

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний

(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВАЛКИ І
ПЕРЕВЕЗЕННЯ БОКСИТІВ В ЗАПОРІЗЬКОМУ РІЧКОВОМУ ПОРТУ**

Виконав: студент(ка) ІІ курсу, групи T-819м

Спеціальності 275 Транспортні технології (на
залізничному транспорті)

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології (на залізничному
транспорті)

Кролик Р.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Л. О. Васильєва

(прізвище та ініціали)

Рецензент

О. В. Дударенко

(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний
Кафедра «Транспортні технології»
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

«Транспортні технології»

проф. Турпак С.М.

« ____ » _____ 2020 року

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

Кролика Руслана Ігоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення технологічного процесу перевалки і перевезення бокситів в Запорізькому річковому порту

керівник проєкту (роботи) Васильєва Лариса Олексіївна,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» листопада 2020 року № 353

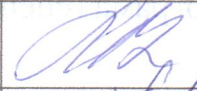
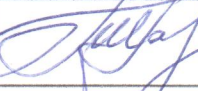
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Вантажопотоки надходження бокситової руди в Запорізький річковий порт. 2. Існуюча технологія перевезення бокситової руди з порту на комбінат. 3. Існуюча технологія перевалки бокситової руди в порту. 4. Техніко-економічні показники.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Розробка пропонованої технології перевалки в порту й доставки на абразивний комбінат бокситової руди. 2.2 Розрахунок вантажопотоків бокситової руди. 2.3 Розрахунок причального складу бокситової руди. 2.4 Розрахунок основних параметрів бункерного пристрою для відвантаження бокситів у вагони в порту. 2.5 Організація перевалки бокситової руди в порту. 2.6 Визначення елементів перевізного процесу при перевезенні бокситової руди на абразивний комбінат автотранспортом за існуючим варіантом. 2.7 Розробка технологічних графіків обробки транспортних засобів у порту. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання « 01 » жовтня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09.2020-04.10.2020	
2	Аналітична частина	07.10.2020-18.10.2020	
3	Основна частина	21.10.2020-04.11.2020	
4	Економічна частина	05.11.2020-15.11.2020	
5	Охорона праці	18.11.2020-22.11.2020	
6	Оформлення МР	25.11.2020-29.11.2020	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12.2020-14.12.2020	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12.2020-18.12.2020	
9	Захист магістерських робіт	22.12.2020-24.12.2020	

Студент(ка)

(підпис)

Р. І. Кролик

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Л. О. Васильєва

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 101 с., 3 рис., 24 табл., 42 посилання.

Об'єктом дослідження є існуюча технологія й організація перевалки в порту бокситової руди, яка надходить у перший вантажний район р Запорізького річкового порту, та вибір транспорту для доставки її на абразивний комбінат.

Ціль дослідження – виконати дослідження с наступним аналізом технології й організації перевалки бокситової руди в умовах Запорізького річкового порту, а також вибрати вид транспорту для її доставки на Запорізький абразивний комбінат.

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

В роботі досліджено і виконано аналіз існуючої технології й організації перевалки бокситової руди в Запорізькому річковому порту. Аналіз показав, що існуюча система має ряд важливих недоліків, які негативно впливають на виконання робіт. Крім того, для вивезення бокситів на цей час застосовується автотранспорт, що при збільшенні обсягів надходження бокситів призводить до великих витрат на перевезення. Запропоновано конкретні заходи щодо вдосконалення перевалки в порту, а для перевезення бокситової руди з річкового порту на абразивний комбінат запропоновано залучати залізничний транспорт. В роботі виконані всі технологічні розрахунки, розроблені відповідні технологічні графіків обробки рухомого складу в порту і графік обороту передатного поїзду для перевезення бокситової руди з порту на абразивний комбінат. Розраховано основні економічні показники пропонованого варіанта вантажопереробки й доставки бокситової руди.

БОКСИТОВА РУДА, РІЧКОВИЙ ПОРТ, ВАНТАЖНИЙ РАЙОН, ВАНТАЖ, ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ, ПОРТАЛЬНИЙ КРАН, ПРИЧАЛ, СУДНО, НОЖИЧНИЙ ГРЕЙФЕР, ВАГОН, СКЛАД, АВТОМОБІЛЬ, ДОСТАВКА, ГРАФІК, ПРОСТІЙ, ВАНТАЖОПОТІК, ВИТРАТИ, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	8
1 Аналітична частина.....	9
1.1 Загальна інформація про Запорізький річковий порт та вантажний фронт з перевалки бокситової руди.....	9
1.2 Транспортні властивості та застосування бокситів в абразивному виробництві.....	11
1.3 Аналіз вантажопотоків бокситів	12
1.4 Умови зберігання і перевезення бокситів.....	13
1.5 Аналіз існуючої технології та організації перевалки бокситової руди в річковому порту.....	16
1.6 Аналіз існуючої технології вантажопереробки бокситової руди на Запорізькому абразивному комбінаті.....	21
1.7 Основні принципи вибору виду транспорту для транспортування вантажів.....	22
1.8 Аналіз недоліків існуючого становища та постановка задач магістерської роботи.....	27
2 Основна частина.....	29
2.1 Розробка пропонованої технології перевалки в порту й доставки на абразивний комбінат бокситової руди.....	29
2.2 Розрахунок вантажопотоків бокситової руди.....	32
2.3 Розрахунок причального складу бокситової руди.....	35
2.4 Розрахунок основних параметрів бункерного пристрою для відвантаження бокситів у вагони в порту.....	37
2.5 Організація перевалки бокситової руди в порту.....	41
2.5.1 Розрахунок продуктивності портових засобів перевалки.....	41

2.5.2 Розрахунок продуктивності бункерного відвантажувального пристрою за пропонуванним варіантом.....	45
2.5.3 Розрахунок часу на розвантаження-навантаження транспортних засобів в порту і на абразивному комбінаті.....	46
2.5.4 Визначення загального часу роботи механізмів при перевалці бокситів	54
2.6 Визначення елементів перевізного процесу при перевезенні бокситової руди на абразивний комбінат автотранспортом за існуючим варіантом.....	57
2.7 Розробка технологічних графіків обробки транспортних засобів у порту.	59
2.8 Розробка технологічного графіку обороту составу передатного поїзду при перевезенні бокситової руди з порту на абразивний комбінат.....	65
3 Економічна частина.....	67
3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків.....	67
3.2 Розрахунок додаткових витрат за пропозиціями.....	68
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат на перевалку бокситової руди в порту.....	69
3.4 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на перевезення бокситової руди автотранспортом за існуючим варіантом.....	78
3.5 Розрахунок витрат на залізничне перевезення бокситової руди за пропонуванним варіантом.....	83
3.6 Визначення загальних експлуатаційних витрат на перевалку й перевезення бокситової руди та річної економії.....	85
3.7 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності пропозицій.....	86
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	89
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	89
4.2 Заходи з охорони праці.....	91
4.3 Заходи з пожежної безпеки.....	93
4.4 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	94
Висновки.....	95
Перелік посилань.....	97

ВСТУП

На цей час без транспортної галузі не може обійтися жодна ланка економічних процесів, особливо у зовнішньоторговельних відносинах. Без участі транспорту не можна реалізувати обов'язки товаровласників за контрактом купівлі-продажу товару.

Географічне положення України, розвинена транспортна мережа, наявність незамерзаючих портів сприяє збільшенню обсягів транзитних вантажопотоків через її територію. Для України розвиток транзитних перевезень дозволяє суттєво збільшити надходження до бюджету та є реальним джерелом фінансування національного транспорту.

З портів Дніпра на судах класу «ріка – море» можна здійснювати прямі водні перевезення вантажів до портів Дунаю, Волги, Чорного, Азовського, Середземного, Каспійського, Балтійського й іншого морів. Така транспортна схема могла б залучити багатьох судновласників.

Незважаючи на різні політичні, економічні та інші проблеми, водні перевезення в Україні мають значний потенціал. Саме для цього фахівці департаменту політики в області морського й річкового транспорту Міністерства інфраструктури розробили проект державної програми розвитку внутрішнього водного транспорту на перспективу.

Відповідно до розрахунків Міністерства інфраструктури України, на сьогоднішній день внутрішній водний транспорт забезпечує найнижчу собівартість вантажних перевезень на 1 умовну тонну вантажу. Крім того, річковий транспорт має мінімальний вплив на екологію. Показник енергоефективності в 10 разів перевищує автомобільні перевезення й в 5 разів – залізничні. На 5 л умовного палива 1 тонну вантажу можна перевезти річковим транспортом на 500 км, залізницею – на 300 км, автомобільним транспортом – на 100 км.

Запорізький річковий порт взаємодіє з різними видами транспорту, здійснюючи перевалочні роботи, що включають також переробку зовнішньоторговельних

вантажів. Порт експортує метал, металобрухт, феросплави й інші вантажі. Імпортуються такі вантажі як боксити, метали, зернові, генеральні вантажі. Зовнішньоторговельні перевезення вантажів здійснюються в різні порти країн Європи, Азії й північного узбережжя Африки.

Одним з клієнтів Запорізького річкового порту є Запорізький абразивний комбінат, який експортує через порт значні обсяги сировини для абразивного виробництва. Основними видами сировини є нафтококс, який надходить з Румунії, та бокситова руда, яка завозиться з Греції.

В даній магістерській роботі досліджуються питання технологічного процесу перевалки в порту та завезення на абразивний комбінат бокситової руди з розробкою пропозицій, спрямованих на зниження загальних логістичних витрат, пов'язаних з цими процесами.

.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна інформація про Запорізький річковий порт та вантажний фронт з перевалки бокситової руди

Запорізький річковий порт є дочірнім підприємством Судноплавної компанії Укррічфлот.

ДП Запорізький річковий порт – велике транспортне підприємство, яке розташовано в центральній частині міста Запоріжжя на лівому березі річки Дніпро. Порт розташований в Запорізькому промисловому регіоні та обслуговує велику кількість промислових підприємств, які здійснюють зовнішньоекономічну діяльність як в експортному, так і в імпортному напрямках. Порт складається з трьох основних підрозділів [1]:

- Перший вантажний район, розташований у верхньому б'єфі Дніпра, який обслуговується загальносітьовою залізничною станцією Порт Велике Запоріжжя.
- Другий вантажний район – розташований у нижньому б'єфі Дніпра та обслуговується станцією Запоріжжя Пристань. До цього району входить також вантажний причал Дніпрорудне.
- Третій район Запорізького порту – це порт «Нікополь», який розташований нижче по Дніпру.

Запорізький порт ставиться до високо механізованих портів на р. Дніпро й має розвинену інфраструктуру.

Пропускна здатність порту більш 5900000 тонн вантажів на рік. Порт приймає й відправляє вантажі до портів Чорного й Середземного морів, а також річок Дніпро і Дунай. Порт може приймати судна змішаного типу плавання «ріка-море» довжиною до 180 м й осадкою до 5 м [1].

До основних вантажів, що проходять через Запорізький порт, ставляться, в основному, різні навалочні вантажі: руди, кокс, вугілля, металобрухт, пісок, металопрокат, добрива. Але порт має можливість виконувати перевалочні роботи і з

генеральними вантажами, а також великотоннажними контейнерами. Ця можливість з'явилася після реконструкції порталних кранів великої вантажопідйомності [1].

Порт взаємодіє більш ніж з 80 українськими та закордонними партнерами.

На причалах порту обробляються суховантажні судна дедвейтом 3000 - 5000 т, а також теплоходи-площадки та баржі вантажопідйомністю до 2100 т.

Порт відкритий для невійськових суден під будь-якими прапорами протягом періоду навігації. Порт надає клієнтам стивідорні, митні, агентські й сюрвеєрські послуги. Роботи в порту виконуються цілодобового.

В основному нормативному документі Запорізького річкового порту – Зведенні звичаїв – вказано великий комплекс операцій та послуг, які надаються портом [2] за визначеними законодавством України ставками [3].

В роботі досліджуються питання технологічного процесу перевалки в порту бокситової руди, яка прямує в імпортному напрямку через порт на абразивний комбінат.

Вивантажується бокситова руда на третьому причалі довжиною 415 м. Причальна лінія має вихід до станції Порт Велике Запоріжжя (колії № 28 і № 29). Крім бокситів, на причалі перероблюються нафтококс, вугілля, пісок, а також генеральні вантажі.

Причал обслуговується порталними кранами вантажопідйомністю до 20 т. Постійно працює на причалі 4 крани, а 2 крани – знаходяться в резерві або на профілактичному ремонті. Фронт постановки вагонів по причалу складає 38 одиниць по двох вантажних коліях, які проходять в порталі порталних кранів.

Вантажний фронт для приймання і зберігання бокситової руди розрахований на постановку 6 умовних чотирьохвісних вагонів.

Норми обробки суден з бокситовою рудою: планова – 1000 т/добу, а пропонується – 1100 т/добу.

Для зважування залізничних вагонів на колії № 26 загальносїтьової станції Порт Велике Запоріжжя є вагонні вантажопідйомністю 150 т.

1.2 Транспортні властивості та застосування бокситів в абразивному виробництві

В Запорізький річковий порт боксити надходять навалом у судах трюмного типу або судах-площадках.

Боксити – алюмінієва руда, що складається з гідроксидів алюмінію, оксидів заліза й кремнію. В абразивному виробництві боксити є сировиною для одержання електрокорунду способом плавки в електродугових печах [4].

