

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 МЕТАЛОПРОКАТУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ
БАГАТООБОРОТНИХ ПІДДОНІВ»

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

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

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

		<u>Ілля МАНЗЮК</u> (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Керівник		<u>Олена ОСТРОГЛЯД</u> (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Рецензент		<u>Ольга ДУДАРЕНКО</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 ГУРПАК

«10» травня 2023 року

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

МАНЗЮК Ілля Олександрович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація перевезень металопродукату при використанні багатооборотних піддонів

керівник проєкту (роботи) канд. техн. наук ОСТРОГЛЯД 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.

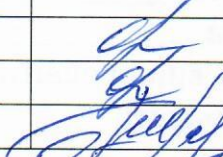
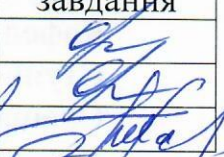
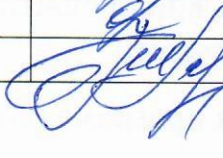
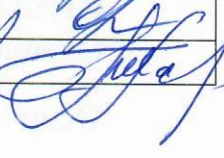
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча схема колійного розвитку, характеристики вантажу та рухомого складу, обсяги перевезень, характеристики вантажних пунктів, існуючі економічні показники

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2.1 Розрахунок тривалості вантажних операцій по вивантаженню піддонів. 2.2 Розрахунок тривалості вантажних операцій по навантаженню вагонів з піддонами. 2.3 Розрахунок тривалості операцій при доставці вантажу на багатооборотних піддонах 3. Економічна частина.

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

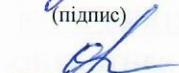
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації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

Студент(ка)


(підпис)

Ілля МАНЗЮК
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ОСТРОГЛЯД
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 52 с., 18 рис., 7 табл., 11 джерел.

ТРАНСПОРТНА ЛОГІСТИКА, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВАГОН,
БАГАТООБОРОТНИЙ ЗАСІБ КРІПЛЕННЯ, ПІДДОН, МЕТАЛОПРОКАТ

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень металопрокату на металевих піддонах.

Мета роботи – розрахунок технічних та економічних показників перевезень металопрокату на металевих піддонах.

Методи дослідження – аналітичний, статистичний та графічний аналіз.

В роботі виконані розрахунки та побудовані графіки роботи транспорту та навантажувальних машин в процесі організації перевезень продукції металургійного підприємства на багатооборотних піддонах. Виконані розрахунки економічних показників та встановлено ефективність перевезень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	6
1 Аналітична частина	7
1.1 Історія та причини створення багатооборотних металевих піддонів для металопрокату	7
1.2 Технологічні операції з підготовки вантажу до навантаження	9
1.3 Особливості організації відвантаження продукції на багатооборотних піддонах	20
2 Розрахункова частина	23
2.1 Розрахунок тривалості вантажних операцій по вивантаженню піддонів	23
2.2 Розрахунок тривалості вантажних операцій по навантаженню вагонів з піддонами	28
2.3 Розрахунок тривалості операцій при доставці вантажу на багатооборотних піддонах	37
3 Економічна частина	45
3.1 Технічні річні показники використання піддонів для перевезення металопродукції	45
3.2 Економічні річні показники використання піддонів для перевезення металопродукції	46
Висновки	50
Перелік джерел посилання	51

ВСТУП

Підприємства металургійної галузі є поширеними в Запорізькому регіоні. Це і Запорізький завод феросплавів, «Дніпроспецсталь», «Запоріжсталь» та інші. Одним із напрямків підвищення ефективності перевезень металопродукції є використання різних типів контейнерів, багатооборотних засобів кріплення великовагової продукції.

Свого часу, в зв'язку зі збільшенням попиту на металопрокат у рулонах збільшеної ваги, на комбінаті «Запоріжсталь» постало питання збереження вантажу під час транспортування, оскільки такий вантаж суттєво збільшував навантаження на підлогу залізничних транспортних засобів.

Така потреба була обумовлена пришвидшенням технологічних процесів обробки поверхні металу в кислотних ваннах при зніманні окалини, скороченням тривалості вантажних операцій; зменшенням витрат на пакувальні матеріали та засоби кріплення; скороченням часу технологічних операцій у споживача, наприклад, при нанесенні на металопрокат захисного покриття.

В дипломній роботі розглянуті питання організації перевезень металопродукції на металевих піддонах – багатооборотних засобах кріплення та визначено ефективність даного підходу.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Історія та причини створення багатооборотних металевих піддонів для металопрокату

Ще у 90-х роках минулого сторіччя у зв'язку зі збільшенням попиту на металопрокат у рулонах збільшеної ваги поставив питання збереження вантажу під час транспортування, оскільки він суттєво збільшував навантаження на підлогу вагону.

Однак, з'ясуємо спочатку основні переваги такого рішення:

- рулони прокату, які об'єднані шляхом зварювання двох-трьох стандартних рулонів (близько 5 тонн) пришвидшують технологічні процеси обробки поверхні металу в кислотних ваннах при зніманні окалини;
- скорочується тривалість вантажних операцій, оскільки за один цикл переміщується вдвічі, а то й - втричі більше вантажу. Вантажопідйомні крани на металургійних підприємствах, зазвичай, мають вантажопідйомність 20 т і більше, що не створює перешкод для реалізації вантажних робіт;
- зменшуються обсяги та, відповідно, витрати на пакувальні матеріали, засоби кріплення тощо;
- скорочується час технологічних операцій у споживача, наприклад, при нанесенні на металопрокат захисного покриття.

Спочатку, поки обсяги перевезень такого вантажу зростали досить повільно залізниця погоджувала схеми навантаження «важких» рулонів у безлюкових вагонах. Це певний час вирішувало проблему безпеки та схоронності, але зі зростанням попиту та обсягів перевезень створювались проблеми:

- в составах вантажних поїздів безлюкові вагони зустрічались з ймовірністю десь до 0,1;
- ці вагони треба відсортувати від інших;
- ці вагони треба зберігати на окремих ділянках колій, зменшуючи корисну місткість станцій і збільшуючи вартість плати за користування вагонами.

Очевидним рішенням проблеми було впровадження технічного рішення з рівномірного розподілу ваги вантажу на більшу, а краще – на всю поверхню підлоги вагону.

Тобто створення міцної конструкції, яка розміщується між вантажем та підлогою.

Крім того, одразу вирішувалось питання, що ж ще корисного можна очікувати від такого рішення.

Це – можливість зменшення обсягів одноразових засобів кріплення та частки ручної праці.

Очевидні недоліки:

- зменшення обсягу вантажу, який можна завантажити у вагон відповідно до вантажопідйомності;
- необхідність повернення піддонів після вивантаження вантажу у споживача до постачальника.

Тож багатооборотні піддони почали шлях створення з проєктування, виготовлення дослідних зразків та передбачених нормативними актами випробувань.

Вже потім було їх удосконалення та розвиток конструкцій.

1.2 Технологічні операції з підготовки вантажу до навантаження

Розглянемо даний процес на прикладі ЦХП-1 комбінату «Запоріжсталь» [1]. На пакувальну ділянку приходять заготовлі дерев'яних піддонів. Після укладання заготовки піддону на ділянку мостовим краном подається рулон (поз. 1), після чого рулон підпирається брусами (поз. 4).

Потім збиваються бруси повздовжнього (поз. 4) і бруси поперечного напрямків (поз. 5) між собою та з брусами нижнього ярусу (поз. 3) цвяхами завдовжки не менше ніж 150 мм у кожному перехресті.

Після встановлення брусів виконується закріплення рулонів та піддону чотирма металевими обв'язками (поз. 6).

Далі група рулонів на піддоні слідує або на трансферкарний візок, або на склад.

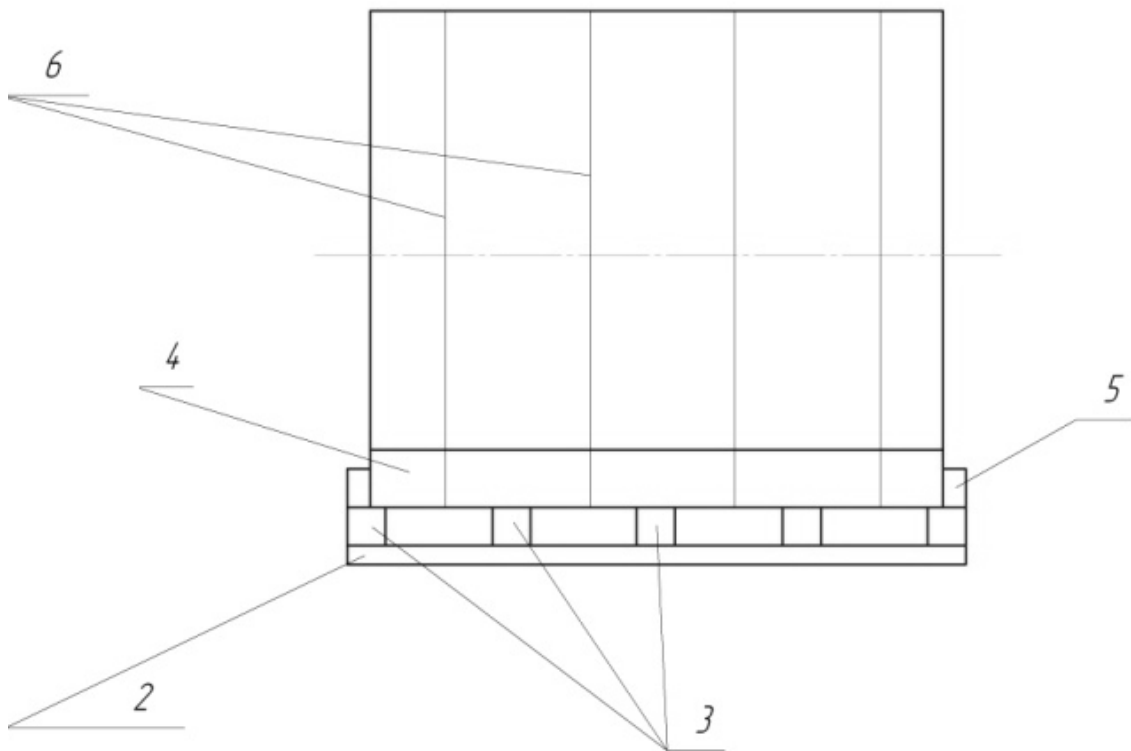


Рисунок 1.1 – Рулон на піддоні

Після подачі вагонів під навантаження, насамперед завантажуються піломатеріали у прольоті «И-Я».

