

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, Транспортний факультет
 (повне найменування інституту, факультету)

Транспортних технологій
 (повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Магістр.

(ступінь вищої освіти)

на тему Удосконалення транспортно-технологічного процесу вантажоперевезень та доставки картонного ящика в умовах Запорізького річкового порту

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи Т-318_и

Спеціальності 275.03 Транспортні технології
 (код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

275.03 Транспортні технології (за автомобільною транспорті)

Гулупа Д.С.
 (прізвище та ініціали)

Керівник старший викл. Катинюцька А.М.
 (прізвище та ініціали)

Рецензент Сосик А.Ю.
 (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, Транспортних технологій
 Кафедра Транспортних технологій
 Ступінь вищої освіти _____
 Спеціальність 175-03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. С.М. Турлак

« 07 » 10 20 19 року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Турлак Демиса Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення транспортно-технологічного процесу вантажопереробки та доставки нафтового коксу в умовах Запорізького річкового порту.
 керівник проєкту (роботи) старш вих. Калущовський А.М.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 14 » 11 20 19 року № 389

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Інформація щодо вантажної маси партою партою вантажного району Запорізького вантажного порту. Статистичні дані про обсяги перевезень за 2015-2018 роки. Інформація техніко-економічній показники роботи транспорту.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1. Пропозиції транспортно-технологічні скелі вантажопереробки і доставки нафтового коксу. 2.2. Вибір і обґрунтування рухомого складу. 2.3. Розрахунок обсягів перевантаження коксу за різними варіантами. 2.4. Розрахунок площі та розмірів складського майданчика. 2.5. Визначення необхідної кількості автомобілів. 2.6. Розробка техніко-економічних показників обсягів рухомого складу. 2.7. Організація вантажів видів транспорту у Запорізькому річковому порту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Схема партою вантажного району Запорізького річкового порту з транспортних характеристик нафтового коксу. 2. Рухомий склад річкового транспорту для перевезення коксу. 3. Портівні засоби механізації для перевантаження нафтового коксу. 4. Інформація техніко-економічні скелі перевантаження нафтового коксу. 5. Обсяги перевантаження нафтового коксу за 2015-2018 роки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1, 2	Камушовська А.М.		
3	Харченко Т.В.		
4	Ладуткин М.І.		

7. Дата видачі завдання « 07 » 10 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Захист звітів зі становлення	23.03 - 04.10	
2.	Аналітична частина	07.10 - 18.10	
3.	Основна частина	21.10 - 04.11	
4.	Економічна частина	05.11 - 15.11	
5.	Оформлення праці	18.11 - 22.11	
6.	Оформлення МР	25.11 - 29.11	
7.	Отримання зовнішніх рецензій	02.12 - 09.12	
8.	Захист магістерських робіт	10.12 - 17.12	

Студент(ка)

(підпис)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Тучилова Д.С.

(прізвище та ініціали)

Камушовська А.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 94 с., 18 таблиць, 9 рисунків, 16 використаних джерел.

Об'єкт дослідження — перший вантажний район Запорізького річкового порту АСК «Укррічфлот», а саме транспортно-технологічна схема вантажопереробки і доставки споживачам нафтового коксу.

Мета дослідження — удосконалення транспортно-технологічного процесу вантажопереробки та доставки нафтового коксу з використанням технологічних схем перевантаження з річкового транспорту на залізничний та автомобільний за прямим варіантом та залучення для доставки нафтового коксу споживачам спеціалізованого автомобільного рухомого складу.

Методи дослідження — аналітичні, графоаналітичні, методи математичної статистики з проведенням розрахунків на ЕОМ.

В магістерській роботі розглянуті питання удосконалення транспортно-технологічної схеми перевантаження нафтового коксу з річкового транспорту на залізничний та автомобільний у Запорізькому річковому порту. Виконаний розрахунок проектних вантажопотоків, розрахована продуктивність засобів механізації, обсяг перевалки за технологічною схемою «судно – кран – вагон» за існуючої технології підведення вагонів і суден у порт. Запропоновано використання узгодженого графіку підводу суден та вагонів у порт з застосуванням прямого варіанту перевантаження, розраховані обсяги перевантаження, розроблені графіки обробки вагонів і суден. Визначена потреба у автомобілях для вивезення нафтового коксу з порту одержувачу. Виконано економічне обґрунтування проектних рішень, розроблені заходи з охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях.

**СУДНО, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ПРЯМИЙ
ВАРІАНТ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ**

ЗМІСТ

Реферат	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Загальна характеристика Запорізького річкового порту	8
1.2 Спеціалізація причальних ліній та вантажних фронтів першого вантажного району порту.....	11
1.3 Характеристика нафтового коксу, умови його зберігання та перевезення	14
1.4 Аналіз існуючої транспортно-технологічної схеми вантажопереробки нафтового коксу	16
1.5 Статистичний аналіз вантажопотоків	25
1.5.1 Аналіз вантажопотоків прибуття.....	25
1.5.2 Аналіз вантажопотоків відправлення.....	28
1.6 Аналіз патентно-літературних джерел по темі дослідження.....	31
1.7 Недоліки існуючого становища та постановка задач у магістерській роботі	35
2 Основна частина.....	36
2.1 Пропоновані транспортно-технологічні схеми вантажопереробки і доставки нафтового коксу.....	36
2.2 Вибір і обґрунтування рухомого складу	38
2.3 Розрахунок обсягів перевантаження коксу за прямими варіантами	40
2.3.1 Розрахунок продуктивності перевантажувальних засобів за прямим варіантом	40
2.3.2 Розрахунок обсягів перевантаження нафтового коксу по варіантах технологічних схем.....	43
2.4 Розрахунок площі та розмірів складського майданчика	48
2.5 Розрахунок необхідної кількості автомобілів.....	50
2.6 Розробка технологічних графіків обробки рухомого складу	52

2.6.1 Технологічний графік обробки суден.....	52
2.6.2 Технологічний графік обробки вагонів.....	54
2.7 Організація взаємодії видів транспорту у Запорізькому річковому порту	58
3 Економічне обґрунтування проектних рішень	64
3.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень	64
3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат	64
3.3 Розрахунок чистої поточної вартості другого проектного варіанту.....	77
4 Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях	79
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	79
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	80
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	81
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	87
4.5 Заходи з забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях	88
Висновки	92
Перелік посилань.....	93

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 простой транспортних засобів взаємодіючих видів транспорту, зменшити собівартість транспортних послуг.

У даній магістерській роботі розглядаються питання організації перевантажувальних робіт та організації перевезень нафтового коксу у Запорізькому річковому порту на шостому причалі першого вантажного району. Вантаж, що прибуває у трюмних суднах вантажопідйомністю 2,5 – 5,0 тис. т. вивантажується з суден порталними кранами з грейферними захватами на причальний склад, після чого перевантажується в універсальні залізничні піввагони.

Запропоновані у магістерській роботі рішення передбачаються застосування варіанту перевалки нафтового коксу з річкового транспорту за технологічними схемами «судно – кран – вагон» та «судно – кран – автомобіль» з використанням на доставці вантажу на ПрАТ «Запоріжбразив» самоскидального автомобільного транспорту. Узгодження графіків роботи річкового та залізничного і автомобільного транспорту у порту дозволить скоротити витрати на роботу перевантажувальних механізмів, зменшить втрати вантажу у процесі перевантаження.

Доцільність проектних рішень буде обґрунтовано відповідними техніко-економічними розрахунками.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика Запорізького річкового порту

Запорізький річковий порт збудований у 1934 році та призначений для задоволення 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 (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:

– 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);

– 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. 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 ро-

боти, операції 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 слідуєть 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, імпортне 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, щебню. Існує можливість прийняття сипких вантажів у бігбегах. 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 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 турбота про надання необхідного для вантажних операцій причалу покладається на фрахтувальника (вантажовідправника та вантажоодержувача). Схема першого вантажного району порту наведена на першому слайді презентації магістерської роботи.

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-ти тонні ваги, що належать Укрзалізниці.

Одновременна 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 нафтовим коксом;
- е) 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	КП-5	1100

Кінець таблиці 1.1.

Найменування вантажу	Тип і вантажність кранів, т	Існуюча норма, т/добу
9. Феросплави	КП-10	2050
10. Нафтовий кокс	КП-10	2300
Розвантаження		
11. Металобрухт	КП-10	950
12. Металобрухт	КП-5	700
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 бруто масою 20,40 т.	КП-10, 32	60 од.
22. Силікат натрію	КП-10	900
23. Пісок річковий	КП-10	3300

1.3 Характеристика нафтового коксу, умови його зберігання та перевезення

Кокс нафтовий — твердий пористий матеріал, від темно-сірого до чорного кольору, що отримується при коксуванні нафтової сировини [2]. Елементний склад сирого (непрожареного) нафтового коксу (у відсотках): 91–99,5 С (вуглецю), 0,035–4 Н (водню), 0,5–8 S (сірки), 1,3–3,8 (N+O, азоту та кисню), інші метали.

Основні показники якості нафтового коксу — вміст сірки, золи, вологи (зазвичай не більше 3% по масі), вихід летких речовин, гранулометричний склад, механічна міцність.

Кокси нафтові поділяють: за змістом сірки на мало сірчисті (до 1%), сірчисті (до 2%), високо сірчисті (понад 2%); за вмістом золи: на малозольні (до 0,5%), середньозольні (0,5-0,8%), високозольні (більше 0,8%); по гранулометричному складу: на кусковий (фракція з розміром частинок більше 25 мм), «горішок» (6–25 мм), дрібниця (менше 6 мм).

Інші показники нафтового коксу знаходяться у таких межах: пористість 16–56%; щільність при 20 °С — істинна 2,04–2,13 г/см³, удавана 0,8–1,4 г/см³, насипна маса 0,8–0,85 кг/м³.

Перед використанням нафтовий кокс зазвичай піддають облагороджуванню (прожарюванню) на нафтопереробних заводах відразу після одержання або у одержувача. При прожарюванні видаляються леткі речовини і частково гетеро атоми (наприклад, *S* і *V*), знижується питомий електричний опір; при графітуванні двомірні кристаліти перетворюються на кристалічні утворення тривимірної упорядкованості.

Кокс нафтовий використовують: для отримання анодної маси у виробництві алюмінію, графітованих електродів дугових печей в сталеплавильній промисловості, у виробництвах CS₂, карбідів кальцію і кремнію; в якості відновників в хімічній промисловості; спеціальні сорти як конструкційний матеріал для виготовлення апаратури, стійкої до корозії.

Згідно вимог ГОСТ 22898–78 «Кокси нафтові мало сірчані. Технічні умови» пакування, маркування, транспортування та зберігання нафтових коксів здійснюється у відповідності до вимог ГОСТ 1510–84 «Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування і зберігання». Нафтовий кокс перевозиться залізничним (у критих вагонах-хоперах та піввагонах), водним та автомобільним транспортом навалом. Зберігають нафтовий кокс, як правило, у закритих приміщеннях та бункерах. Допускається зберігати не прожарений кокс на асфальтованих і бетонованих майданчиках, у бетонованих ямах (слайд 2 презентації магістерської роботи).

1.4 Аналіз існуючої транспортно-технологічної схеми вантажопереробки нафтового коксу

Нафтовий кокс у Запорізький річковий порт на адресу ПрАТ «Запоріжбразив» надходить навалом у трюмних суднах типів «Сормовський», «Волго-Балт» та «Волго-Дон» вантажопідйомністю 3000–5000 т. Характеристика суден наведена у таблиці 1.2 [3] та на слайді 3 презентації магістерської роботи.

Таблиця 1.2 — Характеристика флоту

Характеристика	Значення характеристики для суден		
	«Сормовський»	«Волго-Балт»	«Волго-Дон»
1. Номер проекту	1557	2-95A/R	1565
2. Вантажопідйомність, т	3000	3000	5000
3. Довжина, м	114,2	113,87	105,85
4. Ширина, м	13,2	13,0	16,7
5. Осадка, м	5,5	5,5	5,5
6. Висота борту, м	3,8	3,86	3,85
7. Кількість палуб	1	1	1
8. Кількість і кубатура суховантажних трюмів	1×950, 1×1150, 1×1150, 1×1050	-	1×1860, 1×1986

Вивантаження нафтового коксу з прибулих суден здійснюється на 6-му причалі першого вантажного району порту за схемою «судно — кран — склад» за допомогою порталних кранів типів «Альбатрос», «Альбрехт», «Кіровоць» вантажопідйомністю 10 т, вильотом стріли 30–32 м на причальний склад (слайд 4 презентації магістерської роботи). В якості вантажозахватного пристрою використовується двощелепний грейфер ємністю 3,4 м³. Технічна характеристика порталних кранів, задіяних у транспортно-технологічному процесі вантажопереробки коксу наведена у таблиці 1.3 [4].

Таблиця 1.3 — Технічна характеристика порталних кранів

Характеристика	Значення для крану		
	Альбатрос	Альбрехт	Кіровоць
1. Вантажопідйомність, т	10	10	10
2. Висота підйому вантажу, м	26,5	26,5	26,5
3. Виліт стріли, м	32	32	32
4. Швидкість піднімання, м/хв.	66	63	63
5. Швидкість пересування, м/хв.	33	33	33
6. Швидкість обертання, об/хв.	1,50	1,60	1,63
7. Швидкість зміни повного вильоту стріли, хв.	0,42	0,39	0,63

Вантажні роботи з судном починаються тільки після перевірки судна розпорядником робіт (слайд 5 презентації магістерської роботи). Порядок розвантаження трюмів судна визначається адміністрацією судна. Судно вважається готовим до розвантаження тоді, коли виконуються такі умови:

- а) судно надійно пришвартоване до причалу;
- б) відкриті люкові кришки трюмів, які підлягають розвантаженню;
- в) забезпечений безпечний доступ портових робітників до суден і до трюмів;
- г) освітлення трюмного простору та палуб у зоні проведення вантажних робіт у темну пору доби відповідає вимогам діючих санітарних норм;
- д) при роботі в умовах від'ємних температур виключене ковзання та падіння людей при їх переходах трапами, містками та палубами судна.

Вивантаження нафтового коксу з трюмів суден є повністю механізованою операцією та здійснюється без знаходження портових працівників на борту судна, за виключенням випадків, коли через конструктивні особливості трюму з кабіни крана недостатньо повно оглядається вантажне приміщення. У цьому випадку призначається сигнальник, за командою якого повинен працювати кранівник.

Перед початком розвантаження докери проводять розтяжку та кріплення брезенту між бортом судна і причалом для запобігання потрапляння вантажу у річку.

Кранівник подає грейфер у відкритому положенні на судно і вивішує його над трюмом, після припинення коливань грейфера кранівник опускає його вертикально у трюм та виконує захват вантажу. Після цього він піднімає грейфер на висоту близько 1,0 м та перевіряє надійність зачинення щелеп. При нещільному зачиненні щелеп та значному висипанні вантажу грейфер розкривається та відбувається повторний захват вантажу.

Кранівник піднімає грейфер вертикально догори та переносе його на склад на висоті не менш ніж 1,0 м над комінгсом трюму. Висипання нафтового коксу на штабель здійснюється з висоти не більше 2,0 м. Вивантаження нафтового коксу виконується послідовно ярусами, рівномірно по усій площині трюму.

Майданчик складу має тверду поверхню та попередньо очищується від залишків вантажу, сторонніх предметів. Зона складування огорожується роздільними блоками. Місце розвантаження огорожується сигнальними знаками «Прохід заборонено! Робота грейфера».

Складування виконується у штабелі на майданчику складу. Висота штабеля визначається виконавцем робіт з врахуванням кута природного нахилу вантажу та технічних можливостей крана. Питома вага вантажу не перевищує допустимих значень навантажень на причал або склад.

Формований штабель розташовується не ближче 2,5 м від головки рейки залізничної колії, не менш ніж 0,7 м від виступаючих частин порталу крана. Висота шару вантажу у стінки причалу повинна бути на 0,3 м менше ніж висота самої стінки.

Формування штабеля виконується порталним краном, оснащеним двощелепним грейфером. Штабель формується у напрямку від підпірної стінки до середини штабеля. Розформування штабеля виконується у зворотній послідовності.

Захоплений вантаж кранівник переміщує і повільно опускає у вказане йому місце складу на висоту до 2,0 м над поверхнею майданчика або складу, після чого виконує відкриття щелеп та вивільняє грейфер від вантажу.