За зовнішнім виглядом боксити схожі на глину, але можуть мати й кам'янистий вид. При змішуванні з водою боксит не утворює пластичної маси на відміну від глини. В залежності від вмісту заліза та хімічних домішок колір бокситів змінюється від сіро-зеленуватого до майже чорного та від рожевого до темно-червоного. Пил бокситових руд має абразивні властивості. Відбувається при рівні вологості 5 %, коли боксит з навалочного переходить у стан сипкого вантажу та набуває властивість розпилення [4].

Транспортують боксити навалом на відкритому рухомому складі, але зберігати їх на відкритих майданчиках не допускається. В умовах підвищеної вологості під дощем бокситова руда перетворюється в рухому кашоподібну масу. Крім того, боксити ставляться до змерзлих вантажів.

Основним споживачем бокситів, яка надходять у Запорізький річковий порт, є Запорізький абразивний комбінат, який єдиний виробляє шліфувальні матеріали в Україні. Крім того, комбінат також займає лідируючі з виробництва абразивів в Європі. Абразивна продукція комбінату поставляється до Німеччини, Італії, США, Японії, Австрії, Польщі, Чехії й інших країн.

Для бокситів характерними властивостями є: кут природного укосу – 35-40°; насипна маса – 1,7-2,2 т/м³; середній питомий навантажувальний об'єм – 0,7 м³/т.

1.3 Аналіз вантажопотоків бокситів

Боксити у Запорізький річковий порт надходять судами змішаного плавання типу «ріка – море» або річковими судами. Якщо за умовами судноплавства судна, які перевозять вантаж, не можуть пройти нагору по Дніпру через свою водотоннажність, то в гирлових портах відбувається перевантаження на річкові судна майданчикowego типу.

Боксити прибувають в порт на судах, а потім автомобільним транспортом – самоскидами – доставляються на Запорізький абразивний комбінат.

Запланований об'єм переробки бокситів в порту за договором 2019 р. становив $Q_{річн} = 58000$ т, а фактичне надходження за період навігації з 01.03.2019 по 15.11.2019 року склало 57900 т. У порівнянні з минулими роками, обсяг надходження збільшився приблизно на 25 %.

В таблиці 1.1 наведені дані про надходження бокситів за період навігації 2019 року.

Таблиця 1.1 – Дані про обсяги переробки бокситів за 2019 рік

Місяць	Надійшло в порт суднами, т	Вивезено з порту вагонами, т
Березень	6276,4	4584,5
Квітень	7807,5	7943,4
Травень	11494,8	9043,5
Червень	3300,2	7416,3
Липень	7225,2	5341,4
Август	7535,5	8451,3
Вересень	5312,4	6967,2
Жовтень	7732,7	5612,4
Листопад	1215,3	2540,0
Усього	57900,0	57900,0

Середній розмір одноразової поставки складає $q_{ном} = 3000$ т.

З порту прибулий вантаж відправляється на адресу Запорізького абразивного комбінату. На цей час доставка на завод здійснюється автомобільним транспортом.

У зв'язку із збільшенням обсягів завезення бокситів на комбінат необхідно виконати дослідження щодо економічності використання залізничного транспорту для завезення з порту на комбінат у порівнянні з автомобільним.

1.4 Умови зберігання і перевезення бокситів

Транспортування бокситової руди здійснюють автомобільним, залізничним, водним транспортом.

Профілактичні міри проти змерзання бокситової руди й примерзання її до стінок і підлоги транспортних засобів у зимовий час та норми безпечної вологості повинні відповідати вимогам Правил перевезення.

До морського перевезення бокситова руда надається великими шматками навалом. За кутом природного укосу близька 40° боксити ставляться до безпечного відносно зсуву; не розріджуються, а при транспортуванні дрібної бокситової руди з кутом природного укосу 35° – можливе розрідження. Допустима максимальна вологість під час транспортування складає 7 % [5].

Бокситова руда морем транспортується на спеціалізованих судах-рудовозах, що мають Боксити перевозять у трюмах вантажних теплоходів типу «ріка-море». Судна, які зазначені для перевезення вантажів такого роду, мають подвійне дно та обладнані сучасними засобами пожежогасіння вуглекислотного типу. Під час перевезення водним транспортом проводиться постійний контроль рівня вологості, герметичності трюмів й дотримання правил протипожежної безпеки. У разі виникнення пожежі застосовують вогнегасники порошкового типу [5].

Для уникнення ушкодження корпусу судна завантаження виконують рівномірно, по всіх трюмах, починаючи із середніх, одночасно заповнюючи вантажні

приміщення судна від носа й до корми. Перевантажувальні роботи тільки в одному трюмі не допускаються [5].

Боксити перевозять у трюмах вантажних теплоходів типу «ріка-море». Судна, які зазначені для перевезення вантажів такого роду, мають Боксити перевозять у трюмах вантажних теплоходів типу «ріка-море». Судна, які зазначені для перевезення вантажів такого роду, мають подвійне дно та обладнані сучасними засобами пожежогасіння вуглекислотного типу. Під час перевезення водним транспортом проводиться постійний контроль рівня вологості, герметичності трюмів й дотримання правил протипожежної безпеки. У разі виникнення пожежі застосовують вогнегасники порошкового типу.

Не можна перевозити в одному трюмі руд різних сортів, навіть при забезпеченні гарної сепарації.

Боксити в трюми судів завантажують навалом із штивкою від борту до борту для того, щоб зменшити висоту шару вантажу й рівномірно розподілити його тиск на днище трюму. Розрівнювати вантаж у трюмі можна тільки в межах просвіту люка. Укоси штабеля повинні рівномірно опускатися до бортів і перебирань трюму, причому більше полого – до бортів і більш круто – до перебирань [5].

Боксити надходять в річковий порт або на суднах змішаного типу «ріка - море», або за іншою схемою: морськими судами боксити доставляються у гирловий порт Усть-Дунайськ, а потім руда перевантажується на річкові судна-площадки. Перевантаження виконується на рейді. Короткі характеристики суден, використуваних для перевезення бокситової руди, наведена в табл. 1.2.

Складування і зберігання в порту бокситів

В портах боксити зберігають на відкритих складських площадках, які влаштовують поблизу залізничних колій і причальних споруджень.

При зберіганні й складуванні на відкритих площадках бокситову руду розташовують па відстані 120 м від штабелів вантажів, які пилять. Поверхня площадок повинна бути з твердим покриттям. Для запобігання пересортування при суміжному складуванні бокситової руди декількох сортів штабеля обгороджують щитами.

Таблиця 1.2 – Характеристика суден для перевезення бокситової руди

Найменування параметру	Значення	
	Волго-Балт	Волго-Дон
Найменування судна	Волго-Балт	Волго-Дон
Валова та чиста місткість,	2457 / 1010	4021 / 1890
Дедвейт, т	3165	5650
Довжина габаритна / конструктивна, м	113,81/ 110,0	138,3 / 135,0
Ширина габаритна, м	13,2	16,7
Ширина конструктивна, м	13,0	16,5
Висота борта, м	5,5	5,5
Осадка судна, м	3,625	3,5
Швидкість, вузлів / км/год.	10,9 / 20,2	10,0 / 18,5
Вантажопідйомність, т	3000	5000
Надводний борт, м	1,875	1,99
Водяний баласт, т	1663	2708
Запаси палива, т	110,6	154,6
Водотоннажність, т	4262	6750
Кількість трюмів, од.	4	4

Майданчики для зберігання бокситової руди в порту попередньо вирівнюють, очищають і покривають сумішшю шлаків і глини товщиною 12 - 15 см та ретельно втрамбовують покриття. Для відводу ґрунтових, дощових і снігових вод улаштовують дренажні канали [5].

Перед початком формування штабелю визначають його розміри з дотриманням вимог: не ближче 0,7 м від виступаючих частин конструкцій крану. Висота конусу штабелю – не більш 5,0 м. При залишках вантажу на причалі, висотою штабелю менш 1,0 м вантаж на складі підгортається бульдозером до тилу або у зону дії крану [5].

Склад бокситів повинен бути надійно обгороджений, мати достатню кількість проїздів і під'їздів, устрій і розташування яких повинні забезпечувати можливість зручного проїзду й маневрування пожежних машин. Ширина проїздів між штабелями – не менш 6 м; ширина проходів – не менш 2 м. Відстань від штабеля з рудою до осі підкранової колії – 2,5 м.

1.5 Аналіз існуючої технології та організації перевалки бокситової руди в річковому порту

Бокситова руда прибуває в Запорізький річковий навалом; середнє завантаження судна становить 1500...3000 тонн. Судно прибуває на причал № 3.

Вивантаження виконується порталними кранами з грейферними захватами. Боксити вивантажуються на причал, а потім вивозяться з порту на абразивний комбінат самоскидами.

Суднова операція

Перед початком вивантаження судно надійно швартується біля причалу. На берег подається трап, відкриваються кришки трюмів. Вивантаження судна виконується під керівництвом вахтового начальника або шкіпера рейду у відповідності до положень «Інструкції з навантаження, вивантаження сипких вантажів і баластування вантажних теплоходів різних проєктів».

Вивантаження боксити з суден виконується пошарово: вивантажується перший шар (приблизно 70 % від кількості руди в трюмах) з усіх трюмів, а потім – другий шар, що складає 30 % від загальної кількості вантажу на судні [6].

Вивантаження суден площадкового типу вивантажуються напрям розвантаження – від носа до корми за участі двох кранів, потім – один в напрямку від носа до середини трюмів, а другий – від середини трюмів до корми.

Судна трюмного типу вивантажуються таким чином: один кран розвантажує перший і четвертий трюми; а другий кран – виконує вивантаження 2 й 3 трюмів.

Після вивантаження судно зачищається спочатку бульдозером на колісному ході, який завчасно подається на судно порталним краном, а потім – виконується остаточне зачищення трюмів під мітлу [6].

Автомобільна операція.

Під'їзд автомобілів на причал № 3 для завантаження дозволяється за розпорядженням виконавця вантажних робіт. Відстань між автомобілем й штабелем ва-

нтажу повинна бути не менше за 1 м у зоні роботи порталного крану. У зоні дії порталного крану може знаходитися лише один автомобіль.

Завантаження автомобіля здійснюється порталним краном з грейферним захватом. До подачі на причал прибулий автомобіль спочатку зважується на автомобільних вагах. Після завантаження бокситів автомобілі знов зважуються. При необхідності виконують дозування (довантаження або навпаки вивантаження частки руди, яка перевищує вантажопідйомність автомобіля) [6].

При виконанні завантаження водій повинен знаходитися поза зоною дії крану. Направляти вантаж при його укладанні у кузов автомобіля можна за допомогою відтяжок, багрів тощо, знаходячись за межами кузова [6].

Навантаження автотранспорту здійснюється грейфером $2,6 \text{ м}^3$.

Питомий навантажувальний об'єм бокситової руди коливається від $0,5 \text{ м}^3/\text{т}$ до $0,7 \text{ м}^3/\text{т}$ залежно від значення величини питомої ваги бокситової руди (близька $2,0 \text{ т}/\text{м}^3$).

У табл. 1.3 наведено кратку характеристику технічних засобів, які використовують на причалі № 3 для перевалки бокситової руди на цей час [6].

Таблиця 1.3 – Технічні засоби, що задіяні на переробці бокситової руди

Назва елементу	Характеристика
Судно	Вантажний теплохід типу ріка – море Вантажопідйомність – 1300...5000 т. Тип трюму – I, II
	Несамохідне судно «площадка» пр. 1021, Д-021 Вантажопідйомність – 2100...2200 т
Перевантажувальні механізми	Крани порталні Кировец, Альбатрос Вантажопідйомність – 16...20 т Максимальний виліт стріли – 30 м Бульдозер ДТ-75, Т-170. Зачисна машина МТЗ-80
Вантажозахватні пристрої	Грейфер двощелепний $V = 2,6 \text{ м}^3$ Лопата $0,7 \text{ м}^3$. Траверса для зачисної машини
Інвентар	Лопата совкова, мітла. Приставні сходи. Ломики
Склад	Відкритий бетонований майданчик

У таблиці 1.4 приведена схема розстановки докерів-механізаторів та механізмів по ділянках виконання перевалочних робіт з бокситами [6].

Таблиця 1.4 – Схема розстановки робочих та машин на місці виконання робіт з перевалки бокситової руди на автотранспорт

Технологічні схеми	Вагон	Судно	Механізми		Усього
	Докер	Докер	КП	Трактор	Докер
1. Судно (І шар) – ПК – Склад	-	-	1	-	1
2. Судно (ІІ шар) – ПК – Склад	-	2 ¹	1	1	4
3. Судно – ПК – Автомобіль	2 ⁰	-	1	-	3

Примітка: 2⁰ – підготовка АТ до навантаження; 2¹ – на період зачищення суден.

Перевалку бокситової руди здійснюють порталні крани (табл. 1.5) із грейферним захватом, зачисна машина (табл. 1.6) та бульдозери (табл. 1.7).

У табл. 1.5 наведена технічна характеристика порталного крану.

