

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, факультету)
Кафедра транспортних технологій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ
ФЕРОСПЛАВІВ В УМОВАХ АТ «НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОД
ФЕРОСПЛАВІВ»**

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи Т-818м

Спеціальності 275 «Транспортні технології»
(на залізничному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на залізничному транспорті)

Романенко Я. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник Васильєва Л. О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Дударенко О. В.
(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет

Кафедра транспортних технологій

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 275 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»
(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на залізничному транспорті)
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«07» жовтня 2019 року

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

Романенко Ярослава Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження технологічного процесу доставки феросплавів в умовах АТ «Нікопольський завод феросплавів»

керівник проєкту (роботи) Васильєва Лариса Олексіївна, старший викладач,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2019 року № 376

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 29.11.2019 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Існуюча технологія вантажопереробки феросплавів пеклу на підприємств. 2. Існуюча технологія доставки феросплавів Нікопольського феросплавного заводу споживачам. 3. Річні вантажопотоки відправлення феросплавної продукції. 5. Існуючі техніко-економічні показники вантажопереробки феросплавів на підприємстві

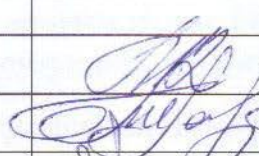
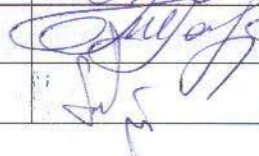
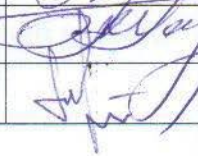
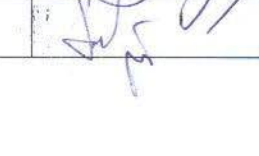
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

2.1 Розробка пропонованої технології відвантаження і доставки феросплавів. 2.2 Розрахунок проєктних вантажопотоків на ЕОМ. 2.3 Вибір та розрахунок норм завантаження вагонів для перевезення феросплавів. 2.4 Розрахунок продуктивності й кількості засобів переробки феросплавів за варіантами 2.5 Розрахунок норм часу на вантажні операції. 2.6 Проектування причального складу феросплавів. 2.7 Розробка технологічних графіків обробки вагонів в порту. 2.8 Розробка технологічних графіків обробки суден порту.

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

1. Існуюча транспортно-технологічна схема відвантаження і доставки феросплавів. 2. Пропонована транспортно-технологічна схема відвантаження і доставки феросплавів. 3. Діаграма проєктних вантажопотоків феросплавів. 4. Схеми завантаження м'яких контейнерів з феросплавами у вагони. 5. Схема складу феросплавів на причалі. 6. Технологічний графік обробки подачі вагонів з феросплавами на причалі. 7. Технологічний графік обробки складу вагонів з феросплавами в порту. 8. Технологічний графік обробки судна в порту. 8. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Основна частина	Васильєва Л.О., ст. викл.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці	Лазуткін М.І., доцент		

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Аналітична частина	07.10-18.10	
2.	Основна частина	21.10-04.11	
3.	Економічна частина	05.11-15.11	
4.	Охорона праці	18.11-22.11	
5.	Оформлення МР	25.11-29.11	
6.	Отримання зовнішніх рецензій	02.12-09.12	

Студент(ка)

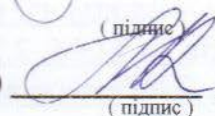


Я.О. Романенко

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)



Л.О. Васильєва

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 126 с., 29 табл., 2 додатки, 29 посилань.

Об'єктом дослідження є існуюча технологія й організація відправлення феросплавної продукції з Нікопольського феросплавного заводу й доставки в порти для відвантаження закордонним замовникам.

Ціль дослідження – вивчити й проаналізувати технологію й організацію відвантажувальних і перевалочних операцій з феросплавною продукцією, а також розробити заходи щодо її вдосконалення.

Методи дослідження – графоаналітичний, математичної статистики й розрахунки на ЕОМ.

В роботі проведений аналіз існуючої технології й організації відвантаження й доставки феросплавної продукції, який показав, що ця система має ряд недоліків, які приводять до значного збільшення загальних витрат на перевалку й транспортування. Розроблені пропозиції по вдосконаленню відправлення феросплавної продукції із заводу із застосуванням м'яких контейнерів типу big-bag, доставки й перевалки в порту. Визначені перспективні вантажопотоки й потреба в транспортних засобах. Побудовані технологічні графіки обробки рухомого складу в порту. Розраховані основні економічні показники існуючого й пропонованого варіантів перевалки й доставки феросплавної продукції.

ПОРТ, ВАНТАЖ, ПЕРЕВАЛКА, ФЕРОСПЛАВНА ПРОДУКЦІЯ, СУДНО, ВАГОН, КОНТЕЙНЕР 40Ф, BIG-BAG, ТРАВЕРСНИЙ ЗАХВАТ, ПРОСТІЙ, ВАНТАЖОПОТІК, ДОСТАВКА, ВИТРАТИ, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

Завдання на дипломне проектування.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	8
1 Аналітична частина.....	10
1.1 Загальна характеристика АТ «Нікопольський завод феросплавів».....	10
1.2 Характеристика виробничого процесу Нікопольського феросплавного заводу.....	14
1.3 Характеристика продукції підприємства й сфера її застосування.....	19
1.4 Умови відвантаження, зберігання й транспортування феросплавів.....	22
1.5 Аналіз вантажопотоків відвантаження феросплавної продукції.....	26
1.6 Аналіз існуючої технології й організації вантажопереробки феросплавів на підприємстві.....	28
1.7 Характеристика транспортної тари для відвантаження феросплавів.....	32
1.8 Характеристика портів відвантаження.....	34
1.9 Обґрунтування необхідності проведення дослідження.....	38
2 Основна частина.....	41
2.1 Розробка пропонованої технології відвантаження й доставки феросплавної продукції.....	41
2.2 Розрахунок проєктних вантажопотоків.....	44
2.3 Вибір та розрахунок норм завантаження транспортних засобів для перевезення феросплавів.....	48
2.4 Розрахунок продуктивності й кількості засобів переробки феросплавів за варіантами.....	51
2.4.1 Визначення продуктивності й кількості засобів вантажопереробки феросплавів на феросплавному заводі.....	51
2.4.2 Визначення продуктивності й кількості засобів вантажопереробки феросплавів у big-bag в порту Нікополь.....	57

2.5 Розрахунок норм часу на вантажні операції.....	59
2.5.1 Визначення часу на обробку транспортних засобів при навантаженні феросплавів на заводі.....	59
2.5.2 Визначення часу на обробку транспортних засобів з феросплавами в порту.....	62
2.6 Проектування причального складу феросплавів.....	65
2.6.1 Розрахунок площі складу феросплавів.....	65
2.6.2 Технологічне проектування причального складу феросплавів.....	69
2.7 Розробка технологічних графіків обробки транспортних засобів в порту.....	71
2.7.1 Розробка технологічних графіків обробки вагонів в порту.....	71
2.7.2 Розробка технологічного графіка обробки суден в порту.....	74
2.8 Визначення тарифної відстані й провізної плати за перевезення феросплавів залізничним транспортом.....	76
3 Економічна частина.....	81
3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків.....	81
3.2 Визначення економічних показників за існуючим варіантом.....	83
3.2.1 Розрахунок експлуатаційних витрат на вантажопереробку феросплавів на заводі.....	83
3.2.2 Розрахунок річних витрат на оренду контейнерів і залізничне перевезення.....	88
3.2.3 Розрахунок річних витрат на переробку контейнерів в порту Чорноморськ за існуючим варіантом.....	90
3.3 Визначення економічних показників за пропонованим варіантом.....	91
3.3.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень.....	91
3.3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на переробку феросплавів на заводі за пропонованим варіантом.....	93
3.3.4 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на переробку big-bag у портах відвантаження й на залізничне перевезення.....	97
3.3.5 Визначення загальних річних експлуатаційних витрат за пропонова-	

ним варіантом.....	98
3.4 Розрахунок річної економії й дисконтованого доходу від пропозицій....	99
4 Охорона праці й безпека в надзвичайних ситуаціях.....	102
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	102
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки	103
4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.....	104
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	112
4.5 Заходи з цивільного захисту.....	112
4.6 Висновки до розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях».....	116
Висновки.....	117
Перелік посилань.....	120
Додаток А Статистичні дані по відвантаженню силікомарганцю з Нікопольського феросплавного заводу замовникам.....	124
Додаток Б Результати обробки статистичних даних по відвантаженню силікомарганцю з Нікопольського феросплавного заводу замовникам.....	126

ВСТУП

Феросплави – продукція необхідна для металургійних підприємств. Феросплави Нікопольського феросплавного заводу поставляються на всі металургійні комбінати України, багато металургійних підприємств близького й далекого зарубіжжя. Частка України на світовому ринку феросплавів перевищує 20 %.

Нікопольський завод феросплавів – найбільш потужне підприємство з виробництва марганцевих феросплавів в Україні й одне з найбільших у світі (більш 11% світового виробництва феросплавів); основною продукцією є феромарганець і силікомарганець.

Українські феросплавні підприємства мають можливість виробляти не менш 1,5 млн. тонн феросплавів за рік (у часи СРСР максимальні обсяги виробництва феросплавними підприємствами України становила 2 млн. тонн). Враховуючи невелику витрату феросплавів при виробництві стали, українські феросплавні підприємства мають можливість не тільки задовольняти в повному обсязі потреби вітчизняних металургійних комбінатів у феросплавах, але й поставляти свою продукцію на зовнішній ринок. При цьому якість українських феросплавів відповідає кращим світовим стандартам, а ціни, як правило, не вище, ніж у закордонних конкурентів.

Будучи галуззю матеріального виробництва, транспорт також має свою продукцію – це сам процес переміщення. У рамках логістичної технології дисципліна транспортного обслуговування визначається сьогодні не інтересами окремого товаровласника, а оптимальним співвідношенням витрат і прибутку в зазначеному циклі виробництва й споживання.

До задач транспортної логістики в першу чергу відносять завдання, розв'язок яких підсилює погодженість дій безпосередніх учасників транспортного процесу. З погляду вивчення ефективності роботи окремих видів транспорту інтерес представляють перевезення вантажів між пунктами відправлення й призначення на кожному з них (наприклад, з порту в порт або з терміналу на термінал).

Однак з позиції організації перевезень доцільно аналізувати весь процес перевезення від відправника вантажу до вантажоодержувача (по системі «від дверей до дверей»). Якщо ж ураховувати інтереси клієнтури, то тут необхідно взяти до уваги не тільки перевезення на магістральних видах транспорту, але й обробку, зберігання, упакування й розпакування й усі пов'язані із цим процеси інформації, що супроводжують матеріальний потік. Такий підхід сприяє оптимальному вибору транспортних послуг, тому що якість перевезень, як правило, у більшій мері відбивається на загальних витратах, чим собівартість перевезень.

У зв'язку із цим посилюються вимоги до якості поставок товарів, змінюється ступінь важливості критеріїв при виборі видів транспорту. Впроваджуються прогресивні форми доставки вантажів. Усе це приводить до зміни зв'язків у логістичному ланцюзі, зсувам у структурі перевезень і, по суті справи, до нового погляду на транспорт і перегляду транспортної політики.

Зовнішньоекономічна діяльність підприємства тісно пов'язана із транспортним забезпеченням, яке є одним з важливих складових процесу організації доставки товарів від місця їх виготовлення до місця споживання. Витрати, пов'язані із процесом доставки товару, прямим образом накладаються на кінцеву вартість продукції в пункті споживання.

Вирішенню питань, зв'язаних зі зниженням транспортних витрат на доставку феросплавної продукції з Нікопольського феросплавного заводу на закордонні підприємства-імпортери, присвячена дана робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика АТ «Нікопольський завод феросплавів»

АТ «Нікопольський завод феросплавів» [1] – найбільше в Україні й країнах колишнього СРСР підприємство з виробництва силікомарганцю й феромарганцю. Офіційною датою основи АТ «Нікопольський завод феросплавів» вважається 6 березня 1966 р. Будівництво Нікопольського заводу феросплавів було передбачено, виходячи з умов прив'язки до родовища марганцевої руди (Нікополь-Марганецький басейн), а також до джерел електроенергії й транспортних артерій.

Підприємство одне з найбільших у світі виробників марганцевих феросплавів є лідером у нарощуванні потужностей і досягненні світових якісних показників у виробництві феросплавів.

«Нікопольський завод феросплавів» є першим по величині виробником феросплавів в Україні й за підсумками минулого року контролював більш 58 % внутрішнього й 11,5 % світового ринків. Завод є стратегічним підприємством для економіки й безпеки України, а також займає монопольне положення з виробництва феромарганцю й силікомарганцю. «НЗФ» – другий по величині у світі виробник феромарганцю й феросилікомарганцю.

В структуру заводу входить 33 структурних підрозділів. До основного виробництва ставляться:

- цех виробництва феросплавів;
- плавильний цех № 9, що спеціалізується на виробництві електроплавлених флюсів;
- агломераційний цех;
- цех електродної маси;
- цех вторинної переробки відвальних шлаків.

Основною продукцією АТ «НЗФ» є марганцеві феросплави, вироблені на 16 феросплавних печах потужністю 63...75 Мвт/А. Виробничі потужності дозволяють

випускати 1200000 тонн феросплавів у рік. При цьому обсяг, що випускається, розподіляється між основними видами продукції в такий спосіб:

- силікомарганець – 825000 т/рік;
- високо-вуглецевий феромарганець – 250000 т/рік;
- феромарганець середньо-вуглецевий – понад 17000 т/рік;
- флюси різних марок – 58000 т/рік;
- електродна маса – 50000 т/рік.

Крім випуску основної продукції, на заводі переробляються відвальні феросплавні шлаки в будматеріали.

Особливістю виробництва феросплавів є його енергоємність. У цих умовах для одержання високих техніко-економічних показників роботи печей необхідно забезпечувати їхню роботу у стабільному оптимальному електричному й технологічному режимі. При виробництві феросилікомарганцю важливим фактором, який значно впливає на розвиток виробництва, є відсутність в Україні якісних марганцевих руд. Збагачення бідних по змісту руд, яких в Україні вагомні запаси, збільшує ціну сировини й собівартість готової продукції.

Для виробництва феросплавів «НЗФ» використовує експортну сировину австралійського походження й ПАР (для виробництва силікомарганцю – 72 %; для виробництва феромарганцю – 54,8 % від загальної потреби), а також вітчизняну сировину Марганецького й Покровського горно-збагачувальних комбінатів (34 % загальної потреби в сировині).

Підприємство активно нарощує обсяги виробництва, скорочуючи при цьому рівень простою потужностей.

Основна частина марганцевої сировини, виробленої на «НЗФ» (до 94 %) використовується в металургії, яка визначає тісну кореляцію динаміки показників ринків феросплавів і сталі.

Основними ринками збуту є Україна, країни колишнього Союзу, країни Євросоюзу, Близького Сходу, Південно-Східної Азії, Америки. Більша частина продукції (приблизно 70 % від загального обсягу) «Нікопольського заводу феросплавів» відправляється на експорт.

На вітчизняному ринку основними споживачами феросплавів є металургійні комбінати такі як «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча», ВАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь» і інші підприємства галузі в Україні та інших країнах. Річний обсяг продажів становить у середньому від 700 до 800 тис. т феросплавів. Причому, Україна споживає всього 1/5 частини зробленої підприємством продукції.

«Нікопольський завод феросплавів» має сертифікати відповідності на систему менеджменту якості (ISO 9001-2000, ISO 9001-2001). На заводі розроблена й впроваджена відповідно до вимог стандарту ISO 14001-2004 система менеджменту навколишнього середовища.

Продукція заводу відрізняється від продукції конкурентів більшим вмістом корисних елементів. Показник вмісту марганцю в феросплавах один із самих більших у світі. Відмінність також представляє рівень можливості завантаженості виробництва. Також необхідно відзначити, що в порівнянні із продукцією інших виробників продукція «НЗФ» є найбільш конкурентоспроможною.

За рейтинговими оцінками фахівців, «НЗФ» займає 59 місце серед 500 самих багатих компаній України й 1 місце серед підприємств галузі кольорової металургії. У порівнянні з іншими феросплавними заводами України підприємство працює прибутково, валовий виторг щорічно зростає.

Істотне зростання прибутку стало наслідком різкого росту світових цін на феросплави. Поряд із цим, важливим фактором динаміки прибутковості феросплавних підприємств, є індикативні експортні ціни в Україні на феросилікомарганець і феромарганець, тому що ці види продукції становлять близько 90 % загального обсягу реалізації компанії.

У своїй виробничій діяльності підприємство направляє всі зусилля на використання шлакових відходів. Переробляються сотні тисяч тонн рідких і відвальних шлаків у рік. В 1978 році створений комплекс по переробці рідких шлаків у біозносостійкі футеровки для металокопирокцій металургійного й хімічного встаткування, плити, блоки фундаментні, помольні кулі, валки для дроблення матеріалів і інші вироби. Матеріал з вогненно-рідких шлаків одержав назву «Нікро-

літ», і по твердості уступає тільки корунду й алмазу й витримує робочі температури до 800 °С.

На підприємстві створена організаційна структура заводу, що забезпечує гнучкість системи керування, швидкість реакції на зміни внутрішніх і зовнішніх умов бізнесу. Нова структура орієнтується на забезпечення надійності у відносинах з партнерами, стрімкий розвиток технології, швидке впровадження інноваційних проектів, створення нових продуктів і колій їх реалізації.

Одна з основних проблем, яка стоїть перед будь-яким металургійним підприємством – збереження навколишнього середовища.

Дбайливе відношення до навколишнього середовища – одне з основних завдань, які вирішує Нікопольський завод феросплавів протягом всієї своєї історії. На заводі функціонує лабораторія захисту повітряного й водного басейнів. Ця служба веде контролюючу й організаційну роботу із забезпечення відповідності виробничої діяльності підприємства нормам і правилам екологічної безпеки. Повністю визначаються вимоги з утворення, складування й переробки промислових відходів; аналізується вплив виробництва на атмосферне повітря й водні об'єкти.

Система поставки продукції АТ «Нікопольський завод феросплавів» застосовує різні схеми поставок зробленого матеріалу:

- зі складу заводу (складський резерв – до 22,5 тис. т);
- на кордон України до пунктів, погоджених із клієнтом;
- безпосередньо на ринок кінцевого споживача.

Поставки здійснюються як залізничним, так і морським транспортом. Основні порти, через які здійснюється перевалка: Вентспілс (Балтійське море), чорноморські порти: Чорноморськ, Південний, Херсон.

1.2 Характеристика виробничого процесу Нікопольського феросплавного заводу

Продукція основного виробництва Нікопольського заводу феросплавів містить у собі [1]:

- феросплави;
- флюси зварювальні;
- матеріал абразивний;
- маса електродна;
- флюси для електрошлакового переплаву.

Продукція не основного виробництва підприємства:

- марганцевомісткі шлаки й шлами;
- кам'яне лиття;
- шлак гранульований;
- щебені, пісок, піщано-щебенева суміш;
- трикотажні вироби.

Цех виробництва трикотажних виробів виготовляє колготки й безшовну білизна на високотехнологічному сучасному встаткуванні італійської фірми «Santoni» з використанням сировини відомих світових виробників поліамідних еластанових бавовняних ниток концернів Nylstar і Dupont.

Залежно від виду застосовуваного відновлювача розрізняють три основні способи одержання феросплавів [30]:

- вуглецевідновний;
- силікотермичний;
- алюмотермичний.

Найбільш дешевим є вуглець, тому його використовують при виробництві вуглецевих феромарганцю й ферохрому, а також усіх сплавів із кремнієм (кремній перешкоджає переходу вуглецю в сплав). Реакції відновлення металів з їхніх оксидів вуглецем ендотермічні, тому вуглецевідновлювальний процес вимагає під-

ведення тепла – звичайно це тепло, яке виділяється електричними дугами феросплавної печі. Виплавку феросплавів вуглецевідновлювальним процесом здійснюють у так званих відбудовних (рудовідновлювальних) феросплавних печах із трансформаторами потужністю 10...115 МВ·А, які працюють безперервно, тобто безперервним завантаженням шихти в піч та періодичним випуском продуктів плавки.

Силікотермічним й алюмотермічним способами одержують феросплави зі знизеним або дуже низьким змістом вуглецю: середньовуглецеві й маловуглецеві феромарганець і ферохром, безвуглецевий ферохром, металеві хром і марганець, феросплави й лігатури з титаном, ванадієм, вольфрамом, молібденом, цирконієм, бором та іншими металами. Ці сплави виплавляють у рафіновочних феросплавних печах, обладнаних трансформаторами потужністю 2,5...7 МВ·А, які працюють з періодичним процесом випуску з печі металу та шлаку по закінченні плавки.

Відбудовні феросплавні печі працюють безупинно. У працюючій печі електроди занурені у тверду шихту, і дуга горить під шаром шихти. Шихту поповнюють у міру її проплавлення; сплав і шлаки випускають періодично. Печі цього типу оснащені потужними трансформаторами. Печі трифазні, стаціонарні або обертові навколо вертикальної осі.

На *феросплавних заводах* [2] шихтовий двір споруджують по двом типовим проектам: у шихтовому дворі бункерного типу (із зануреними бункерами) матеріали із залізничних вагонів розвантажують у бункери, а з них видають на стрічковий конвеєр через спеціальні затвори в нижній частині бункерів. У шихтовому дворі із засіками, розміщеними нижче нульової оцінки шихтового двору (залізнична колія проходить на рівні підлоги шихтового двору), подальше транспортування матеріалів здійснюється грейферними мостовими кранами.

У поперечному перерізі більша частина феросплавних печей кругла, а ряд нових потужних печей мають прямокутну форму. Більша частина печей обладнано трьома електродами, а печі великої потужності іноді мають шість електродів. У круглих печах електроди розташовані по вершинах рівностороннього трикутника, а в прямокутних печах – у лінію.

Матеріали, застосовувані для футеровки печі, вибирають залежно від виплавленого сплаву. Так, для виплавки кременистих сплавів і вуглецевого феромарганцю робочий простір печі викладають із вугільних блоків, для виплавки вуглецевого ферохрому – з магнезитової цегли. Верх стін викладають шамотною цеглою.

Розливання металу здійснюється на конвеєрних машинах. У цехах забезпечуються нормальні умови й максимально можливий ступінь механізації й автоматизації виробництва.

Рудо-відновлювальні печі застосовують для виплавки феросплавів вуглеце-термічним способом – феросиліцію, силікомарганцю, силікохрому, високовуглецевих феромарганцю й ферохрому.

Для періодичних процесів феросплавні цехи розділяються на три типи: з рафінувальними печами, металотермічні й спеціального призначення. У цехах з рафінувальними дуговими печами потужністю 2,5...7 МВ·А силікотермічним способом виплавляють середньо- і низьковуглецевий феромарганець, металевий марганець.

