить до зниження споживання палива, зменшення окалини металу та кращого використання основних фондів прокатних станів.

Принцип безперервності технологічного процесу застосовується на прокатних станах з безперервним розташуванням клітей, напівбезперервних прокатних станах, безперервних прокатних станах, нескінченних прокатних станах, безперервних лінійних прокатних станах, що виробляють кінцевий прокат з рідкої сталі, смуги, з термообробкою, лакофарбовим покриттям, покриттям емаллю та ін. Це знаходить своє відображення в конструкції обладнання для нанесення покриттів.

Високою є залежність пропускної здатності окремих агрегатів і виробничих ділянок від варіантів структури процесу прокатки, пов'язаних з відмінностями в продуктивності і трудомісткості прокатки окремих профілів, розмірів і марок сталі.

Взаємопов'язаність різних агрегатів і механізмів в сучасному прокатному виробництві вимагає узгодження роботи нагрівального обладнання, клітей стану і оздоблювального обладнання, постійної координації всіх виробничих ділянок, забезпечення ритмічної роботи агрегатів, оптимального чергування і послідовності випуску окремих марочних груп сталей і профілів прокату.

У зв'язку з високою швидкістю процесу фактор часу дуже важливий з точки зору продуктивності та економічності обладнання, тож всі виробничі операції повинні бути синхронізовані.

Ритм прокатки, робочий цикл і частота його повторень повинні бути короткими. У зв'язку з цим незначні втрати часу в ритмі прокатки або розбіжності в роботі різних секцій можуть істотно знизити продуктивність заводу. Перекриття циклів прокатки може допомогти підвищити продуктивність установки.

Деякі етапи прокатки мають свої власні організаційні особливості. Наприклад, на обтискних станах важливе значення має комплекс сталевих валків. Робота сталеплавильного цеху, підготовка шихти, зберігання злитків, нагрівальні ями, подача злитків, операції обтискного стану і залізничний транспорт повинні бути чітко скоординовані.

Організація управління валками, раціональне чергування окремих ділянок прокатки і точність прокатки дуже важливі на товстолистовому стані, а послідовність прокатки різних розмірів листа важлива на товстолистовому стані, оскільки вона має вирішальний вплив на завантаження валків і якість продукції.

На станах з різноманітним (широким) сортаментом прокату важливу роль відіграють підготовка металу, оптимізація сортаменту за профілями, розмірами і кількістю партій прокату, впровадження додаткових видів обробки і раціональне використання всіх агрегатів і секцій.

На прокатних підприємствах велика увага приділяється обробці, зберіганню, управлінню та відвантаженню готової продукції.

Організація виробничих процесів на прокатних станах. Виробничий процес на прокатному стані складається з декількох етапів (нагрівання, прокатка, різання, охолодження, зачистка тощо), для яких використовується різне обладнання та технології. Основним етапом є прокатка. Послідовність стадій, через які проходить метал, називається технологічним процесом.

Виробничий процес на кожній стадії поділяється на операції. На стадії прокатки на реверсивному стані операціями є окремі переходи. Кожна операція (прохід) складається з наступних елементів: захоплення металу валками, розгін двигуна до робочої швидкості, прокатка на цій швидкості, гальмування двигуна і викидання металу з валків. Елементи операції пов'язані з виконанням певної послідовності дій (прийомів) оператором або автоматичним контролером. Ручні та механічні прийоми поділяються на операції, які є окремими трудовими діями оператора для виконання прийому.

Робота обладнання на прокатних станах ритмічна. Операції на сходах повторюються кожного разу, коли прокатується злиток (заготовка, сляб або рулон) або пакет. При розбитті процесу прокатки на окремі операції і подальші елементи необхідно розрізняти ті, що безпосередньо пов'язані з прокаткою, і ті, що пов'язані з роботою допоміжних механізмів і гуркотливими рухами.

На станах холодної прокатки перед кожним агрегатом передбачені зони зберігання. Мета накопичувальної зони - усунути вплив відхилень у роботі попереднього агрегату і дозволити змінювати порядок обробки металу при переході від одного агрегату до іншого [1,2].

Так, на безперервному чотириклетевому стані 1700 прокатуються більш широкі листи, а потім - більш вузькі.

Листи однакової ширини впорядковуються за товщиною (від найсвітлішого до найтемнішого). Метали першої групи поверхні обробляються першими в процесі прокатки, в той час як метали низьковуглецевих і високовуглецевих марок сталі обробляються останніми в процесі прокатки.

У агрегат безперервного цинкування метал подається меншої ширини, а в межах тієї ж ширини - зі зростаючою товщиною. Крім того, метал товщиною 0,7 мм і вище та третьої групи поверхні подається першим у кількості 20-40 тонн для перевірки якості обробленої поверхні, а метал товщиною 0,8 мм і вище та першої, другої і третьої групи поверхні подається другим, а третім - для виробництва металу на експорт. У безперервному травильному агрегаті (БТА) метали травлять у такому порядку: тонкі (1100 мм і більше), тонкі вузькі, широкі товсті і товсті вузькі.

Гарячекатані рулони, призначені для прокатки, укладаються в контейнери за допомогою мостових кранів і транспортуються один за одним до завантажувального обладнання, де подаються до конусів розмотувача. Валок захоплює передній кінець смуги і починає прокатку. Смуги, що виходять з валків, подаються в жолоб моталки з правого боку. Після завершення прокатки прокатний стан розвертається, і смуга подається до моталки з лівого боку.

Процес прокатки повторюється кілька разів (3-5 разів) до досягнення заданої товщини і виймання рулонів з моталки. Залежно від марки сталі, деякі рулони прокочуються через кілька проміжних циклів відпалу. Наприклад, трансформаторний лист товщиною 0,35 і шириною 480 мм прокочується після двох етапів проміжного відпалу 2,2-0,70-0,35 мм. В основі цього процесу лежить вимога отримати певну орієнтацію кристалів кремнистого фериту.

1.3 Технологія транспортування та переробки металевих відходів

На прикладі металургійного підприємства Запоріжсталь [3-5] – основні обсяги металевих відходів у вигляді обрізі слябів, полос плоского прокату на різних стадіях виготовлення готової продукції утворюються та концентруються в:

- обтискному цеху;
- цеху гарячої прокатки (ЦГПТЛ);
- цеху холодної прокатки (ЦХП-1).

Вантажні роботи виконуються із використанням мостових кранів з електромагнітними захоплювачами (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Переміщення відходів прокату

Якщо обрізь є великогабаритною, то вона навантажується до залізничних вагонів.

У випадку наявності більш дрібних відходів (рисунок 1.4), вони накопичуються у спеціальних коробах.



Рисунок 1.4 – Переміщення металовідходів до коробу

На рисунку 1.5 показано конструкцію коробу, який є саморозвантажувальним.

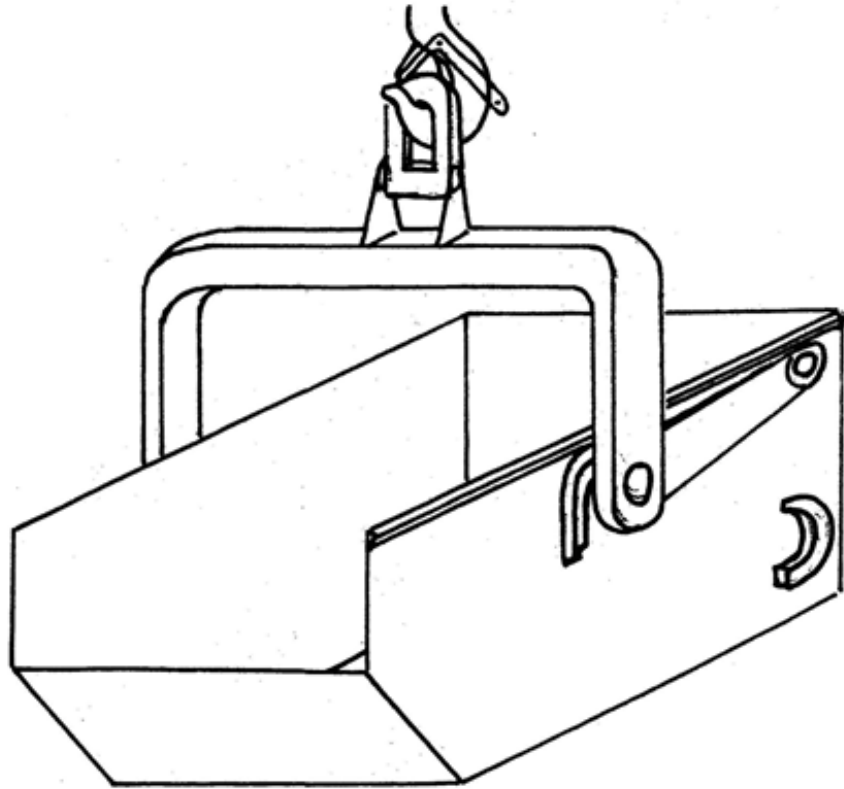


Рисунок 1.5 – Саморозвантажувальний короб та схема його переміщення вантажопідйомним краном

На верхній частині рисунку видно, що при фіксації елементу підняття коробу у верхніх провушинах, він знаходиться у рівновазі та може безпечно переміщуватись до вагону.