Такі операції виконуються до повного вивантаження судна.

Після вивантаження першого і другого шарів вантажу у трюмі судна виконується зачищення трюмів від залишків вантажу. Очищення при розмірі плеча до 2,3 м виконується штивуючим грейфером, при розмірі плеча понад 2,3 м — зачисними машинами. Зачищення підпалубного простору від залишків вантажу виконується за допомогою робітників.

При цьому повинні виконуватись такі дії:

а) при підході грейфера у зону трюму кранівник повинен подати попереджувальний звуковий сигнал;

б) опускати грейфер у трюм судна та переміщувати його там дозволяється тільки за командою сигнальника;

в) грейфер до трюму рекомендується опускати відчиненим, розкачування грейфера повинно бути усунене;

г) під час опускання (підйому) грейфера у трюм працівники повинні знаходитись поза площиною стріли крана на максимально можливій відстані, але не менш ніж 5,0 м від місця встановлення відкритого грейфера;

д) розвертати грейфер при наведенні на вантаж повинен кранівник за допомогою механізму обертання крана, при відсутності такого механізму розвертати грейфер може робітник за допомогою багрів або спеціальних обтяжок, коли грейфер знаходиться на висоті не більш ніж 1,0 м від дна трюму та його розгойдування усунене;

е) при підніманні вантажу з трюму грейфер спочатку піднімається над днищем (вантажем) та пересвідчуються у вертикальності канатів, відсутності сипання вантажу, а потім продовжується піднімання;

ж) повертати кран слід тільки після виходу грейфера у зону видимості з кабіни крана у бік, вказаний сигнальником.

Складований нафтовий кокс відвантажується одержувачу ПрАТ «Запоріжжясталь» навалом у залізничних піввагонах. Вагони, що подаються під навантаження, попередньо зачищаються від вантажу та виконується їх переваження. Перед навантаженням працівники порту виконують ущільнення кузова вагона за допомогою дошок та паперу. Перед початком навантаження кранівник пересвідчується у відсутності людей у вагонах, в тому числі тих, над якими вантаж може переноситись. На борті вагону, в якому знаходяться люди, навішується знак, який повинно бути видно з кабіни крана.

Кранівник переміщує грейфер до штабеля вантажу, опускає та виконує захоплення вантажу. Після цього грейфер піднімається на висоту 0,5–1,0 м та кранівник пересвідчується що щелепи грейфера повністю закриті та вантаж не просипається. У випадку просипання вантажу, кранівник відкриває грейфер, висипає вантаж на штабель і виконує перезахоплення вантажу знов.

Навантаження нафтового коксу до вагону виконується рівномірно по всій його довжині, з метою забезпечення рівномірного навантаження на візки вагону. Після навантаження вагонів здійснюється розрівнювання поверхні вантажу та подавання вагонів на зважування. Розрівнювання поверхні вантажу у вагоні виконується за допомогою грейфера. Після переваження, за необхідності, здійснюється дозування вагонів для забезпечення повноти завантаження.

Норми основного технологічного процесу при вивантаженні нафтового коксу з суден та його навантаженні у вагони наведені у таблиці 1.4, а норми на допоміжні технологічні процеси наведені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.4 — Норми основного технологічного процесу

Технологічна схема	Норма часу на 1 т, год.	Норма виробітку на годину, т	Норма виробітку на добу, т
Судно — Кран — Склад (середній шар вантажу)	0,00660	151,51	2651
Склад — Кран — Вагон	0,00588	170,07	2976
Склад — Кран — Автомобіль	0,00642	155,76	2726

Оперативний час роботи порталного крану на причалі протягом доби складає 17,5 годин. Навантажувально-розвантажувальні роботи при швидкості вітру до 10 м/с можуть виконуватись з пересуванням механізмів, при швидкості вітру від 10 м/с до 15 м/с — на захватах (без пересування механізмів). При швидкості вітру понад 15 м/с виконання всіх вантажних робіт припиняється.

Завантажені вагони оброблюються припортовою залізничною станцією Порт Велике Запоріжжя. Станція відноситься до Придніпровської залізниці і за своїм призначенням та характером роботи є тупиковою станцією та віднесена за обсягом та складністю роботи до другого класу. До станції примикає одноколіїний перегін Порт Велике Запоріжжя – Станція ім. Алімова, який 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 першого вантажного району 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 1.1.

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

Таблиця 1.5 — Норми допоміжних технологічних процесів

Операція	Розташування працівників					Норма часу на операцію, год.
	судно	кран	причал	бульдозер	разом	
1. Дообладнання вагону під навалочні вантажі			2		2	1,330
2. Відкриття/закриття люків піввагонів вручну			3		3	0,117
3. Зачищення судна тип Сормовський від залишків вантажу вручну	5				5	11,600
4. Зачищення судна тип Волго-Балт від залишків вантажу вручну	5				5	0,720
5. Зачищення судна тип Волго-Дон від залишків вантажу вручну	5				5	3,528
6. Швартування / відшвартування/ перешвартування судна			4		4	1,000
7. Перехід від одного вагону до іншого			1		1	0,033
8. Переміщення бульдозером на складі на 1 т				1	1	0,016
9. Зачищення залізничних колій на 1 м. п. грейфером		1			1	0,033
10. Зачищення складу від залишків вантажу під мітлу на 1 м ²			1		1	0,010

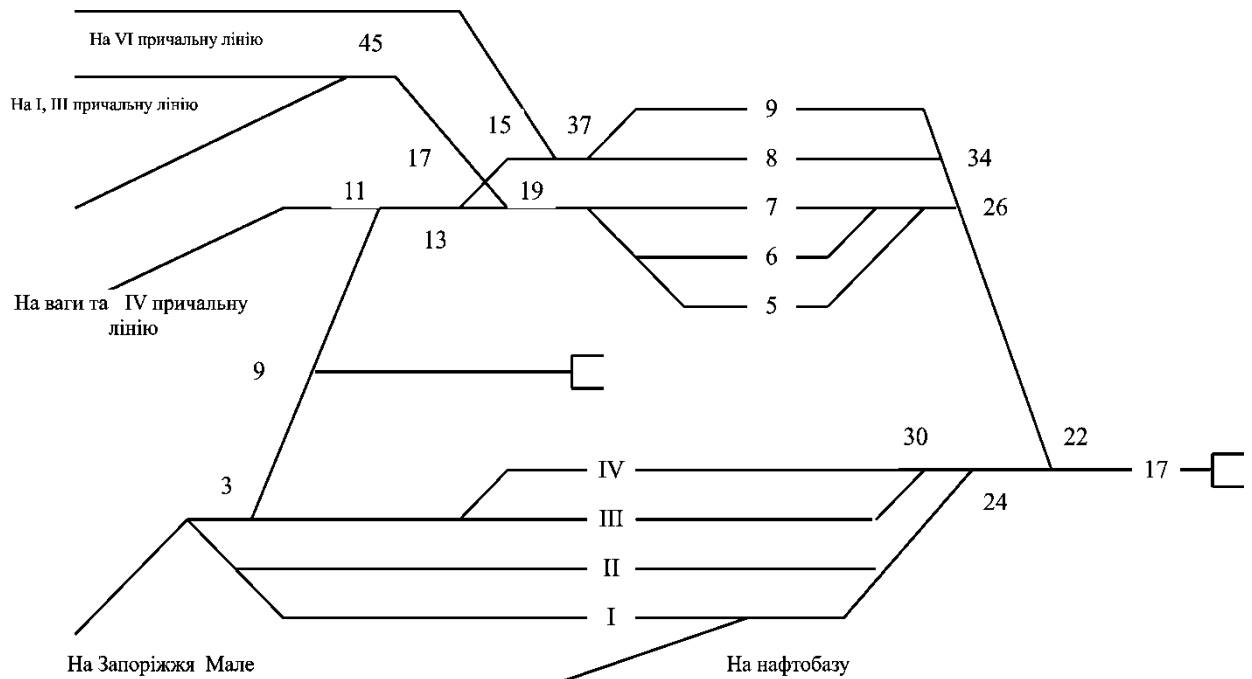


Рисунок 1.1 — Схема колійного розвитку станції Порт Велике Запоріжжя

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 передбачених Правилами користування вагонами та контейнерами двох годин.

Інформація про підхід суден 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.

Після прибуття, зупинки поїзду, закріплення його гальмівними башмаками та відчеплення поїзного локомотиву, склад огорожується сигналами зупинки. Порядок огороження складу та зняття сигналів після проведення технічного та комерційного огляду встановлений у техніко-розпорядчому акті 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 фронти 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 прийнятно-здавальних операцій, про що порт повідомляє станцію.

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, швидкопсувні 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 Статистичний аналіз вантажопотоків

Нафтовий кокс надходить до Запорізького річкового порту в суднах, а відправляється до одержувача (ПрАТ «Запоріжбразив») залізничним транспортом у відкритому рухомому складі (піввагонах). Таким чином, проаналізуємо вантажопотоки з надходження та відправлення нафтового коксу у порту, наведені на слайді 6 презентації магістерської роботи.

1.5.1 Аналіз вантажопотоків прибуття

У таблиці 1.6 наведені статистичні дані про обсяги надходження нафтового коксу у суднах до Запорізького річкового порту за період 2015–2018 роки.

Як видно з таблиці 1.6, обсяги надходження вантажу по роках є вкрай нерівномірними. Однак, у останній рік, завдяки тому, що нафтовий кокс є одним з можливих замінників природного газу у абразивному виробництві, обсяги його перевезень мають тенденцію до зростання. Дослідимо інтервали часу між надходженнями суден у порт за період навігації для встановлення характеру розподілу цієї випадкової величини.

Таблиця 1.6 — Статистичні дані про надходження нафтового коксу до Запорізького річкового порту за 2015–2018 роки

Дата	Кількість вантажу, т	Дата	Кількість вантажу, т
11.04.2015	4 890	16.04.2017	2 973
20.05.2015	4 896	21.05.2017	3 001
16.06.2015	4 896	25.05.2017	2 960
16.08.2015	4 861	24.06.2017	2 903
18.09.2015	4 885	18.07.2017	2 983
07.10.2015	4 887	28.07.2017	3 022
20.10.2015	2 951	29.08.2017	4 697
Разом	32 266	18.09.2017	2 916
08.07.2016	2 941	30.11.2017	3 163
17.08.2016	2 920	Разом	28 618
19.09.2016	2 857	10.06.2018	4 098
15.10.2016	2 949	28.08.2018	3 001
06.11.2016	2 960	09.12.2018	4 953
Разом	14 627	Разом	12 052

З даних таблиці 1.6 отримуємо статистичний ряд:

τ : 39, 27, 61, 33, 19, 13, 40, 33, 26, 22, 35, 4, 30, 24, 10, 32, 20, 73.

Маємо вибірку з $n = 18$ спостережень. Оскільки у вибірці менш ніж 30 спостережень, вона вважається малою. Розрахуємо для неї основні статистичні характеристики: математичне очікування $\bar{\tau}$ та стандартне відхилення σ_{τ} за формулами [5]:

$$\bar{\tau} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i; \quad (1.1)$$

$$\sigma_{\tau} = \sqrt{D_{\tau}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tau_i - \bar{\tau})^2}{n-1}} \quad (1.2)$$

де τ_i — i -е значення випадкової величини;

D_{τ} — дисперсія випадкової величини, діб².

Виконавши розрахунки, маємо $\bar{\tau} = 30,15$ діб, $\sigma_{\tau} = 16,71$ діб. Таким чином, в середньому на місяць надходить одно судно. Коефіцієнт нерівномірності прибуття суден k_H розрахуємо за формулою

$$k_H = 1 + v = 1 + \frac{\sigma_{\tau}}{\bar{\tau}}, \quad (1.3)$$

де v — коефіцієнт варіації випадкової величини.

Таким чином, маємо $k_H = 1 + \frac{16,71}{30,15} = 1 + 0,55 = 1,55$.

Перевіримо гіпотезу про експоненціальний розподіл випадкової величини інтервалу прибуття суден у порт за критерієм Шермана, статистика якого розраховується за формулою

$$\omega = \frac{1}{2n} \frac{\sum_{i=1}^n |\tau_i - \bar{\tau}|}{\bar{\tau}}. \quad (1.4)$$

Для статистичного ряду маємо: $\bar{\tau} = 30,15$ діб; $n = 18$; $\sum_{i=1}^n |\tau_i - \bar{\tau}| = 211,11$.

Розрахункове значення статистики Шермана [5] дорівнює

$$\omega = \frac{1}{2 \cdot 18} \times \frac{211,11}{30,15} = 0,194.$$

За таблицями критичних значень критерію Шермана на рівні значимості $\alpha = 0,5$ знаходимо $\omega_{18}(0,05) = 0,451$. Оскільки розрахункове значення $\omega = 0,194 < 0,451$, то гіпотезу про експоненціальний розподіл інтервалів прибуття суден до порту можна прийняти.

Середню масу нафтового коксу, що надходить до порту в одному судні, знаходимо за формулою

$$q_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i, \quad (1.5)$$

де q_i — маса вантажу, що надходить у i -му судні, т.

Таким чином, $q_c = \frac{87563}{24} = 3648$ т.

1.5.2 Аналіз вантажопотоків відправлення

Вивезення нафтового коксу з порту здійснюється залізничним транспортом у піввагонах. У таблиці 1.7 наведені статистичні дані про кількість нафтового коксу у тоннах та вагонах, вивезеного з порту протягом 2018 року з початку навігації до моменту закінчення вантажу на причальному складі.

Таблиця 1.7 — Статистичні дані про вивезення нафтового коксу з порту залізничним транспортом

Дата	Кількість вагонів	Вивезено, т
19.06.2018	2	113
20.06.2018	3	182
21.06.2018	2	117
22.06.2018	2	136
25.06.2018	2	140
27.06.2018	6	395
28.06.2018	2	116
29.06.2018	2	133
30.06.2018	1	69

Продовження таблиці 1.7.

Дата	Кількість вагонів	Вивезено, т
31.06.2018	2	164
03.07.2018	3	184
04.07.2018	7	401
06.07.2018	4	233
08.07.2018	4	231
15.07.2018	4	267
17.07.2018	4	272
18.07.2018	2	138
21.07.2018	4	240
22.07.2018	3	205
23.07.2018	3	196
25.07.2018	1	69
23.09.2018	7	443
27.09.2018	1	62
06.10.2018	2	122
07.10.2018	10	610
09.10.2018	2	123
11.10.2018	4	246
17.10.2018	4	243
19.10.2018	10	610
20.10.2018	4	238
21.10.2018	3	167
11.12.2018	4	263
12.12.2018	2	135
13.12.2018	2	131
17.12.2018	4	273
18.12.2018	4	234

Кінець таблиці 1.7.

Дата	Кількість вагонів	Вивезено, т
24.12.2018	4	260
26.12.2018	3	197
27.12.2018	3	203
28.12.2018	1	63
31.12.2018	5	327

Аналогічно розрахункам п. 1.3.1 розраховуємо математичні очікування та стандартні відхилення випадкових величин: інтервалів між надтодженням вагонів τ_B (діб), кількості вагонів у подачі n_B , добового вивезення вантажу з порту $Q_{\text{доб}}$ (т) та середньої кількості вантажу в одному вагоні q_B (т). Результати розрахунку наведені у таблиці 1.8. Перевіримо за критерієм Шермана експоненціальність розподілу випадкової величини інтервалів часу між надходженням вагонів на причал під навантаження.

Таблиця 1.8 — Основні статистики випадкових величин по відправленню нафтового коксу з порту

Статистика	Значення для випадкової величини			
	τ_B , діб	n_B , ваг.	$Q_{\text{доб}}$	q_B
Математичне очікування	4,93	3,46	218,32	63,79
Стандартне відхилення	11,94	2,08	126,74	5,02

Аналогічним чином, перевіримо за критерієм Шермана гіпотезу про експоненціальність розподілу інтервалів часу між надходженням вагонів у порт. Згідно статистики критерію Шермана (1.4) маємо: $\bar{\tau}_B = 4,93$ діб; $n = 40$;

$\sum_{i=1}^n |\tau_{Bi} - \bar{\tau}_B| = 218,9$. Розрахункове значення статистики Шермана дорівнює

$$\omega = \frac{1}{2 \cdot 40} \times \frac{218,9}{4,93} = 0,56.$$

Порівнюючи розрахункове значення критерію з критичним на рівні значимості $\alpha = 0,05$ $\omega_{кр}(0,05) = 1,64$ робимо висновок, що гіпотезу про експоненціальний розподіл випадкової величини інтервалів надходження вагонів у порт можна прийняти.

