

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 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА РІЧКОВОГО ТРАНСПОРТУ ПРИ ПЕРЕВАНТАЖЕННІ МЕТАЛОПРОКАТУ В ЗАПОРІЗЬКОМУ РІЧКОВОМУ ПОРТУ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи T-811сп_2

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

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

ШУРМИЛЬОВ М.О.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)
Керівник КУЗЬКІН О.Ф.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)
Рецензент АРТЮХ О.М.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ бакалавр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) «Організація перевезень і логістичне _____
управління на залізничному транспорті» _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

« 20 » травня 2024 року

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

ШУРМИЛЬОВА Микити Олександровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення технології взаємодії залізничного та річкового транспорту при перевантаженні металопрокату в Запорізькому річковому порту

керівник проєкту (роботи) д.т.н., проф., КУЗЬКІН Олексій Феліксович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» травня 2024 року №248

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2024 р.

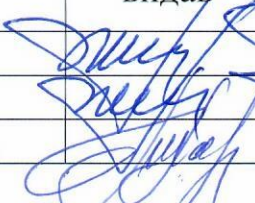
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючий технологічний процес перевантаження металопрокату в порту, існуючий вантажопотік перевезень, дані по споживачам, техніко-економічні показники існуючого технологічного процесу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Вибір та обґрунтування пропонуваної транспортно-технологічної схеми вантажопереробки металопрокату в порту, 2.2 Статистичний аналіз вантажопотоків металопрокату, 2.3 Технічне нормування операцій і робіт, 2.4 Розрахунок можливих обсягів перевантаження за варіантом «вагон – судно», 2.5 Розробка графіків обробки вагонів і суден у порту, 3. Економічна частина.

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання завдання
1	КУЗЬКІН О.Ф., професор		
2	КУЗЬКІН О.Ф., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		

7. Дата видачі завдання «20» травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 20.06.	

Студент(ка)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)


(підпис)

Микита ШУРМИЛЬОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Олексій КУЗЬКІН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 67 с., 18 табл., 12 рис., 11 джерел.

ГРАФІК ОБРОБКИ СУДНА, ЗАХВАТ-СКОБА, КАНТУВАННЯ,
КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ, ПОРТ, ПОРТАЛЬНИЙ КРАН

Об'єкт дослідження – перший вантажний район Запорізького річкового порту, а саме процес вантажопереробки металопрокату виробництва ПАТ «Запоріжсталь» на шостому причалі порту.

Мета дослідження – аналіз існуючої транспортно-технологічної схеми вантажопереробки металопрокату у порту та її удосконалення шляхом застосування високопродуктивних вантажозахватних пристроїв для рулонів металопрокату.

Методи дослідження – аналітичні, графічні, використано методи математичної статистики та розрахунки на ЕОМ.

В дипломному проекті розглянуті питання удосконалення транспортно-технологічного процесу вантажопереробки металопрокату ПАТ «Запоріжсталь» на шостому причалі першого вантажного району Запорізького річкового порту. Запропоновано використання на навантажувально-розвантажувальних роботах автоматичного захвата-кантувача, який дозволяє виключити операцію кантування рулонів гарячекатаної смугової сталі, яка надходить до порту у залізничних вагонах у положенні «на торець». Пронормовані елементи транспортно-технологічного процесу вантажопереробки, розроблені графіки обробки вагонів і суден у порту. Річна економія експлуатаційних витрат від запропонованих проектних рішень складає 361 333 гривень,

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу.....	2
Реферат	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Стисла характеристика Запорізького річкового порту АСК «Укррічфлот» та його генерального плану	8
1.2 Характеристика та спеціалізація причальних ліній та вантажних фронтів першого вантажного району порту.....	11
1.3 Характеристика листового металопрокату, умови його перевезення і зберігання	14
1.4 Транспортно-технологічний процес вантажопереробки металопрокату в Запорізькому річковому порту.....	17
1.4.1 Вагонна операція.....	18
1.4.2 Операція кантування гарячекатаних рулонів.....	20
1.4.3 Складська операція	22
1.4.4 Суднова операція.....	25
1.5 Недоліки існуючого становища та постановка задач в дипломній роботі	27
2 Основна частина.....	29
2.1 Вибір та обґрунтування пропонованої транспортно-технологічної схеми вантажопереробки металопрокату в порту	29
2.2 Статистичний аналіз вантажопотоків металопрокату.....	32
2.2.1 Аналіз надходження металопрокату до річкового порту залізничним транспортом	32
2.2.2 Аналіз тривалості вантажної обробки та обороту суден	37
2.3 Технічне нормування операцій і робіт.....	39

2.3.1 Перевантаження рулонного металопрокату та у металопрокату па- чках за варіантом «вагон – судно»	39
2.3.2 Перевантаження рулонного металопрокату та у металопрокату па- чках за варіантом «вагон – склад»	43
2.3.3 Перевантаження рулонного металопрокату та у металопрокату па- чках за варіантом «склад – судно»	45
2.3.4 Кріплення рулонів у трюмі судна.....	48
2.4 Розрахунок можливих обсягів перевантаження за варіантом «вагон – судно»	48
2.5 Розробка графіків обробки вагонів і суден у порту.....	52
3 Економічна частина	57
3.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень	57
3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат.....	57
Висновки	65
Перелік джерел посилання	66

ВСТУП

Рівень організації і механізації навантажувально-розвантажувальних робіт на різних видах транспорту є визначальним у трудомісткості, а відповідно, і собівартості всього транспортного процесу доставки будь-якого вантажу. Особливо це стосується пунктів взаємодії різних видів транспорту, де належний рівень організації перевантажувальних робіт дозволяє знизити простої транспортних засобів взаємодіючих видів транспорту, зменшити собівартість транспортних послуг.

У даній дипломній роботі розглядаються питання організації перевантажувальних робіт з залізничного транспорту на автомобільний у Запорізькому річковому порту, а саме на шостому причалі першого вантажного району порту. Вантаж – гарячекатана і холоднокатана сталь у рулонах і пачках, надходить до порту у піввагонах, після чого перевантажується на судна класу «річка-море».

Переробка штучних вантажів великої маси потребує використання ефективних вантажозахватних пристроїв, які забезпечують високу продуктивність вантажних робіт з мінімальним залученням ручної праці. Принципово, всі роботи у порту є механізованими. Однак, частина металопрокату надходить до порту у рулонах у положенні «на торець». Оскільки технічними умовами навантаження рулонів металопрокату до судна передбачено їх навантаження у положенні «на твірну», на причалі виникає додаткова технологічна операція з кантування рулонів.

Запропоновані у дипломній роботі проектні рішення передбачають використання на перевантажувальних роботах спеціалізованого захвату-кантувача для усунення операції кантування, зниження трудомісткості виконання вантажних операцій з рулонами металопрокату, знизити собівартість виконання перевантажувальних робіт на причалі у порту. Доцільність запропонованих рішень буде обґрунтована проведенням відповідних економічних розрахунків.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Стисла характеристика Запорізького річкового порту АСК «Укррічфлот» та його генерального плану

Запорізький річковий порт збудований у 1934 році та призначений для задовольняння вимог у транспортних послугах південно-східного регіону України та міста Запоріжжя. На сьогодні це найкрупніший механізований порт на Дніпрі.

Запорізький річковий порт — сучасне високомеханізоване підприємство річкового транспорту. Порт забезпечує переробку не тільки річкових суден, але й суден змішаного «ріка-море» плавання. Такі судна виконують прямі перевезення експортно-імпортних вантажів у країни Чорного, Азовського, Середземного морів та придунайські країни без перевалки у гирлових портах. Порт відкритий для заходу суден дедвейтом до 5000 *т*, довжиною до 180 *м* та осадкою до 4,0 *м*. Тривалість навігації складає 312 діб на рік (березень — листопад) [1].

Метою діяльності порту є переробка вантажів, перевезення вантажів та пасажирів, ефективне використання вантажного флоту, навантажувально-розвантажувальних машин та механізмів, складів, будівель, споруд та іншого майна підприємства.

Предметом діяльності порту є:

- а) виконання вантажних робіт на вантажних районах порту, пристанях, причалах клієнтури;
- б) організація та виконання внутрішніх та міжнародних перевезень пасажирів та вантажів;
- в) організація та виконання вантажної та комерційної роботи, надання експедиційних послуг;
- г) обслуговування флоту України та інших країн;
- д) ремонт флоту, перевантажувального обладнання та портових споруд;

е) здійснення заходів щодо покращення навколишнього середовища, очищення від забруднення акваторії порту та Дніпра;

ж) зовнішньоекономічна діяльність;

з) інші види діяльності, що не суперечать законодавству України.

Загальні послуги порту згідно «Зведення звичаїв» Запорізького річкового порту складаються з таких:

а) приймання суден у порт під обробку, стоянку та інші операції здійснюються тільки з попередньої згоди, після підтвердження порту про прийом, або на підставі договорів (угод);

б) порт у межах відведеної йому території та акваторії виконує на підставі договорів (угод) обов'язкові роботи та послуги, що включають:

- навантаження, розвантаження суден, сепарацію, кріплення-розкріплення вантажів, сухе зачищення трюмів після розвантаження судна;

- транспортно-експедиторське обслуговування, складські операції з вантажами;

- перевалку вантажів на водний транспорт з інших видів транспорту та навпаки;

- у причалів та на рейді зняття фекальних вод та сухого сміття;

- надання рейдових буксирів для виконання швартових операцій;

- виконання бункеровки водою.

Порт оформлює вантажні документи на навантажений (розвантажений) вантаж.

Причальні лінії та причали порту розташовані на берегах Запорізького та Каховського водосховищ, розділених греблею Дніпровської ГЕС імені Леніна. Відстань по фарватеру Дніпра між найбільш північним та найбільш південним зупиночним пунктами, що приписані до порту, складає 136 км. Загальна площа підприємства складає 38,22 Га. Потужності порту дозволяють переробляти понад 3 млн. тонн вантажів на рік.

Вантажні причали порту спеціалізовані за родами вантажів, що переробляються. Приписні судна спеціалізовані за родом виконуваної роботи

(транспортні перевезення вантажів та пасажирів, буксирні, рейдові, маневрові роботи, роботи з комплексного обслуговування флоту) та виду вантажів, що перевозяться. Перевантажувальна техніка спеціалізована за виконуваними операціями та перероблюваними вантажами.

Порт знаходиться у центральній частині міста Запоріжжя, на лівому березі Дніпра. Структурно порт складається з трьох крупних підрозділів:

а) перший вантажний район. Розташований у верхньому б'єфі греблі на лівому березі Запорізького водосховища. Територія району складає 242 тис. м². Загальна довжина берегової смуги 2694 п. м., у тому числі механізованої 1730 п. м. Район оснащений 26 порталними кранами загальною вантажопідйомністю 279 т. Район спеціалізується на переробці вантажів, що слідує у змішаному залізнично-водному сполученні та прямому водному сполученні. Район відправляє на воду експортний металобрухт, вугілля, кокс, мінерально-будівельні матеріали, метал. Район приймає з води на залізницю хромову руду, бокситову та марганцеву руду, імпортоване обладнання та інші вантажі. Район обслуговується припортовою станцією Порт Велике Запоріжжя;

б) другий вантажний район з вантажним причалом Дніпрорудний. Розташований на лівому березі річкової частини Каховського водосховища. Площа території 40 тис. м². Довжина берегової смуги 2700 п. м., у тому числі механізованої — 459 п. м. Причали оснащені 7 порталними кранами загальною вантажопідйомністю 51 т (у тому числі один порталний кран вантажопідйомністю 5 т на причалі Дніпрорудний). Район спеціалізується на переробці мінерально-будівельних матеріалів, залізобетонних виробів, різних вантажів і металу. Район обслуговується станцією Запоріжжя-1 (під'їзна колія Пристань). Причал Дніпрорудний може приймати судна з максимальною осадкою 1,5 м, має довжину причальної набережної 120 м, не має залізничних під'їзних колій. Спеціалізується на перевантаженні мінерально-будівельних матеріалів місцевого значення;

в) порт Нікополь має два причали з глибиною акваторії біля них 4,0 м. Загальна площа території порту 3,04 Га, площа відкритих складів 3000 м². Порт

спеціалізується на переробці піску, відсіву, щебеню. Існує можливість прийняття сипких вантажів у біг-бегах. Порт оснащений двома порталними кранами вантажопідйомністю 5 т.

Порт має склади закритого зберігання вантажів загальною площею 3000 м² та склади та майданчики відкритого зберігання вантажів загальною площею 73000 м². Запорізький річковий порт має 21 пасажирський причал: загальною протяжністю 862 п. м. залізобетонні причали та 140 п. м. (природний берег).

Нормальним робочим часом у порту є час з 8–00 до 17–00 крім неділі, неробочих та святкових днів. Порт здійснює навантажувально-розвантажувальні роботи цілодобово.

Всі послуги, що надаються портом, є платними та виконуються за ставками зборів та плат, встановлених у відповідності до діючого законодавства.

1.2 Характеристика та спеціалізація причальних ліній та вантажних фронтів першого вантажного району порту

Будь-яке з суден повинно швартуватися для вантажних операцій у місці, що вказане адміністрацією, причому обов'язки про надання необхідного для вантажних операцій причалу покладається на фрахтувальника (вантажовідправника та вантажоодержувача).

Перша причальна лінія (30 колія станції Порт Велике Запоріжжя) має довжину 215 метрів та спеціалізується на переробці металобрухту, феросплавів та чавуну. Для переробки використовується 5 порталних кранів вантажопідйомністю 10 та 20 тонн. Фронт постановки вагонів на причалі 20 одиниць. Одночасний фронт постановки: металобрухт — 14 вагонів, феросплави — 4 вагони, чавун — 2 вагони. Причальна лінія має склад відкритого зберігання.

Причал №2 не механізований, вантажні операції на ньому не проводяться, довжина причалу складає 72 метри.

Причал №3 (28–29 колії станції Порт Велике Запоріжжя) має довжину 415 метрів та спеціалізується на бокситах до 3-х сортів та металопрокаті. На

переробці вантажів використовуються 6 порталних кранів вантажопідйомністю 10 та 20 тонн (4 крани для бокситів, 1 для металопрокату). Один з кранів постійно знаходиться на профілактиці. Фронт постановки вагонів по причалу — 38 вагонів (по двом коліям). Одночасна постановка по кожній колії $9 + 5 + 5 = 19$ вагонів. Причальна лінія має склад відкритого зберігання.

Причал №4 (14 колія станції Порт Велике Запоріжжя) має довжину 260 метрів та спеціалізується на переробці металобрухту, вугілля та навальних вантажів. Для переробки вантажів використовуються 4 порталні крани вантажопідйомністю 10 тонн. Фронт постановки вагонів по причалу — 22 вагони (металобрухт 12 вагонів, вугілля 6 вагонів, навальні вантажі 4 вагони).