По призначенню рудо-відновлювальні або рудо-термічні печі розділяються на відбудовні й рафінувальні, по конструкції – на відкриті або закриті. Потужність відкритих печей перебуває в межах від 2,5 до 16,5 МВ·А, а закритих печей, обладнаних зводами, від 16,5 до 72 МВ·А. Ванни феросплавних печей можуть бути стаціонарні й обертові, за формою – круглі, прямокутні або овальні. Рафінувальні печі, подібні сталеплавильним дуговим печам, застосовують для виробництва рафінованих феросплавів: феромарганцю, ферохрому, феровольфраму й інших сплавів. Застосування закритих печей забезпечує утилізацію газів, поліпшення умов праці, зниження викидів, що є шкідливими для навколишнього середовища.

Для феросплавних печей з обертовими ваннами характерні наступні переваги – більш високі газопроникність шихти й стійкість футеровки, а також більш рівний і стійкий хід процесів відновлення, підвищення продуктивності й зниження питомої витрати електродів на 5 % (у порівнянні з печами стаціонарними).

У феросплавних печах застосовуються переважно набивні самоспикливі електроди, вартість яких значно менше, чим вугільних і графітованих. Вугільні електроди знаходять застосування лише при виробництві кристалічного кремнію, а графітовані – для виплавки безвуглецевого ферохрому, а також металевого хрому, марганцю й деяких інших сплавів.

Силікомарганець [2] виплавляють у такі ж печах, що й вуглецевий феромарганець; потужність печей досягає 63 МВА. До складу шихти входять агломерат марганцевої руди, малофосфористий марганцевий шлак, кварцит і кокс. Доцільно застосовувати агломерат висококремнеземистої марганцевої руди, тому що при цьому з руди відновлюється не тільки марганець, але також і кремній. Співвідношення між кількостями агломерату марганцевої руди й низькофосфористого шлаків визначається допустимим вмістом фосфору в силікомарганці.

Відновлення окислів марганцю при виплавці силікомарганцю відбувається по тим же реакціям, що й при виплавці вуглецевого феромарганцю. Силікомарганець виплавляють під шлаками з високим вмістом кремнезему. Чим вище вміст кремнію в сплаві, тим більше повинна бути активність кремнезему. При збільшенні вмісту кремнезему в шлаках до 50...55 % активність кремнезему збільшується до одиниці. Якщо вміст кремнезему в шлаках становить 50...55 %, то такий шлак насичений кремнеземом. Подальше підвищення кремнезему не впливає на його активність, але значно збільшує в'язкість шлаків, тому при виплавці силікомарганцю вміст кремнезему в шлаках не збільшують вище 52...55 %.

Вміст кремнію в силікомарганці залежить від вмісту кремнезему в шлаках і температури – підвищення температури в горні печі й збільшення вмісту кремнезему в шлаках сприяють відновленню кремнію.

Підвищення температури горна печі досягається збільшенням питомої потужності печі, а також зменшенням електропровідності шихти й шлаків шляхом підвищення вмісту кремнезему в шлаках, застосування відновника з підвищеним електроопором і зменшення розміру часток відновника.

При виплавці силікомарганцю прагнуть до максимального відновлення марганцю, що сприяє зменшенню витрати марганцевої руди й передільних шлаків.

При нормальному ході плавки вміст кремнезему в шлаках становить приблизно 50 %; при відсутності в шлаках яких-небудь сторонніх окислів вміст закиси марганцю в шлаках також близько 50 %. Состав шлаків близький до бісилікату марганцю. Якщо ввести в шлаки інші трудно-відновлювальні окисли (CaO , MgO й ін.), то ці окисли утворюють із кремнеземом силікати. У цих умовах закис марганцю не утворює міцних з'єднань із кремнеземом і більш легко відновлюється. При плавці карбонатних марганцевих руд, що містять глинозем, окис кальцію й окис магнію, необхідна основність шлаків виходить без добавок у шихту флюсів. При виплавці силікомарганцю на рудах, що не містять зазначених окислів, у шихту додають окис кальцію й окис магнію.

Випуск силікомарганцю з печі проводиться через кожні 1,5...2 год. Силікомарганець випускають у ківш, футерований шамотною цеглою; сплав розливають на розливній машині.

Крім товарного силікомарганцю феросплавна промисловість робить також передільний силікомарганець із більш високим вмістом кремнію й меншим вмістом заліза; цей сплав застосовують для виплавки маловуглецевого феромарганцю й металевого марганцю.

Шихта складається з передільного малофосфористого шлаків, коксу й невеликої кількості вапняку. Виплавлювані сплави містять близько 30 % Si; 65 % Mn і 0,1 % C. Сплав випускають у сталевий ківш, де він витримується 30...40 хв. Вміст вуглецю в сплаві перед випуском з печі становить 0,15...0,25 %. Під час витримки в ковші вміст вуглецю знижується до 0,07...0,08 %. Вихід марганцю більш 80 %.

Основні етапи технології виробництва *зварювальних флюсів* [2]:

1. Підготовка шихти.
2. Виплавка флюсу.
3. Грануляція.
4. Обробка.
5. Контроль якості зробленого флюсу.
6. Упакування.

Компоненти флюсу повинні зберігатися роздільно по партіях згідно з нормативно-технічною документацією. При підготовці шихти виконуються велике, середнє й дрібне дроблення кускових компонентів, їх мийка й сушіння. Далі проводяться їхнє зважування, дозування згідно з рецептом і змішування.

Виплавка флюсу здійснюється в електродугових або газопламеневих печах. Зварювальний флюс після виплавки в газопламеневій печі завжди гранулюється мокрим способом і виходить склоподібним, а флюс, виплавлений в електродуговій печі може гранулюватися сухим способом і бути пемзоподібним. Грануляція флюсу може виконуватися мокрим і сухим способом. При мокрій грануляції розплав виливається в наповнений водою басейн і при зіткненні з холодною водою ділиться на дрібні частки. При сухому способі грануляції розплав зливають у металевий піддон або виливницю з наступним дробленням злитка.

При обробці флюсу виконуються його сушіння, дроблення й просівання. По закінченню просівання дрібну й велику фракції, не відповідні до технічних умов, повертають на переплав. Використовуються зварювальні флюси при електродуговому зварюванні вуглецевих легованих сталей, при зварюванні труб, при зварюванні на високих швидкостях.

1.3 Характеристика продукції підприємства й сфера її застосування

Феросплави [2] – це сплави заліза із кремнієм, марганцем, хромом, вольфрамом і іншими елементами, застосовувані у виробництві сталі для поліпшення її властивостей і легування. Уводити в сталь потрібний елемент не у вигляді чистого металу, а у вигляді його сплаву із залізом зручніше внаслідок більш низької температури його плавлення й вигідніше, тому що вартість провідного елемента в сплаві із залізом нижче в порівнянні з вартістю технічно чистого металу.

Вихідною сировиною для одержання феросплавів служать руди або концентрати. Для виробництва основних сплавів – феросиліцію, феромарганцю; фероси-

лікомарганцю – користуються рудами, тому що в них високий зміст окислів елемента, що підлягає відновленню. При виробництві феровольфраму, феромолібдену, ферованадію, феротитану й інших сплавів руду внаслідок малої концентрації в ній корисного елемента збагачують, одержуючи концентрат з досить високим змістом окислів основного елемента.

Феросплави одержують відновленням окислів відповідних металів. Для одержання будь-якого сплаву необхідно вибрати підходящий відновник і створити умови, що забезпечують високий витяг кошовного (ведучого) елемента із сировини, що переробляється.

У загальній структурі споживання марганцю понад 90 % його використовується в чорній металургії при виплавці сталі у вигляді різних марганцевих феросплавів, а також у вигляді металевого марганцю технічної чистоти (96...99 % Mn).

Велика різноманітність марок сталей і сплавів обумовлює необхідність одержання марганцю й марганцевих феросплавів широкого сортаменту. Стандарт на металевий марганець і марганцеві сплави заснований на вмісті вуглецю, і при цьому низьковуглецеві сплави характеризуються й низьким вмістом фосфору. Стандарт феросиликомарганцю побудований по вмісту кремнію, і більш багаті по кремнію сплави характеризуються більш низьким вмістом вуглецю й фосфору. Жорстко обмежується вміст у феромарганці фосфору й сірки.

Феросиликомарганець застосовується для легування й розкислення сталей й сплавів, а також для виробництва марганцевих сплавів.

Феромарганець [3,4]

- вуглецевий феромарганець ФМн75 і ФМн78 (цифри в марці вказують процентний вміст марганцю), який містить більш 70 % Mn і менш 7% Fe;
- середньо вуглецевий феромарганець ФМн1,0, ФМн1,5 і ФМн2,0 (цифри в марці вказують процентний вміст вуглецю) містить більш 85 % Mn і відповідно, менш 1,0; 1,5 і 2,0 % Fe;
- низьковуглецевий феромарганець ФМн 0,5 (> 85 % Mn, < 0,5 % Fe).

Силікомарганець [5,6] марок CMn10, CMn14, CMn17, CMn20 і CMn26 (цифрами зазначений вміст кремнію у відсотках), вміст марганцю в силікомарганці твердих марок більш 60 %.

Металевий марганець містить 95,0...99,85 % Mn і 0,04...0,20 % C.

Вміст фосфору < 0,01 % для Mn00 і Mn0 і 0,07 % для інших марок. Виплавляється наступні марки металевого марганцю:

- електротермічний марганець марок Mn2, Mn1, Mn1C;
- електролітичний марганець марок Mn0, Mn00;
- азотований металевий марганець, що містить 2...6 % азоту.

Феромарганець застосовується для розкислення киплячої й спокійної сталі майже всіх марок, а також для легування деяких марок спеціальної сталі. Для розкислення киплячої сталі використовують вуглецевий феромарганець зі звичайним або зниженим вмістом кремнію, для розкислення спокійної сталі – вуглецевий феромарганець або силікомарганець. Спеціальну сталь легують вуглецевим або маловуглецевим феромарганцем або металевим марганцем.

Зварювальний флюс [7] – гранульований порошок з розміром зерен 0,2...4 мм, призначений для подачі в зону горіння дуги при зварюванні. Під дією високої температури флюс розплавляється, при цьому:

- створює газовий і шлаковий захист зварювальної ванни;
- забезпечує стабільність горіння дуги й переносу електродного металу у зварювальну ванну;
- забезпечує необхідні властивості зварного з'єднання;
- виводить шкідливі домішки в шлакову кірку.

Зварювальні флюси класифікуються за технологією виробництва, хімічному складу, призначенню й іншим характеристикам.

По способу виробництва зварювальні флюси діляться на плавлені й керамічні (неплавлені). Рудо-мінеральні компоненти плавлених флюсів розплавляються в печі, а потім гранулюються, піддаються прожарюванню й фракціонуванню. Керамічні флюси являють собою сухі суміші компонентів, одержувані в результаті

змішування мінералів і феросплавів з рідким склом з подальшим сушінням, прожарюванням і фракціонуванням. Найпоширенішими є плавлені флюси.

Залежно від хімічного складу флюси бувають оксидні, солеоксидні й сольові. Оксидні флюси складаються з оксидів металів і можуть містити до 10 % фторидних сполучень. Вони призначені для зварювання низьколегованих і фтористих сталей. Флюси можуть призначати для зварювання високолегованих сталей, вуглецевих і легованих сталей, кольорових металів і сплавів і т.п.

По будові зерен (часток) зварювальний флюс може бути склоподібним, пемзоподібним або цементованим.

Для зварювання низьковуглецевих сталей використовують оксидні флюси. При цьому можливі дві комбінації систем «флюс – зварювальний дріт»:

1. Висококремнистий високомарганцевий флюс у комбінації з низьковуглецевим нелегованим дротом (Св08, Св08А и ін.);
2. Висококремнистий низькомарганцевий або безмарганцевий флюс у комбінації з низьковуглецевим дротом, легованим марганцем, наприклад, Св10Г2.

Легування зварного шва марганцем у першій системі виконується за рахунок флюсу, у другий – за рахунок дроту. Легування кремнієм в обох системах здійснюється за рахунок флюсу.

Для зварювання активних металів, наприклад, титану, застосовуються повністю сольові флюси. У них не додаються оксиди, оскільки це приводить до забруднення швів киснем і різкому зниженню їх пластичності.

1.4 Умови відвантаження, зберігання й транспортування феросплавів

Нікопольський завод феросплавів відвантажує феросплави різних марок: феросилвкомарганець, феромарганець, зварювальні флюси, з різним вмістом фосфору, і інших елементів залежно від вимог замовника. Крім цього, випускається

металургійне вапно, реалізуються феросплавні шлаки, використовувані переважно в будівництві. Нікопольські феросплави добре відомі вітчизняним і закордонним споживачам. Якість товарної продукції підтверджене міжнародним стандартом якості ISO 9001.

Різні способи розливання гарантують рівномірний розподіл хімічних елементів у злитках сплавів, а дробильно-сортувальні установки дозволяють одержати на замовлення споживачів продукцію різного фракційного состава з можливістю поставки в м'яких контейнерах типу «big-bag».

При оформленні замовлення на поставки феросплавів замовникові необхідно вказувати такі дані [8]:

- хімічний склад за ДСТУ ГОСТ 1415-93, 4756-91, 4755-91 і т.п.;
- діапазон розмірів часток феросплаву;
- необхідні вимоги до протоколу про аналіз, упакування й т.п.

Кожна відвантажувальна партія феросплавів повинна бути оформлена документом про якість, який містить наступні відомості [8]:

- товарний знак підприємства-виробника;
- марку феросплаву й клас крупності;
- масу нетто й брутто в кілограмах;
- номер вантажного місця;
- позначення нормативно-технічного документа на феросплав;
- метод формування партії й хімічний склад;
- номер партії й кількість вантажних місць;
- дата виготовлення;
- позначення дійсного стандарту.

Упакування, маркування, зберігання й транспортування феросплавів виконується згідно з вимогами ДСТУ 26590 [8].

Маркування феросплавів повинна містити такі дані [8]:

- дата виготовлення;
- транспортне маркування за ГОСТ 14192;
- маркування, що характеризує продукцію.

Феросплави дрібних фракцій ставляться до небезпечних вантажів 4 класу небезпеки – легкозаймисті тверді речовини. При відвантаженні дроблених феросплавів з розмірами часток менш 5 мм, маркування повинна містити й знаки небезпеки за ДСТУ 4500 : 2005 [9]:

- для феросплавів, що містять від 30 до 90 % кремнію – знаки 4в й 6а; класифікаційна група – 4353 (без додаткового виду небезпеки);
- для феромарганцю – знак 4в; класифікаційна група 4313 (з додатковим видом небезпеки – слабо отрутний).

Транспортують феросплави залежно від величини фракцій навалом, у спеціалізованих контейнерах для сипучих матеріалів, металевих барабанах і м'яких контейнерах big-bag.

Упаковані феросплави зберігають у закритих приміщеннях у штабелях по видах сплавів, маркам, класам крупності й рокам виготовлення відповідно до нормативно-технічного документа на конкретний вид феросплаву.

Феросплави, призначені для тривалого зберігання, повинні бути впаковані. Тара в кожній партії повинна бути одного типорозміру, а маса нетто всіх вантажних місць – однаковою.

При зберіганні феросплавів у закритих приміщеннях повинна бути забезпечена вентиляція.

Феросплави, що транспортуються навалом, зберігають на майданчиках під навісом або в закритих приміщеннях у штабелях, засіках або бункерах по видах сплавів, маркам і рокам виготовлення. Допускається зберігати на відкритих майданчиках високовуглецевий феромарганець марок Фмн75 і Фмн70 протягом 10 років. Майданчика повинні мати тверде покриття, бути рівними з невеликим уклоном до країв (1:100). По периметру майданчиків повинні бути прокладені водовідвідні канали.

Обов'язковою умовою зберігання й транспортування феросплавів є виключення навіть часткового їхнього змішування.

Зварювальні флюси виготовляються на підприємстві відповідно до вимог ДСТУ 9087-81. Відвантажуються з підприємства в паперових п'ятишарових міш-

ках або в контейнерах. Вологість флюсів марок ОСЦ-45П, АН-20С, АН-2-П, АН-60, АН-65 не повинна перевищувати 0,05 %, марки АН-8 – 0,08 %, інших марок – 0,10 % від маси флюсу. Насипна щільність флюсів – 0,8...1,8 г/см³. Флюси, виплавлені в електричних печах, перед упаковуванням повинні зазнати магнітної сепарації, за винятком флюсу марки АН-60.

На кожний мішок або контейнер кріплять ярлик або наносять маркування водостійкою фарбою, на якій указують [8]:

- товарний знак підприємства виготовлювача;
- марку флюсу;
- масу нетто;
- номер партії;
- позначення діючого стандарту;
- маніпуляційний знак «Берегти від вологи».

Транспортне маркування виконується за ГОСТ 14192 з нанесенням основних, додаткових, інформаційних написів і маніпуляційного знака «Берегти від вологи», виконуваних водостійкою фарбою на ярлику, надійно прикріпленому у дверей із внутрішнього боку вагона при вагонній відправці. При відвантаженні флюсу в транспортній тарі кожне вантажне місце повинне мати транспортне маркування.

За узгодженням виготовлювача зі споживачем допускається впаковування флюсів у спеціалізовані контейнери, виготовлені по нормативно-технічній документації, що забезпечують схоронність флюсу і його якість при транспортуванні. Флюси, призначені для експорту, упаковують відповідно до вимог замовлення-наряду зовнішньоторговельного об'єднання.

Флюси транспортуються в критих транспортних засобах будь-яким видом транспорту відповідно до правил перевезення, навантаження й кріплення вантажів, що діють на відповідному виді транспорту.

1.5 Аналіз вантажопотоків відвантаження феросплавної продукції

Основними ринками збуту продукції Нікопольського феросплавного заводу є Україна, країни близького зарубіжжя, країни Євросоюзу, Близького Сходу, Південно-Східної Азії, Америки. Більша частина продукції (приблизно 70 % від загального обсягу) «Нікопольського заводу феросплавів» відправляється на експорт.

Аналіз відвантаження продукції споживачам за 2018 рік показав, що основний обсяг виробничих потужностей – це випуск силікомарганцю (464000 т/рік), феромарганцю (140000 т/рік), зварювальних флюсів (32000 т/рік). Розподіл обсягів відвантаження продукції Нікопольського заводу феросплавів по ринках збуту наведений в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Розподіл обсягів відвантаження продукції НФЗ по ринках збуту за 2018 рік

Регіон споживання продукції	Обсяг відвантаження продукції			
	Силіко-марганець	Феро-марганець	Зварювальні флюси	Усього
Україна	97500	27500	-	125000
Близьке зарубіжжя	195000	55000	-	250000
Країни Європи, США	171500	57500	32000	261000
Разом	464000	140000	32000	636000

У магістерській роботі досліджуються технологія й організація доставки експортних феросплавів, які відвантажуються споживачам Європи й США. Аналіз показав, що продукція, в основному, відвантажуються в контейнерах міжнародного стандарту, які підприємство орендує в підприємства транспортного сервісу Лиски. Контейнери завантажуються на заводі.

У такі країни, як Польща й Австрія феросплави доставляються залізничним транспортом. Для транспортування використовуються фітінгові платформи.

Для доставки контейнерів з феросплавами в такі країни, як США, Нідерланди, Іспанія, Греція й Туреччина, використовуються судна-контейнеровози. Поставка в ці країни здійснюється по зовнішньоторговельних контрактах, які укладені на умовах FOB (франко-борт). Таким чином, в обов'язки Нікопольського феросплавного заводу по поставці товару входить зобов'язання доправити контейнер з феросплавами з підприємства в порт Чорноморськ і завантажити контейнери на судно. Після того, як контейнери будуть завантажені на судно-контейнеровоз, усі зобов'язання по поставці переходять на покупця. Перевезення контейнерів судами-контейнеровозами із Чорноморська до порту призначення оплачується також замовником.

Розподіл вантажопотоків основних видів продукції по кожній країні-імпортерів наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розподіл вантажопотоків по країнах-імпортерах

Найменування країни-імпортера	Обсяг відвантаження продукції			
	Силіко-марганець	Феро-марганець	Зварювальні флюси	Усього
Польща	20500	6900	-	27400
Австрія	17200	5800	-	23000
Нідерланди	24800	8300	6200	39300
Іспанія	21400	7200	5800	34400
Греція	28300	9500	6000	43800
Туреччина	26000	8300	6800	41100
США	34300	11500	7200	53000
Разом	172500	57500	32000	262000

Статистичні дані по відвантаженню силікомарганцю замовникам наведені в таблиці А.1 додатка А.

Завантажуються контейнери міні навантажувачами Bobcat з комбінованим поворотом коліс, характеристика якого наведена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика міні навантажувача Bobcat [11]

Найменування параметра	Величина параметра
Номінальна вантажопідйомність, кг	1542
Перекидаюче навантаження, кг	3048
Швидкість пересування, км/год.: номінальна максимальна	11,1 19,1
Тип двигуна	дизельний
Потужність двигуна (при 1600 об/хв.), кВт	62,5
Витрата палива, л/год.	5,1
Габаритні розміри, мм: довжина з ковшем ширина з ковшем висота	3630 1867 2088
Ширина ковша, мм	1880
Ємність ковша, м ³	0,44
Вага ковша, кг	242

Дані навантажувачі дозволяють швидко виконувати маневрування на обмеженому просторі. Навантажувачі зачерпують феросплави й завантажують їх безпосередньо в контейнер. Після завантаження контейнери опломбовуються представниками митниці, і після повного оформлення комплекту документів – готові до відвантаження на магістральні транспортні засоби.

Навантаження контейнерів на платформи й розвантаження з них виконується на заводі козловим краном ККК, який обслуговує контейнерний майданчик. Технічна характеристика крана наведена в таблиці 1.5.

Відправляються із заводу контейнери на фітінгових платформах у складах контейнерних поїздів (у порти відвантаження) або в збірних поїздах (одиначні й групові відправлення контейнерів).

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика козлового крана ККК [12]

Найменування параметра	Величина параметра
Номінальна вантажопідйомність (під спредером), кг	40000
Висота підйому, м	12,5
Висота штабелювання, конт.	3 + 1
Ширина прольоту, м	30,0
Робочий виліт консолей, м	8,0
Швидкість підйому, м/хв.	20,0
Швидкість переміщення візка, м/хв.	90,0
Швидкість переміщення крана, м/хв.	60,0
Потужність двигунів, кВт: підйому	160,0
пересування візка	18,5×2
пересування крана	30,0×2

Контейнери залізничним транспортом доставляються або безпосередньо в пункт призначення або в порт перевантаження на морські судна.

Після вивантаження феросплавів у замовників контейнери повертаються на підприємство для наступного завантаження.

Середній час обороту одного контейнера за даними підприємства становить 30 доби.

У порту відвантаження Чорноморськ контейнери вивантажуються з фітінгових платформ і встановлюються на контейнерні майданчики того причалу, звідки вони будуть відвантажуватися на судна-контейнеровози. На місце вивантажених контейнерів з феросплавами завантажуються порожні контейнери, і состав слідує з порту на Нікопольський феросплавний завод.