Після опускання коробу у вагон та постановлення його на підлогу, зачеплення переводиться (шляхом опускання та відведення гаку) на нижні провушини і при підніманні за них короб буде перехилятися, повільно розвантажуючись у кузов залізничного вагону.

Надалі він переміщується на встановлене місце для подальшого накопичення металовідходів.

Вивантаження самоперекидних коробів у піввагоні здійснюється без втручання стропальника.

Такий короб має наступні технічні характеристики:

- вантажопідйомність 12 т;
- об'єм 4,3 м³;
- власна вага 1,55 т.

Використовуються короби такої конструкції з меншими розмірами, їх параметри наступні:

- вантажопідйомність 4 т;
- об'єм 2,2 м³;
- власна вага 0,6 т.

На рисунку 1.6 показано короб типу «щелепи» та схема його переміщення вантажопідйомним краном.

Він має такі параметри:

- вантажопідйомність 15 т;
- об'єм 7,35 м³;
- власна вага 5,148 т.

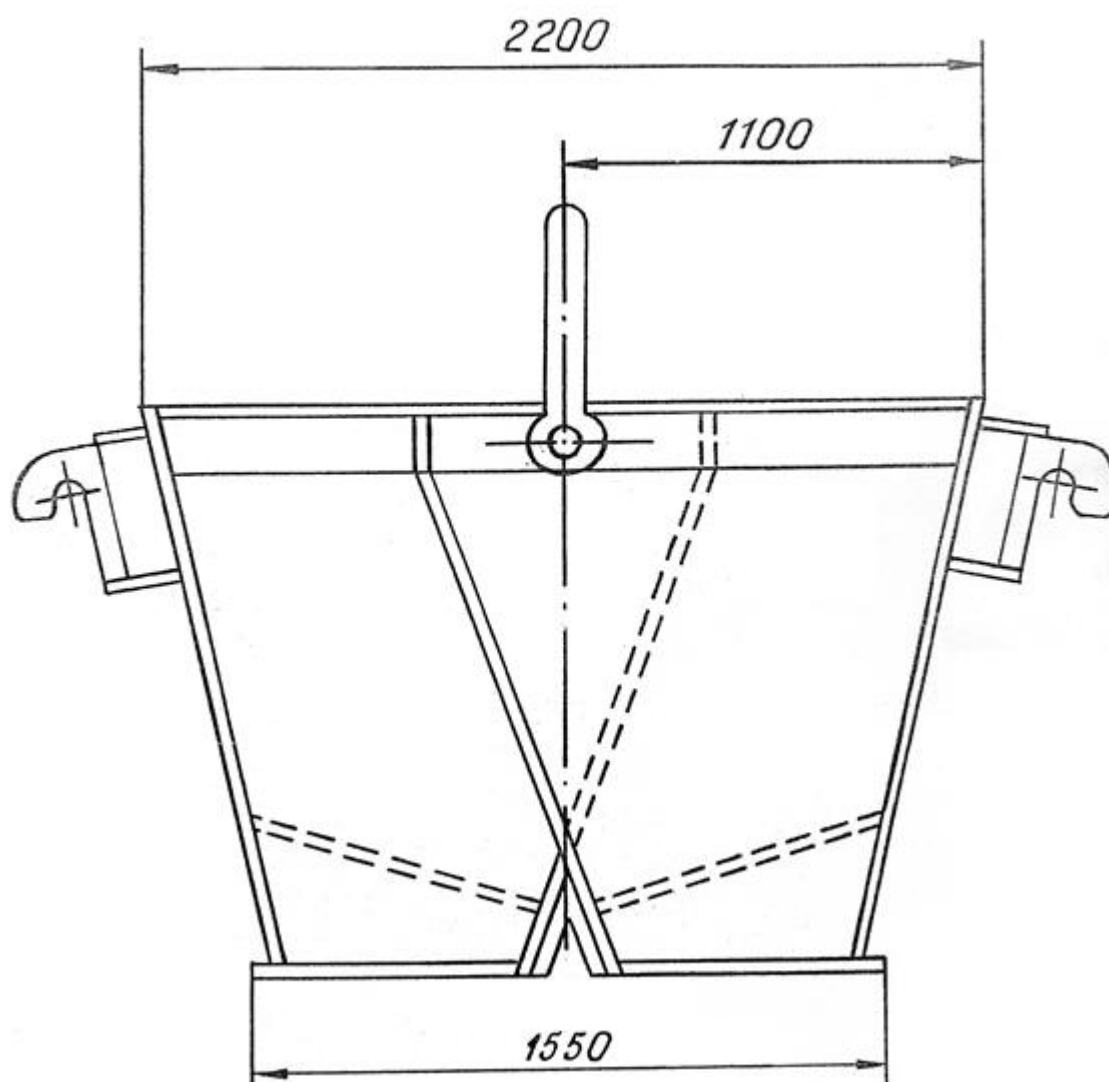


Рисунок 1.6 – Короб типу «щелепи» та схема його переміщення вантажопідійомним краном

В ЦГПТЛ та ЦХП-1 обрізки металевих аркушів можуть мати відносно правильну форму, у цьому випадку вони можуть підготовлюватись для навантаження шляхом формування у пачки та обв'язкою металевими стрічками.

На рисунку 1.7 показано схему формування штабелю металовідходів з пачок.

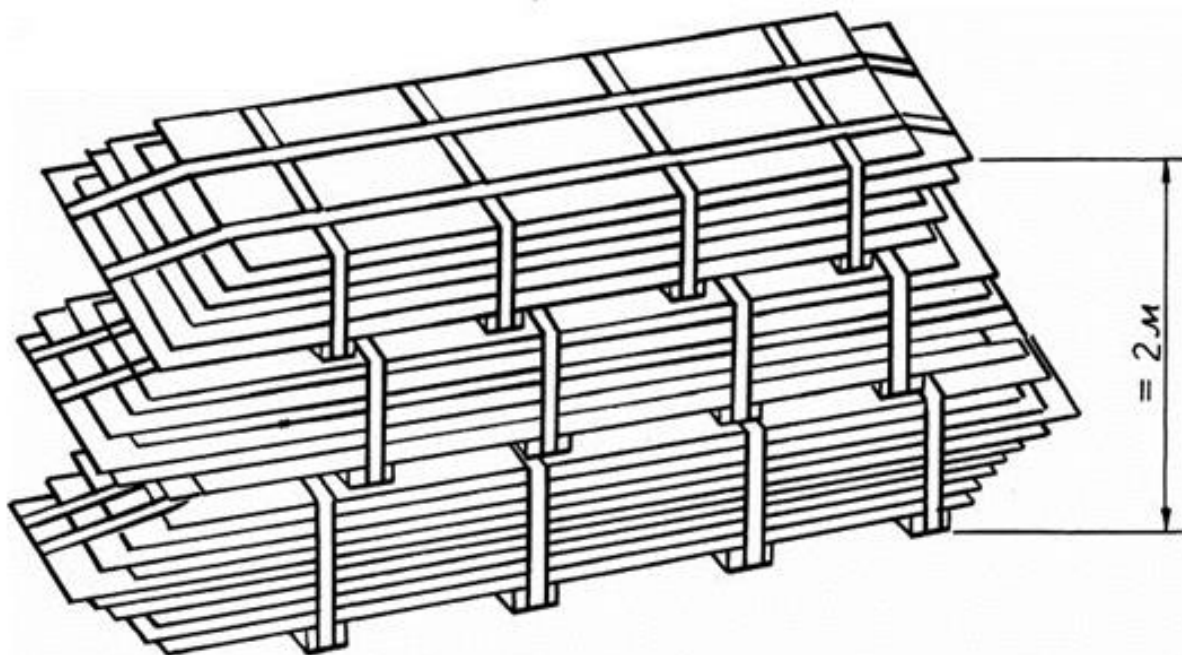


Рисунок 1.7 – Схема формування штабелю металовідходів з пачок

Їх переміщення може здійснюватися іншими вантажозахоплюючими пристроями – стропами, траверсами.

З певних вимог такі відходи можуть використовуватись для реалізації як некондиційний прокат.

1.4 Постановка завдань роботи

В дипломній роботі необхідно виконати розрахунки та встановити параметри та техніко-економічні показники організації перевезень металовідходів – обрізі – в умовах металургійного підприємства.

Необхідно визначити розрахункові вантажопотоки та потрібну кількість рухомого складу для перевезень.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Технологія транспортування технологічних відходів

Технологія транспортування технологічних відходів – обрізі – наступна.