1.6 Аналіз патентно-літературних джерел по темі дослідження

Від крана до робота. Vom Kran zum Roboter // F + H : Fordern und Heben. — 2011. — 49, 8. — С. 570–571, 524.

Відзначена тенденція зниження витрат на переробку сипких вантажів у тому числі і при використанні вантажопідйомних кранів. Для досягнення цієї мети системи автоматичного управління повинні набиратися зі стандартних елементів та повинні бути ремонтпридатні, програми їх дії повинні бути легкодоступні для коригування. Апаратура системи повинна бути розрахована на неперервну роботу. Передбачають роботу крану у режимах як автоматичного, так і ручного управління. Фірма AutomatiX створила універсальний пакет програмного забезпечення для управління кранами, що базується на зазначеній концепції. Основою пакету є банк даних великої потужності. При дії установки автоматично протоколюються всі виявлені погрішності логічної системи та несправності, що мають місце. Мається програма автоматичного обліку роботи, що виконується краном. Для дистанційного управління та обслуговування установки передбачають застосування пересувного персонального комп'ютера.

Грейферний портальний кран с шарнірно-сполученою стрілою. Flexibler Doppellenker-Wippdrehkran // Hebezeuge und Fordern. — 2012. — 39, 9. — С. 393–394.

Фірма MAN Wolfkran (Німеччина) випустила порталний грейферний кран марки DL 560 G. Кран має портал з рейкоколісною ходовою частиною та центральною трубчатою колоною, що несе опірно-обертний пристрій. До порталу приєднано бункер, що переміщується одночасно з краном.

На поворотній платформі встановлена стійка, до якої приєднана тяга шарнірно-сполученої стріли. Вантажопідйомність крану 16 т на вильотах від 9 до 32 м. Місткість 4-х канатного двох щелепового грейфера 9 м^3 . Висота підйому грейфера – 20 м. Грейфер може опускатися на 11,5 м нижче рівня голівки рейки. Швидкості підйому та опускання відповідно 1,08 та 2,33 м/с, переміщення крану 0,41 м/с, зміни вильоту 0,66 м/с, частота обертання крану $1,5 \text{ хв}^{-1}$. Годинна продуктивність при перевантаженні вугілля – понад 500 т/год. Встановлена потужність електрообладнання крану – 350 кВт, його маса складає 300 т з баластом.

Передбачені роздільні лебідки підйому та замкнення грейфера. Приводи лебідок мають асинхронні двигуни з частотним регулюванням. Зміна вильоту здійснюється за допомогою гідравлічного циліндра. Кабіна кранівника для зручності огляду зміщена вгору та вперед. Передбачена система програмного управління. Кран встановлений на коліях протяжністю 240 м у рейнському порту м. Дуйсбурга та використовується переважно для вивантаження вугілля з суден при річному вантажообігу 1,2 млн. т.

Нові багатофункціональні крани. Multi-Purpose-Krane mit neuen Konzeptionen für Katze und Steuerung // DHF: Int. Fachzeitschr. Forder-, Lager-, und Transporttechn. — 2014. — 45, 3. — С. 50.

Наведена інформація про нові багатофункціональні порталні крани фірми KSR. Крани призначені для перевалки штучних та сипких вантажів, а також контейнерів між суднами та наземними транспортними засобами. Крани мають проліт від 40 до 70 м та консольні частини з боку акваторії та суходолу довжиною до 35 м. При оснащенні спредерним захватом крани можуть перевантажувати контейнери вагою до 40 т, а при підйомі за допомогою крюка маса

штучного вантажу може досягати 55 т. Крани можуть оснащуватися грейферним захватом вантажопідйомністю до 25 т. Особливістю нових кранів є розміщення механізмів підйому на двох окремих візках, що дозволило значно зменшити вагу візків та кранів. Збільшилась надійність кранів. Синхронність роботи механізмів підйому забезпечується електронікою та комп'ютерною системою управління. Привод електроживлення здійснюється через тролейні струмознімачі. Передбачена безконтактна передача сигналів систем управління та обміну інформацією.

Мостовий перевантажувач для річкових портів. Verladebrücke für Binnenhafen. «Hansa», 2010, 125, №4.

У порту міста Кельн (Німеччина) встановлений мостовий перевантажувач, що виготовлений фірмою Aumund-Förderbau. Кран може працювати як з великотоннажними контейнерами, так і з насипними та довгомірними вантажами. Металева конструкція решіткова, за нижніми поясами мосту переміщується підвісний вантажний візок. У тильній частині поворотної платформи цього візка розміщена грейферна лебідка, а у центральній частині – механізм підйому контейнерного спредеру вантажопідйомністю 40 т. Канати грейферної лебідки проведені за відхиляючими блоками, що розташовані на вильоті 4,5 м від осі обертання. Вантажопідйомність при роботі з грейфером 12,5 т, при роботі з крюком 15,0 т.

Механізм переміщення крану має привод постійного струму. Передбачений запобіжний проти перекісний пристрій. Встановлення балансирів ходової частини на сферичних шарнірах забезпечує можливість переміщення по закругленням рейкового шляху.

Крани на контейнерних терміналах і відкритих складах. Ohne Krane funktioniert rein gar nichts / Männel Reinhold // Stahlmarkt : Informationen aus Stahlindustrie, Stahlhandel und Verarbeitung. — 2000. — 50, № 9. — С. 52–53.

Розглянуті особливості використання та конструктивного виконання порталних кранів та кранів з поворотною стрілою. Все більше розповсюдження знаходять приводи змінного струму з умріхтерами. Як правило, всі сучасні моделі кранів оснащені пристроями радіо керування, що дозволяє більш ефективно використовувати продуктивність крану та поліпшувати умови праці.

Відзначена ефективність використання відкритих складів для вантажів, що можна зберігати поза приміщеннями, наприклад, рулонів металевих листів, з порталними кранами для навантажувально-розвантажувальних та транспортно-складських робіт.

Мостові крани-перевантажувачі для нового контейнерного терминалу у порту Гамбурга. Auftrag über 22 Stapelkrane erhalten // F + H: Fordern und Heben : Zeitschrift für Materielles und Automation in Produktion, Lager, Transport und Umschlag. — 2000. — Sonderzugs. Report 2000. — С. 56.

Фірма HHLA Container-Terminal Altenwerder GmbH видала замовлення та підписала контракт на поставку фірмою Hans Kunz GmbH (обидві фірми з Німеччини) 22 автоматичних мостових кранів перевантажувачів.

У першу чергу будуть поставлені сім кранів для розвантаження сучасних суден-контейнеровозів. Надалі контейнери будуть транспортуватися на склад для штабелювання візками з автоматичним управлінням, що будуть працювати без водіїв. Операції штабелювання контейнерів на складі та взяття їх зі складу будуть виконуватися рейковими порталними кранами, що працюють без машиністів з автоматичним управлінням.

Портальні крани на складі будуть двох типів: з шириною прольоту 31 м та шириною прольоту 41 м. Останні будуть мати можливість переїжджати над кранами з меншою шириною прольоту.

1.7 Недоліки існуючого становища та постановка задач у магістерській роботі

Виконавши аналіз транспортно-технологічної схеми перевалки та організації перевезень нафтового коксу у Запорізькому річковому порту слід відзначити такі його особливості та недоліки (слайд 7 презентації магістерської роботи):

а) обсяги перевалки нафтового коксу у порту останніми роками мають тенденцію до зменшення;

б) перевантаження здійснюється за варіантами «судно – кран – склад» та «склад – кран – вагон», прямий варіант перевантаження «судно – кран – вагон» не застосовується, між тим останній варіант може зменшити витрати на перевантаження;

в) відстань доставки нафтового коксу з порту до ПРАТ «Запоріжбразив» залізничним транспортом є невеликою. На таких невеликих відстанях можна розглянути використання для перевезень нафтового коксу до підприємства автомобільним транспортом.

Таким чином, у магістерській роботі передбачається вирішення таких задач:

- розробити транспортно-технологічні схеми перевантаження нафтового коксу за прямим варіантом «судно – кран – вагон» та «судно – кран – автомобіль»;
- розрахувати продуктивність роботи засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт за прямим варіантом;
- вибрати раціональний тип автомобільного рухомого складу для роботи з існуючими засобами механізації і вантажозахватними пристроями;
- розрахувати необхідну кількість автомобілів для забезпечення вивезення нафтового коксу з порту за період навігації;
- розрахувати техніко-економічні показники роботи порту і транспорту, що визначають економічну ефективність запропонованих змін у транспортно-технологічній схемі вантажопереробки і доставки нафтового коксу у Запорізькому річковому порту.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Пропоновані транспортно-технологічні схеми вантажопереробки і доставки нафтового коксу

Перевалка сипких вантажів у портах є дуже відповідальною операцією, оскільки від якості виконання перевалки, швидкості обробки транспортних засобів у спеціальному перевантажувальному припортовому комплексі залежить мінімізація втрат та схоронність вантажу. А це зменшує фінансові витрати та вкладення вантажовідправників та вантажоодержувачів. Перевантаження вантажів за прямим варіантом дозволяють зберегти фізичні властивості навальних вантажів, запобігти їх засміченню та подрібненню. Однак, перевантаження за прямим варіантом є не завжди можливим (у випадку, якщо необхідне сортування, підбирання вантажу, якщо не дозволяють технічні параметри пункту взаємодії) або допустимим (у випадку наливних вантажів).

Організувати перевантаження вантажів у портах без складування можна одним з трьох способів:

- а) без простою рухомого складу в очікуванні перевалки;
- б) з простоем рухомого складу в очікуванні перевалки;
- в) з використанням бункерних складів.

Для збільшення частки вантажу, що перевантажується за прямим варіантом можна використовувати такі технології:

а) «склад на колесах» – порожні вагони (автомобілі) простоюють на вантажному фронті порту в очікуванні навантаження. Такий спосіб доцільно використовувати у разі відсутності дефіциту вагонного парку, для автомобільного транспорту не є ефективним;

б) «склад на плаву» – вивантаження судна виконується по мірі надходження вагонів (автомобілів). Рідко застосовувана технологія, оскільки вартість судно-доби простою є значною величиною. Використовується тільки при перевантаженні причальних та припортових складів;

в) використання складів бункерного типу – за цією технологією за відсутності вагонів (автомобілів) вантаж вивантажується у бункерний склад тимчасового зберігання, який виконує роль «буфера» і з якого вантаж автоматизованим способом надходить у вагони чи автомобілі.

Пропонована транспортно-технологічна схема перевантаження нафтового коксу у порту буде включати такі транспортно-технологічні операції:

1) прибуття судна з нафтовим коксом під розвантаження на 6-й причал порту;

2) швартування, технічний і комерційний огляд судна, підготовка судна до розвантаження;

3) розвантаження судна грейферним порталним краном. При наявності на причальному вантажному фронті залізничних вагонів або автомобілів, перевантаження нафтового коксу здійснюється по прямому варіанту «судно – кран – вагон» або «судно – кран – автомобіль», інакше вантаж вивантажується на причальний відкритий склад за технологічною схемою «судно – кран – склад»;

4) зачищення трюмів судна від залишків вантажу бульдозером «ківш – мітла», виконання заключних операцій з судном на причалі;

5) зберігання вивантаженого нафтового коксу на причальному складі в очікуванні вивезення;

6) подавання вагонів (автомобілів) під навантаження на причальний склад нафтового коксу;

7) навантаження вагонів (автомобілів) нафтовим коксом на складі грейферним порталним краном за технологічною схемою «склад – кран – вагон» або «склад – кран – автомобіль»;

8) доставка нафтового коксу одержувачу – ПрАТ «Запоріжжябразив». При використанні залізничних вагонів через ст. Порт Велике Запоріжжя, ст. ім. Алімова, ст. Передатна. Автомобільним транспортом автомобілями-самоскидами наземними автомобільними шляхами безпосередньо на промисловий майданчик підприємства.

2.2 Вибір і обґрунтування рухомого складу

При перевезенні навальних та сипких вантажів спеціалізованим автомобільним транспортом (автосамоскидами) важливим є узгодження технічних параметрів навантажувально-розвантажувальних машин з метою підвищення ступеня використання вантажопідйомності автомобілів та зниження їх простою під вантажними операціями.

При навантаженні навальних вантажів грейферами маса вантажу, що знаходиться у ківші грейфера, не повинна перевищувати $1/3$ вантажопідйомності автомобіля. При цьому точка висипання вантажу у кузов повинна бути не вище 1,5 м від найвищої точки кабіни автосамоскида.

Згідно ГОСТ 24599-87 «Грейфери канатні для навальних вантажів. Загальні технічні умови» нафтовий кокс з насипною щільністю $0,80 \dots 0,85 \text{ т/м}^3$ відноситься до групи вантажів Л2. Технічні характеристики двохканатного двощелепового грейфера типу ДГ2-10-Л2-2к-В-3,4 наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики грейфера ДГ2-10-Л2-2к-В-3,4

Характеристика	Значення
1. Вантажопідйомність крана, т	10
2. Кількість канатів грейфера	2
3. Розрахунковий об'єм, м^3	3,4
4. Насипна щільність вантажу, т/м^3	0,8 ... 1,0
5. Допустима маса вантажу, що зачерпується, т	3,4
6. Клас вантажу по ГОСТ 24599-87	Л2
7. Кількість щелеп	2
8. Власна вага, кг	4060
9. Висота грейфера (відчиненого/зачиненого), мм	3730 / 2990
10. Довжина грейфера (відчиненого/зачиненого), мм	3630 / 2925
11. Ширина грейфера, мм	1750

В якості автомобільного транспортного засобу для перевезення нафтового коксу вибираємо автосамоскид КРАЗ 65055-3 (рисунок 2.1), технічні характеристики якого наведені у таблиці 2.2. Автосамоскид призначений для перевезення сипких та навальних вантажів з питомою масою $0,5 \dots 0,9 \text{ т/м}^3$ по дорогах з твердим покриттям, у тому числі з бруківки та щебню, а також по ґрунтовим дорогам (слайд 8 презентації магістерської роботи).

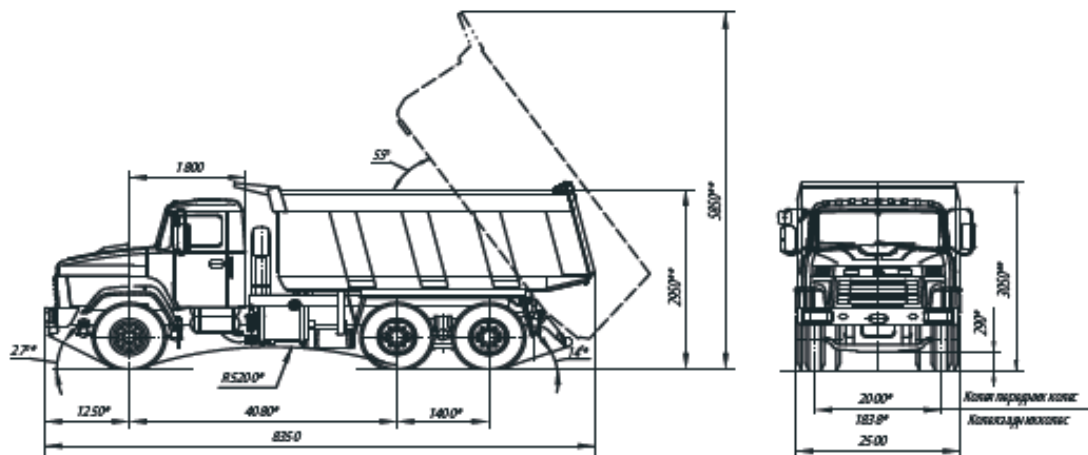


Рисунок 2.1 – Автомобіль-самоскид КРАЗ 6230С4

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика автомобіля КРАЗ 6230С4

Характеристика	Значення
1. Колісна формула	6 × 4
2. Маса автомобіля споряджена, кг	13 000
3. Маса автомобіля повна, кг	31 100
4. Вантажопідйомність, кг	18 000
5. Об'єм кузова, м ³	20,0
6. Шини	12,00R20
7. Лінійна норма витрат палива на пробіг, л/100 км	50,0 д

Об'єм сипкого вантажу, що піднімається за одне зачерпування визначається за формулою [6]:

$$V_0 = \delta \cdot V_r, \quad (2.1)$$

де δ — коефіцієнт заповнення грейфера, для нафтового коксу $\delta = 0,82$;

V_r — номінальний об'єм грейфера, м³.