Навантажені контейнери з феросплавами після прибуття судна завантажуються й після оформлення всіх документів відправляються в порт призначення. Усі перевантажувальні роботи в порту виконуються причальним контейнерним перевантажувачем, технічна характеристика якого наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Технічна характеристика причального контейнерного перевантажувача [13]

Найменування параметра	Величина параметра
Номінальна вантажопідйомність (під спредером), кг	50000
Висота підйому, м	40,0
Ширина прольоту, м	15,9
Робочий виліт консолей, м: берегова	15,0
морська	25,0
Швидкість підйому, м/хв.	40,0
Швидкість переміщення візка, м/хв.	120,0
Швидкість переміщення крана, м/хв.	50,0

На оплату оренди контейнерів, а також на транспортування їх до порту відвантаження, підприємство щорічно витрачає значні засоби. Крім того, порожні контейнери після вивантаження феросплавів у одержувача повинні бути повернуті на підприємство, що також веде до більших витрат на доставку.

У магістерській роботі необхідно розробити технологічний процес доставки продукції підприємстві таким чином, щоб усі витрати, пов'язані з відвантаженням і доставкою феросплавів у порт або по призначенню при наземному транспортуванні, були мінімальні.

У зв'язку з тим, що останнім часом замовники продукції наполягають на її поставці в дробленому виді (розмір фракції не більш 50 мм), то в роботі можна розглянути варіант доставки феросплавів у м'яких контейнерах big-bag. Це дозволить відвантажувати продукцію на судна не тільки через морський порт Чорноморськ, але й через порт Нікополь, який є структурним підрозділом ДП «Запорізький річковий порт».

Для морського перевезення продукції в такі країни, як Туреччина, Греція можна використовувати судна типу «ріка – море» з відвантаженням з порту Нікополь. Глибина води біля причалів порту – 5,5 м.

Для доставки в порти Фінляндії, Нідерландів й США – морські судна типу «рапах» з відвантаженням з Чорноморська. Глибина води біля причалів для суховантажних суден – 15,0 м.

Основні характеристики суден, використовуваних для морського перевезення феросплавів, наведено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Технічна характеристика морських суден [14]

Найменування параметра	Значення параметра	
	ріка-море	рапах
Тип судна		
Дедвейт, т	5000	38594
Водотоннажність судна, т	6900	65000
Осадка судна, м	3,77	12,0
Довжина габаритна, м	132,22	225,0
Ширина габаритна, м	16,5	32,0
Висота борту (судна), м	5,5	57,91
Швидкість, вузлів/год.	9,0	15,7
Кількість суховантажних трюмів	4	5
Ємність трюмів, м ³	1908; 2738; 2674; 2038	

Існуючу транспортно-технологічну схему відвантаження й доставки феросплавів наведено на слайді 1 графічної частини роботи.

1.7 Характеристика транспортної тари для відвантаження феросплавів

В роботі передбачається відвантаження й доставка дроблених феросплавів із застосуванням м'яких контейнерів типу big-bag. Big-bag [15] – це нове покоління пакувальних ємностей, які в цей час займають усе більше місця в сфері споживання. Якщо зовсім недавно в якості впакування для різних дрібних сипучих і гранульованих продуктів нічого краще поліетиленових пакетів не перебувало, то

тепер питання вирішується легко й практично за допомогою big-bag. Зовні big-bag являє собою м'який, гнучкий контейнер, виконаний з поліпропіленового або капронового матеріалу, у який можна помістити досить об'ємні вантажі. Кожний big-bag у своїй основі має каркасну конструкцію, яка дозволяє зберігати вантажі більших розмірів і жорсткості.

Його зручно використовувати для зберігання й транспортування насипних і гранульованих вантажів. Big-bag виробляється з поліпропіленової тканини. Для більшого захисту від вологи, поліпропіленова тканина може бути ламінована або містити поліетиленовий вкладиш. М'який контейнер може мати від одного до чотирьох стропів, різні опції для полегшення процесів навантаження й розвантаження (верхній і нижній клапани, фартух розкривне дно).

М'який контейнер типу big-bag має підвищені експлуатаційні властивості як транспортної оболонки, так і внутрішнього поліетиленового вкладиша, стійкого до проколів. Ця властивість дуже актуальна під час перевезення феросплавів не пилоподібних фракцій. Поліетиленова плівка вкладиша має стійкість як до низьких, так і до високих температур.

В big-bag можна помістити вантаж загальною масою до 2 тонн, при цьому вага самого впакування незначна. Так само big-bag примітний тим, що його можна використовувати не один раз, завдяки міцності й пластичності матеріалу, з якого він виготовлений.

У таблиці 1.8 наведена технічна характеристика контейнерів big-bag.

М'які контейнери типу big-bag мають наступні переваги [15]:

- зручні в експлуатації під час перевезення, перевалці й зберіганні;
- міцні й у той же час, гнучкі;
- мають широку розмірну сітку;
- легені й зручні під час зберігання вантажів;
- легко зазнають утилізації;
- виготовляються по параметрах клієнтів;
- мають низьку власну вартість.

Таблиця 1.8 – Характеристика м'якого контейнера типу big-bag

Найменування параметра	Значення параметра
Вантажопідйомність, т, не більш	2,0
Кількість вантажопідйомних петель, од.	4
Характеристика порожнього контейнера	
Транспортна оболонка	одношарова поліпропіленова тканина
Поверхнева міцність оболонки, г/м ²	140,0
Плоска ширина, мм	1600
Плоска довжина, мм	1800
Завантажувальний пристрій:	
- діаметр, мм	380
- довжина, мм	500
Вкладиш поліетиленовий:	
- довжина, мм	2500
- ширина, мм	1700
- товщина, мм, не менш	0,75
Маса контейнера із вкладишем, кг	2,0
Характеристика завантаженого контейнера	
Висота завантаження максимальна, мм	1100
Діаметр, мм	1019
Дно – цільнокройне, мм	800×800
Обсяг завантаження, м ³ ; не менш	0,90
Коефіцієнт безпеки	5:1

1.8 Характеристика портів відвантаження

Нікопольський річковий порт [16] розташовується на правому березі Каховського водоймища. Його акваторія становить 95,5 га. Тривалість навігації – 300 днів у році. Портові правила відповідають правилам, прийнятим головним підприємством – ДП «Запорізький річковий порт» АСК «Укррічфлот».

Порт призначений для перевалки мінерально-будівельних матеріалів, які в основному перевозяться у внутрішньому сполученні. Існуючі в порту спорудження й потужності призначені для обробки суден типу «ріка – море» із глибиною осадки до 5,5 м.

Територія порту становить 3,04 га. Довжина берегової лінії – 460 м.

Порт має два причали:

- причал у порту Нікополь – призначений для вантажопереробки пакетованих вантажів, мінерально-будівельних матеріалів. На цьому ж причалі можна переробляти й феросплави в м'яких контейнерах big-bag;

- причал у Новопавлівці – призначений для вантажопереробки мінерально-будівельних матеріалів.

Найближчі порти:

- Запорізький річковий порт – 84 км нагору по Дніпру;
- Новокаховський річковий порт – 110 км вниз по Дніпру.

Порт відкритий для невоєнних судів під будь-якими прапорами дедвейтом до 7500 т, довжиною до 220 м і осадкою до 5,5 у прісній воді, протягом періоду навігації. Порт надає стивідорні, митні, агентські й сюрвейєрські послуги, забезпечує схоронність вантажів і якість транспортних послуг. Перевантажувальні роботи в порту виконуються цілодобово.

Причали порту Нікополь оснащені порталними кранами вантажопідйомністю 16 т, технічна характеристика яких наведена в таблиці 1.9.

Порт має відкриті склади на вантажному причалі Нікополь загальною площею 4000м², а також – площею 1100м² на вантажному причалі Новопавлівка.

Чорноморський морський торговельний порт [16], один з найбільших портів України, розташований на березі Сухого лиману в 12 милях до південно-заходу від Одеси. Порт займає ключове положення на стику головних транспортних шляхів між Європою й Азією, Північчю й Півднем, Центральною й Східною Європою, промислово розвиненими районами України й морськими комунікаціями, які ведуть через Середземне море в Атлантику й Індійський океан.

Таблиця 1.9 – Технічна характеристика порталних кранів (порт Нікополь)
[16]

Характеристика		Значення
Вантажопідйомність, т		10,0
Виліт стріли, м: найбільший найменший		32
		8
Швидкість, м/хв.: підйому зміни вильоту стріли пересування		20
		12
		25
Частота обертання крана, об/хв.		1,6
Потужність електродвигунів механізмів, кВт	підйому	2×75
	зміни вильоту стріли	18,5
	пересування	4×9,7
	обертання	2×14
Колія порталу, м		10,5
Маса крана, кг		182700

Розташування порту в глибоководному лимані, який з'єднаний з морем вхідним каналом, створює природню захищеність акваторії від хвиль і плинів, а також сприяє навігації протягом усього року. З появою льоду проводку здійснюють буксири порту. Достатні глибини на водних підходах і в акваторії, відсутність складних підхідних каналів, вузькостей, проток сприяють навігації багатотоннажного флоту.

Поруч із портом і на його території функціонує широка мережа агентських і експедиторських фірм, які співробітничать із ІМТП у сфері обслуговування флоту й власників вантажу.

Порт має [16]:

- виробничі потужності для перевалки вантажів – понад 30 млн. т/рік;
- причальну лінію загальною довжиною близько 6000 м із сучасними причалами №№ 1-29;
- складські площі, які дозволяють розмістити 1,5 млн. т різних вантажів.

Площа відкритих составів – 575 тис. м², критих – 27 тис. м²;

- навігаційні глибини: на зовнішньому рейді – 21 м; на підхідному каналі – 16 м; біля причалів – 7,5...14 м;
- залізничну інфраструктуру – шість залізничних в'їздів у порт, більше 50 км залізничних колій, обладнаних необхідним перевантажувальним устаткуванням; залізничні фронти забезпечують вагонообіг до 1300 вагонів за добу;
- автодорожню інфраструктуру з розвинутою мережею внутрішніх автомобільних доріг, яка дозволяє здійснювати в'їзд автотранспорту через 5 прохідних порту;
- власний допоміжний флот.

Універсальні перевантажувальні комплекси розташовані на причалах № 2, 7, 8, 12-15, 18, 22 із глибинами до 13,0 м і можуть приймати під обробку судна з будь-якими генеральними вантажами.

Ці причали обладнані порталними кранами вантажопідйомністю до 40 тонн, мають досить більші складські площі, що обслуговуються тилловими кранами. Порт розташовує різною внутрішньо-портовою колісною технікою (навантажувачі, автомашини, тягачі із причепами, колісні ковшові машини й т.п.).

Технічна характеристика порталного крана Кондор морського порту Чорноморськ наведено в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Технічна характеристика порталних кранів «Кондор» морського порту Чорноморськ [16]

Найменування параметра	Значення параметра
1	2
Вантажопідйомність, т:	
- на вильоті 8...32 м	32,0
- на вильоті 8...25 м	40,0
Виліт стріли максимальний, м	32
Швидкість, м/хв.: підйому /опускання	40/47
зміни вильоту стріли	40
пересування	40

Продовження таблиці 1.10

1	2
Висота підйому, м:	
- при вильоті стріли 12 м	21,0
- при вильоті стріли 32 м	12,0
Частота обігу крана, про/хв.	1,4
Ширина колії порталу крана, м	10,5; 15,3

1.9 Обґрунтування необхідності проведення дослідження

Основними ринками збуту є Україна, країни близького зарубіжжя, країни Євросоюзу, Близького Сходу, Південно-Східної Азії, Америки. Більша частина продукції (70 % від усього обсягу) НФЗ відправляється на експорт.

Нікопольський феросплавний завод відвантажує феросплави різних марок: феросилікомарганець, феромарганець, зварювальні флюси, з різним вмістом фосфору, і інших елементів залежно від вимог замовника. Різні способи розливання гарантують рівномірний розподіл хімічних елементів у злитках сплавів, а дробильно-сортувальні установки дозволяють одержати на замовлення споживачів продукцію різного фракційного состава з можливістю поставки в м'яких контейнерах типу «big-bag».

Аналіз показав, що продукція, в основному, відвантажується в контейнерах міжнародного стандарту, які підприємство орендує в підприємства транспортного сервісу Лиски.

У такі країни, як Польща й Австрія феросплави доставляються залізничним транспортом. Для транспортування використовуються фітінгові платформи. Контейнери завантажуються на заводі.

Для доставки контейнерів з феросплавами в такі країни, як США, Нідерланди, Іспанія, Греція й Туреччина, використовуються судна-контейнеровози. Поставка в ці країни здійснюється по зовнішньоторговельних контрактах, які укладені

на умовах FOB (франко-борт). Таким чином, в обов'язки Нікопольського феросплавного заводу з поставки товару за контрактами входить зобов'язання доправити контейнер з феросплавами з підприємства в порт Чорноморськ і завантажити контейнери на судно. Після того, як контейнери будуть завантажені на судно-контейнеровоз, усі зобов'язання з поставки переходять на покупця. Перевезення контейнерів судами-контейнеровозами з Чорноморська до порту призначення оплачується також замовником.

Контейнери залізничним транспортом доставляються або безпосередньо в пункт призначення або в порт перевантаження на морські судна. Після вивантаження феросплавів у замовників контейнери вертаються на підприємство для наступного завантаження. Середній час обороту одного контейнера за даними підприємства становить 30 доби.

На оплату оренди контейнерів, а також на транспортування їх до порту відвантаження, підприємство щорічно витрачає значні кошти. Крім того, порожні контейнери після вивантаження феросплавів у одержувача повинні бути повернуті на підприємство, що також веде до більших витрат на доставку. В роботі необхідно розробити технологічний процес доставки продукції підприємстві таким чином, щоб усі витрати, пов'язані з відвантаженням і доставкою феросплавів у порт або по призначенню при наземному транспортуванні, були мінімальні.

У зв'язку з тим, що останнім часом замовники продукції наполягають на її поставці в дробленому виді (розмір фракції не більш 50 мм), то в роботі можна розглянути варіант доставки феросплавів у м'яких контейнерах big-bag. Це дозволить відвантажувати продукцію на судна не тільки через морський порт Чорноморськ, але й через порт Нікополь, який є структурним підрозділом ДП «Запорізький річковий порт».

Для морського перевезення продукції в такі країни, як Туреччина, Греція можна використовувати судна типу «ріка – море» з відвантаженням з порту Нікополь. Глибина води біля причалів порту – 5,5 м.

Для доставки в порти Іспанії, Нідерландів і США – морські судна типу «рапатах» з відвантаженням із Чорноморська. Глибина води біля причалів для суховантажних суден – 13,0 м.

Таким чином, в даній роботі будуть розроблені такі пропозиції:

- організація відвантаження феросплавів у м'яких контейнерах big-bag;
- організація відвантаження продукції на судна не тільки через морський порт Чорноморськ, але й через порт Нікополь (залежно від місця розташування країни-імпортера);
- при відвантаженні продукції на судна з порту Нікополь для завезення феросплавів в big-bag пропонується використовувати піввагони;
- при відвантаженні продукції на судна з порту Чорноморськ для завезення феросплавів в big-bag будемо використовувати універсальні піввагони;
- доставка big-bag з феросплавами з феросплавного заводу замовникам з Польщі й Австрії також буде здійснюватися універсальними піввагонами.

Запропоновані заходи дозволять знизити загальні витрати підприємства на організацію відвантаження й доставки феросплавів.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка пропонованої технології відвантаження й доставки феросплавної продукції

Основними факторами, які впливають на вибір схеми переробки вантажу, є:

- розмір вантажообігу і його напрямок;
- типи судів і наземного рухомого состава;
- характеристика й властивості вантажів і інші умови.

Виходячи із цього, до вибору технології й організації вантажопереробки надаються такі основні вимоги:

- схема переробки вантажу повинна забезпечувати необхідну пропускну здатність перевантажувального фронту, що дозволяє обробляти транспортні засоби в певний термін;
- враховуючи нерівномірність прибуття транспортних засобів під вантажні операції, при проектуванні схеми переробки вантажу необхідно передбачити певний резерв пропускну здатності вантажних фронтів і т.д.

У зв'язку з тим, що замовники продукції укладають договори про поставку феросплавів у дробленому виді, то стає недоцільним використовувати для доставки великотоннажні контейнери міжнародного стандарту. В роботі пропонується організувати доставку феросплавів у м'яких контейнерах big-bag. Для завантаження феросплавів в big-bag пропонується організувати комплекс по затарюванню вантажу в м'які контейнери [17].

Дроблені феросплави зберігаються в товарних бункерах, які обладнані шиберами й корковими кранами.

Затарювання продукції в big-bag здійснюється за допомогою затарочних машин, обладнаних бункерними вагами. Упакування в big-bag здійснюється на конвеєрній лінії, що складається зі стрічкового транспортера вузла фільтрації, прийомного бункера, завантажувального шнека, тічки, платформних електронних

тензометричних ваг, однобалкового мостового крана вантажопідйомністю 5,0 т, за допомогою якого big-bag завантажуються до рухомого складу.

Технологія затарювання. Big-bag з поліетиленовим вкладишем надівається на розтруб відкидної тічки. Після закріплення його хомутом, включається в роботу завантажувальний шнек. Під час затарювання м'який контейнер перебуває на платформних електронних вагах. Big-bag заповнюється фероспавною продукцією до норми завантаження. Після цього завантажувальний шнек зупиняється кнопкою, і з розтруба знімається поліетиленовий вкладиш. З ваг big-bag знімаються за допомогою навантажувачів і встановлюються в зону проміжного зберігання.

Завантажені big-bag однобалковим мостовим краном піднімаються й транспортуються в зону відвантаження. Тут big-bag завантажуються в автотранспорт або піввагони.

Пропонована транспортно-технологічна схема відвантаження і доставки в порт феросплавів у м'яких контейнерах big-bag наведена на слайді 2 графічної частини роботи. На слайді 3 показано технологічне встаткування для затарювання фероспавної продукції у м'які контейнери big-bag.

Характеристика м'яких контейнерів big-bag наведена в табл. 1.8.

Кількість вантажу в одному big-bag розрахуємо за формулою [3]:

$$m_{\text{вант}} = V_{\text{б}} \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (2.1)$$

де $V_{\text{б}}$ - обсяг big-bag, м³; $V_{\text{б}} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1 = 0,704$ м³;

ρ - щільність феросплавів, т/м³; $\rho = 2,33$ т/м³;

φ - коефіцієнт заповнення обсягу; $\varphi = 0,8 \dots 0,9$.

$$m_{\text{вант}} = 0,704 \cdot 2,33 \cdot 0,8 = 1,31 \text{ т.}$$

Використання м'яких контейнерів big-bag для відправлення феросплавів з підприємства дозволить відвантажувати продукцію на судна не тільки через мор-

ський порт Чорноморськ, але й через порт Нікополь, який є структурним підрозділом ДП «Запорізький річковий порт».

Пропонується така *транспортно-технологічна схема* відвантаження й доставки феросплавної продукції замовникам.

1. Для морського перевезення продукції в такі країни, як Туреччина й Греція пропонується використовувати судна типу «ріка – море» з відвантаженням і відправленням з порту Нікополь. Глибина води біля причалів порту (5,5 м) дозволяє обробляти суду дедвейтом 5000 т. Період навігації порту Нікополь становить 300 днів у році.

2. Для морського перевезення продукції в порти Іспанії, Нідерландів і США використовуються морські судна типу «рапах» дедвейтом 10000 т з відвантаженням з Чорноморська.

Завозити феросплавну продукцію з підприємства в порти відвантаження будемо піввагонами, в які на заводі завантажують м'які контейнери big-bag. Після вивантаження піввагони здаються залізниці, а не вертаються на підприємство, як у цей час.

3. Для відвантаження продукції імпортерам з Польщі й Австрії також використовуємо м'які контейнери big-bag і піввагони. У цьому випадку вантаж з Нікопольського феросплавного заводу доставляється на підприємства замовників залізницею. У цьому випадку заводу також не потрібно оплачувати повернення транспортних засобів, тому що після вивантаження в одержувачів, порожні вагони здаються залізниці.

Дані пропозиції дозволять:

- відмовитися від дорогої оренди контейнерів;
- для морського перевезення можна використовувати звичайні суховантажні судна, а не спеціалізовані судна-контейнеровози;
- відпадає необхідність оплачувати повернення порожніх контейнерів.

Пропонована транспортно-технологічна схема відвантаження й доставки феросплавної продукції наведено на слайді 2 графічної частини проекту.

2.2 Розрахунок проєктних вантажопотоків

Для визначення технологічних і економічних показників роботи основними вихідними даними для розрахунків є вантажопотоки відвантаження феросплавної продукції замовникам.

При розрахунках вантажопотоку необхідно враховувати коефіцієнт його нерівномірності K_n : відхилення максимального місячного вантажообігу $Q_{\max}$ до середньомісячного вантажообігу $Q_{\text{сер}}$ за розглянутий період.

Добові вантажопотоки розраховуються за формулою [19]:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{річн}} \cdot K_n}{T_p}, \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{річн}}$ - річний вантажопотік, т;

K_n - коефіцієнт нерівномірності по відправленню вантажів;

T_p - кількість днів відправлення феросплавів у порти відвантаження, діб.

Кількість днів відправлення залежить від того, яким образом феросплави будуть доставлятися замовникам. Це значення в розрахунках приймаємо:

- при відвантаженні з порту Нікополь $T_p = 300$ днів (період навігації);
- при відвантаженні з порту Чорноморськ або при доставці замовникам залізничним транспортом $T_p = 365$ днів (протягом всього року).

Коефіцієнт нерівномірності визначається за наступною методикою:

- по документах обліку відвантаження феросплавів вибираємо дані про відправлення феросплавів з 01.03.2018 до 28.06.2018 г.;
- будуємо статистичні ряди обсягів відвантаження феросплавів;
- за отриманим даними становимо варіаційний ряд, який розбиваємо на групи (розряди).

Дані для розрахунків коефіцієнта нерівномірності наведені в додатку А. Число груп визначається за формулою [19]:

$$K = 1 + 3,2 \lg N = 1 + 3,2 \cdot 2,07918 = 7,65; \text{ приймаємо } 8, \quad (2.3)$$

де N - кількість значень у вибірці; $N = 120$.

Потім визначаємо інтервал групування за формулою [20]:

$$I_{gp} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{K} = \frac{3200 - 0}{8} = 400, \quad (2.4)$$

де $N_{\max}$ - максимальне значення випадкової величини, яке було взято у варіаційному ряді;

$N_{\min}$ - мінімальне значення випадкової величини з варіаційного ряду.