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика порталного крану Альбатрос [7]

Показники		Значення
Вантажопідйомність, т		20,0
Виліт стріли, м: найбільший / найменший		32 / 8
Найбільша висота підйому, м		22,0
Глибина опускання, м		8,0 / 15,0
Кількість ходових коліс: загальна / приводних		16 / 8
Швидкість, м/хв.	підйому	12,0
	зміни вильоту стріли	12,0
	пересування	25,0
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
	повздовжній	1:2000
Коля порталу, м		10,5

У табл. 1.6 приведена технічна характеристика бульдозерів, які залучають до робіт з формування штабелю бокситової руди та для зачищення габаритів, а в табл. 1.7 – характеристика зачисної машини для зачищення суден після вивантаження бокситів.

Таблиця 1.6 – Технічні характеристики бульдозерів

Найменування параметрів	Значення параметрів		
Марка бульдозера	T-130	T-170	ДТ-75
Габаритна довжина, мм	4440	4440	4290
Габаритна ширина, мм	2480	2480	2480
Габаритна висота, мм	3250	3250	3180
Ширина відвала, м	2,48	3,2	3,31
Об'єм призми волочіння, м ³	4,28	4,28	4,75
Опускання нижче опорної поверхні, мм	535	465	500
Висота бульдозерного відвала, мм	1310		
Питома витрата палива, г/кВт·год.	231 (170)	218 (160)	218 (160)

Таблиця 1.7 – Технічна характеристика зачисної машини МТЗ-80

Показники	Значення
Довжина по кінцях повздовжніх тяг, мм	3815
Ширина по виступаючим кінцям півосей задніх коліс, мм	1970
Висота, мм: по облицюванню	1615
по кабіні	2470
Повздовжня база, мм	2370
Колія, мм: по передніх колесах	1200...1800
по задніх колесах	1350...2100
Радіус повороту, мм	4100
Потужність двигуна, кВт / к.с.	59 / 80
Питома витрата палива, г/кВт·год.	238 (185)
Швидкість пересування, м/с	2,57...25,95

Існуюча транспортно-технологічна схема переробки бокситової руди складається з таких операцій:

- прибуття завантаженого судна до першого вантажного району порту та постановка його під вивантаження на причалі № 3;
- розвантаження I шару вантажу з судна портальним краном вантажопідйомністю 20 т із грейферним захватом на причалі № 3;
- подача на судно портальним краном зачисної машини для підгрібання руди в просвіт люкового отвору;
- розвантаження II шару вантажу з судна;
- митне оформлення ввезення бокситової руди;
- зачищення трюмів судна після вивантаження бокситової руди;
- прибирання з судна зачисної машини портальним краном з траверсою;
- зачищення трюмів судна вручну під мітлу;
- формування штабелю вантажу на причалі бульдозерами; встановлення підпирних стійок;
- накриття штабелю вантажу бокситів брезентом для захисту від вологи;
- зберігання бокситової руди на причалі в очікуванні вивезення вантажу з порту на абразивний комбінат;
- оформлення перевізних документів на вивезення бокситової руди з порту;
- подача порожніх самоскидів на автомобільні ваги для зважування;
- слідкування автотранспорту з ваг до причалу № 3 під завантаження бокситової руди;
- завантаження бокситової руди у самоскиди портальним краном з грейферним захватом;
- рух завантажених самоскидів з причалу на автомобільні ваги;
- зважування і, при необхідності, дозування автомобілів з бокситовою рудою;
- транспортування бокситової руди самоскидами на абразивний комбінат.

Існуючу транспортно-технологічну схему перевалки бокситової руди на причалі 3 першого вантажного району річкового порту наведено на слайді 1 презентації роботи.

1.6 Аналіз існуючої технології вантажопереробки бокситової руди на Запорізькому абразивному комбінаті

За існуючим варіантом бокситова руда з річкового порту на абразивний комбінат завозиться автомобілями-самоскидами.

На складі автомобілі розвантажуються самопливом на складський майданчик. В міру необхідності бокситова руда подається до приймальних бункерів виробничого цеху заводськими автомобілями, які завантажуються мостовим краном з грейферним захватом об'ємом 2,6 м³, технічна характеристика якого наведена в табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Технічна характеристика мостового крану

Найменування характеристики	Значення параметра
Тип крана	одnobалковий
Довжина прольоту, м	22,5
Мінімальне наближення гака до підкранової колії, мм: - по горизонталі: з боку кабіни / тролєї - по вертикалі	800 / 1000 500
Швидкість, м/с: - пересування крана - пересування візка - підйому / спуску вантажу	0,67 0,50 0,20
Потужність двигунів, кВт: - механізму підйому - механізму пересування вантажного візка - механізму пересування крану	37,0 17,5 11×2

Для транспортування бокситової руди з порту на абразивний комбінат та для внутрішньозаводських перевезень залучаються заводські автомобілі-самоскиди КамАЗ-6520 [8].

Таблиця 1.9 – Технічна характеристика автомобілів-самоскидів КамАЗ-6520

Показники	Значення
Колісна формула	6×4
Повна маса автомобіля, кг	33100
Допустиме навантаження на вісі, кг: передня / задня	7500 / 26500
Маса спорядженого автомобіля, кг	13025
Вантажопідйомність, кг	20075
Об'єм вантажної платформи, м ³	20,0
Шини (пневматичні)	315/80 R22,5
Кількість коліс	10+1
Габаритні розміри, мм	7730×2550×3120
Витрата палива при повному завантаженні, л/100 км	45,5
Напрямок розвантаження	назад

Вивантажуються автомобілі на абразивному комбінаті самопливом на штабельному складі зберігання бокситів.

1.7 Основні принципи вибору виду транспорту для транспортування вантажів

Оскільки в роботі необхідно визначити вид транспорту для перевезення імпортованих бокситів з Запорізького річкового порту на абразивний комбінат з найменшими витратами, розглянемо основні підходи і принципи вибору виду транспорту.

Проблема вибору способу доставки вантажів є однією з головних проблем при створенні й функціонуванні виробництв і населених пунктів. При цьому вар-

то розрізняти умови такого вибору: поточні й стратегічні (перспективні). У першому випадку споживачі транспортних послуг виконують вибір з існуючих у регіоні або державі транспортних засобів, а в другому – з огляду на можливий їхній розвиток (удосконалювання) або створення нових способів переміщення вантажів. При цьому в обох випадках беруть до уваги не тільки собівартість перевезення, але й ураховують дальність, строки й швидкості доставки, універсальність і продуктивність транспорту, рівень схоронності вантажів і безпеки перевезень, комфортабельність транспортного обслуговування клієнтів й інших показників [9].

На практиці вибір виду транспорту обмежений, особливо в області вантажних перевезень. Він базується на таких принципах.

1) вибір виду транспорту або способу переміщення *роблять самі споживачі* транспортних послуг на відміну від раніше існуючого в області перевезень централізованого розподілу. Це означає, що працівники транспорту повинні навчитися *продавати* (а не розподіляти) транспортні послуги на транспортному ринку;

2) основним критерієм вибору є *витрати* споживача на транспортні послуги. Додатковими, а може бути вирішальними, критеріями можуть бути мінімальні строки перевезення, надійність, безпека, схоронність, екологічність переміщення й інші показники;

3) порівняння вартісних і натуральних показників порівнюваних варіантів. Зіставляються всі елементи витрат на всьому шляху проходження вантажу від місця відправлення до складу одержувача, тобто «від дверей до дверей», включаючи можливі проміжки перевалки вантажу на інші види транспорту.

В умовах ринкової економіки найважливішим загальним принципом є конкурентно-здатність транспортних послуг того або іншого варіанта перевезень. У зв'язку із цим при виборі каналів руху товарів поряд з урахуванням якості транспортного обслуговування, рівня безпеки й екологічності транспорту необхідно мати вигоду споживачів від використання того або іншого виду транспорту, тобто

облік витрат на перевезення, а також позатранспортний економічний і соціальний ефект [9].

Всі транспортні витрати вантажовласників можна підрозділити на такі групи:

- 1) витрати на виконання вантажно-розвантажувальних операцій;
- 2) витрати на завезення-вивезення вантажів на термінали магістрального транспорту;
- 3) витрати на початково-кінцеві операції;
- 4) витрати на переміщення вантажу з пункту відправлення до пункту призначення;
- 5) додаткові витрати, пов'язані із втратами вантажів, сервісним обслуговуванням, природоохоронними заходами.

У загальному виді поточні витрати можна визначити за формулою [10]:

$$B_{пер} = T_{нр} + T_{зв} + T_{нк} + T_{пер} \cdot L_{пер} + T_{дод}, \quad (1.1)$$

де $T_{нр}$ - витрати на виконання вантажно-розвантажувальних операцій, грн.;

$T_{зв}$ - витрати на завезення-вивезення вантажів до терміналів магістрального транспорту, грн.;

$T_{нк}$ - витрати на виконання початково-кінцевих операцій у вантажних пунктах, грн.;

$T_{пер}$ - витрати на переміщення вантажів між пунктами відправлення і призначення, грн.;

$L_{пер}$ - відстань перевезення між пунктами відправлення і призначення, км;

$T_{дод}$ - додаткові витрати, пов'язані з виконання основних технологічних операцій, грн.

Наведені загальні витрати визначаються для конкретної єдиної відстані, яку встановлено для всіх видів транспорту.

Можуть виникати додаткові витрати, такі як, вартість тари, амортизація контейнерів, страхування, плата за зберігання вантажу в певних пунктах і т.д.

Економічний ефект вибору оптимального варіанту перевезень вантажів визначається за формулою [10]:

$$\Delta E = (B_{пер}^{існ} - B_{пер}^{нр}) \cdot Q, \quad (1.2)$$

де $B_{пер}^{існ}$ - витрати на перевезення за діючим варіантом, грн.;

$B_{пер}^{нр}$ - витрати на перевезення за пропонованим варіантом, грн.;

Q - об'єм перевезеного вантажу, т.

Розрахунок витрат по кожній кореспонденції й всіх можливих варіантах перевезень громіздкий. Тому для спрощення процедури вибору видів транспорту в практиці користуються установленими раціональними сферами застосування видів транспорту або рівновигідними відстанями. Особливо часто використовують граничні відстані при ухваленні рішення про вибір автомобільного або залізничного транспорту.

Рівновигідна дальність, яка відрізняє сфери використання будь-якого виду транспорту, визначається за формулою [10]:

$$L_p = \frac{(B_{нк}^{зал} + Z_{пер} \cdot B_{пер}) - B_{нк}^{ат}}{B_{рух}^{зал} - B_{рух}^{ат}}, \quad (1.3)$$

де $B_{нк}^{зал}$, $B_{нк}^{ат}$ - ставки на початкові й кінцеві операції транспортного процесу, включаючи витрати на навантаження й вивантаження, подачу рухомого складу, тощо, грн.;

$Z_{пер}$ - кількість перевантажувальних операцій;

$B_{пер}$ - витрати на перевалочні операції з одного виду транспорту на інший, грн.;

$B_{рух}^{зал}, B_{рух}^{ат}$ - витрати на переміщення вантажів окремо по кожному варіанту перевезень, грн.

Перевезення на відстані менше отриманої рівновигідної дальності відносять до сфери економічно вигідної зони використання автомобільного транспорту, а на більші відстані – до сфери використання залізничного варіанта перевезень.

У деяких випадках, вибір виду транспорту в поточних умовах при різких коливаннях тарифів здійснюється на підставі порівняння більш стабільних показників собівартості перевезень вантажів. Перспективні розрахунки з вибору видів транспорту визначають за формулою [10]:

$$\Pi_{np}^i = E_{екс}^i + E_n(K_{доо}^i + M_{об}^i) \rightarrow \min, \quad (1.4)$$

де i - варіант перевезень;

$E_{екс}^i$ - експлуатаційні витрати при i -му варіанті перевезень, грн.;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності витрат;

$K_{доо}^i$ - капітальні вкладення при i - м варіанті перевезень, грн.;

$M_{об}^i$ - питома вартість вантажної маси в шляху при певному варіанті перевезень, грн.

Із декількох порівнюваних варіантів перевезень (видів транспорту) найбільш вигідним буде той, який буде мати найменші наведені витрати.

Всі наведені вище рекомендації з вибору виду транспорту для перевезення вантажів будуть враховані в магістерській роботі.

1.8 Аналіз недоліків існуючого становища та постановка задач магістерської роботи

Аналіз існуючої технології перевалки в порту бокситової руди виявив істотні недоліки, а саме:

- через велику кількість перевалок існують значні втрати сировини, що приносить збитки;
- значні простой суден під вивантаженням через низькі судно-годинні норми, тому що вантаж перевозиться навалом і перевантажується грейфером об'ємом $V = 2,6 \text{ м}^3$;
- в процесі вивантаження судна приймає участь зачисна машина, яка після вивантаження I шару вантажу починає підгрибати руду в простір люкового отвору, а після вивантаження II шару – починає зачищати судно від залишків руди у важкодоступних місцях;
- значні витрати на перевезення руди з порту на абразивний комбінат автомобільним транспортом.