Причал №5 має довжину 180 метрів та спеціалізується на переробці алюмінію. Має під'їзні шляхи для автомобільного транспорту.

Шоста причальна лінія (35–36 колія станції Порт Велике Запоріжжя) має довжину 420 метрів та спеціалізується на переробці глини, металопрокату, хромітової руди, магнезиту та різних вантажів. Для переробки використовуються 4 порталні крани вантажопідйомністю 10 та 16 тонн. Фронт постановки — 22 вагони (глина 6 вагонів, метал 7 вагонів, хромітова руда 3 вагони, різні вантажі 3 вагони). Причальна лінія має склад відкритого зберігання вантажів. У тилу причалу є склад закритого зберігання вантажів, що примикає до залізничної колії №34.

Сьома причальна лінія (38 колія) довжиною 206 метрів спеціалізується на переробці металобрухту та різних вантажів. Для переробки вантажів використовуються 3 порталні крани вантажопідйомністю 10 тонн. Фронт постановки — 16 вагонів (металобрухт 9 вагонів, чавун 3 вагони). Причальна лінія має склад відкритого зберігання вантажів.

Для зважування залізничних вагонів на 26 колії станції Порт Велике Запоріжжя встановлені 150-и тонні ваги, що належать Укрзалізниці.

Одночасна кількість суден під обробкою ДП «Запорізький річковий порт» АСК «Укррічфлот» на 1-му вантажному районі порту складає:

а) причал №1 – 2 теплоходи, у тому числі 1 судно з металобрухтом та 1 судно з металобрухтом, магнезитом, бокситом чи нафто коксом;

б) причал №3 – 3 теплоходи, у тому числі 2 теплоходи з бокситами різних сортів, 1 судно з металопрокатом;

в) причал №4 – 2 теплоходи, у тому числі один з металобрухтом, один – з вугіллям;

г) причал №5 – 1 теплохід з алюмінієм;

д) причал №6 – 2 теплоходи, у тому числі 1 судно з металопрокатом, 1 судно з глиною, вугіллям чи нафтококсом;

б) причал №7 – 1 теплохід з металобрухтом.

У таблиці 1.1 наведені добові норми навантаження-розвантаження вантажів по родах вантажів і варіантам вантажних робіт у порту.

Таблиця 1.1 – Добові норми навантаження-розвантаження флоту

Найменування вантажу	Тип і вантажність кранів, т	Існуюча норма, т/добу
Навантаження		
1. Боксити	КП–10	3300
2. Магнезит	КП–10,16	3000
3. Хромова руда	КП–10,16	2200
4. Окатиші	КП–10	3300
5. Металобрухт	КП–10	1000
6. Металобрухт	КП–5	700
7. Пісок річковий	КП–10	2000
8. Доломіт		1100
9. Феросплави	КП–10	2050
10. Нафтококс	КП–10	2300
Розвантаження		
11. Металобрухт	КП–10	950
12. Металобрухт	КП–5	700

Кінець таблиці 1.1.

Найменування вантажу	Тип і вантажність кранів, т	Існуюча норма, т/добу
13. Глина, каолін	КП–10	3000
14. Феросплави	КП–10	2050
15. Чавун	КП–10	2200
16. Алюміній	КП–10	600
17. Металопрокат	КП–10, 16	1150
18. Вугілля	КП–10	3400
19. Кокс, коксовий дріб'язок, горіх	КП–10	3300
20. Окатиші	КП–10	3300
21. Контейнери брутто 20, 40 т.	КП–10, 32	60 одиниць
22. Силікат натрію	КП–10	900
23. Пісок річковий	КП–10	3300

1.3 Характеристика листового металопрокату, умови його перевезення і зберігання

Публічне акціонерне товариство «Запоріжсталь» виробляє експортний гарячекатаний та холоднокатаний листовий металопрокат у пачках та рулонах, що поставляється залізнично-водним або автомобільно-водним транспортом таких видів [2].

Пакети гарячекатаних листів з вуглецевих та низьколегованих марок сталей без металевих упакувань, ув'язаних пакувальними стрічками з підкладками-козирками виробництва цеху холодної прокатки – 3 (ЦХП–3) та цеху гарячої прокатки тонкого листа (ЦГПТЛ) (рис. 1.1, а). Маса пакетів складає від 4,5 до 16 т, ширина листів дорівнює 900–1500 мм, довжина листів 2000–5850

мм, товщина листів 1,9–8 мм. Для пакетів довжиною понад 4000 мм кількість стрічок складає 3×5 штук.

Пакети гарячекатаних травлених і холоднокатаних листів, упакованих на дерев'яних піддонах у металеве пакування (рис. 1.1, б). Товщина гарячекатаних травлених листів 2,0–3,9 мм, товщина холоднокатаних листів 0,5–2,0 мм. Пакети формуються на піддонах розмірами 1000×2000 мм або 1250×2500 мм. Можливі проміжні розміри пакетів: 1200×2400 мм, 1280×2500 мм та ін. Маса пакетів складає 5,5–6,5 т.

Рулони гарячекатаної смужної сталі, ув'язані пакувальними стрічками (рис. 1.1, в) виробництва ЦГПТЛ та ЦХП–1. Маса рулонів складає 4,6–8,2 т та 8–16 т, ширина смуги дорівнює 1000–1500 мм, товщина смуги 2–8 мм.

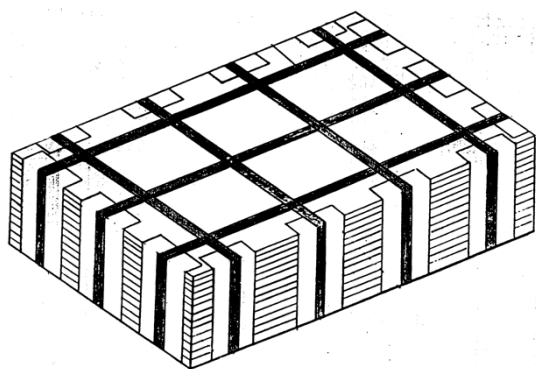
Рулони смуги гарячекатаної різаної, ув'язані пакувальною стрічкою (рис. 1.1, г) виробництва ЦГПТЛ. Маса рулонів 2,8–7,4 т, ширина рулону 400–1490 мм, товщина смуги 2–8 мм.

Пакети рулонів гарячекатаної стрічки, скріплені між собою та закріплені на дерев'яних піддонах пакувальними стрічками (рис. 1.1, д) виробництва ЦГПТЛ. Маса пакета становить 4,6–8 т, ширина стрічки 30–750 мм, товщина смуги 2–8 мм.

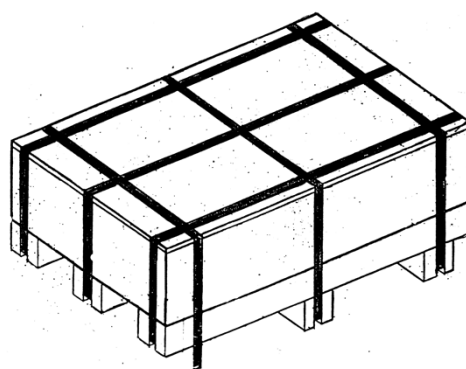
Рулони холоднокатані у металевому пакуванні, закріплені пакувальними стрічками на дерев'яних піддонах (рис. 1.1, е) масою 2–16 т, шириною стрічки 800–1500 мм, товщиною смуги 0,5–2,0 мм. Ширина піддонів 1250–1350 мм, довжина піддонів 1350–1500 мм.

Пакети рулонів холоднокатаної стрічки у металевому пакуванні, закріплені на дерев'яних піддонах пакувальними стрічками по типу холоднокатаних рулонів виробництва ЦХП–1 (рис. 1.1, е). Маса пакетів 2–6,5 т, ширина стрічки 40–500 мм, товщина стрічки 0,25–1,5 мм. Довжина пакета до 1000 мм. Піддони габаритними розмірами 1250×1350 мм.

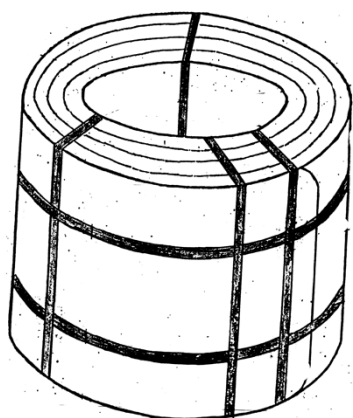
Рулони металопласту та металопрокату з покриттям у металевому пакуванні, закріплені на дерев'яних піддонах ПГ2–14 по ТУ 14-18-179-98 пакувальними стрічками по типу холоднокатаних рулонів виробництва ЦХП–1 (рис. 1.1, е). Маса рулону 5,5 т, діаметр рулону 1200 мм, ширина смуги до 1000 мм, товщина — 0,25–1,0 мм, габаритні розміри піддону 1250×1350 мм.



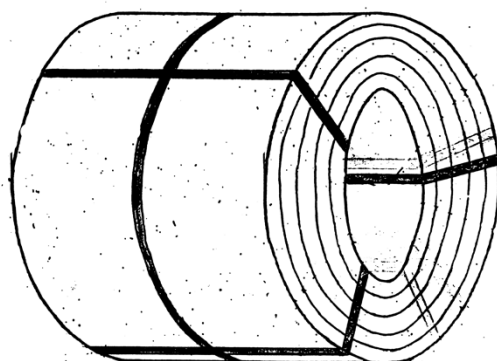
а)



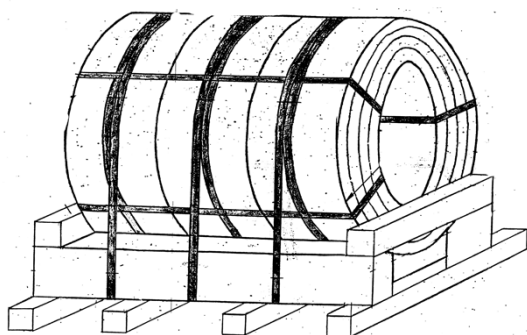
б)



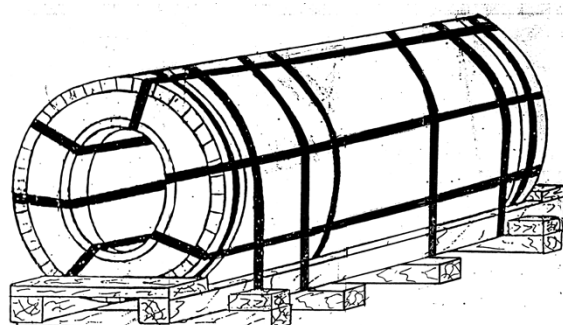
в)



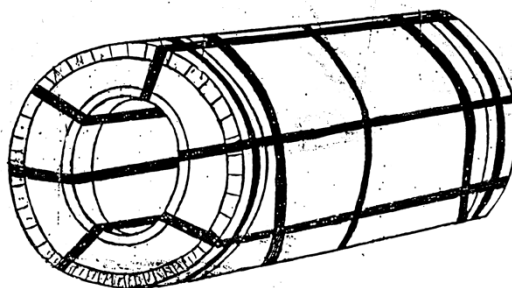
г)



д)



е)



ж)

Рисунок 1.1 — Види рулонів і пакетів металевого листового прокату

Рулони холоднокатані у металевому пакуванні (рис. 1.1, ж) масою 2–16 т, шириною 400–1500 мм, товщиною смуги 0,25–2,0 мм.

На пакети і рулони наклеюють маркувальні ярлики розміром 127×203 мм. Ярлики наклеюють на торці пакетів листів (два ярлики на пакет), на протилежні боки рулонів чи пакетів рулонів (два ярлики на рулон чи пакет рулонів).

Перевезення рулонів і пакетів у порт здійснюється залізничним транспортом у піввагонах або автомобільним транспортом на вантажних платформах автомобілів.

Перевезення гарячекатаних рулонів здійснюється у вертикальному положенні у піввагонах на штирових металевих піддонах власною вагою 1300 кг. На піддонах розміщуються від 4 до 14 рулонів. Кількість рулонів у піввагоні залежить від одиничної маси рулону і вантажопідйомності вагона.

Перевезення рулонів на автомобільному транспорті здійснюється на піддонах, аналогічних тим, які використовуються для перевезення залізницею. На кожен автомобіль, як правило, встановлюється один піддон.

1.4 Транспортно-технологічний процес вантажопереробки металопрокату в Запорізькому річковому порту

Виконання перевантажувальних робіт з металопрокатом у порту здійснюється згідно робочої технологічної карти №96. Клас вантажу за ЄКНВіВ – ММ–РН, Т–5, Т–10, обв’язування стрічкове. Питомий навантажувальний об’єм до 0,99 м³/т, маса одного вантажного місця від 5 до 14,5 т.

Навантаження виконується у річкові судна з типом трюму 1: теплоходи «Олексій Федоров» вантажопідйомністю 5000 т, «Олтениця» вантажопідйомністю 5000 т, «Орель–5» вантажопідйомністю 3000 т, «Володимир Шарков» вантажопідйомністю 5000 т, «Афанасій Матюшенко» вантажопідйомністю 3000 т, «Механік Черевко» вантажопідйомністю 3200 т.

Для перевантаження використовуються порталні крани шостого причалу №156 та №171 вантажопідйомністю 16 т і вильотом стріли 30 м, обладнані такими вантажозахватними пристроями: типу КЗРС-16, КЗРС-8 «Скоба», кліщами автоматичними для перенесення рулонів одно- та двох рулонні вантажопідйомністю 15 т, кантувач для рулонів сталі вантажопідйомністю 16 т та строп сталевий вантажопідйомністю 6 т.

Для кріплення рулонів металу у судні використовуються дерев'яні бруси перерізом 100×100 мм, дошки товщиною 40-50 мм шириною 150-200 мм, клини 100×100 довжиною 350 мм з кутом 30° та обв'язувальна стрічка зі стрічковим пристроєм та замками.