Подальша обробка варіаційного ряду представлена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Обробка варіаційного ряду по відвантаженню феросплавів

N_k	$\bar{N}_k$	N	P_k	Розрахункові дані			
				$P_k \bar{N}_k$	$\bar{N}_k - \bar{M}$	$(\bar{N}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{N}_k - \bar{M}) P_k$
0 - 400	200	19	0,158	31,6	- 1417,2	2008456	317226
401 - 800	600	5	0,042	24,2	- 1017,2	1034697	43457
801 - 1200	1000	11	0,092	92,0	- 617,2	380936	35046
1201 - 1400	1400	16	0,133	186,2	- 217,2	47176	6274
1401 - 2000	1800	28	0,233	419,4	182,8	33416	7786
2001 - 2400	2200	19	0,158	347,6	582,8	339656	53666
2401 - 2800	2600	11	0,092	239,2	982,8	965896	88862
2800 - 3200	3000	11	0,092	276,0	1382,8	1912136	175916
		120	1,0	1617,2		$D = 728343$	

Визначаємо середньоквадратичне відхилення за формулою [20]:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{728343} = 853,43. \quad (2.5)$$

Знаходимо коефіцієнт варіації добового вантажопотоку, що характеризує розкид випадкової величини за формулою [20]:

$$V = \frac{\sqrt{D}}{\bar{M}} = \frac{\sqrt{728343}}{1617,2} = 0,5277, \quad (2.6)$$

де D - дисперсія випадкової величини;

$\bar{M}$ - середньодобовий вантажопотік (математичне очікування).

Визначимо коефіцієнт нерівномірності відвантаження феросплавів з підприємства за формулою [20]:

$$K_n = 1 + V = 1 + 0,5277 = 1,5277. \quad (2.7)$$

При виконанні технологічних розрахунків ураховується значення добового вантажопотоку, величина якого наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок проектних вантажопотоків феросплавів

Країна-Імпортёр	Вид транспорту для доставки товару	Величина вантажопотоку		
		$Q_{річн}$, т/рік	$Q_{доб}^{сер}$, т/добу	$Q_{доб}^{розр}$, т/добу
1	2	3	4	5
Польща	залізничний	27400	75,07	114,68
Австрія	залізничний	23000	63,01	96,26
Близьке зар.	залізничний	250000	976,56	1401,89
Усього по залізниці		300400	1114,64	1792,84
Нідерланди	морський	39300	107,67	164,49
Іспанія	морський	34400	94,25	143,98
США	морський	53000	145,21	221,84
Усього по порту Чорноморськ		126700	347,13	530,31

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Греція	морський	43800	146,00	223,04
Туреччина	морський	41100	137,00	209,29
Усього по порту Нікополь		84900	283,00	433,33
Разом		636000	2484,38	3795,38

Відомість проєктних річних вантажопотоків відправлення феросплавної продукції наведена в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Відомість проєктних вантажопотоків відправлення

Країна одержувач	Річний вантажопотік, т/рік			Усього, т/рік
	силікомарганець	феромарганець	зварювальні флюси	
Україна	97500	27500	-	125000
Близьке зар.	195500	55000	-	250000
Польща	20000	6000	1400	27400
Австрія	16800	5000	1200	23000
Нідерланди	28600	8700	2000	39300
Іспанія	25100	7550	1750	34400
США	38800	11600	2600	53000
Греція	31900	9700	2200	43800
Туреччина	30000	9100	2000	41100
Разом	464000	140000	32000	636000

Діаграма проєктних вантажопотоків представлено на слайді 4 графічної частини роботи.

2.3 Вибір та розрахунок норм завантаження транспортних засобів для перевезення феросплавів

При виборі рухомого складу необхідно, щоб він:

- забезпечував схоронність вантажів під час перевезення;
- задовольняв умовам різних технологічних процесів;
- був придатний для використання конкретних видів вантажу;
- задовольняв умовам технологічних процесів вантажопереробки;
- дозволяв максимально використати вантажопідйомність тощо.

Для визначення фактичного завантаження транспортного засобу необхідно розробити схеми завантаження вагонів феросплавами в big-bag.

Потім, виходячи з кількості вантажних місць у вагонах, виконуємо перевірку завантаження по вантажопідйомності за формулою [18]:

$$q'_{\text{вант}} = m_{\text{вант}}^{\text{брутто}} \cdot n_{\text{вант}}, \quad (2.8)$$

де $m_{\text{вант}}^{\text{брутто}}$ - маса одного вантажного місця брутто, т.

Якщо виконується умова $q'_{\text{вант}} \leq q_{\text{тз}}^{\text{ном}}$, то транспортний засіб можна завантажувати за розробленою схемою.

Фактична кількість вантажу в транспортному засобі визначається за формулою [18]:

$$q_{\text{вант}} = m_{\text{вант}}^{\text{нетто}} \cdot n_{\text{вант}}, \quad (2.9)$$

де $m_{\text{вант}}^{\text{нетто}}$ - маса одного вантажного місця нетто, т;

$n_{\text{вант}}$ - кількість вантажних місць у транспортному засобі, од.

Для перевезення будемо використовувати піввагони. Оскільки під завантаження можуть подаватися піввагони різної вантажопідйомності та з різним об'ємом кузова, то необхідно розробити декілька схем завантаження big-bag у кузов. Технічні характеристики піввагонів різної вантажопідйомності наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики піввагонів

Найменування параметру	Значення параметру		
1. Модель вагону	12-9959	12-4106	12-5190
2. Вантажопідйомність, т	69,7	70,0	77,0
3. Маса тари вагону, т	24,3	23,9	23,0
4. Довжина по осям зчеплення автозчеплень, мм	13920	13920	13920
5. Ширина максимальна, мм	3138	3230	
6. База вагона, мм	8650	8650	8650
7. Внутрішні розміри кузову вагону, мм:			
- довжина	12700	12674	12672
- ширина	2930	3000	2692
- висота	2355	2070	2530
8. Об'єм кузову, м ³	88,0	78,0	95,0

Завантаження big-bag у вагони може відбуватися в один, два, три або більше ярусів в залежності від їхнього розміру та порядку завантаження. Перед тим, як починати завантаження, необхідно переконатися в тому, що ніякі елементи конструкції піввагону не можуть пошкодити м'який контейнер.

Big-bag розміщують симетрично відносно центральних осей піввагону, ставлячи їх безпосередньо на підлогу. Відстань від бортів вагону до м'яких контейнерів не повинна перевищувати 100 мм. Big-bag встановлюють у вагоні як можна ближче один до одного.

Кількість big-bag, розташованих у першому ярусі, обмежується внутрішніми розмірами вагону та розмірами безпосередньо самих контейнерів. М'які контей-

нери розміщують по всій площі піввагону впритул до його стін, а також один до одного поперечними або повздовжніми рядами або в шаховому порядку.

Контейнери у другому ярусі розміщують також як і в першому. Якщо кількість контейнерів другого ярусу менша, ніж у першому, то контейнери другого рівня розміщують групами у торцевих стін. Кількість big-bag в цих групах повинна бути однаковою. Якщо другий ярус у піввагоні заповнений не повністю та висота завантаження big-bag більша за їхню основу, то м'які контейнери зв'язують між собою за стропи. Всі контейнери, що зв'язані між собою, розміщують як можна ближче один до одного. При цьому, якщо контейнери розташовані вздовж вагону, то зв'язують не менш, ніж по два сусідні контейнери. При шаховому розміщенні – не менш, ніж по три сусідніх контейнери.

Після завантаження у піввагони вантажні петлі кожного big-bag скріплюють між собою.

В залежності від вантажопідйомності вагону та його габаритних розмірів в кузові розміщується від 54 до 58 м'яких контейнерів. Тому в подальших розрахунках приймаємо середню кількість big-bag у піввагоні – 54 одиниці.

Маса феросплавів в піввагоні складе:

$$q_{фер}^{ваг} = 1,31 \cdot 54 = 70,75 \text{ т.}$$

Завантаження вагону з урахуванням власної маси контейнера складе:

$$q_{брутто}^{ваг} = 1,33 \cdot 54 = 71,82 \text{ т.}$$

Розраховані значення будемо використовувати у подальших технологічних розрахунках.

Схеми завантаження big-bag у піввагони різної вантажопідйомності показані на слайді 5 графічної частини роботи.

2.4 Розрахунок продуктивності й кількості засобів переробки феросплавів за варіантами

За *існуючим варіантом* на заводі в процесі відвантаження феросплавної продукції задіяні міні навантажувачі Bobcat, які завантажують феросплави в контейнер, і козловий кран, який виконує вантажно-розвантажувальні операції з контейнерами. Технічна характеристика мінінавантажувачів наведена в табл. 1.4, а козлового крана – у табл. 1.5.

За *пропонованим варіантом* передбачається відвантаження з підприємства в м'яких контейнерах big-bag. Для завантаження продукції в м'які контейнери будемо використовувати комплекс по затарюванню феросплавів в big-bag. Завантаження big-bag із продукцією в транспортні засоби виконується однобалковим мостовим електричним краном.

За проектом також передбачається частину продукції відвантажувати на водний транспорт через Нікопольський порт. У річковому порту всі перевантажувальні операції виконуються порталними кранами, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.9.

2.4.1 Визначення продуктивності й кількості засобів вантажопереробки феросплавів на феросплавному заводі

Продуктивність засобів механізації періодичної дії визначається за формулою [21]:

$$P_{техн} = \frac{q_{ц} \cdot 3600}{t_{ц}}, \quad (2.10)$$

де $q_{ц}$ - маса вантажу, що перевантажується за один цикл, т;

$t_{\text{ц}}$ - тривалість одного циклу, с.

При виконанні технологічних розрахунків враховується експлуатаційна продуктивність механізмів, яка розраховується за формулою [21]:

$$\Pi_{\text{експл}} = \Pi_{\text{техн}} \cdot K_{\text{час}}, \quad (2.11)$$

де $K_{\text{вр}}$ - коефіцієнт використання механізму за часом.

Кількість засобів механізації, необхідне для організації ритмічного процесу переробки феросплавів, розраховуємо за формулою [21]:

$$Z_{\text{нрм}} = \left(\frac{Q_{\text{річн}}^{\text{нр}} \cdot K_{\text{н}}}{\Pi_{\text{експл}} \cdot T_{\text{р}}} + \frac{Q_{\text{річн}}^{\text{віднр}} \cdot K_{\text{н}}}{\Pi_{\text{експл}} \cdot T_{\text{р}}} \right) \cdot \frac{1}{n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}}}, \quad (2.12)$$

де $Q_{\text{річн}}^{\text{нр}}$, $Q_{\text{річн}}^{\text{віднр}}$ - кількість феросплавів, що переробляються, по прибуттю або відправленню, т;

$T_{\text{р}}$ - кількість годин роботи, год.;

$\Pi_{\text{експл}}$ - експлуатаційна продуктивність механізму, т/год.

$n_{\text{зм}}$ - кількість змін роботи вантажного фронту, од.;

$t_{\text{зм}}$ - тривалість зміни, год.

Для розрахунків продуктивності необхідно визначити час циклу для кожного типу засобів механізації по варіантах.

Існуючий варіант.

Тривалість циклу мостових і козлових кранів розраховується за формулою [21]:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{о}} + \left(\frac{4H}{v_{\text{вант}}} + \frac{2L_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}} + \frac{2L_{\text{в}}}{v_{\text{в}}} \right) \cdot \varphi, \quad (2.13)$$

де $t_{\text{з}}$, $t_{\text{в}}$ - час захвата й віддачі вантажу (контейнера), с;

H - висота підйому вантажу (контейнера), м;

$L_{кр}$ - середня відстань переміщення крана за цикл, м;

$L_в$ - середня відстань переміщення візка крана, м;

$v_{вант}$ - швидкість підйому або опускання вантажу або гака, м/с;

$v_{кр}$ - швидкість пересування крана, м/с;

$v_в$ - швидкість пересування талі або візка крана, м/с;

φ - коефіцієнт сполучення операцій у часі, $\varphi = 0,8$.

Розрахуємо час циклу козлового крана ККК, який виконує вантажні операції з контейнерами на заводі, при таких параметрах:

- швидкість підйому-опускання контейнера 40ф – $v_{вант} = 0,33$ м/с;
- швидкість пересування козлового крана – $v_{кр} = 1,0$ м/с;
- швидкість пересування візка козлового крана – $v_в = 1,5$ м/с.

$$t_{ц}^{KK} = 5 + 7 + \left(\frac{4 \cdot 5}{0,33} + \frac{2 \cdot 10}{1,0} + \frac{2 \cdot (15 + 8)}{1,5} \right) \cdot 0,8 = 102 \text{ с.}$$

Продуктивність козлового крана складе (за час циклу переміщається один контейнер 40ф):

$$P_{техн} = \frac{1 \cdot 3600}{102} = 35 \text{ конт./год.};$$

$$P_{експл} = 35 \cdot 0,85 = 29 \text{ конт./год.}$$

Для визначення кількості козових кранів необхідно розрахувати річну кількість контейнерів, яку переробляють на підприємстві, за формулою [22]:

$$N_{річн}^{конт} = \frac{Q_{річн}}{q_{брутто}^{конт} \cdot K_{вант}}, \quad (2.14)$$

де $q_{\text{брутто}}^{\text{конт}}$ - маса контейнера брутто, т;

$K_{\text{вант}}$ - коефіцієнт використання вантажопідйомності контейнера; для феросплавів приймаємо $K_{\text{вант}} = 1$.

$$N_{\text{річн}}^{\text{конт}} = \frac{636000}{30,0 \cdot 1} = 21200 \text{ контейнерів.}$$

Обробка контейнерів на феросплавному заводі виконується в робочі дні протягом всього року цілодобово. Кількість робочих днів складає 250. Кількість козлових кранів за формулою (2.12) складе:

$$Z_{\text{KK}} = \left(\frac{21200 \cdot 1,5277}{29 \cdot 250} + \frac{21200 \cdot 1,5277}{29 \cdot 250} \right) \cdot \frac{1}{3 \cdot 8} = 0,186; \text{ приймаємо 1 кран.}$$

За існуючим варіантом завантаження феросплавів у контейнери 40ф виконують мінінавантажувачі Bobcat S330H, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.4.

Час циклу ковшових навантажувачів визначається за формулою [22]:

$$t_{\text{ц}}^{\text{нав}} = \varphi \cdot (t_1 + t_2 + \dots + t_{11}), \quad (2.15)$$

де φ - коефіцієнт, який враховує сумісність операцій рейсу навантажувача за часом;

t_1 - час нахилу ковша й набирання вантажу, с; $t_1 = 10$ с;

t_2 - час підйому ковша в транспортне положення, с;

t_3 - час розвороту навантажувача, с; приймаємо $t_2 = 6$ с;

t_4 - тривалість переміщення навантажувача з вантажем, с;

t_5 - час опускання ковша с; $t_5 = t_2$;

t_6 - час нахилу ковша с; $t_6 = 2$ с;

t_7 - час висипання вантажу з ковша, с; $t_7 = 5,0$ с;

t_8 - час підйому ковша, с; $t_8 = t_2$;

t_9 - час розвороту навантажувача без вантажу, с; це значення рівняється t_3 ;

t_{10} - час на зворотний (холостий) хід навантажувача с; $t_{10} = t_4$;

t_{11} - сумарний час перемикання важелів і спрацьовування виконавчих циліндрів після включення, с; $t_{11} = 8$ с.

Час переміщення навантажувача визначаємо за формулою [22]:

$$t_3 = t_{10} = \frac{L}{v_{pyx}} + t_{py}, \quad (2.16)$$

де L - середня відстань переміщення навантажувача за час циклу, м;

v_{pyx} - швидкість переміщення навантажувача, м/с;

t_{py} - час на розгін і уповільнення руху, с; приймаємо $t_{py} = 3$ с.

Час підйому й опускання ковша навантажувача визначаємо за формулою [12]:

$$t_5 = t_8 = \frac{H_n}{v_n} + t_{py}, \quad (2.17)$$

де H_n - середня висота підйому (опускання) вантажу, м;

v_n - швидкість підйому (опускання), м/с.

Визначимо окремі елементи циклу навантажувача й тривалість циклу за формулами (2.15 – 2.17):

$$t_{2,5,8} = \frac{0,7}{0,5} + 3 = 4,4 \text{ с};$$

$$t_{4,10} = \frac{70,0}{2,8} + 3 = 28 \text{ с};$$

$$t_{\text{ц}}^{\text{нав}} = 0,8 \cdot (10 + 4,4 + 6 + 28 + 4,4 + 2 + 5 + 4,4 + 6 + 28 + 8) = 85,0 \text{ с}.$$

Кількість вантажу, переміщуване навантажувачем за один цикл, визначимо за формулою (2.1) при таких значеннях: $V_{\text{кови}} = 0,44 \text{ м}^3$; $\rho = 2,67 \text{ т/м}^3$; $\varphi = 0,9$:

$$m_{\text{ц}}^{\text{вант}} = 0,44 \cdot 2,67 \cdot 0,85 = 0,998; \text{ приймаємо } 1,0 \text{ т}.$$

Розрахуємо продуктивність навантажувача Bobcat за формулами (2.10 – 2.11):

$$P_{\text{техн}} = \frac{1,0 \cdot 3600}{85} = 42,85 \text{ т/год.};$$

$$P_{\text{експл}} = 42,35 \cdot 0,85 = 36,0 \text{ т/год}.$$

Кількість навантажувачів Bobcat визначимо за формулою (2.12):

$$Z_{\text{нав}} = \frac{636000 \cdot 1,5277}{36 \cdot 250} \cdot \frac{1}{3,8} = 4,49; \text{ приймаємо } 5 \text{ навантажувачів}.$$

Пропонований варіант.

За пропонованим варіантом феросплавна продукція відвантажується в big-bag. Завантаження м'яких контейнерів у транспортні засоби здійснюється однобалковим мостовим краном.

За формулою (2.13) визначимо тривалість циклу однобалкового крана при завантаженні м'яких контейнерів у транспортні засоби при таких значеннях:

швидкість підйому-опускання big-bag $v_{\text{вант}} = 0,5 \text{ м/с}$; швидкість пересування крана $v_{\text{кр}} = 1,0 \text{ м/с}$; швидкість пересування візка $v_{\text{в}} = 0,83 \text{ м/с}$.

$$t_{\text{ц}}^{MK} = 10 + 10 + \left(\frac{4 \cdot 5}{0,5} + \frac{2 \cdot 30}{1,0} + \frac{2 \cdot 15}{0,83} \right) \cdot 0,8 = 129 \text{ с.}$$

За один цикл при навантаженні на заводі переміщається 2 big-bag; кількість феросплавної продукції в big-bag – 1,31 т.

Продуктивність однобалкового мостового крана при завантаженні big-bag розрахуємо за формулами (2.10 – 2.11):

$$P_{\text{техн}}^{MK} = \frac{2 \cdot 1,31 \cdot 3600}{129,0} = 73,11 \text{ т/год.};$$

$$P_{\text{експл}}^{MK} = 73,11 \cdot 0,85 = 62,15 \text{ т/год.}$$

Для визначення кількості мостових кранів необхідно розрахувати річну кількість big-bag, яку відвантажують з підприємства, за формулою (2.14):

$$N_{\text{річн}}^{\text{big-bag}} = \frac{636000}{1,31} = 485497 \text{ big-bag.}$$

Кількість мостових кранів за формулою (2.12) складе:

$$Z_{MK} = \frac{636000 \cdot 1,5277}{62,15 \cdot 250} \cdot \frac{1}{2 \cdot 8} = 3,9; \text{ приймаємо 4 крани.}$$

2.4.2 Визначення продуктивності й кількості засобів вантажопереробки феросплавів у big-bag в порту Нікополь

За проектними пропозиціями частину вантажопотоку феросплавів пропонується відвантажувати через порт Нікополь на судна типу «ріка – море». У порту

всі перевантажувальні операції виконуються порталними кранами, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.9.

Розрахунки тривалості циклу виконуємо при таких значеннях:

- швидкість підйому-опускання вантажу $v_{вант} = 0,20$ м/с;

- швидкість переміщення крана $v_{кр} = 0,42$ м/с.

Час циклу порталного крана розраховується за формулою [22]:

$$t_u = t_z + t_o + \left(\frac{4H}{v_{zp}} + \frac{2L_{кр}}{v_{кр}} + \frac{2\beta \cdot 60}{n_{об} \cdot 360} \right) \cdot \varphi, \quad (2.18)$$

де β - кут повороту стріли порталного крана; $\beta = 180^\circ$;

$n_{об}$ - частота обертання порталу крана, $n_{об} = 1,6$ об/хв.;

Визначаємо тривалість циклу й продуктивність порталного крана при виконанні різних операцій у порту:

- навантаження феросплавів в big-bag на судно (за один цикл перевантажується 4 м'яких контейнера)

$$t_u^{ПКсуд} = 10 + 12 + \left(\frac{4 \cdot 10}{0,33} + \frac{2 \cdot 0}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 134,0 \text{ с};$$

$$П_{техн}^{ПКсуд} = \frac{4 \cdot 1,31 \cdot 3600}{134} = 140,7 \text{ т/год.};$$

$$П_{експл}^{ПКсуд} = 140,7 \cdot 0,85 = 119,6 \text{ т/год.};$$

- вивантаження феросплавів в big-bag з вагонів (за один цикл перевантажується 2 м'яких контейнера)

$$t_{\text{ц}}^{\text{ПКваг}} = 12 + 10 + \left(\frac{4 \cdot 4}{0,33} + \frac{2 \cdot 15}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 130 \text{ с};$$

$$П_{\text{техн}}^{\text{ПКваг}} = \frac{2 \cdot 1,31 \cdot 3600}{130} = 72,55 \text{ т/год.};$$

$$П_{\text{експл}}^{\text{ПКваг}} = 72,55 \cdot 0,85 = 61,67 \text{ т/год.}$$

Кількість порталних кранів, необхідних для організації ритмічного процесу переробки феросплавів, розраховуємо за формулою (2.12) при таких значеннях:

- добовий вантажопотік по відвантаженню феросплавів через порт Нікополь – 283,0 т/добу;
- кількість змін роботи вантажного фронту, $n_{\text{зм}} = 2$;
- тривалість зміни, год.; $t_{\text{зм}} = 12$ год.

$$Z_{\text{ПК}} = \left(\frac{283,0 \cdot 1,5277}{61,67} + \frac{283,0 \cdot 1,5277}{119,6} \right) \cdot \frac{1}{2 \cdot 12} = 0,44; \text{ приймаємо 1 кран.}$$

Для організації ритмічної обробки судів з метою зниження сталійного часу, вантажні операції із судами будемо виконувати двома кранами, якими укомплектований причал.

2.5 Розрахунок норм часу на вантажні операції

2.5.1 Визначення часу на обробку транспортних засобів при навантаженні феросплавів на заводі

У розрахунковий строк на навантаження або вивантаження рухомого состава включаються витрати часу на виконання таких операцій.

1. Підготовчі операції.

2. Заключні операції.

3. Завантаження рухомого состава або розвантаження механізмами, яке включає необхідні пересування транспортного засобу або механізму.

Тривалість загального часу навантажування-вивантаження транспортних засобів (контейнерів) розраховується за формулою [22]:

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{підг}} + t_{\text{вант}} + t_{\text{закл}}, \quad (2.19)$$

де $t_{\text{вант}}$ - тривалість навантаження або розвантаження, год.;

$t_{\text{підг}}$ - тривалість виконання підготовчих операцій, год.