Маса вантажу, що переміщується грейфером за один цикл крана визначається за формулою

$$q_k = V_0 \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

де γ — насипна маса вантажу т/м³, $\gamma = 0,85$ т/м³.

Таким чином, маємо $V_0 = 0,82 \cdot 3,4 = 2,79$ м³, $q_k = 2,79 \cdot 0,85 = 2,37$ т. Враховуючи, що внутрішній об'єм кузова самоскида дорівнює $V_c = 20,0$ м³, для навантаження самоскида необхідно

$$n_{\text{ц}} = \frac{V_c}{V_0} = \frac{20}{2,79} = 7,16 \approx 7 \text{ циклів роботи крана.}$$

Фактична маса вантажу, завантаженого у кузов автосамоскида дорівнюватиме $q_a \gamma_c = 7 \cdot 2,37 = 16,59$ т, що не перевищує його номінальної вантажопідйомності.

Пропоновані технологічні схеми перевантаження нафтового коксу наведені на слайді 9 презентації магістерської роботи.

2.3 Розрахунок обсягів перевантаження коксу за прямими варіантами

2.3.1 Розрахунок продуктивності перевантажувальних засобів за прямим варіантом

Експлуатаційна продуктивність кордонних засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт визначається за формулою [7]:

$$P_k = 3600 \cdot \frac{q_k}{t_{\text{ц}}} \cdot k_{\text{дод}}, \quad (2.3)$$

де P_k — технічна продуктивність порталного крана, т/год;

$t_{\text{Ц}}$ — тривалість циклу крана при перевантаженні за певною технологічною схемою, с.;

$k_{\text{Дод}}$ — коефіцієнт, який враховує витрати часу на підготовчо-заклучні роботи, обслуговування робочого місця, перерви, передбачені організацією технологічного процесу, перерви на відпочинок і особисті потреби. Встановлюється у відсотках до оперативного часу.

Тривалість циклу крана визначаємо за формулою

$$t_{\text{Ц}} = t_{\text{ЗГ}} + t_{\text{ХВ}} + t_{\text{ВВ}} + t_{\text{ХП}}, \quad (2.4)$$

де $t_{\text{ЗГ}}$ — тривалість захвату вантажу у трюмі судна грейфером, с;

$t_{\text{ХВ}}$ — хід порталного крану з вантажем, с;

$t_{\text{ВВ}}$ — віддавання вантажу грейфером, с;

$t_{\text{ХП}}$ — хід порталного крану без вантажу, с.

Тривалість окремих елементів циклу крана визначаємо за «Нормативами часу на навантажувально-розвантажувальні роботи, виконувані на залізничному, водному та автомобільному транспорті. Частина II. Навантажувально-розвантажувальні роботи, виконувані у морських, річкових портах та на пристанях» (далі — Нормативи) [8].

У відповідності до нормативів, нафтовий кокс відноситься до вантажів класу Н-КС. Тривалість захвату вантажу грейфером залежить від місця виконання роботи (у нашому випадку — трюм судна), шару вантажу (I або II), об'єму грейфера та групи крана, що виконує перевантаження. Маємо грейфер об'ємом $3,4 \text{ м}^3$. Групу крана визначаємо за додатком 4 Нормативів, згідно якому використовувані крани «Альбатрос», «Альбрехт» та «Кіровоць» належать до I групи кранів. За Нормативами визначаємо, що тривалість захвату вантажу грейфером для I шару дорівнює $t'_{\text{ЗГ}} = 12,0 \text{ с}$ (норматив 377-г), а для другого шару $t''_{\text{ЗГ}} = 20,0 \text{ с}$ (норматив 378-г). Враховуючи, що у першому шарі вантажу міститься 80% від його загальної кількості, а у другому шарі, відповідно, 20%

вантаж, середньозважена тривалість захвату нафтового коксу грейфером у трюмі судна дорівнюватиме

$$t_{3Г} = 0,8t'_{3Г} + 0,2t''_{3Г} = 0,8 \cdot 12 + 0,2 \cdot 20 = 13,6 \text{ с.}$$

Тривалість віддавання сипкого вантажу грейферами залежить від ємності грейфера та місця виконання робіт. Згідно Нормативів при віддаванні вантажу у піввагон його тривалість $t_{BB}^{BaГ} = 10,0$ с (норматив 472-Г), при віддаванні вантажу у автомобіль його тривалість $t_{BB}^{aBT} = 11,0$ с (норматив 473-Г).

Тривалість ходу порталного крану з вантажем залежить від сумарної висоти підйому і відпускання вантажу (приймаємо рівною 10,0 м), кута повороту стріли крана (при навантаженні піввагонів приймаємо $\varphi = 90^0$, при навантаженні автомобілів приймаємо $\varphi = 135^0$), напрямку переміщення вантажу та групи крану. У нашому випадку при навантаженні вагонів $t_{BB}^{BaГ} = 18,0$ с (норматив 657-ж), при навантаженні автомобілів $t_{BB}^{aBT} = 22,0$ с (норматив 657-з).

Тривалість ходу порталного крану без вантажу визначається на підставі сумарної висоти піднімання-опускання грейфера, групи крана та кута повороту стріли. Маємо при навантаженні вагонів ($\varphi = 90^0$) $t_{xП}^{BaГ} = 15,0$ с (норматив 714-б), при навантаженні автомобілів ($\varphi = 135^0$) $t_{xП}^{BaГ} = 18,0$ с (норматив 714-в).

Таким чином, тривалість циклу порталного крана дорівнює:

– при перевантаженні за варіантом «судно – кран – вагон»

$$t_{ц}^{BaГ} = 13,6 + 18 + 15 + 10 = 56,6 \text{ с;}$$

– при перевантаженні за варіантом «судно – кран – автомобіль»

$$t_{ц}^{aBT} = 13,6 + 22 + 18 + 11 = 64,6 \text{ с.}$$

Коефіцієнт, який враховує додаткові витрати часу $k_{\text{дод}}$ при повністю механізованому процесі перевантаження встановлюється $k_{\text{дод}} = 0,86$ (таблиця 104 Нормативів).

Експлуатаційна продуктивність порталного крана при виконанні перевантаження нафтового коксу за прямим варіантом дорівнює:

– за варіантом «судно – кран – вагон»

$$P_k = 3600 \cdot \frac{2,37}{56,6} \cdot 0,86 = 129,64 \text{ т/год};$$

– за варіантом «судно – кран – автомобіль»

$$P_k = 3600 \cdot \frac{2,37}{64,6} \cdot 0,86 = 113,58 \text{ т/год}.$$

Без урахування додаткових витрат часу технічна продуктивність порталного крану на перевантаженні за прямими варіантами «судно – вагон» та «судно – автомобіль» складе $P_k^{\text{тех}} = 150,74$ т/год та $P_k^{\text{тех}} = 132,1$ т/ год відповідно.

2.3.2 Розрахунок обсягів перевантаження нафтового коксу по варіантах технологічних схем

В результаті нерівномірного надходження суден, вагонів і автомобілів у порт, можливості прямого варіанта перевантаження нафтового коксу з суден до вагонів чи автомобілів обмежені. Крім того, додатково повинні бути дотримані такі важливі умови: у причалі одночасно знаходяться судна і вагони (автомобілі); навантажувально-розвантажувальні механізми знаходяться у технічно справному стані.

З урахуванням відзначених вимог можливий обсяг перевалки за прямим варіантом з річкового транспорту на залізничний (автомобільний) визначається за формулою [9]:

$$Q_{13} = P_c \cdot P_{ва} \cdot P_{п} \cdot P_m \cdot П_{1-3} \quad (2.5)$$

де $P_c, P_{ва}$ — імовірність наявності відповідно суден і вагонів (автомобілів) у причалу;

$P_{п}$ — імовірність того, що немає необхідності у перевантаженні вантажу на склад для зважування, сортування та інших операцій;

P_m — імовірність безвідмовної роботи кордонних засобів механізації;

$П_{1-3}$ — переробна можливість навантажувально-розвантажувальних машин за прямим варіантом («судно – кран – вагон» або «судно – кран – автомобіль»).

Імовірність знаходження суден у причалу визначається за формулою

$$P_c = (1 - P_c^0) \left[\frac{Q\eta}{П_{1-3}} + \frac{Q(1 - \eta)}{П_{1-2}} \right], \quad (2.6)$$

де Q — кількість вантажу у судні, що надходить до порту, т;

P_c^0 — імовірність того, що у порт за добу не надійде жодного судна. Для Пуассонівського (найпростішого) потоку

$$P_c^0 = \exp(-\lambda_c t), \quad (2.7)$$

де λ_c — інтенсивність надходження суден у порт, суден/доба;

η — частка вантажопереробки за прямим варіантом;

$П_{1-2}$ — переробна можливість навантажувально-розвантажувальних машин за варіантом «судно – кран – склад».

Імовірність наявності вагонів (автомобілів) у фронту навантаження визначається аналогічною формулою

$$P_{ва} = (1 - P_{ва}^0) \left[\frac{Q\eta}{П_{1-3}} + \frac{Q(1 - \eta)}{П_{2-3}} \right], \quad (2.8)$$

де $P_{ва}^0$ — імовірність того, що у порт за добу не надійде жодного вагона або автомобіля;

P_{2-3} — переробна можливість навантажувально-розвантажувальних машин за варіантом «склад – кран – вагон» або «склад – кран – автомобіль».

Якщо потік подач вагонів або надходження автомобілів у порт описуються законом розподілу Пуассона, то

$$P_{\text{ва}}^0 = \exp(-\lambda_{\text{ва}}t). \quad (2.9)$$

Виконуючи тотожні перетворення з виразами (2.6), (2.8), та позначивши вираз

$$[1 - \exp(-\lambda_c t)][1 - \exp(-\lambda_{\text{ва}}t)] \times P_{\text{п}} \cdot P_{\text{м}} \cdot P_{1-3} = P, \quad (2.10)$$

частка вантажопереробки вантажу за прямим варіантом визначається за формулою

$$\eta = \frac{-B - \sqrt{-B^2 - 4AC}}{2A}, \quad (2.11)$$

де A , B та C — коефіцієнти, значення яких можна розрахувати за формулами:

$$\begin{aligned} A &= PQ(P_{1-2} \cdot P_{2-3} - P_{1-3} \cdot P_{2-3} - P_{1-3} \cdot P_{1-2} + P_{1-3}^2); \\ B &= PQ(P_{1-3} \cdot P_{2-3} + P_{1-3} \cdot P_{1-2} - 2P_{1-3}^2) - P_{1-3}^2 \cdot P_{1-2} \cdot P_{2-3}; \\ C &= P \cdot Q \cdot P_{1-3}^2. \end{aligned}$$

Визначимо частку вантажу, яка може бути перевантажена за технологічною схемою «судно – кран – вагон», для чого зобразимо потоковий граф перевалки вантажу (рисунок 2.2 та слайд 10 презентації магістерської роботи).

Інтенсивність прибуття суден до порту $\lambda_c = \frac{1}{30,15} = 0,0332$ судна/добу, оскільки середня маса вантажу, що надходить у одному судні, дорівнює $q_c = 3648$ т, то середня маса нафтового коксу, що надходить до порту щодоби дорівнює $Q = \lambda_c \cdot q_c = 3648 \cdot 0,0332 = 121,11$ т.

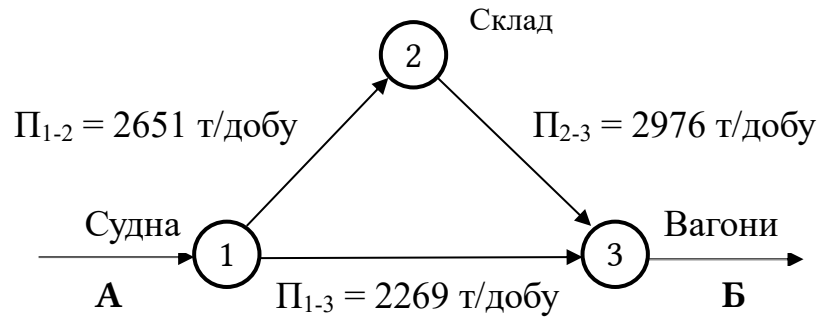


Рисунок 2.2 — Поточковий граф перевалки вантажів з річкового транспорту на залізничний

Інтенсивність прибуття вагонів до порту $\lambda_B = \frac{1}{4,93} = 0,203$ подач/добу. Розраховуємо коефіцієнт P , приймаючи $P_{\Pi} = 1$ та $P_M = 0,95$:

$$\begin{aligned}
 P &= (1 - e^{-0,0332 \cdot 1})(1 - e^{-0,203 \cdot 1}) \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 2,269 = \\
 &= 0,0317 \cdot 0,1837 \cdot 0,95 \cdot 2,269 = 0,0126.
 \end{aligned}$$

Розраховуємо коефіцієнти A , B та C :

$$\begin{aligned}
 A &= 0,0126 \cdot 0,121(2,651 \cdot 2,976 - 2,269 \cdot 2,976 - 2,269 \cdot 2,651 + 2,269^2) = \\
 &= 4,1175 \times 10^{-4}.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= 0,0126 \cdot 0,121(2,269 \cdot 2,976 + 2,269 \cdot 2,651 - 2 \cdot 2,269^2) - 2,269^2 \cdot 2,651 \cdot 2,976 = \\
 &= -40,614.
 \end{aligned}$$

$$C = 0,0126 \cdot 0,121 \cdot 2,269^2 = 7,8492 \times 10^{-3}.$$

Визначаємо частку вантажу, яка може бути перевантажена за технологічною схемою «судно – кран – вагон» за формулою (2.11):

$$\eta = \frac{40,614 - \sqrt{40,614^2 - 4 \cdot 4,1175 \times 10^{-4} \cdot 7,8492 \times 10^{-3}}}{2 \cdot 4,1175 \times 10^{-4}} = 0,0002.$$

Таким чином, за прямим варіантом у вагони може бути перевантажено лише 0,02% обсягу нафтового коксу, що надходить до порту.

Визначимо частку вантажу, яка може бути перевантажена за технологічною схемою «судно – кран – автомобіль», для чого зобразимо потоковий граф перевалки вантажу (рисунок 2.3).

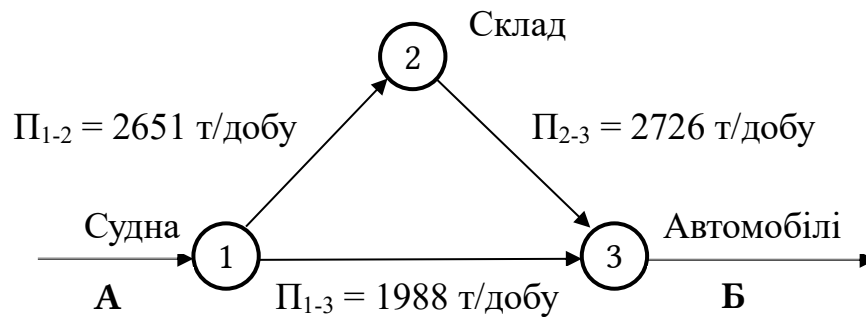


Рисунок 2.3 — Потоківий граф перевалки вантажів з річкового транспорту на автомобільний

Інтенсивність надходження автомобілів до порту визначаємо за формулою

$$\lambda_a = \frac{Q}{q_a \gamma_c} = \frac{121,11}{16,59} = 7,3 \text{ автомобілів/добу.} \quad (2.12)$$

Розраховуємо коефіцієнт P , приймаючи $P_{\Pi} = 1$ та $P_M = 0,95$:

$$\begin{aligned} P &= (1 - e^{-0,0332 \cdot 1})(1 - e^{-7,3 \cdot 1}) \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,988 = \\ &= 0,0317 \cdot 0,9993 \cdot 0,95 \cdot 1,988 = 0,0598. \end{aligned}$$

Розраховуємо коефіцієнти A , B та C :

$$\begin{aligned} A &= 0,0598 \cdot 0,121(2,651 \cdot 2,726 - 1,988 \cdot 2,726 - 1,988 \cdot 2,651 + 1,988^2) = \\ &= 3,54 \times 10^{-3}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 0,0598 \cdot 0,121(1,988 \cdot 2,726 + 1,988 \cdot 2,651 - 2 \cdot 1,988^2) - 1,988^2 \cdot 2,651 \cdot 2,726 = \\ &= -28,54. \end{aligned}$$

$$C = 0,0598 \cdot 0,121 \cdot 1,988^2 = 0,0286.$$

Визначаємо частку вантажу, яка може бути перевантажена за технологічною схемою «судно – кран – автомобіль» за формулою (2.11):

$$\eta = \frac{28,54 - \sqrt{28,54 - 4 \cdot 3,54 \times 10^{-3} \cdot 0,0286}}{2 \cdot 3,54 \times 10^{-3}} = 0,001.$$

Таким чином, за прямим варіантом у автомобілі може бути перевантажено 0,1% нафтового коксу з судна. Для підвищення частки вантажу, що перевантажується за прямим варіантом, необхідно узгоджене подавання автомобілів і вагонів у порт.