В обтискному цеху, ЦГПТЛ, ЦХП-1 відходи накопичуються та відвантажуються залізничним транспортом:

- в обтискному цеху великовагові обрізки слябів завантажуються на безпосередньо у вагон, обрізки слябів подаються з конвеєра до коробів, які потім перевантажуються до вагонів по коліях 30, 31, 32 станції Підбіркова, вагони, які завантажувались по колії 32 перевозяться до копрового цеху на станцію Шихта, а з колій 30-31 – перевозяться до шихтового двору мартенівського цеху станції Підбіркова;
- в ЦГПТЛ та ЦХП-1 металовідходи, переважно, навантажуються у вагони з коробів, та відправляються до копрового цеху.

Для перевезень металовідходів широко використовується спеціалізований рухомий склад с посиленням кузовом (рисунок 2.1).

Характеристики вагону:

- назва: платформа для великовагової обрізі;
- виробник: Дніпровагонмаш;
- візок: 18-477;
- кількість вісей: 4;
- ширина колії: 1520 мм;
- тара вагону (мінімальна): 35 т;
- тара вагона (максимальна): 36 т;
- вантажопідйомність: 105 т;
- об'єм: 24 м³.

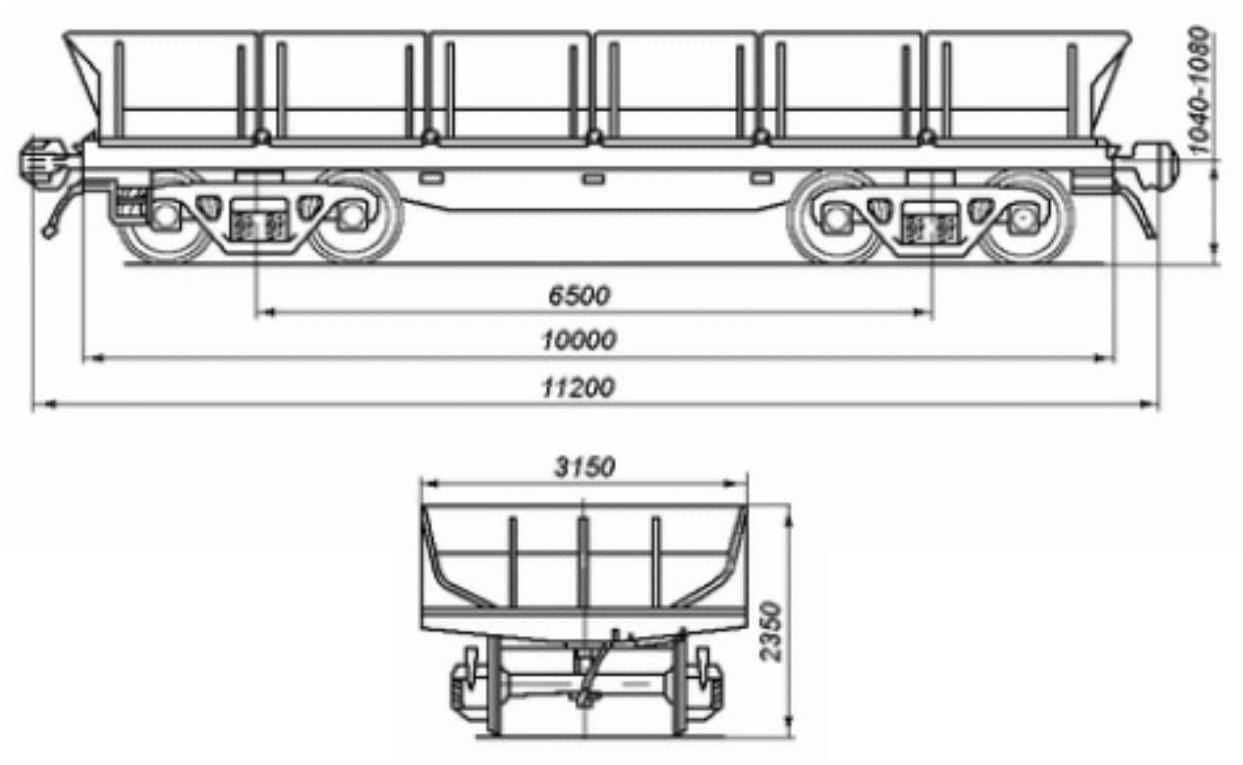


Рисунок 2.1 - Платформа для великовагової обрізі

Встановимо середній рівень завантаження даної платформи шляхом статистичної обробки даних спостережень, т:

20; 39; 38; 25; 40; 45; 45; 40; 39; 28; 45; 37; 38; 25; 45; 36; 39; 45; 42; 41;
 43; 20; 45; 40; 40; 40; 40; 45; 45; 45; 45; 45; 45; 40; 40; 36; 45; 40; 45; 40; 45; 35;
 45; 45; 30; 46; 40; 40; 40; 40; 40; 45; 45; 45; 20; 40; 40; 34; 40; 35; 45; 45; 45; 45;
 45; 45; 35; 45; 20; 45; 35; 43,6; 43,5; 35; 35; 41,37; 43; 45; 45; 37; 45; 35; 30; 25;
 45; 45; 35; 45; 14; 45; 30; 45; 45; 44; 34; 30; 45; 18; 39; 40,5; 45; 21; 45.

Кількість спостережень – 103.

У таблиці 2.2 наведено аналіз розподілу спостережень.

Таблиця 2.1 – Аналіз розподілу

Інтервал	Кількість спостережень в інтервалі	Кількість спостережень в інтервалі з накопиченням	Відсоток спостережень в інтервалі	Відсоток спостережень в інтервалі з накопиченням
0-18]	2	2	1,94175	1,9417
(18-26]	8	10	7,76699	9,7087
(26-34]	7	17	6,79612	16,5049
(34-42]	40	57	38,83495	55,3398
> 42	46	103	44,66019	100

З аналізу можна зробити висновок, що, за невеликим виключенням, завантаження вагонів коливається у межах 34-46 тонн. Визначимо розрахункове завантаження з урахуванням коефіцієнту нерівномірності.

Середнє значення рівня завантаження становить 39,1 т.

Стандартне відхилення 7,47 т.

Коефіцієнт варіації $7,47/39,1 = 0,2$.

Коефіцієнт нерівномірності $1 + 0,2 = 1,2$.

Розрахункове значення рівня завантаження платформи:

$$39,1 \cdot 1,2 = 47 \text{ т.}$$

Враховуючи вантажопідйомність платформи 105 тонн, перевантаження не буде.

2.2 Розрахунок тривалості вантажних операцій

Вантажні операції з металовідходами здійснюються мостовими кранами.

За даними підприємства, середня вага вантажу, який переміщується за цикл (враховуючи засоби комплектації вантажу у короба різної конструкції та місткості), становить 2 т.

Середня тривалість циклу переміщення металовідходів при навантаженні без використання коробів електромагнітним захоплювачем становить 1 хвилину.

Кількість циклів для завантаження 47 тонн вантажу у платформу для обрізі:

$$47 / 1 = 47 \text{ циклів.}$$

Тривалість навантаження платформи:

$$47 \cdot 1 = 47 \text{ хвилини.}$$

З урахуванням початкових та кінцевих операцій з огляду вагону та вантажу, оформлення документів, приймаємо тривалість навантаження платформи: 1 година.

При використанні коробів цикл навантаження складається з наступних операцій:

- огляд вагону перед навантаженням – 2 хвилини;
- заведення строп на короб – 2 хвилини;
- переміщення коробу до вагону – 2 хвилини;

- встановлення коробу на підлозі вагону та переведення гаком його конструкції на підйом з перехиленням коробу – 1 хвилина;
- розвантаження коробу – 1 хвилина;
- переміщення коробу до місця наповнення та точне встановлення його – 3 хвилини;
- зняття строп – 2 хвилини.

Середня тривалість циклу переміщення вантажу при навантаженні з використанням коробів становить:

$$2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 3 + 2 = 13 \text{ хвилин.}$$

Кількість циклів для завантаження 47 тонн вантажу у платформу для обрізи при вазі металовідходів у коробі у середньому 12 тонн:

$$47 / 12 = 4 \text{ цикли.}$$

Тривалість навантаження платформи:

$$4 \cdot 12 = 48 \text{ хвилини.}$$

З урахуванням початкових та кінцевих операцій з огляду вагону та вантажу, оформлення документів, приймаємо тривалість навантаження платформи приймаємо також 1 годину.

Тривалість вивантаження в копровому та мартенівському цехах приймаємо за даними підприємства – 1 година на вагон.

2.3 Побудова технологічних графіків перевезень металовідходів з обтискного цеху

Для розробки технологічних графіків перевезень металовідходів проаналізуємо перевезення металовідходів, які охоплені контактним графіком підприємства (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Контактний графік обслуговування Обтискного цеху

Кількість вагонів	Шихтовий двір вивантаження		Відправлення на станцію Підбіркову	Обтискний цех навантаження		Відправлення на ст. Підбіркова
	початок	завершення		початок	завершення	
3	20-00	22-50	23-10	2-00	5-00	6-30
3	24-00	2-50	3-10	6-00	9-00	10-30
3	4-00	6-50	7-10	10-00	13-00	14-30
3	8-00	10-50	11-10	14-00	17-00	18-30
3	12-00	14-50	15-10	18-00	21-00	22-30
3	16-00	18-50	19-10	22-00	1-00	2-30

На рисунку 2.2 наведено графік обслуговування обтискного цеху першим составом вагонів (програма TrainGraph) – тим, навантаження якого ведеться в Обтискному цеху початку доби (останній рядок таблиці).