$t_{\text{закл}}$ - тривалість виконання заключних операцій, год.

Час виконання вантажної операції розраховується за формулою [22]:

$$t_{\text{вант}} = \frac{q_{\text{мз}} \cdot 60}{\Pi_{\text{експл}}} + t_{\text{дон}}, \quad (2.20)$$

де $q_{\text{мз}}$ - кількість вантажу в транспортному засобі (контейнері), т;

$t_{\text{дон}}$ - тривалість допоміжних операцій, виконуваних при навантаженні-розвантаженні рухомого состава, хв.

Існуючий варіант.

При розрахунках норм часу на вантажні операції за існуючим варіантом, виконуваних на заводі, необхідно визначити такі нормативи:

- тривалість навантаження великотоннажних контейнерів 40ф з феросплавами на платформи й вивантаження порожніх контейнерів;
- тривалість завантаження феросплавів у контейнер 40ф.

Час завантаження феросплавів навантажувачем Bobcat в один контейнер складе:

$$t_{\text{вант}}^{\text{конт}} = \frac{30,0 \cdot 60}{36,0} + 0 = 50 \text{ хв.} = 0,83 \text{ год.}$$

Визначимо кількість контейнерів, що відвантажуються з підприємства за рік складає 21200 од.

Загальний річний час роботи навантажувачів Bobcat S330H при навантаженні феросплавів у контейнери складе:

$$\Sigma T_{\text{річн}}^{\text{нав}} = 0,83 \cdot 21200 = 17596 \text{ год.}$$

Визначимо норму часу на обробку однієї фітінгової платформи з урахуванням виконання здвоєної операції з кожним контейнером (завантаження навантаженого контейнера, розвантаження порожнього контейнера):

$$t_{\text{вант}}^{\text{платф}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 60}{29} + 0 = 9 \text{ хв.} = 0,15 \text{ год.}$$

Сумарний час роботи козлового крана на розвантаженні-навантаженню контейнерів 40ф за рік складе:

$$\Sigma T_{\text{річн}}^{\text{КК}} = 0,15 \cdot 21200 = 3180 \text{ год.}$$

Пропонований варіант

За пропозиціями феросплави замовникам відвантажуються у м'яких контейнерах big-bag за допомогою однобалкових мостових кранів.

Визначимо норму часу на обробку одного піввагона (середнє завантаження піввагону м'якими контейнерами big-bag складає 70,75 т):

$$t_{\text{вант}}^{\text{п/ваг}} = \frac{70,75 \cdot 60}{62,15} = 63 \text{ хв.} = 1,08 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 1,0 \text{ год.}$$

Розрахуємо кількість вагонів, які відвантажуються з феросплавами протягом року, за формулою [22]:

$$N_{mз}^{річн} = \frac{Q_{річн}}{q_{mз}}, \quad (2.21)$$

де $Q_{річн}$ - кількість феросплавної продукції, що відвантажується протягом року, т; $Q_{год} = 636000$ т;

$q_{mз}$ - кількість феросплавів в одному транспортному засобі, т.

Кількість вагонів, що відвантажується з феросплавного заводу протягом року, складе:

$$N_{річн}^{ваг} = \frac{636000}{70,75} = 8990 \text{ вагонів.}$$

Сумарний річний час роботи мостових кранів при навантаженні феросплавної продукції в big-bag у піввагони складе:

$$\Sigma T_{річн}^{МК} = 1,0 \cdot 8990 = 8990 \text{ год.}$$

2.5.2 Визначення часу на обробку транспортних засобів з феросплавами в порту

Розрахунок виконуємо для порту Нікополь, через який за проектним варіантом буде відвантажуватися феросплавна продукція на судна типу «ріка – море».

Пропонований варіант.

При розрахунках норм часу на вантажні операції, виконувані в порту, необхідно визначити такі нормативи:

- тривалість навантаження на судна феросплавів в big-bag;
- час вивантаження big-bag з феросплавами з піввагонів.

Розрахуємо норми часу на *навантаження судна*.

При виконанні вантажних операцій із судном на причалі, у загальний час простою включаються такі операції:

- тривалість операцій по швартуванню судна – 0,25 год.;
- проведення сюрвейерських вимірів до початку навантаження – 1,0 год.;
- одержання дозволу в митниці на навантаження судна – 0,5 години;
- відкриття люків для навантаження судна – 0,5 год.;
- закриття люків після навантаження – 0,5 год.;
- проведення сюрвейерських вимірів після навантаження судна – 1,0 год.;
- відшвартування судна – 0,25 год.

Таким чином, загальна тривалість підготовчих і заключних операцій становить 3,25 і 2,5 години. Час простою *судна* під навантаженням на причалі складе:

$$t_{\text{вант}}^{\text{суд}} = \frac{5000 \cdot 60}{119,6} + 180 = 2688 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{заг}}^{\text{суд}} = 195 + \frac{1}{2} \cdot 2688 + 165 = 1704 \text{ хв.} = 28,4 \text{ год.}$$

Вагони з феросплавами надходять в порт групами з 24 вагонів. На причал під вивантаження вони подаються згідно фронту постановки по 6 вагонів в одній подачі.

Розрахуємо тривалість обробки однієї *подачі* з 6 вагонів при розвантаженні феросплавів в big-bag на причалі за *пропонованим варіантом*. Вивантаження виконують два порталних крана.

Час на підготовчі операції – 12 хв.; час очікування подачі порталного крану – 10 хв. Час на перестановку порталного крану від одного вагону до іншого – на подачу $3 \cdot 5 = 15$ хв. Заключні операції з урахуванням часу очікування прибирання вагонів з причалу – 30 хв.

$$t_{\text{вант}}^{\text{ваг}} = \frac{70,75 \cdot 60}{61,67} + 5 = 73,83 \text{ хв.} = 1,23 \text{ год.};$$

$$T_{\text{заг}}^{\text{ваг}} = 22 + \left(\frac{6}{2} \cdot 74 + 15\right) + 30 = 289 \text{ хв.} = 4,8 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 5,0 \text{ год.}$$

Уточнені норми часу на обробку транспортних засобів у порту будуть визначені після побудови технологічних графіків.

Для розрахунків витрат на виконання перевантажувальних робіт у порту необхідно розрахувати кількість годин роботи портальних кранів при розвантаженні й навантаженні феросплавів по варіантах.

Кількість судів, що прибуває в порт за період навігації, складе:

$$N_{\text{суд}} = \frac{84900}{5000} = 16,98; \text{ приймаємо } 17 \text{ судів.}$$

Кількість піввагонів, що вивантажується в порту Нікополь за період навігації за проектним варіантом, складе:

$$N_{\text{ваг}} = \frac{84900}{70,75} = 1200 \text{ вагонів.}$$

Визначимо кількість годин, яка працюють портальні крани при вивантаженні й навантаженню феросплавів, за період навігації.

За розрахунковим даними час роботи портальних кранів становить:

- при навантаженні одного судна

$$t_{\text{суд}}^{\text{ПК}} = 2688 \text{ хв.} = 44,8 \text{ год.};$$

- при розвантаженні одного вагона

$$t_{\text{ваг}}^{\text{ПК}} = 74 \text{ хв.} = 1,23 \text{ год.};$$

- час роботи портальних кранів за період навігації складе

$$\Sigma T_{\text{річн}}^{\text{ПК}} = 44,8 \cdot 17 + 1,23 \cdot 1200 = 2238 \text{ год.}$$

2.6 Проектування причального складу феросплавів

2.6.1 Розрахунок площі складу феросплавів

При відвантаженні феросплавів на судна типу «ріка – море» з порту Нікополь необхідно визначити площу складу на причалі для зберігання вантажу в очікуванні нагромадження на суднове відправлення.

Місткість складу на причалі заснована на обліку вантажообігу складу й часу зберігання вантажу на складі, тобто на факторах, що визначають експлуатаційну діяльність складів.

Для розрахунків ємності складу феросплавів на причалі необхідно визначити інтервал між прибуттям суден у порт під навантаження, який розраховуємо за формулою [23]:

$$I = T_{\text{річн}}^{\text{роб}} \cdot \frac{Q_{\text{річн}}^{\text{відпр}}}{q_{\text{пост}}}, \quad (2.22)$$

де $T_{\text{річн}}^{\text{роб}}$ - кількість робочих днів у році, дні; у нашому випадку $T_{\text{річн}}^{\text{роб}}$ - це період навігації, який для 2018 року склав 300 діб;

$Q_{\text{річн}}^{\text{відпр}}$ - річне відправлення феросплавів з річкового порту, т; за даними табл.

2.1 $Q_{\text{річн}}^{\text{відпр}} = 84900,0$ т/рік;

$q_{\text{пост}}$ - розмір одноразової поставки (суднового відправлення), т; $q_{\text{пост}} = 5000,0$ т.

$$I = 300 \cdot \frac{84900}{5000,0} = 17,6; \text{ приймаємо } 18 \text{ діб.}$$

Ємність складу феросплавів на причалі визначається за формулою [23]:

$$E_{\text{скл}} = \frac{Q_{\text{скл}} \cdot t_{\text{збер}} \cdot K_n}{T_{\text{нав}}}; \quad (2.23)$$

$$Q_{скл} = \frac{Q_{річн} \cdot k_{скл}}{n_{пр}}, \quad (2.24)$$

де $Q_{скл}$ - маса вантажів, що проходять через склад, т;

$t_{збер}$ - час зберігання вантажу на причалі, діб; залежить від інтервалу прибуття судів у порт і по розрахунках цей час склав 5 діб;

$T_{нав}$ - тривалість періоду навігації, діб;

$Q_{річн}$ - річний вантажообіг складу, т;

$k_{скл}$ - коефіцієнт проходження вантажів через склад; $k_{скл} = 0,8$;

$n_{пр}$ - число причалів, на яких зберігається вантаж.

Виконаємо розрахунки необхідної ємності причального складу феросплавів:

$$Q_{скл}^{фер} = \frac{84900 \cdot 0,8}{1} = 67920 \text{ т};$$

$$E_{скл}^{фер} = \frac{67920 \cdot 18 \cdot 1,5277}{300} = 6226 \text{ т}.$$

У всіх випадках місткість прикордонного складу на одному причалі повинна задовольняти умові [24]:

$$1,3 \cdot D_{вант} \leq E_{скл} \leq 2,5 \cdot D_{вант}, \quad (2.25)$$

де $D_{вант}$ - вантажопідйомність розрахункового судна, т.

$$1,2 \cdot 5000 = 6000 \text{ т} \leq E_{скл} = 6226 \text{ т} \leq 2,5 \cdot 5000 = 12500 \text{ т}.$$

На підставі розрахункових даних про ємність складу феросплавів на причалі визначимо потребу складських площ.

Загальна площа складу на причалі визначається за формулою [21]:

$$S_{заг} = S_{кор} + S_{пр}, \quad (2.26)$$

де $S_{кор}$ - корисна площа складу (площа для зберігання вантажів), м²;

$S_{пр}$ - площа для проходів і проїздів, м².

Оскільки феросплави завозяться в порт і зберігаються на причалі в big-bag, то площа причального складу визначається методом елементарних майданчиків. Елементарним майданчиком в даному випадку вважаємо один м'який контейнер big-bag.

Площа елементарного майданчика розраховується за формулою [21]:

$$\Delta F = L_{ел.м} \cdot B_{ел.м}, \quad (2.27)$$

де $L_{ел.м}$ - довжина елементарного майданчика, м;

$B_{ел.м}$ - ширина елементарного майданчика, м.

Габаритні розміри майданчика розраховуються за формулами [21]:

$$L_{ел.м} = l_{b-b} + a, \quad B_{ел.м} = b_{b-b} + a', \quad (2.28)$$

де l_{b-b} , b_{b-b} - габаритні розміри вантажної одиниці, м; вантажною одиницею є big-bag габаритними розмірами 980×980 мм;

a , a' - величина поздовжнього й поперечного зазору між вантажними одиницями; $a = a' = 0,2$ м;

Визначимо площу елементарного майданчика за формулами (2.28):

$$\Delta F = (0,98 + 0,2) \cdot (0,98 + 0,2) = 1,4 \text{ м}^2.$$

Big-bag з феросплавами зберігаються в штабелі в 2 яруси по висоті.

Кількість елементарних майданчиків залежить від загальної ємності складу й визначається за формулою [6]:

$$Z_{ел.м} = \frac{E_{скл}}{\Delta F \cdot q}, \quad (2.29)$$

де $Z_{ел.м}$ - загальна ємність складу, т;

q - кількість вантажу в одному штабелі, т.

$$Z_{ел.м} = \frac{6226}{1,4 \cdot 1,98 \cdot 2} = 1123 \text{ big-bag}.$$

Корисна площа складу на причалі, використовувана для зберігання феросплавів, визначається за формулою [21]:

$$S_{збер} = \Delta F \cdot Z = 1,4 \cdot 1123 = 1572,2 \text{ м}^2. \quad (2.29)$$

Площа проходів і проїздів розраховується за формулою [21]:

$$S_{пр} = S_{збер} \cdot k_{пр} = 1572,0 \cdot 1,2 = 1886,4 \text{ м}^2. \quad (2.30)$$

де $k_{пр}$ - коефіцієнт площі проходів і проїздів площі зберігання; при використанні для складських робіт кранового встаткування $k_{пр} = 1,2$.

За формулою (2.26) розрахуємо загальну площу складу феросплавів:

$$S_{заг} = 1572,2 + 1886,4 = 3459 \text{ м}^2.$$

Ширина майданчика для зберігання феросплавів на причалі порту Нікополь визначається за формулою [21]:

$$b_{скл} = L_{стр} - 2 \cdot \Delta - b_{a/\partial}, \quad (2.31)$$

де L_{cmp} - максимальний виліт стріли порталного крана, м; $L_{cmp} = 32$ м;

$b_{a/d}$ - ширина автодороги, м; $b_{a/d} = 4,0$ м;

Δ - габарит наближення контейнерів big-bag до осі підкранової колії порталного крана, м; $\Delta = 1,7$ м.

$$b_{скл} = 32,0 - 2,8 - 4,0 = 25,2 \text{ м.}$$

Довжину майданчика розрахуємо за формулою [6]:

$$L = \frac{S_{скл}}{b_{скл}} = \frac{3459}{25,2} = 137 \text{ м.} \quad (2.32)$$

Розрахована довжина складу відповідає наявній довжині причалу – 292 м, тому в порту можна організувати зберігання й нагромадження феросплавів на суднову партію.

Висота складування при укладанні (розбиранні) контейнерів big-bag з феросплавами порталним краном при знаходженні робітників на штабелі – 2 яруси. При висоті контейнера 1,25 м, висота ярусу становить 2,5 м.

При поштучному формуванні штабеля крайні по периметру штабеля контейнери big-bag укладаються кліткою. Усередині штабеля контейнер парного ряду укладають уздовж штабеля, непарного ряду – поперек. Через 1,5 м по висоті роблять уступ шириною не менш 1,3 м по периметру штабеля.

2.6.2 Технологічне проектування причального складу феросплавів

Оперативний складський майданчик, призначений для складування феросплавів, розташовується в прикордонній частини причалу в зоні дії порталних кранів. Складський майданчик відповідає вимогам технічних, санітарних і протипожежних норм, а також вимогам безпеки праці. Залізничні й підкранові колії пере-

бувають на одному рівні з покриттям майданчика. Штабелі на майданчику розміщують із дотриманням наступних мінімальних проходів і проїздів:

- оскільки на проектованому складі висота штабеля 2,5 м, то ширину проходу між штабелями приймаємо 2,0 м;
- ширину поздовжнього магістрального проїзду між групами штабелів приймаємо 4,0 м (для одностороннього руху пожежного автотранспорту).

Кількість штабелів по ширині майданчика визначимо за формулою [22]:

$$n_{\text{конт}} = \frac{b_{\text{скл}}}{b_{\text{конт}} + b_z} = \frac{24,6}{1,0 + 0,2} = 20,5 \text{ од.}; \text{ приймаємо } 20 \text{ од.}, \quad (2.33)$$

де $b_{\text{конт}}$ - ширина контейнера big-bag у завантаженому стані, м;

b_z - ширина зазору між контейнерами, м.

Таким чином, з кожного боку від поздовжнього проїзду розташовуємо штабель з м'якими контейнерами big-bag. Кожний штабель має місткість 400 big-bag:

- 10 big-bag – по ширині майданчика;
- 20 big-bag – по довжині майданчика;
- 2 big-bag – по висоті майданчика.

Габаритний розмір кожного штабеля становить із урахуванням зазорів між вантажними одиницями 12000×24000 мм.

Ємність складу становить 6226 т або $6226/1,98 = 3145$ big-bag.

Кількість штабелів для зберігання big-bag з феросплавами при ємності одного штабеля 400 big-bag складе: $3144/400 = 8$. Так як штабелі розташовані по дві сторони від поздовжнього проїзду, тоє їх кількість по довжині майданчика – $8/2 = 4$. Між штабелями також передбачаємо поперечні проїзди для автотранспорту шириною 4,0 м.

За компоувальною схемою максимальна довжина складу на причалі склала 106,0 м, що відповідає розрахунковій довжині складу.

Схему складу для зберігання феросплавів на причалі наведено на слайді 6 графічної частини роботи.

2.7 Розробка технологічних графіків обробки транспортних засобів у порту

Найважливіші засоби організації раціональної обробки судів і засобів наземного транспорту в порту – технологічний процес роботи порту. Технологічним процесом установлюється й погоджується тривалість, місце, час і порядок виконання всіх послідовних і сполучених операцій з обробки та обслуговування транспортних засобів у порту з моменту їхнього прибуття до моменту відправлення. При цьому передбачається порядок використання технічних засобів і робочої сили й призначаються відповідальні за своєчасне і якісне обслуговування при виробництві кожної операції.

Операції технологічного процесу визначають необхідний порядок рейдового обслуговування, вантажної обробки й постачання транспортних судів, а також порядок використання технічних засобів.

Технологічний графік обробки рухомого складу повинен ураховувати кількість працюючих кранів і кількість одиниць прибулого рухомого складу, технологічні норми часу на розвантаження, навантаження, приймання вантажу й інших норм часу. Термін дії графіка – певний календарний період (місяць, квартал, півріччя, рік).

2.7.1 Розробка технологічних графіків обробки вагонів в порту

За пропонованим варіантом розробляємо технологічні графіки обробки залізничного рухомого складу:

- технологічний графік обробки подачі з 6 піввагонів на причалі порту при вивантаженні феросплавів у big-bag;
- технологічний графік обробки составу в порту Нікополь.

Тривалість технологічних операцій при обробці вагонів приймається за ЄТП, а тривалість вантажних операцій – відповідно до виконаних розрахунків. Вагони на причал подаються подачами по 6 вагонів. Інші вагони або очікують подачі на вантажний фронт на коліях станції (до розвантаження), або очікують початок формування складу порожніх вагонів (після розвантаження) для відправлення їх на загальну мережу УЗ.

Обробка складу завантажених вагонів у порту, які надходять під розвантаженням феросплавів у big-bag, за пропонуваного варіанту включає операції, тривалість яких дана в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Норми часу на виконання операцій технологічного процесу обробки вагонів

Найменування операції	Час, хв.
Операції з прибуття-вибуття вагонів по станції	5,0
Обробка складу по прибуттю на коліях станції	30,0
Обробка складу по відправленню зі станції	20,0
Розформування-формування складу поїзда	30,0
Подача вагонів на вагову колію – збирання з вагової колії	6,0
Зважування вагонів (на один вагон)	2,0
Подача вагонів на причал – прибирання вагонів із причалу	10,0
Розміщення вагонів на коліях причалу, подача крана	10,0
Розвантаження феросплавів у big-bag з піввагонів (на 1 вагон)	60,0
Відмітка в книзі вивантаження вантажу (на 1 вагон)	3,0
Передача документів на вивантажені вагони у товарну контору	5,0

Завантажені вагони з приймально-відправних колій портової станції подаються маневровим локомотивом на вагову колію, де відбувається їхнє зважування без розчеплення. Час зважування 6 вагонів – 12 хвилин (по 2 хвилини на один вагон). Вагони через вагову колію проходять зі швидкістю 3 км/год.

З вагової колії вагони подаються на причал і розставляються маневровим локомотивом на дві розвантажувальні колії. Після відчеплення завантажених вагонів локомотив убирається на портову станцію.

До розвантаження виконують зовнішній комерційний огляд вагонів. Потім подають порталні крани до місця установки вагонів на причалі.

Завантажені вагони розвантажуються порталним краном із траверсним захватом. Розвантаження виконується двома порталними кранами. Після завершення розвантаження вагону, порталний кран переїжджає до наступного вагону і вивантажує його. Інтервал між розвантаженням вагонів становить 3 хв. (час на пересування порталного крана уздовж вантажного фронту). Загальний час вивантаження вагонів становить 186 хвилин. По закінченні розвантаження вносяться дані в Книгу вивантаження вантажів, і оформляються документи на порожні вагони.

Після передачі повідомлення начальникові станції про готовність вагонів до збирання, маневровий локомотив подається зі станції на причал. Локомотив збирає вагони з розвантажувальних колій і подає їх на вагову колію. Після зважування порожні вагони переставляються на відправні колії портової станції.

Загальний час обробки однієї подачі з 6 вагонів за пропонованим варіантом становить 318 хвилин або 5,3 год.

Графік обробки однієї подачі представлений на слайді 7 графічної частини роботи.

На підставі технологічного графіка обробки однієї подачі, розробляємо графік обробки складу вагонів з феросплавами на коліях порту, який представлений на слайді 8 графічної частини роботи.

На портову станцію прибуває із зовнішньої мережі склад з 24 завантажених вагонів. Після відчеплення магістрального локомотива й виконання операцій по прибуттю, до вагонів причіпляють маневровий локомотив. Склад розформовується на 4 подачі, тому що місткість вантажного фронту на причалі розрахована на постановку 6 вагонів.

Після розформування вагони маневровим локомотивом подаються на вантажний фронт у порядку, що визначений технологічним графіком обробки подачі. Вивантажені вагони з вагової колії виставляються на колію нагромадження порожніх вагонів станції Порт Нікополь. Після збирання з вантажного фронту на колію відправлення останньої подачі порожніх вагонів, починають формування составу.

По закінченні формування до составу порожніх вагонів причіпляється поїзний локомотив. Після виконання операцій по відправленню, состав відправляється на зовнішню мережу УЗ.

Загальний час обробки составу у порту – 1486 хв. або 24,8 год.

За кожну годину знаходження вагонів на коліях порту з вантажовласника стягується плата за користування вагонами.

2.7.2 Розробка технологічного графіка обробки суден в порту

Технологічні карти розвантаження й завантаження судів є основним керівним документом для оперативного персоналу, що провадить перевантажувальні роботи. В них приводяться раціональний спосіб вантажної обробки судна, розміщення перевантажувальних засобів і робочої сили, порядок виконання операцій тощо.