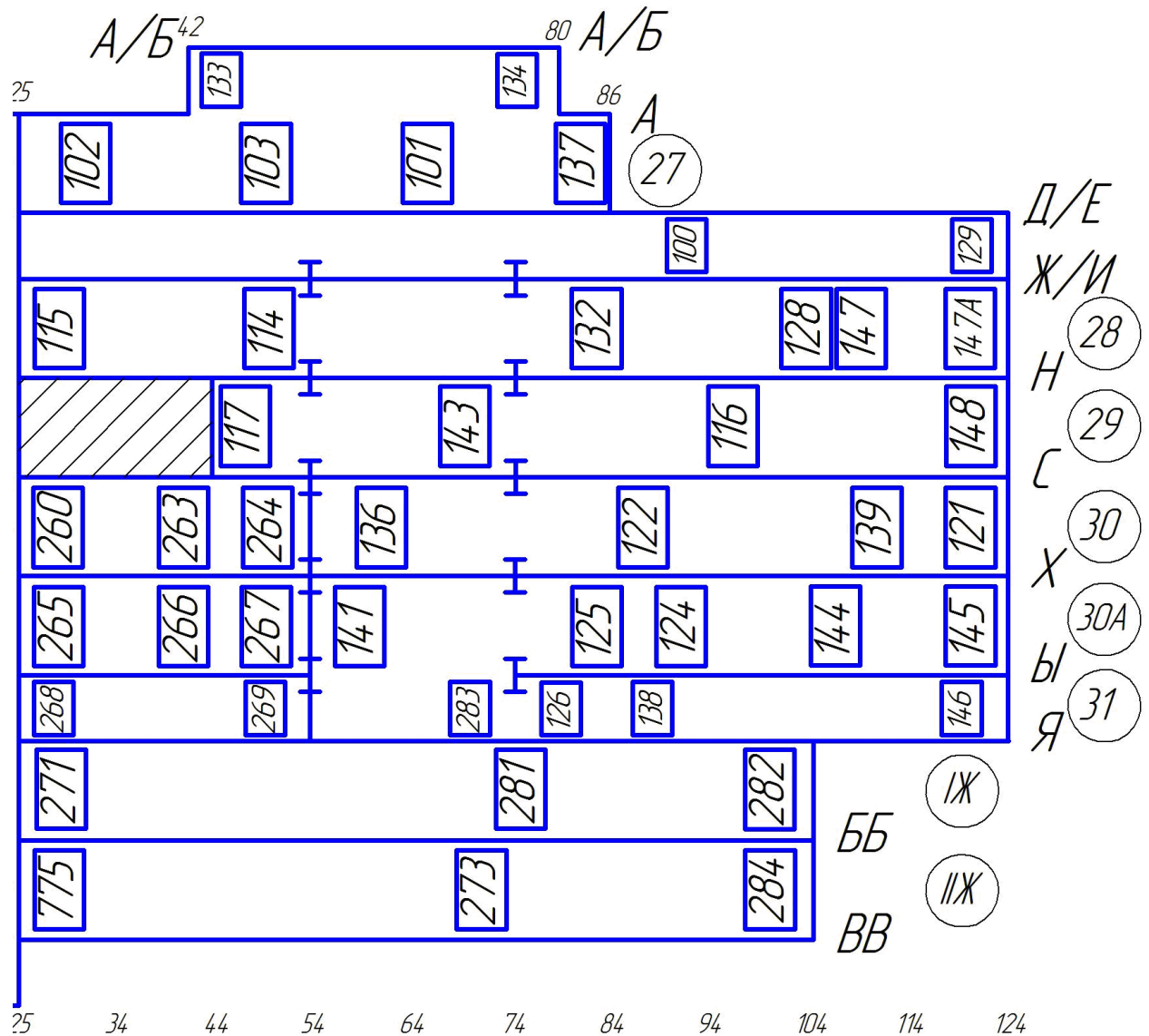


Рисунок 1.2 – Схема прольотів ділянки навантаження готової продукції

У цей час, після надходження продукції з агрегату АПР-5 з кожного рулону металу береться проба на перевірку на відповідність стандартам якості.

Під час перевірки, паралельно з завантаженням пиломатеріалів, у прольоті «Х-И» завантажуються запаковані рулони на трансферкарний візок у кількості 6 одиниць.

Далі трансферкарний візок переміщається у суміжний проліт, де розвантажуються краном № 126.

За час розвантаження візка № 7 у прольоті «Х-И» завантажується трансферкарний візок № 19 у кількості двох рулонів, краном № 124. Після перевірки на відповідність стандартам якості, починається процес пакування рулонів.

Після того, як візки переходять у суміжний проліт, починається завантаження візка № 19. Трансферкарний візок № 7 встигає повернутися під навантаження, який менше часу пакування рулонів.

Розглянемо тепер повний шлях проходження х/к рулонів з термічного відділення до відправлення споживачам.

Відпалені рулони встановлюються на трансферкарні візки №№ 5, 6, 12, 13 у вертикальному положенні в один або два яруси в шаховому порядку.

Рулони прокату електромостовим краном за допомогою кліщів знімаються з трансферкарних візків кранами № 117, 143, 116 і складуються на стелажі для охолодження або на стенди прискореного охолодження.

Складування рулонів на складі на стелажах або стендах прискореного охолодження проводиться у вертикальному положенні симетрично. Висота штабелю рулонів не повинна перевищувати 4,5 метри від рівня підлоги. Дозволяється верхній ярус рулонів встановлювати в шаховому порядку, але без виходу за лінію кола рулонів, що знаходяться нижче.

Стенди прискореного охолодження призначені для прискорення охолодження рулонів металу (рисунок 1.3). У цеху холодної прокатки було здійснено реконструкцію термічного відділення зі спорудженням 18-ти стендів ковпакових печей та станції для виробництва водню, що забезпечує випуск високоякісного холодного прокату в обсязі 276 тис. тонн на рік та

економію природного газу в кількості 2,5 млн м³/рік. Конструктивні та технологічні особливості водневих печей дозволили забезпечити стабільний випуск холоднокатаного прокату із сталі марки 08Ю відповідно до вимог діючого стандарту [2].



Рисунок 1.3 - Стенди прискореного охолодження металопродукату

Електромостовим краном № 143 за допомогою кліщів встановлюється рулон металу на стенд, який охолоджує.

Допоміжним підйомом за допомогою електромагніта встановлюється конвекторне кільце на рулон металу (конвекторні кільця встановлюються між кожним рулоном металу в штабелі). Після встановлення всіх штабелів рулонів металу, зверху встановлюються кришки і відбувається пуск охолоджуючого стенду. У міру охолодження, відповідно до завдання, рулони металу подаються на стани 1700-1, 1700-2 або стан «кватро».

Дресирувальні стани призначені для прокатки холоднокатаного відпаленого металу з обтисканням від 0,8 до 3,0 %. Основним робочим інструментом для дресирувальних станів є робочі та опорні валки.

Дресування застосовується для зниження різнотовщинності, хвилястості, коробуватості, підвищення пластичності та якості поверхні листового металопрокату. Воно здійснюється на завершальній стадії технологічного процесу виробництва, після відпалу в ковпакових печах.

Дефектні ділянки смуги, залишки рулонів, через наявність полон, неметалевих включень, зміщення витків, обрізаються відбійним молотком, ув'язуються пакувальною смугою, знімаються з барабана розмотувача (або моталки) та електромостовим краном № 143 або № 116, за допомогою скоби, транспортуються у відведений їм місце у районі похилого накопичувача перед транспортером стану «Кварто» для остаточної обробки і розділення на мірні довжини. Скоба повинна мати довжину не менше ширини смуги, змотаної у рулон.

Кінцеві відходи - «рулончики» в кілька витків, які утворилися в результаті обрізання на дресувальних станах, електромостовим краном, за допомогою скоби, переміщують у спеціальні касети, які знаходяться біля станів. По мірі накопичення касети електромостовим краном, за допомогою вантажу піддають пресуванню та вивозяться у вагонах власності підприємства для відправлення у копровий цех на переробку, як сировини для мартенівського виробництва.

Зі стану 1700-1 або 1700-2 рулони можуть направлятись на склад пакувальної смуги. Зі складу рулони надходять до агрегату різання пакувальної смуги (АРПС).

АРПС [3] призначений для порізки смуги пакування з рулонів на мірні стрічки (рисунок 1.5).

Рулони стрічок за допомогою строп подаються консольно-поворотним краном № 819 на розмотувач АРПС, де різуться на мірні довжини і укладаються в касети.



Рисунок 1.5 – Вихід пакувальної смуги з агрегату порізки

Пакувальна смуга використовується для пакування готової продукції на ділянках пакування рулонів, на пакувальних конвеєрах № 1 і № 2, а також на дресирувальних станах 1700-1 та 1700-2.

Консольно-поворотний кран № 819 призначений для завантаження рулону пакувальної смуги на розмотувач АРПС. Максимальна вантажність консольно-поворотного крана становить 0,5 т.

Продресований на стані «Кварто» прокат, сформований у пачки, стропами знімається та передається кранами № 136 або № 122 на пакувальний конвеєр № 1, а метал спеціальних марок сталей на ділянку зачистки та сортування.

Продресовані на стані «1700-1» та «1700-2» рулони металу електромостовими кранами №№ 136, 122, 139 за допомогою скоби (рисунок 1.6) знімаються з відвідних транспортерів і передаються на агрегати поперечного різання №№ 1,2,3 або агрегати поздовжнього різання №№ 4,5.