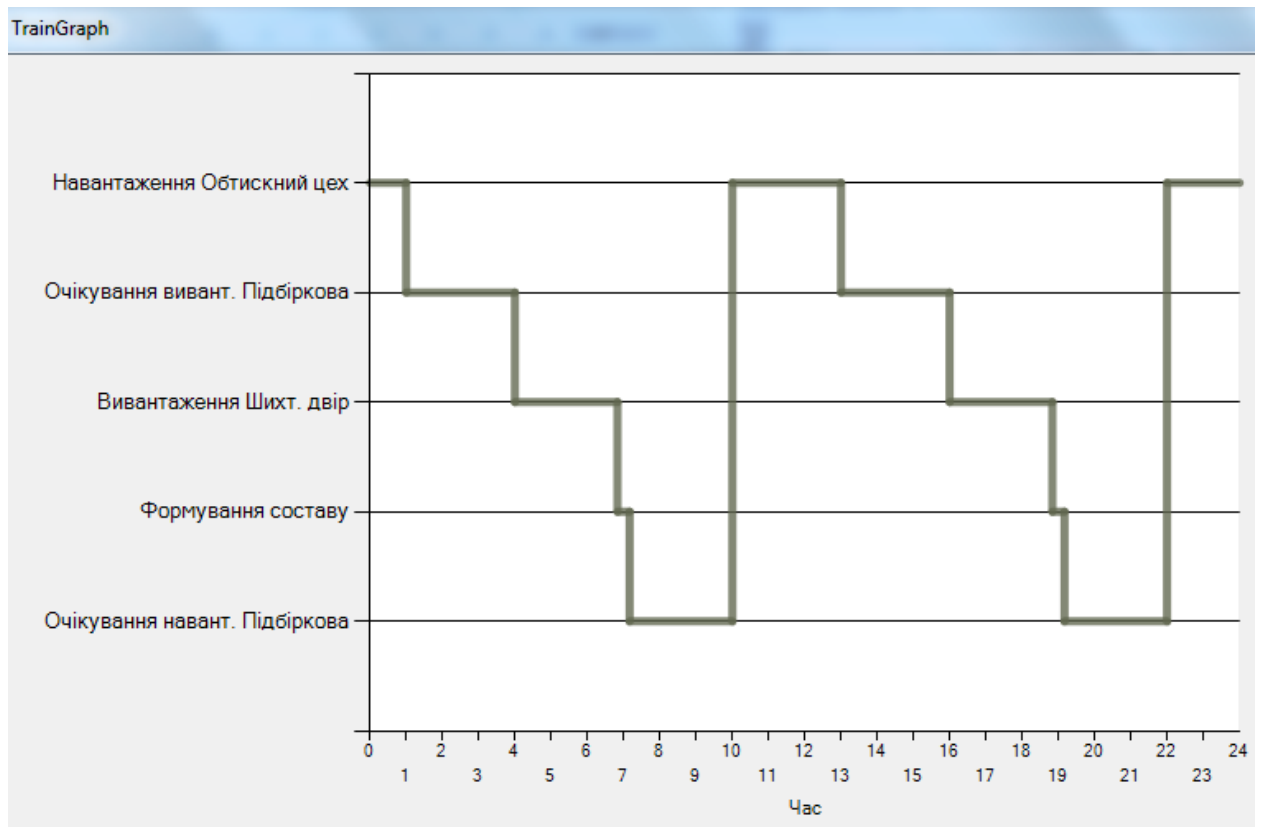


Рисунок 2.2 – Графік обслуговування обтискного цеху першим составом вагонів

Дублюємо даний графік, перейменовуємо на «Графік 2» та зсуваємо початок на одну годину пізніше (перший рядок із початком навантаження о 2:00) із збільшенням тривалості навантаження до вказаного у таблиці 2.2 – 3 години.

Дані процедури показані на рисунку 2.3.

Результат у вигляді обох створених графіків наведено на рисунку 2.4.

TrainGraph

№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт
0	60	Навантаження Обтискний цех	Очікування вивант. Підбіркова
1	180	Очікування вивант. Підбіркова	Вивантаження Шихт. двір
2	170	Вивантаження Шихт. двір	Формування составу
3	20	Формування составу	Очікування навант. Підбіркова
4	170	Очікування навант. Підбіркова	Навантаження Обтискний цех
5	180	Навантаження Обтискний цех	Очікування вивант. Підбіркова
6	180	Очікування вивант. Підбіркова	Вивантаження Шихт. двір
7	170	Вивантаження Шихт. двір	Формування составу
8	20	Формування составу	Очікування навант. Підбіркова
9	170	Очікування навант. Підбіркова	Навантаження Обтискний цех
10	120	Навантаження Обтискний цех	Навантаження Обтискний цех
11	0		

Назва маршруту: **Графік 2**

Затримка перед відображенням маршруту: **120**

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"

Перезавантажити в одиницях часу:
Хвилина

Зберегти

Рисунок 2.3 – Створення графіку обслуговування обтискного цеху другим составом вагонів

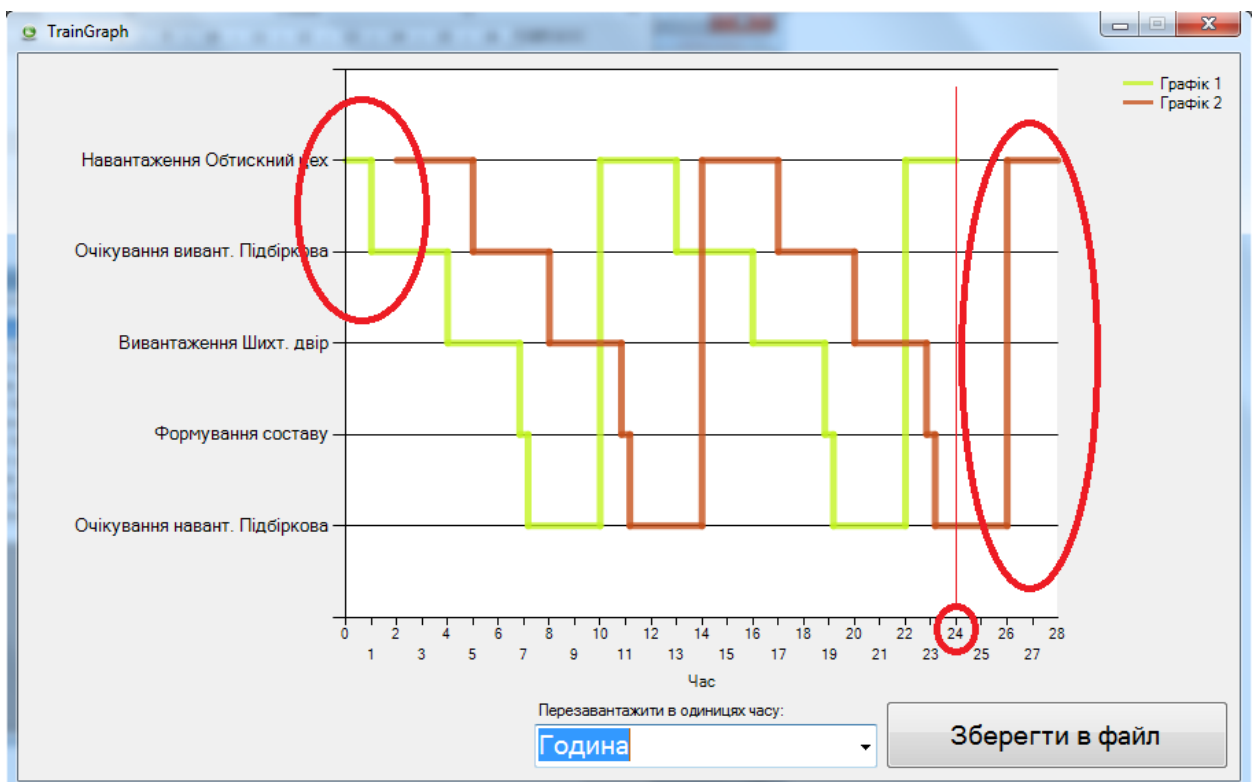


Рисунок 2.4 – Графіки 1,2 обслуговування обтискного цеху

Щоб графік відповідав тривалості доби, необхідно позначену праворуч частину перенести ліворуч, зробити її початком.

Обираємо шкалу часу у хвилинах, обираємо частину графіку, яку потрібно збільшити – рисунок 2.5.