1.4.1 Вагонна операція

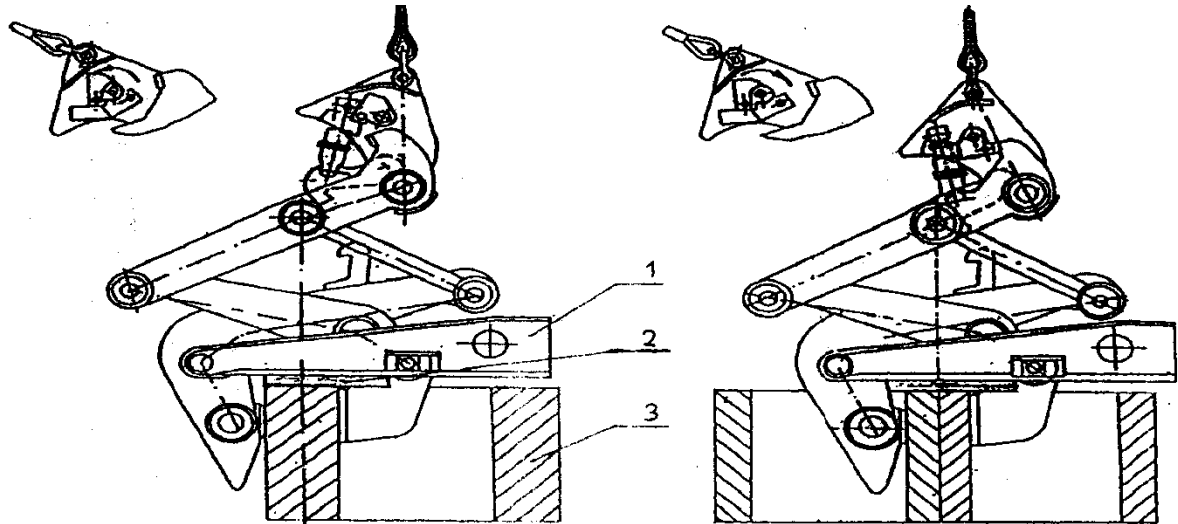
Для розвантаження холоднокатаних рулонів з вагонів або автомобілів, що знаходяться у положенні «на твірну», упакованих на дерев'яних піддонах виділяється ланка докерів-механізаторів з чотирьох чоловік: два на складі, один у вагоні чи автомобілі, один на крані. Більш досвідчений докер, який працює на складі, призначається сигнальником. Докер-механізатор по приставній драбині піднімається до піввагону чи платформи автомобіля. Тримавшись однією рукою за борт піввагону, від другого докера-механізатора приймає приставну драбину довжиною 2 метри, встановлює її і спускається нею до піввагону. Вивантаження рулонів з піввагонів чи автомобілів виконується вантажозахватним пристроєм КЗРС-16 (захватом-скобою), підвішеного на гак порталного крану. Захват рулонів у піввагоні виконується без розгойдування вантажозахватного пристрою плавно, без ударів, для запобігання пошкодження кромки та послаблення обв'язування рулонів та пакування. Кранівник подає захват-скобу у піввагон. Докер-механізатор, який працює у піввагоні, у цей час повинен знаходитись на безпечній відстані (не менш ніж 5 м від вантажу та захвату) у боці, протилежному руху вантажу (захвату).

Кранівник підводить захват-скобу до рулону та робить повну зупинку. Після чого докер-механізатор, який знаходиться у піввагоні, підходить до захвату-скоби, спрямовує несучу частину захвату до центру внутрішнього діаметру рулону і відходить на безпечну відстань. У випадку неможливості піднімання першого рулону заватом-скобою «на твірній», захват виконується стропом. Докер-кранівник, припіднявши підйом у піввагоні на висоту не більше 0,3 м та упевнившись у правильності стропування, транспортує рулон на склад.

Після вивантаження холоднокатаних рулонів з піввагону чи автомобіля, докери-механізатори за допомогою приставних драбин піднімаються до піввагона чи автомобіля та розбирають кріплення рулонів, укладають їх до стопи, заводять строп на удав, підвішують на кранову підвіску портального крана і по драбині залишають автомобіль чи піввагон. Кранівник піднімає вантаж і пересвідчившись у правильності стропування, переміщує його у встановлене місце.

Для вивантаження гарячекатаних рулонів, які знаходяться на металевих піддонах у положенні «на торець», виділяється ланка докерів-механізаторів з трьох чоловік. Два працюють на складі, один – на крані. Більш досвідчений докер-механізатор призначається сигнальником. Вивантаження рулонів з автомобілів і вагонів виконується за допомогою автоматичного кліщового захвату вантажопідйомністю 15 т для одного рулону та вантажопідйомністю 15 т для двох рулонів. Який саме захват буде використаний визначає виконувач робіт. Якщо вага місць у вагоні чи автомобілі до 7 т, то застосовується АКЗ-15 для двох рулонів, а якщо маса місця від 7 до 14,5 т, то слід використовувати АКЗ-15 для двох рулонів. АКЗ-15 однорулонний та двох рулонний підвішуються за гак портального крану (рисунки 1.2). Далі кранівник підносить АКЗ-15 над піввагоном і повільно опускає захват у рулон, поки не спрацює автоматичний захват рулону. Після цього кранівник піднімає підйом на висоту 0,3 м та упевнившись у надійному захваті вантажу, виносить підйом на склад. Вивантаження піввагонів і автомобілів виконується тільки кранівником, без участі стропальника у вагоні. Після вивантаження гарячекатаних рулонів на

торець, стропальник чотригільковим стропом з гаками застроплює багатооборотний піддон за спеціальні місця стропування, залишає піввагон і подає команду кранівнику переносити багатооборотний піддон на склад



1 – захват; 2 – планка захисна; 3 – рулон

Рисунок 1.2 – Кліщовий автоматичний захват

1.4.2 Операція кантування гарячекатаних рулонів

Кантувач встановлюється у зоні дії двох порталних кранів на вільному бетонованому майданчику. Для кантування використовується порталний кран, працюючий на кліщовому захваті, обладнаному «монтажною скобою з гаком» (рисунок 1.3).

Піднімання гарячекатаного рулону з піввагону чи автомобіля першим краном, що працює на кліщовому захваті, та встановлення вантажу «на торець» на кантувач виконується за командою сигнальника, що знаходиться у безпечному місці, без участі стропальника. Після встановлення гарячекатаного рулону на торець на кантувач, кранівник першого крану виводить захват-кліщі у бік вагону (автомобіля) або складу.

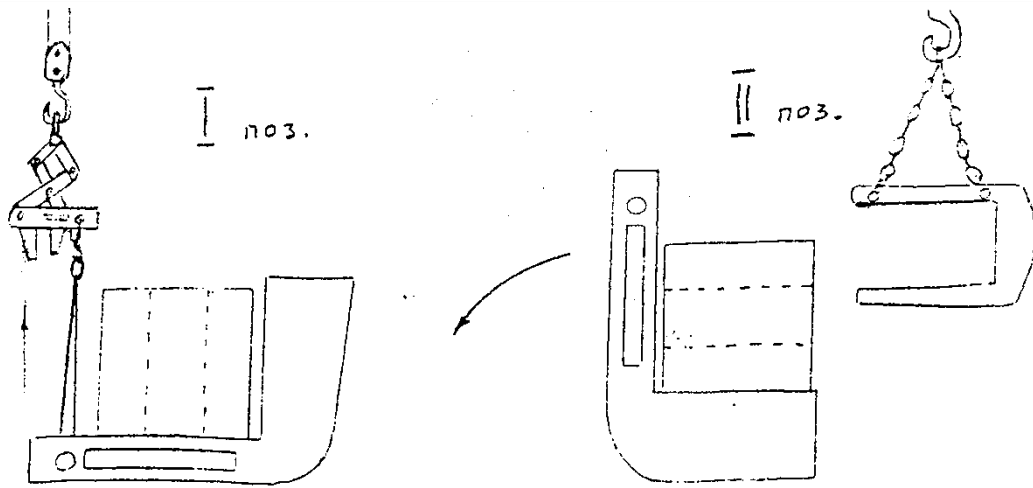


Рисунок 1.3 – Схема перекидання гарячекатаних рулонів
на твірну кантувачем

Після того, як гарячекатаний рулон «на торець» встановлено на кантувач, кранівник за командою сигнальника виводить кліщовий захват з рулону та підводить його до стропа з кільцем на кантувачі на необхідну висоту для застропування і виконує повну зупинку всіх механізмів. Стропальник виходить з безпечної зони до кантувача та виконує застропування «стропа з кільцем» за гак на кліщовому захваті, відходить на безпечну відстань і подає команду кранівнику вибирати слабіну стропа. Після вибору слабини і перевірки надійності застропування кранівник повільно перекидає кантувач з рулоном.

Після переведення кантувача з рулоном у положення «на твірну» кранівник відводить кліщовий захват зі стропом у протилежний бік від рулону «на твірній» і опускає його на висоту, необхідну для відстропування «стропа з кільцем» від «монтажного гака» на «кліщовому захваті». Після повної зупинки механізмів крану стропальник підходить з безпечної зони і виконує відстропування «стропа кантувача» від «кліщового захвату», відходить на безпечну відстань та подає команду кранівнику переносити «захват-кліщі» до наступного гарячекатаного рулону «на торець» на складі.

Застропка рулону «на торець» «захват-кліщами» виконується за командою сигнальника без участі стропальника.

Кранівник другого крану, що працює на «захват-скобі» за командою сигнальника підводить «захват-скобу» до гарячекатаного рулону з боку вільного торця рулону на висоту, яка забезпечує вільно, без зусиль, завести скобу до центру рулону та здійснює повну зупинку механізмів.

Стропальник підходить до захвату-скоби та за спеціальні ручки на захваті спрямовує захват-скобу без зусиль до центру внутрішнього діаметру рулону таким чином, щоб не пошкодити внутрішні кромки рулону. Після введення захвату в рулон стропальник відходить на безпечну відстань.

Кранівник з застропленим рулоном «на твірній» піднімає його на висоту 0,3 м та пересвідчившись у надійності стропування піднімає рулон з кантувача та переносить його на судно чи склад для підготовки судової партії.

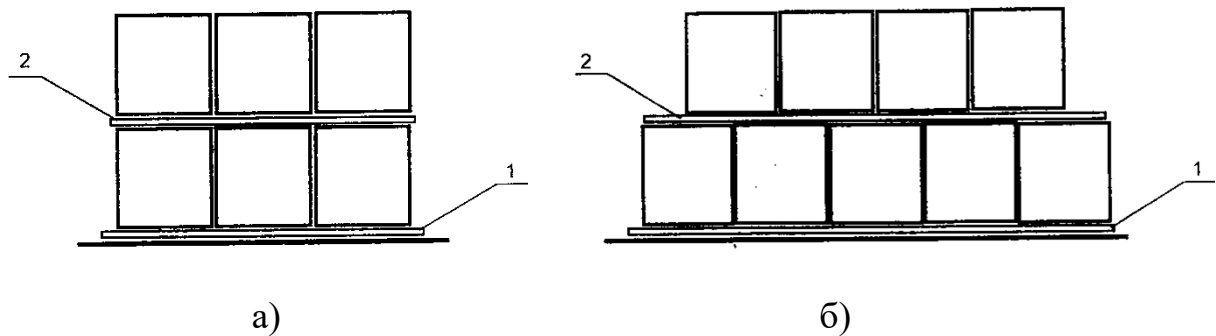
Після зняття рулону скобою вільний від вантажу кантувач самостійно повертається до первісного положення для приймання наступного гарячекатаного рулону «на торець».

У всіх операціях кранівник на крані працює виключно за командою сигнальника. Виключення допускається тільки для команди «Стоп», незалежно від того ким та яким чином вона подана.

1.4.3 Складська операція

Поверхня покриття складу, призначена для складування вантажу, повинна бути рівною, горизонтальною, очищеною від реквізитів, сміття (льоду і снігу взимку). Два докери-механізатори (один з них призначається сигнальником) перед встановленням гарячекатаних рулонів «на торець» на склад чи другий ярус встилають поверхню складу чи першого ярусу рулонів дошками чи брусами по дві на один ряд. За необхідності докери-механізатори за допомогою багрів розвертають вантаж, опущений на висоту 0,3 м від поверхні складу чи першого ярусу рулонів, для встановлення у місце, визначене сигнальником. Розвертати рулони руками забороняється.

Гарячекатані рулони встановлюються на складі у вертикальному положенні на торець у два яруси без суттєвого зсуву відносно один одного (рисунк 1.4, а). Допускається встановлювати рулони на торець «пірамідою», тобто кожний верхній рулон встановлюється на два нижніх (рисунк 1.4, б).



1 – підкладки дерев'яні; 2 – прокладки дерев'яні

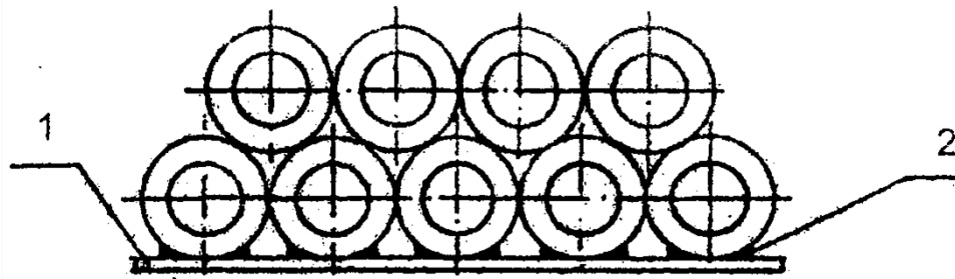
Рисунок 1.4 – Укладення гарячекатаних рулонів на складі на торець

При цьому рулони встановлюються по висоті не більше трьох ярусів. Розподілене навантаження від маси рулонів через деревинні підкладки на площу складу не повинне перевищувати допустимих навантажень.

Під кожний ярус рулонів, встановлених «на торець» повинні укладатися дерев'яні підкладки товщиною не менше 40 мм, шириною не менше 100 мм, довжина не повинна виступати за межі понад 100 мм.

Рулони холоднокатаної смуги в упаковці на дерев'яних піддонах складуються на твірну у два яруси, верхній ярус укладається у сідловину нижнього ярусу (рисунк 1.5). Рулони нижнього ярусу вкладаються на дерев'яні підкладки і підклінюються. Гарячекатані рулони після кантування складуються так само як і холоднокатані рулони на твірній без піддонів.

Складування виконується рядами повагонно від підкранових колій до тилу на повний виліт стріли. Відвантаження зі складу виконується у зворотному напрямі, тим самим забезпечуючи безпечну площу для роботи стропальників і сигнальників.



1 – підкладки дерев'яні; 2 – клини дерев'яні

Рисунок 1.5 – Укладення холоднокатаних рулонів на складі на твірну

Переробка холоднокатаних рулонів на твірну виконується захватом-скобою КЗРС-16 або стропами.

Після піднімання рулону з піввагону сигнальник показує на яке місце встановлювати вантаж. Стропальник і сигнальник знаходяться на безпечній відстані. Після опускання вантажу на 0,3 м, стропальники підходять до рулону на відстань довжини багра і багром розвертають вантаж для правильного його встановлення на складі. Після встановлення відходять на безпечну відстань і за командою сигнальника кранівник самостійно, без участі стропальників, виводить скобу з рулону. Розвертати вантаж та виводити захват-скобу КЗРС-16 з рулону руками забороняється.