2.4 Розрахунок площі та розмірів складського майданчика

Необхідну площа складу штабельного зберігання нафтового коксу на 6-му причалі порту визначаємо за формулою [10]:

$$F_c = \frac{\varepsilon \cdot Q_c \cdot k_p \cdot k_{пр}(1 - \eta)}{P_H}, \quad (2.13)$$

де ε — коефіцієнт використання вантажопідйомності судна, приймаємо $\varepsilon = 1,0$;

Q_c — кількість вантажу, яка надходить до порту у одному судні, т;

k_p — розрахункова кількість суден, яка з заданою імовірністю $P = 0,9$ не буде перевищена;

$k_{пр}$ — коефіцієнт, який враховує технологічні проїзди та проходи на складі. Приймаємо $k_{пр} = 1,3$;

η — частка вантажу, яка перевантажується за прямим варіантом, обминаючи склад;

P_H — допустиме навантаження на поверхню складського майданчика, т/м². Приймаємо для нафтового коксу $P_H = 3,5$ т/м².

Спочатку визначаємо величину $\lambda_c \cdot t_{зб} = 0,0332 \cdot 15,0 = 0,498$ (тут $t_{зб}$ — тривалість зберігання нафтового коксу на складі порту, діб). Оскільки значення $0,498 < 9$, то визначаємо, що $k_p = 1,5$. Необхідна площа складського майданчика для зберігання нафтового коксу дорівнює

$$F_c = \frac{1,0 \cdot 3648 \cdot 1,5 \cdot 1,3(1 - 0,001)}{2,5} = 2845 \text{ м}^2.$$

Розрахуємо основні розміри обеліскового штабеля (рисунок 2.4) для зберігання нафтового коксу.

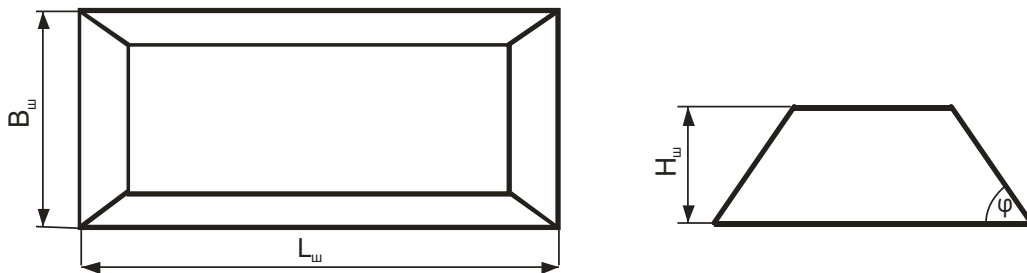


Рисунок 2.4 — Схема обеліскового штабеля

Довжина обеліскового штабеля визначається за формулою

$$L_{ш} = \frac{E_c}{\gamma \cdot H_{ш} \left(B_{ш} - \frac{H_{ш}}{\text{tg}\phi} \right)}, \quad (2.14)$$

де E_c — ємність складу, т. Визначається у відповідності до попередніх розрахунків як $E_c = Q_c \cdot k_p = 3648 \cdot 1,5 = 5472$ т;

γ — насипна вага нафтового коксу, $\gamma = 0,85$ т/м³;

φ — кут природного скосу нафтового коксу у спокої, град. Приймаємо $\varphi = 40^0$;

H_{III} — висота штабеля, м. Визначаємо на підставі допустимого питомого навантаження на майданчик складу $H_{III} = \frac{P_H}{\gamma} = \frac{2,5}{0,85} = 2,94 \approx 3$ м;

B_{III} — ширина штабеля, м. Визначається за технічними характеристиками перевантажувальних механізмів. У нашому випадку при розвантаженні суден порталними кранами з вильотом стріли 32,0 м приймаємо ширину штабеля $B_{III} = 27,0$ м.

Таким чином, довжина штабеля для зберігання нафтового коксу на причальному складі дорівнює

$$L_{III} = \frac{5472}{0,85 \cdot 3 \left(27 - \frac{3,0}{\text{tg}40^0} \right)} = 91,6 \text{ м.}$$

Остаточно приймаємо $L_{III} = 95,0$ м.

2.5 Розрахунок необхідної кількості автомобілів

Необхідну кількість автомобілів для забезпечення вивезення вантажу з порту до підприємства ПрАТ «Запоріжжябразив» знаходимо за формулою [11]:

$$n_a = \frac{Q_p \cdot k_H \cdot t_{об}}{(q_a \gamma_c) \cdot T_p \cdot n_{ЗМ} \cdot T_{ЗМ} \cdot k_B}, \quad (2.15)$$

де Q_p — річний обсяг надходження вантажу у порт, т. Приймаємо за даними розрахунків п. 1.5.1 $Q_p = 23903$ т;

k_H — коефіцієнт річної нерівномірності надходження нафтового коксу у порт, $k_H = 1,42$;

$t_{об}$ — тривалість обороту автомобіля на доставці вантажу з порту одержувачу, год.;

$(q_a\gamma_c)$ — фактична маса вантажу, яка перевозиться автомобілем за одну їздку, $(q_a\gamma_c) = 16,59$ т;

T_p — кількість днів вивезення нафтового коксу з порту за рік. Приймаємо рівним середній тривалості періоду навігації у порту $T_p = 312$ діб;

$n_{зм}$ — кількість змін роботи автомобілів на добу, приймаємо $n_{зм} = 1$;

$T_{зм}$ — тривалість робочої зміни автомобілів при вивезенні вантажу з порту, приймаємо $T_{зм} = 8,0$ год.;

k_B — коефіцієнт використання робочого часу автомобіля, приймаємо $k_B = 0,9$.

Тривалість обороту автомобіля на маятниковому маршруті зі зворотним порожнім пробігом знаходимо за формулою

$$t_{об} = t_H + t_{рух} + t_p, \quad (2.16)$$

де t_H — тривалість навантаження автосамоскида порту, год.;

$t_{рух}$ — тривалість руху автосамоскида, год.;

t_p — тривалість розвантаження автосамоскида на складі ПрАТ «Запоріжбразив», год.

Навантаження автомобілів у порту виконується грейферним порталним краном. Тривалість навантаження самоскида у порту визначаємо за формулою

$$t_H = \frac{(q_a\gamma_c)}{П}, \quad (2.17)$$

де $П$ — продуктивність засобів механізації, зайнятих на навантаженні вантажу, т/год. $П = 113,58$ т/год.

Тривалість руху самоскида знаходимо за формулою

$$t_{рух} = \frac{2l_{ге}}{v_T}, \quad (2.18)$$

де $l_{ге}$ — довжина вантажної їздки на маршруті з порту до ПрАТ «Запоріжжябразив». З урахуванням шляхів, що пролягають містом, на яких обмежений рух вантажних автомобілів, по картах знаходимо $l_{ге} = 14,5$ км;

v_T — технічна швидкість руху автомобіля, км/год. Приймаємо $v_T = 24$ км/год;

Тривалість розвантаження самоскида здійснюється опрокиданням самоскидального кузова. З урахуванням операцій під'їзду, від'їзду, маневрування на складі, приймаємо $t_p = 5$ хв. $\approx 0,08$ год.

Підставивши значення, маємо

$$t_H = \frac{16,59}{113,58} = 0,146 \text{ год.}; \quad t_{рух} = \frac{2 \cdot 14,5}{24} = 1,208 \text{ год.};$$

$$t_{об} = 0,146 + 1,208 + 0,08 = 1,434 \text{ год.}$$

Необхідна кількість автосамоскидів КраЗ 6230С4 дорівнюватиме

$$n_a = \frac{Q_p \cdot k_H \cdot t_{об}}{(q_a \gamma_c) \cdot T_p \cdot n_{зм} \cdot T_{зм} \cdot k_B} \quad n_a = \frac{23903 \cdot 1,42 \cdot 1,434}{16,59 \cdot 312 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,9} = 1,306.$$

Тож, для перевезення необхідно $n_a = 2$ автомобіля.

2.6 Розробка технологічних графіків обробки рухомого складу

2.6.1 Технологічний графік обробки суден

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. Враховуємо, що ремонт механізмів судна, екіпірування паливом та технічними

матеріалами виконуються різними службами та можуть виконуватися одночасно. Безпосередньо після початку огляду судна перед вантажною операцією починається підготування його до вантажної операції. Паралельно виконується огляд судна після вантажної операції, заключні операції (прибирання засобів механізації тощо).

При розробці технологічного графіка обробки судна з нафтовим коксом у порту приймаємо:

1) час на швартування судна у причалі 15 хв., час на відшвартування судна від причалу 10 хв.;

2) огляд судна та визначення маси вантажу по осадці судна 30 хв.;

3) тривалість підготування судна до розвантаження 20 хв.;

4) ремонт та технічне обслуговування механізмів судна 45 хв.;

5) огляд судна після розвантаження 25 хв.;

6) заключні операції 10 хв.;

7) тривалість розвантаження судна визначаємо на підставі норми виробітку комплексно-механізованої бригади докерів, зайнятої на розвантаженні судна за формулою

$$t_p = \frac{Q_c}{H_{\text{доб}}}, \quad (2.19)$$

де $H_{\text{доб}}$ — добова норма виробітку при розвантаженні судна. Згідно робочої технологічної карти $H_{\text{доб}} = 2651$ т/добу.

$$t_p = \frac{3648}{2651} = 1,376 \text{ діб} = 1981 \text{ хв.}$$

8) тривалість очищення судна від залишків вантажу приймаємо за даними робочої технологічної карти як середнє значення по типам суден, що надходять до порту 6,5 годин (390 хв.).

Технологічний графік обробки судна з нафтовим коксом в порту наведено на рисунку 2.5 та слайді 11 презентації магістерської роботи.



Рисунок 2.5 — Технологічний графік обробки судна в порту

2.6.2 Технологічний графік обробки вагонів

При розробці графіка обробки подач залізничних вагонів приймаємо:

1) тривалість операцій з прибуття складу з порожніми вагонами на станцію «Порт-Велике Запоріжжя» 25 хвилин, тривалість операцій з відправлення вагонів, завантажених нафтовим коксом, 25 хвилин;

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

3) кількість порожніх піввагонів, що надходять на станцію «Порт Велике Запоріжжя» під навантаження приймаємо у відповідності до фронту постановки 6 вагонів (3 вагони по колії №35 та 3 вагони по колії №36);

4) тривалість розформування прибулого составу з порожніми вагонами розраховуємо за формулою

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

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

g — кількість груп вагонів у складі, $g = 2$;

m — кількість вагонів у складі поїзда, що підлягає розформуванню, $m = 6$.

$$T_p = 1,14 \cdot 2 + 0,26 \cdot 6 = 3,84 \approx 4 \text{ хв.}$$

Тривалість формування складу з навантаженими вагонами визначаємо за формулою

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

де P — кількість колій, на яких розміщені вагони, які підлягають збиранню, $P = 2$;

$m_{зб}$ — кількість вагонів, що переставляються з інших колій на колію збирання складу, $m_{зб} = 3$.

$$T_\phi = 2,5 \cdot 2 + 0,4 \cdot 3 = 6,2 \approx 7 \text{ хв.}$$

5) тривалість маневрових пересувань при подачі-прибиранні вагонів на причальний фронт визначаємо за формулою

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

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

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

m_c — кількість вагонів у маневровому складі.

Тривалість подавання-прибирання вагонів на колії 35, 36 при $a = 1,21$, $b = 0,042$ та $m_c = 3$ і довжині напіврейсу $L = 360$ м дорівнює

$$t_{пр} = 1,21 + 0,042 \cdot 3 = 1,4 \approx 2 \text{ хв.}$$

б) тривалість навантаження одного вагону в залежності від технологічної схеми навантаження визначаємо за формулою

$$T_B = \frac{q_B}{P}, \quad (2.23)$$

де q_B — кількість вантажу, яка завантажується в один вагон, т. Приймаємо $q_B = 45$ т;

P — продуктивність навантажувальних засобів, т/год. За технологічною схемою «склад – кран – вагон» $P_{23} = 170,07$ т/год, за технологічною схемою «судно – кран – вагон» $P_{23} = 129,64$ т/год.

Тривалість навантаження одного вагона за різними технологічними варіантами складе

– за варіантом «склад – кран – вагон»

$$T_B = \frac{45}{170,07} = 0,26 \text{ год.};$$

– за варіантом «судно – кран – вагон»

$$T_B = \frac{45}{129,64} = 0,347 \text{ год.}$$

Технологічний графік обробки подачі вагонів на причалі та припортовій залізничній станції при організації навантаження за технологічним варіантом «склад – кран – вагон» показаний на рисунку 2.6, а при організації навантаження за прямим варіантом «судно – кран – вагон» показаний на рисунку 2.7 та слайді 12 презентації магістерської роботи.

З графіка бачимо, що тривалість обробки подачі з 6 вагонів на станції «Порт Велике Запоріжжя» та причальних коліях №35 та №36 при навантаженні вагонів за варіантом «склад – кран – вагон» дорівнює 163 хвилинам.