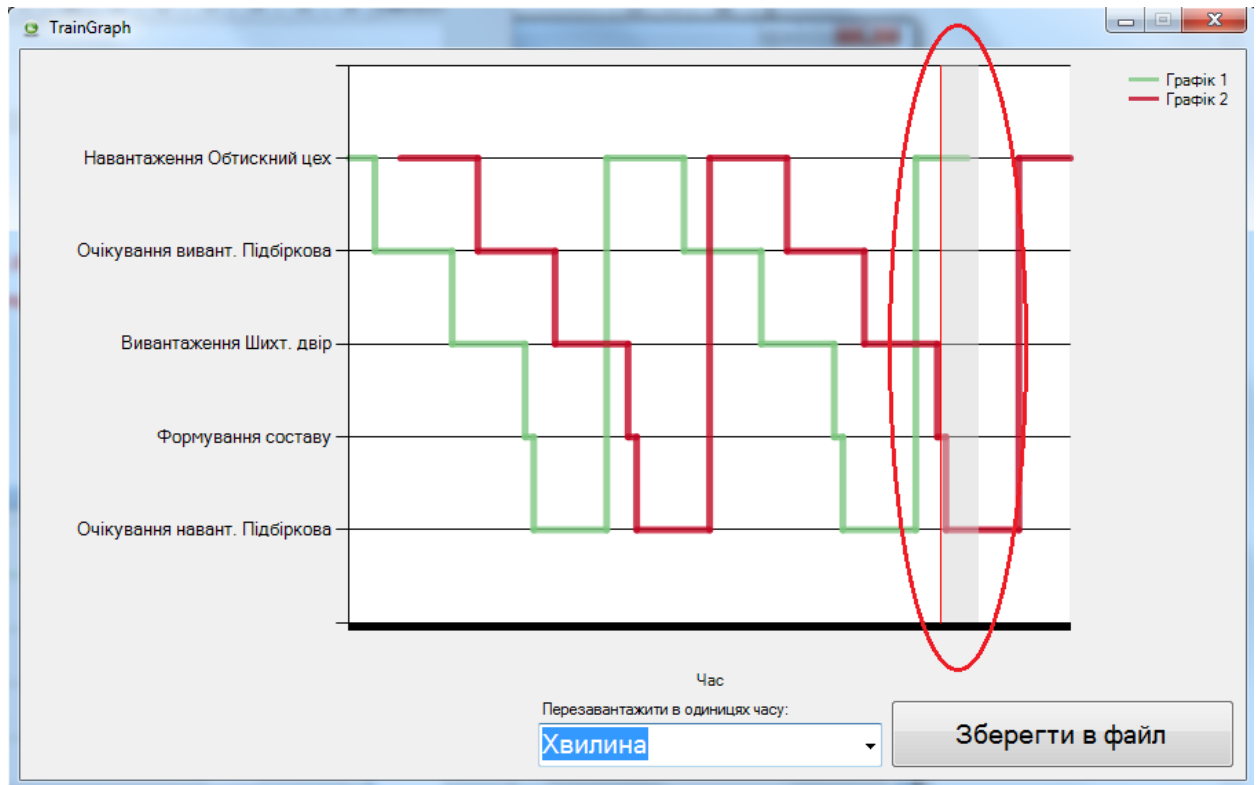


Рисунок 2.5 – Вибір фрагменту графіку

Виконуємо потім ще збільшення потрібного фрагменту між закінченням доби і початком останньої операції, щоб з'ясувати, яка частина її тривалості повинна бути відображена.

На рисунку 2.6 встановлюємо, що тривалість очікування навантаження повинна бути відображена у розмірі:

$$1440 - 1390 = 50 \text{ хвилин.}$$

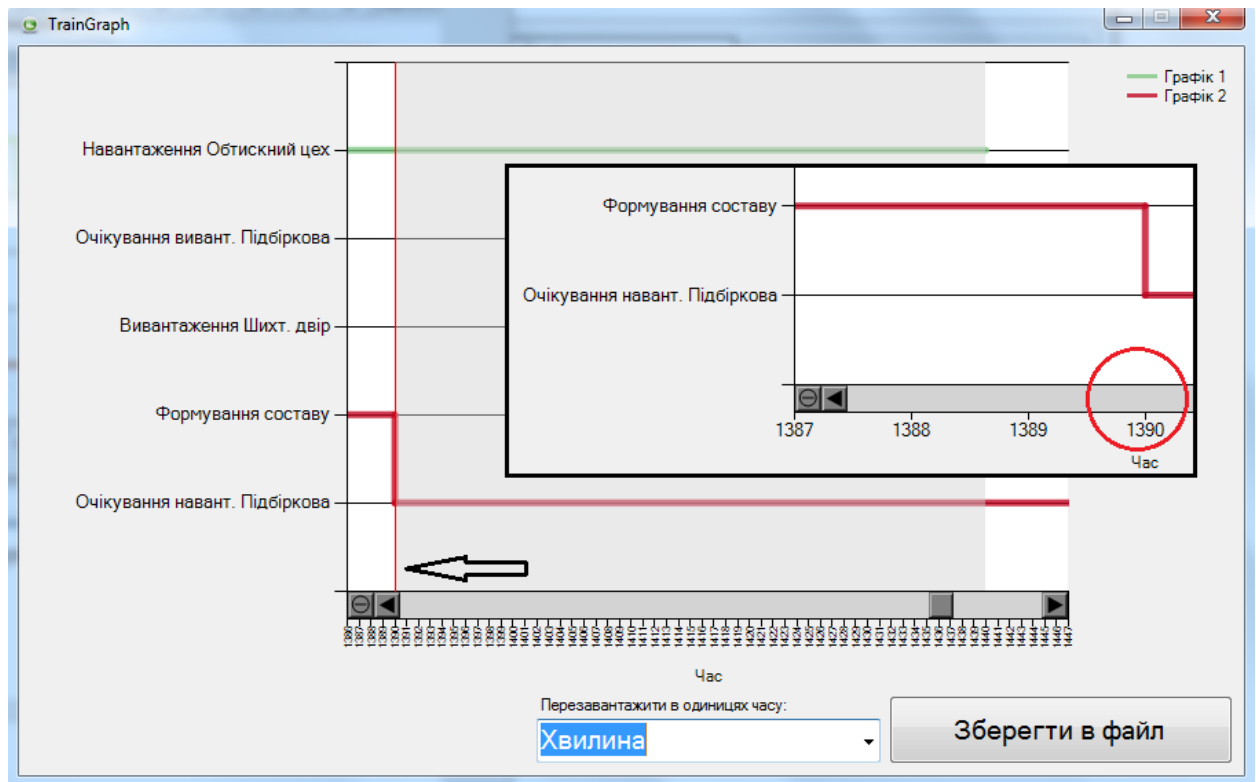


Рисунок 2.6 – Встановлення тривалості останньої операції графіка 2

Відкриваємо файл програми Routes і переносимо кінцеві операції другого маршруту на його початок – рисунок 2.7, змінюючи значення останньої операції.

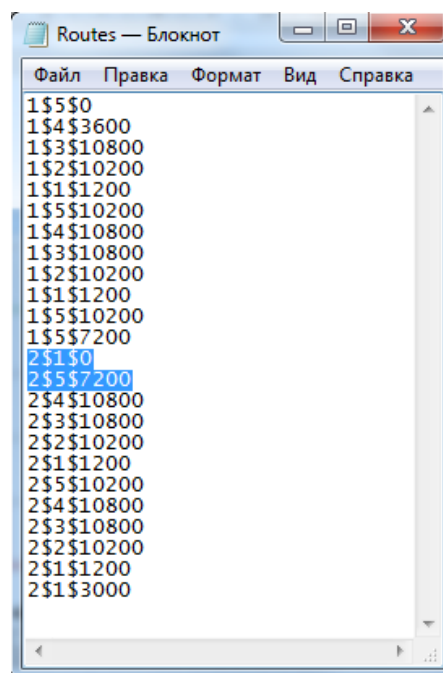


Рисунок 2.7 – Корегування файлу Routes

У самій програмі перевіряємо правильність дій (рисунок 2.8) та будуємо графіки 1,2 у остаточному вигляді – рисунок 2.9.