При навантаженні на судно холоднокатаних рулонів як на піддонах, так і без них, які звільнені попередньо від піддонів на складі, кранівник за командою сигнальника підводить до рулону «на твірну» захват-скобу або стропа на необхідну висоту. Стропальник підходить до скоби і за спеціальні ручки на скобі спрямовує її без зусиль до центру внутрішнього діаметра рулону, щоб не пошкодити внутрішні кромки рулону.

Після введення захвату або стропів в рулон стропальник відходить на безпечну відстань. Сигнальник подає команду кранівнику піднімати вантаж. Кранівник піднімає вантаж на висоту 0,3 м та пересвідчившись у правильності застропи та надійності дії гальм переносить вантаж на судно.

1.4.4 Суднова операція

Перед початком навантаження судно повинне бути надійно ошвартоване у причалу. Навантаження судна виконується під керівництвом вахтового начальника у відповідності до «Інструкції навантаження (розвантаження) суден. Робота у трюмі виконується ланкою з двох докерів-механізаторів, один з яких призначається старшим. Старший стропальник (сигнальник) повинен мати розпізнавальну нарукавну пов'язку або бути одягненим у сигнальний жилет оранжевого кольору [3].

Для забезпечення навантаження судна два докери-механізатори з дозволу вахтового начальника по трапу піднімаються на судно та спускаються у трюм по справному скоб трапу. При роботі у нічний час освітленість у трюмі забезпечується командною судна 30 лк. Навантаження виконується скобою або стропами. Під рулони на вантажну палубу підкладаються дерев'яні підкладки товщиною не менш ніж 40 мм, по дві на один ряд рулонів.

Рулони розташовуються на судні, як правило, на твірну, по висоті не більше двох ярусів виходячи з допустимого навантаження на палубу трюму.

Укладення слід починати від бортів до середини трюму, підклинюючи рулони з боку діаметральної площини від перекачування дерев'яними клинами розміром 100×100 мм довжиною не менше 350 мм з кутом 30°. Останній рулон у ряду укладається на два раніше покладених (рисунок 1.6).

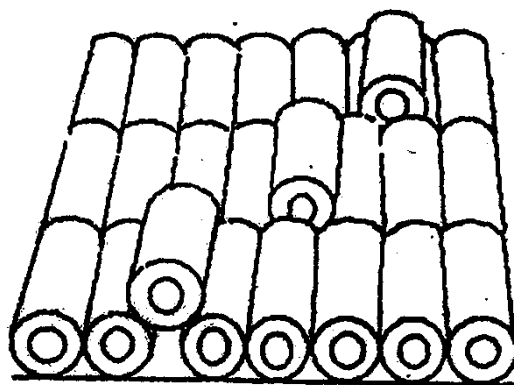
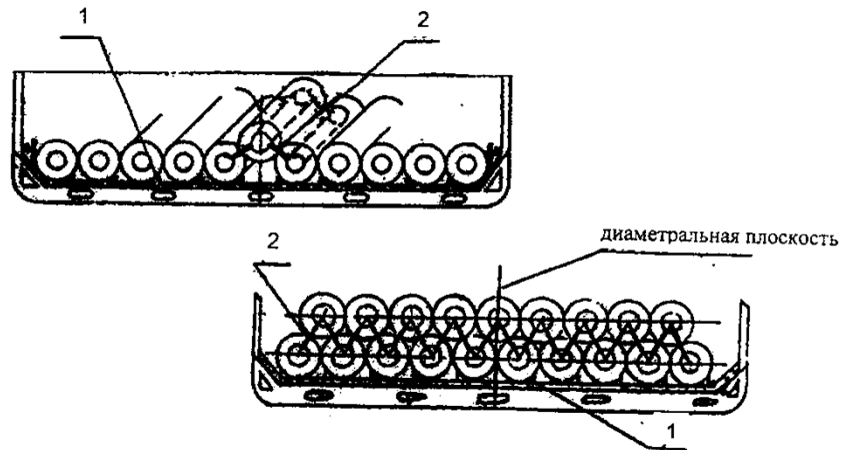


Рисунок 1.6 – Розміщення рулонів у трюмі в один ярус

Рулони верхнього ярусу укладаються у сідловину між рулонами нижнього ярусу у шаховому порядку. Кріплення рулонів між собою здійснюється сталеву стрічкою за допомогою спеціального обладнання (рисунок 1.7).



1 – клини; 2 – стрічка сталева

Рисунок 1.7 – Схема кріплення рулонів у трюмі судна

При подаванні рулонів у трюм судна кранівник виконує команди тільки сигнальника. Сигнальник повинен знаходитись у безпечному, добре видному кранівнику місці (на протилежному борті, на палубі і комінгсу трюму тощо). Після опускання рулону на висоту 0,3 м від вантажної палуби на місце, вказане сигнальником, стропальник підходить до рулону та багром розвертає рулон. По команді сигнальника кранівник опускає вантаж на палубу і підтримує його вантажозахватним пристроєм «внатяг», при цьому не виконує жодних дій крановими механізмами (вантажопідйомом, стріловим, пересуванням, поворотом), після чого стропальник підходить до рулону з торця та підкладає клини під рулон, щоб він не рухався поперек.

Після розклинення рулону стропальник відходить на безпечну відстань. Кранівник по команді сигнальника без допомоги стропальника виводить вантажозахватний пристрій з рулону та подає його на склад для повторення операції з наступним рулоном.

Найменша освітленість на поверхні території складу металопрокату складає 5 лк. Сумарна освітленість з урахуванням освітлення місць виконання

робіт складає 25 лк. Сумарна освітленість у трюмі суден при роботі з тарно-штучними вантажами 30 лк.

Під час значного вітру слід дотримуватись такого регламенту робіт:

- при швидкості вітру до 10 м/с допускається виконання навантажувальних робіт з пересуванням портального крану;
- при швидкості вітру від 10 м/с до 15 м/с допускається виконання навантажувальних робіт без пересування портального крану (кран зафіксований на захватах);
- при швидкості вітру понад 15 м/с будь-яке виконання навантажувальних робіт не допускається.

При виконанні робіт стан використовуваних пристроїв та інвентарю контролюється докерами-механізаторами, які виконують строповку вантажу. Не дозволяється використовувати немарковані і несправні стропи, драбини, гаки, захвати-скоби, кліщі.

1.5 Недоліки існуючого становища та постановка задач в дипломній роботі

Проаналізувавши існуючу транспортно-технологічну схему вантажопереробки металопрокату в рулонах у Запорізькому річковому порту слід відзначити, що цілому роботи по перевантаженню листової сталі організовані і виконуються на належному рівні з достатньо великою продуктивністю. Однак, ефективність виконання перевантажувальних робіт за рахунок виключення операції кантування рулонів гарячекатаного металу. На цій операції, яка необхідна перед завантаженням рулонів до судна, зайняті одночасно два портальних крани і 5 (при роботі по схемі склад-кран-склад) або 6 (при роботі по схемі склад-кран-судно) докерів-механізаторів. Це підвищує необхідний час на обробку суден в порту та робочий час докерів-механізаторів.

Виключити операцію кантування гарячекатаних рулонів сталі пропонується за рахунок застосування спеціалізованого захвату-кантувача, який одночасно переносить рулон з вагону (автомобіля) на склад (у судно) та виконує його кантування. Це дозволить зменшити трудомісткість перевантажувальних операцій, тривалість вантажної обробки судна, зменшити витрати на перевантажувальні операції, підвищити безпеку праці портових робітників.

Таким чином, у дипломній роботі передбачається вирішити такі задачі:

- а) розрахувати проектні вантажопотоки з прибуття і відправлення металопрокату з порту;
- б) пронормувати тривалість вантажних операцій при виконанні робіт за різними технологічними схемами, включаючи пряме перевантаження за схемою вагон–судно;
- в) скласти технологічні графіки обробки суден в порту;
- г) розрахувати необхідні складські площі для зберігання рулонів металопрокату на складі причалу порту;
- д) визначити економічний ефект від впровадження проектних рішень.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування пропонованої транспортно-технологічної схеми вантажопереробки металопрокату в порту

Схемою механізації перевантажувальних робіт називають сукупність перевантажувальних машин, пристроїв, розташованих на причалі у визначеній послідовності та призначених для перевантаження суден за одним чи декількома варіантами. В залежності від типу головної перевантажувальної машини та механізованої лінії схеми механізації поділяють на кранові, конвеєрні, пневматичні тощо.

До основних факторів, що впливають на вибір схеми механізації, відносяться: розмір вантажообігу та його напрямок, характеристика та властивості вантажів, типи суден, вагонів та автомобілів, профіль берега чи причальної стінки, коливання рівнів води у причалів, геологічні та кліматичні умови району. Виходячи з цих початкових умов до вибору схеми механізації висувають наступні вимоги [4, 5]:

- схема механізації повинна забезпечити необхідну пропускну спроможність причального фронту, складів та залізничних перевантажувальних колій, що дозволяють обробляти судна та вагони у встановлені терміни. Враховуючи нерівномірність прибуття суден та вагонів під обробку, при проектуванні схеми механізації повинен бути передбачений певний резерв пропускну спроможності причалу;

- схема механізації повинна відповідати раціональній структурі перевантажувального процесу на причалі, що визначає кількість, послідовність, зміст всіх основних та допоміжних операцій, та, відповідно, типи та характеристики машин, пристроїв та їх розстановку;

- перевантажувальна установка повинна відповідати сучасним вимогам технічного прогресу, давати можливість комплексно механізувати перевантажувальні роботи та автоматизувати управління всіма чи частиною машин, бути надійною та безпечною для обслуговуючого персоналу, забезпечувати схоронність вантажу при його переміщення та не мати шкідливого впливу на навколишнє середовище. Застосування ручної праці можливо тільки на тих операціях, механізація та автоматизація яких економічно недоцільна чи неможлива у сучасних умовах за технічних причин;

– схема механізації повинна бути надійною у роботі; не рекомендується приймати складні схеми, що насичені великою кількістю різнотипних машин та обладнання, оскільки це знижує надійність перевантажувальних установок, ускладнює управління ними та їх експлуатацію;

– при виборі обладнання слід надавати перевагу одній високопродуктивній перевантажувальній установці на причалі замість великої кількості менш продуктивних машин. У більшості випадків таке рішення потребує менших витрат, меншої кількості обслуговуючого персоналу та менших експлуатаційних витрат;

– перевантажувальне обладнання повинно бути типовим та стандартним, не мати негативного впливу на конструкцію причальної набережної, не підвищувати надмірно їх вартість.

Конкретний спосіб виконання перевантажувального процесу на даній механізованій лінії з вказуванням напрямку переміщення вантажів, складу та способів виконання операцій, типів машин, пристроїв та застосувань, що використовуються у певній послідовності у відповідності до варіанту перевантаження вантажу – все це є складові технологічної схеми.

Вибір варіанту технологічної схеми для перевантаження заданого вантажу за однієї й тією ж схемою механізації полягає у варіюванні способів та прийомів виконання окремих операцій; можливостей використання різних типів та конструкцій вантажозахватних пристроїв, зачищувальних машин та інших допоміжних пристроїв; послідовності та своєчасності їх включення до перевантажувального процесу та виводу з технологічної лінії.

У технологічній схемі повинні бути передбачені типи та кількість всіх перевантажувальних машин, що беруть участь у процесі перевантаження даного вантажу у різні періоди обробки транспортних засобів з врахуванням оперативного підключення машин зі суміжних причалів.

Враховуючи вищевикладене, для збільшення продуктивності перевантажувальних робіт, зниження собівартості перевалки металопрокату пропонується використання на перевантажувальних роботах з рулонами гарячекатаної смугової сталі (масою рулонів до 14 т) використання спеціалізованого захвата-катувача (рисунок 2.1).

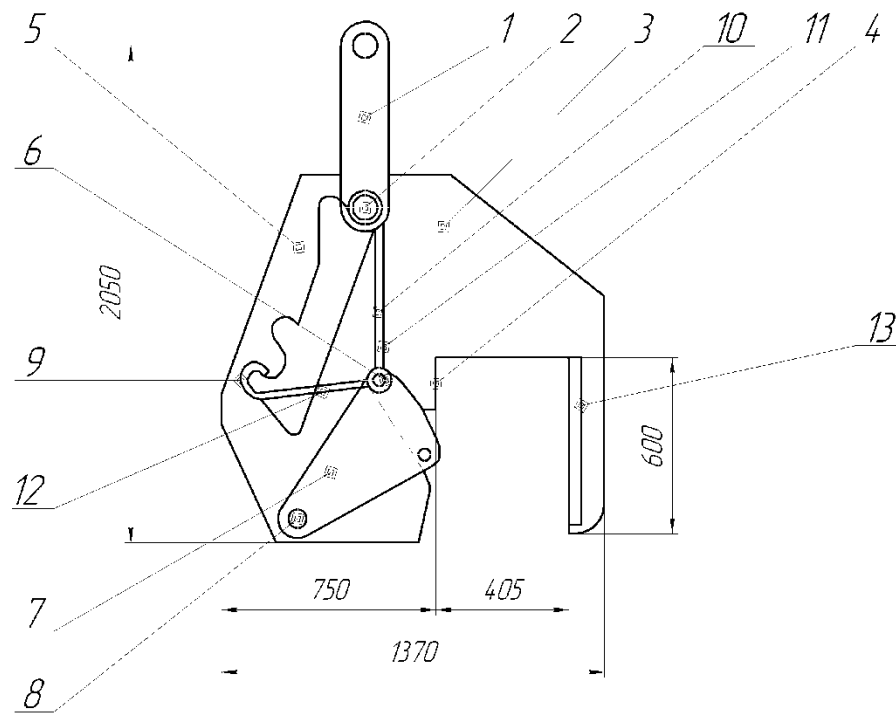


Рисунок 2.1 – Захват-кантувач для перевантаження рулонної сталі

Використання такого кантувача дозволить повністю виключити операцію кантування рулонів листової сталі, яка надходить до порту у положенні «на торець». Крім того, виключення операції кантування рулонів дозволяє за певних умов виконувати пряме перевантаження рулонів у положенні «на торець» з вагонів і автомобілів до судна. Технічна характеристика кантувача наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика захвата-кантувача

Характеристика	Значення
1. Вантажопідйомність, т	14,0
2. Власна вага захвата, т	1,2
3. Габаритні розміри, мм	1370×230×2200
4. Внутрішній діаметр рулону, мм	800 ... 950
5. Зовнішній діаметр рулону, мм	1500 ... 1700
6. Висота рулону, мм	1200 ... 1800

Захват складається з причіпного пристрою 1 з розташованим внизу пальцем 2; корпусу 3, який складається з двох щоківин: паза 4 для вантажу та паза 5 для спрямування переміщення пальця; осі 6, що несе сектор 7; пальця 8, що з'єднує тяги 9 та 10 в спрямовуючих 11 та 12; пересувного упора 13 зі спрямовуючими гвинтами.