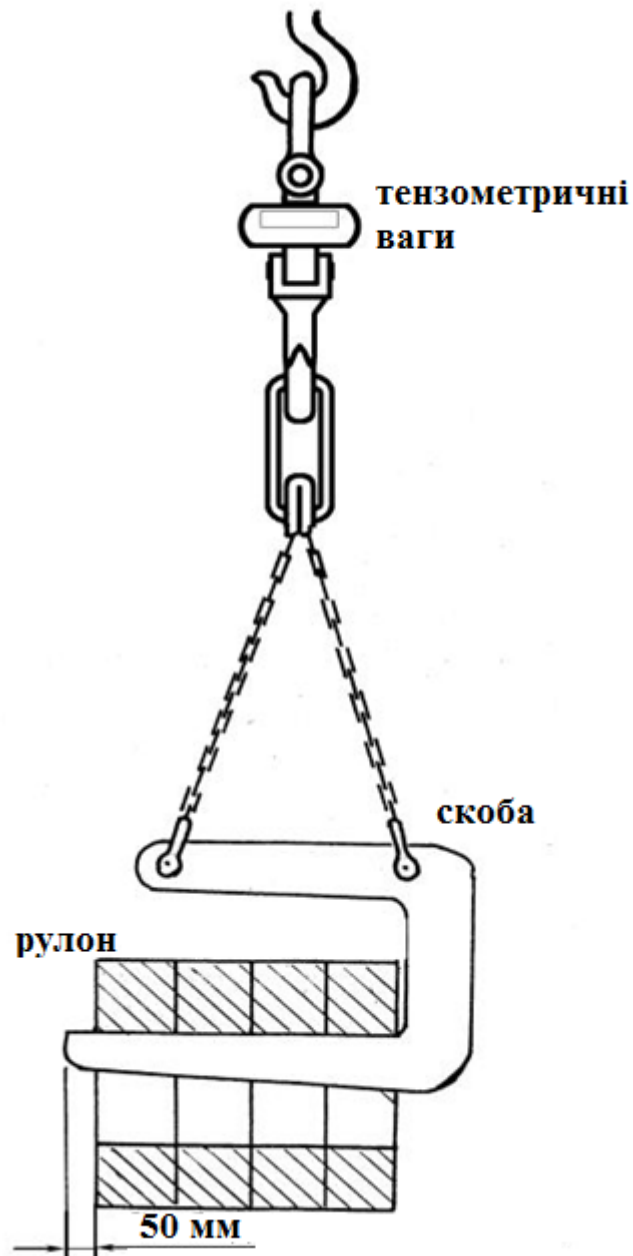


Рисунок 1.6 – Переміщення рулону за допомогою скоби

Вони також можуть складуватися в v-подібні стелажі (рисунок 1.7) або на підлогу цеху з дерев'яними підкладками під крайні рулони. Забороняється укладати рулони на підлогу цеху у два яруси.



Рисунок 1.7 – Складування рулонів на твірну

Замовлення, за якими метал відвантажується змотаним у рулони після дресирування або різання на АПР-4, 5, по колу та за твірною, що ув'язуються пакувальною смугою і для остаточного пакування, краном за допомогою скоби встановлюється у v-подібні стелажі в горизонтальному положенні. Остаточні упаковані рулони (прикріплені до дерев'яних піддонів) вагонними нормами виставляються на склад в один ярус.

При переміщенні металопродукту у вертикальному положенні рулонів, застосовуються спеціальні кліщі (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Вантажозахоплювальний орган мостового крану - кліщі

Порізаний на листи метал, складений у пачку, з агрегату поперечного різання № 2 стропами або траверса за допомогою кранів, транспортується на пакувальні конвеєри № 1,2 і пакується або передається на майданчик для сортування металу.

Передача пачок листів на ділянку сортування (із суміжних прольотів) проводиться трансферкарними візками №№ 16, 18, 14. Перед встановленням пачок на трансферкарний візок, на його настил розкладаються дерев'яні бруски довжиною, яка дорівнює ширини пачки. Під пачку довжиною до двох метрів – не менше трьох брусків, під пачку довжиною 2,5 м – не менше чотирьох брусків.

На трансферкарний візок допускається встановити три штабелі висотою по дві пачки розміром 1000 x 2000 мм, два штабелі висотою по дві пачки розміром понад 1000 x 2000 мм. У штабелях між пачками прокладаються дерев'яні бруски, так само, як по настилу під перші пачки.

Пачки довжиною понад 2,5 м укладаються на трансферкарні візки вздовж осі. Висота штабеля – не більше двох пачок. Кількість дерев'яних брусків, залежно від довжини пачки становить 4-5 штук. Не допускається звисання пачок за межі настилу трансферкарного візка.

Пакувальні конвеєри №№ 1,2 призначені для пакування пачок металу. Встановлення пачок металу на дерев'яні піддони або бруски, а також встановлення упакованих пачок металу в штабель на складі готової продукції виконується стропальником, при цьому вантаж врівноважується або розгортається. Висота штабелю упакованого металу на складі готової продукції не повинна перевищувати понад два метри від рівня підлоги складу.

Пачки, що складуються вздовж залізничних колій, повинні знаходитися від головки найближчої рейки залізничної колії при висоті штабеля до метра та двадцяти сантиметрів - на відстані, що є не ближчою двох м, а при висоті, яка перевищує даний параметр, - не ближче двох з половиною метрів.

Щоб уникнути вислизання всієї пачки зі вантажопідйомних строп, або частини листів, при підйомі, зачіпку строп проводити не ближче 250 мм від торцевої частини пачки. Проходи між штабелями пачок або рулонів повинні бути не менше ніж 80 сантиметрів.

Центральний прохід уздовж всього складу має бути шириною не менше ніж півтора метри.

Укладання вантажів від стін службових приміщень виконується на віддалені двох метрів від працюючого обладнання, на півтора метри від колон, міжпрогонових простінків – один метр.

Забороняється прокладати металеві підкладки під рулони, укладені на бетонну або металеву підлогу, треба застосовувати дерев'яні, недеформовані бруски.

Комплексна ділянка з виготовлення елементів упаковки призначена для виготовлення елементів упаковки під пачки та рулони металу. До складу комплексної ділянки входить таке обладнання:

- два згинальні верстати;
- дві гільйотинні ножиці;
- механізована лінія із виготовлення заготовок для обічайок;
- два верстати для виготовлення обічайок;
- ножиці вирізні для виготовлення торцевих дисків;
- механізована лінія виготовлення елементів упаковки для пачок металопрокату.

Завантаження в розмотувач рулонів стрічки металу здійснюється краном за допомогою скоби. Для розвороту чи врівноваження скоби стропальник користується гаком, зачіпаючи його за спеціальну ручку на скобі.

Агрегат поздовжнього різання №4 призначений для різання рулонів, що йдуть на експортний ринок.

Вони пакуються на ділянці упаковки рулонів особистого призначення, де властива додаткова упаковка. Далі запаковані рулони відвантажуються на експорт.

Рулони спочатку обробляються антикорозійним змащуванням, після чого обмотуються в щільну плівку, щільний папір з антикорозійною

присадкою. До торців рулонів додається пластиковий щит. Все це обв'язується чотирма металевими пакувальними стрічками. Далі завантажуються електромостовим краном у вагони.

Вся інша продукція завантажуються електромостовими кранами №№ 145, 144, 124, 125, 141 на трансферкарні візки №№ 7, 19, 14, 12, 17. Далі візки переміщуються в проліт «И-Я», де електромостовими кранами №№ 126, 138, 146 завантажуються у вагони.

1.3 Особливості організації відвантаження продукції на багатооборотних піддонах

Призначенням металевих піддонів, які є багатооборотними, є забезпечення навантаження на них рулонів металопродукату масою 4...16 тонн. Для цього металеві піддони розміщуються у напіввагонах у плані по дві одиниці відповідно до затверджених схем навантаження.

Конструктивні особливості піддонів. Піддон є металевою рамою розміром 6000 x 2800 мм. Маса одного піддону становить 2613 кг разом з упорами. Кожен піддон має чотири стропувальні місця з отворами для захоплення гаком крану.

Конструкція піддонів дозволяє складувати їх у штабель шляхом встановлення один на одного.

Місця складування піддонів. Металеві піддони складуються в призначених місцях, на вільних, рівних ділянках підлоги складу готової продукції в прольотах А-Д/Є, Н-С, И-Я, Я-ББ, ББ-ВВ із дотриманням габаритів.

Піддони у штабелі мають бути складені рівно, без значних перекосів.

У разі неможливості встановити чергові піддони в штабелі без перекосу необхідно такі піддони встановити на підлогу цеху окремим штабелем.

Дозволяється переміщувати одночасно не більше одного піддону (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Процес переміщення піддону зі штабелю на складі у напіввагон

Габарити складування металевих піддонів. При складуванні металевих піддонів необхідно дотримуватись наступних габаритів:

- відстань від залізничної колії до штабеля металевих піддонів не менше двох метрів при висоті штабеля піддонів до 1,2 метра – тобто до 3 піддонів у штабелі;

- відстань від залізничної колії до штабеля піддонів не менше 2,5 метрів при висоті штабеля піддонів понад 1,2 метра – тобто 7 піддонів у штабелі;

- відстань від колон та будівель складу повинна не перевищувати двох метрів;

- відстань між рядами штабелів – щонайменше 1 метр;

- відстань між штабелями у ряду – не менше пів метра;

- відстань від штабеля піддонів до проходів – щонайменше 0,5 м.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок тривалості вантажних операцій по вивантаженню піддонів

Багатооборотні піддони надходять на підприємство у напіввагонах.

Внутрішні розміри кузова стандартного універсального вагону, наприклад, виробника - Крюківського вагонобудівного заводу [4]:

- довжина 12 790 мм;
- ширина 2 990 мм;
- висота 2 362 мм.