TrainGraph				Назва маршруту:	
№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт	Графік 2	
0	120	Очікування навант. Підбіркова	Навантаження Обтискний цех	Затримка перед відображенням маршруту	
1	180	Навантаження Обтискний цех	Очікування вивант. Підбіркова	0	
2	180	Очікування вивант. Підбіркова	Вивантаження Шихт. двір	Для додавання точки маршруту: Внести будь-яке значення в останній рядок	
3	170	Вивантаження Шихт. двір	Формування составу	Для редагування: Виділити рядок Натисніть на дані для редагування	
4	20	Формування составу	Очікування навант. Підбіркова	Для видалення: Виділити рядок Натиснути клавішу "DELETE"	
5	170	Очікування навант. Підбіркова	Навантаження Обтискний цех		
6	180	Навантаження Обтискний цех	Очікування вивант. Підбіркова		
7	180	Очікування вивант. Підбіркова	Вивантаження Шихт. двір		
8	170	Вивантаження Шихт. двір	Формування составу		
9	20	Формування составу	Очікування навант. Підбіркова		
10	50	Очікування навант. Підбіркова	Очікування навант. Підбіркова		
11	0				

Рисунок 2.8 – Операції, що відображаються на графіку 2

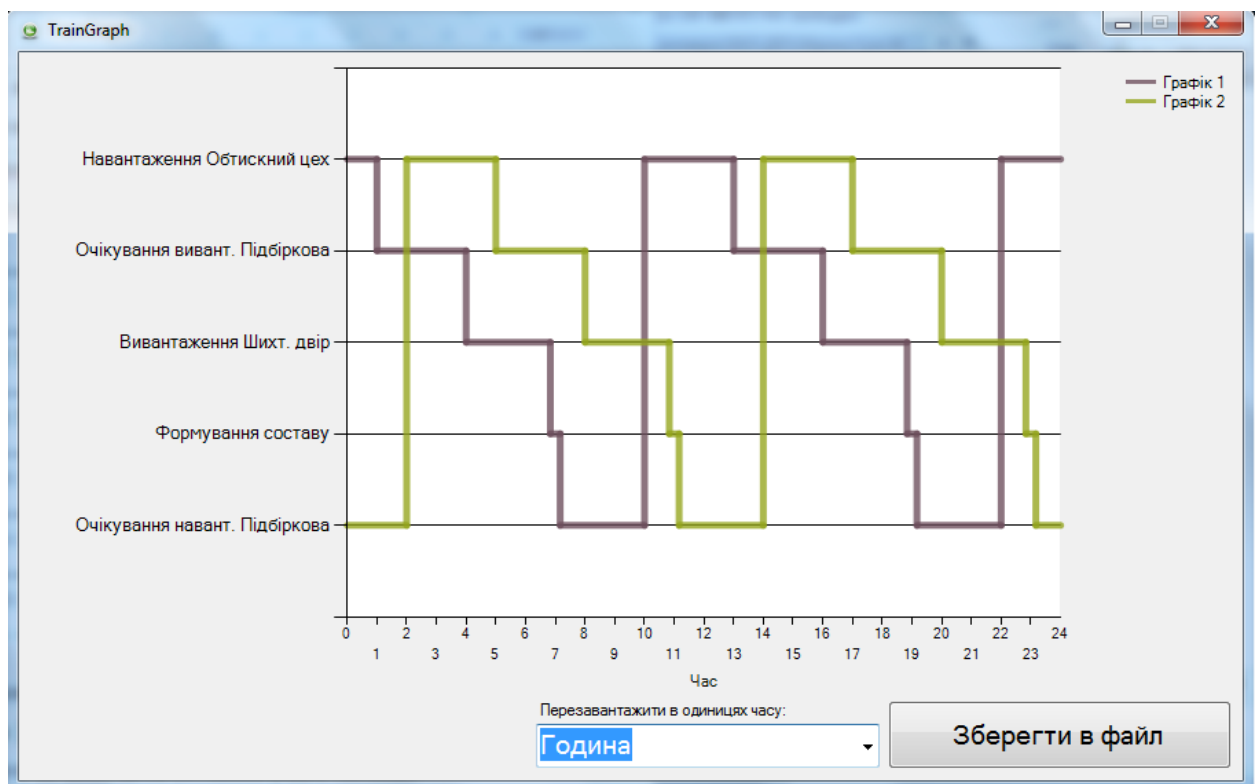


Рисунок 2.9 – Графіки 1,2 обслуговування обтискного цеху

Аналогічним чином відтворюємо третій маршрут – рисунок 2.10.

Усі три графіки наведені на рисунку 2.11.



Рисунок 2.10 - Третій маршрут обслуговування обтискного цеху

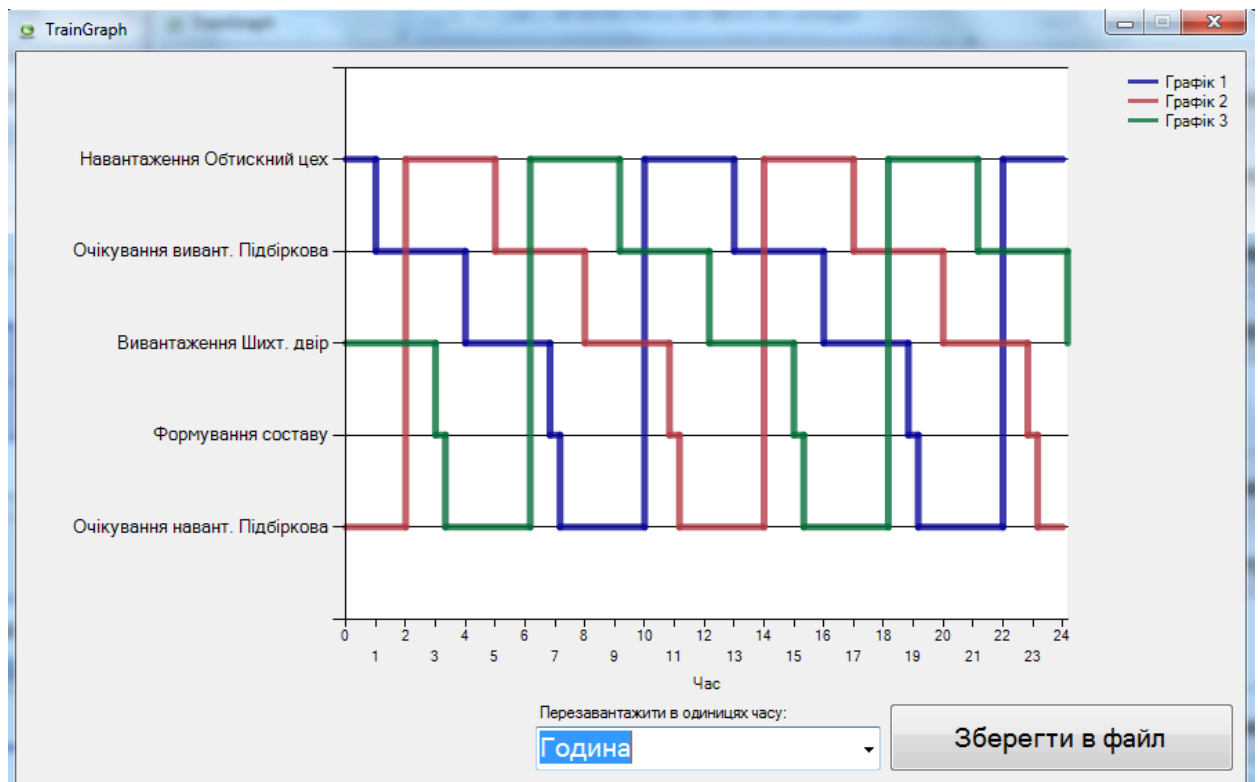


Рисунок 2.11 - Графіки обслуговування обтискного цеху

2.4 Побудова технологічних графіків перевезень металовідходів з ЦГПТЛ та ЦХП-1

Металовідходи з ЦГПТЛ та ЦХП-1 відправляються до мартенівського та копрового цеху. Відправлення до шихтового двору мартенівського цеху необхідно узгодити з графіками обтискного цеху.

Відповідно до [3,4-7] встановлюємо тривалість технологічних операцій з доставки металовідходів з ЦГПТЛ та ЦХП-1 до станції Шихта та Підбіркова.

Кількість вагонів, що навантажуються в цехах протягом доби:

- ЦГПТЛ – до мартенівського цеху – 4 вагони;
- ЦГПТЛ – до копрового цеху – 2 вагони;
- ЦХП-1 – до мартенівського цеху – 4 вагони;
- ЦХП-1 – до копрового цеху – 2 вагони.

У таблиці 2.3 наведено тривалість операцій по перевезенню вагонів з ЦГПТЛ або ЦХП-1 до шихтового двору. Плануємо вивезення вагонів три рази на добу – по 2 вагони.

Таблиця 2.3 – Тривалість операцій по перевезенню вагонів

№ з/п	Операція	Кількість вагонів	Тривалість, хв.	Примітка
1	Навантаження вагонів	2	120	Навантаження мостовим краном
2	Вивезення вагонів на станцію Східна	2	15	
3	Сортування та накопичення составу	-	60	Маневровий локомотив станції Східна

Продовження таблиці 2.3

№ з/п	Операція	Кількість вагонів	Тривалість, хв.	Примітка
4	Формування составу	-	30	
5	Рух поїзду до станції Підбіркова	-	10	
6	Розформування та постановка вагонів з металовідходами до составу для вивантаження на Шихтовому дворі мартенівського цеху	-	30	
7	Подавання та вивантаження вагонів	2	120	
8	Прибирання вагонів на станцію Підбіркова та виставлення на колію для станції Східна	2	60	
9	Накопичення составу на відправлення	-	110	
10	Формування составу	-	30	
11	Рух поїзду до станції Східна	-	10	
12	Розформування та виставлення вагонів на колій 14 або 15	-	60	
13	Накопичення составу для цеху		40	

Кінець таблиці 2.2

№ з/п	Операція	Кількість вагонів	Тривалість, хв.	Примітка
14	Подавання составу до цеху та постановка на фронт навантаження	2	25	
	Разом		720	

На рисунку 2.12 наведено графік перевезення вагонів до шихтового двору.