З вихідного положення кантувач опускається на вантаж і причіпний пристрій з першої впадини сектору пересувається до другої. Для горизонтального транспортування вантажу корпус кантувача входить до отвору у вантажі. Для транспортування вантажу з подальшою кантовкою корпус встановлюється таким чином, що вузька щоківина входить до отвору у вантажі. При розташуванні причіпного пристрою у другій впадині сектору виконують підйом, сектор 7 входить у контакт з поверхнею вантажу і відбувається його само затискання. Вантаж транспортують до місця встановлення та опускають причіпний пристрій нижче гака тяги 10. Підйомом палець 2 тягне тягу 10 та входить до першої впадини та захват знімається з вантажу (тяга 10 вивела сектор 7 з контакту з поверхнею вантажу). За необхідності кантування палець 2 переводять в один з інших пазів, виконують піднімання вантажу, транспортують його до місця укладення. При опусканні вантаж набуває горизонтального положення. Палець 2 вводять до крайнього паза, сектор виводиться тягою 9 з дотику з вантажем та захват виводять з отвору вантажу.

2.2 Статистичний аналіз вантажопотоків металопрокату

2.2.1 Аналіз надходження металопрокату до річкового порту залізничним транспортом

За розглядуваний період металопрокат надходив до порту у залізничних піввагонах на піддонах. У таблиці 2.2 наведені дані про обсяги надходження металопрокату по видах і його вага.

На підставі даних таблиці 2.2 можемо зробити такі висновки:

а) у загальному обсязі перевалки металопрокату 76,8% посідають гарячекатані рулони, які потребують кантування; 17,6% – холоднокатані рулони, які не потребують кантування; 5,6% – гарячекатаний лист у пачках;

Таблиця 2.2 – Статистичні дані про обсяги надходження металопрокату у порт

Дата	Кількість вагонів	Вид прокату	Кількість рулонів (пачок)	Загальна маса, т
27.9	16	г/к, рулони	80	966
28.9	8	г/к, рулони	40	467
	7	х/к, рулони	42	445
29.9	17	г/к, рулони	93	1079
	9	х/к, рулони	56	563
30.9	1	г/к, рулони	5	65
	3	х/к, рулони	18	188
01.10	11	г/к, рулони	55	661
	15	х/к, рулони	84	918
02.10	2	г/к, рулони	10	112
04.10	13	г/к, рулони	69	781
05.10	2	г/к, рулони	10	111
	1	х/к, рулони	6	63
06.10	6	г/к, рулони	45	372
07.10	4	г/к, рулони	20	239
	2	г/к, пачки	21	121
08.10	2	г/к, рулони	15	123
	2	г/к, пачки	21	121
10.10	1	г/к, рулони	5	65
	1	г/к, рулони	6	59
11.10	2	г/к, рулони	17	193
13.10	4	г/к, рулони	35	354
	1	г/к, пачки	11	60
14.10	3	г/к, рулони	15	179
	2	г/к, пачки	16	122
15.10	9	г/к, рулони	54	589
	1	г/к, пачки	8	56
16.10	3	г/к, рулони	15	179

Продовження таблиці 2.2.

Дата	Кількість вагонів	Вид прокату	Кількість рулонів (пачок)	Загальна маса, т
17.10	17	г/к, рулони	120	956
18.10	10	г/к, рулони	60	605
19.10	7	г/к, рулони	35	409
20.10	4	г/к, рулони	25	234
21.10	2	г/к, рулони	13	121
22.10	2	г/к, рулони	12	123
	3	х/к, рулони	35	192
23.10	12	г/к, рулони	60	706
	4	х/к, рулони	45	250
	2	г/к, пачки	20	133
24.10	11	г/к, рулони	55	670
	2	х/к, рулони	24	128
25.10	13	г/к, рулони	67	795
	1	г/к, пачки	8	60
26.10	3	г/к, рулони	15	190
	1	г/к, пачки	8	59
27.10	1	г/к, рулони	5	58
28.10	6	г/к, рулони	30	399
	1	г/к, пачки	8	59
29.10	3	г/к, рулони	14	183
30.10	1	г/к, рулони	5	64
	2	г/к, пачки	18	96
31.10	6	г/к, рулони	31	394
01.11	1	г/к, рулони	5	54
	2	г/к, пачки	16	105
02.11	2	г/к, рулони	10	114
03.11	5	г/к, рулони	25	281
04.11	2	г/к, рулони	10	116

Кінець таблиці 2.2.

Дата	Кількість вагонів	Вид прокату	Кількість рулонів (пачок)	Загальна маса, т
05.11	4	г/к, рулони	20	255
06.11	1	г/к, рулони	5	64
07.11	3	г/к, рулони	15	173
08.11	1	г/к, рулони	5	64
10.11	1	х/к, рулони	8	49
13.11	2	х/к, рулони	22	115
14.11	4	х/к, рулони	38	207
Разом	297		г/к рулони – 1231 х/к рулони – 378 г/к пачки – 155	г/к рулони – 13622 х/к рулони – 3118 г/к пачки – 992

б) середня маса одного гарячекатаного рулону становить $13622/1231 = 11,06$ т; середня маса одного холоднокатаного рулону становить $3118/378 = 8,25$ т; середня маса однієї пачки листового металу становить $992/155 = 6,4$ т.

Визначимо розрахунковий добовий вантажопотік та вагонопотік на підставі даних таблиці 2.2. Розрахунковий добовий вантажопотік визначаємо за формулою

$$Q_{\text{доб.р.}} = \frac{Q_T \cdot k_H}{T}, \quad (2.1)$$

де Q_T – загальний обсяг надходження вантажу за розглядуваний період часу T , т;

k_H – коефіцієнт нерівномірності надходження вантажу;

T – тривалість розглядуваного періоду часу, діб. $T = 49$ діб.

Коефіцієнт нерівномірності перевезень визначаємо на підставі методів математичної статистики за формулою [6]:

$$k_H = 1 + v = 1 + \frac{\sqrt{D}}{Q} = 1 + \frac{\sigma}{Q}, \quad (2.2)$$

де v – коефіцієнт варіації добового вантажопотоку;
 D – дисперсія добового вантажопотоку, t^2 ;
 $\bar{Q}$ – середньодобове надходження вантажу у порт, т;
 σ – стандартне відхилення добового вантажопотоку, т.

Результати розрахунку коефіцієнта нерівномірності надходження вантажу до порту, добових вантажопотоків та вагонопотоків зводимо до таблиці 2.3. На рисунках 2.2-2.3 наведені діаграми динаміки надходження вантажу і вагонів.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку добових вантажопотоків і вагонопотоків надходження металопрокату

	$\bar{Q}$	D	σ	v	k_H	$Q_{\text{доб.р}}$
Металопрокат	361,8	152596	390,6	1,08	2,08	752,5
Вагони	10,1	40,89	6,39	0,63	1,63	16

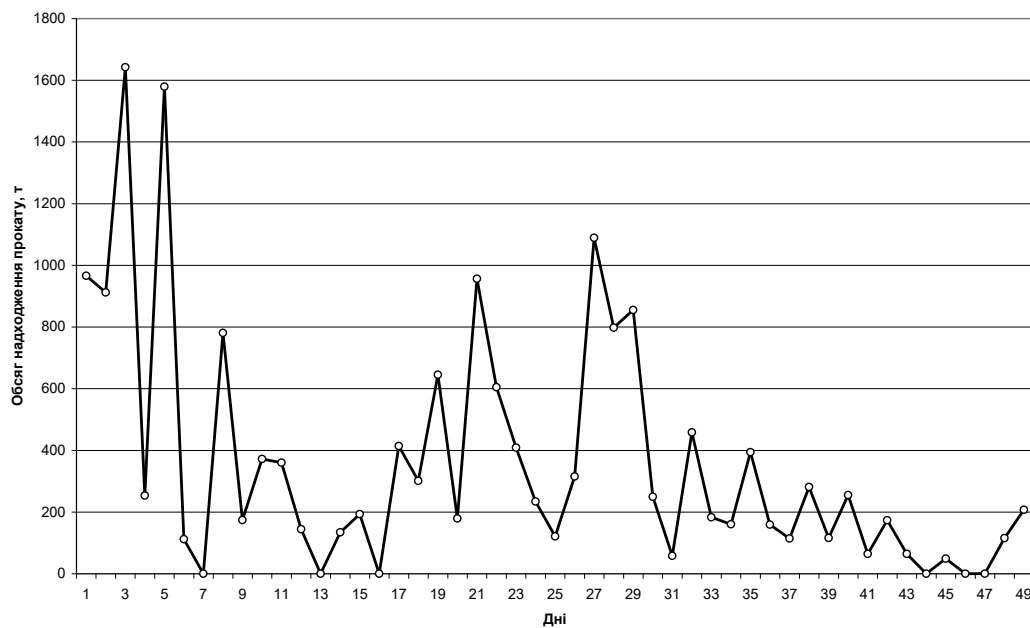


Рисунок 2.2 – Динаміка надходження прокату у порт

Таким чином, розрахунковий добовий вантажопотік з прибуття металопрокату складає $Q_{\text{доб.р}} = 752,5$ т, з яких гарячекатаних рулонів 578 т (52 рулони), холоднокатаних рулонів 132 т (16 рулонів) та гарячекатаних пачок 42 т (7 пачок).

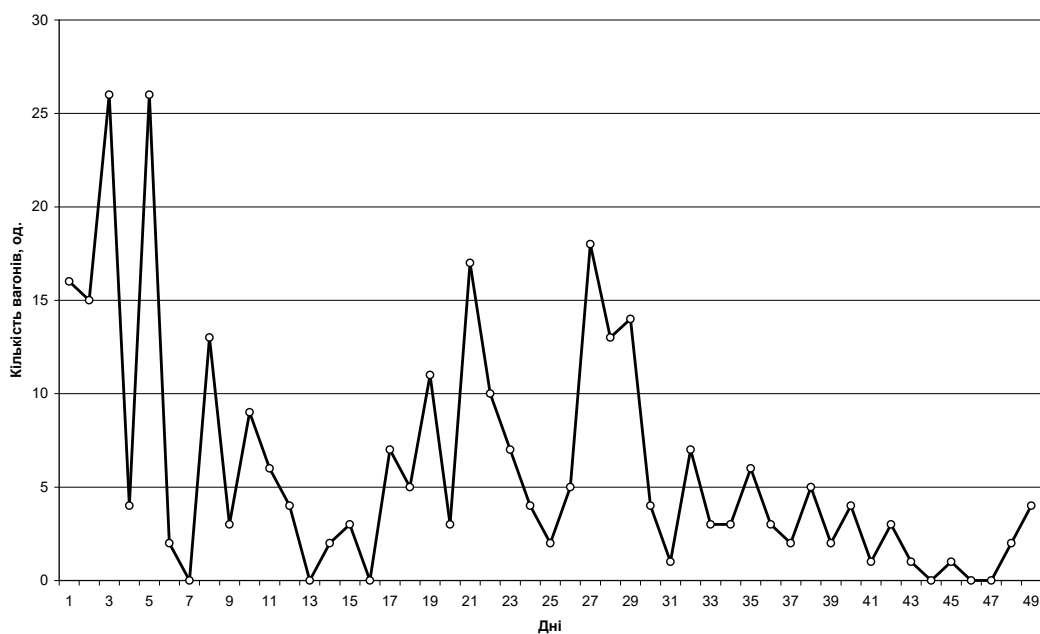


Рисунок 2.3 – Динаміка надходження вагонів у порт

2.2.2 Аналіз тривалості вантажної обробки та обороту суден

У таблиці 2.4 наведені обліково-статистичні дані про тривалість навантаження суден металопрокатом за розглядуваний період.

Таблиця 2.4 – Дані про тривалість навантаження суден у порту

№ з/п	Теплохід	Дата і час вантажної обробки			Маса вантажу, т
		початок	закінчення	тривалість, год.	
1	Олексій Федоров	8.10 (16:00)	10.10 (15:00)	43,0	4951
2	Олтениця	14.10 (18:00)	17.10 (5:00)	54,0	4915
3	Орель-5	22.10 (21:30)	27.10 (12:00)	101,5	2879
4	Олексій Федоров	29.10 (02:30)	31.10 (09:00)	52,5	4879
5	Володимир Шарков	03.11 (13:00)	06.11 (03:00)	57,0	4902

Кінець таблиці 2.4.

№ з/п	Теплохід	Дата і час вантажної обробки			Маса вантажу, т
		початок	закінчення	тривалість, год.	
6	Олтениця	07.11 (01:00)	09.11 (08:00)	51,0	4948
7	Афанасій Матюшенко	09.11 (11:00)	11.11 (23:30)	55,5	2955
8	Олексій Федоров	14.11 (22:30)	17.11 (23:30)	56	4869
9	Механік Черевко	15.11 (01:30)	17.11 (06:00)	48,5	3118
10	Володимир Шарков	20.11 (20:00)	22.11 (24:00)	48	4937
11	Афанасій Матюшенко	04.12 (21:00)	06.12 (02:30)	27,5	2922
12	Володимир Шарков	08.12 (09:00)	10.12 (11:30)	46,5	4928
	Разом			641	51203

Середній інтервал прибуття суден у порт розраховуємо за формулою

$$\bar{I} = \frac{T_c}{N_c}, \quad (2.3)$$

де T_c – тривалість періоду спостережень за прибуттям суден. У нашому випадку з 08.10 (16:00) до 08.12 (09:00), тобто $T_c = 1433$ год;

N_c – кількість суден, що надійшли до порту за період спостережень, $N_c = 12$;

Таким чином

$$\bar{I} = \frac{1433}{12} = 119,4 \text{ год} \approx 5 \text{ діб.}$$

За даними тієї ж таблиці 2.4 по судах, які після розвантаження поверталися до Запорізького річкового порту, визначаємо середню тривалість обороту судна, яка дорівнює 479 годин або приблизно 20 діб.

Середню інтенсивність вантажних операцій з навантаження металопрокату до суден визначимо за формулою

$$\bar{P} = \frac{\sum_i Q_{ci}}{\sum_i T_{voi}}, \quad (2.4)$$

де Q_{ci} – маса вантажу, яка завантажена до i -го судна, т;

T_{voi} – тривалість вантажної обробки i -го судна, год.