Тож при розмірах піддону 6000 х 2800 мм дві одиниці вантажу розміщується в один ярус, враховуючи обмеження по висоті кузова, можливим є розміщення 5 ярусів у вагоні.

Таким чином, до одного вагону завантажується 10 піддонів.

Вага вантажу буде становити $2,613 \cdot 10 = 26,13$ тонн, що набагато менше, ніж вантажопідйомність вагону – близько 70 тонн.

Вивантаження піддонів із напіввагону. Для вивантаження металевих піддонів використовується чотирьохгілковий строп - «павук» з гаками. Довжина гілки такого стропа становить 4 метри. Вантажопідйомність одного стропа 8800 кг.

При вивантаженні піддонів з напіввагонів дозволяється переміщувати «павуком» одночасно не більше одного піддону.

Зачіпка піддонів проводиться чотирма гаками одночасно за спеціальні стропувальні отвори, розташовані із зовнішнього боку металевого піддону (рисунок 2.1).

Місце знаходження стропальника при розвантаженні піддонів. Початок вивантаження піддонів із вагона здійснюється з тієї частини вагона, що ближче до кабіни машиніста крана.

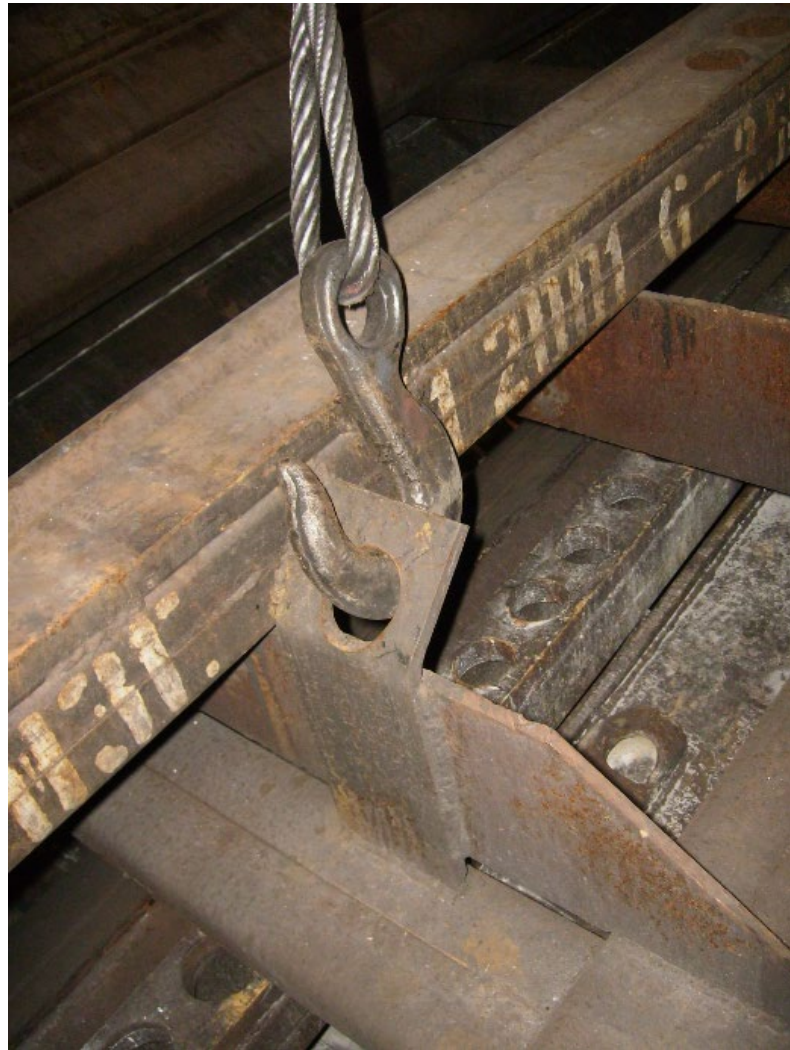


Рисунок 2.1 – Закріплення строп на піддоні

Після зачіпки першого піддону у вагоні (того, що ближче до кабіни крана) стропальник відходить на безпечну відстань (до протилежного від місця вивантаження торцевого борту напіввагону) і подає необхідні команди машиністу електромостового крана, перебуваючи при цьому в зоні видимості машиніста крана.

Стропальник повинен стежити, як виймаються застроплені піддони з напіввагону.

Якщо піддони, що піднімаються, зачіплюються за піддони, які розташовані поруч (на яких знаходиться стропальник) або за частини піввагону, то стропальник повинен дати команду «Стоп», залишити напіввагон і з підлоги цеху подавати необхідні команди машиністу крана.

Машиніст крана забезпечує плавний підйом застропленої групи піддонів, не допускаючи застрягання піддонів у напіввагоні та розриву стропів.

Перед тим як дати команду на «Підйом» останнього піддону, стропальник повинен залишити напіввагон. Машиністу крана категорично забороняється переміщати міст крана у бік стропальника, що знаходиться у напіввагоні, до того часу, поки вантаж перебуває всередині напіввагона чи над полувагоном.

Забороняється стропальнику поправляти або притримувати руками гаки стропів під час їх підйому, при натяжці стропів або виправлення зачіпки піддонів.

Піддони підвозять електромостовим краном до місця складування та встановлюються у штабель без участі стропальника. Для направлення або розвороту піддонів при їх укладанні стропальник може наблизитися до них при знаходженні піддонів на висоті 200-300 мм від підлоги або рівня раніше укладених піддонів. Розвертати піддони необхідно спеціальним гачком.

Після укладання піддонів стропальник повинен переконатися, що всі піддони лежать стійко і виключено зсув піддонів відносно один одного, а потім відчеплює гаки.

Відчіплення гаків від піддонів необхідно проводити стоячи на підлозі цеху.

Усі гілки «павука» після відчеплення стропальник збирає на одному боці штабеля піддонів. Якщо після ослаблення стропів їхні гаки не вийшли зі стропувальних петель піддона (гаків), стропальник звільняє їх за допомогою гачка, після чого, відійшовши на безпечну відстань (не менше 1 метра),

стропальник подає команду крановому машиністу крана – «Обережно». При цьому стропальник і машиніст крана повинні стежити, щоб гаки не зачепилися за металоконструкцію піддонів.

У таблиці 2.1 наведено перелік операцій з вивантаження піддону з вагону.

Таблиця 2.1 - Перелік технологічних операцій з вивантаження піддону з вагону

№ операції	Назва операції	Тривалість, хв.	Виконавець
1	Заняття стропальником безпечного місця біля зони робіт та передача команди машиністу крана	1	Стропальник
2	Переміщення строп крану до піддону	0,5	Машиніст крану
3	Закріплення строп на піддоні	0,5	Стропальник
4	Переміщення піддону краном до місця складування	1	Машиніст крану
5	Встановлення правильного положення піддону	0,5	Стропальник
6	Опускання піддону на підлогу або у штабель	0,5	Машиніст крану

Кінець таблиці 2.1

№ операції	Назва операції	Тривалість, хв.	Виконавець
7	Вивільнення строп	1	Стропальник
8	Переміщення строп крану до чергового піддону у вагоні	1	Машиніст крану
	ЗАГАЛОМ:	6	

На рисунку 2.2 наведено технологічний графік вивантаження піддону з напіввагону.

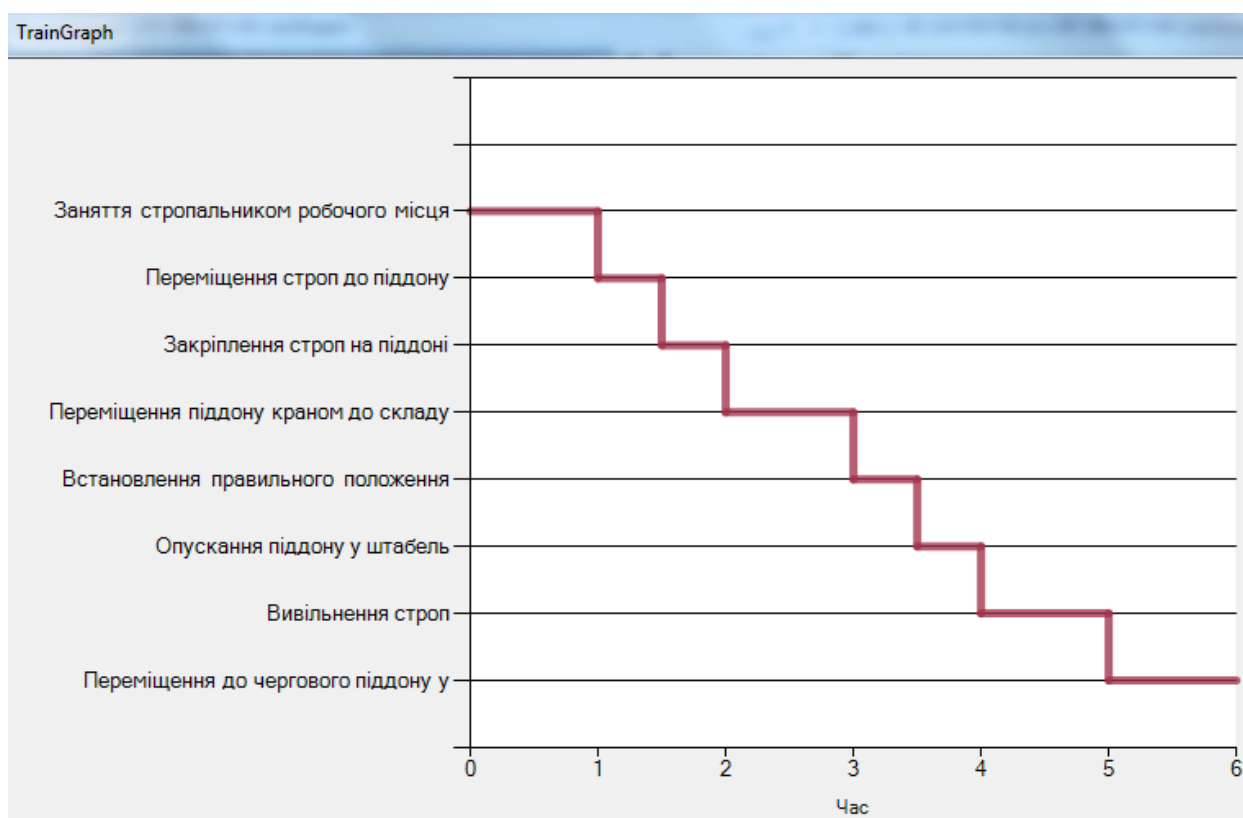


Рисунок 2.2 – Технологічний графік вивантаження піддону з напіввагону, хв.

