

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 ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВАЛКИ ТА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БОКСИТОВОЇ РУДИ В ЗАПОРІЗЬКОМУ РІЧКОВОМУ ПОРТУ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи Тз-811сп2

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

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

ЩЕРБАХА С.В.
(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)

ЩЕРБАХИ Сергія Васильовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення організації перевалки та залізничних перевезень бокситової руди в Запорізькому річковому порту

керівник проекту (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 проекту (роботи) 10.06.2024 р.

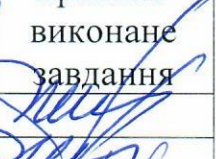
3. Вихідні дані до проекту (роботи) існуючий технологічний процес перевалки бокситової руди в порту, існуючий вантажопотік перевезень, дані по споживачам, техніко-економічні показники існуючого технологічного процесу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Вибір та обґрунтування пропонованої транспортно-технологічної схеми вантажопереробки бокситів у порту, 2.2 Статистичний аналіз основних параметрів вантажопереробки та перевезення бокситової руди, 2.3 Технічне нормування операцій та робіт, 2.4 Розробка графіку роботи порту та станції Порт Велике Запоріжжя з перевалки бокситової руди, 2.5 Оцінка тривалості простоїв суден в очікуванні розвантаження, 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	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 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. – 20.06.	

Студент(ка)


(підпис)

Сергій ЩЕРБАХА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олексій КУЗЬКІН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 66 с., 25 табл., 8 рис., 7 джерел.

ГРЕЙФЕР, ІНТЕНСИВНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, НАДХОДЖЕННЯ СУДЕН, КОМПЛЕКСНА НОРМА ВИРОБКИ, ПЕРЕВАНТАЖУВАЧ, ПОРТАЛЬНИЙ КРАН, СУДНО, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ГРАФІК,

Об'єкт дослідження – Запорізький річковий порт, а саме організація вантажопереробки та перевезень бокситової руди у порту.

Мета роботи – розробка заходів, що дозволяють підвищити ефективність перевантажувальних робіт та організації перевезень бокситів за рахунок використання більш досконалих засобів механізації та організації узгодженої роботи річкового та залізничного транспорту при перевантаженні та перевезенні бокситової руди.

Методи дослідження – аналітичні, графоаналітичні, теорія масового обслуговування, методи математичної статистики з використанням ЕОМ,

Розглянуті питання підвищення ефективності перевантажувальних робіт та організації перевезень бокситів у першому вантажному районі Запорізького річкового порту. Запропоновано використання у якості прикордонних перевантажувальних механізмів грейферно-бункерних перевантажувачів, що монтуються на базі існуючих портальних кранів та мають більшу продуктивність. Розроблені технологічні графіки та добовий графік обробки суден та вагонів у порту. Методами математичної статистики та теорії масового обслуговування виконана оцінка завантаження перевантажувального обладнання та тривалість окремих транспортно-технологічних операцій. Розрахований економічний ефект від пропонованих рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломне проектування	2
Реферат	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Стисла характеристика ДП «Запорізький річковий порт» та його генерального плану	8
1.2 Характеристика та спеціалізація причальних ліній та вантажних фронтів першого вантажного району	12
1.3 Характеристика, аналіз и розрахунок вантажопотоків	14
1.4 Аналіз існуючої технології вантажних робіт з бокситовою рудою у порту	22
1.5 Організація перевезень вантажів у Запорізькому річковому порту	25
1.5.1 Технічна характеристика станції “Порт-Велике Запоріжжя”	25
1.5.2 Організація обробки суден та вагонів у порту	28
1.5.3 Умови роботи порту з постачальниками бокситів та ПрАТ ЗАК ...	33
1.6 Недоліки існуючого становища та постановка задач в дипломній роботі	34
2 Основна частина	36
2.1 Вибір та обґрунтування пропонованої транспортно-технологічної схеми вантажопереробки бокситів у порту	36
2.2 Статистичний аналіз основних параметрів вантажопереробки та перевезення бокситової руди	39
2.3 Технічне нормування операцій та робіт	42
2.3.1 Нормування тривалості технологічних операцій з спеціалізованими поїздами	42
2.3.2 Нормування тривалості простоїв вагонів та суден під вантажними операціями	45

2.3.3	Розробка технологічних графіків обробки суден та залізничних складів	47
2.4	Розробка графіку роботи порту та станції Порт Велике Запоріжжя з перевалки бокситової руди	49
2.5	Оцінка тривалості простоїв суден в очікуванні розвантаження	52
3	Економічна частина	56
3.1	Розрахунок капітальних вкладень	56
3.2	Розрахунок річних експлуатаційних витрат	56
3.2.1	Розрахунок річних експлуатаційних витрат за існуючим варіантом	56
3.2.2	Розрахунок річних експлуатаційних витрат за пропонованим варіантом	62
	Висновки	65
	Перелік джерел посилання	66

ВСТУП

У складному господарстві річкового транспорту порти відіграють важливу роль. Будучи основними підприємствами, порти виконують низку функцій, основними з яких є залучення вантажів та пасажирів для перевезення річковим транспортом; приймання, зберігання, видача вантажів; виконання перевантажувальних операцій та передачі вантажів з одного виду транспорту на інший; обробка суден та транспортних засобів інших видів транспорту; комплексне обслуговування флоту; організація роботи флоту, що приписаний до порту тощо.

Для виконання своїх функцій порти мають трудові ресурси та виробничо-технічну базу, до складу якої входять: вантажні причали; перевантажувальне обладнання з комплексом фронтальних (прикордонних) та тилових засобів механізації; допоміжних вантажних засобів для виконання внутрішнього переміщення вантажів, внутрішньо складських перевантажувальних операцій, очищувальних робіт; склади для тимчасового зберігання вантажів; залізничні та автомобільні шляхи; рейдові та інші допоміжні судна; будівлі та споруди, що забезпечують необхідні умови експлуатаційної роботи порту.

Порт, будучи транспортним вузлом, забезпечує неперервність та надійність комплексного транспортного процесу.

У сучасних економічних умовах, коли підприємства річкового транспорту відчують гостру нестачу обігових коштів, перед портами гостро постають задачі модернізації перевантажувального обладнання, що експлуатується на протязі довгого періоду часу. Досягнути цього можна за рахунок зниження собівартості перевантажувальних операцій на причальних лініях. Найбільш масовим видом вантажів, що переробляє Запорізький річковий порт, є бокситова руда. Підвищенню ефективності її вантажопереробки та перевезень присвячений дана дипломна робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Стисла характеристика ДП «Запорізький річковий порт» 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 “річка-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.

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 “Зводу звичаїв” складаються з:

а) прийом 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 здійснює 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 навіпаки;

- оформлення вантажних документів на завантажений (розвантажений) вантаж;

- у причалів та на рейді зняття фекальних вод;

- надання буксирів для виконання швартових операцій;

- виконання бункеровки водою;

- надання відстійних причалів для суден.

Причальні лінії та причали порту розташовані на берегах Запорізького та Каховського водосховищ, розділених греблею Дніпровської ГЕС. Відстань по фарватеру між найбільш північним та найбільш південним зупинковими 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 слідують 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, імпордне обладнання та інші вантажі. Район обслуговується портовою станцією Порт Велике Запоріжжя;

б) другий вантажний район з вантажним причалом Дніпрорудне. 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 тонна (у тому числі один порталний кран вантажопідйомністю 5 т на причалі Дніпрорудне). Район спеціалізується на переробці МБМ, ЗБВ, різних вантажів і металу. Для обробки суден на рейдах та необладнаних берегах район має один плавучий кран вантажопідйомністю 16 тонн. Район обслуговується станцією Запоріжжя1 (під'їзна колія Пристань);

в) порт Нікополь.

Порт має склади відкритого зберігання вантажів загальною площею 3000 м² та склади та майданчики відкритого зберігання вантажів загальною площею 73000 м².

Основні виробничі показники порту наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Виробничі показники порту

Показники	Одиниця виміру	Значення
Перевезення вантажів	тис. т.	193,3
	тис. ткм.	5708,2
Вантажообіг порту:		
за відправленням вантажів	тис.т.	922,0
за прибуттям вантажів	тис.т.	751,2
Навантажувально-розвантажувальні роботи		
фізичні тонни		1615,9
коефіцієнт переробки		1,94
тонно-операцій всього		3132,4
Перевезення пасажирів	тис. пас.	528,6
	тис. пкм.	7083,6

Крім того, Запорізький річковий порт має 21 пасажирський причал: загальною протяжністю 862 п.м. залізобетонні причали та 140 п.м. природний берег).

На причалах порту обробляються судна наступних основних типів:

- а) суховантажний теплохід типу “Сормовський” вантажопідйомністю 3000 т.;
- б) суховантажний теплохід типу “Волго-Балт” вантажопідйомністю 3000 т.;
- в) суховантажний теплохід типу “Дніпро” вантажопідйомністю 3000 т.
- г) суховантажний теплохід типу “Дніпровець” вантажопідйомністю 1580 т.;
- д) суховантажний теплохід типу “Лена” вантажопідйомністю 2700 т.;
- е) суховантажний теплохід типу “Славутич” вантажопідйомністю 3000 т.;
- ж) теплохід-площадка проекту 559М вантажопідйомністю 1800–1420 т.

Теплоходи типу “Сормовський”, “Волго-Балт”, “Дніпро”, “Дніпровець”, “Лена” є суховантажними трюмними (з люками, що зачиняються) суднами, що призначені для перевезень навальних, лісних, тарно-пакувальних вантажів, включаючи контейнери.

Теплоходи-площадки типу “Славутич” здійснюють перевезення сипких вантажів, що не бояться намокання.

Теплохід-площадка проекту 559М класу “М” є суховантажним теплоходом, що призначений для перевезення вугілля, руди, будівельних матеріалів, металу, лісу та інших вантажів відкритого зберігання.

Нормальним робочим часом у порту є час з 8-00 до 17-00 крім неділі 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

Будь-яке з суден повинно швартуватися для вантажних операцій у місці, що вказане адміністрацією, причому турбота 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 імпорتنих 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 портальні 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-ти тонні ваги, що належать Укрзалізниці.

1.3 Характеристика, аналіз и розрахунок вантажопотоків

Основним видом вантажів, що переробляються у Запорізькому річковому порту є навальні вантажі. До навальних вантажів відносять різноманітні кускові, зернисті та порошкоподібні матеріали, що перевозять та зберігають навалом. За умовами перевезення та зберігання всі навальні вантажі поділяються на вантажі відкритого та закритого зберігання. До навальних вантажів, що перевантажуються у порту на річковий транспорт, відносяться металобрухт, кокс та коксовий дріб, вугілля та алюміній. Магnezит, боксити, хромітову руду у порту вивантажують з суден та перевантажують на залізничний та автомобільний транспорт.

Обсяги вантажопереробки порту по основних видах вантажів наведені у таблиці 1.2.

У загальному обсязі перероблюваних вантажів найбільшу питому вагу займають: металобрухт – близько 25%, боксити – близько 45%.

Бокситова руда є усадочною гірничою породою, що складається у основному з гідратів глинозему (36–80%) та оксидів заліза. Наприклад, бокситова руда, що видобувається у Гвінеї, складається з 45–46% оксиду алюмінію (Al_2O_3), 2–2.5% оксиду кремнію (SiO_2), 23–26% оксиду заліза (Fe_2O_3) та 9–13% води. Руда використовується для отримання алюмінію. Об'ємна вага бокситів коливається у межах 1.5–2.0 т/м³ (таблиця 1.3). Бокситова руда, що доставляється з Індії, є дуже легкою та містить велику кількість пилоподібних фракцій. Інші боксити є більш важкими.