Маємо

$$\bar{P} = \frac{51203}{641} = 79,88 \text{ т/год.}$$

Середня вантажність суден, що перевозять завантажений металопрокат складає $\bar{q}_c = 4267$ т.

2.3 Технічне нормування операцій і робіт

2.3.1 Перевантаження рулонного металопрокату та у металопрокату пачках за варіантом «вагон – судно»

Вихідні дані: переміщення вантажу виконується порталним краном «Альбатрос» вантажопідйомністю 16 т (таблиця 2.5) II групи [7,8] з автоматичним захватом-кантувачем для рулонів металу. Кут повороту крана 90^0 , висота піднімання та опускання вантажу 10 м. Середня відстань переміщення вантажу з вагону до судна 20 м.

Коефіцієнт, що враховує тривалість підготовчо-заклучних робіт, тривалість робіт з обслуговування робочого місця, тривалість перерв, передбачених технологією процесу перевантаження, тривалість перерв на відпочинок та особисті потреби – 1,24.

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика порталного крану Альбатрос

Характеристика	Значення
1. Вантажопідйомність, т	16
2. Виліт стріли крану, м	
найбільший	32
найменший	8
3. Швидкості, м/хв.	
піднімання	48
опускання	90
зміни вильоту стріли	63
пересування	32
4. Швидкість обертання, об/хв.	1,6
5. Сумарна потужність встановлених двигунів, кВт	119,5

Результати розрахунку тривалості циклу крана зводимо до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Розрахунок тривалості циклу крану при перевантаженні гарячекатаних рулонів за варіантом «вагон – судно»

Найменування операції або елементу	Номер позиції нормативу [9]	Норматив часу, с
1. Захват рулону у вагоні за допомогою автоматичного захвата-кантувача	198, в	61
2. Піднімання вантажу, обертання крану, опускання вантажу у трюм	567, ж	56
3. Вивільнення автоматичного захвату-кантувача з рулону у трюмі	313, а	27
4. Піднімання захвату без вантажу, обертання крану, опускання захвату	715, ж	18
Р а з о м		162

Годинну продуктивність порталного крану при перевантаженні гарячекатаних рулонів за варіантом «вагон – судно» визначаємо за формулою

$$\Pi_{\Gamma} = \frac{3600 \cdot q_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}} \cdot k_{\text{доп}}}, \quad (2.5)$$

де $q_{\text{ц}}$ – маса вантажу, яка перевантажується краном за один цикл, т. Для гарячекатаних рулонів $q_{\text{ц}} = 11,06$ т;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу крану, с;

$k_{\text{доп}}$ – коефіцієнт, який враховує додаткові витрати часу при роботі крану.

Маємо

$$\Pi_{\Gamma} = \frac{3600 \cdot 11,06}{162 \cdot 1,24} = 198,2 \text{ т/год.}$$

Розрахунок циклу крана при перевантаженні холоднокатаних рулонів зведений до таблиці 2.7 (захват і віддача вантажу здійснюється захватом-«скобою»).

Таблиця 2.7 – Розрахунок тривалості циклу крану при перевантаженні холоднокатаних рулонів за варіантом «вагон – судно»

Найменування операції або елементу	Номер позиції нормативу [9]	Норматив часу, с
1. Захват рулону у вагоні за допомогою захвату-«скоби»	200, в	44
2. Піднімання вантажу, обертання крану, опускання вантажу у трюм	567, ж	56
3. Звільнення захвату-«скоби» з рулону	315, а	23
4. Піднімання захвату-«скоби» без вантажу, обертання крану, опускання	715, ж	18
Разом		141

Годинна продуктивність портального крану при перевантаженні холоднокатаних рулонів за варіантом «вагон – судно» при $q_{\text{ц}} = 8,25$ т і $k_{\text{доп}} = 1,24$ складе

$$\Pi_{\Gamma} = \frac{3600 \cdot 8,25}{141 \cdot 1,24} = 169,8 \text{ т/год.}$$

Розрахунок циклу крана при перевантаженні пачок гарячекатаного металопрокату зведений до таблиці 2.8 (захват і віддача вантажу здійснюється півавтоматичним захватом для пачок).

Таблиця 2.8 – Розрахунок тривалості циклу крану при перевантаженні пачок за варіантом «вагон – судно»

Найменування операції або елементу	Номер позиції нормативу [9]	Норматив часу, с
1. Захват пачки у вагоні за допомогою півавтоматичного захвату для пачок	197, в	38
2. Піднімання вантажу, обертання крану, опускання вантажу у трюм	567, ж	56
3. Вивільнення півавтоматичного захвату для пачок	312, а	23
4. Піднімання захвату для пачок без вантажу, обертання крану, опускання	715, ж	18
Р а з о м		135

Годинна продуктивність портального крану при перевантаженні пачок гарячекатаного металопрокату за варіантом «вагон – судно» при $q_{ц} = 6,4 \text{ т}$ і $k_{доп} = 1,24$ складе

$$P_r = \frac{3600 \cdot 6,4}{135 \cdot 1,24} = 137,6 \text{ т/год.}$$

При виконанні перевантажувальних робіт з гарячекатаними, холоднокатаними рулонами та пачками металу на них зайняті кранівник і три докери-механізатори (один у вагоні, два – у трюмі судна).

2.3.2 Перевантаження рулонного металопрокату та у металопрокату пачках за варіантом «вагон – склад»

При перевантаженні металопрокату за варіантом «вагон – склад» технологія перевантаження холоднокатаних рулонів та пачок металу не змінюється. Перевантаження гарячекатаних рулонів «на торець» виконується автоматичним захватом-кантувачем з одночасним кантуванням рулонів та їх укладанням на складський майданчик «на твірну». Роботи з гарячекатаними рулонами «на торець» виконує кранівник, докер-механізатор у вагоні та докер-механізатор на складі, роботи з холоднокатаними рулонами та пачками металу виконують кранівник та три докери-механізатори (один у вагоні, два – на складі).

Вихідні дані: переміщення вантажу виконується порталним краном «Альбатрос» вантажопідйомністю 16 т (таблиця 2.5) II групи з автоматичним захватом-кантувачем для рулонів металу. Кут повороту крана 90^0 , висота піднімання та опускання вантажу 10 м. Середня відстань переміщення вантажу з вагону до складу 20 м.

Коефіцієнт, що враховує тривалість підготовчо-заклучних робіт, тривалість робіт з обслуговування робочого місця, тривалість перерв, передбачених технологією процесу перевантаження, тривалість перерв на відпочинок та особисті потреби – 1,24.

Розрахунок тривалості циклу крана при перевантаженні гарячекатаних рулонів автоматичним захватом-кантувачем з одночасним кантуванням рулонів наведений у таблиці 2.9.

Годинна продуктивність порталного крану при перевантаженні рулонів гарячекатаного металопрокату за варіантом «вагон – склад» при $q_{ц} = 11,06$ т і $k_{доп} = 1,2$ складе

$$P_r = \frac{3600 \cdot 11,06}{138 \cdot 1,24} = 232,6 \text{ т/год.}$$

Розрахунок тривалості циклу крана при перевантаженні холоднокатаних рулонів захватом-«скобою» наведений у таблиці 2.10.

Таблиця 2.9 – Розрахунок тривалості циклу крану при перевантаженні гарячекатаних рулонів за варіантом «вагон – склад»

Найменування операції або елементу	Номер позиції нормативу [9]	Норматив часу, с
1. Захват рулону у вагоні за допомогою автоматичного захвата-кантувача	198, в	61
2. Піднімання вантажу, обертання крану, опускання вантажу на склад	567, ж	56
3. Вивільнення автоматичного захвату-кантувача з рулону на складі	313, ж	3
4. Піднімання захвату без вантажу, обертання крану, опускання захвату	715, ж	18
Р а з о м		138

Таблиця 2.10 – Розрахунок тривалості циклу крану при перевантаженні холоднокатаних рулонів за варіантом «вагон – склад»

Найменування операції або елементу	Номер позиції нормативу [9]	Норматив часу, с
1. Захват рулону у вагоні за допомогою захвату-«скоби»	200, в	44
2. Піднімання вантажу, обертання крану, опускання вантажу на склад	567, ж	56
3. Вивільнення захвату-«скоби» з рулону на складі	315, г	20
4. Піднімання захвату-«скоби» без вантажу, обертання крану, опускання	715, ж	18
Р а з о м		138

Годинна продуктивність порталного крану при перевантаженні рулонів холоднокатаного металопрокату за варіантом «вагон – склад» при $q_{\text{ц}} = 8,25 \text{ т}$ і $k_{\text{доп}} = 1,24$ складе

$$P_r = \frac{3600 \cdot 8,25}{138 \cdot 1,24} = 173,6 \text{ т/год.}$$

Розрахунок циклу крана при перевантаженні пачок гарячекатаного металопрокату зведений до таблиці 2.11 (захват і віддача вантажу здійснюється півавтоматичним захватом для пачок).

Таблиця 2.11 – Розрахунок тривалості циклу крана при перевантаженні пачок за варіантом «вагон – склад»

Найменування операції або елементу	Номер позиції нормативу [9]	Норматив часу, с
1. Захват пачки у вагоні за допомогою півавтоматичного захвату для пачок	197, в	38
2. Піднімання вантажу, обертання крану, опускання вантажу на склад	567, ж	56
3. Вивільнення півавтоматичного захвату для пачок на складі	312, г	19
4. Піднімання захвату для пачок без вантажу, обертання крану, опускання	715, ж	18
Р а з о м		131

Годинна продуктивність портального крану при перевантаженні пачок гарячекатаного металопрокату за варіантом «вагон – склад» при $q_{ц} = 6,4 \text{ т}$ і $k_{доп} = 1,24$ складе

$$P_r = \frac{3600 \cdot 6,4}{131 \cdot 1,24} = 141,8 \text{ т/год.}$$

2.3.3 Перевантаження рулонного металопрокату та у металопрокату пачках за варіантом «склад – судно»

При перевантаженні металопрокату за варіантом «склад – судно» технологія перевантаження холоднокатаних рулонів та пачок металу не змінюється у порівнянні з

існуючим варіантом перевантаження зі складу на судно. Перевантаження гарячекатаних та холоднокатаних рулонів, що зберігаються на складі у положенні «на твірну» виконується захватом-«скобою». Роботи виконує кранівник та три докери-механізатори (один на складі, два – у трюмі судна).

Вихідні дані: переміщення вантажу виконується порталним краном «Альбатрос» вантажопідйомністю 16 т (таблиця 2.5) II групи з автоматичним захватом-кантувачем для рулонів металу. Кут повороту крана 135^0 , висота піднімання та опускання вантажу 10 м. Середня відстань переміщення вантажу зі складу до судна 35 м.

Коефіцієнт, що враховує тривалість підготовчо-заклучних робіт, тривалість робіт з обслуговування робочого місця, тривалість перерв, передбачених технологією процесу перевантаження, тривалість перерв на відпочинок та особисті потреби – 1,24.

Розрахунок тривалості циклу крана при перевантаженні гарячекатаних рулонів захватом-скобою наведений у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Розрахунок тривалості циклу крану при перевантаженні гарячекатаних рулонів за варіантом «вагон – склад»

Найменування операції або елементу	Номер позиції нормативу [9]	Норматив часу, с
1. Захват рулону на складі за допомогою захвата-«скоби»	200, г	34
2. Піднімання вантажу, обертання крану, опускання вантажу у трюм судна	567, в	48
3. Вивільнення захвату-«скоби» з рулону у трюмі	313, а	23
4. Піднімання захвату без вантажу, обертання крану, опускання захвату	715, з	24
Р а з о м		129

Годинна продуктивність порталного крану при перевантаженні рулонів гарячекатаного металопрокату за варіантом «склад – судно» при $q_{ц} = 11,06$ т і $k_{доп} = 1,24$ складе

$$\Pi_r = \frac{3600 \cdot 11,06}{129 \cdot 1,24} = 248,9 \text{ т/год.}$$

Розрахунок тривалості циклу крана при перевантаженні холоднокатаних рулонів захватом-«скобою» наведений у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Розрахунок тривалості циклу крану при перевантаженні холоднокатаних рулонів за варіантом «склад – судно»

Найменування операції або елементу	Номер позиції нормативу [9]	Норматив часу, с
1. Захват рулону на складі за допомогою захвату-«скоби»	200, г	34
2. Піднімання вантажу, обертання крану, опускання вантажу у трюм	567, в	48
3. Вивільнення захвату-«скоби» з рулону у трюмі	315, а	23
4. Піднімання захвату-«скоби» без вантажу, обертання крану, опускання	715, з	24
Р а з о м		129

Годинна продуктивність порталного крану при перевантаженні рулонів холоднокатаного металопрокату за варіантом «склад – судно» при $q_{\text{ц}} = 8,25 \text{ т}$ і $k_{\text{доп}} = 1,24$ складе

$$\Pi_r = \frac{3600 \cdot 8,25}{129 \cdot 1,24} = 185,6 \text{ т/год.}$$

Розрахунок циклу крана при перевантаженні пачок гарячекатаного металопрокату зведений до таблиці 2.14 (захват і віддача вантажу здійснюється півавтоматичним захватом для пачок). Годинна продуктивність порталного крану при перевантаженні пачок гарячекатаного металопрокату за варіантом «склад – судно» при $q_{\text{ц}} = 6,4 \text{ т}$ і $k_{\text{доп}} = 1,24$ складе

$$\Pi_r = \frac{3600 \cdot 6,4}{128 \cdot 1,24} = 145,2 \text{ т/год.}$$

Таблиця 2.14 – Розрахунок тривалості циклу крану при перевантаженні пачок за варіантом «склад – судно»

Найменування операції або елементу	Номер позиції нормативу [9]	Норматив часу, с
1. Захват пачки на складі за допомогою півавтоматичного захвату для пачок	197, г	30
2. Піднімання вантажу, обертання крану, опускання вантажу у трюм судна	567, ж	56
3. Вивільнення півавтоматичного захвату для пачок у трюмі	312, а	24
4. Піднімання захвату для пачок без вантажу, обертання крану, опускання	715, ж	18
Р а з о м		128

2.3.4 Кріплення рулонів у трюмі судна

Окрім операції перевантаження після навантаження рулонів вони закріплюються у трюмі металевою стрічкою за допомогою спеціального обладнання. Згідно нормативів [1, норматив 1289; 10; 11] норма часу на закріплення одного рулону на судні складає 240 с при кількості виконавців 14 осіб. Відповідно, трудомісткість операції кріплення вантажу у судні складає

$$H_{\text{вр.кр.}} = \frac{14 \cdot 240}{3600} = 0,93 \text{ чол.-год/рулон.}$$

2.4 Розрахунок можливих обсягів перевантаження за варіантом «вагон – судно»

В результаті нерівномірності надходження суден і вагонів, а також з урахуванням можливих митних і допоміжних операцій, особливості комплектування замовлень

споживачам можливості прямого варіанту перевалки металопрокату з вагонів до суден суттєво обмежені. Крім того, повинні бути додатково дотримані такі умови: у причалу повинні одночасно знаходитись і вагони і судна та перевантажувальні машини повинні знаходитись у справному стані.