Технологічний процес обробки судна являє собою раціональну сукупність всіх послідовно й паралельно виконуваних операцій із судном і норм витрат часу на кожну з них, з моменту прибуття в порт до моменту відправлення в рейс. При розробці технологічних процесів повної обробки в них включають як основні (вантажні), так і допоміжні (постановка до причалу тощо) операції з урахуванням не тільки їхнього скорочення, але й максимального сполучення за часом. Норми витрат часу на виконання окремих операцій (швартування, постачання, технічний

огляд, оформлення документів тощо) установлюють на підставі хронометражних спостережень. Норми часу на вантажні операції визначені у підрозділі 2.5.

Норми часу на технологічні операції по обробці судна наведені в табл. 2.6.

Стрічковий технологічний графік обробки судна в порту будуємо в масштабі часу. Він відображає загальні витрати часу на виконання певної технологічної або вантажної операції.

Таблиця 2.6 – Норми часу на виконання операцій по обробці суден при завантаженні феросплавів

Найменування операції	Час, год.
Прибуття судна на рейд порту й передача повідомлення	1,0
Одержання дозволу на захід судна в порт	1,0
Подача судна на причал – прибирання з причалу на рейд	0,25
Швартування – відшвартування судна	0,25
Проведення сюрвеєрських вимірів	1,0
Оформлення акту сюрвеєрського виміру осадки судна	1,0
Одержання дозволу від митних органів на завантаження	0,5
Відкриття люків для завантаження судна	0,5
Завантаження феросплавів в big-bag	по розрахунках
Одержання дозволу на вихід судна з порту	1,0
Відправлення судна з рейду порту в рейс	1,0

На слайді 9 графічної частини магістерської роботи показуємо технологічний графік обробки судна при навантаженні феросплавів в порту Нікополь за проєктним варіантом. Час обробки судна на причалі становить:

- навантаження при роботі двох портальних кранів – 22,4 год.;
- загальна тривалість підготовчих операцій – 3,25 год.;
- загальна тривалість заключних операцій – 2,75 год.

Сумарний час обробки судна на причалі при навантаженні феросплавної продукції по проєктному варіанту складе: $22,4 + 6,0 = 28,3$ год.

Загальний час знаходження судна в порту Нікополь складає: 31,2 год.

2.10 Визначення тарифної відстані й провізної плати за перевезення феросплавів залізничним транспортом

Для розрахунків витрат на доставку феросплавної продукції із заводу в порт відвантаження Чорноморськ необхідно визначити тарифну відстань перевезення залізничним транспортом і провізну плату. Тарифну відстань перевезення феросплавів по залізниці визначаємо по [25].

Станцією відправлення є станція Нікополь Придніпровської залізниці. Код станції – 466001. Станція не є транзитним пунктом. Найближчі транзитні пункти: станція Запоріжжя Ліве (85 км); станція Апостолово (59 км).

Станцією призначення є станція Чорноморськ-Експорт Одеської залізниці. Код станції – 402103. Станція є транзитним пунктом.

По таблиці тарифних відстаней між транзитними пунктами [25] спочатку визначаємо відстань між станцією Чорноморськ-Експорт і найближчими транзитними пунктами до станції Нікополь, а потім знаходимо загальну відстань перевезення для двох можливих шляхів проходження вантажу:

Нікополь – Запоріжжя Ліве – Чорноморськ-Експорт

$$86 + 798 = 884 \text{ км};$$

Нікополь – Апостолово – Чорноморськ-Експорт

$$59 + 539 = 598 \text{ км}.$$

Мінімальну відстань дає шлях проходження вантажу через Апостолово, отже, дана тарифна відстань (598 км) і є тарифною відстанню перевезення.

Після розрахунків тарифної відстані перевезення визначимо провізну плату за перевезення феросплавів із заводу в Чорноморськ.

Існуючий варіант.

За існуючим варіантом вся феросплавна продукція відвантажується у великотоннажні 40ф контейнери. Контейнери перевозяться залізницею на фітінгових платформах. Для доставки феросплавів використовуються орендовані контейнери.

За умовами зовнішньоторговельних контрактів доставка продукції здійснюється в такий спосіб.

1. Продукція покупцям з таких країн, як США, Іспанія, Нідерланди, Греція й Туреччина доставляється в контейнерах морськими суднами. Базисна умова поставки – FOB (франко-борт із порту відвантаження Чорноморськ). Загальний обсяг продукції, що відправляється через Чорноморськ за існуючим варіантом, за даними табл. 2.2 становить:

$$Q_{\text{мор}} = 126700 + 84900 = 211600 \text{ т/рік.}$$

Тариф за перевезення завантаженого контейнера з Нікопольського заводу феросплавів в порт Чорноморськ та повернення порожнього за тарифними схемами 10.2, 10.5 [26] складе:

$$T_{\text{вант конт}}^{\text{вант}} = 4513 \text{ грн.}$$

Провізну плату визначаємо з урахуванням коефіцієнта до Збірника тарифів [26]. Для оплати перевезень великотоннажних контейнерів застосовується коефіцієнт 1,885. Таким чином, провізна плата за 1 контейнер (перевезення навантаженого контейнера й повернення порожнього) при залізничному перевезенні із заводу в порт Чорноморськ складе:

$$П_{\text{конт}}^{\text{порт}} = 4513 \cdot 1,885 = 8507 \text{ грн.}$$

Річна кількість контейнерів, що відвантажуються покупцям через порт Чорноморськ, складе:

$$N_{\text{конт}}^{\text{мор}} = \frac{Q_{\text{мор}}}{q_{\text{конт}}^{\text{вант}}} = \frac{211600}{30} = 7054 \text{ контейнера.}$$

2. Продукція в такі країни, як Польща й Австрія, ближнє зарубіжжя доставляється в контейнерах залізничним транспортом. За умовами зовнішньоторговельних контрактів продавець (Нікопольський феросплавний завод) зобов'язаний оплатити залізничне перевезення навантажених контейнерів до прикордонної станції, а також повернення порожніх контейнерів від прикордонної станції до Нікополя.

При відправленні в Польщу, вагони з феросплавною продукцією зі станції Нікополь прямують до прикордонної станції Мостиска II Львівської залізниці. Станція є транзитним пунктом. Під час перевезення залізницею в Австрію прикордонною станцією є станція Батево Львівської залізниці.

Тарифні відстані перевезення й плата за перевезення контейнерів для цих напрямків наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок провізної плати за контейнер при залізничному перевезенні за існуючим варіантом [25,26]

Прикордонна станція	L_m , км	Тариф, грн.	Коефіцієнт до тарифу	Провізна плата, грн.
Мостиська II	1159	7819	1,885	14739
Батево	1333	8618	1,885	16245

Річна кількість контейнерів, що доставляються покупцям тільки залізничним транспортом, за даними таблиці 2.2, складе:

- Польща

$$N_{\text{конт}}^{\text{Польща}} = \frac{27400}{30} = 914 \text{ контейнерів};$$

- Австрія

$$N_{\text{конт}}^{\text{Австрія}} = \frac{23000}{30} = 767 \text{ контейнерів.}$$

За *проектним варіантом* пропонується феросплавну продукцію відвантажувати в м'яких контейнерах big-bag.

Відвантаження покупцям з Туреччини й Греції буде проводитися через порт Нікополь з подальшим перевезенням суднами змішаного плавання «ріка – море». Завезення в порт – залізничним транспортом, у піввагонах.

Для замовників зі США, Іспанії й Нідерландів, феросплави в big-bag перевозяться в піввагонах у порт Чорноморськ, а потім відвантажуються на суховантажні судна.

Для покупців з Польщі й Австрії – доставка продукції залізницею в піввагонах.

Провізну плату за залізничне перевезення big-bag у піввагонах визначаємо за тарифною схемою № 1 [25]. Кількість феросплавів у піввагоні – 71,5,0 т. Розрахункова маса, для якої нараховується провізна плата, становить 72 т. коефіцієнт індексації тарифів для феросплавів складає 2,419.

Тариф за перевезення вантажу в універсальному вагоні визначається за формулою:

$$T_{пер}^{зал} = I + B, \quad (2.34)$$

де I - інфраструктурна складова тарифу, грн.;

B - вагонна складова тарифу при перевезенні вантажу в вагонах парку Укрзалізниці, грн.

Провізна плата за перевезення вантажу визначається за формулою:

$$П_{пер}^{зал} = T_{пер}^{зал} \cdot K, \quad (2.35)$$

де K - коефіцієнт коригування провізної плати, який встановлюється Укрзалізницею.

Тариф і провізна плата за перевезення феросплавів в контейнерах big-bag залізницею наведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок провізної плати за вагон при залізничному перевезенні за проектним варіантом [25,26]

Найменування станції	L_m , км	Тариф, грн.			Коефіцієнт до тарифу	Провізна плата, грн.
		I	B	T		
Мостиська II	1159	10002	1661	11663	2,419	28213
Батєво	1333	10476	1743	12219	2,419	29558
Чорноморськ	598	5209	887	6096	2,419	14746
Нікополь порт	15	808	190	998	2,419	2414

За подачу вагонів з підприємства в порт Нікополь розрахунки здійснюються за угодою. Вартість перевезень між феросплавним заводом та портом визначається згідно тарифів розділу 2 [26]. Вагони з феросплавами в big-bag здаються на станцію складами з 24 вагонів.

Тариф за одну подачу-прибирання 24 вагонів при довжині з'єднувальної колії 9,5 км складає $3034,3 \cdot 2 = 6068,6$ грн.

Плата з урахуванням коригувального коефіцієнта складе:

$$П_{под-пр}^{24ваг} = 6068,6 \cdot 3,023 = 18345 \text{ грн.}$$

Річна кількість вагонів, що подаються з феросплавами в річковий порт Нікополь за формулою (2.21) складе:

$$N_{річн}^{ваг} = \frac{84900}{70,75} = 1200 \text{ вагонів.}$$

Визначені значення надалі будемо використовувати в економічній частині для визначення витрат на перевезення феросплавної продукції за існуючим і проектним варіантах.

З ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків

В роботі розглядаються питання вдосконалення технології й організації відвантаження й доставки феросплавної продукції Нікопольського феросплавного заводу.

Існуючий варіант.

За існуючим варіантом вся продукція з підприємства відвантажується у великотоннажних 40ф контейнерах міжнародного стандарту ISO.

Феросплави в контейнери завантажуються мінінавантажувачами Bobcat S330H.

Навантаження контейнерів з феросплавами на платформи й розвантаження порожніх контейнерів виконується козовим контейнерним краном ККК вантажопідйомністю 40,0 т.

Завод для доставки продукції орендує контейнери в Українського Державного Центру транспортного сервісу «Ліски». Це підприємство також надає спеціалізовані фітінгові платформи для перевезення контейнерів залізницею.

Основна частина продукції в контейнерах із заводу доставляється залізничним транспортом у порт Чорноморськ, а потім відвантажується на морські судна з наступною доставкою споживачам в порти Іспанії, Нідерландів, США. Покупцям з Польщі й Австрії продукція в контейнерах доставляється по залізниці.

На завод вертаються порожні контейнери.

Пропонований варіант.

У зв'язку з тим, що імпортери укладають договори про поставку феросплавів у дробленому виді, то пропонується організувати доставку продукції в м'яких контейнерах big-bag. Для завантаження феросплавів в big-bag необхідно організувати комплекс по затарюванню вантажу в м'які контейнери. Для завантаження big-bag у вагони будемо використовувати однобалковий електричний кран вантажопідйомністю 5,0 т.

Використання м'яких контейнерів big-bag для відправлення феросплавів з підприємства дозволить відвантажувати продукцію на судна не тільки через морський порт Чорноморськ, але й через порт Нікополь, який є структурним підрозділом ДП «Запорізький річковий порт».

Запропонована така схема відвантаження продукції замовникам.

1. Для морського перевезення продукції в такі країни, як Туреччина й Греція пропонується використовувати судна типу «ріка – море» з відвантаженням і відправленням з порту Нікополь. Глибина води біля причалів порту (5,5 м) дозволяє обробляти суду водотоннажністю 5000 т. Період навігації порту Нікополь становить 300 днів у році. Для завезення феросплавів в порт Нікополь пропонується використовувати залізничні піввагони.

2. Для морського перевезення продукції в порти Іспанії, Нідерландів і США використовуються морські судна типу «рапах» дедвейтом 10000 т з відвантаженням з Чорноморська. Завозити феросплавну продукцію з підприємства в порт будемо піввагонами, у які на заводі завантажують м'які контейнери big-bag. Після вивантаження піввагони здаються залізниці, а не повертаються на підприємство, як у цей час.

3. Для відвантаження продукції імпортерам з Польщі й Австрії також використовуємо м'які контейнери big-bag і піввагони. У цьому випадку вантаж з Нікопольського феросплавного заводу доставляється на підприємства замовників залізницею. У цьому випадку заводу також не потрібно оплачувати повернення транспортних засобів, тому що після вивантаження в одержувачів, порожні вагони здаються залізниці.

Для порівняння варіантів необхідно виконати такі розрахунки.

Існуючий варіант:

- визначити експлуатаційні витрати на організацію відвантаження феросплавів у контейнери на заводі;
- розрахувати витрати на залізничне перевезення великотоннажних контейнерів з феросплавною продукцією за існуючим варіантом;
- визначити річні витрати на оренду великотоннажних контейнерів;

- розрахувати витрати на перевалку контейнерів у порту Чорноморськ.

Пропонований варіант:

- капітальні витрати на придбання встаткування для затарювання феросплавів у м'які контейнери big-bag;
- річні витрати на придбання м'яких контейнерів big-bag, які є безповоротною тарою;
- експлуатаційні витрати на переробку феросплавів на підприємстві;
- експлуатаційні витрати на переробку феросплавів у big-bag у портах Нікополь та Чорноморськ;
- річні витрати на залізничне перевезення феросплавів в big-bag по проектному варіанту.

3.2 Визначення економічних показників за існуючим варіантом

3.2.1 Розрахунок експлуатаційних витрат на вантажопереробку феросплавів на заводі

Для відвантаження феросплавної продукції за існуючим варіантом використовуються такі засоби механізації:

- мінінавантажувачі Bobcat S330H, які завантажують феросплави у велико-тоннажні 40ф контейнери; кількість навантажувачів – 5 од.;
- козловий кран ККК, оснащений спредером; кран використовується для вантажних операцій з контейнерами.

Балансова вартість:

- одного навантажувача – 519200 грн.; загальна вартість – 2596000 грн.
- козлового крана зі спредером становить 1812500 грн.

Річні експлуатаційні витрати на відвантаження феросплавів із заводу визначаємо за формулою [27]:

$$\Sigma B_{\text{заг}} = B_{\text{з.пл.}} + B_{\text{соц}} + B_{\text{аморт}} + B_p + B_{\text{ел}} + B_{\text{нал}} + B_{\text{мом}} + B_{\text{ін}} + B_{\text{вир}}, \quad (3.1)$$

де $B_{\text{з.пл.}}$ - витрати на виплату заробітної плати, грн.;

$B_{\text{соц}}$ - витрати на оплату соціальних відрахувань, грн.;

$B_{\text{аморт}}$ - амортизаційні відрахування на встаткування і пристрої, грн.;

B_p - витрати на поточний ремонт і утримання устаткування, грн.;

$B_{\text{ел}}$ - витрати на електроенергію, грн.;

$B_{\text{нал}}$ - витрати на паливо для навантажувачів Bobcat, грн.;

$B_{\text{мом}}$ - витрати на мастильні й обтиральні матеріали, грн.;

$B_{\text{ін}}$ - оплата інших витрат, грн.;

$B_{\text{вир}}$ - загальновиробничі витрати, грн.

Заробітну плату працівників, зайнятих на відвантаженні феросплавів, розраховуємо за формулою [27]:

$$B_{\text{з.пл.}} = \Sigma T_{\text{річн}} \cdot C_{\text{з.пл.}}^{\text{год}}, \quad (3.2)$$

де $\Sigma T_{\text{річн}}$ - сумарний річний фонд робочого часу, год.;

$C_{\text{з.пл.}}^{\text{год}}$ - годинна заробітна плата робітника, грн.; визначається за формулою [27]:

$$C_{\text{з.пл.}}^{\text{год}} = [C_{\text{год}} + C_{\text{год}}(K_1 + K_2)] \cdot K_{\text{пр}}, \quad (3.3)$$

де $C_{\text{год}}$ - годинна тарифна ставка робітника певної професії, грн.;

K_1 - доплата за інтенсивність роботи, грн.; 15 % від $C_{\text{год}}$;

K_2 - доплата за професійну майстерність, грн.; 20 % від $C_{\text{год}}$;

$K_{\text{пр}}$ - преміальні виплати, грн.; 30% від $C_{\text{з.пл.}}^{\text{год}}$.

За розрахунками у проектній частині, фонд робочого часу робітників при відвантаженні феросплавної продукції склав:

- для машиніста козлового крана: 3180 годин;
- для водіїв навантажувача: 17596 годин.

Годинна тарифна ставка:

- для машиніста крана: 42,89 грн.;
- для водія навантажувача: 40,97 грн.

Визначимо годинну й річну заробітну плату по формулах (3.2) – (3.3):

- для машиніста крана

$$C_{з.пл}^{год} = [42,89 + 42,89(0,15 + 0,2)] \cdot 1,3 = 75,27 \text{ грн.};$$

$$B_{з.пл} = 75,27 \cdot 3180 = 239359 \text{ грн.};$$

- для водія навантажувача Bobcat

$$C_{з.пл}^{год} = [40,97 + 40,97(0,15 + 0,2)] \cdot 1,3 = 71,90 \text{ грн.};$$

$$B_{з.пл} = 71,90 \cdot 17596 = 1265152 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітна плата робітників, зайнятих відвантаженням феросплавів, складе:

$$\Sigma B_{з.пл}^{існ} = 239359 + 1265152 = 1504511 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок для підприємств – 22,0 %. Визначимо нарахування на заробітну плату:

$$\Sigma B_{соц}^{існ} = 1504511 \cdot 0,22 = 330992 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на встаткування, задіяне в процесі відвантаження феросплавів, розраховується за формулою [27]:

$$B_{аморт} = \frac{K_{\sigma} \cdot a_i}{100}, \quad (3.4)$$

де K_{σ} - балансова вартість устаткування, грн.;

a_i - норми відрахувань, %: для навантажувача – 40 % річних (10 % на квартал); для козлового крану – 24 % річних (6 % на квартал).

Розрахунок витрат на амортизацію козлового крана й мінінавантажувачів за існуючим варіантом наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок відрахувань на амортизацію за існуючим варіантом

Тип устаткування	Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Козловий кран	1812500	1703750	1601525	1505433	108750	102225	96092	90326
Навантажувачі	2596000	2336400	2102760	1892484	259600	233640	210276	189248
Усього за існуючим варіантом					1290157			

Витрати на силову електроенергію визначаються за формулою [27]:

$$B_{ел} = W \cdot T_{заг} \cdot \eta_{доп} \cdot K_n \cdot K_{час} \cdot C_{ел}, \quad (3.5)$$

де W - сумарна потужність установлених електродвигунів, кВт·год; за даними табл. 1.5 для козлового крану: $W = 160 + 18,5 \cdot 2 + 30 \cdot 2 = 257$ кВт;

$T_{заг}$ - фонд робочого часу встаткування, год.; по розрахунках для козлового крану $T_{заг} = 3180$ год.;

$\eta_{доп}$ - коефіцієнт, який ураховує додаткову потребу електроенергії для компенсації втрат в електричній мережі, $\eta_{доп} = 1,15$;

K_n - коефіцієнт використання електродвигунів по потужності, $K_n = 0,95$;

$K_{час}$ - коефіцієнт використання встаткування за часом, $K_{час} = 0,87$;

$C_{ел}$ - вартість 1 квт·год електроенергії, грн.; $C_{ел} = 2,244$ грн.

$$B_{el}^{icn} = 257 \cdot 3180 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 2,244 = 1743106 \text{ грн.}$$

Витрати на дизельне паливо для навантажувачів визначаємо за формулою [27]:

$$B_{нал} = P \cdot \alpha_1^{нал} \cdot C_{нал}, \quad (3.6)$$

де P - обсяг виконаної роботи, маш·год; $P = 17596$ маш·год;

$\alpha_1^{нал}$ - норма витрати палива на 1 маш·год, л; $\alpha_1^{нал} = 5,1$ л/год.;

$C_{нал}$ - ціна 1л палива, грн.

$$B_{нал}^{icn} = 17596 \cdot 5,1 \cdot 28,0 = 2512709 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали приймаємо в розмірі:

- для встаткування – 10 % від витрат на електроенергію;
- для навантажувачів – 30 % від витрат на паливо:

$$B_{мом}^{icn} = 1743106 \cdot 0,1 + 2512709 \cdot 0,3 = 928123 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт і утримання встаткування визначаються за формулою [23]:

$$B_p = \frac{K_{\delta} \cdot a_p}{100}, \quad (3.7)$$

де a_p - норми відрахувань на поточний ремонт, %; приймаємо для козлового крану і навантажувачів $a_p = 5$ % від балансової вартості.

$$B_p^{icn} = \frac{(2596000 + 1812500) \cdot 5,0}{100} = 220425 \text{ грн.}$$

Інші витрати становлять 10 % від витрат на заробітну плату, амортизацію, ремонт, електроенергію, паливо, мастильно-обтиральні матеріали:

$$B_{in}^{icn} = 0,1 \cdot (1504511 + 1290157 + 1743106 + 2512709 + 928123 + 220425) = 819903 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати становлять 84 % від фонду заробітної плати:

$$B_{vir}^{icn} = 1504511 \cdot 0,84 = 1263789 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на відвантаження феросплавної продукції із заводу за існуючим варіантом складуть:

$$\begin{aligned} \Sigma B_{відвант}^{icn} &= 1504511 + 330992 + 1290157 + 1743106 + 2512709 + \\ &+ 928123 + 220425 + 819903 + 1263789 = 10613716 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2.2 Розрахунок річних витрат на оренду контейнерів і залізничне перевезення

Орендна плата за користування контейнерами Українського Центру сервісного транспортного обслуговування «Ліски» становить 2,0 \$ = 50,0 грн./добу. Контейнери орендуються протягом всього року.