Для усунення виявлених недоліків пропонується:

- для скорочення часу обробки судна та зниження витрат на вантажопереробку бокситової руди в порту обладнати порталні крани грейферами більшої вантажопідйомності та ємності. Пропонується застосувати грейфери ножичного типу, які не тільки вивантажують руду, але й виконують штивку, що дозволяє вивантаження проводити без участі зачисної машини. Скорочення часу на розвантаження судна дозволить зменшити плату за обробку судна в порту, бо вона стягується за кожну годину простою. Ці витрати оплачуються одержувачем, тому що поставка руди здійснюється за контрактами, які укладені за базисом поставки FOB (франко-борт). За такою умовою витрати на транспортування та обробку вантажу в порту призначення покладаються на одержувача, тобто на абразивний комбінат;

- для зниження витрат на перевезення бокситів з порту на комбінат автотранспортом пропонується запровадити залізничні перевезення з урахуванням збільшення обсягів надходження бокситів в порт для абразивного комбінату;
- для завантаження бокситів у вагони пропонується на причали влаштувати бункерний завантажувальний пристрій, обладнаний пристроями для регулювання подачі вантажу в кузов.

Всі виконані розрахунки будуть обґрунтовані економічно, що дозволить вибрати найбільш прийнятний варіант доставки й перевалки в порту і на абразивному комбінаті бокситової руди за критерієм мінімальних логістичних витрат.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка пропонованої технології перевалки в порту й доставки на абразивний комбінат бокситової руди

До вибору технології й організації перевалки вантажів в портах надаються такі основні вимоги [6]:

- схема перевалки повинна забезпечувати необхідну пропускну здатність причального фронту, складів і перевантажувального фронту, що дозволяє обробляти транспортні засоби з дотриманням встановлених судно-годинних норм;
- з огляду на нерівномірність прибуття суден під вантажні операції, при розробці схеми перевалки необхідно передбачити певний резерв пропускну здатності причалу;
- засоби механізації перевалки повинні відповідати раціональній структурі перевантажувального процесу на причалі, що визначає кількість, послідовність, зміст всіх основних операцій, типи й характеристики машин, пристроїв та їхнє розміщення;
- застосування ручної праці припустимо тільки на тих операціях, механізація й автоматизація яких економічно не доцільна або не можлива в сучасних умовах з технічних причин;
- схема перевалки повинна бути надійною в роботі тощо.

Бокситова руда надходить у Запорізький річковий порт для подальшої доставки на абразивний комбінат.

Бокситова руда поступає в порт в суднах трюмного типу сполучення «ріка – море» або річкових суднах, якщо руда була перевантажена у гирловому порту.

За пропонованою технологією спосіб доставки бокситів не змінюється - навалом.

Для вивантаження бокситів с судна пропонується замінити двощелепний грейфер об'ємом 2,6 м³ на грейфер ножичного типу об'ємом 7,6 м³. Застосування

грейфера більшого об'єму дозволить скоротити час розвантаження судна та завантаження наземних транспортних засобів.

Грейфери ножичного типу [11, 12] основані на принципі роботи ножиців. Вони мають два блоки, які послідовно огинаються замикаючими тросами. Такі грейфери ідеально підходять для швидкого та ефективного розвантаження суден. Вони мають високий коефіцієнт захвату 2,05 у порівнянні із звичайним двощелепним грейфером, у якого цей показник 1,7. Грейфери ножичного типу високоефективні: на початку захвату вантажу при повному відкритті сила риття грейферу маленька, а в міру закриття грейферу сила поступово збільшується до значення, яке співпадає із силою, яка необхідна при захваті вантажів. Зменшується час на закриття та розкриття грейферу.

У зв'язку з великим отвором ножичного грейферу площа захвату збільшується на 60 % у порівнянні із звичайним двощелепним грейфером. Завдяки цьому зачищення судна можна виконувати без участі зачисної машини. Крім того, ножичні грейфери мають низьку аварійність за рахунок невеликої кількості блоків та штифтів [12].

Технічна характеристика грейфера ножичного типу наведена в табл. 2.1 [11].

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика грейферу ножичного типу

Найменування характеристики	Значення
Вантажопідйомність крану, т	16,0
Власна маса грейферу, т: не більш	3,0
Максимальна маса вантажу в грейфері, т	13,0
Розмах щелеп D, мм	4590
Довжина закритого грейферу C, мм	2675
Ширина щелеп E, мм	2000
Висота грейферу відкритого B, мм	4475
Висота грейферу закритого A, мм	4325
Діаметр сталюого тросу, мм	Ø26
Діаметр блоку, мм	Ø560
Висота грейферу при роботі, м	10,0

Застосування ножичного грейфера дозволить з його допомогою не тільки вивантажувати боксити, але й зачищати судно від залишків вантажу, що дозволяє вивантаження проводити без участі зачисної машини. Після закінчення розвантаження достатньо виконати зачищення трюмів «під мітлу».

Зовнішній вигляд грейфера ножичного типу наведений на рис. 2.1.

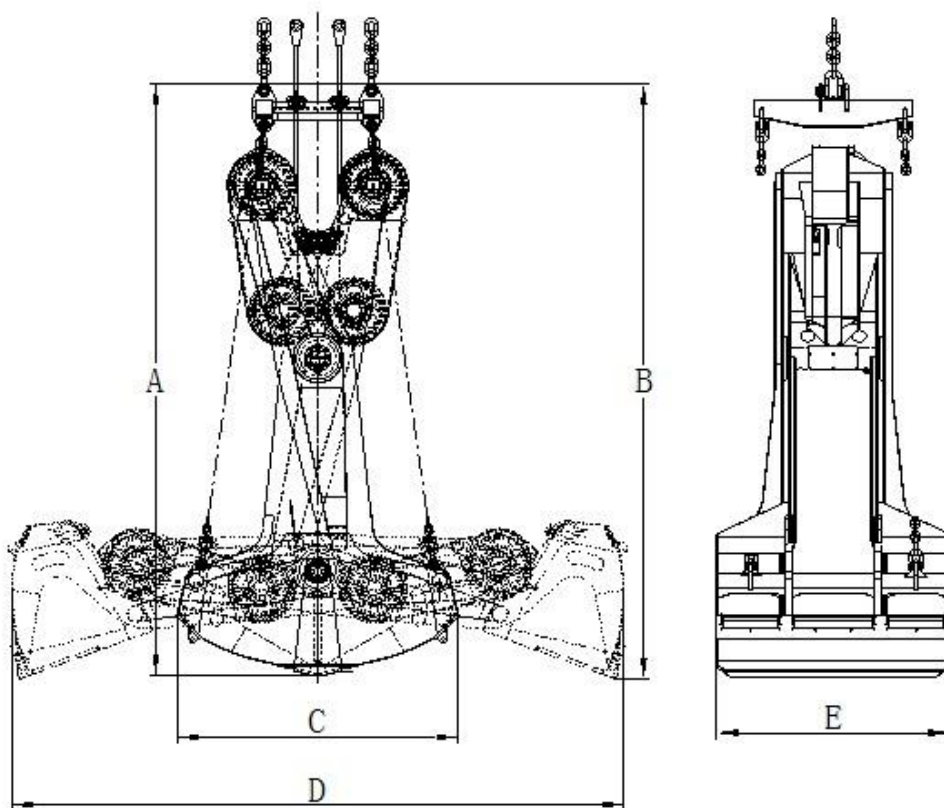


Рисунок 2.1 – Грейфер ножичного типу

Для грейферів такого типу характерна стійкість на похилих поверхнях, короткий час циклу, зниження лавино подібності в трюмі судна та підвищений рівень безпеки. Зовнішній вигляд та характеристики грейфера ножичного типу показано на слайді 2 графічного матеріалу роботи.

Для завантаження бокситів в кузов вагону пропонується на причалі встановити бункерний відвантажувальний пристрій, який обладнаний устроями для регулювання подачі вантажу в кузов. Випускний отвір бункера обладнаний лотковими затворами, піднімання і опускання яких проводиться лебідками. Бункер поставлений дозатором. До початку відвантаження оператор задає необхідну дозу ван-

тажу. Після завантаження необхідної кількості бокситів в кузов вагону випускний отвір перекривається затвором, і завантаження закінчено. Така технологія відвантаження дозволяє уникнути операцію дозування вантажу в кузові вагону в порту.

До подачі вагонів на причал під завантаження бункерний пристрій наповнюється вантажем. Після подачі вагонів маневровий локомотив відчіплюється та повертається на портову станцію. Пересування вагонів вздовж вантажного фронту виконується за допомогою маневрової лебідки. Оператор бункерного пристрою включає допоміжний барабан лебідки та підтягує зчіпний пристрій до вагону. Потім зчіпний пристрій кріпиться на автозчеплення та вагони подаються до бункерного пристрою.

Після завантаження вагони маневровий локомотив прибирає на відправні колії портової станції. На станції формується передача з 24 вагонів та відправляється на станцію Запоріжжя II. На цій станції формується вивізний поїзд, в составі якого вагони з бокситовою рудою транспортуються на абразивний комбінат.

Бокситова руда, що надходить із порту на завод у залізничних піввагонах, вивантажується на заводському складі, де й зберігається. Потім боксити перевантажуються на внутрішньозаводський автотранспорт і доставляються в цех у зону підготовки сировини для подальшого виробництва.

Пропонована схема перевалки в порту і доставки на абразивний комбінат наведена на слайді 3.

2.2 Розрахунок вантажопотоків бокситової руди

Для виконання технологічних розрахунків необхідно визначити вантажопотік з урахуванням коефіцієнту нерівномірності K_n , який характеризує відхилення максимального місячного вантажопотоку до середньомісячного за період, для якого виконується дослідження. Середній добовий вантажопотік визначається за формулою [13]:

$$Q_{доб} = \frac{Q_{річн} \cdot K_n}{T_p}, \quad (2.1)$$

де $Q_{річн}$ - річний вантажопотік бокситової руди, т;

K_n - коефіцієнт нерівномірності надходжень бокситів в порт;

T_p - кількість днів роботи річкового порту, діб. Це значення відповідає періоду навігації; за фактичними даними за 2019 рік приймаємо 260 діб.

За даними порту про надходження бокситової руди в річковий порт за 2019 р. створюємо статистичний ряд, а на його основі – варіаційний. Дані для розрахунку наведені в додатку А. Варіаційний ряд ділимо на групи, кількість яких визначимо за формулою [12]:

$$K = 1 + 3,2 \lg N, \quad (2.2)$$

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

$$K = 1 + 3,2 \lg N = 1 + 3,2 \cdot 2,07918 = 7,65; \text{ приймаємо в розрахунках } 8.$$

Інтервал групування [12]:

$$I_{gp} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{K} = \frac{3200 - 0}{8} = 400, \quad (2.3)$$

де $N_{\max}$ - максимальне значення випадкової величини обсягу надходження бокситів з варіаційного ряду;

$N_{\min}$ - мінімальне значення обсягу надходження бокситів з варіаційного ряду.

Потім обробляємо ці дані методом математичної статистики за відомим алгоритмом. Результати обробки варіаційного ряду представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати обробки варіаційного ряду з надходження бокситової руди в Запорізький річковий порт

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		$D = 728343$	

Середньоквадратичне відхилення за формулою (2.4) [12] складе:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{728343} = 853,43. \quad (2.4)$$

Коефіцієнт варіації добового вантажопотоку бокситової руди складе [12]:

$$V = \frac{\sqrt{D}}{\bar{M}} = \frac{\sqrt{728343}}{1617,2} = 0,5277, \quad (2.5)$$

де D - дисперсія випадкової величини;

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

Отримуємо коефіцієнт нерівномірності за формулою [12]:

$$K_H = 1 + V = 1 + 0,5277 = 1,5277. \quad (2.6)$$

Аналогічно визначаємо коефіцієнт нерівномірності для відвантаження бокситів з порту наземним транспортом. За даними табл. 1.4 річний вантажопотік бокситової руди склав 57900 т/рік.

Визначимо розрахунковий добовий вантажопотік відвантаження бокситової руди з порту на абразивний комбінат:

$$Q_{доб}^{боксит} = \frac{57900 \cdot 1,5277}{260} = 340,2 \text{ т/добу.}$$

Визначений добовий розрахунковий вантажопотік відправлення бокситової руди з порту на абразивний комбінат будемо використовувати в подальших технологічних розрахунках.

2.3 Розрахунок причального складу бокситової руди

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

Бокситова руда зберігається у штабелі, геометричний об'єм якого визначаємо за формулою [13]:

$$V_{шт} = H(L - H \cdot ctg \rho) \cdot (B - ctg \rho), \quad (2.7)$$

де H - висота штабеля, м;

L - довжина нижньої підстави штабеля, м;

B - ширина штабеля, м;

ρ - кут природного укосу вантажу в стані спокою, град; $\rho = 45^\circ$; $ctg 45^\circ = 1$.

Довжина складської площадки для бокситів й фронт постановки для 6 вагонів становить 90 м. Висота штабеля визначається технічними можливостями використовуваних засобів механізації. При використанні порталного крана висота штабеля складе 5 м.

Ширина штабеля визначається шириною площадки й становить 20 м.

Визначаємо об'єм штабеля для зберігання бокситової руди:

$$V_{шт} = 5,0 \cdot (90 - 5,0 \cdot 1) \cdot (20 - 1) = 8075 \text{ м}^3.$$

Теоретична ємність штабеля для зберігання руди становить:

$$E_{скл} = V \cdot \rho = 8075 \cdot 2,0 = 16150 \text{ т.}$$

Розрахована ємність штабеля відповідає необхідній ємності складу.

Габаритні розміри складу на причалі складають: 90×20 м. Площа – 1800 м².