Розрахуємо можливий обсяг перевантаження металопрокату за прямим варіантом «вагон – судно» за таких вихідних даних [4]:

а) добова продуктивність перевантажувальних засобів при перевантаженні прокату за варіантами визначається за формулою

$$\Pi_{i-j} = \delta_1 \cdot \Pi_1 + \delta_2 \cdot \Pi_2 + \delta_3 \cdot \Pi_3, \quad (2.6)$$

де $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – частка у загальній масі перероблюваного вантажу відповідно рулонів гарячекатаного металу (0,768), рулонів холоднокатаного металу (0,176) та пачок гарячекатаного металу (0,056);

Π_1, Π_2, Π_3 – продуктивність портових засобів механізації при переробці відповідно рулонів гарячекатаного металу, холоднокатаного металу та пачок гарячекатаного листа, т/зм. Визначаємо на підставі розрахунків підрозділу 2.3 з урахуванням сумарної тривалості робочих змін на добу 22 години.

Добова переробна спроможність за варіантом «вагон – склад»

$$\Pi_{1-2} = 22 \cdot (0,768 \cdot 232,6 + 0,176 \cdot 173,6 + 0,056 \cdot 141,8) = 4777 \text{ т/добу.}$$

Добова переробна спроможність за варіантом «склад – судно»

$$\Pi_{2-3} = 22 \cdot (0,768 \cdot 248,9 + 0,176 \cdot 185,6 + 0,056 \cdot 145,2) = 5103 \text{ т/добу.}$$

Добова переробна спроможність за варіантом «вагон – судно»

$$\Pi_{2-3} = 22 \cdot (0,768 \cdot 198,2 + 0,176 \cdot 169,8 + 0,056 \cdot 137,6) = 4176 \text{ т/добу.}$$

Потоковий граф перевалки металопрокату наведений на рисунку 2.4.

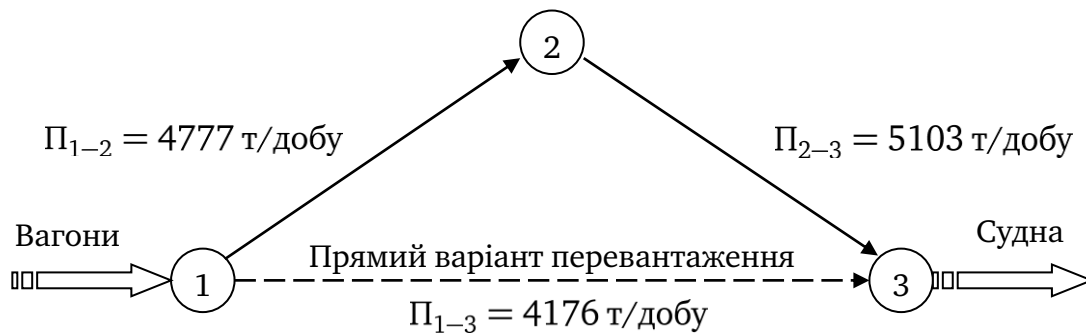


Рисунок 2.4 – Поточковий граф перевалки металопрокату у порту

- б) інтенсивність надходження суден до порту $\lambda_c = 0,2$ судна/добу;
- в) інтенсивність надходження вагонів до порту $\lambda_v = 1,2$ подачі на добу;
- г) середньодобова кількість металопрокату, що надходить у порт залізничним транспортом $Q = 361,8$ т;
- д) імовірність безвідмовної роботи НРМ на причалі $P_m = 0,9$.

Можливий обсяг перевантаження металопрокату за прямим варіантом «вагон – судно» розраховуємо за формулою

$$Q_{1-3} = P_c \cdot P_v \cdot P_m \cdot \Pi_{1-3}, \quad (2.7)$$

де P_c , P_v – імовірність наявності відповідно суден і вагонів на причальному фронті;

P_m – імовірність безвідмовної роботи НРМ на причалі;

Π_{1-3} – добова продуктивність засобів механізації за варіантом «вагон – судно», т/добу.

За припущення пуасонівського розподілу надходження суден і вагонів імовірність відсутності вагонів у причалі за період $t = 1$ доба

$$P_v^0 = e^{-\lambda_v \cdot t} = e^{-1,2} = 0,301; \quad P_c^0 = e^{-\lambda_c \cdot t} = e^{-0,2} = 0,819.$$

Частку перевалки металопрокату за прямим варіантом розраховуємо за формулою

$$\eta = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}, \quad (2.8)$$

де A , B та C – параметри, які можна розрахувати за формулами:

$$A = PQ(\Pi_{1-2}\Pi_{2-3} - \Pi_{1-3}\Pi_{2-3} - \Pi_{1-3}\Pi_{1-2} + \Pi_{1-3}^2); \quad (2.9)$$

$$B = PQ(\Pi_{1-3}\Pi_{2-3} + \Pi_{1-3}\Pi_{1-2} - 2\Pi_{1-3}^2) - \Pi_{1-3}^2\Pi_{1-2}\Pi_{2-3}; \quad (2.10)$$

$$C = PQ\Pi_{1-3}^2, \quad (2.11)$$

де P – параметр, який обчислюється за формулою

$$P = (1 - P_{\text{Р}}^0)(1 - P_{\text{Р}}^0)P_{\text{М}}\Pi_{1-3}. \quad (2.12)$$

Таким чином, для наших вихідних даних маємо:

$$P = (1 - 0,301)(1 - 0,819) \cdot 0,9 \cdot 4,176 = 4,755;$$

$$A = 4,755 \cdot 0,3618(4,777 \cdot 5,103 - 4,176 \cdot 5,103 - 4,176 \cdot 4,777 + 4,176^2) = 0,958;$$

$$B = 4,755 \cdot 0,3618(4,176 \cdot 5,103 + 4,176 \cdot 4,777 - 2 \cdot 4,176^2) - 4,176^2 \cdot 4,777 \cdot 5,103 = -414,13;$$

$$C = 4,755 \cdot 0,3618 \cdot 4,176^2 = 30,0.$$

Частка вантажу, що може бути направлена до судна за прямим варіантом

$$\eta = \frac{414,13 - \sqrt{414,13^2 - 4 \cdot 0,958 \cdot 30}}{2 \cdot 0,958} = \frac{0,139}{1,916} = 0,0725.$$

Відповідно, добова частка вантажопотоку, яка може бути перевантажена за прямим варіантом, складе

$$Q_{1-3} = 361,8 \cdot 0,0725 = 26,23 \text{ т.}$$

Цей обсяг є невеликим, з чого можемо зробити висновок, що перевантаження металопрокату за прямим варіантом «вагон – судно» з урахуванням всіх необхідних для цього технологічних та інших умов не є доцільним.

2.5 Розробка графіків обробки вагонів і суден у порту

Операції, що виконуються з суднами, поділяються на основні та допоміжні. До основних відносяться операції, пов'язані з безпосереднім навантаженням чи розвантаженням судна. До допоміжних – швартування, технічний огляд, ремонт, екіпірування тощо. При складанні технологічного графіку обробки самохідних суден допоміжні операції можуть бути суміщені з основними. Слід враховувати, що ремонт механізмів судна, екіпірування паливом та технічними матеріалами виконуються різними службами та можуть виконуватися одночасно. Безпосередньо після початку огляду судна перед вантажною операцією можна починати підготування його до вантажної операції (встановлення засобів механізації, розташування докерів). Паралельно слід виконувати огляд судна після вантажної операції, заключні операції (прибирання засобів механізації тощо).

При розробці технологічного графіка обробки судна у порту приймаємо:

- 1) час на швартування судна у причалі 10 хв., час на відшвартування судна від причалу 10 хв.;
- 2) тривалість огляду судна перед навантаженням та підготування його до навантаження 30 хв.;
- 4) тривалість огляду судна після навантаження і заключних операцій 10 хв.

Приймаючи середню вантажопідйомність судна $Q_c = 4267$ т на підставі статистичних даних визначаємо кількість металопрокату кожного виду, який завантажується:

гарячекатаних рулонів – 76,8% – $Q_{с.гк} = 4267 \cdot 0,768 = 3277$ т., холоднокатаних рулонів – 17,6% – $Q_{с.хк} = 4267 \cdot 0,176 = 751$ т, пачок гарячекатаного листа – 5,6% – $Q_{с.л} = 4267 \cdot 0,056 = 239$ т.

Тривалість завантаження гарячекатаних рулонів до судна визначаємо на підставі розрахованої продуктивності портального крану за варіантом перевантаження «склад – судно» $\Pi_{2-3} = 248,9$ т/год

$$t_{с.гк.} = \frac{Q_{с.гк.}}{\Pi_{2-3}} = \frac{3277}{248,9} = 13,17 \text{ год.}$$

Аналогічним чином визначаємо тривалість завантаження до судна холоднокатаних рулонів

$$t_{с.хк.} = \frac{Q_{с.хк.}}{\Pi_{2-3}} = \frac{751}{185,6} = 4,04 \text{ год.}$$

і пачок гарячекатаного листа

$$t_{с.л.} = \frac{Q_{с.л.}}{\Pi_{2-3}} = \frac{239}{145,2} = 1,65 \text{ год.}$$

Тривалість спеціального закріплення рулонів у трюмі судна визначаємо у відповідності до нормативу часу у 240 с. на один рулон, таким чином:

– тривалість закріплення гарячекатаних рулонів

$$t_{з.гк.} = \frac{Q_{с.гк.}}{\bar{q}_{гк.}} \times t_3 = \frac{3277}{11,06} \times 0,067 = 19,85 \text{ год.};$$

– тривалість закріплення холоднокатаних рулонів

$$t_{з.хк.} = \frac{Q_{с.хк.}}{\bar{q}_{хк.}} \times t_3 = \frac{751}{8,25} \times 0,067 = 6,1 \text{ год.};$$

Тривалість закріплення пачок гарячекатаного листа врахована у нормативах часу на виконання навантажувально-розвантажувальних робіт.

При побудові графіка обробки подач вагонів приймаємо:

1) тривалість операцій з прибуття складу з навантаженими вагонами з ВАТ «Запоріжсталь» на станцію «Порт-Велике Запоріжжя» 30 хвилин, тривалість операцій з відправлення вагонів, завантажених порожньою тарою, 20 хвилин;

2) тривалість організації прибуття і відправлення поїздів на станції «Порт-Велике Запоріжжя» 3 хвилини;

3) кількість вагонів з металопрокатом, який надходить на станцію «Порт-Велике Запоріжжя» приймаємо максимальне з спостережених згідно статистичних даних 26 вагонів. При постановці вагонів під розвантаження на причал №6 при одночасній постановці вагонів на колії 35 та 36 у розмірі 7 вагонів маємо розкладання подач 7+7+6+6 вагонів.

Тривалість розформування прибулого поїзда з металопрокатом на витяжній колії знаходимо за формулою [6]:

$$T_p = A \cdot g + B \cdot m, \quad (2.20)$$

де $A = 1,14$, $B = 0,26$ – постійні емпіричні коефіцієнти при розформуванні вагонів на витяжній колії осаджуванням;

g – кількість груп вагонів у складі, $g = 4$;

m – кількість вагонів у складі поїзда, що підлягає розформуванню.

$$T_p = 1,14 \cdot 4 + 26 \cdot 0,26 = 11,32 \approx 12 \text{ хвилин.}$$

Тривалість формування складу визначаємо за формулою

$$T_\phi = 2,5p + 0,4m_{сб}, \quad (2.21)$$

де p – кількість колій, на яких розміщені вагони, що переставляються на колію збирання, $p = 2$;

$m_{сб}$ – кількість вагонів, що переставляються з інших колій на колію збирання складу, $m_{сб} = 19$.

$$T_{\phi} = 2,5 \cdot 2 + 0,4 \cdot 19 = 12,6 \approx 13 \text{ хвилин.}$$

Тривалість маневрових пересувань (подач та прибирань вагонів) визначаємо за формулою [6]:

$$t_{\text{пр}} = a + b \cdot m_c, \quad (2.22)$$

де a – частина тривалості напіврейсу, що витрачається на рух локомотива, хв.;

b – додаткові витрати часу на один вагон, хв.;

m_c – кількість вагонів у маневровому складі, од.

Тривалість подавання-прибирання вагонів на колії 35, 36 при $a = 1,21$, $b = 0,042$, $m_c = 7$ і довжині напіврейсу $L = 360$ м складуть

$$t_{\text{пр}} = 1,21 + 0,042 \cdot 7 = 1,504 \approx 2 \text{ хв.}$$

Технологічні графіки обробки вагонів та суден у порту наведені на листі 6 графічної частини проекту. Умовно вважаємо, що час операцій з навантаження порожніх піддонів з під вивантаженого металопрокату включено у час розвантаження вагонів.

На підставі розроблених технологічних графіків обробки вагонів і суден у порту будуємо контактний графік обробки вагонів і суден, показаний на рисунку 2.5.