Парк контейнерів для організації перевізного процесу доставки феросплавної продукції визначимо за формулою [23]:

$$N_{\text{конт}} = \frac{Q_{\text{річн}} \cdot T_{\text{об}} \cdot K_p}{q_{\text{конт}} \cdot T_{\text{річн}}}, \quad (3.8)$$

де $Q_{\text{річн}}$ - річний обсяг відвантаження феросплавної продукції, т/рік; за даними табл. 2.2 $Q_{\text{річн}} = 262000$ т/рік;

$T_{\text{об}}$ - час обороту одного контейнера, діб; за даними підприємства середній оборот одного контейнера становить 30 діб;

K_p - коефіцієнт, що враховує знаходження контейнерів у ремонті; $K_p = 1,1$;

$T_{річн}$ - кількість днів по відвантаженню продукції, діб; $T_{річн} = 365$ діб;

$q_{конт}$ - маса феросплавної продукції в контейнері, т; $q_{конт} = 30,0$ т.

$$N_{конт} = \frac{262000 \cdot 30 \cdot 1,1}{30,0 \cdot 365} = 789,6; \text{ приймаємо } 800 \text{ контейнерів.}$$

Витрати на оренду великотоннажних контейнерів за існуючим варіантом складуть:

$$B_{ор}^{конт} = 50,0 \cdot 800 \cdot 365 = 14600000 \text{ грн.}$$

Тарифну відстань перевезення між станцією Нікополь та станціями Чорноморськ Експорт і прикордонними станціями було визначено в основній частині магістерської роботи (п. 2.10). розрахунок витрат на оплату провізної плати наведено в табл. 3.2.

У таблиці прийняті такі позначення:

- річний вантажопотік $Q_{річн}$;
- річна кількість контейнерів $N_{річн}^{конт}$;
- тариф за перевезення феросплавів в одному контейнері $T_{конт}$;
- провізна плата за вагон з урахуванням коефіцієнта $П_{конт}^{зал}$;
- річні витрати на залізничне перевезення $\Sigma B_{річн}^{існ}$.

Таблиця 3.2 – Розрахунок провізної плати за залізничне перевезення феросплавної продукції за існуючим варіантом [25,26]

Країна-імпортер	Місце поставки товару за контрактом	$Q_{річн}$, т/рік	$N_{річн}^{конт}$	$T_{конт}$, грн.	$П_{конт}^{зал}$, грн.	$\Sigma B_{річн}^{існ}$, грн.
1	2	3	4	5	6	7
Польща	Ст. Мостиська II	27400	914	7819	14739	13471446
Австрія	Ст. Батєво	23000	767	8618	16245	12459915

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7
Нідерланди	Порт Чорноморськ	39300	1310	4513	8507	11144170
Іспанія	Порт Чорноморськ	34400	1147	4513	8507	9757529
США	Порт Чорноморськ	53000	1767	4513	8507	15031869
Туреччина	Порт Чорноморськ	41100	1370	4513	8507	11654590
Греція	Порт Чорноморськ	43800	1460	4513	8507	12420220
Сумарні річні витрати на залізничне перевезення						85939739

Загальні річні витрати на залізничні перевезення феросплавів в орендованих контейнерах за існуючим варіантом склали:

$$\Sigma B_{зал}^{існ} = 14600000 + 85939739 = 100539739 \text{ грн.}$$

3.2.3 Розрахунок річних витрат на переробку контейнерів в порту Чорноморськ за існуючим варіантом

Оплата перевалочних робіт у портах базується на розмірі акордної ставки за перевалку 1 т вантажу або за контейнер, яка містить в собі вартість усіх перевантажувальних робіт.

Річні експлуатаційні витрати на переробку контейнерів з феросплавною продукцією визначимо по акордній ставці, яка в морському торговельному порту Чорноморськ за один 40ф контейнер становить 124,2 \$ = 3105 грн.

За рік через порт відвантажується:

$$1310 + 1147 + 1767 + 1370 + 1460 = 7054 \text{ контейнерів з феросплавами.}$$

Сумарні витрати на переробку контейнерів у морському торговельному порту Чорноморськ складуть:

$$\Sigma B_{порт}^{конт} = 3105 \cdot 7054 = 21902670 \text{ грн.}$$

Сумарні річні витрати на відвантаження й доставку феросплавної продукції за існуючим варіантом наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Річні експлуатаційні витрати за існуючим варіантом

Найменування витрат	Величина, грн.
1. Витрати на відвантаження феросплавної продукції із заводу	10613716
2. Витрати на залізничне перевезення	85939739
3. Витрати на оренду контейнерів	14600000
4. Витрати на переробку в порту Чорноморськ	21902670
Загальна сума витрат	133056125

3.3 Визначення економічних показників за пропонованим варіантом

3.3.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Для організації відвантаження феросплавів закордонним покупця необхідно придбати комплекс по затарюванню продукції в м'які контейнери big-bag.

Розрахунковий обсяг відвантаження (табл. 2.2):

$$Q_{\text{доб}}^{\text{розр}} = 1173,58 \text{ т/добу.}$$

Кількість big-bag, що відвантажуються за добу:

$$n_{\text{доб}}^{\text{big-bag}} = \frac{1173,58}{1,31} = 896 \text{ од.}$$

Продуктивність комплексу для затарювання феросплавів у м'які контейнери становить 15 big-bag /год.

Визначимо кількість відвантажувальних комплексів за формулою:

$$N_{\text{комп}} = \frac{n_{\text{доб}}^{\text{big-bag}}}{\Pi_{\text{комп}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}}}, \quad (3.9)$$

де $\Pi_{\text{комп}}$ - продуктивність комплексу по затарюванню, од./год;

$n_{\text{зм}}$ - кількість змін роботи комплексу, $n_{\text{зм}} = 2$;

$t_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни, год.

$$N_{\text{комп}} = \frac{896}{15 \cdot 2 \cdot 8} = 3,9; \text{ приймаємо 4 комплекси.}$$

Таким чином, виходячи із продуктивності встаткування й обсягу відвантажувальної продукції, необхідно придбати 4 комплекси для затарювання феросплавів в big-bag.

До складу кожного комплексу входить:

- накопичувальний товарний бункер;
- транспортер;
- завантажувальний бункер з дозатором;
- платформні тензометричні ваги;
- навантажувач для зняття big-bag із платформних ваг і установки на вантажному фронті для наступного відвантаження на транспортні засоби;

У зоні відвантаження big-bag у вагони працюють однобалкові електричні крани вантажопідйомністю 5,0 т. Кількість однобалкових кранів визначається кількістю вантажних фронтів.

Для можливості виконання перевалочних операцій у порту Нікополь необхідно придбати траверсні захвати для розвантаження-навантаження big-bag.

Розрахунок додаткових капітальних вкладень на придбання встаткування для відвантаження феросплавів у big-bag наведений у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Додаткові капітальні вкладення на придбання встаткування й обладнання за пропонованим варіантом

Найменування встаткування	Кількість одиниць	Вартість од., грн.	Загальна вартість, грн.
Траверсний захват (для порту)	2	315000	630000
Комплекс із завантаження феросплавів в big-bag			
Накопичувальний товарний бункер	4	740000	2960000
Транспортер	4	378000	1512000
Завантажувальний бункер з дозатором	4	498800	1995200
Платформні ваги	4	210000	840000
Разом			7307200
Навантажувачі з електроприводом	4	624000	2496000
Однобалковий мостовий кран	4	510000	2040000
Загальна сума додаткових капітальних вкладень			12473200

3.3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на переробку феросплавів на заводі за пропонованим варіантом

Для відвантаження феросплавної продукції за пропонованим варіантом використовуються комплекти по затарюванню в big-bag.

Розрахуємо заробітну плату працівників, зайнятих затарюванням і відвантаженням феросплавів за пропонованим варіантом.

Розрахунки виконуємо при таких даних.

Кількість робочих змін – 2.

Річна кількість продукції, що відвантажується в big-bag: 262000 т/рік.

Річна кількість big-bag: $262000/1,31 = 200000$ од.

Час, який витрачають навантажувачі при передачі завантажених big-bag від завантажувального комплексу в зону відвантаження, на один big-bag становить – 3 хв.

Час на заповнення одного big-bag становить 4 хв. з урахуванням технологічних перерв приймаємо на один big-bag 5 хв.

Загальний час роботи навантажувачів при виконанні технологічних операцій складе:

$$T_{річн}^{нав} = 3 \cdot 200000 = 600000 \text{ хв.} = 10000 \text{ год.}$$

Час роботи пакувальників, які обслуговують комплекси по відвантаженню феросплавів в big-bag:

$$T_{річн}^{компл} = 5 \cdot 200000 = 1000000 \text{ хв.} = 16667 \text{ год.}$$

Час роботи однобалкових кранів за рік по розрахунках у проектній частині склав:

$$T_{річн}^{кран} = 8990 \text{ год.}$$

Годинна заробітна плата за формулою (3.3) склала:

- для машиністів крана: 42,89 грн.;
- для водіїв навантажувача: 40,97 грн.;
- для пакувальників: $C_{з.пл}^{год} = 35,67$ грн.

Визначимо річну заробітну плату за формулою (3.2):

- для крановиків

$$B_{з.пл}^{кран} = 42,89 \cdot 8990 = 385581 \text{ грн.};$$

- для водіїв навантажувача

$$B_{з.пл}^{нав} = 40,97 \cdot 10000 = 409700 \text{ грн.};$$

- для пакувальників

$$B_{з.пл}^{пак} = 35,67 \cdot 16667 = 594512 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітна плата складе:

$$\Sigma B_{з.пл}^{пк} = 385581 + 409700 + 594512 = 1389793 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на сплату єдиного соціального внеску:

$$\Sigma B_{соц}^{пк} = 1389793 \cdot 0,22 = 305754 \text{ грн.}$$

Балансова вартість устаткування наведена в табл. 3.4. Норма амортизаційних відрахувань для встаткування – 24 %. Розрахунок витрат на амортизацію встаткування за пропонованим варіантом наведений у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок відрахувань на амортизацію за пропонованим варіантом

Тип устаткування	Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Траверс. захват	630000	592200	556668	523268	37800	35532	33400	31396
Комплекс відван.	7307200	6868768	6456642	6069243	438432	412126	387399	364155
Навантажувачі	2496000	2346240	2205466	2073138	149760	140774	132328	124388
Мостовий кран	2040000	1917600	1802544	1694391	122400	115056	108153	101663
Усього за пропонованим варіантом					2734762			

Витрати на силову електроенергію визначаються за формулою (3.5) при таких значеннях:

- потужність двигунів однобалкового крана – 30,0 кВт;
- потужність двигунів комплексу із затарювання – 13,5 кВт;
- час роботи однобалкових кранів – 8990 год./рік;
- час роботи двигунів комплексу по завантаженню big-bag складе:

$$4 \cdot 200000 = 800000 \text{ хв.} = 13334 \text{ год./рік.}$$

$$B_{\text{вил.ел.}}^{\text{нр}} = (30,0 \cdot 8990 + 15,0 \cdot 13334) \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 2,244 = 1001828 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{ел}}^{\text{нав}} = \frac{I \cdot U}{1000} \cdot T \cdot n \cdot C_{\text{ел}}, \quad (3.10)$$

де I - сила струму, А;

U - напруга акумуляторних батарей, В; $U = 48$ В;

T - час зарядки акумуляторної батареї, ч.; $T = 8 \cdot 300 = 2400$ год.;

n - кількість навантажувачів, од.;

$C_{\text{ел}}$ - вартість 1 Квт·год споживаної електроенергії, грн.

$$B_{\text{ел.нав}}^{\text{нр}} = \frac{70 \cdot 48}{1000} \cdot 2400 \cdot 4 \cdot 2,244 = 72382 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на електроенергію за пропонованим варіантом складуть:

$$\Sigma B_{\text{ел}}^{\text{нр}} = 1001828 + 72382 = 1074210 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали складуть:

$$B_{\text{мом}}^{\text{нр}} = 1074210 \cdot 0,1 = 107421 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт та утримання устаткування (табл. 3.4) складуть:

$$B_{\text{рем}}^{\text{нр}} = 12473200 \cdot 0,05 = 623660 \text{ грн.}$$

Інші витрати становлять 10 % від витрат на заробітну плату, амортизацію, ремонт, електроенергію, мастильно-обтиральні матеріали:

$$B_{\text{ін}}^{\text{нр}} = 0,1 \cdot (1389793 + 2734762 + 1074210 + 107421 + 623660) = 592985 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати становлять 84 % від фонду заробітної плати:

$$B_{\text{вир}}^{\text{нр}} = 1389793 \cdot 0,84 = 1167426 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на відвантаження феросплавної продукції із заводу за пропонуваним варіантом складуть:

$$\begin{aligned} \Sigma B_{\text{відв}}^{\text{нр}} &= 1389793 + 305754 + 2734662 + 1074210 + 107421 + \\ &+ 623660 + 592985 + 1167426 = 7996011 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.3.4 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на переробку big-bag у портах відвантаження й на залізничне перевезення

Річні експлуатаційні витрати *на переробку big-bag* з феросплавною продукцією визначимо по акордній ставці, яка за один м'який контейнер становить 9,3 \$ = 232,5 грн.

Річна кількість big-bag, що відправляється з феросплавами: 200000 од.

Із цієї кількості через порти відвантажуються 211600 тонн або 161527 big-bag; решта доставляється за участі тільки залізничного транспорту.

Сумарні витрати на переробку м'яких контейнерів big-bag з феросплавною продукцією в портах Нікополь і Чорноморськ складуть:

$$\Sigma B_{\text{порт}}^{\text{big-bag}} = 232,5 \cdot 161527 = 37555027 \text{ грн.}$$

Визначимо річні витрати *на залізничне перевезення big-bag* з феросплавною продукцією за пропонуваним варіантом.

За пропозиціями феросплави відвантажуються споживачам у контейнерах big-bag і доставляються у піввагонах або до станції призначення або у порт відвантаження. Завантаження одного вагону феросплавною продукцією складає 71,5 т.

Підприємство за контрактами купівлі-продажу товару бере на себе обов'язки оплатити доставку до порту відвантаження при змішаному перевезенні або до прикордонної станції при залізничному перевезенні.

Розрахунок витрат на залізничне перевезення феросплавів в big-bag залізницею наведений в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок витрат на залізничне перевезення феросплавів за пропонованим варіантом

Найменування станції	Річний вантажопотік, т/рік	Річний вагонопотік, ваг/рік	Провізна плата, грн.	
			за 1 вагон	загальна
Мостиська II	27400	383	28213	10805579
Батєво	23000	322	29558	9517676
Чорноморськ	126700	1772	14746	26129912
Нікополь порт	84900	1187	2414	2865418
Загальні витрати на залізничне перевезення				49318585

3.3.5 Визначення загальних річних експлуатаційних витрат за пропонованим варіантом

Крім річних витрат на відвантаження із заводу, переробку big-bag у портах і на доставку їх у порти, слід урахувати щорічні витрати на придбання м'яких контейнерів big-bag, оскільки вони не є зворотною тарою.

Річна кількість big-bag: 200000 од. Вартість одного big-bag – 140 грн.

$$B_{big-bag}^{np} = 140,0 \cdot 200000 = 28000000 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на відвантаження й доставку феросплавної продукції в big-bag за пропонованим варіантом наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Річні експлуатаційні витрати за пропонованим варіантом

Найменування витрат	Величина, грн.
1. Витрати на відвантаження феросплавної продукції із заводу	7996011
2. Витрати на залізничне перевезення	49318585
3. Витрати на переробку big-bag у портах	37555027
4. Витрати на придбання м'яких контейнерів big-bag	28000000
Загальна сума витрат	122869623

3.4 Розрахунки річної економії й дисконтованого доходу від пропозицій

Для порівняння існуючого й пропонованого варіантів відвантаження й доставки феросплавів визначимо економію експлуатаційних витрат по формулі [12]:

$$E_{\text{експл}} = \Sigma B_{\text{річн}}^{\text{існ}} - \Sigma B_{\text{річн}}^{\text{пр}}, \quad (3.11)$$

Де $\Sigma B_{\text{річн}}^{\text{існ}}$, $\Sigma B_{\text{річн}}^{\text{пр}}$ - сумарні річні експлуатаційні витрати на відвантаження й доставку феросплавів відповідно за існуючим й пропонованому варіантах, грн.

$$E_{\text{експл}} = 133056125 - 122869632 = 10186502 \text{ грн.}$$

Для розрахунків ефективності впровадження пропозицій необхідно розрахувати чистий дисконтований дохід, який являє собою поточну вартість доходів від зроблених інвестицій.

Коефіцієнт дисконтирування розраховується за формулою [28]:

$$\alpha = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (3.12)$$

де t - номер кроку розрахунків ($t = 0, 1, 2, T$);

T - обрій розрахунків (строк існування проекту), років;

i - норма дисконту, $i = 0,24$.

Чистий дисконтирований дохід визначається за формулою [28]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.13)$$

де B_t - річні доходи по проекту, грн.;

C_t - річні витрати на проект, грн.;

n - строк життя проекту, років.

У таблиці 3.8 наведений розрахунок чистого дисконтованого доходу за пропонуваним варіантом.

Таблиця 3.8 – Розрахунок чистого дисконтованого доходу за пропонуваним варіантом

Рік	Інвестиції, грн.	Прибуток, грн.	α	NVP , грн.
1	12473200	10186502	1	- 2286698
2	—	10186502	0,806	821032
3	—	10186502	0,650	6621226
4	—	10186502	0,524	5337727
Загальний ефект від впровадження проекту				17882576

Термін окупності додаткових капітальних вкладень знаходимо за формулою [27]:

$$T_{ок} = \frac{K_{доо}}{П_{річн}}, \quad (3.14)$$

де $K_{доо}$ - додаткові капітальні вкладення, грн.;

$П_{річн}$ - річний прибуток підприємства, грн.

$$T_{ок} = \frac{12473200}{10186502} = 1,22 \text{ роки.}$$

Розрахунки показав, що пропонуванний варіант економічно вигідний і може бути впроваджений на підприємстві.

Зведені економічні показники по варіантах наведені в табл. 3.9 та на слайді 10 графічної частини магістерської роботи.

Таблиця 3.9 – Зведені економічні показники по варіантах

Найменування показника	Величина показника, грн.	
	Існуючий варіант	Пропонований варіант
Додаткові капітальні витрати, грн.	-	12473200
Витрати на відвантаження з підприємства, грн.	10613716	7996011
Витрати на залізничне перевезення, грн.	939739	49318585
Витрати на переробку в портах, грн.	14600000	37555027
Витрати на оренду контейнерів 40ф, грн.	21902670	-
Витрати на придбання big-bag, грн.	-	28000000
Загальні експлуатаційні витрати, грн.	133056125	122869623
Річна економія експлуатаційних витрат грн.	-	10186502
Дисконтований дохід від проекту, грн.	-	17882576
Строк окупності додаткових витрат, років	-	1,22

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даній магістерській роботі на тему «Дослідження технологічного процесу доставки феросплавів в умовах АТ «Нікопольський завод феросплавів» проводиться аналіз потенційних небезпек, які можуть підстерігати дослідника під час збору статистичних даних та розроблені заходи по їх усуненню.

Марганцеві сплави – силікомарганець, феромарганець є небезпечним вантажем. Тому при складській переробці та транспортуванні феросплавів треба це враховувати.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. При вантажних роботах можливий обрив вантажу, що призведе до травмування робітників та розпилу феросплавів. Відбудеться забруднення навколишнього середовища.

2. На майданчиках для навантаження тарних вантажів може відбутися падіння вантажу з-за різних висот пандуса та рівня кузова автомобіля. Це може призвести до травмування як робітників так і дослідника.

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

4. При навантаженні феросплавів «навалом» пил сильно діє на організм вантажника та дослідника. При вдиханні можливе ураження дихальних шляхів, а також явлення загального отруєння (нудота).

5. При вантажопереробці феросплавів можливо забруднення акваторії порту, що призводить до отруєння води та екологічному порушенню природного балансу.

6. Ураження робітників електричним струмом від неізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми чи виникненню пожежі.

7. Недостатнє освітлення на накопичувальному майданчику може призвести до невірної складування чи навантажування феросплавів в кузов транспортного засобу.

8. 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

1. Для запобігання падіння вантажу, наприклад біг-бегів, при вантажених роботах, необхідно застосовувати спеціальні траверси, що дозволять швидко та надійно кріпити вантаж. Треба контролювати номінальне навантаження кранів з масою вантажу відповідно до «Правил охорони праці під час навантажувальних-розвантажувальних робіт» (Наказ № 21 від 19.01.2015).

2. На майданчиках для навантаження феросплавів в тарі, що зберігаються на складах, пакгаузах, повинні бути облаштовані платформи, естакади, рампи висотою, яка дорівнює висоті підлоги кузова транспортного засобу відповідно ДБН А.5.2-2-2008 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

3. 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 згідно з вимогами «Правил охорони праці під час навантажувально-розвантажувальних робіт» (Наказ № 21 від 19.01.2015).

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

4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

1. Для запобігання отруєння робітників в закритих приміщеннях необхідно облаштовувати вентиляційні пристрої. За допомогою вентиляційної системи видаляється забруднення, що затримується у фільтрах вентиляційної системи, та подається очищене повітря відповідно ДБН 2.5-67-2007 «Опалення, вентиляція, кондиціювання».

2. На відкритих майданчиках робітники, для запобігання отруєння, повинні захищатися респіраторами відповідно НПАОП 0.00-1.01-08 «Положення про порядок забезпечення робітників спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту».

3. Для попередження забруднення феросплавами акваторії порту необхідно щоб збір стокових вод потрапляв у виробничу каналізацію. Викидати феросплави та різні його залишки в водойми забороняється.

Перевозити феросплави треба в спеціальних барабанах (до 500 кг) дощатих міцних ящиках (до 80 кг). Зберігати у критих складах чи під навісом згідно з «Правила перевезення небезпечних вантажів» (Наказ № 822 від 26.07.2004).

4. Для приведення освітленості на відкритих майданчиках до нормативних значень, необхідно розрахувати тип прожекторів, освітленість та висоту підвісу.

Відповідно ДБН норма освітленості на майданчику повинна бути близько 10 лк. Площа майданчику має розміри – 140×100 м.

Для освітлення накопичувального майданчика основним видом освітлювальних приладів є прожектори типу ПЗС-45 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

Необхідну кількість прожекторів визначимо за формулою [29]:

$$n = \frac{m \cdot k_3 \cdot E_n \cdot S}{P_{\text{л}}}, \quad (4.1)$$

де m - коефіцієнт, який враховує світлову віддачу джерела світла; $m = 0,13$;

k_3 - коефіцієнт запасу, приймаємо для газорозрядних ламп рівним 1,5;

E_n - нормована освітленість, лк;

S - площа, що освітлюється, м²;

P_l - потужність лампи прожектора, Вт.

$$n = \frac{0,13 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 14000}{700} = 7,8.$$

Для освітлення накопичувального майданчика вибираємо 8 прожекторів типу ПЗС-45 з газорозрядними лампами ДРЛ-700 (сила світла прожектора $I = 600$ кд).

Висота кріплення прожектора визначається за формулою [29]:

$$H = \sqrt{\frac{I}{300}}, \quad (4.2)$$

де I - максимальна сила світла прожектора, кд;

300 - емпіричний коефіцієнт, залежний від нормованої освітленості.

$$H = \sqrt{\frac{600000}{300}} = 44,7 \text{ м.}$$

Вибираємо висоту кріплення прожекторів $H = 45$ м.

Таким чином, для освітлення накопичувального майданчика розмірами 140×100 м використовуємо 8 прожекторів (по 4 з кожної сторони) типу ПЗС-45 з газорозрядними лампами ДРЛ-700, які розміщуємо на щоглах на висоті 45 м.