З огляду на висоту складування, приймаємо відстань від зовнішньої грані голівки прилеглої до вантажу рейки 2,5 м. Відстань від виступаючих частин крана, не вважаючи його поворотної частини, до штабеля повинна бути не менш 0,7 м.

З урахуванням вимог протипожежної безпеки на причалі, де зберігаються боксити, необхідно передбачити протипожежний проїзд.

За компоновальною схемою склад складається із двох технологічних зон, розділених поперечним проїздом для автотранспорту шириною 6,0 м. З обох сторін сторону поперечного проїзду проектуємо по 2 штабеля довжиною по 42 м.

Розрахунок показав, що існуючої ділянки на причалі № 3 для тимчасового перебування бокситової руди, яка надходить у річковий порт для Запорізького абразивного комбінату, достатньо для забезпечення зберігання нормативних запасів вантажу.

2.4 Розрахунок основних параметрів бункерного пристрою для відвантаження бокситів у вагони в порту

Для завантаження вагонів бокситовою рудою в порту проектуємо бункерний відвантажувальний пристрій на причалі.

Об'єм бункерного пристрою обчислюємо за формулою [14]:

$$V_{\phi} = k_{нв} \frac{q_{\phi} \cdot n_{нв}}{\phi_{\phi} \cdot \gamma_{\phi}}, \quad (2.8)$$

де $k_{нв}$ - коефіцієнт, що враховує надходження вантажу у бункер в процесі навантаження вагонів. Оскільки партія вагонів невелика, то приймаємо цей коефіцієнт в межах 0,8...0,9;

$n_{нв}$ - кількість вагонів, з якими виконуються вантажні операції;

q_{ϕ} - вантажопідйомність вагону, т; за даними технологічної карти 66,3 т;

ϕ_{ϕ} - коефіцієнт заповнення бункера: 0,8...0,9;

γ_{ϕ} - об'ємна маса бокситової руди, т/м³; 1,5 т/м³.

$$V_{\phi} = 0,8 \frac{66,3 \cdot 2}{0,9 \cdot 1,5} = 78,5 \text{ м}^3.$$

З урахуванням того, що завантаження бокситів відбувається у вагони, встановлені по двох коліях, то передбачаємо не один, а два бункери однакового об'єму по 40 м³.

Визначаємо розміри бункеру призма-пірамідального виду, який складається з верхньої частини у формі паралелепіпеду та нижньої частини у вигляді відсіченої піраміди (рисунк 2.2), за формулою [14]:

$$V_{\text{б}} = a \cdot b \cdot h_2 + \frac{1}{3} h_1 (a \cdot b + \sqrt{a \cdot b \cdot A \cdot B} + A \cdot B), \quad (2.9)$$

де A, B - розміри випускного отвору бункера, м;

a, b - довжина та ширина бункера зверху, м;

h_1, h_2 - висота відповідно пірамідальної та призматичної частин бункера, м.

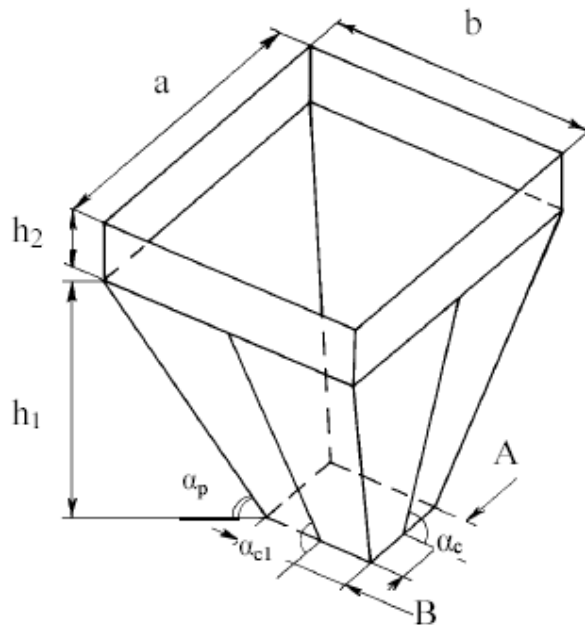


Рисунок 2.2 – Бункер призма-пірамідального типу

Для розрахунків параметрів бункера необхідно знати розміри типового шматка матеріалу. Середній розмір типового шматка бокситової руди розраховується за формулою [14]:

$$a' = \frac{a_{\max} + a_{\min}}{2} = \frac{5 + 550}{2} = 300 \text{ мм}, \quad (2.10)$$

де $a_{\max}, a_{\min}$ - відповідно максимальний і мінімальний розміри шматка бокситу, мм.

Для запобігання утворення зводу з вантажу в бункері необхідно, щоб розмір випускного отвору був не менш значення, визначеного за умовою [14]:

$$A \geq (4,0 \dots 5,5) \cdot a' = 300 \cdot 4,0 = 1200 \text{ мм.} \quad (2.11)$$

Кути нахилу бічних стінок бункери α_c повинні бути перевірені на відсутність гальмування вантажу за умовою [16]:

$$\operatorname{tg} \alpha_c \geq f, \quad (2.12)$$

де f - коефіцієнт тертя вантажу по стінках бункера. При русі вантажу по металевій поверхні можна прийняти для бокситів $f = 0,75 \dots 0,8$.

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{h_1}{0,5 \cdot (a - A)}. \quad (2.13)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{2}{0,5 \cdot (4 - 0,3)} = 1,08.$$

Умова виконується, отже, можна проектувати бункер з такими розмірами.

Площа поперечного перерізу безперервного потоку вантажу розраховується за формулою [14]:

$$F = (A - a') \cdot (B - a'), \quad (2.14)$$

де A, B - відповідно довжина й ширина випускного отвору бункера, м;

a' - розмір характерного шматка вантажу, м; $a' = 300 \text{ мм} = 0,3 \text{ м}$.

Швидкість потоку вантажу при висипанні з бункера визначається за формулою [14]:

$$v = \lambda \cdot \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R}, \quad (2.15)$$

де λ - коефіцієнт витікання; приймаємо $\lambda = 0,4$;

g - прискорення сили ваги, м/с²;

R - гідравлічний радіус випускного отвору, м;

$$R = \frac{F}{P}, \quad (2.16)$$

P - периметр перетину, м;

α - кут нахилу жолоба, що відхиляє потік, який створює підпор, град.

Виконаємо розрахунки для бункерного пристрою, використовуюваного для завантаження вагонів:

$$F = (1,2 - 0,3) \cdot (1,0 - 0,3) = 0,43 \text{ м}^2;$$

$$R = \frac{0,43}{2 \cdot 0,9 + 2 \cdot 0,7} = 0,134 \text{ м};$$

$$v = 0,4 \cdot \sqrt{3,2 \cdot 9,81 \cdot 0,134} = 0,79 \text{ м/с}.$$

Експлуатаційний об'єм бункеру визначається за формулою [14]:

$$V_{\sigma} = V_m \cdot f_{\sigma}, \quad (2.17)$$

де V_m - теоретичний внутрішній об'єм бункеру, як геометричного тіла, м³;

f_{σ} - коефіцієнт заповнення бункера; приймаємо 0,8.

Теоретичний об'єм бункеру визначаємо за формулою (2.9):

$$V_m = 4 \cdot 4 \cdot 3 + \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot (4 \cdot 4 + \sqrt{4 \cdot 4 \cdot 1,2 \cdot 1,0} + 1,2 \cdot 1,0) = 62,3 \text{ м}^3;$$

Розрахуємо експлуатаційний об'єм бункеру:

$$V_b^{ваз} = 62,3 \cdot 0,8 = 49,8 \text{ м}^3.$$

Для організації завантаження вагонів бокситовою рудою передбачаємо спорудження двох завантажувальних бункерів об'ємом 50 м^3 кожний (по кількості вантажних колій, на які ставляться вагони на причалі).

2.5 Організація перевалки бокситової руди в порту

2.5.1 Розрахунок продуктивності портових засобів перевалки

У Запорізькому річковому порту всі перевантажувальні операції виконуються, в основному, порталними кранами. На причалі 3, де вивантажується й зберігається бокситова руда чекаючи вивозу на абразивний комбінат, працюють порталні крани, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.8.

Продуктивність порталних кранів та ковшових навантажувачів визначається за формулою [15]:

$$P_m = \frac{q_u \cdot 3600}{t_u}, \quad (2.18)$$

де q_u - маса бокситової руди, що перевантажується за один цикл, т;

t_u - тривалість циклу механізму при перевалці бокситової руди, с.

Експлуатаційна продуктивність визначається за формулою [14]:

$$P_{експл} = P_{техн} \cdot K_{час}, \quad (2.19)$$

де $K_{час}$ - коефіцієнт, що враховує використання механізму за часом.

Тривалість циклу портального крана розраховується за формулою [15]:

$$t_{\text{ц}} = t_3 + t_6 + \left(\frac{4H}{v_{\text{ван}}} + \frac{2L_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}} + \frac{2\beta \cdot 60}{n_{\text{об}} \cdot 360} \right) \cdot \varphi, \quad (2.20)$$

де t_3 - час захвату грейфером бокситової руди, с;

t_6 - час висипання бокситової руди з грейфера, с;

H - висота підйому захвату з рудою або без неї за цикл, м;

$v_{\text{ван}}$ - швидкість підйому та спуску захвату в циклі, м/с, $v_{\text{ван}} = 0,20$ м/с;

$L_{\text{кр}}$ - відстань переміщення портального крана за цикл, м;

$v_{\text{кр}}$ - швидкість переміщення портального крана на причалі при вантажних роботах, м/с; $v_{\text{кр}} = 0,42$ м/с;

β - кут повороту стріли портального крана; при розвантаженні судна $\beta = 180^\circ$; при завантаженні наземних транспортних засобів $\beta = 90^\circ$;

$n_{\text{об}}$ - частота обертання стрілового механізму крана, $n_{\text{об}} = 1,6$ об/хв.;

φ - коефіцієнт сполучення операцій портального крана за часом; $\varphi = 0,85$.

Операції з вивантаження бокситів з судна виконуються із застосуванням грейферів: за існуючим варіантом – двощелепного типу об'ємом $2,6 \text{ м}^3$; за пропонуванним варіантом – ножичного типу об'ємом $7,6 \text{ м}^3$.

Кількість бокситової руди, що перевантажується грейфером за цикл, визначається за формулою [16]:

$$q_{\text{ц}} = V \cdot \rho \cdot K_{\text{зан}}, \quad (2.21)$$

де V - об'єм грейферу, м^3 ;

ρ - насипна маса бокситової руди, т/м³; приймаємо за довідковими даними
 $\rho = 2,0 \text{ т/м}^3$;

$K_{зан}$ - коефіцієнт заповнення грейферу бокситами; приймаємо 0,85.

Кількість бокситів в грейфері за варіантами:

- грейфер двощелепний

$$q_{\text{ц}}^{2,6} = 2,6 \cdot 2,0 \cdot 0,85 = 4,42 \text{ т};$$

- грейфер ножичного типу

$$q_{\text{ц}}^{7,6} = 7,6 \cdot 2,0 \cdot 0,85 = 12,92 \text{ т}.$$

Розрахунок часу циклу необхідно виконати для існуючого й пропонованого варіантів, а також для кожного типу транспортного засобу (судно, автомобіль, вагон), які обробляються портальним краном.

Існуючий варіант.

Бокситова руда надходить в Запорізький річковий порт навалом. Всі перевантажувальні операції виконуються портальним краном із грейферним захватом $V_{\text{грей}} = 2,6 \text{ м}^3$; кількість руди в грейфері складає 4,42 т.

Визначаємо тривалість циклу й продуктивність портального крана при виконанні перевалочних операцій у порту за *існуючим варіантом*:

- вивантаження бокситової руди із судна

$$t_{\text{ц}}^{\text{суд}} = 18 + 16 + \left(\frac{4 \cdot 10}{0,2} + \frac{2 \cdot 10}{0,42} + \frac{2 \cdot 180 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 277 \text{ с};$$

$$П_{\text{техн}}^{\text{суд}} = \frac{4,42 \cdot 3600}{277} = 57,44 \text{ т/год.};$$

$$P_{\text{експл}}^{\text{суд}} = 57,44 \cdot 0,80 = 45,95 \text{ т/год.};$$

- навантаження бокситової руди в автомобілі

$$t_{\text{ц}}^{\text{ам}} = 18 + 16 + \left(\frac{4 \cdot 5}{0,2} + \frac{2 \cdot 5}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 176 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}}^{\text{ам}} = \frac{4,42 \cdot 3600}{176} = 90,41 \text{ т/год.};$$

$$P_{\text{експл}}^{\text{ам}} = 90,41 \cdot 0,80 = 72,33 \text{ т/год.}$$

Пропонований варіант

Бокситова руда у річковий порт також надходить навалом. Розвантаження судна виконується порталним краном із грейферним захватом ножичного типу більшого об'єму (7,6 м³); кількість руди в грейфері складає 12,92 т.