Загальний час вивантаження одного піддону становить 6 хвилин.

Для повного розвантаження вагону необхідно вивантажити 10 піддонів, тож час виконання вантажних операцій становить $10 \cdot 6 = 60$ хвилин.

В дипломній роботі розглядається технологія перевезень 51 вагону на добу з підприємства «Запоріжсталь» до Чорноморського торгового порту, тож доцільним є використання можливості вивантаження піддонів не на склад, а до вагонів, в які буде завантажуватись металопродукція.

2.2 Розрахунок тривалості вантажних операцій по навантаженню вагонів з піддонами

Технологія навантаження металопродукату у рулонах збільшеної ваги із використанням багатооборотних піддонів полягає у наступному.

Навантаження піддонів у напіввагони може здійснюватися як зі складу піддонів, так і безпосередньо з вагонів, що прибули з піддонами на підприємство.

При навантаженні піддонів у напіввагони стропальник зачіплює одночасно не більше одного піддону.

При завантаженні піддонів у напіввагон зі складу піддонів, зачіпку піддонів гаками «павука» необхідно виконувати, перебуваючи на підлозі цеху. Лісоматеріали, призначені для розкріплення піддонів у напіввагоні, а також готові розпірні рами можуть подаватися у напіввагон двома способами:

- безпосередньо на металевому піддоні. При цьому розпірні рами або лісоматеріали укладаються на верхній металевий піддон, уздовж піддону і ближче до центру піддону, щоб виключити їхнє мимовільне випадання при перевезенні;

- за допомогою стропів окремо (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 - Переміщення пиломатеріалів за допомогою стропів

При завантаженні у напіввагон піддонів зі складу піддонів зачіпку піддону гаками «павука» стропальнику необхідно виконувати, перебуваючи на підлозі цеху.

При завантаженні в напіввагон піддонів безпосередньо з напіввагону, що завантажується, зачіпку піддону гаками «павука» необхідно виконувати, перебуваючи на верхніх піддонах в напіввагоні, що розвантажується. При цьому стропальнику необхідно дотримуватись особистої обережності при пересуванні по піддонах (триматися за піддони або борт напіввагону).

Після зачіпки піддону зі штабеля на складі піддонів стропальник відходить на безпечну відстань (не менше 2 метрів) і дає команду машиністу крана на «Підйом» та переміщення піддонів у напіввагон. При необхідності розгорнути піддон, для правильної подачі їх у напіввагон, машиніст крана опускає піддони на висоту 200-300 мм від підлоги, після чого стропальник розвертає їх у потрібному напрямку за допомогою спеціального гачка,

відходить убік на відстань не менше 1 метра і дає команду машиністу крана на навантаження піддону у напіввагон.

Стропальнику забороняється перебувати у напіввагоні при завантаженні в нього піддонів.

Машиніст крана самостійно заводить піддони у напіввагон і опускає їх на підлогу піввагона до воріт або з'єднує їх на центрі середнього люка в залежності від схеми навантаження.

Особливістю піддонів, які розглядаються в дипломній роботі, є наявність спеціальних металевих упорів для фіксації рулонів від зміщення у напрямку руху транспорту (рисунок 2.4).

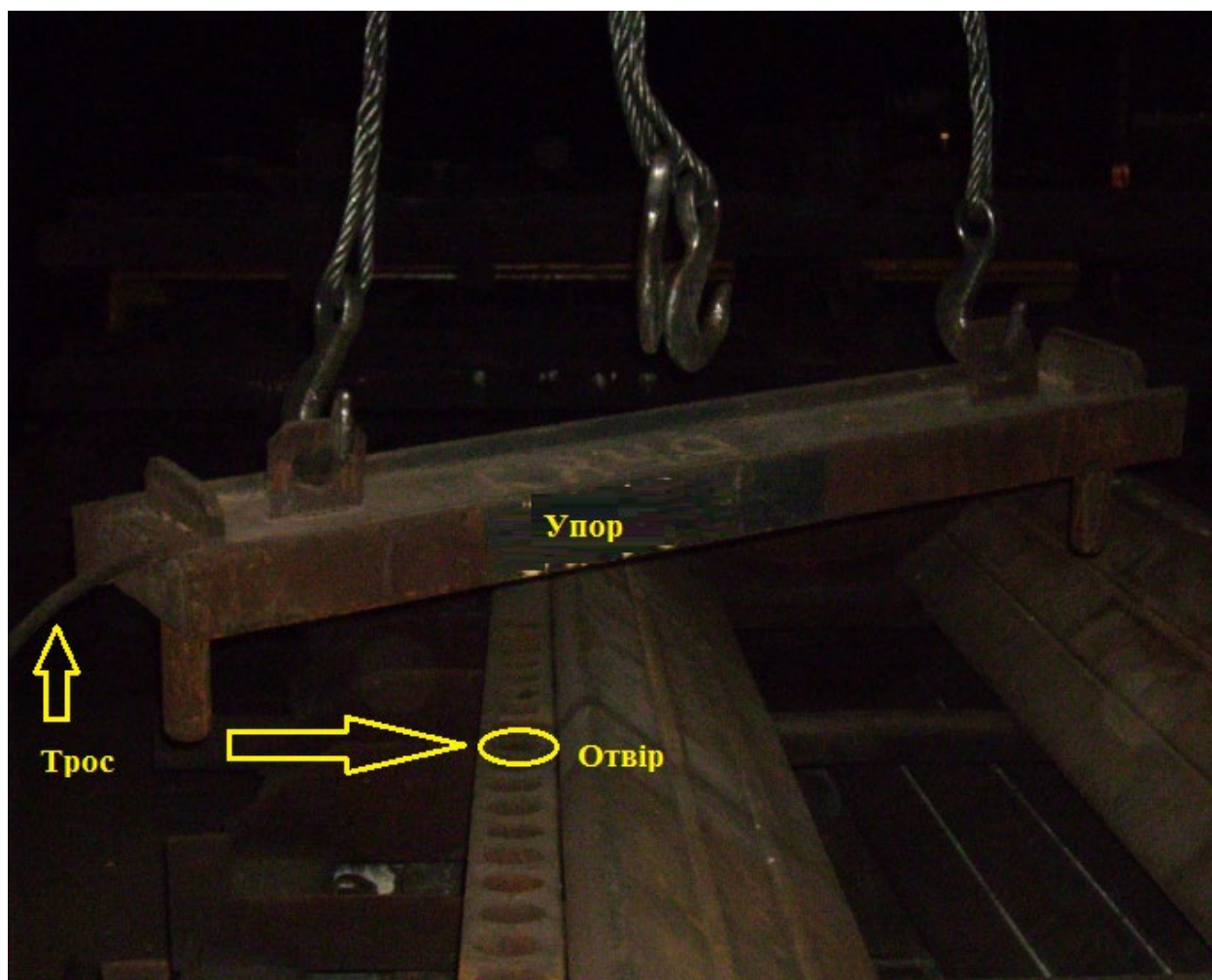


Рисунок 2.4 – Встановлення упорів у отвори на піддонах

З метою збереження даних упорів від випадків розкрадання, вони з одного торця приварені до металевого тросу діаметром 1 см, який в свою чергу, приварений до піддону. Передбачені спеціальні полицки для його розміщення при перевезенні піддонів без вантажу (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Розміщення упорів при перевезенні піддонів без вантажу

Після розміщення піддонів, стропальник піднімається в напіввагон по зовнішніх стаціонарних сходах (сходинках) вагона, а потім спускається всередину по внутрішніх стаціонарних сходах піввагону.

Після повної зупинки трансферкари в прольоті "И-Я", електромостовим краном за допомогою скоби рулони подаються в напіввагон.

Стропальник у напіввагоні, який приймає рулони, перебуваючи на видному машиністу місці в протилежному боці від вантажу, керує навантаженням командами крановому машиністу.

Після закінчення навантаження стропальник, при необхідності розкріплює вантаж.

Для навантаження рулонів без дерев'яних піддонів напіввагон на трансферкарі «павуком» встановлюється спеціальний стелаж, на якому рулони перевозяться в проліт «И-Я».

Після навантаження піддони фіксуються упорами в такий спосіб:

- під час навантаження піддонів з упорами, після відчеплення всередині напіввагону піддонів, двома гачками «павука» упор зачіпляється за спеціальні петлі, розташовані по краях упору на верхній стороні і переміщається в крайнє положення установки упору (перше від центру вагона);

- після навантаження напіввагона рулонами, стропальник, піднявшись у напіввагон, «павуком» розкріплює групу рулонів, що знаходиться на піддоні, упором, аналогічно вищевикладеному способу.

На рисунку 2.6 показано вагон, навантажений металопрокатом на металевих багатооборотних піддонах.

Зазвичай, кількість рулонів у вагоні становить 6 одиниць.

Як було зазначено вище, плануємо використовувати можливість перевантаження піддонів із вагонів, у яких вони надходять одразу по вагонах, до яких буде завантажуватись готова продукція.

Цех-відправник працює у тризмінному режимі. Тож при заданому обсязі навантаження 51 вагон на добу, необхідно подавати $51 : 3 = 17$ вагонів у кожен зміну.

Цей розмір подачі дозволяє розмістити її одночасно на 31 тупику ЦХП-1 комбінат у Запоріжсталь, який може вмістити 22 вагони.