Відстань L між щоглами прожекторів не повинна перевищувати 4-кратної висоти підвісу прожекторів [29]:

$$L = A : \frac{n}{2}, \quad (4.3)$$

де A - довжина майданчику, м;

$n/2$ - кількість прожекторів з кожної сторони майданчика, що не перевищує припустимої відстані у відповідності з рівнянням (4.3) $L = 4 \cdot H = 4 \cdot 45 = 180$ м:

$$L = 140 : 4 = 35 \text{ м.}$$

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

Для запобігання дії шкідливих факторів на дослідника в лабораторії обладнаній ПК проведемо заміри, які вносимо до табл. 4.1. Проведемо оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці дослідника в лабораторії обладнаній ПК за бальною шкалою.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для оцінки умов праці дослідника

Фактор (показник)	Фактичне значення	Час дії, год.
Умови праці:		
Мікроклімат за ТНС-індексом, t , °C	28	8
Освітленість приміщення E , лк	450	8
Розряд і підрозряд зорових робіт, Z_{op}	A-1	—
Рівень шуму L , дБА	105	4
Напруженість праці:		
Загальні енергозатрати організму, Вт	250	7
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	60300	7
Важкість праці:		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	77	7
Тривалість робочого дня, год.	8	8

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці, що впливають на дослідника в процесі трудової діяльності, їх фактичне значення та час дії (табл. 4.2).

Відповідно до додатка А [29], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії Іб.

З додатків [29], відповідно до категорії робіт Іб, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання умов праці за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{\text{вим}}$	Час дії, год.	ГДК/ГДР, показники, $P_{\text{доп}}$	$X_{\text{визн}}$, бали	Клас умов праці	$X_{\text{і}}$, бали
Мікроклімат за ТНС - індексом, t , °С	28	8	22,9-25,8	4	3.4	4
Освітленість приміщення E , лк	450	8	500	—	2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{\text{ор}}$	А-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму L , дБА	105	4	60	—	3.3	1,5
Загальні енергозатрати організму, Вт	250	7	290	0,75	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	60300	7	40000	1,32	3.3	3
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	77	7	51-75	0,90	3.3	3
Тривалість робочого дня, год.	8	8	8	0,15	3.3	3

Для окремих факторів і показників за методикою, визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносимо їх значення до табл. 4.2:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС індекс, додаток Б [29]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах за формулою [29]:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 1}{8} = 4; \quad (4.4)$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою (4.5):

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

$$X_{визн} = \frac{\Pi_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{250 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 290} = 0,75; \quad (4.5)$$

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

$$X_{визн} = \frac{60300 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 40000} = 1,32;$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу робочого дня), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{77 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 75} = 0,90;$$

г) тривалість робочого дня, $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15.$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до табл. 4.2 :

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, з табл. 4.2 – 3 клас, 4 ступінь (3.4) [29];

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $\Pi_{\text{вим}} = 450$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 – 2 клас, (2) [29];

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $\Pi_{\text{вим}} = 105$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 – 3 клас, 3 ступінь (3.3) [29];

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою [29]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,75 + 1,32 + 0,9 + 0,15 = 3,12. \quad (4.6)$$

З таблиці 7.3 [29] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,12$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3).

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії шкідливих 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 в лабораторії обладнаний ПК належать до 3 класу, 4 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів діючих на дослідника за бальною шкалою, та вносимо їх значення до табл. 4.2 :

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{\text{ст}} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 2 класу умов праці, згідно додатку Г [29] – $X_{\text{ст}} = X_i = 0$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою [29]:

$$X_i = X_{\text{ст}} \cdot \frac{T}{8} = 3 \cdot \frac{4}{8} = 1,5; \quad (4.7)$$

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

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою [29]:

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n X_i = 4,0 + 0 + 1,5 + 3,0 = 8,5. \quad (4.8)$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{\text{факт}} = 8,5$; 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 табл. 7.4 [29]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 % [29].

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці є наступні пропозиції, щодо усунення шкідливих факторів:

1. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника лабораторії належать до категорії Іб, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії Іб, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища – ТНС – індексом: 22,9-25,8°C;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника лабораторії: 60 дБА;
- загальні енергозатрати організму: до 174 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук): до 40000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни): до 75%;
- тривалість робочого дня: 6 або 7 год.

2. 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 або кондиціювання приміщення;
- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника 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.

3. 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 табл. 7.4 [29], у розмірі 20 %.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Для приміщення дослідницької лабораторії обладнаної ПК відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше, на 20 м² площі приміщення. Згідно цього враховуючи, що приміщення лабораторії не перевищує 20 м², для її обладнання використовуємо вогнегасники тип ВВК-3,5 у кількості 1 од.

4.5 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

Норми та правила укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту. Згідно статті 32, Кодексу цивільного захисту України №34-35 від 2013 р.:

До захисних споруд цивільного захисту належать:

а) сховище – герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів;

б) протирадіаційне укриття – негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості;

в) швидко-споруджувана захисна споруда цивільного захисту – захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.

Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття.

Споруда подвійного призначення – це наземна або підземна споруда, що може бути використана за основним функціональним призначенням і для захисту населення.

Найпростіше укриття – це фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій, а також від дії засобів ураження в особливий період.

Укриттю підлягають:

а) у сховищах:

- працівники найбільшої працюючої зміни суб'єктів господарювання, віднесених до відповідних категорій цивільного захисту та розташованих у зонах можливих значних руйнувань населених пунктів, які продовжують свою діяльність в особливий період;

- персонал атомних електростанцій, інших ядерних установок і працівники суб'єктів господарювання, які забезпечують функціонування таких станцій (установок);

- працівники найбільшої працюючої зміни суб'єктів господарювання, віднесених до категорії особливої важливості цивільного захисту та розташованих за межами зон можливих значних руйнувань населених пунктів, а також працівники чергового персоналу суб'єктів господарювання, які забезпечують життєдіяльність міст, віднесених до відповідних груп цивільного захисту;

- хворі, медичний та обслуговуючий персонал закладів охорони здоров'я, які не підлягають евакуації або не можуть бути евакуйовані у безпечне місце;

б) у протирадіаційних укриттях:

- працівники суб'єктів господарювання, віднесених до першої та другої категорій цивільного захисту та розташованих за межами зон можливих значних руйнувань населених пунктів, які продовжують свою діяльність у воєнний час;

- працівники суб'єктів господарювання, розташованих у зонах можливих руйнувань, небезпечного і значного радіоактивного забруднення навколо атомних електростанцій;

- населення міст, не віднесених до груп цивільного захисту, та інших населених пунктів, а також населення, евакуйоване з міст, віднесених до груп цивільного захисту і зон можливих значних руйнувань;

- хворі, медичний та обслуговуючий персонал закладів охорони здоров'я, розташованих за межами зон можливих значних руйнувань міст, віднесених до груп цивільного захисту, і суб'єктів господарювання, віднесених до категорій цивільного захисту, а також закладів охорони здоров'я, які продовжують свою діяльність у воєнний час;

в) у швидко-споруджуваних захисних спорудах цивільного захисту, найпростіших укриттях та спорудах подвійного призначення - населення міст, віднесених до груп цивільного захисту, яке не підлягає евакуації у безпечне місце, а також інших населених пунктів.

Для вирішення питань щодо укриття населення в захисних спорудах цивільного захисту центральні органи виконавчої влади, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування та суб'єкти господарювання завчасно створюють фонд таких споруд.

Порядок створення, утримання фонду захисних споруд ЦЗ та ведення його обліку визначається Кабінетом Міністрів України.

Проектування, будівництво, пристосування і розміщення захисних споруд та об'єктів подвійного призначення здійснюються згідно з нормами, які розробляються відповідно до Закону України № 6577 «Про будівельні норми» від 12.06.2017.

Вимоги щодо утримання та експлуатації захисних споруд визначаються центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Утримання захисних споруд цивільного захисту у готовності до використання за призначенням здійснюється суб'єктами господарювання, на балансі яких

вони перебувають (у тому числі споруд, що не увійшли до їх статутних капіталів у процесі приватизації (корпоратизації), за рахунок власних коштів.

У разі використання однієї захисної споруди кількома суб'єктами господарювання вони беруть участь в утриманні споруди відповідно до укладених між ними договорів.

Захисні споруди цивільного захисту можуть використовуватися у мирний час для господарських, культурних і побутових потреб у порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України.

З моменту виключення захисної споруди із фонду споруд цивільного захисту вона втрачає статус захисної споруди цивільного захисту. Володіння, користування та розпорядження спорудами, які втратили статус захисних споруд цивільного захисту, здійснюється за Цивільним кодексом України відповідно до закону № 1875 - IV.

Захисні споруди цивільного захисту державної та комунальної власності не підлягають приватизації (відчуженню).

Захисні споруди у мирний час можуть передаватися в оренду для задоволення господарських, культурних та побутових потреб із збереженням цільового призначення таких споруд, крім тих, що перебувають у постійній готовності до використання за призначенням, а саме:

- а) в яких розташовані пункти управління;
- б) призначених для укриття працівників суб'єктів господарювання, що мають об'єкти підвищеної небезпеки;
- в) розташованих у зонах спостереження атомних електростанцій та призначених для укриття населення під час радіаційних аварій.

Особливості оренди захисних споруд визначаються типовим договором оренди, який затверджується Кабінетом Міністрів України.

Контроль за готовністю захисних споруд цивільного захисту до використання за призначенням забезпечує центральний орган виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сферах техногенної та пожежної безпеки, спільно з від-

повідними органами та підрозділами цивільного захисту, місцевими державними адміністраціями.

4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»

В розділі розглянуто аналіз потенційних небезпек при дослідженні перевезень феросплавів та розроблені заходи по їх усуненню. Розроблені санітарно-гігієнічні заходи при перевезенні феросплавів. Розроблені заходи з поліпшення умов праці при роботі на ПК. Розглянута пожежна безпека при роботі на ПК. Освітлені заходи по цивільному захисту.

ВИСНОВКИ

Нікопольський завод феросплавів – найбільш потужний підприємство з виробництва марганцевих феросплавів в Україні й одне з найбільших у світі (більш 11% світового виробництва феросплавів), основною продукцією є феромарганець і силікомарганець. Основними ринками збуту є Україна, Росія, країни Євросоюзу, Близького Сходу, Південно-Східної Азії, Америки. Більша частина продукції (приблизно 70 % від загального обсягу) «Нікопольського заводу феросплавів» відправляється на експорт.

Нікопольський феросплавний завод відвантажує феросплави різних марок: феросилікомарганець, феромарганець, зварювальні флюси, з різним вмістом фосфору, і інших елементів залежно від вимог замовника. Дробильно-сортувальні установки дозволяють одержати на замовлення споживачів продукцію різного фракційного складу з можливістю поставки в м'яких контейнерах типу «big-bag».

Аналіз показав, що в цей час продукція, в основному, відвантажується в контейнерах міжнародного стандарту, які підприємство орендує в підприємства транспортного сервісу Лиски.

У такі країни, як Польща й Австрія феросплави доставляються залізничним транспортом. Для транспортування використовуються фітінгові платформи.

Для доставки контейнерів з феросплавами в такі країни, як США, Нідерланди, Іспанія, Греція й Туреччина, використовуються судна-контейнеровози. Поставка в ці країни здійснюється по зовнішньоторговельних контрактах, які укладені на умовах FOB (франко-борт). Таким чином, в обов'язки Нікопольського феросплавного заводу по поставці товару входить зобов'язання доправити контейнер з феросплавами з підприємства в порт Чорноморськ і завантажити контейнери на судно. Після того, як контейнери будуть завантажені на судно-контейнеровоз, усі зобов'язання по постав-

ці переходять на покупця. Перевезення контейнерів судами-контейнеровозами з порту Чорноморськ до порту призначення оплачується також замовником.

Контейнери залізничним транспортом доставляються або безпосередньо в пункт призначення або в порт перевантаження на морські судна. Після розвантаження феросплавів у замовників контейнери повертаються на підприємство для наступного завантаження.

На оплату оренди контейнерів, а також на транспортування їх до порту відвантаження, підприємство щорічно витрачає значні кошти. Крім того, порожні контейнери після вивантаження феросплавів в одержувача повинні бути повернуті на підприємство, що також веде до збільшення витрат на доставку.

У магістерській роботі розроблений технологічний процес доставки продукції підприємства, який дозволяє мінімізувати загальні витрати на доставку феросплавів. В роботі запропоновано:

- у зв'язку з тим, що імпортери укладають договори про поставку феросплавів у дробленому виді, то в проектному варіанті пропонується організувати доставку продукції в м'яких контейнерах big-bag. Для завантаження феросплавів в big-bag запропоновано організувати комплекс по затариванню вантажу в м'які контейнери. Використання м'яких контейнерів big-bag для відправлення феросплавів з підприємства дозволить відвантажувати продукцію на судна не тільки через морський порт Чорноморськ, але й через порт Нікополь;
- виконані розрахунки складу на причалі для тимчасового зберігання й нагромадження на суднове відправлення феросплавів в big-bag;
- при відвантаженні продукції на судна з порту Нікополь для завезення феросплавів в big-bag запропоновано використовувати залізничний транспорт;
- розроблені технологічні графіки обробки транспортних засобів в порту Нікополь;

- для доставки продукції підприємства в big-bag у порт Чорноморськ також запропоновано використовувати універсальні піввагони, які після вивантаження в порту здаються Укрзалізниці.

Запропоновані заходи дозволять знизити загальні витрати підприємства на організацію відвантаження й доставки феросплавів.

В економічній частині магістерської роботи були визначені витрати на відвантаження феросплавної продукції з підприємства, на доставку в порти відправлення й на перевалочні операції в порту, а також витрати на залізничне перевезення. Розрахунки виконані як для існуючого, так і для проектного варіанту.

Додаткові капітальні витрати на придбання нового обладнання для відвантаження склали по проекту 12473200 грн.

Загальні витрати на відвантаження, перевезення й переробку в портах склали:

- по існуючому варіанту – 133056125 грн.,
- по проектному варіанту – 122869623 грн.

Економія експлуатаційних витрат від впровадження пропозицій по розрахунках склала 10186502 грн. Сумарний дисконтований дохід від реалізації пропозицій склав 17882576 грн.

В роботі були також розроблені заходи з охорони праці при відвантаженні й доставці феросплавної продукції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. АО «Никопольский завод ферросплавов» / Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.nzf.com.ua>. – Загл. с экрана. – Проверено : 10.09.2019.
2. FERO-INFO : Ферросплавное производство / Технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.fero.com.ua/index.html>. – Загл. с экрана. – Проверено : 12.09.2019.
3. ДСТУ 3547-97 Ферромарганец. Общие технические условия. Введ. 1998-07-01. – Государственный комитет стандартизации и метрологии Украины. – 34 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.index.net.ua>. – Загл. с экрана. – Проверено : 15.09.2019.
4. ГОСТ 4755-91 Ферромарганец. Технические требования и условия поставки. – Введ. 1997-01-01. – Переиздание 2006-12-01. – М. : Стандартинформ, 2007. – 8 с.
5. ДСТУ 3548-97 Ферросиликомарганец. Общие технические условия. Введ. 1998-07-01. – Государственный комитет стандартизации и метрологии Украины. – 30 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.index.net.ua>. – Загл. с экрана. – Проверено : 15.09.2019.
6. ГОСТ 4756-91 Ферросиликомарганец. Технические требования и условия поставки. – Введ. 1997-01-01. – Переиздание 2003-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 7 с.
7. ГОСТ 9087-81 Флюсы сварочные плавные. Технические условия. – Введ. 1982-01-01. – Переиздание 2002-09-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
8. ГОСТ 26590-85 Ферросплавы. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. – Введ. 1987-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 14 с.
9. ДСТУ 4500 : 2005 «Вантажі небезпечні. Маркування». – Введ. 2007-07-01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.online.budstandart.com/catalog/doc>. – Загл. с экрана. – Проверено : 15.09.2019.

10. Контейнер Сервис / Морские контейнеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http:// www.container-service.com.ua](http://www.container-service.com.ua). – Загл. с экрана. – Проверено : 20.09.2019.
11. Мини погрузчики Bobkat / One tough animal [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http:// www.b-loader.ru](http://www.b-loader.ru). – Загл. с экрана. – Проверено : 22.09.2019.
12. Новатек / Торговый дом крановых заводов «АСК» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http:// www.tdnovatek.ru](http://www.tdnovatek.ru). – Загл. с экрана. – Проверено : 22.09.2019.
13. Журнал о спецтехнике и автотранспорте / Подъемно-транспортная техника : Береговые причальные перегружатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.os1.ru/article/6824-beregovye-prichalnye-peregrujатели>. – Загл. с экрана. – Проверено : 25.09.2019.
14. Korabel.ru : Флот / Суда PANAMAX : Технические характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.korabel.ru/fleet/info/html>. – Загл. с экрана. – Проверено : 25.09.2019.
15. VialPlus : Модификации биг-бегов и их характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.vialplus.com.ua/blog/2014/04/modifikatsiya-big-begov-i-ikh-kharakteristiki/>. – Загл. с экрана. – Проверено : 30.09.2019.
16. Агентство морских и круизных компаний «Сиф-сервис» / Порты Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.sitservice.com>. – Загл. с экрана. – Проверено : 02.10.2019.
17. Строймеханика / Оборудование для работы с сыпучими грузами [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.stroymehanika.ru/big-bag-zatar.php>. – Загл. с экрана. – Проверено : 02.10.2019.
18. Вільковський Є. К. Вантажознавство / Є. К. Вільковський, І. І. Кельман, О. О. Бакулич. – Львів : Інтелект-Захід, 2007. – 496 с.
19. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.

20. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Основи теорії систем і системного аналізу», для студентів спеціальності 7.100403 «Організація перевезень та управління на автомобільному транспорті» / О. А. Лашених, О. Ф. Кузькін – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 83 с.
21. Киреев В.С. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / В. С. Киреев. – М. : Транспорт, 1991. – 352 с.
22. Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Комерційна робота на транспорті» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології») / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 54 с.
23. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів-магістрів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» спеціалізації 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 90 с.
24. Блидман А. Ф. Технология перегрузочных работ в морских и речных портах / А. Ф. Блидман. – М. : Транспорт, 1990. – 236 с.
25. Тарифное руководство № 4 железных дорог Украины. – К. : Транспорт Украины, 1997. – 194 с.
26. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги. Тарифне керівництво № 1. – К. : Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2009. – 180 с.
27. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальностей 7.07010102 «Організація перевезень і управління на транспорті» 7.07010101 «Транспортні системи» / Укл. доц., к.т.н. Кузькін О.Ф., ст. викл. Харченко Т.В., ст. викл. Васильєва Л.О., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 34 с.

28. Проектний аналіз / За ред. І. М. Москвіна. – К. : ТОВ «Видавництво Ліб-ра», 1998. – 368 с.
29. 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 / Укл.: Лазуткін М. І., Журавель М. О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 44 с.

Додаток А

Статистичні дані з відвантаження силікомарганцю з Нікопольського
феросплавного заводу замовникам

Таблиця А.1 – Статистичні дані з відвантаження силікомарганцю

Дата	$Q_{\text{відвант}}$	Дата	$Q_{\text{відвант}}$	Дата	$Q_{\text{відвант}}$
1	2	3	4	5	6
01.03.18	1500	26.03.18	3000	20.04.18	1700
02.03.18	1300	27.03.18	3100	21.04.18	2000
03.03.18	2100	28.03.18	3000	22.04.18	-
04.03.18	-	29.03.18	2500	23.04.18	2100
05.03.18	2000	30.03.18	1900	24.04.18	1900
06.03.18	1800	31.03.18	800	25.04.18	2400
07.03.18	1000	01.04.18	-	26.04.18	2800
08.03.18	-	02.04.18	1500	27.04.18	2700
09.03.18	3000	03.04.18	800	28.04.18	3200
10.03.18	1000	04.04.18	1700	29.04.18	3000
11.03.18	-	05.04.18	2000	30.04.18	1800
12.03.18	2300	06.04.18	500	01.05.18	-
13.03.18	1000	07.04.18	1800	02.05.18	-
14.03.18	2000	08.04.18	-	03.05.18	1200
15.03.18	1500	09.04.18	2000	04.05.18	1200
16.03.18	1800	10.04.18	2000	05.05.18	1500
17.03.18	2000	11.04.18	1500	06.05.18	700
18.03.18	1200	12.04.18	1300	07.05.18	1600
19.03.18	2400	13.04.18	1300	08.05.18	1000
20.03.18	2400	14.04.18	1900	09.05.18	-
21.03.18	2500	15.04.18	-	10.05.18	1700
22.03.18	2900	16.04.18	-	11.05.18	2100
23.03.18	2900	17.04.18	2300	12.05.18	2300
24.03.18	2600	18.04.18	2100	13.05.18	-
25.03.18	-	19.04.18	1500	14.05.18	2300

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
15.05.18	2400	30.05.18	2000	14.06.18	1900
16.05.18	2300	31.05.18	2200	15.06.18	2000
17.05.18	1900	01.06.18	1800	16.06.18	1400
18.05.18	2000	02.06.18	1000	17.06.18	900
19.05.18	1400	03.06.18	-	18.06.18	2100
20.05.18	-	04.06.18	1000	19.06.18	2100
21.05.18	1500	05.06.18	1400	20.06.18	2600
22.05.18	1100	06.06.18	1400	21.06.18	2700
23.05.18	1400	07.06.18	1800	22.06.18	2000
24.05.18	1900	08.06.18	2000	23.06.18	2100
25.05.18	1700	09.06.18	2400	24.06.18	-
26.05.18	-	10.06.18	-	25.06.18	2500
27.05.18	-	11.06.18	2500	26.06.18	2600
28.05.18	2000	12.06.18	3000	27.06.18	2300
29.05.18	2200	13.06.18	3200	28.06.18	-

Додаток Б

Результати обробки статистичних даних з відвантаження силікомарганцю з
Нікопольського феросплавного заводу замовникам

Файл: NFZ -1. 21 - 10 - 2019 Saturday

Вариационный ряд

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	500
700	800	800	800	900	1000	1000	1000	1000	1000
1000	1100	1200	1200	1200	1300	1300	1300	1400	1400
1400	1400	1400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
1600	1700	1700	1700	1700	1800	1800	1800	1800	1800
1900	1900	1900	1900	1900	1900	2000	2000	2000	2000
2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2100
2100	2100	2100	2100	2100	2200	2200	2300	2300	2300
2300	2300	2300	2400	2400	2400	2400	2400	2500	2500
2500	2500	2500	2600	2600	2600	2700	2700	2800	2900
2900	3000	3000	3000	3000	3000	3100	3200	3200	3200

РАССЧИТАНО

Объем выборки	:	120
Математическое ожидание	:	1617,2
Дисперсия	:	728343
Среднеквадратичное отклонение	:	853,43
Коэффициент вариации	:	0,5277
Коэффициент неравномерности	:	1,5277

RKWL - версия 2.1