Визначаємо тривалість циклу й продуктивність порталного крана при вивантаженні бокситів з судна за *пропонованим варіантом*:

$$t_{\text{ц}}^{\text{суд}} = 10 + 12 + \left(\frac{4 \cdot 10}{0,2} + \frac{2 \cdot 10}{0,42} + \frac{2 \cdot 180 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 250 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}}^{\text{суд}} = \frac{12,92 \cdot 3600}{250} = 186,05 \text{ т/год.};$$

$$P_{\text{експл}}^{\text{суд}} = 186,05 \cdot 0,80 = 148,84 \text{ т/год.}$$

За пропонованим варіантом завантаження бокситів в вагони виконується через бункерний завантажувальний пристрій. Але порталний кран завантажує боксити в бункера з причалу порту.

Визначимо тривалість циклу і продуктивність порталного крану при завантаженні бокситів в бункера:

$$t_{\text{ц}}^{\text{ПКбунк}} = 10 + 12 + \left(\frac{4 \cdot 6}{0,2} + \frac{2 \cdot 10}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 171 \text{с};$$

$$П_{\text{техн}}^{\text{ПКбунк}} = \frac{12,92 \cdot 3600}{171} = 272,0 \text{т/год.};$$

$$П_{\text{експл}}^{\text{ПКбунк}} = 272,0 \cdot 0,80 = 217,6 \text{т/год.}$$

2.5.2 Розрахунок продуктивності бункерного відвантажувального пристрою за пропонуваним варіантом

За пропонуваним варіантом навантаження бокситів в залізничні вагони буде здійснюватися через бункерний відвантажувальний пристрій. Завантаження бокситів в бункер – порталним краном з грейферним захватом.

Продуктивність бункерного пристрою визначається як для механізмів безперервної дії за формулою [14]:

$$П_{\text{б}} = 3600 \cdot \rho \cdot F \cdot v, \quad (2.22)$$

де ρ - щільність, т/м³; для бокситів – 2,0 т/м³;

F - площа поперечного перерізу безперервного потоку бокситової руди, м²;

v - середня швидкість потоку бокситової руди, м/с.

Площа поперечного перерізу безперервного потоку вантажу, розрахована за формулою (2.14), склала $F = 0,43 \text{ м}^2$.

Швидкість потоку бокситової руди, визначена за формулою (2.15), за розрахунками склала: $v = 0,79 \text{ м/с}$.

Середня продуктивність бункерного навантажувального пристрою при завантаженні бокситів в піввагони за *пропонуваним варіантом*:

- технічна продуктивність бункера

$$П_{техн}^{бунк} = 3600 \cdot 2,0 \cdot 0,43 \cdot 0,79 = 2445,8 \text{ т/год.};$$

- експлуатаційна продуктивність бункера

$$П_{експл}^{бунк} = 2445,8 \cdot 0,80 = 1956,6 \text{ т/год.}$$

Отримані дані з розрахунку продуктивності механізмів за варіантами будемо використовувати у подальших розрахунках при визначенні часу простою транспортних засобів на вантажних фронтах загального часу роботи механізмів при перевалці бокситів.

2.5.3 Розрахунок часу на розвантаження-навантаження транспортних засобів в порту і на абразивному комбінаті

Загальний час простою транспортних засобів на вантажних фронтах включає тривалість не тільки самої вантажної операції (навантаження або розвантаження), а й час на операції, які передують вантажній операції, та які виконуються після її завершення, тобто: підготовчі та заключні.

До підготовчих операції можна віднести операції зі зняття пломб, відкривання дверей та люків, комерційний огляд транспортного засобу або контейнера та інші.

До заключних операцій ставляться операції з очищення кузову від залишків вантажу та засобів кріплення; перевірка правильності розміщення та кріплення вантажу, закриття дверей та люків, накладення пломб тощо.

Вагони, зазвичай, на вантажний фронт подаються групами. Тому для групи вагонів норма часу на ці операції рахується тільки для першого (підготовчі) та для

останнього (заклучні). А для всіх інших вагонів ці операції поєднуються з навантаженням-вивантаженням, тобто виконуються одночасно в міру необхідності.

Час простою транспортних засобів на вантажному фронті розраховується за формулою [14]:

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{підг}} + \frac{n}{m} t_{\text{вант}} + t_{\text{закл}}, \quad (2.23)$$

де $t_{\text{вант}}$ - час навантаження-розвантаження транспортного засобу, год.;

$t_{\text{підг}}$ - час на підготовчі операції, год.;

$t_{\text{закл}}$ - час на заключні операції, год.;

n - кількість транспортних засобів, які одночасно обробляються на вантажному фронті, од.;

m - кількість транспортних засобів, з якими одночасно виконуються вантажні операції, якщо в цьому процесі зайнято декілька засобів механізації, од.

Час на вантажну операцію визначається за формулою [14]:

$$t_{\text{вант}} = \frac{q_{\text{мз}} \cdot 60}{\Pi_{\text{експл}}} + t_{\text{дон}}, \quad (2.24)$$

де $q_{\text{мз}}$ - завантаження транспортного засобу певним видом вантажу, т;

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

Для визначення економічних показників необхідно розрахувати час на виконання вантажних операцій з усіма видами транспортних засобів за обома варіантами.

За існуючим варіантом необхідно визначити наступні величини:

- тривалість простою судна на причалі при вивантаженні бокситової руди;
- тривалість обробки автомобіля-самоскида при завантаженні бокситів в порту;

- тривалість розвантаження бокситів з автомобіля на абразивному комбінаті.

За пропонованим варіантом:

- тривалість вивантаження із судна бокситової руди;
- тривалість навантаження бокситової руди в піввагони;
- тривалість розвантаження бокситів із вагонів на абразивному комбінаті.

Час на виконання вантажних операцій за існуючим варіантом

Тривалість простою судна на причалі

Час виконання підготовчих та заключних операцій для судна приймаємо за галузевими нормативами.

Загальний час на підготовчі операції складає 3,25 год., в який входить постановка судна на причалі, проведення вимірів осадки судна з оформленням акту виміру, отримання дозволу від митниці на розвантаження та зняття пломб.

Заключні операції включають: зачищення трюмів після вивантаження бокситів; сюрвеєрські виміри з оформленням акту та закриття люків и накладення пломб.

Зачищення судна виконується в два етапи: спочатку зачисна машина МТЗ підгрібає в люковий простір залишки бокситів від бортів, де не достає грейфер. Потім зачищення завершується вручну за участі докерів. Загальний час на зачищення складає 4,5 год., а інші заключні операції – 2,75 год. таким чином загальний час заключних операцій за існуючим варіантом 7,25 год.

Тривалість додаткових операцій при розвантаженні судна за існуючим варіантом складає 60 хвилин. В процесі розвантаження задіяні 2 порталних крана.

Продуктивність порталного крану за існуючим варіантом 45,95 т/год.

$$t_{\text{вант}}^{\text{суд}} = \frac{3000 \cdot 60}{45,95} + 60 = 3977 \text{ хв.} = 66,3 \text{ год.};$$

$$T_{\text{судно}}^{\text{існ}} = 3,25 + \frac{1}{2} \cdot 66,3 + 7,25 = 43,65 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 44 \text{ год.}$$

Тривалість обробки автомобіля при завантаженні бокситів в порту

На цей час перевезення бокситів з порту на абразивний комбінат виконується автомобілями-самоскидами КамАЗ-6520. Завантаження автомобілів в порту відбувається порталним краном з грейферним захватом, який за один цикл перевантажує 4,42 т. З урахуванням вантажопідйомності автомобіля в кузов можна завантажити 4 грейфери – $4,42 \cdot 4 = 17,68$ т. Якщо довантажувати автомобіль, то прийдеться виконувати дозування, а це – зайві перепробіги по території порту та додатковий час, що приводить до збільшення часу обороту. Тому в розрахунках кількість вантажу в кузові приймаємо 18,0 т.

$$t_{\text{вант}}^{\text{ат}} = \frac{18,0 \cdot 60}{72,33} = 15,0 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{заг}}^{\text{авт}} = 8 + 15,0 + 10 = 33,0 \text{ хв.}$$

Для визначення часу знаходження автомобіля в порту необхідно врахувати такі операції, як час на пересування автомобіля територією порту в порожньому та завантаженому стані, зважування, оформлення документів тощо. За даними спостережень за часом роботи автомобіля в порту під час практики було визначено, що на ці операції витрачається близька 18 хвилин.

Таким чином, загальний час перебування автомобіля КамАЗ-6520 в порту при завантаженні бокситів складе: $33,0 + 18,0 = 51 \text{ хв.} = 0,85 \text{ год.}$

Тривалість обробки автомобіля при розвантаженні на абразивному комбінаті. Автомобілі-самоскиди КамАЗ-6520 після прибуття на комбінат вивантажуються самопливом на складі бокситів.

Час розвантаження автомобіля-самоскида самопливом визначається по формулі [18]:

$$t_{\text{вант}}^{\text{розв}} = t_n + t_{\text{он}} + t_{\text{розв}} + 2 \cdot t_{\text{ман}}, \quad (2.25)$$

де t_n - час піднімання кузову КамАЗ-6520 з бокситами, хв.; $t_n = 30 \text{ с} = 0,5 \text{ хв.}$;

t_{on} - час опускання порожнього кузову після розвантаження бокситу, хв.; $t_{on} = 40 \text{ с} = 0,67 \text{ хв.}$;

$t_{розв}$ - час вивантаження бокситів із кузову самопливом, хв.; $t_{розв} = 2,0 \text{ хв.}$;

$t_{ман}$ - час виконання маневрових пересувань самоскида, хв.

$$t_{вант}^{розв} = 0,5 + 0,67 + 2,5 + 2 \cdot 1,5 = 6,67 \text{ хв.}; \text{ приймаємо } 7 \text{ хв.}$$

Час перебування самоскида КамАЗ-6520 на території комбінату при вивантаженні бокситів з урахуванням часу на виконання операцій руху, зважування тощо складе $7,0 + 25,0 = 32 \text{ хв.} = 0,53 \text{ год.}$

Час на виконання вантажних операцій за пропонованим варіантом

Тривалість простою судна на причалі

Як було зазначено вище, загальний час на підготовчі операції при вивантаженні бокситів з судна складає 3,25 год.

За пропонованим варіантом для розвантаження застосовується грейфер ножичного типу, який дозволяє виконувати штивку без участі зачисної машини. Тому зачищення судна виконується тільки по завершенні розвантаження бокситової руди вручну за участі докерів; тривалість зачищення складає 1,5 год.

Час на інші заключні операції – 2,75 год. таким чином загальний час заключних операцій за існуючим варіантом 4,25 год.

Тривалість додаткових операцій при розвантаженні судна за існуючим варіантом складає 30 хвилин. В процесі розвантаження задіяні 2 порталних крана.

Продуктивність порталного крану за пропонованим варіантом 148,84 т/год.

$$t_{вант}^{суд} = \frac{3000 \cdot 60}{148,84} + 30 = 1239 \text{ хв.} = 20,65 \text{ год.};$$

$$T_{судно}^{пр} = 3,25 + \frac{1}{2} \cdot 20,65 + 4,25 = 17,83 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 18,0 \text{ год.}$$

Тривалість обробки вагонів при завантаженні бокситів в порту

За пропонуваним варіантом бокситова руда вивозиться з порту залізницею у піввагонах. Середня кількість бокситів в одному вагоні становить 68,0 т. Завантажуються вагони через бункерний відвантажувальний пристрій.

Визначимо середньодобову кількість вагонів, якими руда вивозиться з річкового порту за існуючим варіантом, за формулою [15]:

$$n_{mз} = \frac{Q_{доб}}{q_{mз}} = \frac{340,2}{68,0} = 5,13; \text{ приймаємо 6 вагонів,} \quad (2.26)$$

де $Q_{доб}$ - добовий вантажопотік, т/добу;

$q_{mз}$ - кількість вантажу у вагоні, т.

Розрахуємо тривалість обробки однієї *подачі* з 6 вагонів при навантаженні бокситової руди на причалі за *пропонуваним варіантом*.

Час на підготовчі операції – 12 хв. Заключні операції з урахуванням часу очікування прибирання вагонів з причалу – 30 хв.

До подачі вагонів під бункери повинна бути забезпечена їх готовність до навантаження, встановлено наявність вантажу в бункері, перевірена справність вантажного устаткування і механізмів, а також маневрової лебідки.

Середня тривалість перерви для закривання і відкривання затворів, а також для пересування групи вагонів після наповнення кожного чергового вагона бокситовою рудою складе:

$$t_{пер} = \frac{l_{np}}{v_l} + 2t_{затв}, \quad (2.27)$$

де l_{np} - середній розмір міжвагонного проміжку, м;

v_l - швидкість руху троса маневрової лебідки, м/с;

$t_{затв}$ - час відкривання-закривання затворів отворів бункера, с.

$$t_{пер} = \frac{2,0}{0,15} + 2 \cdot 5 = 23,3 \text{ с}; \text{ приймаємо } 0,5 \text{ хв.}$$

На вантажній колії завантажується 6 вагонів, тому таких перерв буде 5, а їхня загальна тривалість – $0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ хв.}$; приймаємо 3,0 хв.

Загальні витрати часу по навантаження бокситової руди у вагони складуть:

$$t_{вант}^{ваг} = \frac{68 \cdot 60}{1956,6} + 5 = 7,0 \text{ хв.} = 1,0 \text{ год.};$$

$$T_{заг}^{6ваг} = 12 + 6 \cdot 7,0 + 3,0 + 30 = 87 \text{ хв.} = 1,45 \text{ год.}$$

Тривалість обробки вагонів при розвантаженні на абразивному комбінаті

З заводської станції на склад бокситів вагони також подаються подачами із 6 вагонів. Розвантаження виконується мотовим краном з грейферним захватом об'ємом $3,5 \text{ м}^3$.