Таблиця 1.2 – Обсяги вантажопереробки порту

Вид вантажу	Кількість переробленого вантажу		Технологічні варіанти перевантаження	Фактичний час роботи, год.	Фактична продуктивність, т/год.
	тис. т.	тис. т.-операцій			
Металобрухт	426,1	426,1	Склад-кран-судно	46431	9,2
		278,1	Автомобіль-кран-судно		
		103,0	Вагон-кран-судно		
Всього	426,1	837,3			
Магnezит	38,5	38,5	Судно-кран-склад	1632	23,6
	-	38,5	Склад-кран-вагон		
Всього	38,5	77,0			
Боксит	678,9	678,9	Судно-кран-склад	26178	25,9
	-	653,8	Склад-кран-вагон		
Всього	678,9	1332,7			
Глина	53,5	53,5	Склад-кран-судно	1700	31,5
	-	52,7	Вагон-кран-склад		
Всього	53,5	106,2			
Кокс	94,7	21,0	Судно-кран-склад	951	99,6
	-	15,6	Вагон-кран-склад		
Всього	94,7	36,6			
Хромітова руда	21,0	21,0	Судно-кран-склад	988	21,3
Всього	-	15,6	Склад-кран-вагон		
	21,0	36,6			
Металопрокат	59,4	59,4	Склад-кран-судно	5005	11,9
Всього	-	115,6			
	59,4	175			

Таблиця 1.3 – Механічні характеристики бокситової руди

Вид руди	Механічні характеристики	
	насипна вага, т/м ³	кут природного нахилу, град.
Боксити Балканських родовищ	1,5 – 1,8	40
Боксити Грецьких родовищ	1,7 – 2,0	40
Боксити Австралійських родовищ	1,215	25
Боксити Індійських родовищ	1,18	25
Боксити Гвінейських родовищ	1,5	40

При розрахунку добових вантажопотоків з метою організації перевезень, навантажувально-розвантажувальних та складських робіт необхідно враховувати коефіцієнт їх нерівномірності k_n – відношення максимального вантажообігу до середнього вантажообігу за розглядуваний період часу. Для розрахунку коефіцієнту нерівномірності використовують методи математичної статистики. Для визначення розрахункових добових вантажопотоків використовуємо статистичну інформацію по прибуттю бокситів до порту та відправленню бокситів з порту на адресу одержувача ПрАТ “Запорізький абразивний комбінат”. Статистичні дані по прибуттю вантажу до порту наведені у таблиці 1.4, а дані про відправлення бокситів з порту наведені у таблиці 1.5.

Розрахункове значення добового вантажопотоку визначимо за формулою

$$Q_{доб} = \frac{Q_p \cdot k_n}{T_p}, \quad (1.1)$$

де Q_p – річний базовий вантажопотік, т;

T_p – кількість діб роботи порту з приймання та відправлення вантажу.

Коефіцієнт нерівномірності визначимо за формулою

$$k_n = 1 + \gamma, \quad (1.2)$$

де γ – коефіцієнт варіації добового вантажопотоку.

Коефіцієнт варіації добового вантажопотоку знаходимо за формулою

$$\gamma = \frac{\sqrt{D}}{M}, \quad (1.3)$$

де D – дисперсія випадкової величини добового вантажопотоку, т^2 ;

M – математичне очікування величини добового вантажопотоку, т.

Результати розрахунку добових вантажопотоків з прибуття та відправлення бокситів наведені у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Результати розрахунку добових вантажопотоків

Вантажопотік	Q_p , т	T_p , сут.	D , т^2	M , т	k_n	$Q_{\text{доб}}$, т
Прибуття	687900	312	8154658	2204,8	1,32	2910,3
Відправлення	650000		1836533	2083,3	1,48	3083,3

Таблиця 1.4 – Статистичні дані про прибуття бокситів у Запорізький річковий порт

Прибуття судна у порт		Тип судна	Кількість вантажу, т	Час розвантаження		Тривалість розвантаження, год
дата	час			початок	закінчення	
1	2	3	4	5	6	7
3.10	19-30	т/х Славутич-17	3520	05.10 12-40	06.10 06-10	18,8
3.10	20-00	т/х Ковель	3100	04.10 20-30	05.10 20-00	23,6
4.10	16-00	т/х Днепр-4	2940	04.10 19-00	05.10 15-00	20,0
5.10	12-30	т/х Механик Черевко	3100	05.10 20-20	06.10 20-00	23,6
7.10	17-30	т/х Славутич-18	3608	07.10 18-00	08.10 10-30	16,5
12.10	16-00	т/х Ирпень	4236	12.10 17-30	13.10 15-00	21,5
17.10	20-00	т/х Орель-6	2912	17.10 21-45	18.10 14-00	16,25
22.10	17-00	т/х Днепр-4	2966	22.10 17-30	23.10 06-00	12,5
23.10	19.20	т/х Орель-2	2950	23.10 20-00	25.10 16-00	20,0
26.10	16-00	т/х 10 п'ятилетка	2466	26.10 18-30	27.10 15.00	20,5
01.11	23-30	т/х Орель-5	2846	02.11 00-00	02.11 14-00	14,0
04.11	18-30	т/х Орель-3	2950	04.11 19-15	05.11 15-00	19,75
05.11	08-30	т/х Славутич-9	3672	05.11 11-00	06.11 00-00	13,0
11.11	14-30	т/х Славутич-3	3607	11.11 15-00	12.11 00-00	11,0

Продовження табл. 1.4.

1	2	3	4	5	6	7
11.11	19-45	т/х Орель-6	2823	12.11 11-45	13.11 00-00	12,25
11.11	12-00	т/х Феодосия	1726	12.11 16-30	13.11 00-00	8,5
11.11	12-00	Баржа П-3101	2200	11.11 13-00	11.11 23-30	10,5
13.11	18-00	т/х Днепр-2	3015	13.11 18-45	14.11 14-00	19,25
13.11	22-30	т/х Славутич-10	3503	14.11 14-00	15.11 14-30	24,5
14.11	12-00	Баржа-приставка П-3207	2200	14.11 21-00	15.11 21-00	8,5
14.11	12-00	Баржа-приставка П-3112	2200	15.11 10-00	15.11 21-00	11,00
14.11	12-00	т/х Павлоград (проект 559)	1692	15.11 14-00	15.11 24-00	10,0
16.11	17-00	т/х Ю. Коцюбинский (трюм)	2918	16.11 22-45	18.11 09-00	34,25
16.11	17-30	т/х Славутич-11	3485	16.11 18-20	21.11 22.00	30,17
18.11	14-30	т/х Орель-2	2824	18.11 15-00	19.11 07-30	16,5
19.11	20-00	т/х Феодосия	1800	19.11 21-30	20.11 05-00	7,5
19.11	20-00	Баржа-приставка 1021А	2108	19.11 20-20	20.11 01-30	5,17
20.11	16-30	т/х 10-я пятилетка	2466	20.11 17-45	21.11 04-00	10,25
21.11	09-30	т/х Славутич-6	3604	21.11 10-00	21.11 22-00	12,0
21.11	15-30	т/х Рось	4309	23.11 10-00	24.11 00-00	14
21.11	18-30	т/х Борисполь	1695	23.11 08-00	24.11 04-00	20
21.11	18-30	Баржа-приставка ПЗ037	2128	22.11 21-00	23.11 08-00	11,0

Кінець табл. 1.4.

1	2	3	4	5	6	7
24.11	13-30	т/х Славутич-16	3320	24.11 14-00	25.11 01-30	11,5
24.11	20-00	т/х Феодосия	1712	25.11 04-00	25.11 15-30	11,5
24.11	20-00	Баржа-приставка ПЗ101	2200	25.11 04-00	25.11 18-00	14,0
24.11	13-45	т/х Ю. Коцюбинский	3006	24.11 14-30	25.11 18-00	27,5
24.11	16-00	т/х Орель-3	2885	24.11 16-40	26.11 10-00	22,13
25.11	17-00	т/х И. Акулов	2869	25.11 20-15	26.11 15-30	9,25
25.11	17-00	т/х Механик Черевко	3000	25.11 21-30	26.11 19-30	22,0
28.11	18-15	т/х Орель-1	2852	28.11 19-00	30.11 00-30	5,5
30.11	19-00	т/х Борисполь	1194	01.12 00-30	01.12 15-00	14,5
12.12	20-00	т/х Славутич-3	3564	13.12 07-00	14.12 11-00	28
17.12	17-00	т/х Немиров (проект 559)	1732	17.12 18-00	18.12 03-30	9,5
17.12	17-00	Баржа-приставка 1021А	2130	17.12 18-00	18.12 12-00	16,0
22.12	15-00	т/х Ирпень	4188	22.12 16-00	23.12 03-00	11,0

Таблиця 1.5 – Статистичні дані по відправленню бокситів з Запорізького річкового порту на адресу ПрАТ ЗАК

Дата	Кількість вагонів	Кількість завантажених бокситів, т
01.11	24	1910
06.11	41	2935
07.11	40	1965
08.11	11	803
	18	1241
	27	1620
09.11	31	1625
	26	1545
10.11	8	430
	40	2050
11.11	60	3455
12.11	60	3258
13.11	42	2415
14.11	58	3233
15.11	12	875
	34	1761
16.11	12	828
	30	1796
17.11	3	180
	22	1240
	5	400
18.11	46	2680
	14	915
19.11	12	628
	34	2000
	14	1015
20.11	6	360
	51	2930
	3	210
21.11	5	279
	40	2160
	3	255
22.11	7	470
	19	1050
	34	2339
23.11	16	1080
	3	285
	22	1488
24.11	9	630
	15	1160
	36	1980
25.11	18	1288
	6	491
	54	3046
26.11	14	980
	15	1069
	31	1740
27.11	36	2160
	26	1830
	8	655
28.11	54	3258
	17	1254
29.11	36	2172
	17	1304
	6	461
30.11	12	1000
	31	1715
	12	900

1.4 Аналіз існуючої технології вантажних робіт з бокситовою рудою у порту

Розвантаження бокситової руди з суден виконується у відповідності до діючої “Інструкцією з навантаження, розвантаження сипких вантажів та баластування вантажних теплоходів різних проектів” та під спостереженням вахтового начальника, шкіперу рейду та інших осіб судового екіпажу у відповідності до діючого Статуту служби на судах.

Розвантаження бокситів з суден та навантаження їх у залізничні вагони виконується порталними кранами типу КПП-10 на третьому причалі першого вантажного району. Технічні характеристики порталних кранів наведені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Технічні характеристики порталного крана КПП-10-30-10.5

Характеристика	Значення
1. Вантажопідйомність, т	10
2. Виліт стріли, м (min/max)	8/30
3. Швидкість, м/хв	
підйому вантажу	60
зміни вильоту стріли	44
пересування	33
4. Частота обертання крану, об/хв	1.42
5. Встановлені потужності двигунів, кВт	
підйому	2x100
зміни вильоту стріли	16
пересування	4x11
6. Колія порталу, м	10,5
7. Вага крану, т	185

Для перевантаження навальних вантажів крани оснащені звичайними та зачищувальними (штивуючими) грейферами ємностями 2,6 м³ та 3,2 м³ (рисунок 1.1).

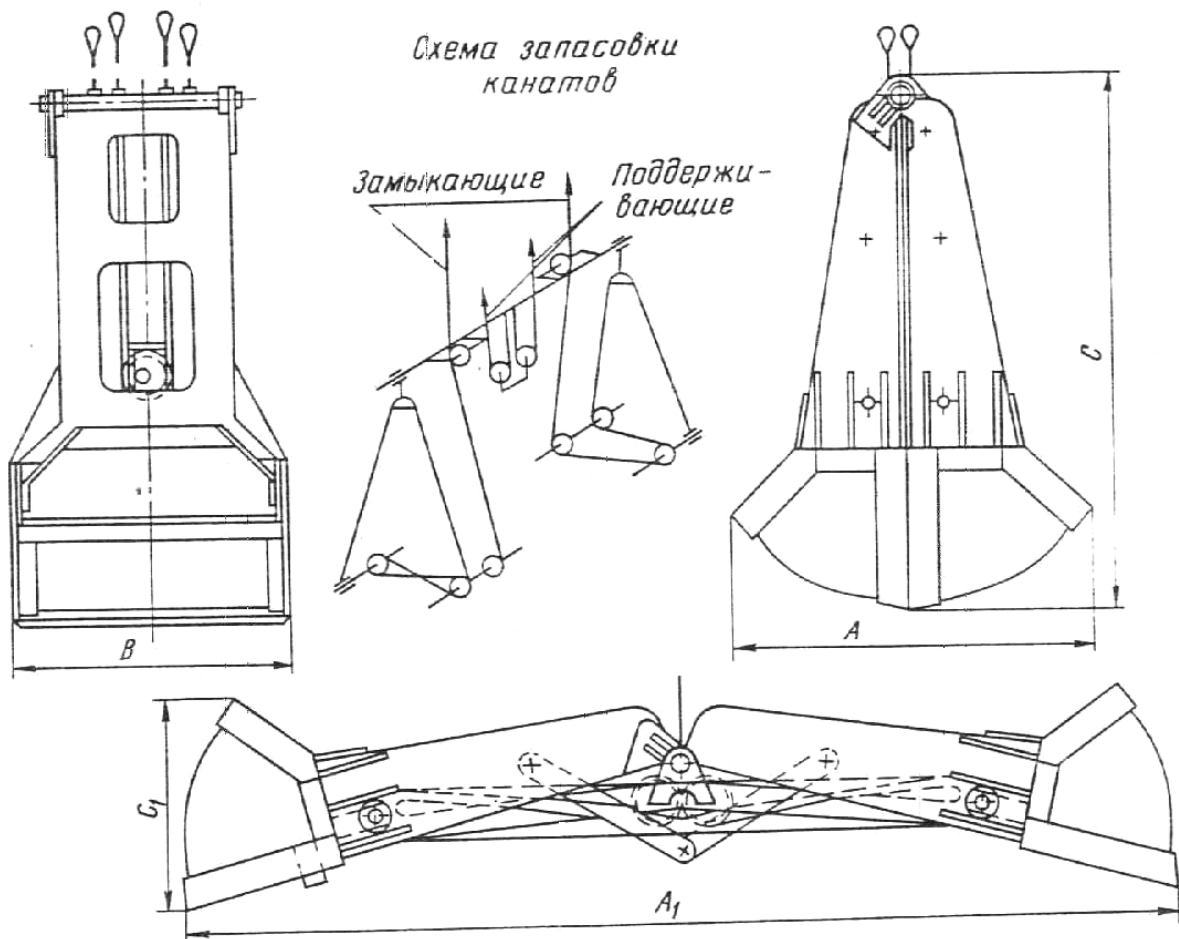


Рисунок 1.1 – Грейфер штивующий

Розвантаження теплоходу починається після повного ошвартування та встановлення трапу чи сходин, що встановлюються під кутом не більше 30°. Розвантаження теплоходу трюмного типу виконується по шарам. Кількість вантажу у кожному шарі наведено у таблиці 1.8.