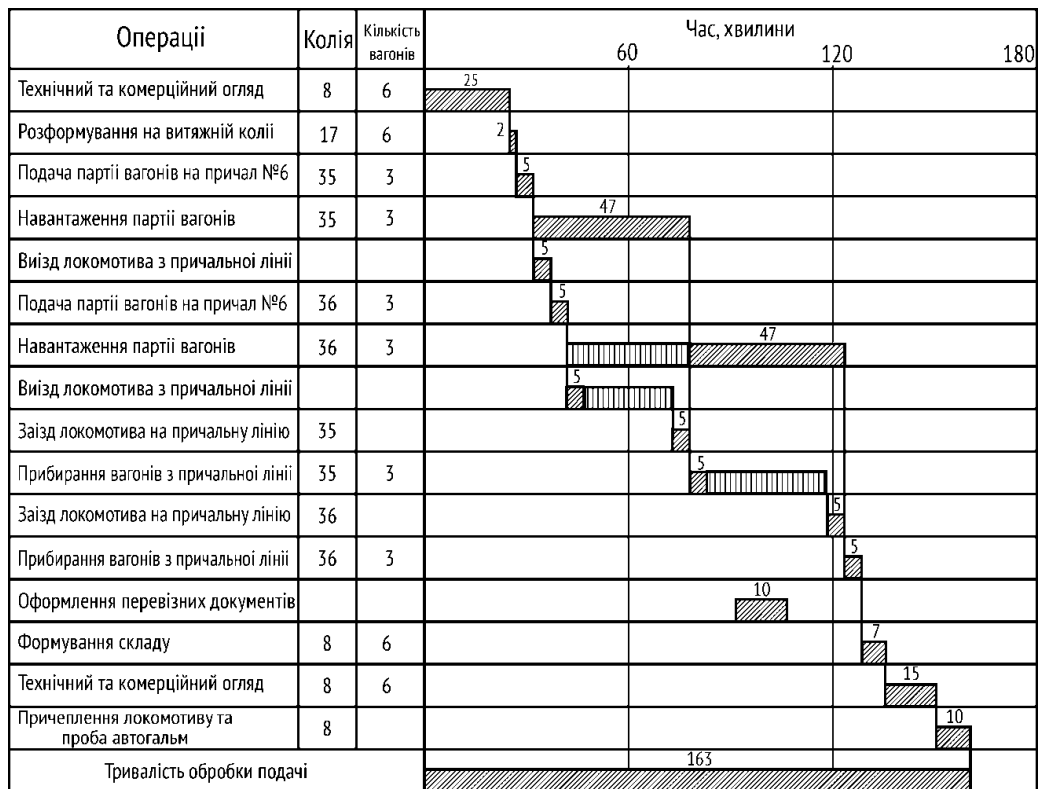


Рисунок 2.6 — Технологічний графік обробки вагонів при організації навантаження за варіантом «склад – кран – вагон»

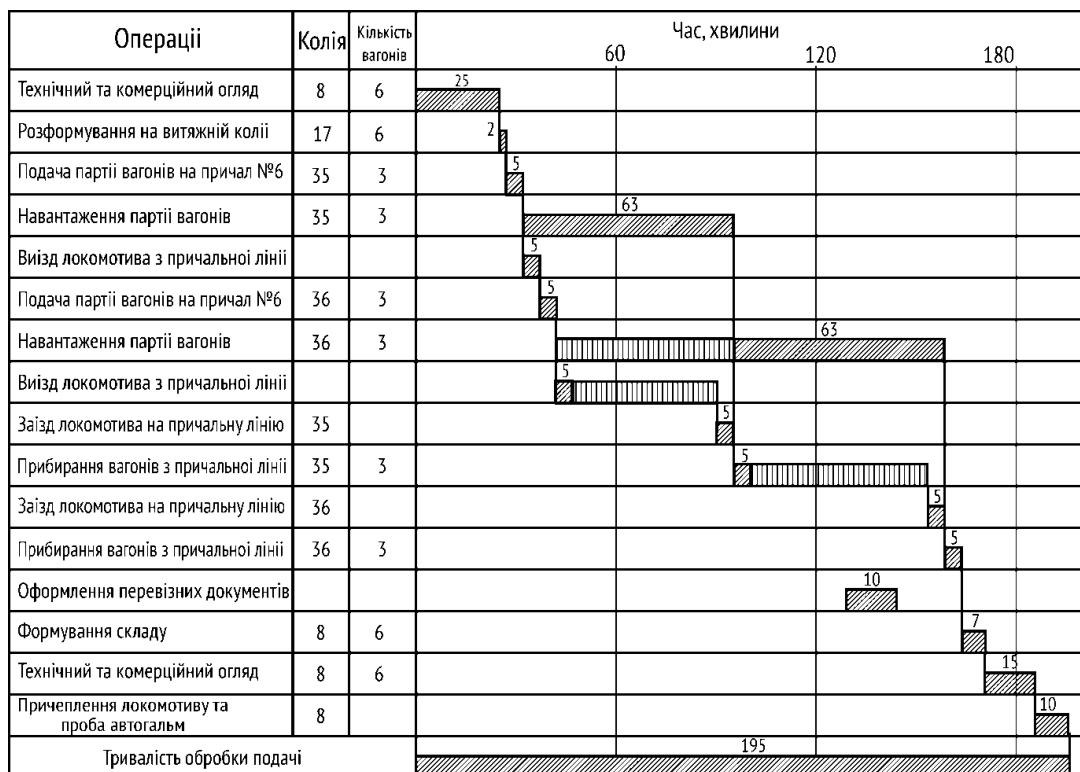


Рисунок 2.7 — Технологічний графік обробки вагонів при організації навантаження за варіантом «судно – кран – вагон»

При організації обробки подачі залізничних вагонів за прямим варіантом «судно – кран – вагон» тривалість обробки подачі збільшується до 195 хвилин.

2.7 Організація взаємодії видів транспорту у Запорізькому річковому порту

На підставі розроблених технологічних графіків обробки суден, вагонів та нормованих у часі операцій з автомобілями розробляємо план-графік вивантаження нафтового коксу за такими варіантами:

1) узгоджений графік подачі суден та вагонів, перевантаження коксу за прямим варіантом за умови знаходження одночасно судна у причалі і вагонів на причальному фронті;

2) вивезення нафтового коксу з порту автомобілями-самоскидами, перевантаження нафтового коксу за прямим варіантом у випадку, коли на причалі одночасно знаходиться розвантажувач судна та прибулий під навантаження автомобіль.

Метою побудови графіка є визначення частки вантажу, що може бути перевезена за прямим варіантом — технологічними схемами «судно – кран – вагон» та «судно – кран – автомобіль», та перевірка правильності розрахунків тривалості елементів транспортно-технологічного процесу.

Згідно з технологічним графіком обробки вагонів за варіантом «судно – кран – вагон», навантаження партії шести вагонів однієї подачі триває 128 хвилин або 2,13 години. Приймаючи, що за час розвантаження судна на станцію Порт Велике Запоріжжя надходить 4 подачі вагонів, загальна тривалість навантаження вагонів за прямим варіантом дорівнюватиме 8,52 години. За цей час з судна буде вивантажено

$$Q_{1-3} = 8,52 \cdot P_{1-3} = 8,52 \cdot 129,64 = 1104,5 \text{ т.}$$

Залишок же вантажу у судні $Q_{2-3} = Q_c - Q_{1-3} = 3648 - 1104 = 2544$ т буде перевантажено за варіантом «судно – кран – склад». Тривалість вивантаження судна з урахуванням оперативного часу на добу 17,5 годин та тривалості очищення судна від залишків вантажу 6,5 год. дорівнюватиме

$$T_c = 8,52 + (24 - 17,5) + \frac{2544}{151,51} + 6,5 = 38,31 \text{ год.}$$

Таким чином, частка нафтового коксу, яка буде перевантажена за прямим варіантом «судно – кран – вагон» складатиме

$$\eta = \frac{Q_{1-3}}{Q_c} = \frac{1104,5}{3648} = 0,30 = 30\%.$$

Визначимо також тривалість вантажної обробки судна та частку вантажу, яку буде перевантажено за прямим варіантом «судно – склад – автомобіль» у випадку застосування на перевезеннях нафтового коксу до ПрАТ «Запоріжбразив» автомобільного транспорту.

Згідно розрахунків маємо два автомобілі КрАЗ-6230С4, в кожен яких можна завантажити 16,69 т нафтового коксу. Кількість автомобілів, які надходять під навантаження на причал за час вантажної обробки судна розраховуємо за формулою

$$n'_a = \frac{T_B}{I_a}, \quad (2.24)$$

T_B — тривалість періоду взаємодії річкового і автомобільного транспорту (2 доби). Приймаємо рівним двом тривалостям робочої зміни автомобілів $T_B = 16$ год;

I_a — інтервал надходження автомобілів, год.

Інтервал надходження автомобілів визначається за формулою

$$I_a = \frac{t_{об}}{n_a} = \frac{1,434}{2} = 0,717 \text{ год.}$$

$$n'_a = \frac{16}{0,717} = 22,3 \approx 22 \text{ автомобіля.}$$

З урахуванням того, що тривалість вантажної обробки судна менше ніж дві доби, частка вантажу, яка буде перевантажена за прямим варіантом «судно – кран – автомобіль» дорівнюватиме

$$Q_{1-3} = \frac{(q_a \cdot \gamma_c) \cdot n'_a}{Q_c} = \frac{16,69 \cdot 22}{3648} = 0,10 = 10\%.$$

Для визначення тривалості вантажної обробки судна у порту при перевантаженні за технологічною схемою «судно – кран – автомобіль» знайдемо середньозважену продуктивність засобів механізації на вантажних операціях

$$\bar{P} = P_{1-2} \cdot (1 - \eta) + P_{1-3} \cdot \eta = 151,51 \cdot 0,9 + 113,58 \cdot 0,1 = 147,72 \text{ т/год.}$$

З урахуванням оперативного часу 17,5 годин на добу, тривалості очищення судна 6,5 годин тривалість вантажної обробки судна складе

$$T_c = \frac{3648}{147,72} + (24 - 17,5) + 6,5 = 37,7 \text{ год.}$$

Знайдемо тривалість роботи порталного крану з розрахунку на одне судно при організації роботи з перевантаження нафтового коксу за формулою

$$T_k = \frac{Q_c(1 - \eta)}{P_{1-2}} + \frac{Q_c(1 - \eta)}{P_{2-3}} + \frac{Q_c\eta}{P_{1-3}}. \quad (2.25)$$

За базовим варіантом $\eta = 0$, $P_{1-2} = 151,51$ т/год., $P_{2-3} = 170,07$ т/год.

$$T_k^0 = \frac{3648}{151,51} + \frac{3648}{170,07} = 45,53 \text{ год.}$$

За першим проектним варіантом з використанням технологічної схеми «судно – кран – вагон» $\eta = 0,3$, $P_{1-2} = 151,51$ т/год., $P_{2-3} = 170,07$ т/год, $P_{1-3} = 129,64$ т/год.

$$T_{\text{к}}^1 = \frac{3648 \cdot (1 - 0,3)}{151,51} + \frac{3648 \cdot (1 - 0,3)}{170,07} + \frac{3648 \cdot 0,3}{129,64} = 40,25 \text{ год.}$$

За другим проектним варіантом з використанням технологічної схеми «судно – кран – автомобіль» $\eta = 0,1$, $P_{1-2} = 151,51$ т/год., $P_{2-3} = 170,07$ т/год, $P_{1-3} = 113,58$ т/год.

$$T_{\text{к}}^2 = \frac{3648 \cdot (1 - 0,1)}{151,51} + \frac{3648 \cdot (1 - 0,1)}{170,07} + \frac{3648 \cdot 0,1}{113,58} = 44,11 \text{ год.}$$

Загальний час роботи крана за рік знаходимо за формулою

$$T_{\text{к.р.}} = \frac{Q_{\text{р}}}{Q_{\text{с}}} \times T_{\text{к}}, \quad (2.26)$$

де $Q_{\text{р}}$ — розрахунковий річний вантажопотік надходження нафтового коксу у порт. $Q_{\text{р}} = 23903$ т.

За базовим варіантом

$$T_{\text{к.р.}}^{\text{б}} = \frac{23903}{3648} \cdot 45,53 = 298,32 \text{ год.}$$

За першим проектним варіантом

$$T_{\text{к.р.}}^1 = \frac{23903}{3648} \cdot 40,25 = 263,73 \text{ год.}$$

За другим проектним варіантом

$$T_{\text{к.р.}}^2 = \frac{23903}{3648} \cdot 44,11 = 289,02 \text{ год.}$$

Аналогічним чином, розрахуємо тривалість вантажної обробки суден у порту за період навігації за формулою

$$T_{\text{с.р.}} = \frac{Q_p}{Q_c} \times T_c. \quad (2.27)$$

Тривалість вантажної обробки одного судна за базовим варіантом

$$T_{\text{с.б.}} = \frac{Q_c}{P_{1-2}} + (24 - 17,5) + 6,5 = \frac{3648}{151,51} + 6,5 + 6,5 = 37,08 \text{ год.}$$

$$T_{\text{с.р.}}^{\text{б.}} = \frac{23903}{3648} \times 37,08 = 242,96 \text{ год.}$$

За першим проектним варіантом з використанням технологічної схеми «судно – кран – вагон»

$$T_{\text{с.р.}}^1 = \frac{23903}{3648} \times 38,31 = 251,02 \text{ год.}$$

За другим проектним варіантом з використанням технологічної схеми «судно – кран – автомобіль»

$$T_{\text{с.р.}}^2 = \frac{23903}{3648} \times 37,7 = 247,02 \text{ год.}$$

Загальний пробіг автомобілів на доставці вантажу на ПрАТ «Запоріжбразив» знайдемо за формулою

$$L_{\text{р.а.}} = \frac{Q_p}{q_a \gamma_c} \cdot 2l_{\text{ге}} = \frac{23093}{16,69} \cdot 2 \cdot 14,5 = 40126 \text{ км.}$$

Річний фонд робочого часу водіїв автомобілів за другим проектним варіантом знаходимо за формулою

$$\Phi_a = \frac{Q_p \cdot t_{об}}{q_a \gamma_c \cdot k_B}. \quad (2.28)$$

$$\Phi_a = \frac{23903 \cdot 1,434}{16,69 \cdot 0,9} = 2281 \text{ год.}$$

Результати розрахунку основних показників роботи і взаємодії річкового, залізничного і автомобільного транспорту у порту представлені у таблиці 2.3 та на слайді 14 презентації магістерської роботи.

Таблиця 2.3 – Показники взаємодії видів транспорту у порту

Показник	Значення показника по варіантах		
	базовий	проектний 1	проектний 2
1. Частка вантажу, яка перевантажується за прямим варіантом	0,0	0,3	0,1
2. Тривалість вантажної обробки судна, год.	37,08	38,31	37,7
3. Річна тривалість роботи перевантажувальних засобів, год.	298,32	263,73	289,02
4. Річний простій суден у порту під вантажними операціями, год.	242,96	251,02	247,02
5. Річний пробіг автомобілів на доставці вантажу, км	–	–	40126
6. Річний фонд робочого часу водіїв автомобілів, год.	–	–	2281

3 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

Визначимо економічну ефективність удосконалення транспортно-технологічного процесу вантажопереробки і доставки нафтового коксу з Запорізького річкового порту до підприємства ПрАТ «Запоріжбразив» за двома варіантами:

1) узгодження розкладів руху річкового та залізничного транспорту з впровадженням технології прямого перевантаження за технологічною схемою «судно – кран – вагон»;

2) вивезення нафтового коксу з порту до одержувача автомобільним транспортом з впровадженням технології прямого перевантаження за технологічною схемою «судно – кран – автомобіль».

3.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Додаткові капітальні витрати за другим проектним варіантом передбачають організацію вивезення нафтового коксу автомобільним транспортом. Згідно розрахунків, для забезпечення вивезення нафтового коксу з порту за період навігації необхідно придбати автомобілі КрАЗ 6230С4 у кількості 2 одиниць. Вартість одного автомобіля дорівнює 1 475 000 грн, тож додаткові капітальні вкладення за другим проектним варіантом складуть 2 млн. 950 тис. грн.

3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Обчисленню підлягають тільки статті витрат, що змінюються за проектними варіантами у порівнянні з базовим. Річні експлуатаційні витрати на вантажопереробку і перевезення нафтового коксу з Запорізького річкового порту до ПрАТ «Запоріжбразив» знайдемо за формулою

$$C = C_{\Pi} + C_{3} + C_{a} + C_{c} + C_{B}, \quad (3.1)$$

де C_{Π} — витрати, пов'язані з перевантаженням нафтового коксу з суден на склад та зі складу на залізничний і автомобільний рухомий склад, грн;

C_{3} — витрати, пов'язані з доставкою нафтового коксу з порту на підприємство ПРАТ «Запоріжжябразив» залізницею, грн;

C_{a} — витрати, пов'язані з доставкою нафтового коксу з порту на підприємство ПРАТ «Запоріжжябразив» автомобільним транспортом, грн;

C_{c} — витрати, пов'язані з простоем суден у порту під вантажними операціями, грн;

C_{B} — витрати, пов'язані з втратами вантажу в процесі його перевантаження, грн.

Витрати, пов'язані з перевантаженням нафтового коксу у порту знайдемо за формулою

$$C_{\Pi} = C_{3\Pi} + C_e, \quad (3.2)$$

де $C_{3\Pi}$ — річний фонд заробітної плати працівників комплексно-механізованої бригади, що виконує навантажувально-розвантажувальні операції з суднами, автомобілями та вагонами, грн;

C_e — витрати на силову електроенергію, що витрачається перевантажувальними засобами механізації, грн.

Оскільки операція перевантаження нафтового коксу у порту є повністю механізованою, річний фонд заробітної плати докерів-механізаторів (машиніста порталного крану) визначаємо за формулою

$$C_{3\Pi} = C_{\text{чт}} \cdot T_{\text{ф}} \cdot (1 + k_{\text{вн}} + k_{\text{пр}} + k_{\text{ар}} + k_{\text{оп}}) \cdot k_{\text{сс}}, \quad (3.3)$$

де $C_{\text{чт}}$ — годинна тарифна ставка механізатора, $C_{\text{чт}} = 31,81$ грн;

T_{ϕ} — річний фонд фактично відпрацьованих годин, год. За базовим варіантом $T_{\phi} = 298,32$ год., за першим проектним варіантом $T_{\phi} = 263,73$ год., за другим проектним варіантом $T_{\phi} = 289,02$ 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 ранку) — 40% до годинної тарифної ставки. Приймаємо $k_{\text{вн}} = 0,167$;

$k_{\text{пр}}$ — коефіцієнт, який враховує преміальні виплати, за даними підприємства $k_{\text{пр}} = 0,5$ (тобто, 50% від основної заробітної плати);

$k_{\text{ар}}$ — коефіцієнт, який враховує адміністративні витрати, за даними підприємства $k_{\text{ар}} = 0,329$;

$k_{\text{оп}}$ — коефіцієнт, який враховує загальновиробничі витрати, приймаємо $k_{\text{оп}} = 1,12$ (112% від фонду основної заробітної плати);

$k_{\text{сс}}$ — коефіцієнт, який враховує єдиний соціальний внесок до загальнодержавного фонду соціального страхування, $k_{\text{сс}} = 1,22$.