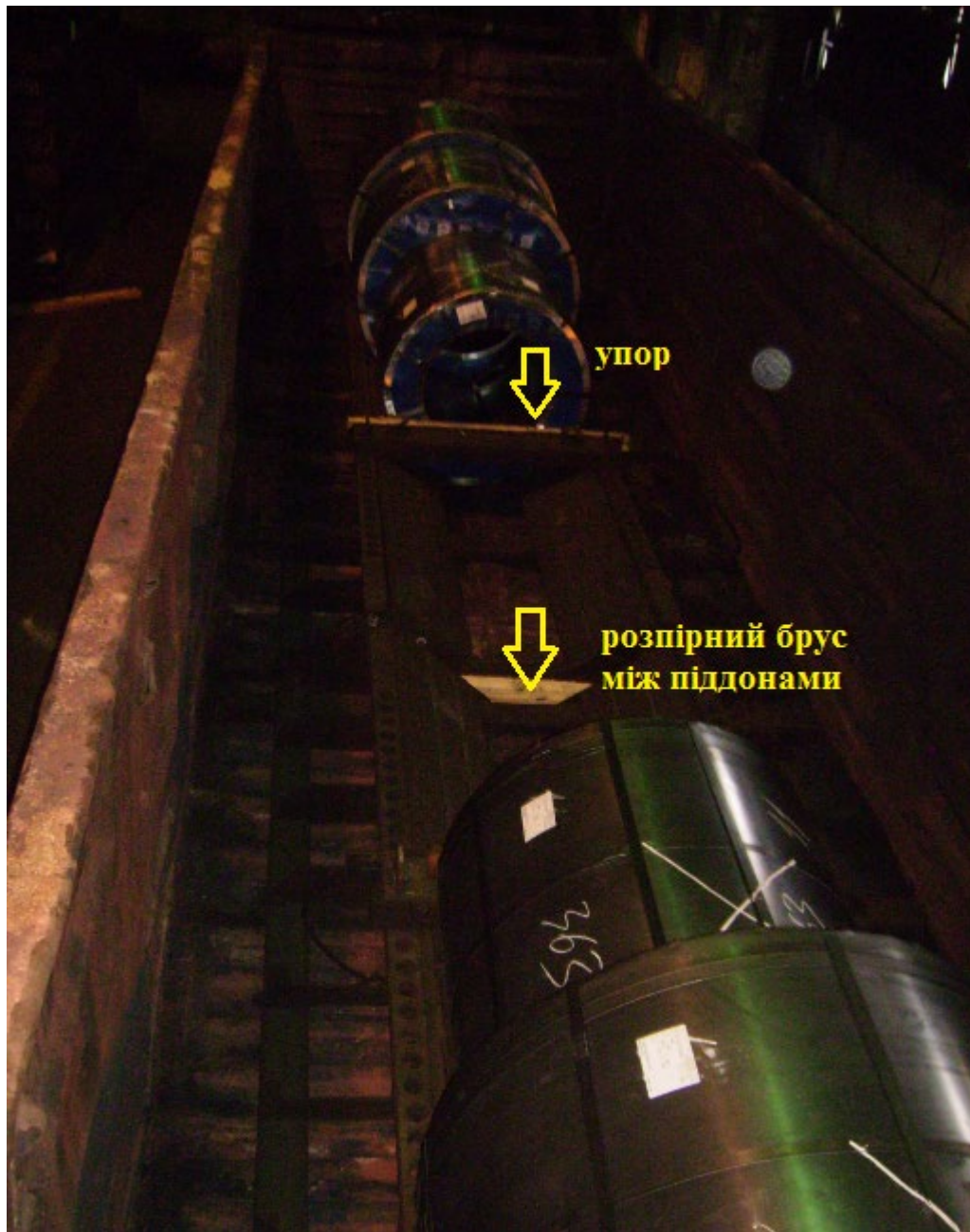


Рисунок 2.6 – Вагон, завантажений металопрокатом на металевих багатооборотних піддонах

Спочатку виконаємо розрахунок тривалості навантаження одного вагону.

У таблиці 2.2 наведено тривалість операцій по навантаженню.

Таблиця 2.2 – Тривалість операцій по навантаженню

№ операції	Назва операції	Тривалість, хв	Виконавець
1	Переміщення крану до піддону	1	Машиніст крану
2	Зачеплення піддону стропами	1	Стропальник
3	Переміщення піддону до вагону та його розміщення в ньому, відчеплення строп	3	Машиніст крану, стропальник
4	Операції 1-3	5	Машиніст крану, стропальник
5	Переміщення крану до трансферкарного візка або до місця розташування вантажу на ділянці складу	1	Машиніст крану
6	Захоплення рулону скобою та переміщення його до вагону і вивільнення	3	Машиніст крану

Кінець таблиці 2.2

№ операції	Назва операції	Тривалість, хв	Виконавець
7	Операції 5-6 повторюються ще 5 раз	20	Машиніст крану
8	Операції по закріпленню рулонів упорами, дерев'яними брусками тощо	5	Машиніст крану, стропальник
9	Контрольний огляд вагону, оформлення документації, додаткові операції	9	Відповідальний по транспорту цеху
	ЗАГАЛОМ	48	

Процедура заміни строп на скобу не враховується у розрахунках, оскільки на фронті навантаження працює два крани, тож є можливість оснащення одного з них стропами, а іншого – скобою. Крім того, можливе спочатку виконання процедур розміщення піддонів в усіх вагонах групи, яка навантажувється, а потім – замінити вантажозахоплюючий орган. Врахуємо цей час у додаткових операціях.

На рисунку 2.7 показано графік навантаження вагону.

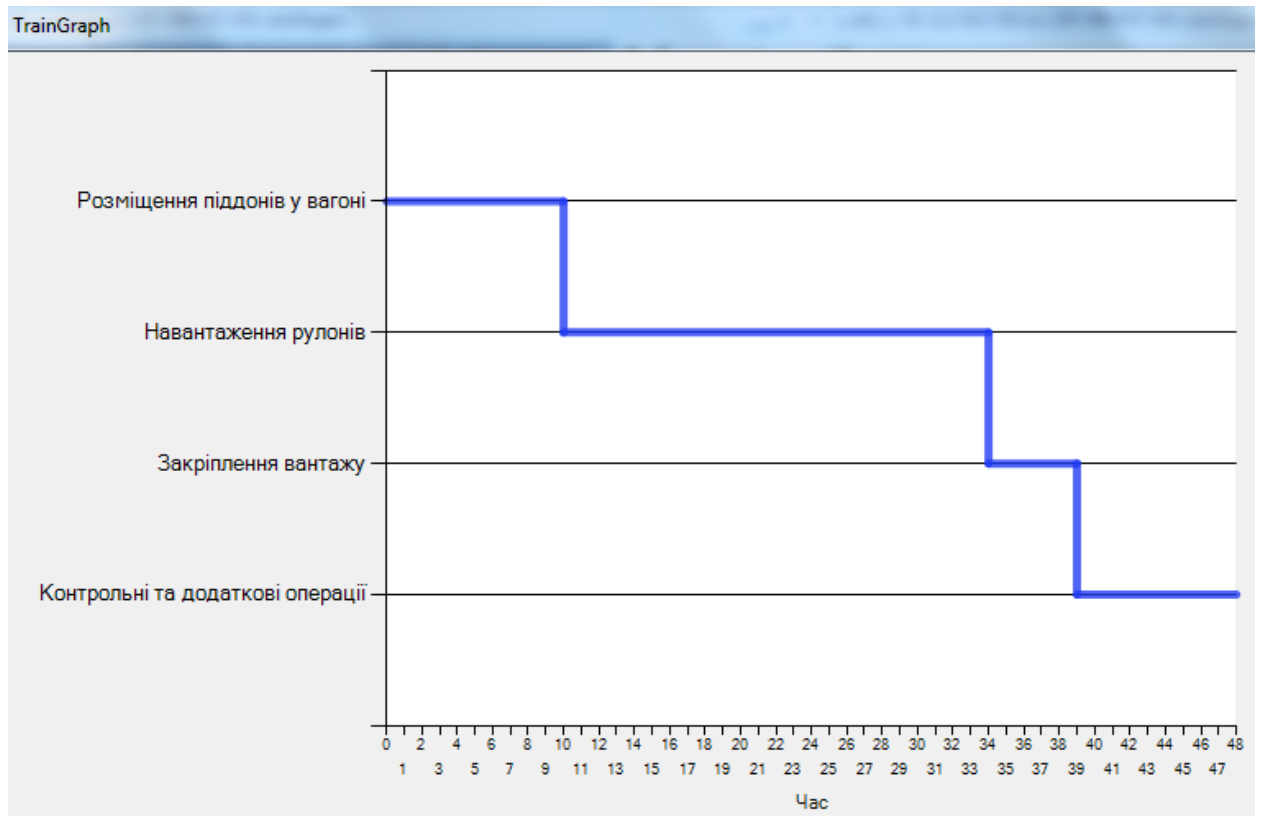


Рисунок 2.7 – Графік навантаження вагону, хв.

Час навантаження 17 вагонів, з урахуванням роботи двох кранів становитиме:

$$17 \cdot 48 / 2 = 408 \text{ хвилин} = 6,8 \text{ годин.}$$

При цьому, паралельно з навантаженням, виконується вивантаження чотирьох вагонів з піддонами. 34 піддони розміщуються у вагонах, зокрема 8 – залишаються безпосередньо у вагонах, в яких вони й прибули, 6 – вивантажуються у штабель на склад та будуть використані у подальшому для наступних подач вагонів в інші зміни.

Тож врахуємо додатковий час з вивантаження даних 6 піддонів (0,6 часу від тривалості вивантаження, розрахованої у попередньому підрозділі – $60 \cdot 0,6 = 36$ хвилин) за винятком економії часу за рахунок не вивантаження 8 піддонів ($60 \cdot 0,8 = 48$ хвилин). $408 + 36 - 48 = 396 \text{ хв.} = 6,6 \text{ год.}$

2.3 Розрахунок тривалості операцій при доставці вантажу на багатооборотних піддонах

Для визначення тривалості руху составів між пунктами навантаження/вивантаження скористаємось вибіркою даних підприємства.