При одночасній роботі двох кранів вантажні операції виконуються таким чином, щоб виключити можливість зіткнення стріл, протиаг кранів, а також вантажозахватних пристроїв.

Таблиця 1.8 – Розподіл вантажу по шарах у трюмах суден

Тип трюму	Кількість вантажу по шарах від загальної кількості його у судні	
	перший шар	другий шар
Трюм I	75	25
Трюм II	70	30
Трюм III	70	30
Трюм IV	60	40

Порядок розвантаження суден в залежності від типу судна та кількості одночасно працюючих кранів визначається робочими технологічними картами та наведений у таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Порядок розвантаження суден

Тип судна	Порядок розвантаження при кількості кранів	
	один кран	два крани
Проект 559М, Д080 (площадка)	від носу до корми	один кран з носу до середини вантажного ящика, другий – від середини до корми
Проекти 1557, 2-95А/Р, 781, 1565 (трюм)	послідовне розвантаження з першого трюму	один кран – трюми I и III, другий кран – трюми II и IV

Націлювання грейфера на вантаж на штивці виконується в основному використовуючи механізм повороту крана, для чого кран встановлюється осторонь від оброблюваного трюму чи оброблюваної частини вантажного бункера. Зачищення трюмних суден виконується під мітлу за участі ланки портових робітників з 3-х чоловік на кожен кран, що скупчують вантаж та підмітають настил трюму. Кран при цьому працює штивуючим грейфером.

Вантаж з суден перевантажується або на склад (близько 90%) або безпосередньо у залізничний рухомий склад.

Поверхня покриття складу, що призначений для складування бокситової руди навалом повинна бути рівною, горизонтальною, очищеною від реквізиту, сміття. До початку формування штабелю керівник робіт вказує місце та визначає розміри штабеля. У зимовий період необхідно проводити профілактичні заходи щодо змерзання бокситів.

На складі вантаж укладається не ближче ніж 0.7 м від виступаючих конструкцій крана. Скидання вантаж з грейфера виконується з висоти не більше 1 м від поверхні штабелю (вантажу). Кожна марка бокситів укладається у окремий штабель. Для забезпечення проходів, проїздів та розривів між складами штабелі огорожуються пересувними габаритними залізобетонними стінками. За відсутності перегородок відстань між штабелями приймається рівною 2.0 м. При виконанні складських робіт вантаж на складі за необхідності підгрибається бульдозером у тил чи у бік дії крану.

1.5 Організація перевезень вантажів у Запорізькому річковому порту

1.5.1 Технічна характеристика станції “Порт-Велике Запоріжжя”

Станція Порт Велике Запоріжжя Придніпровської залізниці за своїм призначенням на характером роботи є тупиковою станцією та віднесена за обсягом та складністю роботи до другого класу.

До станції примикає одноколійний перегін Порт Велике Запоріжжя – ст. Алімова, що обладнаний двобічним релейним півавтоматичним блокуванням.

Колійний розвиток станції складається з одного парку, що має 9 приймально-відправних колій (№№ 1 – 9) та одну витяжну колію №17. Крім того, до станції відносяться залізничні колії, що знаходяться на території Запорізького річкового порту. У порту на причалах 1, 3, 4, 6 здійснюється передача та перевалка з залізничного на водний транспорт та навпаки

експортно-імпортних вантажів, що прямують у прямому змішаному залізнично-водному сполученні. Схема колійного розвитку станції Порт Велике Запоріжжя наведена на рисунку 1.2.

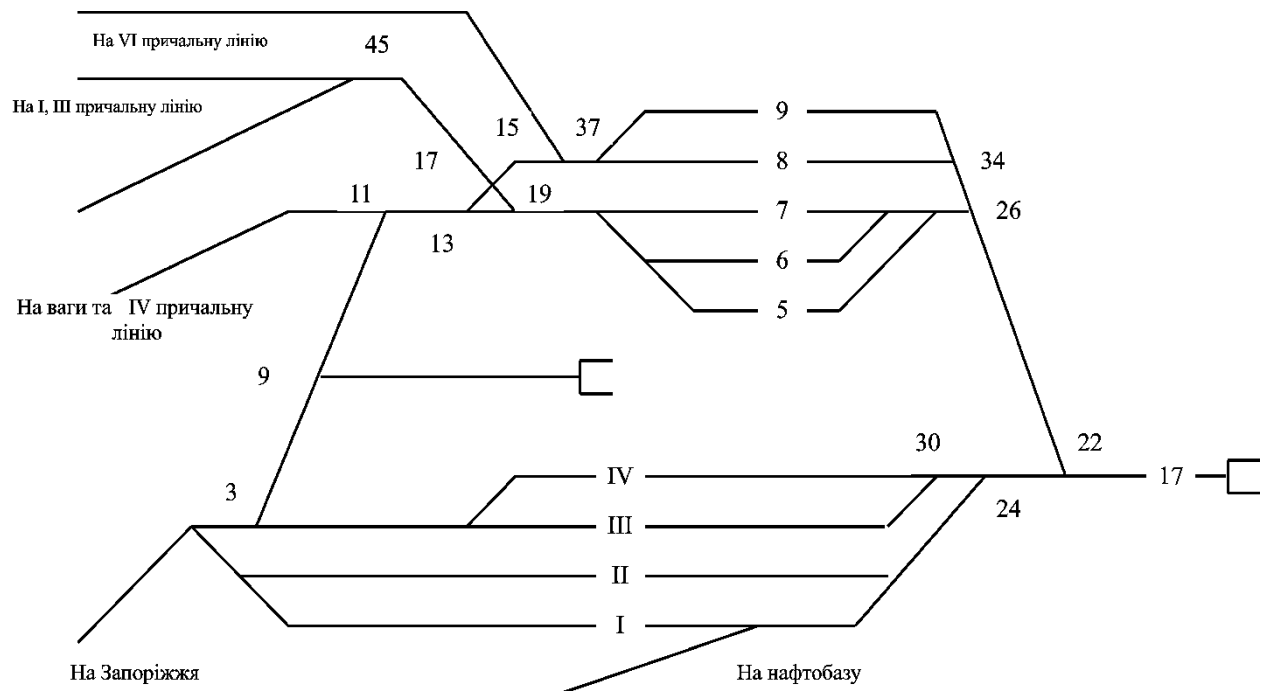


Рисунок 1.2 – Схема колійного розвитку станції Порт Велике
Запоріжжя

Станція обладнана електричною централізацією стрілок та сигналів, має засоби зв'язку. Робота станції полягає у прийомі та відправленні вантажних поїздів, подаванні та прибиранні вагонів під вантажні операції на причали порту, навантаженні та розвантаженні вантажів, формуванні поїздів. Станція формує поїзди призначенням на Запоріжжя-Ліве, Запоріжжя-2, відправницькі маршрути на станції розвантаження. Для виконання маневрових робіт на станції є локомотив серії ЧМЕ3. Відомість колій станції наведена у таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Відомість колій станції Порт Велике Запоріжжя

Найменування колій	Сигнали (стрілки), що обмежують колію		Довжина колій		
	від	до	повна	корисна	вагонів
<u>Приймально-відправний парк</u>					
1. Приймально-відправна вантажних поїздів з та на ст. Алімова	5	28	1010	915	61
2. Те ж	5	28	1010	915	61
3. – // –	7	30	1136	877	58
4. – // –	7	30	1136	877	58
5. – // –	25	32		435	28
6. – // –	25	36		413	27
7. – // –	23	36		438	28
8. Сортивально-відправна	37	34		332	21
9. Сортивально-відправна	37	34		272	17
15. Для відстою локомотиву	9	упор		180	11
17. Витяжна	22	упор		440	29
<u>Маневрові колії</u>					
36. Вантажно-розвантажувальна	55	упор	506	440	31
35. Вантажно-розвантажувальна	55	упор	506	440	31
34. Виставочна	41	упор	480	420	30
38. Виставочна	41	упор	480	420	30
32. Виставочна	43	упор	440	420	30
31. Для ремонту вагонів	47	упор	40	40	3
30. Вантажно-розвантажувальна	47	упор	420	400	28
29. Вантажно-розвантажувальна	53	(8) 2	708	708	50
28. Вантажно-розвантажувальна	53	6	567	567	40
27. Виставочна	51	2	132	132	9
26. Вагова	51	2	132	132	9
25. Сортивальна	49	14	1000	1000	71
8. Виставочна	2	4	486	486	34
11. Сортивальна	6	8	186	186	13
12. Виставочна	10	упор	260	260	18
14. Вантажно-розвантажувальна	10	упор	400	400	28
19. Витяжна	16	28	200	200	14
18. Виставочна	16	28	200	200	14

1.5.2 Організація обробки суден та вагонів у порту

Для забезпечення чіткої та злагодженої роботи між станцією та портом організується взаємна інформація про підхід поїздів, суден та вантажів, а також про хід виконання технічних, вантажних та комерційних операцій з вагонами та суднами.

Станція Порт Велике Запоріжжя отримує з обчислювального центру дирекції за телефоном попередню інформацію у вигляді телеграм – натурних листів на зміну та містить дані про кількість поїздів, що повинні надійти на станцію протягом наступних 12 годин, про кількість вагонів, що прямують під розвантаження на станцію, про вид вагонів, вид вантажу, що знаходиться на шляху до станції призначення Порт Велике Запоріжжя. Інформація надходить черговому по станції від поїзного диспетчера. Черговий по станції повідомляє про це диспетчера порту.

Старший прийомоздавач станції інформує вантажоодержувача про час прибуття вагонів, виду вантажу. Засобами зв'язку є телефонний зв'язок з усіма одержувачами.

Про навантаження чи розвантаження вагонів на причалах порту повідомляють прийомоздавачі станції чергового по станції, що дає команду складачу поїздів та його помічнику про передачу вагонів на причалах порту. У всіх випадках інформація про подачу вагонів повинна передаватися станцією не пізніше, ніж за 2 години до їх подачі.

Термін користування вагонами, що подаються залізницею, рахується не раніше часу, що вказаний у повідомленні. У випадку подачі вагонів без повідомлення, початок користування ними вважається після закінчення передбачений Правилами користування вагонами та контейнерами двох годин.

Інформація про підхід судне передається диспетчером порту прийомоздавачу, який передає її черговому по станції за 6 годин до прибуття

судна з вказуванням його найменування, часу прибуття та роду вантажу. У порту також ведеться журнал інформації, у якому записується час передачі інформації, прізвище тих, хто передав та прийняв інформацію.

За вантажами, що прибувають маршрутами, а також таких, що підлягають перевалці за прямим варіантом, сторони взаємно інформують один одного не пізніше ніж за 6 годин до моменту прибуття суден та вагонів.

Порядок обробки суден.

Первинну інформацію порт отримує з місячного графіку підходу суден до порту. З цього графіку відомо, які судна, у який термін та під які вантажі будуть подані під навантаження та які судна з якими вантажами та у який час надійдуть під розвантаження.