Тривалість циклу мостового крана розраховується за формулою [15]:

$$t_u = t_z + t_g + \left(\frac{4H}{v_{вант}} + \frac{2L_{кр}}{v_{кр}} + \frac{2L_g}{v_g} \right) \cdot \varphi, \quad (2.28)$$

де L_g - відстань переміщення візка мостового крана за цикл при переробці бокситової руди, м;

v_g - швидкість пересування візка крана за цикл, м/с.

При розрахунках приймаємо такі значення: $H = 5,0 \text{ м}$; $L_{кр} = 20,0 \text{ м}$; $L_g = 8,0 \text{ м}$; $v_{вант} = 0,5 \text{ м/с}$; $v_{кр} = 0,67 \text{ м/с}$; $v_g = 0,5 \text{ м/с}$.

$$t_u^{МК} = 12 + 10 + \left(\frac{4 \cdot 5,0}{0,50} + \frac{2 \cdot 20,0}{0,67} + \frac{2 \cdot 8,0}{0,50} \right) \cdot 0,8 = 127 \text{ с.}$$

За формулою (2.21) визначимо кількість бокситової руди, що переробляється за один цикл:

$$q_{ц}^{3,5} = 3,5 \cdot 2,0 \cdot 0,85 = 5,95 \text{ т}$$

За формулами (2.18) - (2.19) розраховуємо технічну та експлуатаційну продуктивність мостового крану.

$$П_{техн}^{МК} = \frac{5,95 \cdot 3600}{127,0} = 168,66 \text{ т/год.};$$

$$П_{експл}^{МК} = 168,66 \cdot 0,80 = 134,9 \text{ т/год.}$$

Механізованим способом вивантажується близька 90 % (61,0 т) бокситів, а потім залишок вивантажується вручну через нижні розвантажувальні люки – 10 % (7,0 т). Час вивантаження 10 % бокситової руди вручну складає 30 хв.

$$t_{вант}^{ваг} = \frac{61,0 \cdot 60}{134,9} = 27,0 \text{ хв.} = 0,45 \text{ год.}$$

Після вивантаження бокситів вагони зачищаються від залишків вантажу вручну. Час зачищення одного вагону – 25 хв. Вагони зачищаються безпосередньо на вантажній колії. Зачищення виконується поступово по мірі вивантаження вантажу.

У розрахунковий час включаємо час на ручне дорозвантаження та зачищення тільки для останнього вагону. Загальний час обробки подачі складе:

$$T_{заг}^{існ} = 15 + \left(\frac{6}{1} \cdot 27 + 30\right) + 25 + 18 = 250 \text{ хв.}$$

З урахуванням часу на подачу вагонів на склад та їхнє прибирання по закінченні розвантаження приймаємо тривалість обробки однієї подачі – 4,5 год.

2.5.4 Визначення загального часу роботи механізмів в порту при перевалці бокситів

Для визначення витрат на виконання перевалочних робіт у порту необхідно знати кількість годин роботи механізмів по варіантах.

Кількість транспортних засобів з бокситовою рудою, що обробляється в порту за період навігації, визначимо за формулою [15]:

$$n_{mз}^{нав} = \frac{Q_{нав}}{q_{mз}}, \quad (2.28)$$

де $Q_{нав}$ - кількість бокситової руди, що переробляється в порту за період навігації, т; $Q_{нав} = 57900$ т;

$q_{mз}$ - кількість бокситової руди в одному транспортному засобі, т:

- завантаження судна: $q_{суд} = 2850$ т;
- завантаження вагона: $q_{ваг} = 68,0$ т;
- завантаження самоскида КамАЗ-6520: $q_{ам}^{КамАЗ} = 18,0$ т.

Кількість суден з бокситовою рудою за період навігації:

$$n_{суд}^{нав} = \frac{57900}{2850} = 21 \text{ судно.}$$

Кількість вагонів з бокситами, що відвантажується з порту за пропонуваним варіантом:

$$n_{\text{ваг}}^{\text{нав}} = \frac{57900}{68,0} = 852 \text{ вагони.}$$

Кількість автомобілів-самоскидів КамАЗ-6520 з бокситами, що відвантажуються за існуючим варіантом:

$$n_{\text{КамАЗ}}^{\text{нав}} = \frac{57900}{18,0} = 3217 \text{ автомобілів.}$$

Існуючий варіант.

Час роботи портальних кранів становить:

- при розвантаженні одного судна

$$t_{\text{н.кр}}^{\text{судно}} = \frac{3000}{45,95} = 66,0 \text{ год.};$$

- при завантаженні одного автомобіля-самоскида

$$t_{\text{н.кр}}^{\text{ам}} = \frac{18,0}{72,33} = 0,25 \text{ год.};$$

- загальний час роботи *портальних кранів* в порту за період навігації

$$\Sigma T_{\text{н.кр}}^{\text{існ}} = 66,0 \cdot 21 + 0,25 \cdot 3217 = 2191 \text{ год.}$$

За існуючим варіантом у процесі розвантаження судна задіяні бульдозери, які виконують зачищення трюмів після вивантаження бокситової руди. Крім того, бульдозери виконують зачищення габаритів складської площадки на причалі після відвантаження бокситової руди у самоскиди. Час роботи бульдозера:

- по зачищенню судна – 4 год.;
- по зачищенню габаритів штабеля бокситової руди після відвантаження автомобілів на причалі. Зачищення виконується один раз на добу. Кількість робочих днів за період навігації – 260. За даними спостережень тривалість роботи

бульдозера по зачищенню на складському майданчику в середньому складає 1,0 год.

Загальний річний час роботи *бульдозерів* за існуючим варіантом:

$$T_{\text{бульд}}^{\text{існ}} = 4,0 \cdot 21 + 1,0 \cdot 260 = 1040 \text{ год.}$$

Пропонований варіант.

За розрахунковими даними час роботи портальних кранів складе:

- при розвантаженні одного судна

$$t_{\text{п.кр}}^{\text{судно}} = \frac{2850}{148,84} = 19,1 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 20,0 \text{ год.};$$

- при завантаженні бокситів у відвантажувальний бункер на причалі за період навігації

$$t_{\text{п.кр}}^{\text{бункер}} = \frac{57900}{148,84} = 389 \text{ год.};$$

- загальний час роботи портальних кранів за період навігації

$$\Sigma T_{\text{п.кр}}^{\text{нр}} = 20,0 \cdot 21 + 389 = 809 \text{ год.}$$

В табл. 2.3 наведені розрахункові значення використання засобів механізації перевалки бокситової руди.

Таблиця 2.3 – Показники роботи засобів механізації при переробці бокситової руди за варіантами

Засіб механізації	Місце виконання операції	Час роботи за навігацію, год.	
		існуючий	пропонований
Портальний кран	Порт	2191	809
Бульдозер	Порт	1040	-

2.6 Визначення елементів перевізного процесу при перевезенні бокситової руди на абразивний комбінат автотранспортом за існуючим варіантом

За існуючим варіантом доставка бокситової руди з порту на абразивний комбінат завод виконується автомобілями-самоскидами КамАЗ-6520.

Для визначення кількості автомобілів для доставки бокситової руди з порту на завод розраховуємо основні елементи перевізного процесу за формулами (4.1)-(4.4) [18].

При виконання розрахунків були прийняті такі дані:

- час у наряді – 9,0 год.; довжина нульових пробігів – 4,0 км; розрахункова швидкість перевезення – 24 км/год.; тривалість обідньої перерви – 0,75 год.; відстань перевезення між вантажними фронтами порту та абразивного комбінату – 13,2 км;
- розрахункові дані: кількість бокситової руди в кузові КамАЗ-6520 – 18,0 т; час перебування автомобіля в порту при завантаженні – 0,85 год.; час перебування на комбінаті при розвантаженні – 0,53 год.

Кількість робочих днів автотранспорту за період навігації становить 215 діб.

Добовий вантажопотік для автотранспорту:

$$Q_{доб}^{am} = \frac{57900}{215} = 269,3 \text{ т/добу.}$$

Час роботи автомобіля КамАЗ-6520 на маршруті:

$$T_m = 9,0 - \frac{4+4}{24} - 0,75 = 7,59 \text{ год.};$$

Тривалість одного обороту самоскида КамАЗ-6520 при перевезенні бокситів:

$$T_{об} = \frac{2 \cdot 13,2}{24} + 0,85 + 0,53 = 2,48 \text{ год.}$$

Кількість їздок, що самоскид КамАЗ-6520 може виконати за зміну:

$$E = \frac{7,59}{2,48} = 3,06; \text{ приймаємо } 3 \text{ їздки.}$$

Змінна продуктивність КамАЗ-6520 при роботі на визначеному маршруті:

$$П_{змін} = 18,0 \cdot 3 = 54,0 \text{ т/зміну.}$$

Кількість автомобілів КамАЗ-6520 для перевезення бокситової руди:

$$N_{ат}^{КамАЗ} = \frac{269,3}{54,0} = 4,98; \text{ приймаємо } 5 \text{ автомобілів.}$$

Для організації вивезення з першого вантажного району річкового порту бокситової руди автотранспортом задіяні 5 автомобілів-самоскидів КамАЗ-6520.

Визначимо пробіг автомобілів КамАЗ-6520 за період навігації.

Протягом зміни кожний автомобіль виконує 3 обороти. Загальна кількість оборотів протягом доби складає $5 \cdot 3 = 15$ об.

Пробіг за оборот: $13,2 \cdot 2 = 26,4$ км; за добу (з урахуванням нульових пробігів):
 $26,4 \cdot 15 + 4 \cdot 2 \cdot 5 = 436$ км.

Кількість робочих днів за період навігації – 215 діб.

Загальний пробіг автомобілів КамАЗ:

$$L_{нав}^{КамАЗ} = 436 \cdot 215 = 93740 \text{ км.}$$

Кількість годин, відпрацьованих водіями за період навігації на перевезенні бокситової руди складе (час в наряді – 9 год.):

$$T_{нав}^{вод} = 9 \cdot 5 \cdot 215 = 9675 \text{ год.}$$

Значення загального пробігу автомобілів та часу роботи водіїв за період навігації будемо використовувати при розрахунку техніко-економічних показників.

2.7 Розробка технологічних графіків обробки транспортних засобів у порту

Вантажні операції з транспортними засобами в порту виконуються на підставі розроблених і затверджених технологічних карт. В картах відображено раціональний варіант навантаження або розвантаження судна, якими перевантажувальними засобами виконуються операції, які категорії портових працівників задіяні в перевантажувальному процесі, порядок виконання операцій та інше.

Розробляємо *технологічні графіки розвантаження судна в порту за варіантами*. Норми часу на технологічні операції по обробці судна наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Час виконання операцій з обробки суден з бокситовою рудою

Найменування операції	Тривалість, год.
1	2
Прибуття судна в порт й передача нотіса капітана судна	1,0
Одержання дозволу з адміністрації порту на постановку судна к причалу	1,0
Подача судна на причал та прибирання з причалу	0,25
Виконання швартових операцій з судном	0,25
Проведення вимірів осадки судна до початку і по закінченні вантажної операції	1,0
Оформлення сюрвеєром акту виміру осадки судна	1,0
Оформлення митних документів на прибулий вантаж	1,0
Одержання дозволу в митниці на розвантаження бокситів	0,5
Відкриття люків судна для розвантаження – закриття люків після вивантаження	0,5
Розвантаження бокситової руди із трюмів судна	по розрахунках

Продовження таблиці 2.4

1	2
Зачищення трюмів судна після розвантаження бокситів	
- існуючий варіант	4,5
- пропонуванний варіант	1,5
Одержання в адміністрації порту і в митниці дозволу на вихід судна з порту	1,0
Відправлення судна з порту	1,0

Технологічний графік обробки судна в порту при розвантаженні бокситової руди будуємо у формі стрічкового, в якому операції показуємо у хронологічній послідовності їхнього виконання, в умовному масштабі часу. Деякі операції виконуються послідовно, а деякі – паралельно, це видно на графіку.

На слайді 4 презентації показуємо технологічні графіки обробки судна з бокситами в порту за існуючим та за пропонуванним варіантами.

Розрізняють два важливих показника з обробки судна в порту: сталійний час і стоянковий час.

Час простою судна на причалі під розвантаженням бокситової руди (сталійний час) становить:

- існуючий варіант перевалки: 44,0 години;
- пропонуванний варіант перевалки: 18,0 годин.

Підсумковий час обробки судна в порту (стоянковий час):

- існуючий варіант перевалки: 47,0 годин;
- пропонуванний варіант перевалки: 22,0 години.

Скорочення стоянкового часу судна в річковому порту при вивантаженні бокситової руди складе:

$$\Delta T_{\text{судно}} = 47,0 - 22,0 = 25,0 \text{ годин.}$$

Технологічний графік обробки подачі вагонів при завантаженні бокситової руди.

Для визначення загального часу знаходження вагонів на коліях порту і портової станції за пропонуваним варіантом розробляємо технологічний графік обробки подачі вагонів і складу з 24 вагонів в порту.