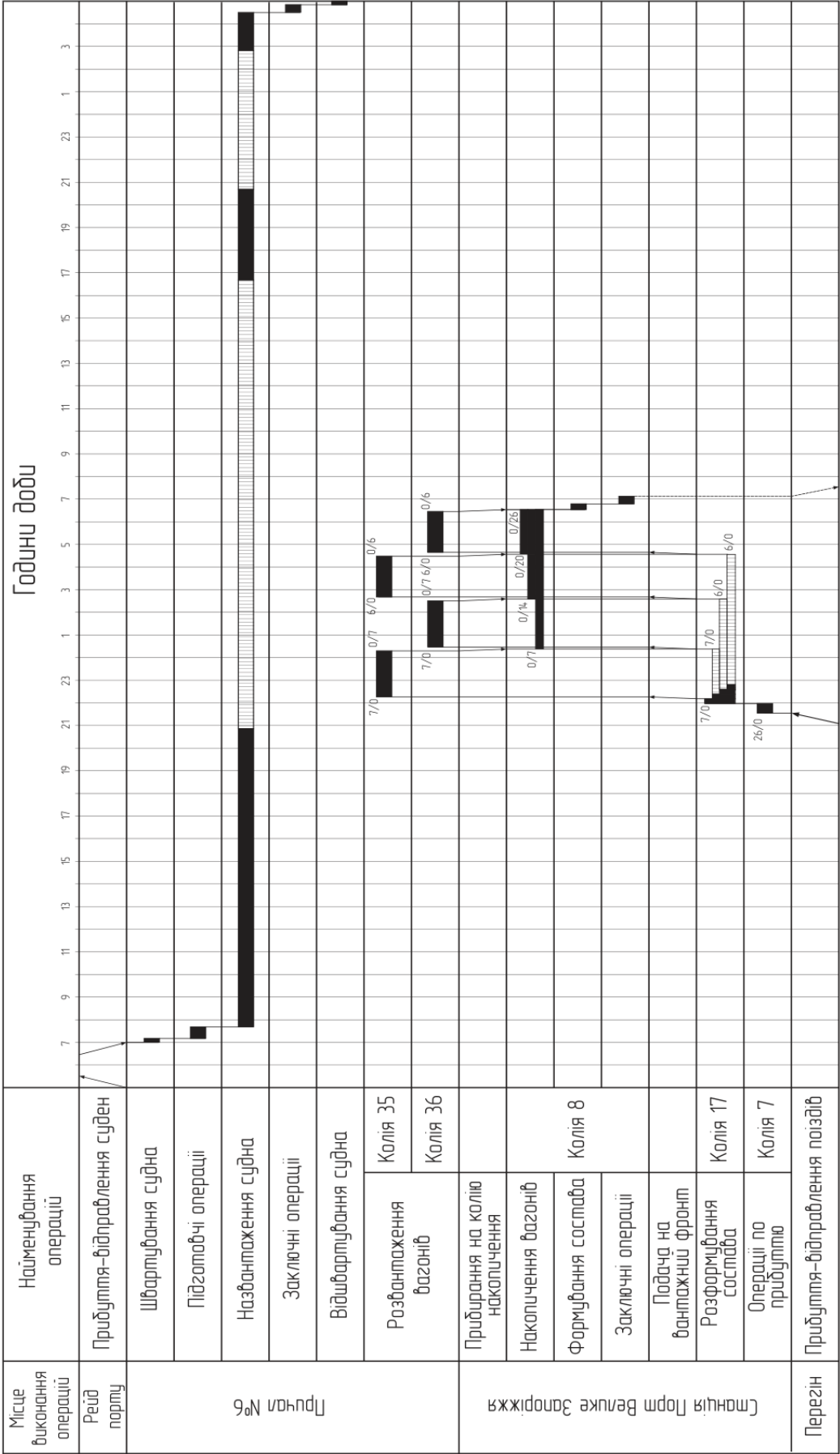


Рисунок 2.5 – Контактний графік обробки суден і вагонів у порту

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення передбачають придбання автоматичного захвата-кантувача для рулонів металопрокату виробництва ТОВ «Вантажозахватні механізми». Вартість одного захвата-кантувача з урахуванням його доставки за даними заводу-виробника становить $K_{\text{дод}} = 167500$ грн.

3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати за варіантами знаходимо за формулою

$$C_p = Z + A + C_p + C_e + C_{\text{пр}}, \quad (3.1)$$

де Z – річний фонд заробітної плати, основної та додаткової з відрахуваннями до фонду обов’язкового загальнодержавного соціального страхування, грн;

A – амортизаційні відрахування, грн.;

C_p – витрати на ремонт і поточне утримання обладнання, грн.;

C_e – витрати на силову електроенергію, грн.;

$C_{\text{пр}}$ – інші (накладні) витрати, грн.

Річний фонд заробітної плати докерів-механізаторів визначаємо за формулою

$$Z = C_{\text{чт}} \cdot T_{\text{ф}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot k_{\text{сс}}, \quad (3.2)$$

де $C_{\text{чт}}$ – годинна тарифна ставка докера-механізатора, $C_{\text{чт}} = 72,6$ грн./год;

$T_{\text{ф}}$ – річний фонд фактично відпрацьованих годин, год.;

$k_{\text{вн}}$ – середньозважений коефіцієнт, який враховує доплати працівникам за роботу у вечірній та нічний час. Доплата за роботу у вечірній час (з 18 до 22 години) встановлена законодавством у 20 % до годинної тарифної ставки, за роботу у нічний час (з 22 години до 6 години) – 35 % до годинної тарифної ставки. Приймаємо в середньому $k_{\text{вн}} = 1,15$;

$k_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, який враховує премії, $k_{\text{пр}} = 1,16$;

$k_{\text{сс}}$ – коефіцієнт, який враховує внесок до фондів загальнодержавного страхування (єдиний соціальний внесок), приймаємо $k_{\text{сс}} = 1,22$.

Річний фонд фактично відпрацьованих годин розраховуємо на підставі норм часу (трудомісткості) виконання операцій. Розрахунок часу роботи зводимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок річного фонду відпрацьованих годин

Операція	Річний обсяг робіт, т	Трудомісткість виконання робіт, люд-год/т	Річний фонд відпрацьованого часу, год
Існуючий варіант			
1. Вивантаження рулонів гарячекатаного прокату з піввагонів	66816	0,01080	721,6
2. Кантування рулонів га- рячекатаного прокату кан- тувачем	66816	0,0159	1062,4
3. Навантаження рулонів гарячекатаного прокату на судна	66816	0,0129	861,9
4. Кріплення рулонів гаря- чекатаного прокату у трюмі судна	66816	0,0841	5619,2

Продовження таблиці 3.1.

Операція	Річний обсяг робіт, т	Трудовісткість виконання робіт, люд-год/т	Річний фонд відпрацьованого часу, год
5. Вивантаження рулонів холоднокатаного прокату з вагонів	15312	0,0225	344,52
6. Навантаження рулонів холоднокатаного прокату на судна	15312	0,0200	306,24
7. Кріплення рулонів хо- лоднокатаного прокату у трюмі судна	15312	0,1127	1725,7
8. Вивантаження пачок га- рячекатаного прокату з ва- гонів	4872	0,0292	142,3
9. Навантаження і кріп- лення пачок гарячеката- ного прокату у трюмі су- дна	4872	0,0278	135,4
Разом за існуючим варіан- том			10919,3
Пропонований варіант			
1. Вивантаження рулонів гарячекатаного прокату з піввагонів	66816	0,0129	861,9
2. Навантаження рулонів гарячекатаного прокату на судна	66816	0,0161	1075,7

Кінець таблиці 3.1.

Операція	Річний обсяг робіт, т	Трудомісткість виконання робіт, люд-год/т	Річний фонд відпрацьованого часу, год
3. Кріплення рулонів гарячекатаного прокату у трюмі судна	66816	0,0841	5619,2
4. Вивантаження рулонів холоднокатаного прокату з вагонів	15312	0,0230	352,2
5. Навантаження рулонів холоднокатаного прокату на судна	15312	0,0216	330,7
6. Кріплення рулонів холоднокатаного прокату у трюмі судна	15312	0,1127	1725,7
7. Вивантаження пачок гарячекатаного прокату з вагонів	4872	0,0282	137,4
8. Навантаження і кріплення пачок гарячекатаного прокату у трюмі судна	4872	0,0275	133,98
Разом за пропонованим варіантом			10236

Річний фонд заробітної плати комплексної механізованої бригади на причалі за базовим варіантом складе

$$З_6 = 72,6 \cdot 10919,3 \cdot 1,15 \cdot 1,16 \cdot 1,22 = 1290170 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати за пропонованим варіантом складе

$$З_{\text{пр}} = 72,6 \cdot 10236,3 \cdot 1,15 \cdot 1,16 \cdot 1,22 = 1209471 \text{ грн.}$$

Річні амортизаційні відрахування розраховуємо для кранів (4 група основних фондів) виходячи з норми амортизаційних відрахувань 20% на рік або 5% на квартал. Річні амортизаційні відрахування для кантувача і захвата-кантувача (6 група основних фондів) виходячи з норми амортизаційних відрахувань 25 % на рік або 6,25 % на квартал. Розрахунок річних амортизаційних відрахувань зводимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Обладнання	Балан- сова вар- тість, грн.	Кіль- кість, од.	Щоквартальні амортизаційні відрахування, грн.				Разом за рік, грн
			1	2	3	4	
Існуючий варіант							
1. Кран пор- тальний «Аль- батрос»	167610	2	16761	15920	15130	14370	62181
2. Кантувач	24050	1	1500	1130	1070	1020	4720
Разом							66901
Пропонований варіант							
1. Кран пор- тальний «Аль- батрос»	167610	1	8380	7960	7560	7190	31090
2. Захват-кан- тувач	167500	1	10469	9814	9201	8626	38110
Разом							69200

Витрати на силову електроенергію знайдемо за формулою

$$C_e = W \cdot T_{p.kp.} \cdot \eta \cdot k_m \cdot k_{bp} \cdot \Pi_e, \quad (3.3)$$

де W – сумарна потужність електродвигунів, встановлених на крані, кВт.

Для крану «Альбатрос» $W = 119,5$ кВт;

$T_{p.kp.}$ – сумарна тривалість роботи кранів на рік, год.;

η – коефіцієнт, який враховує додаткові витрати електроенергії для компенсації втрат у електромережі, $\eta = 1,15$;

k_m – коефіцієнт використання двигунів за потужністю, $k_m = 0,9$;

k_{bp} – коефіцієнт використання кранів у часі, $k_{bp} = 0,85$;

Π_e – вартість 1 кВт-год. електроенергії, грн. $\Pi_e = 9,5$ грн./кВт.

Витрати на електроенергію за базовим варіантом

$$C_{e.b.} = 119,5 \cdot 1062,4 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 9,5 = 1061060 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію за пропонованим варіантом

$$C_{e.пp.} = 119,5 \cdot 801,4 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 9,5 = 800390 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт і утримання обладнання приймаємо у розмірі 10 % від його балансової вартості. За існуючим варіантом

$$C_{p.b.} = 359270 \cdot 0,1 = 35930 \text{ грн.}$$

За проектним варіантом

$$C_{p.пp.} = 335110 \cdot 0,1 = 33511 \text{ грн.}$$

Інші витрати приймаємо у розмірі 30 % від фонду заробітної плати докерів-механізаторів. За базовим варіантом

$$C_{\text{пр.б.}} = 1057516 \cdot 0,3 = 317255 \text{ грн.}$$

За пропонованим варіантом

$$C_{\text{пр.пр.}} = 991370 \cdot 0,3 = 297411 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку річних експлуатаційних витрат зводимо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Стаття витрат	Значення по варіантах, грн.	
	існуючий	пропонований
1. Заробітна плата, основна і додаткова, з відрахуваннями на соціальне страхування	1 290 170	1 209 471
2. Амортизаційні відрахування	66 901	69 200
3. Витрати на ремонт і поточне утримання обладнання	35 930	33 511
4. Витрати на силову електроенергію	1 061 060	800 390
5. Інші (накладні) витрати	317 255	297 411
Разом	2 771 316	2 409 983

Економію річних експлуатаційних витрат знаходимо як різницю між річними експлуатаційними витратами за базовим і пропонованим варіантами, таким чином маємо

$$E_p = C_{\text{р.б.}} - C_{\text{р.пр.}} = 2771316 - 2409983 = 361333 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень складе

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{дод}}}{E_{\text{р}}} = \frac{167500}{361333} = 0,46 \text{ року.}$$

ВИСНОВКИ

В ході переддипломної практики і дипломного проектування була вивчена і проаналізована транспортно-технологічна схема вантажопереробки листового металопрокату у рулонах і пачках виробництва ПАТ «Запоріжсталь» на причалі №6 першого вантажного району Запорізького річкового порту.

В ході аналізу були досліджені вхідні вантажопотоки і вагонопотоки, потоки суден під навантаження, проведений їх статистичний аналіз та визначені основні статистичні показники. Запропоновано для виключення операції кантування рулонів гарячекатаного листового металопрокату, що надходить у порт в залізничних піввагонах у положенні «на торець» автоматичного захвата-кантувача.

З використанням запропонованих вантажозахватних пристроїв пронормовані елементи транспортно-технологічного процесу вантажопереробки, розроблені технологічні графіки обробки суден та залізничних вагонів на припортовій залізничній станції «Порт-Велике Запоріжжя», складений контактний графік обробки залізничного і річкового рухомого складу у порту, розрахована необхідна площа буферного складу для згладжування нерівномірності надходження вагонів і суден до порту.

Проведені економічні розрахунки підтвердили доцільність запропонованих проектних рішень. За додаткових капітальних вкладень на придбання автоматичного захвату-кантувача вартістю 167 500 грн. досягається економія річних експлуатаційних витрат на переробці рулонного металопрокату у розмірі 361 333 грн. Термін окупності додаткових капітальних вкладень складає менше ніж один рік.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Зведення звичаїв Запорізького річкового порту
2. Інструкція з підготовки та транспортування листової металопродукції виробництва ПАТ «Запоріжсталь», що поставляється на експорт залізничним транспортом № Ін 14-00190549-001-01 / ПАТ «Запоріжсталь», АТ «НІАчормет». – Дніпро, 2001. – 64 с.
3. Технічні умови навантаження та розміщення у суднах та на складах тарно-штучних вантажів / Мінрічфлот. – М. : Транспорт, 1990. – 317 с.
4. Запара В.М. Транспортно-експедиторська діяльність : навч. посібник / В.М. Запара, С.М. Продашук, А.Л. Кравець та ін. – Харків : УкрДУЗТ, 2017. – 214 с.
5. Технология грузовых работ. Сборник образцов технологических карт и инструкций, рекомендованных при обработке морских судов и других видов транспорта. – СПб. : Корвет, 1996. – 640 с.
6. Бабушкін, Г. Ф. Технологія і організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : навчальний посібник / Г. Ф. Бабушкін. – К. : ІСДО, 1993. – 192 с.
7. Литвиненко С.Л. Механізація та автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт : навчальний посібник / С.Л. Литвиненко, Г.І. Нестеренко, Т.Ю. Габрієлова, П.О. Яновський. — К. : Кондор-Видавництво, 2016. – Ч. 1, 2, 3, 208 с.
8. Петренко Л. М. Перевезення вантажів залізничним транспортом : навчальний посібник / Л. М. Петренко, В. В. Габа. – К.: КУЕТТ, 2003. – 316 с.
9. Нормативи часу на навантажувально-розвантажувальні роботи, які виконуються на залізничному, водному та автомобільному транспорті Ч. 2. Навантажувально-розвантажувальні роботи, виконувані у морських, річкових портах та на пристанях / Держпраця, 1990. – 191 с.

10. Єдині комплексні норми виробітку та часу на навантажувально-розвантажувальні роботи, виконувані у річкових портах і на пристанях / Держкомпраця, 1974. – 360 с.

11. Єдині комплексні норми виробітку та часу на навантажувально-розвантажувальні роботи, виконувані у річкових портах і на пристанях. Ч. II. / Держкомпраця, 1988. – 161 с.