Окрім місячного графіку порт отримує інформацію від капітанів суден. Капітан судна зобов'язаний повідомити порту час приходу до порту за 96 годин та вторинне за 24 години, а за тривалості переходу менше ніж 96 годин – не пізніше ніж за годину після виходу з попереднього порту. За 4 години до приходу до порту капітан зобов'язаний повідомити уточнений час приходу судна до порту.

Капітан у своїй інформації повідомляє групу судна, вид вантажу, його кількість, розміщення у трюмах, потребу у паливі, прісній воді, інших видах постачання, про стан судових перевантажувальних механізмів, необхідності санітарної обробки судна тощо.

Порт підтверджує отримання інформації та повідомляє капітану судна умови заходу судна до порту, причал швартування чи місце якірної зупинки судна на рейді та передбачену дату постановки судна до причалу.

Після приходу судна до порту, а також після закінчення розвантаження капітан вручає змінному помічнику начальника району нотис про готовність судна до обробки та обслуговування на всі чи частину трюмів.

Після отримання своєчасної та повної інформації порт складає технічний план-графік обробки судна. Зміст нотиса містить: назву судна та його групу; номер рейсу; судновласника; час прибуття до порту; час

готовності до прийому (здавання вантажу); нотатка порту про прийом судна до обробки.

Вантажні приміщення судна повинні до початку навантаження повністю захищені та забезпечені всім необхідним обладнанням для навантаження даного вантажу. Судно вважається готовим до навантаження навальних вантажів за наявності чіткої вантажної марки на штевнях та по міделю, що дозволяє визначити кількість навантаженого вантажу за осадкою, відсутність баластних вод чи їх кількість.

Судно-годинні норми по обробці суден у порту наведені у таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Судно-годинні норми обробки флоту у порту

Вид вантажу	Операція	Норма часу
Глина навалом	навантаження	КП-10 = 100 т/год
Боксит	розвантаження	КП-10 = 200 т/год
Дріт у бухтах	навантаження	КП-10 = 35 т/год
Метал по 5т у пачках	навантаження	КП-10 = 45 т/год
Метал понад 5т	навантаження	КП-10 = 55 т/год
Феросплави	навантаження	КП-10 = 100 т/год
Алюміній в пачках	навантаження	КП-10 = 20 т/год
Хромово руда	навантаження	КП-10 = 70 т/год
Кокс	навантаження	КП-10 = 90 т/год
Металобрухт	навантаження	КП-10 = 55 т/год
Чавун	навантаження	КП-10 = 80 т/год
Сухий пісок	навантаження	КП = 200 т/год
Наливний пісок	навантаження	КПП = 950 т/год
Вугілля	навантаження	КП-10 = 200 т/год
Контейнери завантажені великовагові	навантаження	КП-20 = 129 т/год
	розвантаження	КП-20 = 16 т/год
Контейнери порожні великовагові	навантаження	КП-20 = 20 т/год
	розвантаження	КП-20 = 22 т/год

Порядок обробки вагонів.

Під обробкою вагонів розуміють їх завантаження та розвантаження силами порту з виконанням всіх операцій, що передують вантажним роботам та супроводжують їх (відкриття-закриття люків, дверей та бортів; закріплення та розкріплення вантажів; очищення вагонів; оформлення документів тощо).

Після отримання повідомлення від чергового по сусідній станції про вихід поїзду, черговий по станції повідомляє по двобічному парковому зв'язку оглядачів вагонів, прийомоздавачів станції, сигналіста про наступний прихід поїзду, номер поїзду, номер колії прийому та час прибуття.

Обробка поїзду складається з наступних операцій:

- технічне обслуговування вагонів;
- комерційний огляд вагонів;
- прийом документів від машиніста поїзного локомотиву;
- розмітки натурного листа згідно документів;
- крейдової розмітки складу згідно натурного листа;
- підготування складу до розформування (відпуск автогальм, роз'єднання та підвішування автогальмових рукавів).

Після прибуття, зупинки поїзду, закріплення його гальмівними башмаками та відчеплення поїзного локомотиву, склад огороджується сигналами зупинки. Порядок огороження складу та зняття сигналів після проведення технічного та комерційного огляду встановлений у ТРА станції Порт Велике Запоріжжя.

Станція повідомляє порт про вантажі, що прибули під розвантаження для розмітки документів. Представник станції розмічає вагони, що прибули на адресу порту за видами вантажів згідно перевізних документів. Станція та порт виконують прийом та видачу завантажених та порожніх вагонів не більш ніж 30 хвилин на вантажних фронтах з перевіркою технічного стану вагонів та їх зачищенням після розвантаження.

Вагони на fronti навантаження та розвантаження подаються після повідомлення, що передається за 2 години до подавання першої партії. Надалі вагони подаються по закінченню навантаження, розвантаження попередньої партії та приймально-здавальних операцій, про що порт повідомляє станцію.

Максимальна переробна спроможність вантажних фронтів Запорізького річкового порту наведена у таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Переробна спроможність вантажних фронтів порту

Назва вантажного фронту	Вид вантажу	Максимальна подача	Термін виконання вантажних операцій, год.
Причал № 1			
Колія № 30 станції Порт Велике Запоріжжя	металобрухт	14	1,29
	феросплави	4	1,0
	чавун, щебінь	2	1,29
Причал № 3			
Колія № 28	боксити ЗАК	9	0,28
	боксити	5	0,28
	метал (магnezит)	5	1,25
Колія № 29	боксити ЗАК	9	0,28
	боксити	5	0,28
	метал (магnezит)	5	1,25
Причал № 4			
Колія № 14	металобрухт	12	1,29
	вугілля різне	6	0,52
	навальні вантажі	4	0,53
Причал № 6			
Колії № 35,36	глина	5	0,81
	метал	7	1,25
	хромітова руда	3	0,76
	магnezит, вугілля	3	0,76
	кокс	4	0,52
Причал № 7			
Колія № 38	металобрухт	9	1,29
	різні вантажі	4	
Колія № 34	тарно-штучні	4	

У міжнавігаційний період з 01.12 по 10.03 фронти обробки та інші умови перевезення узгоджуються сторонами додатковими угодами.

Порожні вагони вважаються поданими з моменту постановки їх на фронт навантаження відповідно замовлення порту, а розвантаженими – з моменту постановки їх на місце розвантаження. Відстань для нарахування збору за подавання, прибирання вагонів – 1,0 км у обидва кінці, на причалі №7 – 1,5 км у обидва кінці.

За прямим варіантом перевантажуються тільки ті експортно-імпортні вантажі, для яких у порту відсутні склади (наливні вантажі, цукор, зерно, швидкопсовані вантажі).

Розвантаження вагонів за прямим варіантом “вагон-судно” та навантаження за прямим варіантом “судно-вагон” виконується за окремою угодою між залізницею, портом та вантажовласником.

1.5.3 Умови роботи порту з постачальниками бокситів та ПрАТ ЗАК

Основними положеннями договорів між постачальниками бокситової руди та Запорізьким річковим портом є:

а) фірми зобов’язуються забезпечити завезення бокситів до порту у узгоджених сторонами обсягах суднами АСК “Укррічфлот” чи інших компаній та інформують порт про завантаження суден з бокситами у іноземних портах;

б) порт зобов’язується забезпечувати розвантаження бокситів з суден з інтенсивністю 3000 тонн на добу, включаючи вихідні та святкові дні, своєчасно інформувати одержувача бокситу про наявність вантажу на причалі порту.

Одержувачами бокситів є запорізьке підприємство ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат».

Основними положенням договору на поставку бокситів з порту на Запорізький абразивний комбінат є наступні:

а) помісячні обсяги та номенклатура бокситів встановлюються сторонами у процесі роботи. Норма одночасного зберігання бокситів у порту складає до 50 тис. тонн, норма одночасного складування – не більше двох сортів;

б) до 10-го числа перед планового місяця ЗАК узгоджує з портом місячний обсяг вивозу бокситів (у тому числі по сортах), після чого комбінат дає план перевезень у Укрзалізницю, а порт підтверджує до 20-го числа Укрзалізниці відвантаження вантажу;

в) комбінат забезпечує вивезення бокситів з порту власними вертушками та виконує всі митні формальності, що постають при надходженні бокситу;

г) порт забезпечує роздільне зберігання бокситів по сортах та навантаження бокситу у вагони з інтенсивністю 100 тонн на годину при фронті навантаження 8 вагонів, при цьому, з метою прискорення обігу вертушок, враховує замовлення комбінату по сортах бокситів з врахуванням технологічного процесу;

д) порт оформлює за довіреністю комбінату документи на перевезення бокситу залізницею на адресу комбінату, своєчасно інформує комбінат про залишки та підходи суден з бокситами;

е) комбінат виконує попередню оплату послуг порту після відвантаження 50% бокситу з океанського транспорту на протязі 10 діб після виставлення рахунку портом. Оплата перевантажувальних робіт та зберігання бокситів у порту до 30 діб виконується з розрахунку 0,95 долари США за тонну (акордна ставка). При зберіганні бокситів у порту понад 30 діб комбінат сплачує додатково 0,01 долар США за тонну на добу. Заключна сплата комбінатом послуг порту виконується протягом 15 банківських днів з моменту відвантаження бокситів.

1.6 Недоліки існуючого становища та постановка задач в дипломній роботі

На підставі аналізу існуючого становища з організації вантажопереробки та вивезенню бокситів з Запорізького річкового порту необхідно відзначити

наступні особливості, що збільшують витрати на вантажопереробку та доставку бокситів одержувачам:

а) наявність суттєвої нерівномірності прибуття суден з бокситами до порту (коефіцієнт нерівномірності досягає 2,77). Це призводить до нерівномірного завантаження перевантажувального обладнання та іноді до утворення черги з суден, що очікують вантажної обробки;

б) виключена можливість перевантаження бокситів за прямим варіантом “судно-вагон”. Це, з одного боку, зумовлене нерівномірним надходженням суден та вагонів до порту, а з іншого боку – необхідністю навантаження бокситів у вагони згідно з сортами та виконанням митних операцій з прибулим вантажем;

в) внаслідок невеликої інтенсивності розвантаження суден, останні тривалий час простоюють під вантажними операціями.

Для усунення вказаних недоліків та з метою поліпшення організації вантажної обробки суден та вагонів у дипломній роботі передбачається виконати наступні заходи:

а) збільшити інтенсивність вантажної обробки суден та вагонів за рахунок встановлення більш потужного вантажного обладнання на причалі;

б) розробити графіки взаємодії річкового та залізничного транспорту у порту з метою скорочення простоїв суден та вагонів в очікуванні вантажної обробки та під вантажними операціями.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування пропонованої транспортно-технологічної схеми вантажопереробки бокситів у 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:

- 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 пропускнуої 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 заключається у варіюванні способів та прийомів виконання окремих операцій; можливостей використання різних типів та конструкцій вантажозахватних пристроїв, зачищу вальних 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.

З врахування вищесказаного для підвищення пропускної спроможності причалу та зниження простоїв суден під розвантаженням у порту для перевантаження бокситової руди пропонується у якості основної перевантажувальної машини грейферно-бункерний перевантажувач (рис. 2.1).