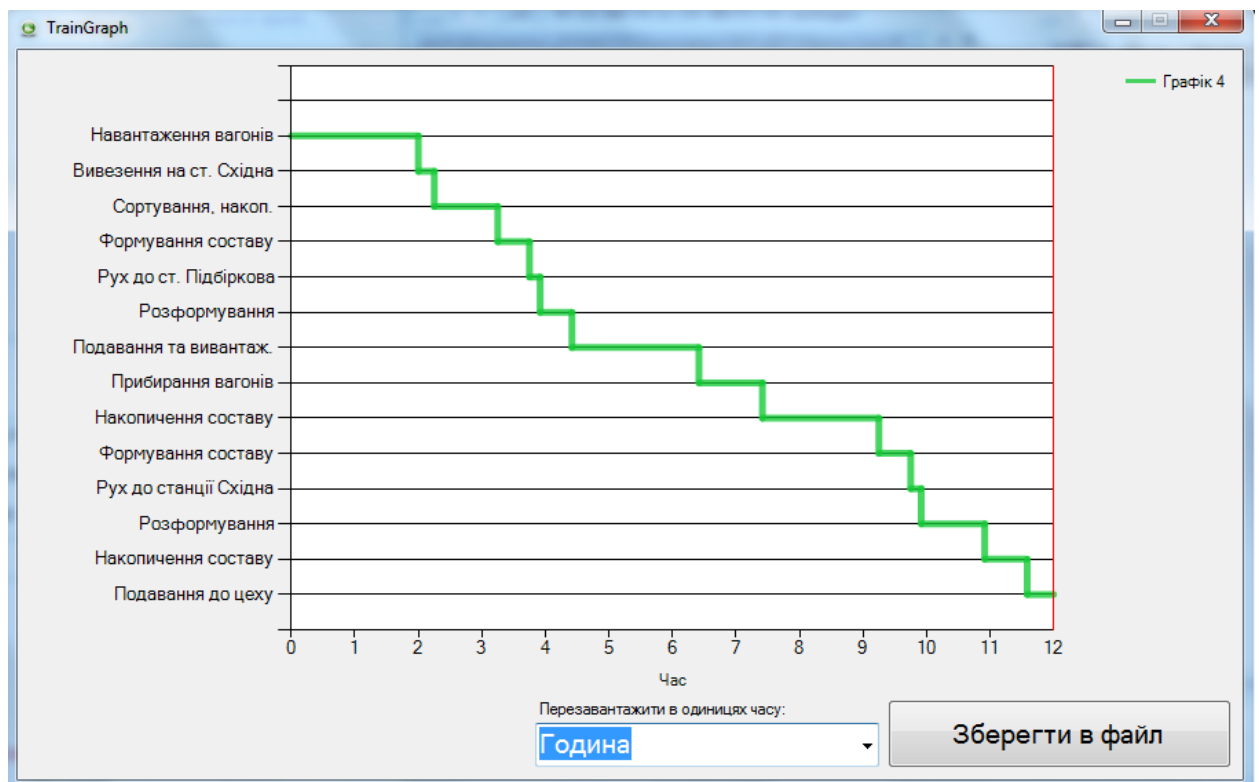


Рисунок 2.12 – Графік перевезення вагонів до шихтового двору

Виходячи з даного графіку, доцільно організувати вивезення вагонів призначенням на шихтовий двір двічі на добу, при цьому врахувати

необхідність співпадіння часу вивантаження разом з вагонами, навантаженими в обтискному цеху.

Це час – з 265 до 385 хвилини. Згідно графіку на рисунку 2.11 цей час співпадає з вивантаженням інших вагонів.

Таким чином, для організації перевезень достатньо чотири вагони, які двічі за добу виконують перевезення металовідходів (2 – для ЦГПТЛ, 2 – для ЦХП-1).

Визначимо кількість вагонів, потрібних для перевезення металовідходів до копрового цеху з ЦГПТЛ та ЦХП-1.

Таблиця 2.4 – Тривалість операцій по перевезенню вагонів до копрового цеху

№ з/п	Операція	Кількість вагонів	Тривалість, хв.	Примітка
1	Навантаження вагонів	2	120	Навантаження мостовим краном
2	Вивезення вагонів на станцію Східна	2	15	
3	Сортування та накопичення составу	-	60	Маневровий локомотив станції Східна
4	Формування составу	-	30	
5	Рух поїзду до станції Шихта	-	10	
6	Розформування та подавання вагонів на фронт вивантаження	-	30	

Кінець таблиці 2.3

№ з/п	Операція	Кількість вагонів	Тривалість, хв.	Примітка
7	Вивантаження вагонів	2	120	
8	Прибирання вагонів на станцію Шихта та виставлення на колію для станції Східна	2	30	
9	Накопичення составу на відправлення	-	60	
10	Формування составу	-	30	
11	Рух поїзду до станції Східна	-	10	
12	Розформування та виставлення вагонів на колійу 14 або 15	-	60	
13	Накопичення составу для цеху		40	
14	Подавання составу до цеху та постановка на фронт навантаження	2	25	
	Разом		640	

На рисунку 2.13 наведено графік перевезення вагонів до шихтового двору.

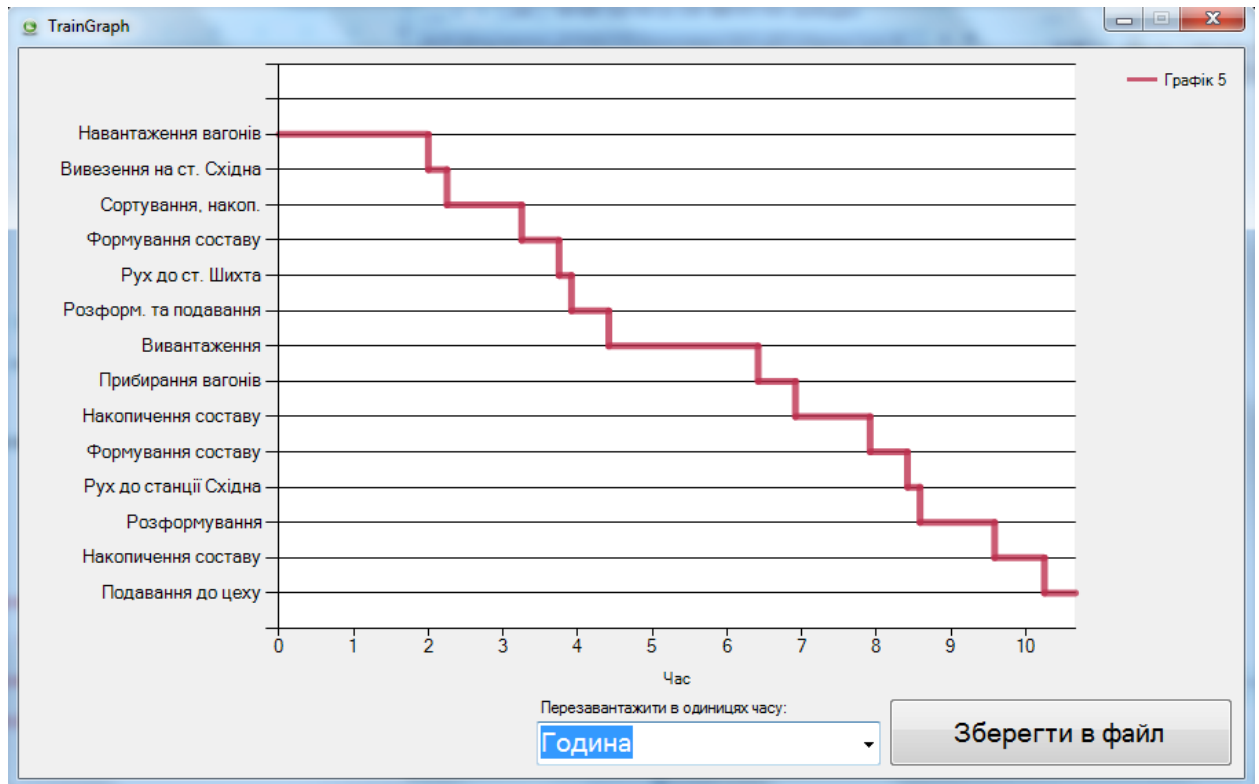


Рисунок 2.13 – Графік перевезення вагонів до шихтового двору

Тривалість обороту 10,7 годин, тобто протягом доби, при залучанні до перевезень двох вагонів, можна здійснити вивезення двох вагонів з ЦГПТЛ та 2 вагонів з ЦХП-1.

Усього для перевезень металовідходів з ЦГПТЛ та ЦХП-1 необхідно 6 вагонів робочого парку.