У таблиці 2.3 наведено дані щодо тривалості руху составів.

№	Тривалість руху, діб	№	Тривалість руху, діб	№	Тривалість руху, діб
1	2,8	18	3,3	35	3,1
2	3,1	19	3,3	36	3,2
3	3,1	20	3,3	37	3,6
4	3,1	21	3,3	38	3,6
5	3,1	22	3,7	39	3,9
6	2,4	23	2,7	40	3,9
7	2,4	24	2,7	41	3,9
8	2,4	25	2,8	42	2,8
9	4	26	2,8	43	3,8
10	3,6	27	5,1	44	3,8
11	2,4	28	5,1	45	3,8
12	2,4	29	3,1	46	3
13	3,6	30	3,6	47	3
14	3	31	3,6	48	3
15	3,1	32	2,6	49	2,3
16	3,1	33	2,6	50	2,3
17	3,1	34	2,6	-	-

За допомогою програми Excel розрахуємо основні статистичні показники.

Середнє значення: 3,2 доби.

Стандартне відхилення: 0,62 доби.

Коефіцієнт варіації: $0,62 / 3,2 = 0,2$.

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

Розрахункова тривалість доставки при визначенні потрібної кількості піддонів з урахуванням нерівномірності:

$$3,2 \cdot 1,2 = 3,8 \text{ доби} = 91,2 \text{ години.}$$

Відповідно до норм часу на виконання транспортних і додаткових операцій згідно даних підприємства [5,6] та за даними додатку 4 [6] створюємо таблицю 2.4.

Розрахунок тривалості знаходження піддонів на підприємстві-відправникові виконуємо за традиційною сучасною методологією із використанням програми TrainGraph [8,9].

Таблиця 2.4 – Тривалість знаходження піддонів на підприємстві-відправникові

№ з/п	Операція	Кількість вагонів з піддонами	Кількість піддонів	Час виконання операції, хв.
1	Рух составу, у складі якого знаходяться вагони з піддонами, зі станції примикання	2	20	20

Продовження таблиці 2.4

№ з/п	Операція	Кількість вагонів з піддонами	Кількість піддонів	Час виконання операції, хв.
2	Операції з прибуття поїзду	2	20	40
3	Сортування вагонів по коліях приймальної станції Східна	2	20	120
4	Маневрова робота з подавання вагонів до цеху	2	20	30
5	Вивантаження вагонів з піддонами із паралельним навантаженням металопрокату на піддонах у вагони	17	34	396
6	Маневрова робота з прибирання вагонів з цеху	17	34	30
7	Простій вагонів під накопиченням повномірного складу на відправлення	17	34	240
8	Обробка складу перед відправленням	17	34	30

Кінець таблиці 2.4

№ з/п	Операція	Кількість вагонів з піддонами	Кількість піддонів	Час виконання операції, хв.
9	Рух до станції примикання	17	34	20
10	Загальний час			926

Нормативний термін знаходження вагонів з піддонами на коліях відправника металопрокату становить 926 хв, або 15,4 години, що показано на графіку – рисунок 2.8.

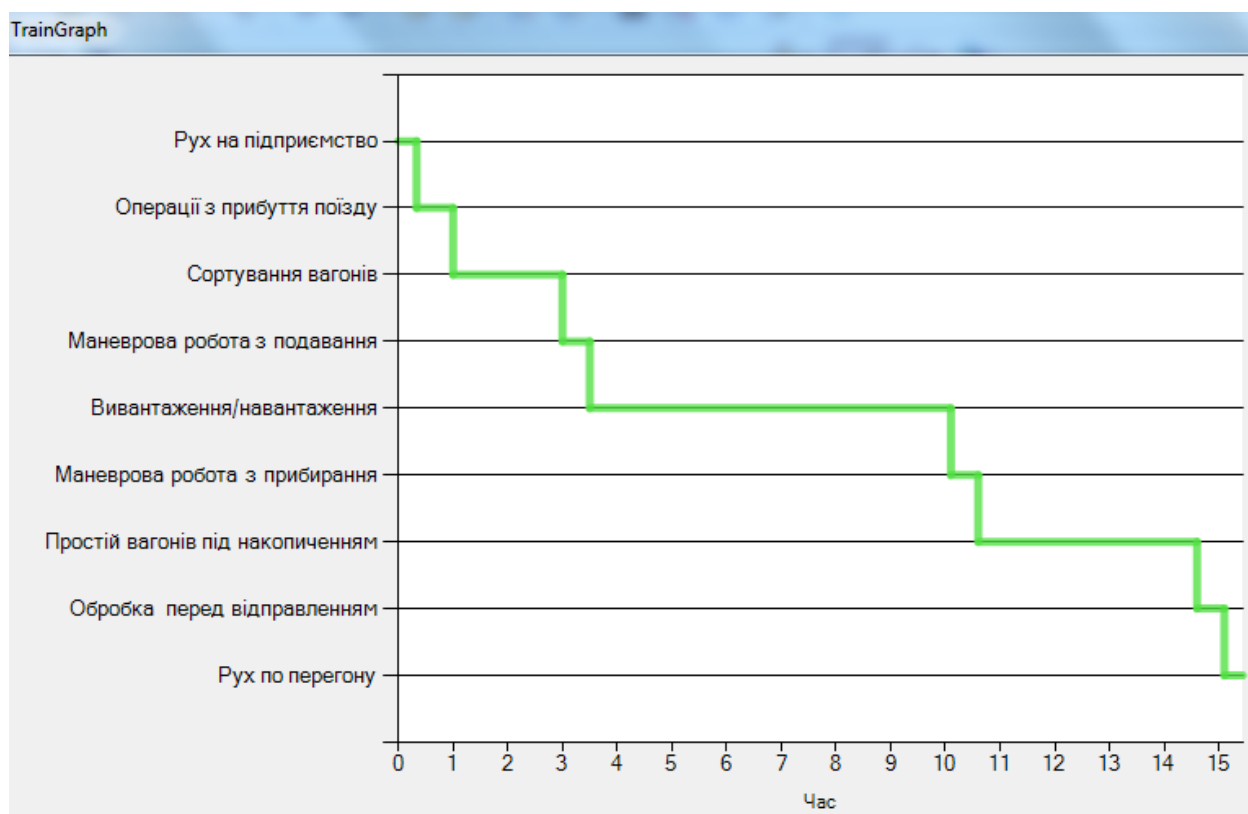


Рисунок 2.8 – Знаходження вагонів з піддонами на коліях відправника металопрокату, годин

За даними порту вивантаження, тривалість вивантаження металопрокату та піддонів, накопичення їх кількості до вагонної норми та відправлення становить 24 години.

У таблиці 2.5 наведено операції повного обороту вагонів з металопрокатом на піддонах та повернення останніх на підприємство.

Таблиця 2.5 - Операції повного обороту вагонів з металопрокатом на піддонах та повернення останніх на підприємство

№ з/п	Операція	Кількість вагонів з піддонами	Кількість піддонів	Час виконання операції, годин
1	Операції з обробки вагонів та виконання вантажних операцій на підприємстві-відправникові металопрокату	17	34	15,4
2	Рух магістральними коліями до споживача	17	34	91,2
3	Операції з обробки вагонів та виконання вантажних операцій на підприємстві-одержувачеві	17	34	24
4	Рух магістральними коліями до відправника металопрокату	17	34	91,2
5	Загальний час			221,8

На рисунку 2.9 показаний графік повного обороту вагонів з металопрокатом на піддонах та повернення останніх на підприємство.

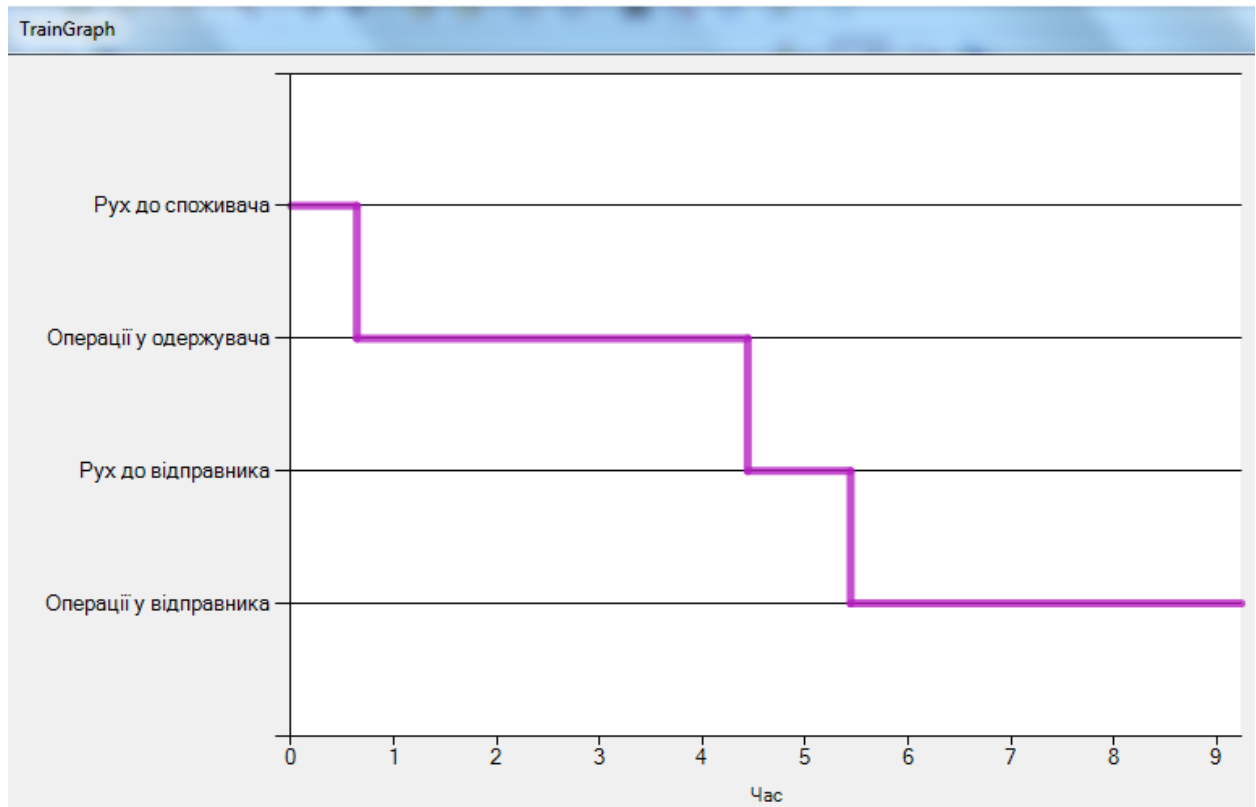


Рисунок 2.9 – Графік повного обороту вагонів з металопрокатом на піддонах та повернення останніх на підприємство, діб

За даним графіком, тривалість обороту піддонів складає 9,2 доби.