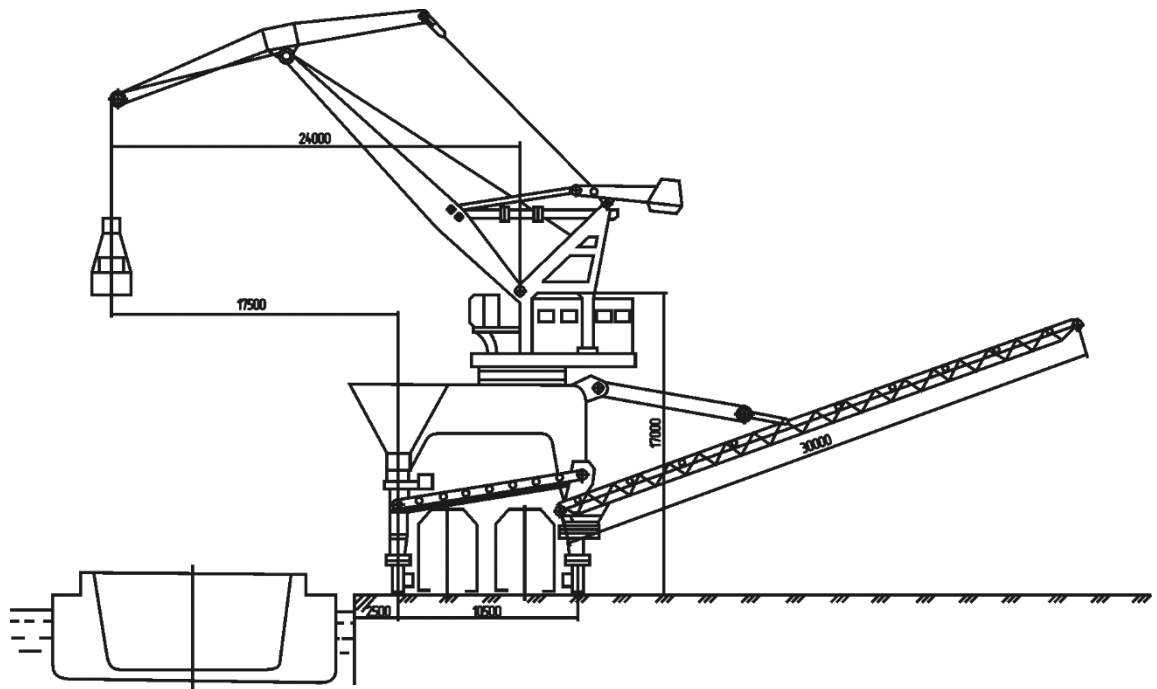


Рисунок 2.1 – Грейферно-бункерний перевантажувач

Грейферно-бункерний перевантажувач монтується на базі звичайного порталного крану та може працювати за одним з варіантів “судно-склад”, “судно-вагон” та “склад-вагон”. Прямолінійність переміщення вантажу у перевантажувачі у порівнянні з поворотними кранами за рівності вантажопідйомності та швидкості рухів забезпечує йому значно більшу продуктивність.

На порталі перевантажувача встановлений бункер, у який розвантажують вантаж з грейфера, та викидний стрічковий конвеєр для переміщення вантажу на склад. Під час роботи за прямим варіантом вантаж з бункера за спускними лотками зсипається до вагонів.

Технічні характеристики грейферно-бункерного перевантажувача наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики грейферно-бункерного перевантажувача

Характеристика	Значення
1. Вантажопідйомність, т	10
2. Маса грейфера, т	4,17
3. Об'єм грейфера, м ³	3,2
3. Технічна продуктивність, т/год.	420
4. Робочий кут повороту крану в плані, град.	$\pm 30^0$
5. Кут нахилу викидного конвеєра, град.	$+18^0 \dots - 12^0$
6. Кут повороту викидного конвеєра в плані, град.	70^0
7. Ширина стрічки конвеєра, мм	500
8. Швидкість стрічки конвеєра, м/с	2,5
9. Встановлена потужність двигунів, кВт	325

2.2 Статистичний аналіз основних параметрів вантажопереробки та перевезення бокситової руди

Статистичними моделями описуються випадкові процеси вантажної роботи. Статистичні моделі застосовуються у випадках, коли необхідно визначити імовірність появи тих чи інших подій, а також визначити найбільш імовірні значення параметрів процесів вантажної роботи. Теоретичними та

емпіричними законами розподілу вдало описуються процеси обслуговування: вхідні потоки транспортних засобів, тривалість виконання вантажних операцій, використання вагонів за вантажопідйомністю тощо.

Основними параметрами, що характеризують роботу річкового порту з вантажопереробки бокситів є:

- інтервали прибуття суден з бокситами до порту;
- тривалість очікування суднами початку розвантаження;
- інтенсивність розвантаження суден на причальній лінії;
- добова кількість вагонів, що відправляються з порту;
- добова кількість бокситів, що видаються з порту одержувачам;
- середня кількість руди, що прибуває у одному судні;
- середнє завантаження вагону.

Для аналізу розглядуваних випадкових величин покажемо їх графічно у вигляді гістограм та визначимо основні вибіркові характеристики на підставі статистичних даних таблиць 1.4 та 1.5.

Побудова гістограми виконується у наступному порядку. Статистичні дані розбиваються на інтервали. Ширину кожного інтервалу визначають за формулою

$$h \approx \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3.22 \lg N} \quad (2.1)$$

де $x_{\max}$, $x_{\min}$ – відповідно, максимальне та мінімальне значення випадкової величини;

N – об'єм вибірки.

Після цього по осі абсцис відкладаються інтервали та, вибравши їх як основу, будують прямокутник, висота якого дорівнює частоті попадання випадкової величини у інтервал.

Для кожної випадкової величини розраховуємо основні вибіркові характеристики:

- вибіркове середнє

$$\bar{M} = \sum_{i=1}^N x_i / N ; \quad (2.2)$$

– стандартне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{M})^2}{N - 1}} ; \quad (2.3)$$

– коефіцієнт варіації

$$\nu = \sigma / \bar{M} . \quad (2.4)$$

Показники розподілу випадкових величин, що характеризують параметри транспортно-технологічного процесу вантажопереробки бокситів, розраховані на ЕОМ у статистичному пакеті STATISTICA, наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вибіркові характеристики випадкових величин

Величина	Вибіркові характеристики		
	$\bar{M}$	σ	ν
1. Кількість вагонів у складі	23,9	18,2	0,76
2. Інтенсивність розвантаження суден, т/год.	197,8	83,6	0,42
3. Інтервали прибуття суден до порту, год.	39,34	38,74	0,98
4. Добове відправлення бокситів з порту, т	3250	815	0,25
5. Добовий вагонопотік за відправленням, ваг.	65	10,4	0,23
6. Середнє завантаження вагону, т	61,23	6,79	0,11
7. Кількість бокситу, що прибуває у судні, т	2759	757	0,27

Наступним кроком є встановлення характеру розподілу випадкових величин. Із зовнішнього вигляду гістограм розподілу бачимо, що випадкові величини інтервалів прибуття суден до порту та кількості вагонів у складі підпорядковані експоненціальному закону розподілу, а інші випадкові величини (кількість вантажу у судні, інтенсивність розвантаження, добова кількість завантажених вагонів, кількість вантажу у вагоні) підпорядковані нормальному закону розподілу.

Експоненціальний закон розподілу є одно параметричним з параметром

$$\lambda = \frac{1}{M} = \frac{1}{\sigma} . \quad (2.5)$$

Таким чином, для випадкової величини інтервалів прибуття суден до порту $\lambda = 1/39.34 = 0.0254$ суден на годину, для випадкової величини кількості вагонів у складі $\lambda = 1/23.9 = 0.0418$ 1/ваг.

Нормальний закон розподілу є двохпараметричним (параметрами є математичне очікування $\bar{M}$ та стандартне відхилення σ).

2.3. Технічне нормування операцій та робіт

2.3.1 Нормування тривалості технологічних операцій з спеціалізованими поїздами

Вивезення бокситів з прикордонного складу порту на ПрАТ ЗАК здійснюється спеціалізованими потягами (вертушками), що складаються з самоскидальних вагонів (думпкарів).

Добову кількість вагонів, що забезпечують вивезення бокситів з порту знаходимо за формулою

$$n_{\text{в.доб}} = \frac{Q_p \cdot k_n}{\bar{q}_v \cdot T_p} , \quad (2.6)$$

де Q_p – річний вантажопотік бокситів, т;

k_n – коефіцієнт нерівномірності. Приймаємо за даними розрахунків (таблиця 1.6) $k_n = 1.48$;

$\bar{q}_e$ – середнє навантаження вагону, т. Приймаємо $\bar{q}_e = 60$ т.;

T_p – тривалість роботи складу по навантаженню бокситів на залізничний транспорт. Приймаємо $T_p = 300$ діб.

Таким чином

$$n_{\text{вагон}} = \frac{650000 \cdot 1.48}{60 \cdot 300} = 53.44 \approx 54 \text{ вагона.}$$

Враховуючи, що фронт постановки вагонів на причалі становить 18 вагонів (на коліях 28 та 29 станції Порт Велике Запоріжжя), кількість вертушок складе $54/18=3$. Розрахуємо тривалість виконання окремих операцій по обробці вертушки на станції Порт Велике Запоріжжя та причальних коліях.

Приймаємо тривалість операцій з прибуття порожньої вертушки на станцію 20 хвилин, тривалість операцій з відправлення завантаженої вертушки зі станції 30 хвилин. Тривалість на організацію відправлення та прибуття приймаємо рівною 3 хвилини.

Тривалість розформування вертушки на витяжній колії визначаємо за формулою

$$T_c = A \cdot g + B \cdot m, \quad (2.7)$$

де A , B – постійні коефіцієнти. Приймаються при розформування вагонів на витяжній колії осаджуванням $A = 1.14$, $B = 0.26$.

g – кількість груп вагонів у складі ($g=2$);

m – кількість вагонів у складі.

Тривалість формування складу визначаємо за формулою

$$t_{\text{сб}} = 2.5 \cdot p + 0.4 \cdot m_{\text{сб}}, \quad (2.8)$$

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

$m_{сб}$ – кількість вагонів, що переставляються з інших колій на колію збирання складу. Приймаємо $m_{сб} = 18$.

Тривалість маневрових пересувань (подач та прибирань вагонів) визначається за формулою

$$t_n = a + b \cdot m_c, \quad (2.9)$$

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

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

m_c – кількість вагонів у маневровому складі.

Результати розрахунку тривалості технологічних операцій з залізничними складами зводимо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Тривалість технологічних операцій з вертушкою

Операція	Пояснення	Тривалість, хв.
1. Розформування вертушки на витяжній колії	$A = 1.14; B = 0.26;$ $g=2; m = 18.$	7
2. Подача-прибирання вагонів на колію навантаження	$a=1.32; b=0.046; L$ $=380 \text{ м}; m_c=9$	$3+3 = 6$
3. Формування вертушки на витяжній колії	$p=2; m_{сб} = 18$	12
4. Виїзд локомотиву з навантажувальних колій	$a=1.32; b=0.046; L$ $=380 \text{ м}; m_c=0$	$2+3 = 5$

2.3.2 Нормування тривалості простоїв вагонів та суден під вантажними операціями

Тривалість простою суден та вагонів під вантажними операціями визначається на підставі відомої продуктивності перевантажувальних механізмів на причалі.

Тривалість простою судна під вантажними операціями при розвантаженні порталними кранами визначаємо за формулою

$$t_{pc} = G \cdot H_{ep} + t_{don}, \quad (2.10)$$

де G – середня кількість вантажу, що прибуває в одному судні. Приймаємо на підставі розрахунків (таблиця 2.2) $G = 2759$ т.;

H_{ep} – комплексна норма часу на 1 тону вантажу при перевантаженні за варіантом “судно-склад”, маш-год/т;

t_{don} – додаткові витрати часу на виконання допоміжних операцій у процесі розвантаження (переміщення механізмів вздовж фронту). Приймаємо $t_{don} = 0,5$ год.

Через те, що вивантаження бокситів з судна виконується за шарами, причому тривалість перевантажувальних робіт є різною для першого та другого шару, необхідно визначити тривалість розвантаження кожного шару окремо.

При розвантаженні першого шару (72,5% від загальної кількості вантажу у судні) норма часу при обробці судна двома кранами встановлена $H_{ep} = 0,00357$ маш-год/т. При розвантаженні другого шару (27,5% від загальної кількості вантажу у судні) норма часу встановлена $H_{ep} = 0,007$ маш-год/т. Відповідно до цього, комплексна норма часу на розвантаженні судна складе

$$H_{ep}^{cp} = 0.725 \cdot 0.00357 + 0.275 \cdot 0.007 = 0.00451 \text{ маш-год/т.}$$

Простій судна під розвантаженням при обробці судна дома порталними кранами складе

$$t_{pc} = 2759 \cdot 0.00451 + 0.5 = 12.9 \text{ год.}$$

Тривалість простою судна під розвантаженням при розвантаженні бокситу грейферно-бункерним перевантажувачем знаходимо за формулою

$$t_{pc} = \frac{G}{n_m \cdot \Pi_n \cdot k_3} + t_{don}, \quad (2.11)$$

де Π_n – технічна продуктивність перевантажувача. $\Pi_n = 180$ т/год;

n_m – кількість перевантажувачів, що обробляють судно одночасно;

k_3 – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності перевантажувача у зв'язку з розвантаженням суден по шарах та неповного використання перевантажувача у часі. Приймаємо $k_3 = 0.85$.

Таким чином

$$t_{pc} = \frac{2759}{2 \cdot 180 \cdot 0.85} + 0.5 = 9.51 \text{ год.}$$

Тривалість простою однієї подачі вагонів під навантаженням на причальній лінії визначимо за формулою

$$t_{ns} = \frac{n_e \cdot \bar{q}_e}{\Pi \cdot k_3} + t_{don}, \quad (2.12)$$

де n_e – кількість вагонів у подачі.