Узгоджувати перевезення з іншими графіками обслуговування на станції Підбіркова потреби не має.

2.5 Технічні показники перевезень металовідходів з обтискного цеху, ЦГПТЛ і ЦХП-1

Згідно виконаного графо-аналітичного аналізу для перевезень металовідходів з обтискного цеху необхідно три групи вагонів по три вагони в кожній з них:

$$3 \cdot 3 = 9 \text{ вагонів.}$$

Для перевезень металовідходів з ЦГПТЛ необхідно:

- два вагони для перевезень металовідходів до шихтового двору мартенівського цеху;
- один вагон для перевезень металовідходів до копрового цеху на станцію Шихта.

Разом: 3 вагони.

Для перевезень металовідходів з ЦХП-1 необхідно:

- два вагони для перевезень металовідходів до шихтового двору мартенівського цеху;
- один вагон для перевезень металовідходів до копрового цеху на станцію Шихта;

Разом: 3 вагони.

Усього необхідно задіяти:

$$9 + 3 + 3 = 15 \text{ вагонів.}$$

З урахуванням кількості вагонів, що знаходяться у ремонті та у резерві (15 %) потрібно:

$$15 \cdot 1,15 = 18 \text{ вагонів.}$$

Вагони, що задіяні в обслуговування обтискного цеху, виконують два обороти за добу, тож обсяг перевезень, з урахуванням середнього рівня завантаження вагону – 47 тонн, становить:

$$9 \cdot 2 \cdot 47 = 846 \text{ т/добу.}$$

Вагони, що задіяні в обслуговування ЦГПТЛ та ЦХП-1, виконують два обороти за добу, тож обсяг перевезень становить:

$$6 \cdot 2 \cdot 47 = 564 \text{ т/добу.}$$

Загальний добовий обсяг перевезень становить:

$$846 + 564 = 1410 \text{ т/добу.}$$

Розрахуємо тривалість виконання вантажних робіт.

Металовідходи з обтискного цеху.

Навантаження (рисунок 2.11):

$$6 \cdot 3 \text{ ваг.} \cdot 1 \text{ год./ваг} = 12 \text{ годин/добу.}$$

Тривалість вивантаження:

$$6 \cdot 3 \text{ ваг.} \cdot 1 \text{ год./ваг} = 12 \text{ годин/добу.}$$

Металовідходи з ЦГПТЛ.

Навантаження:

$$6 \text{ ваг.} \cdot 1 \text{ год./ваг} = 6 \text{ годин/добу.}$$

Вивантаження:

$$6 \text{ ваг.} \cdot 1 \text{ год./ваг} = 6 \text{ годин/добу.}$$

Металовідходи з ЦХП-1.

Навантаження:

$$6 \text{ ваг.} \cdot 1 \text{ год./ваг} = 6 \text{ годин/добу.}$$

Вивантаження:

$$6 \text{ ваг.} \cdot 1 \text{ год./ваг} = 6 \text{ годин/добу.}$$

Загалом тривалість навантаження:

$$12 + 12 + 6 + 6 + 6 + 6 = 48 \text{ годин/добу.}$$

Необхідно розрахувати економічні показники:

- вартість утримання 18 вагонів;
- вартість перевезень 1410 т металовідходів щодоби;
- вартість виконання вантажних робіт – 48 краногодин щодоби.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення річних показників перевезень металовідходів обтискного цеху, ЦХП-1, ЦГПТЛ

В розрахунковій частини встановлено добові обсяги перевезень, виконання вантажних робіт, встановлено такі показники:

- для виконання перевезень необхідно 18 вагонів з урахуванням кількості у резерві та ремонті;
- обсяг перевезень 1410 т/добу;
- тривалість вантажних робіт – 48 краногодин на добу.

В таблиці 3.1 наведено річні показники роботи.

Таблиця 3.1 – Річні показники роботи транспорту з обслуговування обтискного цеху, ЦГПТЛ та ЦХП-1 при перевезенні металовідходів

Номер показника	Назва показника	Значення	Одиниці виміру
1	Кількість платформ для обрізі	18	вагон
2	Тривалість використання платформ для обрізі	157680	годин/рік

Кінець таблиці 3.1

Номер показника	Назва показника	Значення	Одиниці виміру
3	Обсяг перевезень обрізі	514650	т/рік
4	Тривалість вантажних робіт	17520	годин/рік

3.2 Визначення економічних показників перевезень металовідходів обтискного цеху, ЦХП-1, ЦГПТЛ

Розрахуємо річні економічні показників перевезень металовідходів обтискного цеху, ЦХП-1, ЦГПТЛ з урахуванням рекомендацій та методик [7,8].

Вартість $V_{\text{утр}}$ утримання вагонів для обрізі відповідно до показника собівартості експлуатації підприємства:

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

де $c_{\text{утр}}$ – собівартість утримання однієї платформи, грн/год.

Розрахуємо $V_{\text{утр}}$ за (3.1):

$$V_{\text{утр}} = 157680 \cdot 45 = 7095600 \text{ грн.}$$

Витрати $V_{\text{пмв}}$ на перевезення металовідходів:

$$V_{\text{пмв}} = Q_{\text{пмв}} c_{\text{пмв}}, \quad (3.2)$$

де $Q_{\text{пмв}}$ – обсяг перевезень обрізі, т;

$c_{\text{пмв}}$ – собівартість перевезення обрізі, грн/т.

Розрахуємо $V_{\text{пмв}}$ за (3.2):

$$V_{\text{пмв}} = 514650 \cdot 27 = 13895550 \text{ грн.}$$

Вартість $V_{\text{ек}}$ експлуатації вантажопідйомних кранів [9]:

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

де $T_{\text{ек}}$ – тривалість експлуатації крану, год.;

$c_{\text{ек}}$ – собівартість роботи крану, грн/год.

Розрахуємо $V_{\text{ек}}$ за (3.3):

$$V_{\text{ек}} = 17520 \cdot 1130 = 19797600 \text{ грн.}$$

Загальні витрати:

$$V_{\text{змв}} = V_{\text{утр}} + V_{\text{пмв}} + V_{\text{ек}}. \quad (3.4)$$

Визначаємо за (3.4):

$$V_{\text{змв}} = 7095600 + 13895550 + 19797600 = 40788750 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на тонну перевезення обрізі за формулою:

$$c_{з\text{мв}} = B_{з\text{мв}} / Q_{п\text{мв}}. \quad (3.5)$$

Визначаємо за (3.5):

$$c_{з\text{мв}} = 40788750 / 514650 = 79,26 \text{ грн/т.}$$

Економічні показники показано у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Економічні показники

№ з/п	Показник	Значення, грн
1	Вартість утримання вагонів для обрізі	7095600
2	Собівартість перевезень обрізі	13895550
3	Вартість вантажних робіт	19797600
4	Усього:	40788750
5	Вартість доставки 1 тони обрізі	79,26

Таким чином, загальна вартість транспортного обслуговування обтискного та прокатних цехів при перевезеннях обрізі металу, становить понад 40 млн грн на рік, вартість доставки однієї тони цих металовідходів становить 79,26 грн/т.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі було розглянуто транспортно-логістичну систему обслуговування перевезень металовідходів – обрізі – на прикладі металургійного підприємства ПАТ «Запоріжсталь».

Дані відходи утворюються в процесі виробництва продукції обтискного цеху, цеху гарячої прокатки тонкого листа (ЦГПТЛ) та цеху холодної прокатки №1 (ЦХП-1).

На кожній ланці транспортно-технологічного процесу металопрокат потребує обробки, змінюється його товщина, але крайні частини мають нерівний край та потребують відділення.

Є й інші джерела утворення металовідходів – частини пакувальних стрічок, брак продукції та ін.

В рамках організації процесу перевезень обрізі виконано ознайомлення з транспортно-виробничими процесами, виконані необхідні розрахунки та побудовані графіки роботи транспорту.

У результаті використання графо-аналітичного методу встановлена вартість транспортного обслуговування обтискного та прокатних цехів при перевезеннях обрізі металу, яка становить понад 40 млн грн на рік, вартість доставки однієї тони цих металовідходів – 79,26 грн/т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Холоднокатаний плоский прокат: виробництво, застосування, перспективи : Офіційний сайт компанії Метінвест. URL: <https://metinvestholding.com/ua/media/news/holodnokataniy-ploskij-prokat-proizvodstvo-primenenie-perspektivi> (дата звернення 17.05.2023).
2. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 17.05.2023).
3. Технічно-розпорядчий акт станції Східна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 27с.
4. Міжцехова інструкція по взаємодії працівників ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, ЦПВ, ЦШП, РБЦ, ТЕЦ, обтискного цеху, ТОВ МД «Істейд», складів УКБ, ЗМК, ЦРРС і ЦПУіРК УЗТ, ділянки вивантаження та очищення ЦЕ УЗТ з працівниками Східного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2018. – 57с.
5. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
6. 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.
7. 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).

8. 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.

9. 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.