Річний фонд заробітної плати механізаторів дорівнює:

– за базовим варіантом

$$C_{\text{зп}}^{\text{б}} = 31,81 \cdot 298,32 \cdot (1 + 0,167 + 0,5 + 0,329 + 1,12) \cdot 1,22 = 36047 \text{ грн};$$

– за першим проектним варіантом

$$C_{\text{зп}}^1 = 31,81 \cdot 263,73 \cdot (1 + 0,167 + 0,5 + 0,329 + 1,12) \cdot 1,22 = 31892 \text{ грн};$$

– за другим проектним варіантом

$$C_{\text{зп}}^2 = 31,81 \cdot 289,02 \cdot (1 + 0,167 + 0,5 + 0,329 + 1,12) \cdot 1,22 = 34950 \text{ грн}.$$

Витрати на силову електроенергію знаходимо за формулою [12]:

$$C_e = W \cdot T_{\text{кп}} \cdot \eta \cdot k_{\text{п}} \cdot k_{\text{в}} \cdot \text{Ц}_e, \quad (3.4)$$

де W — сумарна потужність електродвигунів, встановлених на порталі-ному крані, кВт. Для порталного крана «Альбатрос» $W = 119,5$ кВт;

$T_{\text{кп}}$ — сумарна тривалість роботи крану на рік, год. Приймаємо рівним річному фонду фактично відпрацьованих годин механізаторами;

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

$k_{\text{п}}$ — коефіцієнт використання двигунів крана за потужністю, приймаємо $k_{\text{п}} = 0,9$;

$k_{\text{в}}$ — коефіцієнт використання двигунів крана за часом, приймаємо $k_{\text{в}} = 0,85$;

Ц_e — вартість 1 кВт-год силових електроенергії, $\text{Ц}_e = 2,7515$ грн.

Витрати на силову електроенергію за варіантами дорівнюють:

– за базовим варіантом

$$C_e^0 = 119,5 \cdot 298,32 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 2,7515 = 86294 \text{ грн};$$

– за першим проектним варіантом

$$C_e^1 = 119,5 \cdot 263,73 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 2,7515 = 76288 \text{ грн};$$

– за другим проектним варіантом

$$C_e^2 = 119,5 \cdot 289,02 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 2,7515 = 83604 \text{ грн}.$$

Таким чином, річні витрати, пов'язані з перевантаженням нафтового коксу у порту дорівнюють:

– за базовим варіантом

$$C_{\Pi}^0 = 36047 + 86294 = 122341 \text{ грн};$$

– за першим проектним варіантом

$$C_{\Pi}^1 = 31892 + 76288 = 108180 \text{ грн};$$

– за другим проектним варіантом

$$C_{\Pi}^2 = 34950 + 83604 = 118554 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані з доставкою нафтового коксу на ПРАТ «Запоріжбразив» залізницею знаходимо за формулою

$$C_3 = \frac{Q_p}{q_v} \cdot c_v \cdot k_{\text{дод}} \quad (3.5)$$

де Q_p — розрахунковий річний вантажопотік, т. $Q_p = 23903$ т;

q_v — маса вантажу у вагоні, т. Приймаємо $q_v = 45$ т;

c_v — тарифна плата за перевезення одного вагону з вантажем з припортової станції Порт Велике Запоріжжя до станції Передатна (станція примикання ПРАТ «Запоріжбразив»), грн;

$k_{\text{дод}}$ — коефіцієнт, який враховує додаткові витрати та збори (подачу-прибирання вагонів локомотивом залізниці, комплектів перевізних документів, інфраструктурну складову по обробці вагонів та вивантаженню нафтового коксу на ПРАТ «Запоріжбразив»). Приймаємо $k_{\text{дод}} = 2,75$.

Плату за перевезення одного вагону з вантажем між станціями Порт Велике Запоріжжя та Передатна знаходимо за формулою

$$c_v = T_v \cdot k_T, \quad (3.6)$$

де T_B — тариф за перевезення у універсальному вагоні залізниці, грн/вагон. Тариф обчислюється за першою тарифною схемою та складається з інфраструктурної $T_{и}$ та вагонної складової T_B в залежності від тарифної відстані та фактичного завантаження вагону. У нашому випадку тарифна відстань складає 15 км, фактична маса завантаження вагону 45 т. Згідно збірника тарифів $T_{и} = 790$ грн, $T_B = 190$ грн, таким чином тариф за один вагон дорівнює $T_B = 790 + 190 = 980$ грн/вагон;

k_T — коефіцієнт до вагонного тарифу, на підставі телеграми УЗ від 11.01.2018 приймаємо для нафтового коксу як вантажу 2-го класу $k_T = 2,118$.

Відповідно, тариф за перевезення одного вагону дорівнює

$$c_B = 980 \cdot 2,118 = 2076 \text{ грн.}$$

Витрати на доставку нафтового коксу залізницею за базовим і першим проектним варіантами дорівнює

$$C_3^{6,1} = \frac{23903}{45} \cdot 2076 \cdot 2,75 = 3032494 \text{ грн.}$$

Витрати на доставку нафтового коксу за другим проектним варіантом $C_3^2 = 0$, оскільки весь вантаж доставляється автомобільним транспортом.

Витрати, пов'язані з доставкою нафтового коксу на ПРАТ «Запоріжбразив» автомобільним транспортом за другим проектним варіантом розраховуємо за формулою

$$C_B = Z + C_p + C_{п} + C_{см} + C_{ГО} + C_{ш} + A + C_{пр}, \quad (3.7)$$

Z — заробітна плата водіїв, основна і додаткова з відрахуваннями на соціальне страхування, грн;

C_p — заробітна плата ремонтних робітників, грн;

$C_{п}$ — витрати на паливо, грн;

$C_{см}$ — витрати на мастильні матеріали, грн;

$C_{тр}$ — витрати на поточний ремонт рухомого складу, грн;

$C_{ш}$ — витрати на шини, грн;

A — амортизаційні відрахування, грн;

$C_{пр}$ — інші витрати, грн.

За другим проектним варіантом загальний річний пробіг двох автомобілів КрАЗ-6230С4 на доставці вантажу дорівнює $L_p = 40126$ км, при цьому загальний річний фонд робочого часу водіїв $\Phi_v = 2281$ год. та автомобілями виконується $n_{ге} = 1432$ їздки з вантажем.

Розрахунок річного фонду заробітної плати водіїв автосамоскидів наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 — Розрахунок річного фонду заробітної плати водіїв

Стаття	Значення
1. Основна заробітна плата (тарифна ставка), коп/год.	3230
2. Додаткова заробітна плата, коп/год., у тому числі	
– доплата за класність (25%)	807,5
– сплата відпусток (9,5%)	306,85
– премії (25%)	807,5
3. Заробітна плата основна та додаткова, грн./год.	51,52
4. Річний фонд фактично відпрацьованих годин, год.	2281
5. Річний фонд заробітної плати водіїв, грн.	117517
6. Заробітна плата інженерно-технічних робітників та службовців (25% від фонду заробітної плати водіїв), грн./рік	29379
7. Загальний річний фонд заробітної плати, грн.	146896
8. Єдиний внесок до фондів соціального страхування та пенсійного фонду (22%), грн.	32317
Всього заробітна плата, грн./рік	179213

Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Заробітна плата ремонтних робітників

Стаття	Значення
1. Річний пробіг автомобілів, км	40 126
2. Періодичність видів технічного обслуговування, км.	
ТО-1	4 000
ТО-2	16 000
3. Нормативи трудомісткості:	
ЩО, чол-год на одне обслуговування	0,6
ТО-1, чол-год одне обслуговування	13,5
ТО-2, чол-год одне обслуговування	60,5
ПР, чол-год/1000 км	20,35
4. Кількість обслуговувань на річний пробіг, од.	
ЩО	624
ТО-1	10
ТО-2	3
5. Річна трудомісткість робіт ТО та ПР, чол.-год:	
ЩО	374,4
ТО-1	135,0
ТО-2	181,5
ПР	816,6
Всього	1 507,5
6. Годинна тарифна ставка ремонтних робітників (ІІІ розряд), коп./год.	3090
7. Доплати і надбавки:	
– премії (50%)	1545
– сплата відпусток (9,5%)	293,55
8. Годинна тарифна ставка з врахування доплат і надбавок, коп./год.	4 928,55

Продовження таблиці 3.2.

Стаття	Значення
12. Єдиний внесок до фондів соціального страхування та пенсійного фонду (22%), коп./год.	1084,28
13. Годинна тарифна ставка з урахуванням доплат, надбавок та внеску до фонду соціального страхування, коп/год.	6 012,83
Річний фонд заробітної плати ремонтних робітників, грн.	90 643

Витрати на паливо знайдемо за формулою

$$C_T = 0,01 \cdot H_s \cdot L_p \cdot \Pi_T + 0,02 \cdot G \cdot n_{ге} \cdot \Pi_T, \quad (3.8)$$

де H_s — базова лінійна норма витрат палива на пробіг самоскида, л/100 км. Згідно встановлених норм $H_s = 48,0$ л/100 км;

Π_T — вартість 1 л дизельного палива, грн. $\Pi_T = 28,15$ грн/л;

G — номінальна вантажопідйомність самоскида, $G = 18,0$ т.

Річні витрати на паливо складуть

$$C_T = 0,01 \cdot 48 \cdot 40126 \cdot 28,15 + 0,02 \cdot 18 \cdot 1432 \cdot 28,15 = 556694 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали приймаємо у розмірі 20% від витрат на паливо, тож $C_{см} = 0,2 \cdot 556694 = 111339$ грн.

Витрати на запасні частини і матеріали знаходимо на підставі Нормативів витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт по базових марках автомобілів, затвердженими Наказом Міністерства транспорту від 14.11.1995 р., якими для базової марки КрАЗ-256Б встановлена норма 432 грн/1000 км пробігу, тож витрати на запасні частини і матеріали складуть

$$C = \frac{L}{1000} \cdot 432 = \frac{40126}{1000} \cdot 432 = 17334,4 \text{ грн.}$$

Витрати на автомобільні шини визначимо за формулою [13]:

$$C_{\text{ш}} = \frac{n_{\text{ш}} \cdot \Pi_{\text{ш}} \cdot L_{\text{р}}}{L_{\text{ш}}}, \quad (3.9)$$

де $n_{\text{ш}}$ — кількість шин, встановлених на автомобілі, грн;

$\Pi_{\text{ш}}$ — ціна однієї шини, грн.;

$L_{\text{ш}}$ — нормативний пробіг шин до заміни, км.

На автосамоскиді КрАЗ-6230С4 встановлені шини 12,00R20 у кількості 10 одиниць. Вартість однієї шини 12,00R20 марки «Белшина» складає 6150 грн з ПДВ з нормативним пробігом до заміни 80 000 км. Витрати на шини на рік дорівнюють

$$C_{\text{ш}} = \frac{(10 + 1) \cdot 6150 \cdot 40126}{80000} = 33932 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на рухомий склад визначаємо виходячи з норми амортизаційних відрахувань 10% щоквартально. Розрахунок амортизаційних відрахувань на один автомобіль на перші 5 років його експлуатації наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 — Розрахунок амортизаційних відрахувань (на один автосамоскид по роках експлуатації)

Номер року	Початкова (залишкова) вартість, грн.	Амортизаційні відрахування на рік, грн.
1	1 475 000	507 252
2	967 747	332 808
3	634 939	218 356
4	416 584	143 263
5	273 321	93 995

Інші витрати приймаємо у розмірі 10% від суми всіх основних статей витрат. Результати розрахунку зводимо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 — Розрахунок річних витрат на доставку вантажу автомобільним транспортом

Стаття витрат	Значення
1. Заробітна плата водіїв, грн.	179 213
2. Заробітна плата ремонтних робітників, грн.	90 643
3. Витрати на паливо, грн.	556 694
4. Витрати на мастильні матеріали, грн.	111 339
5. Витрати на запасні частини і матеріали, грн.	17 334
6. Витрати на шини, грн.	33 932
7. Амортизація рухомого складу (перший рік)	$2 \times 507\,252 = 1\,014\,504$
Разом витрати по основних статтях	2 003 659
8. Інші витрати	200 366
Витрати на доставку вантажу, грн.	2 204 025

Витрати, пов'язані з простоем суден в порту під вантажними операціями, знаходимо за формулою

$$C_c = T_{\text{сут.п.}} \cdot c_{\text{сут.}} , \quad (3.10)$$

де $T_{\text{сут.п.}}$ — кількість судно-днів простою суден у порту під вантажними операціями. За базовим варіантом $T_{\text{сут.п.}} = 10,12$ діб, за першим проектним варіантом $T_{\text{сут.п.}} = 10,46$ діб, за другим проектним варіантом $T_{\text{сут.п.}} = 10,29$ діб;

$c_{\text{сут.}}$ — вартість судно-добі простою, грн. Приймаємо $c_{\text{сут.}} = 55000$ грн.

Витрати, пов'язані з простоем суден у порту під вантажними операціями по варіантах складуть

– базовий варіант

$$C_c^6 = 10,12 \cdot 55000 = 556600 \text{ грн};$$

– перший проектний варіант

$$C_c^1 = 10,46 \cdot 55000 = 575300 \text{ грн};$$

– другий проектний варіант

$$C_c^2 = 10,29 \cdot 55000 = 565950 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані з втратами вантажу приймаємо у розмірі 0,5% від обсягу вантажопереробки на одну перевалку. Вартість нафтового коксу дорівнює 5170 грн/т.

За базовим варіантом здійснюється дві перевалки вантажу (судно – склад і склад – вагон). Втрати вантажу у грошовому еквіваленті дорівнюватимуть

$$C_v^6 = 2 \cdot 23903 \cdot 0,005 \cdot 5170 = 1235784 \text{ грн.}$$

За першим проектним варіантом 30% відсотків вантажу перевантажується безпосередньо з суден до вагонів (одна перевалка), інші ж 70% вантажу перевантажуються через склад (дві перевалки). Втрати вантажу у грошовому еквіваленті дорівнюватимуть

$$C_{\text{пр}}^1 = 2 \cdot 0,7 \cdot 23903 \cdot 0,005 \cdot 5170 + 0,3 \cdot 23903 \cdot 0,005 \cdot 5170 = 1050417,4 \text{ грн.}$$

За другим проектним варіантом 10% вантажу перевантажується за прямим варіантом, а інші 90% – через склад. Втрати вантажу у грошовому еквіваленті дорівнюють

$$C_{\text{пр}}^2 = 2 \cdot 0,9 \cdot 23903 \cdot 0,005 \cdot 5170 + 0,1 \cdot 23903 \cdot 0,005 \cdot 5170 = 1173995,86 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку річних експлуатаційних витрат по варіантах зводимо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 — Річні експлуатаційні витрати по варіантах

Стаття витрат	Витрати по варіантах, грн.		
	базовий	проектний 1	проектний 2
1. Витрати на перевантаження нафтового коксу у порту, грн.	122 341	108 180	118 554
2. Витрати на доставку залізницею, грн.	3 032 494	3 032 494	–
3. Витрати на доставку автотранспортом, грн.	–	–	2 204 025
4. Витрати на простій суден у порту, грн.	556 600	575 300	565 950
5. Витрати, пов'язані з втратами вантажу, грн.	1 235 784	1 050 417	1 173 996
Разом	4 947 219	4 766 391	4 065 525
Економія річних експлуатаційних витрат	–	180 828	884 694

3.3 Розрахунок чистої поточної вартості другого проектного варіанту

Чисту поточну вартість другого проектного варіанта визначимо за формулою

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^t}, \quad (3.11)$$

де B_t — річні вигоди від впровадження проекту у термін t , грн;

C_t — витрати на проект у рік t , грн;

i — ставка дисконтування, приймаємо $i = 0,18$;

n — тривалість (термін життя) проекту. Приймаємо $n = 4$ роки.