При навантаженні вагонів порталними кранами їх продуктивність складає $\Pi = 230$ т/год., тому

$$t_{nv} = \frac{9 \cdot 60}{230} + 0.5 = 2.85 \text{ год.}$$

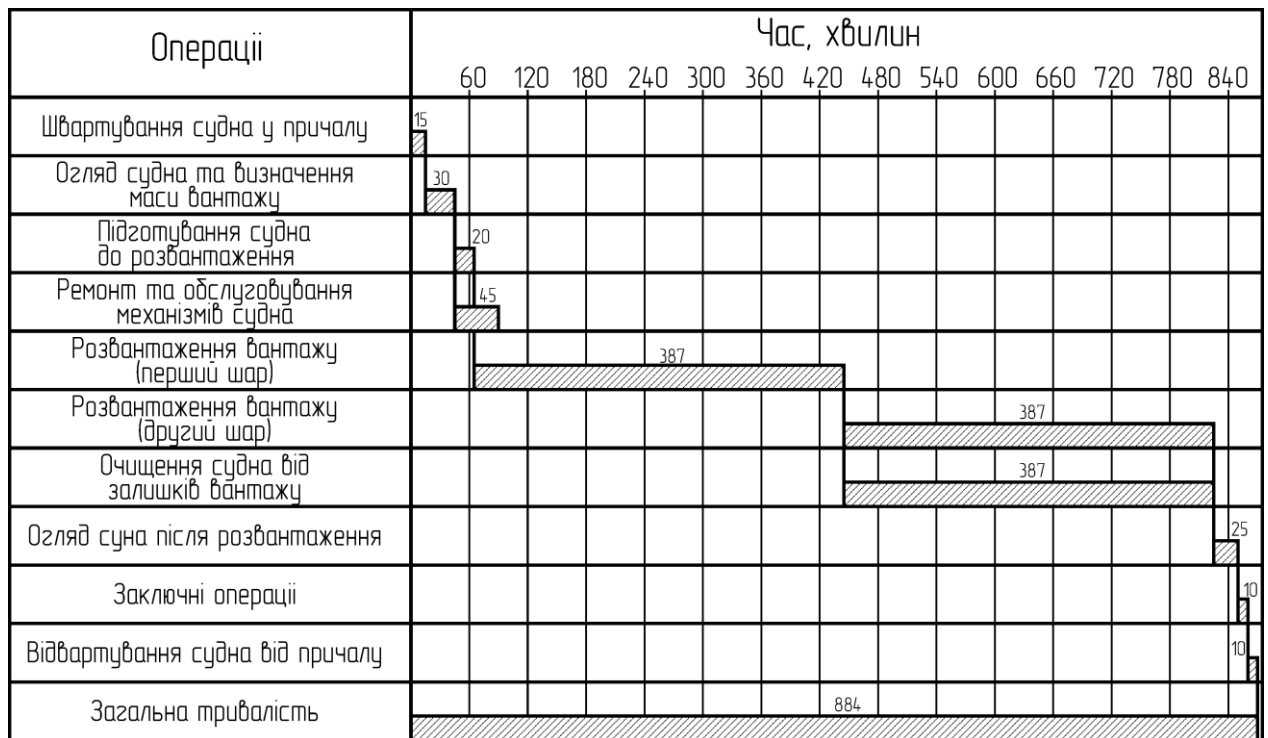
2.3.3 Розробка технологічних графіків обробки суден та залізничних составів

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).

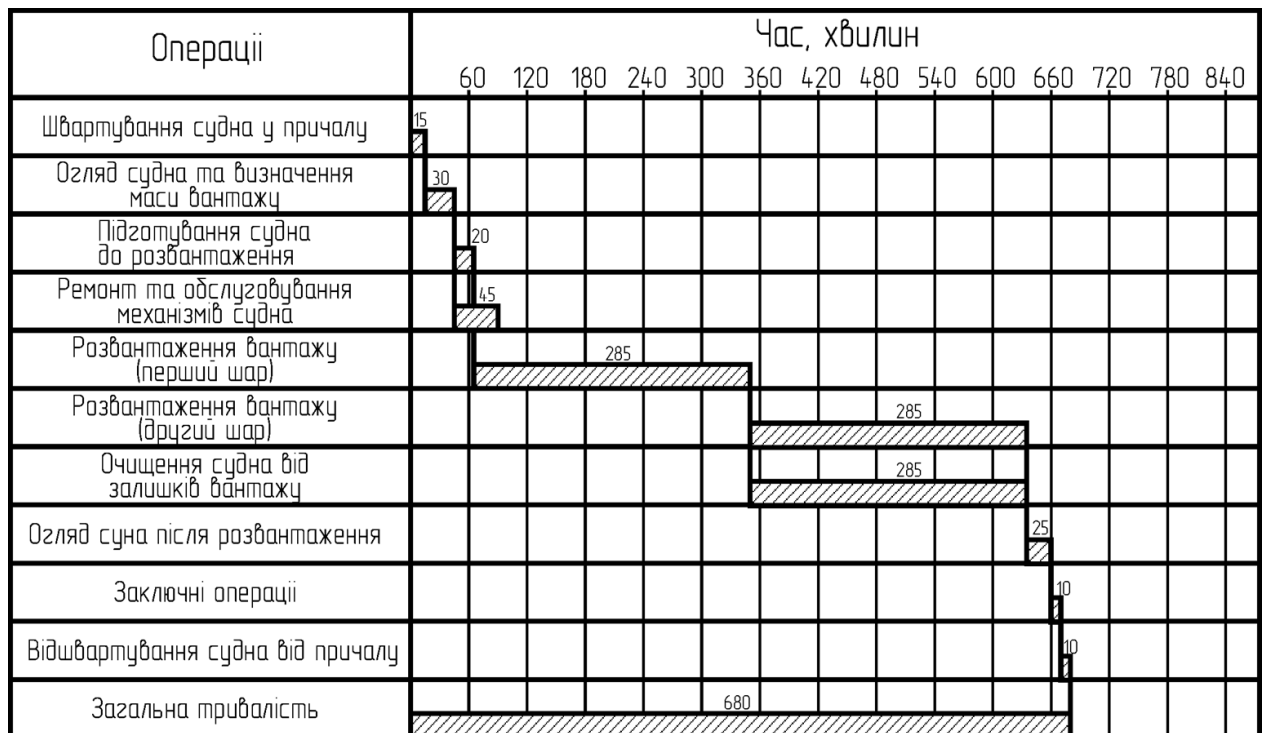
При розробці технологічного графіка обробки судна у порту приймаємо:

- а) час на швартування судна у причалу 15 хв., час на відшвартування судна від причалу 10 хв.;
- б) тривалість огляду судна перед розвантаженням та визначення ваги вантажу 30 хв., огляд судна після розвантаження 25 хв.;
- в) тривалість підготування судна до розвантаження 20 хв.;
- г) тривалість заключних операцій 10 хв.

Технологічні графіки обробки судна наведені на рисунку 2.2.



а)



б)

Рисунок 2.2 – Технологічні графіки обробки судна (а) існуючий, (б) пропонуванний

Комплекс операцій по обробці вертушки, що надходить для навантаження, включає наступні операції:

- а) операції по прибуттю вертушки (технічний та комерційний огляд);
- б) розформування вертушки на витяжній колії;
- в) подачу вагонів на третю причальну лінію;
- г) навантаження вагонів на причалі;
- д) прибирання навантажених вагонів на колії приймально-відправного парку станції Порт Велике Запоріжжя;
- е) формування складу;
- ж) заключні операції з відправлення вертушки;
- з) причеплення локомотиву та пробу автогальм.

Тривалість маневрових пересувань та операцій формування та розформування приймаємо рівними відповідно до розрахунків п. 2.3.1. Технологічний графік обробки вертушки у порту наведений на рисунку 2.3.

2.4 Розробка графіку роботи порту та станції Порт Велике Запоріжжя з перевалки бокситової руди

Добовий план-графік розробляється для залізничної станції та під'їзних колій та фронтів, що нею обслуговуються. Графік необхідний для забезпечення ритмічної вантажної та поїзної роботи, неперервності операцій, а також ліквідування простоїв вагонів та суден між операціями, раціонального використання локомотивів, вантажних механізмів та портового обладнання. Він взаємно ув'язує графіки обробки суден та вагонів з графіком руху суден та потягів та концентрує всі елементи транспортно-технологічного процесу за окремими операціями вантажної, технічної та комерційної обробки рухомого складу річкового та залізничного транспорту. План-графік наочно показує ступінь використання причалів у часі, дозволяє встановити резерви пропускної спроможності причалів у та позначити шляхи подальшого покращення організації та технології перевалки вантажів з одного виду транспорту на інший.

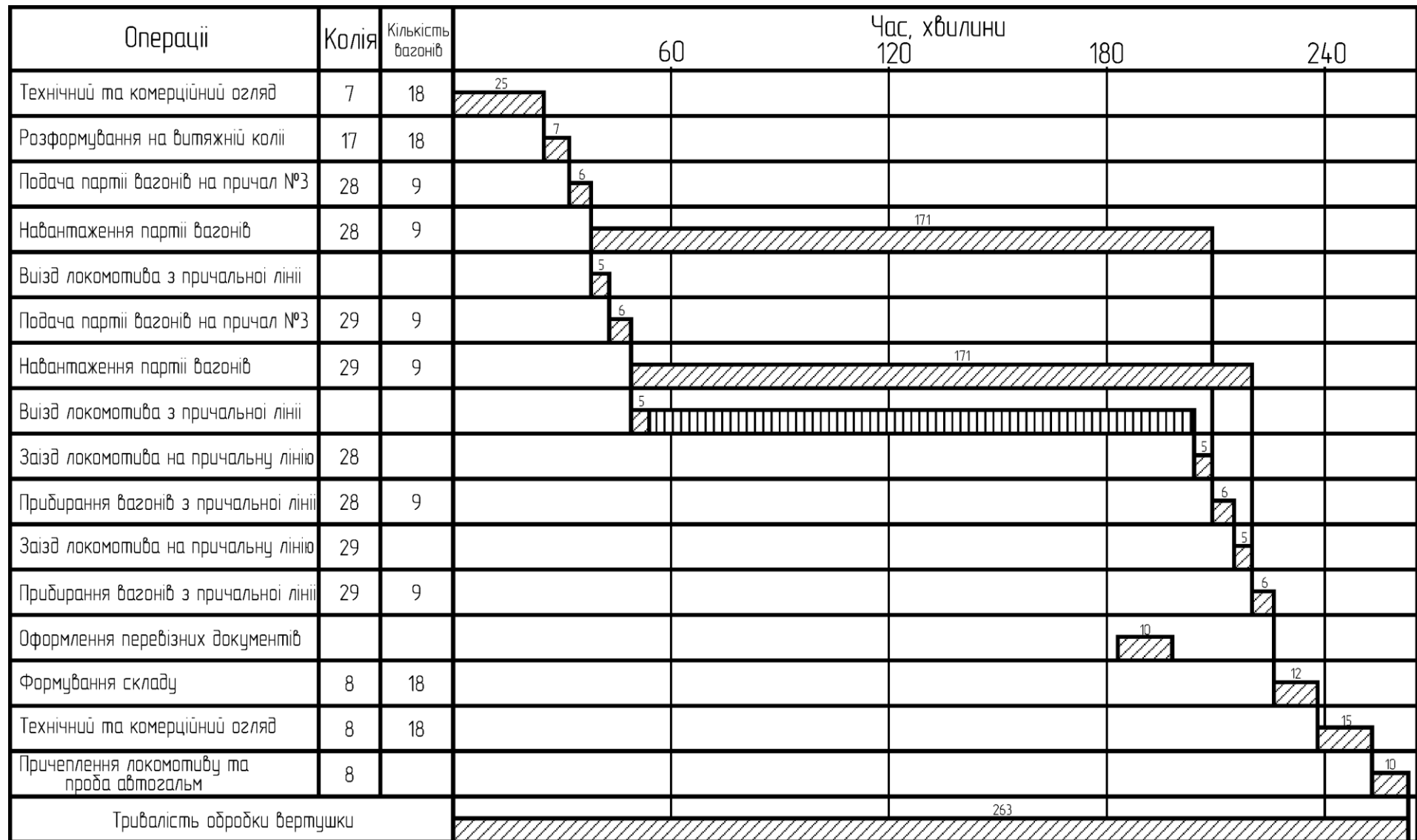


Рисунок 2.3 – Технологічний графік обробки вертушки

Він відбиває місце та час виконання вантажної та технічної обробки суден та вагонів, завантаження залізничних колій, витяжок, вантажних фронтів, причалів, маневрових локомотивів та рейдових буксирів.