Визначимо кількість піддонів K_{Π} , потрібних для забезпечення заданого обсягу перевезень за формулою:

$$K_{\Pi} = K_{\text{вп}} \cdot T_{\text{обп}} \cdot K_{\text{зр}}, \quad (2.1)$$

де $K_{\text{вп}}$ – кількість вагонів з піддонами, які відправляються щодоби з підприємства-виробника металопрокату, од.;

$T_{\text{обп}}$ – середня тривалість обороту піддону, діб;

$\kappa_{зр}$ – коефіцієнт, що враховує знаходження піддонів у запасі та ремонті,
 $\kappa_{зр} = 1,15$.

Виконаємо розрахунки за (2.1):

$$K_{\Pi} = 51 \cdot 9,2 \cdot 1,15 = 540 \text{ одиниць.}$$

Розрахуємо технічні показники експлуатації піддонів та зведемо їх до таблиці 2.6.

Тривалість вантажних операцій на один піддон визначимо за формулою:

$$T_{\text{в}} = 2(T_{\text{вивант}} + T_{\text{навант}}), \quad (2.2)$$

де 2 – коефіцієнт, що враховує проведення вантажних операцій в одержувача та відправника;

$T_{\text{вивант}}$ – тривалість вивантаження піддону, хв.;

$T_{\text{навант}}$ – тривалість навантаження піддону, хв.

За отриманими даними розрахункового розділу згідно (2.2):

$$T_{\text{в}} = 2 (6 + 4) = 20 \text{ хв.}$$

Кількість вагонів з піддонами, які повертаються до відправника металопрокату залізницею щодоби, визначимо за формулою:

$$K_{\text{під}} = 2 K_{\text{вп}} / K_{\text{пваг}}, \quad (2.3)$$

де $K_{\text{пваг}}$ – кількість піддонів у вагоні, од.

Отримуємо за (2.3):

$$K_{\text{під}} = 2 \cdot 51 / 10 = 10,2 \text{ вагони з піддонами щодоби.}$$

Таблиця 2.6 – Технологічні показники експлуатації піддонів

№ з/п	Показник	Значення	Одиниця виміру
1	Розрахункова кількість піддонів для металопродукції в експлуатації	540	піддон
2	Кількість вагонів з піддонами, що надходять до підприємства-виробника щодоби	10,2	вагон
3	Вага піддонів у вагоні, що доставляються до цеха-навантажувача	26,13	тонн
4	Кількість піддонів, що надходять до підприємства-виробника щодоби	102	піддон
5	Вага піддонів, що доставляються до цеха-навантажувача щодоби	267	тонн
6	Тривалість роботи кранів на вантажних операціях з одним піддоном на оборот на маршруті між відправником-одержувачем	20	хвилин

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технічні річні показники використання піддонів для перевезення металопродукції

В розрахунковій частині отримані добові показники використання піддонів, на яких розміщується продукція металургійного підприємства – рулони прокату великої ваги.

В таблиці 3.1 наведено річні показники експлуатації піддонів.

Таблиця 3.1 – Річні показники експлуатації піддонів

№ з/п	Показник	Значення	Одиниця виміру
1	Розрахункова кількість піддонів для металопродукції в експлуатації	540	піддон
2	Кількість вагонів з піддонами, що надходять до підприємства-виробника	3723	вагон
3	Кількість піддонів, що надходять до підприємства-виробника	37230	піддон
4	Вага піддонів, що доставляються до цеха-навантажувача	97455	тонн
5	Тривалість роботи кранів на вантажних операціях	6205	годин

3.2 Економічні річні показники використання піддонів для перевезення металопродукції

Загальні витрати на експлуатацію піддонів визначаються виразом [10,11]:

$$C_{зп} = C_{рем} + C_{тар} + C_{перп} + C_{кран}, \quad (3.1)$$

де $C_{рем}$ – витрати на ремонт піддонів, грн;

$C_{тар}$ – витрати на тариф по поверненню піддонів, грн;

$C_{перп}$ – витрати на перевезення на коліях підприємства-виробника металопродукції, грн;

$C_{кран}$ – вартість роботи вантажних кранів, грн.

Витрати на ремонт піддонів встановлюємо за виразом:

$$C_{рем} = K_{пе} \cdot c_{рп}, \quad (3.2)$$

де $K_{пе}$ – кількість піддонів в експлуатації, од.;

$c_{рп}$ – середні витрати на ремонт одного піддона за даними підприємства на рік, грн.

Розрахуємо за (3.2):

$$C_{рем} = 540 \cdot 5123 = 2766420 \text{ грн.}$$

Витрати на тариф по поверненню піддонів встановлюємо за виразом:

$$C_{тар} = K_{вр} \cdot c_{тваг}, \quad (3.3)$$

де $K_{\text{вр}}$ – кількість вагонів, що надійшли за рік, од.;

$c_{\text{тваг}}$ – вартість тарифу за перевезення вагону з піддонами, грн.

Розрахуємо за (3.3):

$$C_{\text{тар}} = 3723 \cdot 32567 = 121246941 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення піддонів по коліях підприємства визначимо за виразом:

$$C_{\text{перп}} = K_{\text{тпід}} \cdot c_{\text{т}}, \quad (3.4)$$

де $K_{\text{тпід}}$ – обсяг перевезених піддонів, т;

$c_{\text{т}}$ – собівартість перевезень тони вантажу на підприємстві, грн.

Розрахуємо за (3.4):

$$C_{\text{перп}} = 97455 \cdot 27 = 2631285 \text{ грн.}$$

Вартість $C_{\text{кран}}$ вантажних робіт визначається наступним чином:

$$C_{\text{кран}} = T_{\text{кр}} \cdot c_{\text{кр}}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{кр}}$ – тривалість роботи кранів, год/рік;

$c_{\text{кцгп}}$ – собівартість роботи вантажопідйомного крана, грн/год.

Розрахуємо $C_{\text{кран}}$ за (3.5):

$$C_{\text{кран}} = 6205 \cdot 1130 = 7011650 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунок за (3.1):

$$C_{\text{зп}} = 2766420 + 121246941 + 2631285 + 7011650 = 133656296 \text{ грн.}$$

Кожен відправлений вагон з металопрокатом на піддонах зменшує витрати на пиломатеріали із розрахунку $1,2 \text{ м}^3$ на вагон, вартість $1 \text{ м}^3 - 7500$ грн.

Тож витрати на експлуатацію зменшуємо на

$$E = 51 \cdot 365 \cdot 7500 \cdot 1,2 = 167535000 \text{ грн на рік.}$$

Економія витрат від використання піддонів складає:

$$E_{\text{рік}} = E - C_{\text{зп}} = 167535000 - 133656296 = 33878704 \text{ грн/рік, або}$$

$$33878704 / 540 = 62738 \text{ грн/піддон в експлуатації.}$$

Результати економічних розрахунків наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Економічні показники експлуатації піддонів, на рік

№ з/п	Показник	Значення, грн
1	Витрати на ремонт піддонів	2766420
2	Витрати на залізничний тариф	121246941
3	Витрати на вантажоперевезення промисловим транспортом	2631285
4	Витрати на вантажопідйомні крани	7011650
5	Загальні витрати	133656296

Кінець таблиці 3.2

№ з/п	Показник	Значення, грн
6	Економія витрат за рахунок зменшення витрат пиломатеріалів	167535000
7	Економічний ефект на рік	33878704
8	Економічний ефект на 1 піддон на рік	62738

Таким чином, річний економічний ефект від використання піддонів становить понад 33 млн грн, ефективність використання одного піддону становить понад 62 тис. грн на рік.

ВИСНОВКИ

В роботі розглянуті питання організації перевезень металопрокату на металевих піддонах – багатооборотних засобах кріплення.

Виконано розрахунки часу виконання вантажних операцій на підприємстві-відправникові продукції, тривалості знаходження вагонів з піддонами на під'їзній колії, часу обороту вагонів з піддонами на маршруті перевезень по магістральних залізничних коліях.

Побудовані та проаналізовані технологічні графіки, визначені основні техніко-економічні показники.

Встановлено річний економічний ефект від використання піддонів за заданими обсягами перевезень – понад 33 млн грн, ефективність використання одного піддону становить понад 62 тис. грн/рік.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 20.05.2023).
2. Запоріжсталь – історія: Metal journal . URL: <https://www.metaljournal.com.ua/zpstal-history/> (дата звернення 20.05.2023).
3. Поздовжня порізка рулонної сталі: Стальсервіс. URL: <https://stalservis.ua/novyny/pozdovzhnia-porizka-rulonnoi-stali-u-chomu-perevahy-nashoho-obladnannia> (дата звернення 21.05.2023).
4. ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» : Офіційний сайт. URL: <https://www.kvsz.com/index.php/ua/produktsiya/vantazhne-vagonobuduvannya/napivvagoni/item/1938-napivvahon-mod-12-7039> (дата звернення 15.05.2023).
5. Технічно-розпорядчий акт станції Східна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 27с.
6. 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 Восточного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2018. – 57с.
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. 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, 2020. – 36 с.