Річні експлуатаційні витрати за другим проектним варіантом без врахування амортизаційних відрахувань на придбаний для реалізації проекту автомобільний рухомий склад дорівнюють 3 051 021 грн. Амортизаційні відрахування по роках реалізації проекту приймаємо за даними таблиці 3.3 (на дві одиниці рухомого складу). Результати розрахунку наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 — Розрахунок чистої поточної вартості проектного варіанту

Рік, t	Витрати, грн	Річні експлуатаційні витрати (база)	Постійні експлуатаційні витрати (проект)	Амортизаційні відрахування (проект)	Річні експлуатаційні витрати (проект)	Чисті вигоди ($B_t - C_t$), грн	Коефіцієнт дисконтування $1/(1+i)^t$	Дисконтовані чисті вигоди NPV, грн
1	2950000	4947219	3051021	1014504	4065525	-2551186	1,00	-2068306
2	-	4947219	3051021	665616	3716637	1230582	0,847	1042303
3	-	4947219	3051021	436712	3487733	1459486	0,718	1047911
4	-	4947219	3051021	286526	3337547	1609672	0,609	980290
Чиста поточна вартість проекту, грн.								1 002 198

Техніко-економічні показники базового і проектних варіантів наведені на слайді 15 презентації магістерської роботи.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі дипломного проекту розглянуто аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника і робітників та заходи по їх усуненню. Нафтовий кокс — це твердий залишок вторинної переробки нафти чи нафтопродуктів. Має завищений вміст сірки тому і є небезпечним при транспортуванні та переробці. Тому нижче розглянемо небезпеки при його вантажопереробці.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

При накопичуванні та при зберіганні коксу на відкритих майданчиках можливі попадання коксового пилу у дихальні шляхи, що може призвести до захворювання легеней з-за того що пил містить завищені показники сірки.

При транспортній переробці коксу можливо забруднення акваторії портів, що призводить до отруєння води та екологічному порушенню природного балансу.

Ураження робітників та дослідника електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів порталних кранів, що призводить до електричної травми людини або пожежі.

При подачі автомобіля до навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування.

При вантажно-розвантажувальних роботах можливо переохолодження робітників в холодний час року, що призводить до простудних захворювань.

Травмування водія під час навантаження вугілля, що може просипатися на кабінку.

Недостатнє освітлення ділянки, де відбувається навантаження вантажу, призводить до не вірного навантаження, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій (наїзд вагонів на робітників та інше).

На складах та накопичувальних майданчиках можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загоранню.

При обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти підводячі електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту.

При навантаженні коксу, який в стані навалом, його збризкують водою перед навантаженням для зменшення пиловиникнення. Для цього на ділянці встановлюють водопровідні крани для поливу та каналізаційні трапи відповідно Наказу від 19.01.2015 «Правила охорони праці під час навантажно-розвантажувальних робіт».

Для запобігання травмування водія при вантажних роботах, необхідно щоб водій покинув кабінку й відійшов від неї на безпечну відстань. Водій повинен знаходитися поза зоною дії вантажного механізму НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Задній хід автомобіля у зоні робіт повинен виконуватися водієм тільки за сигналом одного з працівників, зайнятих на цих роботах та з обов'язковою подачею сигналу. «Правила охорони праці під час навантажувальних-розвантажувальних робіт» Наказ № 21 від 19.01.2015.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Для попередження попадання пилу від коксу в легені робітників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відноситься застосування респіраторів відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на майданчику навантаження передбачено обладнання освітленості в розмірі 30 лк відповідно ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення». Робоче освітлення розміщено на щоглах поза зоною майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

Для попередження забруднення коксом акваторії порту необхідно щоб збір стокових вод з канав в виробничу каналізацію потрапляв, з попереднім уловлюванням коксу, у відстійники. Викидати кокс, різні його залишки, а також промивні та стічні води, які утримують кокс, в водойми заборонено.

При обробці статистичних даних в лабораторії, де є комп'ютер, можливе виникнення напруженості праці та інші шкідливі фактори санітарно-гігієнічного характеру.

У відповідності до вихідних даних, які були заміряні в лабораторії, внесимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії внесимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [16], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови

праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1а.

З додатків [16], відповідно до категорії робіт 1а, розряду зорових робіт Б-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,5	9	23,5-26,4	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, лк$	200	10	300	–	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{ор}$	Б-1	–	–	–	–	–
Рівень шуму $L, дБА$	95	5	80	–	3.2	1,25
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	190	7	290	0,57	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	63000	7	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	81	7	75	0,95		
Тривалість робочого дня, $год.$	10	10	8	0,23		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{\text{визн}}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці 4.1:

– для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [16]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{\text{визн}}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою

$$X_{\text{визн}} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 9}{9} = 3$$

– для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою:

а) загальні енергозатрати організму, $K_{\text{знач}} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{190 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,57;$$

б) стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{\text{знач}} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{63000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{\text{знач}} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{81 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,95;$$

г) тривалість робочого дня (зміни), $K_{\text{знач}} = 0,15$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,23;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці 4.1:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 3$, з таблиці 7.2 [16] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{\text{вим}} = 200$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [16] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{\text{вим}} = 95$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [16] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою 7.3 [16]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,57 + 1,38 + 0,95 + 0,23 = 3,13$$

З таблиці 7.3 [16] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,13$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3).

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці 4.1.;

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 9 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [16]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{8} = 1,25$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [16]:

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 1 + 1,25 + 3 = 8,25$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{\text{факт}} = 8,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на

яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [16]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

а) умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

б) відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 1а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 21,0-23,4°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300$ лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 80 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня 6 або 7 год.

в) для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні інженера-дослідника ЦЗЛ необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

г) якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [16], у розмірі 20%.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання займання ізоляції порталних кранів внаслідок замикання необхідно забезпечити кожен день огляд кабелів на предмет пошкодження ізоляції. При виявленні пошкоджень необхідно визивати службу, яка ліквідує ці пошкодження відповідно ДНАОП 0.00–1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»

Приміщення складу коксу згідно НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» ставиться до категорії «Д» (речовини в холодному стані).

Клас можливої пожежі відповідно ДБН В 1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва визначається як «А» (горіння твердих речовин)».

Площа складу складає близько 4000 м². Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обирається 12 порошкових вогнегасників ВП-8.

Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при вході до складу із внутрішньої сторони. Вогнегасники розміщуються на стінах, колонах або на пожежних щитах на висоті від підлоги не більш 1,5 м.

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 41 кв.м треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 3 шт.

4.5 Заходи з забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях

Матеріально-технічне постачання є одним з найважливіших факторів забезпечення стійкості роботи промислових об'єктів в особливий період.

Основними завданнями матеріально-технічного постачання є забезпечення підприємства сировиною, матеріалами, паливом, електроенергією, комплектуючими виробами та вузлами, інструментами, оснащення формувань цивільного захисту (далі ЦЗ) технікою, засобами індивідуального захисту, приладами радіаційної і хімічної розвідки, засобами зв'язку, а також своєчасне та повне забезпечення формувань ЦЗ продовольством, медикаментами, медичним

майном, обмінними одягом, білизною та взуттям, горючими і мастильними матеріалами, будівельними матеріалами та іншими засобами, необхідними для їх дій.

В особливий період матеріально-технічне постачання може бути порушене внаслідок знищення запасів матеріальних засобів на складах і базах, виходу з ладу підприємств-постачальників і об'єктів енергетики, руйнування транспортних комунікацій, ліній електропередач і зв'язку та радіоактивного зараження запасів продовольства. Тому завчасне проведення оцінки стійкості системи матеріально-технічного постачання та виробничих зв'язків і вживання необхідних заходів по підвищенню надійності їх у особливий період багато в чому визначають стійкість роботи об'єктів господарювання.

При оцінці надійності системи матеріально-технічного постачання та виробничих зв'язків визначаються: запаси (резерв) сировини, палива, комплектуючих виробів безпосередньо на об'єкті, а також на складах і базах; умови зберігання; система поставки готової продукції споживачам; стійкість існуючих і запланованих на особливий період зв'язків з постачальниками; можливості транспорту і засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт; можливості використання місцевих джерел сировини та енергії; якість планування і організації матеріально-технічного забезпечення заходів ЦЗ і дій формування ЦЗ при веденні рятувальних невідкладних аварійно-відновлювальних робіт (далі СНАВР) та відновленні порушеного виробництва.

Резерв матеріальних засобів безпосередньо на об'єкті гарантує можливість його роботи у випадку часткового або повного порушення системи постачання. У цих цілях відповідними міністерствами і відомствами заздалегідь установлюються для підприємств запаси засобів, що забезпечують їх роботу на певні строки.

Запаси матеріальних засобів зберігаються розосереджене безпосередньо на об'єктах господарювання і у заміській зоні в місцях, де вони найменше можуть бути піддані знищенню в особливий період.

Оцінюючи можливість роботи підприємства за рахунок використання запасів, важливо встановити не тільки відповідність наявних запасів сировини, палива, комплектуючих виробів установленим нормам, але і ступінь забезпечення ними виконання програми виробництва, а також необхідність і розміри їх збільшення.

При оцінці умов зберігання запасів матеріальних засобів важливо встановити можливість надійного і розосередженого зберігання їх безпосередньо на об'єкті та у заміській зоні, а також стан і стійкість складських приміщень. При цьому слід ураховувати, що безпосередньо на об'єкті можуть зберігатися ті види сировини та матеріалів, які мало піддані впливу вражаючих факторів зброї масового ураження (важкі металеві вироби та заготовки, залізобетонні блоки і конструкції, концентрати руд та кам'яне вугілля). Види сировини і матеріалів, що не мають такої властивостями, повинні зберігатися в основному в заміській зоні. На об'єкті може втримуватися тільки мінімально необхідна кількість цих матеріалів для забезпечення безперервного виробничого процесу.

Самий надійний спосіб зберігання резервів - розміщення їх під землею в пристосованих для цих цілей гірських виробленнях, у природніх порожнинах та в спеціально побудованих підземних сховищах.

При оцінці надійності існуючих і намічуваних на особливий період виробничих зв'язків ураховується стійкість підприємств-постачальників і транспортних зв'язків з ними. Це питання повинно вирішуватися разом з підприємствами-постачальниками та транспортними організаціями. При цьому виявляються найбільш уразливі місця транспортних комунікацій, можливості встановлення запасних маршрутів, а також можливість заміни одного виду транспорту іншим. Наприклад, залізничного - водним або автомобільним і навпаки.

На основі аналізу характеристик автомобільного і автокарного парку, залізничного хазяйства, гаражів, ремонтної бази, акумуляторного хазяйства, складів пально-мастильних матеріалів і заправних пунктів, а також засобів механізації підйомних і вантажно-розвантажувальних робіт визначаються транспортні можливості підприємств для виробничих перевезень.

При оцінці планування та організації матеріально-технічного забезпечення заходів ЦЗ визначаються: наявність і реальність планів матеріально-технічного забезпечення будівництва відсутніх захисних споруд, проведення розосередження та евакуації робітників, службовців і їх родин, ведення СНАВР і робіт по відбудові порушеного виробництва; підготовка служб матеріально-технічного постачання, торгівлі і харчування; підготовка формувань служб (рухомі пункти харчування, рухомі пункти продовольчого постачання, рухомі пункти речового постачання, ланки підвозу води, рухомі автозаправні станції); запаси спеціальної техніки, засобів індивідуального захисту, приладів і іншого майна для оснащення формувань ЦЗ; надійність захисту запасів матеріальних засобів від зброї масового ураження; можливості матеріально-технічної бази в замиській зоні і шляхи її вдосконалення та розширення.

Отримані результати оцінки узагальнюються, аналізуються і на основі цього робляться висновки, у яких визначаються заходи щодо підвищення надійності матеріально-технічного постачання об'єкта в особливий період.

Висновки по розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»

В даному розділі розглянуто аналіз потенційних небезпек, що можуть вплинути на дослідника. Розроблені заходи по їх усуненню Розглянуті питання розрахунку доплат до окладу робітників, на яких діють шкідливі фактори виробництва. Розроблені заходи з пожежної безпеки та цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи була проаналізована транспортно-технологічна схема організації вантажопереробки і доставки нафтового коксу у Запорізькому річковому порту та запропоновані шляхи її удосконалення.

На підставі статистичних даних були розраховані проектні вантажопотоки по надходженню та відправленню нафтового коксу. Розрахована продуктивність причальних засобів механізації за прямими технологічними схемами перевантаження «судно – кран – вагон» та «судно – кран – автомобіль» та визначені обсяги можливої перевалки вантажу за прямим варіантом з річкового транспорту на залізничний.

Запропоновано удосконалення дослідженого транспортно-технологічного процесу за двома варіантами: узгодження графіків роботи річкового і залізничного транспорту дозволяє збільшити обсяг можливої перевалки за прямим варіантом до 30%; використання для доставки нафтового коксу на ПРАТ «Запоріжбразив» спеціалізованого автомобільного рухомого складу — автосамоскидів КрАЗ 6230 С4 дозволяє зменшити річні експлуатаційні витрати на доставку вантажу і виконати перевантаження близько 10% вантажу за прямим варіантом перевантаження. Розрахункова кількість автомобілів для доставки нафтового коксу дорівнює 2 одиницям.

Техніко-економічні розрахунки показали, що впровадження узгоджених графіків обробки суден і вагонів у порту дозволяють скоротити річні експлуатаційні витрати на 180 тис. грн. Відмова від залізничного транспорту і використання для перевезень нафтового коксу до ПРАТ «Запоріжбразив» автомобільного транспорту при додаткових капітальних вкладеннях у розмірі 2 млн. 950 тис. грн. дозволяють зменшити річні експлуатаційні витрати у перший рік реалізації даного проектного варіанту на 885 тис. грн. з чистою поточною вартістю 1 002 198 тис. грн. та терміні життя проекту 4 роки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Свод обычаев Запорожского речного порта.
2. ГОСТ 22898-78 «Коксы нефтяные малосернистые».
3. Ваганов Г. И. Справочник судоводителя речного флота / Г. И. Ваганов. — М. : Транспорт, 1983. — 400 с.
4. Гуревич С. Д. Инструкция по эксплуатации порталных кранов «Альбатрос» грузоподъемностью 10/20 т постройки 1972–1974 гг. / С. Д. Гуревич. — М. : ЦРИА «Морфлот», 1979. — 124 с.
5. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика / А. И. Кобзарь. — М. : Физматлит, 2006. — 816 с.
6. Гриневич Г. П. Комплексно-механизированные и автоматизированные склады на транспорте / Г. П. Гриневич. — М. : Транспорт, 1987. — 296 с.
7. Гриневич Г. П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте / Г. П. Гриневич. — М. : Транспорт, 1981. — 343 с.
8. Нормативы времени на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые на железнодорожном, водном и автомобильном транспорте. Ч. 2. Погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые в морских, речных портах и на пристанях / Госкомтруд СССР, 1990. — 191 с.
9. Правдин Н. В. Взаимодействие различных видов транспорта: примеры и расчеты / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей, В. Л. Подкопаев. — М. : Транспорт, 1989. — 208 с.
10. Маликов О. Б. Склады промышленных предприятий : справочник / О. Б. Маликов, А. Р. Малкович. — Л. : Машиностроение, 1989. — 601 с.
11. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. — К. : Вища школа, 1986. — 447 с.

12. Радомский С. И. Организация, планирование и управление внутризаводским транспортом / С. И. Радомский, В. Н. Гончаров, А. П. Осыка. — К. : Вища школа, 1980. — 142 с.

13. Коновалов В. С. Организация, механизация и экономика заводского транспорта / В. С. Коновалов. — М. : Машиностроение, 1980. — 312 с.

14. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников. — Львів : Афіша, 2000. — 348 с.

15. Кулаков М. А. Цивільна оборона / М. А. Кулаков, В. О. Ляпун, В. О. Мягкий, В. І. Пугач. — Харків : НТУУ «ХПІ», 2005. — 362 с.

16. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018. 44 с.