Єдиний план-графік, як і графіки обробки суден і вагонів, складають на однодобовому чи дводобовому полі в залежності від циклу графіку. У нашому випадку складаємо графік на одну добу. У графіку витрати часу на технологічну обробку суден та вагонів показуємо укрупненими операціями. На сітці плану-графіку по горизонталі наносимо час, а по вертикалі – залізничні колії припортової станції Порт Велике Запоріжжя, з'єднувальні та перевантажувальні колії причалів, укрупнені технічні та комерційні операції з суднами та вагонами, причали навантаження та розвантаження.

Сітку плану-графіку умовно поділяємо на дві частини. У верхній частині графіка вказуємо послідовність операцій вантажної та комерційної обробки вагонів, а у нижній – суден з моменту підходу їх до причалу до моменту відходу їх від причалу. Зважаючи, що кількість спеціалізованих поїздів, що подаються під навантаження на добу становить 3, інтервал між подачами вагонів на вантажні fronti складе 8 годин. На графіку намічаємо моменти прибуття вертушок у 7:30, 15:30 та у 23:30 годині. Прибулі вертушки приймаються на приймально-відправну колію 7 станції. Після операцій з прибуття склад з 18 порожніх думпкарів розбивається на дві подачі по 9 вагонів у кожній, які подаються на колії 28 та 29 причалу №3. Після навантаження вагонів рудою локомотив прибирає вагони на 8 колію станції, де вони накопичуються, формуються у склад, з ними виконуються заключні операції та відправляються на станцію Запоріжжя-Мале.

З метою прискорення вантажної обробки судна та вагонів, подавати вагони під навантаження слід не пізніше ніж за 3.5 години до постановки судна під розвантаження.

2.5 Оцінка тривалості простоїв суден в очікуванні розвантаження

Транспортна система обслуговування суден та вагонів у порту з точки зору дослідження операцій є системою масового обслуговування. У такій системі масового обслуговування замовленнями на обслуговування є судна, що доставляють боксити, каналами обслуговування – причальні засоби механізації (крани). У зв'язку з неритмічністю надходження суден до порту та невизначеності тривалості виконання вантажних операцій у такій системі виникають простої як суден в очікуванні розвантаження, так і кранів в очікуванні прибуття суден. При цьому характеристики інтервалів надходження суден та тривалості їх розвантаження описуються статистичними законами розподілу випадкових величин.

До числових характеристик систем обслуговування вантажних операцій відносять у першу чергу довжину черги вимог (суден), що очікують обслуговування, середній час очікування початку обслуговування (розвантаження), імовірність того, що всі обслуговуючі канали зайняті – коефіцієнт завантаження системи.

Враховуючи за даними розрахунків п. 2.2 що закон розподілу інтервалів надходження суден до порту є експоненціальним (тобто, вхідний потік суден є простішим), а інтенсивність розвантаження суден розподілена за нормальним законом, середня тривалість очікування судном початку розвантаження визначається за формулою

$$\bar{t}_{oc} = \frac{\rho \cdot \tau \cdot (1 + \nu^2)}{2(1 - \rho)}, \quad (2.19)$$

де τ – середня тривалість розвантаження одного судна, год;

ρ – коефіцієнт завантаження системи;

ν – коефіцієнт варіації випадкової величини середньої тривалості розвантаження одного судна.

Середню тривалість розвантаження одного судна за базовим варіантом розраховуємо за формулою

$$\tau = \frac{G}{I}, \quad (2.20)$$

де G – середня кількість вантажу, що надходить у одному судні, т;
 I – інтенсивність розвантаження суден на причалі, т/год.

Таким чином за існуючим варіантом

$$\tau_{\text{с}} = \frac{2759}{197.8} = 13.95 \text{ год.}$$

За пропонованим варіантом

$$\tau_{\text{с}} = \frac{2759}{360} = 7.66 \text{ год.}$$

Коефіцієнт завантаження системи визначаємо за формулою

$$\rho = \lambda \cdot \tau, \quad (2.21)$$

де λ – інтенсивність надходження суден в порт, суден/годину.

Таким чином, за існуючим варіантом

$$\rho_{\text{с}} = 0.0254 \cdot 13.95 = 0.354.$$

За пропонованим варіантом

$$\rho_{\text{np}} = 0.0254 \cdot 7.66 = 0.195.$$

Відповідно, середня тривалість очікування судном початку розвантаження за існуючим варіантом складе

$$\bar{t}_{оч} = \frac{0.354 \cdot 13.95 \cdot (1 + 0.42^2)}{2(1 - 0.354)} = 4.496 \text{ год.}$$

Середня тривалість очікування судном початку розвантаження за пропонованим варіантом складе

$$\bar{t}_{оч} = \frac{0.195 \cdot 7.66 \cdot (1 + 0.42^2)}{2(1 - 0.195)} = 1.09 \text{ год.}$$

Кількість судно-днів, що витрачаються на очікування суднами вантажних операцій за рік знаходимо за формулою

$$\bar{t}_{оч.с.} = \frac{Q_p}{24 \cdot G} \cdot \bar{t}_{оч} . \quad (2.22)$$

За існуючим варіантом

$$\bar{t}_{оч.с.} = \frac{700000}{24 \cdot 2759} \cdot 4.496 = 47.53 \text{ судно-днів.}$$

За пропонованим варіантом

$$\bar{t}_{оч.с.} = \frac{700000}{24 \cdot 2759} \cdot 1.09 = 11.52 \text{ судно-днів.}$$

Середня довжина черги з суден, що очікують розвантаження, визначається за формулою

$$n_0 = \frac{\lambda^2 \cdot \sigma^2(\tau) + \rho^2}{2(1 - \rho)} , \quad (2.23)$$

де $\sigma^2(\tau)$ – дисперсія середньої тривалості розвантаження судна, год².

За існуючим варіантом середня довжина черги складе

$$n_0 = \frac{0.0254^2 \cdot 6.95^2 + 0.354^2}{2(1 - 0.354)} = 0.149 \text{ суден.}$$

За пропонованим варіантом середня довжина черги складе

$$n_0 = \frac{0.0254^2 \cdot 3.52^2 + 0.195^2}{2(1 - 0.195)} = 0.029 \text{ суден.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення за пропонованим варіантом передбачають переобладнання та модернізацію кранового обладнання на причалі (ремонт кранів, обладнання перевантажувальних бункерів та відвальних конвеєрів). При цьому додаткові капітальні вкладення у кожний портальний кран оцінюються техніко-економічним обґрунтуванням порту величиною близько 3 550 000 грн. Таким чином, капітальні вкладення у два крани складуть $K_{дон} = 7\,100\,000$ грн.

3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

3.2.1 Розрахунок річних експлуатаційних витрат за існуючим варіантом

Річні експлуатаційні витрати за існуючим варіантом визначаємо за формулою

$$Z_{\sigma}^{\sigma} = Z_{\sigma} + A_{\sigma} + C_{\sigma}^p + C_{\sigma}^{\varepsilon} + C_{\sigma}^m + C_{\sigma}^c + C_{\sigma}^{оч} + Z_{\sigma}^n, \quad (3.1)$$

де Z_1 – заробітна плата основна та додаткова з відрахуваннями у фонди соціального страхування, грн.;

A_{σ} – амортизаційні відрахування, грн.;

C_{σ}^p – витрати на поточний ремонт та утримання обладнання, грн.;

C_{σ}^{ε} – витрати на силову електроенергію, грн.;

C_{σ}^m – витрати на паливо, грн.;

C_{σ}^c – витрати, пов'язані з простоєм суден під вантажними операціями, грн.;

$C_{\sigma}^{оч}$ – витрати, пов'язані з простоєм суден в очікуванні розвантаження, грн.;

Z_{σ}^n – інші витрати, грн.

Загальний фонд заробітної плати портових робітників, що зайняті на розвантаженні бокситів складається з основної та додаткової заробітної плати. Основна заробітна плата включає у себе оплату за відрядними розцінками з доплатою за класність з фонду заробітної платні.

На розвантаження бокситів у порту зайняті кранівники порталних кранів, портові робітники на очищувальних операціях з трюмними суднами, машиніст бульдозера на очищувальних операціях з суднами-площадками.

Річний фонд заробітної платні за базовим варіантом розраховуємо за формулою

$$Z_{\sigma}^{осн} = Z_{\sigma}^{\kappa} + Z_{\sigma}^p + Z_{\sigma}^m, \quad (3.2)$$

где Z_{σ}^{κ} – заробітна платня кранівників на розвантаженні суден та навантаженні вагонів, грн.;

Z_{σ}^p – заробітна платня робітників, зайнятих на очищенні трюмних суден, грн.;

Z_{σ}^m – заробітна платня машиніста бульдозера, зайнятого на очищенні суден-площадок, грн.

Заробітна платня кранівників з доплатами розраховується за формулою

$$Z_{\sigma}^{\kappa} = \left[Q_{\sigma} \cdot (\delta \cdot H_{вр.к.}^1 + (1 - \delta) \cdot H_{вр.к.}^2) + Q_{\sigma} \cdot H_{вр.к.}^3 \right] \cdot C_{ит}^{\kappa} \cdot \kappa_{\kappa} \cdot \kappa_{н} \cdot \kappa_{п}, \quad (3.3)$$

где Q_{σ} – річний вантажопотік з прибуття бокситів, т. $Q_{\sigma} = 700000$ т;

δ – середня частка вантажу у першому шарі, $\delta = 0,725$;

$H_{вр.к.}^1$, $H_{вр.к.}^2$, $H_{вр.к.}^3$ – комплексні норми часу відповідно при розвантаженні першого шару вантажу, другого шару вантажу та при навантаженні бокситів зі складу до вагонів, чол.-год/т. Приймаємо у відповідності до діючих місцевих норм часу $H_{вр.к.}^1 = 0,00357$ чол.-год/т, $H_{вр.к.}^2 = 0,007$ чол.-год/т, $H_{вр.к.}^3 = 0,00438$ чол.-год/т;

$C_{\text{чт}}^{\kappa}$ – годинна тарифна ставка кранівника, грн. При розвантаженні шкідливого вантажу, яким є бокситова руда, $C_{\text{чт}}^{\kappa} = 74,94$ грн/год.;

κ_{κ} – коефіцієнт доплат за класність, $\kappa_{\kappa} = 1,25$;

κ_n – коефіцієнт доплат за роботу у нічний час. Приймаємо $\kappa_n = 1,12$ з врахуванням того, що робота у нічний час складає 30 % від загального відпрацьованого часу, а відсоток доплат за роботу у нічний час складає 35 % від основної заробітної платні;

κ_n – коефіцієнт, що враховує виробничу премію. $\kappa_n = 1,2$.

Таким чином

$$Z_6^{\kappa} = \left[7 \cdot 10^5 \cdot (0,725 \cdot 0,00357 + 0,275 \cdot 0,0007) + 7 \cdot 10^5 \cdot 0,00438 \right] \cdot 74,94 \times \\ \times 1,25 \cdot 1,12 \cdot 1,2 = 783757 \text{ грн.}$$

Заробітна платня портових робітників, зайнятих на зачищенні трюмних суден визначається за формулою

$$Z_6^p = \alpha \cdot Q_z \cdot (1 - \delta) \cdot H_{\text{вр}}^z \cdot C_{\text{чт}}^p \cdot \kappa_{\delta} \quad (3.4)$$

де α – частка вантажу, що надходить у трюмних суднах, $\alpha = 0,5$;

$H_{\text{вр}}^z$ – комплексна норма часу при зачищенні трюмних суден, чол.-год/т.

$C_{\text{чт}}^p$ – годинна тарифна ставка портового робітника на зачищенні трюмного судна, грн/год;

κ_{δ} – коефіцієнт доплат, $\kappa_{\delta} = 1,344$.

$$Z_6^p = 0,5 \cdot 700000 \cdot 0,275 \cdot 0,021 \cdot 73,85 \cdot 1,344 = 200618 \text{ грн.}$$

Заробітна платня машиніста бульдозера, зайнятого на очищенні суден-площадок визначається за формулою

$$Z_6^m = (1 - \alpha) \cdot Q_z \cdot (1 - \delta) \cdot H_{\text{вр}}^{\delta} \cdot C_{\text{чт}}^{\delta} \cdot \kappa_{\delta} \quad (3.5)$$

де $H_{вр}^{\bar{b}}$ – комплексна норма часу на операції очищення судна-площадки за допомогою бульдозера, чол.-год/т.;

$C_{чт}^{\bar{b}}$ – годинна тарифна ставка машиніста бульдозера, $C_{чт}^{\bar{b}} = 74,12$ грн.

$$З_6^M = 0,5 \cdot 700000 \cdot 0,275 \cdot 0,021 \cdot 74,12 \cdot 1,68 = 251689 \text{ грн.}$$

Відповідно, річний фонд основної та додаткової заробітної плати складе

$$З_6^{осн} = 783757 + 200618 + 251689 = 1236064 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної платні з нарахуваннями визначимо за формулою

$$З_{\bar{b}} = З_{\bar{b}}^{осн} \cdot \kappa_{нач} \quad (3.6)$$

де $\kappa_{нач}$ – коефіцієнт нарахувань на основну та додаткову заробітну плату (відрахування до фондів соціального страхування). Приймаємо рівним $\kappa_{нач} = 1,22$.

$$З_{\bar{b}} = 1236064 \cdot 1,22 = 1507998 \text{ грн.}$$

Суму річних амортизаційних відрахувань знаходимо виходячи з балансової вартості обладнання та норм відрахувань за кожним видом (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Обладнання	Балансова вартість, грн.	Кількість	Норма відрахувань, %	Амортизаційні відрахування, грн
Кран порталний	1 480 230	2	20	592 092
Підкранові колії	185 652	2	6,67	24 877
Разом				616 969

Витрати на поточний ремонт та утримання обладнання приймаємо у розмірі 5 % від балансової вартості для транспортного обладнання та у розмірі 3 % для будівель та споруд. Таким чином

$$C_6^p = 2 \cdot 1480230 \cdot 0,05 + 2 \cdot 185652 \cdot 0,03 = 159162 \text{ грн.}$$

Витрати на силову електроенергію знаходимо за формулою

$$C_6^e = W \cdot T_u^{kp} \cdot \eta \cdot \kappa_m \cdot \kappa_{ep} \cdot C_9 \quad (3.7)$$

де W – сумарна потужність встановлених електродвигунів, кВт. Для кранів КПП-10 $W = 260$ кВт;

T_u^{kp} – тривалість роботи кранів за рік. $T_u^{kp} = 10043$ год.;

η – коефіцієнт, що враховує додаткову потребу у електроенергії для компенсації втрат у електромережі. $\eta = 1,15$;

κ_m – коефіцієнт використання двигунів за потужністю, $\kappa_m = 0,75$;

κ_e – коефіцієнт використання двигунів у часі, $\kappa_e = 0,75$;

C_9 – вартість 1 кВт-год електроенергії. $C_9 = 7,60$ грн.

$$C_6^e = 260 \cdot 10043 \cdot 1,15 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 7,60 = 12837214 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо для бульдозера знаходимо за формулою

$$C_6^m = M \cdot n \cdot T_{p.б.} \cdot \kappa_e \cdot C_{ом} \quad (3.8)$$

де M – потужність двигуна бульдозера, к. с.;

n – питомі витрати палива, кг/к. с. Приймаємо $n = 0,21$ кг/к.с.;

$T_{p.б.}$ – тривалість роботи бульдозера на зачищенні суден, год. $T_{p.б.} = 2021$ год;

κ_6 – коефіцієнт використання бульдозера у часі. $\kappa_6=0,8$;

Π_{om} – вартість 1 кг дизельного пального. $\Pi_{om}=45,5$ грн.

$$C_6^T = 55 \cdot 0,21 \cdot 2021 \cdot 0,8 \cdot 45,5 = 849669 \text{ грн.}$$

Витрати, що пов'язані з простоем суден під вантажними операціями, визначаємо за формулою

$$C_6^c = \frac{Q_z \cdot z_{cc}}{24 \cdot I} \quad (3.9)$$

де z_{cc} – середня вартість судно-добі на стоянці, грн. За даними порту $z_{cc} = 39940$ грн/добу.

I – інтенсивність розвантажувальних операцій з суднами. Приймаємо на підставі статистичних даних $I = 197,86$ т/год.

$$C_6^c = \frac{700000 \cdot 39940}{24 \cdot 197,86} = 5887580 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані з очікуванням суднами розвантажувальних операцій визначаємо за формулою

$$C_6^{oc} = \frac{Q_p \cdot z_{cc}}{24 \cdot G} \cdot \bar{t}_{oc} \quad (3.10)$$

де $\bar{t}_{oc}$ – середня тривалість очікування суднами початку вантажних операцій, год.

За існуючим варіантом $\bar{t}_{oc} = 4,496$ год., тому

$$C_6^{oc} = \frac{700000 \cdot 39940}{24 \cdot 2759} \cdot 4,496 = 1898320 \text{ грн.}$$

Інші витрати визначаємо у розмірі 45,8% від річного фонду заробітної плати

$$Z_6^{np} = 1236064 \cdot 0,458 = 566117 \text{ грн.}$$

Загальні річні експлуатаційні витрати за існуючим варіантом складуть

$$Z_6^p = 1507998 + 616969 + 159162 + 12837214 + 849669 + \\ + 5887580 + 1898320 + 566117 = 24323052 \text{ грн.}$$

3.2.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат за пропонованим варіантом

Розрахунок річних експлуатаційних витрат за пропонованим варіантом виконуємо аналогічно розрахункам по існуючому варіанту.

Річний фонд основної та додаткової заробітної платні машиністів перевантажувачів знаходимо за формулою

$$Z_{np}^k = \left[\frac{Q_z \cdot \delta}{P_1} + \frac{Q_z \cdot (1 - \delta)}{P_2} + Q_z \cdot H_{вр.к}^3 \right] \cdot C_{шт}^k \cdot \kappa_k \cdot \kappa_n \cdot \kappa_n, \quad (3.11)$$

де P_1, P_2 – інтенсивність розвантаження суден перевантажувачем відповідно у першому та другому шарі вантажу, т/год. $P_1 = 360$ т/год, $P_2 = 180$ т/год.

$$Z_{np}^k = \left[\frac{700000 \cdot 0,725}{360} + \frac{700000 \cdot 0,275}{180} + 700000 \cdot 0,00438 \right] \times \\ \times 74,94 \cdot 1,25 \cdot 1,12 \cdot 1,2 = 698\,132 \text{ грн.}$$

Заробітна платня портових робітників, зайнятих на очищенні трюмних суден та заробітна платня машиніста бульдозера у пропонованому варіанті не змінюються, тобто $Z_n^p = 200816$ грн, $Z_n^m = 251689$ грн. Основна та додаткова заробітна плата за другим варіантом, розрахована за формулою (3.2), складе

$$З_{\Pi}^{\text{осн}} = 698\,132 + 200\,816 + 251\,689 = 1\,150\,637 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати з нарахуваннями визначаємо за формулою (3.6)

$$З_{\Pi}^{\text{осн}} = 1\,150\,637 \cdot 1,22 = 1\,403\,777 \text{ грн.}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань наведений у таблиці 3.2. При розрахунках враховуємо, що у модернізацію та переобладнання портальних кранів вкладаються додаткові кошти у розмірі 3 550 000 грн. у кожний та ця сума додається до поточної балансової вартості кранів.

Таблиця 3.2 – Розрахунок амортизаційних відрахувань за пропонованим варіантом

Обладнання	Балансова вартість, грн.	Кількість	Норма відрахувань, %	Амортизаційні відрахування, грн
Перевантажувач	5 030 230	2	20	2 012 092
Підкранові колії	185 652	2	6,67	24 877
Разом				2 036 969

Витрати на поточний ремонт та утримання обладнання приймаємо у розмірі 5% від балансової вартості для транспортного обладнання та у розмірі 3% від балансової вартості для будівель і споруд, тоді

$$C_{\Pi}^{\text{пр}} = 2 \cdot 5\,030\,230 \cdot 0,05 + 2 \cdot 185\,652 \cdot 0,03 = 514\,162 \text{ грн.}$$

Витрати на силову електроенергію знаходимо за формулою (3.7), при цьому приймаємо потужність двигунів перевантажувачів $W = 325 \text{ кВт}$, тривалість роботи перевантажувачів $T_{\text{ч}}^n = 5545 \text{ год.}$

$$C_{\Pi}^c = 325 \cdot 5545 \cdot 1,15 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 7,60 = 8\,859\,697 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо для роботи зачищу вального бульдозера за пропонованим варіантом не змінюються, тобто $C_{\Pi}^T = 849\,669$ грн.

Витрати, що пов'язані з простоем суден під вантажними операціями знаходимо за формулою (3.9), враховуючи, що інтенсивність розвантаження суден за проектним варіантом складає $I = 360$ т/год.

$$C_{\Pi}^c = \frac{700000 \cdot 39940}{24 \cdot 360} = 3\,235\,880 \text{ грн.}$$

Витрати, що пов'язані з простоем суден в очікуванні вантажних операцій знаходимо за формулою (3.10), враховуючи, що за пропонованим варіантом $\bar{t}_{оч} = 1,09$ год.

$$C_6^{оч} = \frac{700000 \cdot 39940}{24 \cdot 2759} \cdot 1,09 = 460\,224 \text{ грн.}$$

Інші витрати визначаємо як 45,8% від річного фонду заробітної плати, тобто

$$Z_{\Pi}^{пр} = 1\,150\,637 \cdot 0,458 = 526\,992 \text{ грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати за пропонованим варіантом складуть

$$\begin{aligned} Z_{\Pi}^p &= 1\,403\,777 + 2\,036\,969 + 514\,162 + 8\,859\,697 + 849\,669 + \\ &+ 3\,235\,880 + 460\,224 + 526\,992 = 17\,887\,370 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Економія річних експлуатаційних витрат внаслідок впровадження пропонованих рішень складає

$$E = 24\,323\,052 - 17\,887\,370 = 6\,435\,682 \text{ грн.}$$

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної роботи запропоновані рішення щодо удосконалення організації процесів вантажопереробки та перевезень бокситової руди у Запорізькому річковому порту та виконано їх техніко-економічне обґрунтування.

На підставі обробки статистичних даних за минулі періоди визначений розрахунковий проектний вантажопотік та встановлені закономірності виконання окремих транспортно-технологічних операцій с суднами та вагонами на причальному фронті та на портовій станції Порт Велике Запоріжжя.

Запропонована модернізація перевантажувального обладнання на причалі №3, що полягає у перебудові універсальних порталних кранів на грейферно-бункерні перевантажувачі. Це дозволить підвищити інтенсивність розвантаження суден, а значить і тривалість їх простою в очікуванні вантажних операцій та під розвантаженням. Для модернізації кранового обладнання передбачаються додаткові капітальні вкладення у розмірі 7,1 млн. грн.

Для запропонованих умов виконання вантажних робіт розроблені технологічні графіки обробки суден та вагонів на причалі та залізничній станції. За допомогою методів математичної статистики та теорії масового обслуговування встановлено, що підвищення інтенсивності розвантаження суден на причалі дозволяє скоротити середню тривалість очікування судном початку розвантаження з 4,5 годин до 1,1 години.

Економічні розрахунки показали, що експлуатаційні витрати за пропонуваним варіантом знижуються майже на 6,5 млн. грн. на рік, що дасть можливість окупити додаткові капітальні вкладення менше ніж за два роки за умови сталого розвитку.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Григоров О. В. Вантажопідйомні машини / О. В. Григоров, Н. О. Петренко : навч. посібник. – Харків : НТУ «ХП», 2005. – 304 с.
2. Єдині комплексні норми виробітку та часу на навантажувально-розвантажувальні роботи, що виконуються у річкових портах та на пристанях. – М. : Транспорт, 1978. – 343 с.
3. Шерле З.П. Організація і механізація перевантажувальних робіт у річкових портах / З. П. Шерле, А. А. Гнояний. – М.: Транспорт, 1984.– 232 с.
4. Страхов В.М. Автоматизація і механізація портових перевантажувальних робіт / В. М. Страхов, Л. П. Протасов. – М.: Транспорт, 1981.– 221 с.
5. Правдін Н. В. Взаємодія різних видів транспорту у вузлах / Н. В. Правдін, В. Я. Негрей. – М. : Вища школа, 1983. – 247 с.
6. Договір між державним підприємством Придніпровська залізниця і ДП „Запорізький річковий порт” про обробку вагонів з вантажами, який примикає до станції Порт Велике Запоріжжя Придніпровської залізниці
За № ПР/МД-3р/1-02/НЮ
7. Зведення звичаїв ДП «Запорізький річковий порт».