Між портовою станцією та портом діє узгоджений Єдиний технологічний процес обробки вагонів, згідно якого і приймаємо тривалість технологічних операцій. Тривалість навантаження була визначені розрахунками в розділі 2.5.

Фронт постановки вагонів на причалі згідно ЄТП складає 6 вагонів.

Вагони під навантаження надходять із зовнішньої мережі у складі передаточних поїздів у кількості 24 од. Таким чином, состав можна обробити на причалі за 4 подачі.

До подачі вагонів на причал вагони готуються до перевезення бокситів на портовій станції. За вимогами Правил перевезення вагони для перевезення бокситової руди повинні бути оснащені поліетиленовими вкладишами (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Підготовка вагонів для перевезення бокситової руди

Після підготовки до перевезення вагони на причал подаються маневровим локомотивом, але спочатку вони проходять зважування на вагонних вагах. Після подачі вагони розставляються на вантажних коліях, а потім маневровий локомотив прибирається на колії портової станції.

Інші вагони або очікують подачі на вантажний фронт на коліях станції (до навантаження), або очікують початок формування складу навантажених вагонів (після навантаження) для відправлення їх на абразивний комбінат.

Обробка складу порожніх вагонів у порту, які надходять під завантаження бокситової руди включає операції, тривалість яких дана в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Час виконання технологічних операцій з вагонами в порту

Найменування операції	Час, хв.
Операції з приймання-відправлення составів	15,0
Обробка передаточного поїзду на коліях станції	30,0
Обробка передаточного поїзду по відправленню зі станції	20,0
Розформування складу порожніх вагонів – формування складу завантажених вагонів	30,0
Підготовка вагону до навантаження бокситової руди	60,0
Подача порожніх вагонів на вагову колію або збирання з вагової колії	6,0
Зважування порожніх або завантажених вагонів на вагонних вагах без розчеплення (на один вагон)	2,0
Подача порожніх вагонів на причал – прибирання завантажених вагонів із причалу	10,0
Розміщення вагонів на коліях причалу, подача крана	10,0
Навантаження бокситової руди в піввагон через бункерний пристрій (на 1 вагон)	7,0
Оформлення вагонного листа на завантажений вагон	3,0
Відмітка про приймання вантажу до перевезення (на 1 вагон)	3,0
Оформлення залізничної накладної (на 1 вагон)	3,0
Передача транспортних документів у товарну контору	5,0

Порожні вагони з приймально-відправних колій портової станції, після підготовки до перевезення, подаються маневровим локомотивом на вагову колію, де відбувається їхнє зважування без розчеплення. Час зважування 6 вагонів – 12 хви-

лин (по 2 хвилини на один вагон). Вагони через колію вагонних ваг прямують зі швидкістю 3 км/год.

Після підготовки і зважування вагони подаються на причал і розставляються маневровим локомотивом на дві навантажувальні колії. Після відчеплення порожніх вагонів локомотив убирається на портову станцію.

До навантаження виконують зовнішній комерційний огляд вагонів. Потім перший вагон з'єднується з тяговим пристроєм маневрової лебідки, яка підтягує вагони вздовж вантажної колії по міру завантаження.

По закінченні навантаження оформляються вагонні листи на завантажені вагони, вносяться дані в Книгу прийому до перевезення.

По завершенні навантаження вагони відчіпляються від маневрової лебідки та очікують прибирання з причалу.

Прийомоздавач порту передає повідомлення начальникові портової станції про готовність вагонів до збирання. Той дає команду на збирання вагонів і маневровий локомотив подається зі станції на причал, де збирає вагони з колій і переставляє їх на вагову колію. Зважування вагонів із бокситовою рудою відбувається в такий самий спосіб що і зважування порожніх. Потім вагони переставляються на відправні колії портової станції.

Час обробки однієї подачі з 6 вагонів при завантаженні бокситової руди через бункерний пристрій на причалі становить 102 хвилини або 1,7 год. На коліях порту подача обробляється протягом 194 хвилин або 3,23 год.

Графік обробки подачі показано на слайді 5 презентації.

Після побудови технологічного графіка обробки подачі, розробляємо графік обробки складу 24 порожніх вагонів передатного поїзду.

На портову станцію Порт Велике Запоріжжя надходить із мережі УЗ состав передатного поїзда з 24 порожніх вагонів.

Після прибуття составу на портову станцію, магістральний локомотив відчіпляється від составу, а з вагонами виконуються операції з прибуття на станцію. По закінченню цих операцій до вагонів причіпляють маневровий локомотив. Починається розформування составу передатного поїзда.

Склад передатного поїзду розформовується на 4 подачі, тому що місткість вантажного фронту на причалі розрахована на постановку 6 вагонів. По закінченні розформування вагони першої подачі починають готувати до перевезення бокситової руди.

Після підготовки до перевезення порожні вагони подаються на вагову колію, а з неї – на причал під навантаження.

Підготовлені вагони маневровим локомотивом подаються на вантажний фронт у порядку, що визначений технологічним процесом роботи станції.

Завантажені вагони з бокситовою рудою з причалу подаються на вагову колію для зважування, а потім з вагової колії – виставляються на колію нагромадження навантажених вагонів станції Порт Велике Запоріжжя.

Всі операції виконуються маневровим локомотивом портової станції.

Після збирання з вантажного фронту на колію відправлення останньої подачі завантажених вагонів, починають формування складу.

По закінченні формування до складу вагонів із бокситовою рудою причіпляється поїзний локомотив. Після виконання операцій по відправленню, состав відправляється на зовнішню мережу.

Загальний час обробки составу у порту – 900 хв. або 15,0 год.

Така ж приблизно тривалість й обробки составу на під'їзній колії Запорізького абразивного комбінату.

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

2.8 Розробка технологічного графіку обороту составу передатного поїзду при перевезенні бокситової руди з порту на абразивний комбінат

Пропонується бокситову руду вивозити з порту у складі передатних поїздів з 24 вагонів. Состав буде виконувати перевезення між станціями Порт Велике Запоріжжя и станція Передатна.

Станція Порт Велике Запоріжжя обслуговує річковий порт, а станція Передатна – Запорізький абразивний комбінат.

Зі станції Порт Велике Запоріжжя вивозить состав з 24 вагонів на станцію Запоріжжя II локомотив станції Запоріжжя II.

На станції Запоріжжя II вагони передатного поїзду простоюють певний час в очікуванні формування вивізного поїзду напрямком на станцію Растуща.

Після формуванню вивізного поїзду до нього причіпляється магістральний локомотив і відправляється за призначенням. На станції Передатна від вивізного поїзда вагони з бокситовою рудою відчіпляються а вивізний состав прямує далі.

Час обороту передатного составу з бокситовою рудою визначаємо за формулою:

$$T_{об}^{пер} = 2(T_{np} + T_{від} + T_{np-зд} + T_{n/n}^{ваг} + T_{пух} + T_{np}^{ваг}), \quad (2.29)$$

де T_{np} - час на операції з обробки вагонів по прибуттю на станції та подачі на причал або під'їзну колію абразивного комбінату, год.; за нормативами [20] $T_{np} = 2,0$ год.;

$T_{від}$ - час на операції з подачі вагонів з причалу або під'їзної колії комбінату та відправлення вагонів зі станції, год.; за нормативами [20] $T_{від} = 4,0$ год.;

$T_{np-зд}$ - час виконання приймально-здавальних операцій, год.; за нормативами [19] тривалість однієї приймально-здавальної операції 0,5 год.; при обробці составу на станції цей час складе $0,5 \cdot 2 = 1,0$ год.;

$T_{n/n}^{ваг}$ - час знаходження вагонів на під'їзній колії порту або абразивного комбінату, год.; за розрахунками цей час складає 15,0 год. для порту. Такий самий час приймаємо і для абразивного комбінату;

$T_{рух}$ - час руху передатного поїзда, год.: на перегоні Порт Велике Запоріжжя – Запоріжжя II час руху складає 0,75 год., а на перегоні Запоріжжя II – Передатна – 0,5 год.; час руху вагонів в одному напрямку: 1,25 год.;

$T_{np}^{ваг}$ - час простою вагонів на станції Запоріжжя II в очікуванні формування вивізного поїзду та зміни локомотива, год.; за даними технологічного процесу роботи станції Запоріжжя II $T_{np}^{ваг} = 3,0$ год.

Час обороту передатного составу з 24 вагонів складе:

$$T_{об}^{пер} = 2(2,0 + 4,0 + 1,0 + 15,0 + 1,25 + 3,0) = 52,5 \text{ год. або } 2,2 \text{ доби.}$$

Графік обороту передатного поїзду з 24 вагонів з бокситами для парного та непарного напрямків руху показано на слайді 7.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків

В роботі досліджуються питання організації перевалки бокситової руди в порту після прибуття на суднах, а також вибору транспорту для доставки на Запорізький абразивний комбінат.

За *існуючим варіантом* бокситова руда поступає в суднах трюмного типу навалом. Після вивантаження портальними кранами з грейферним захватом об'ємом $2,6 \text{ м}^3$, судно зачищається спочатку бульдозером, а потім докерами вручну під мітлу. Бульдозер також використовується для зачищення габаритів на причальному складі, де бокситова руда зберігається в очікуванні вивезення з порту одержувачу.

Перевезення бокситової руди з порту на Запорізький абразивний комбінат на цей час здійснюється автомобілями-самоскидами КамАЗ-5620.

За *пропонованим варіантом* спосіб транспортування бокситової руди в Запорізький річковий порт не змінюється – навалом. Але для скорочення часу виконання вантажних операцій з судном пропонується для перевантаження використовувати грейфер ножичного типу об'ємом $7,6 \text{ м}^3$. Крім збільшеного об'єму грейфер ножичного типу має перевагу у порівнянні із двощелепними грейферами: вони мають високий коефіцієнт захвату. Завдяки цій властивості вантаж ретельно вибирається грейфером із вантажного приміщення судна і для зачищення нема необхідності використовувати бульдозер; достатньо зачищення «під мітлу».

Для доставки бокситової руди з порту на абразивний комбінат пропонується розглянути доцільність використання залізничного транспорту з урахуванням збільшення обсягів надходження за останні роки.

Для виконання вантажних операцій в порту пропонується на причалі спорудити бункерний пристрій для відвантаження бокситової руди з причалу у вагони.

Для порівняння варіантів необхідно виконати такі розрахунки.

Для існуючого варіанта визначити такі витрати:

- на переробку бокситової руди в порту;

- на перевезення бокситової руди з порту на абразивний комбінат автомобільним транспортом.

За пропонуваним варіантом:

- капітальні витрати на придбання ножичних грейферів та бункерного відвантажувального пристрою;
- на переробку бокситової руди в порту;
- на перевезення бокситової руди з порту на абразивний комбінат залізничним транспортом.

3.2 Розрахунок додаткових витрат за пропозиціями

Додаткові витрати за проєктними пропозиціями визначаються за формулою [21]:

$$\Sigma K_{\text{доп}} = K_{\text{гр}} + K_{\text{бунк}}, \quad (3.1)$$

де $K_{\text{гр}}$ - витрати на придбання вантажозахватних пристроїв, грн.; вартість грейферу ножичного типу – 470000 грн.; кількість грейферів – за кількістю портальних кранів, які беруть участь у перевантаженні руди в порту, – 2 од.;

$K_{\text{бунк}}$ - витрати на спорудження бункерного пристрою, грн.

Кошторисна вартість устаткування бункерного вузлу відвантаження й будівельно-монтажних робіт визначалася по укрупнених вимірниках і склала:

- вартість відвантажувального бункера з спеціальним устаткуванням складає 38000 \$ або 1102000 грн.;
- витрати на монтаж бункерного вузлу відвантаження складають 50 % від вартості матеріалів:

$$K_{\text{бунк}} = 1102000 \cdot 1,5 = 1653000 \text{ грн.}$$

Загальні додаткові капітальні витрати складуть:

$$\Sigma K_{\text{доп}} = 2 \cdot 470000 + 1653000 = 2593000 \text{ грн.}$$

Для подальших розрахунків необхідно знати балансову вартість устаткування, механізмів та транспортних засобів, які використовуються для перевалки і перевезення бокситової руди (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Балансова вартість устаткування та транспортних засобів

Найменування устаткування і транспортного засобу	Кількість	Вартість, грн.	
		одиниці	загальна
Існуючий варіант			
Бульдозер	1	475000	475000
Двощелепні грейфери V= 2,6 м ³	2	115000	230000
Автомобілі-самоскиди КамАЗ-6520	5	820000	4100000
Загальна сума			4805000
Пропонований варіант			
Ножичні грейфери V= 7,6 м ³	2	470000	940000
Бункерний пристрій	1	1653000	1653000
Загальна сума			2593000

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат на перевалку бокситової руди в порту

Експлуатаційні витрати на перевалку бокситової руди розраховуються за формулою [21]:

$$\Sigma B_{\text{порт}} = B_{\text{з.пл}} + B_{\text{соц}} + B_a + B_{\text{ел}} + B_p + B_{\text{нал}} + B_{\text{мом}} + B_{\text{ін}} + B_{\text{вир}}, \quad (3.2)$$

де $B_{з.пл}$ - виплата заробітної плати, грн.;

$B_{соц}$ - оплата єдиного соціального внеску, грн.;

B_a - амортизація, грн.;

$B_{ел}$ - оплата електроенергії для встаткування, грн.;

B_p - поточний ремонт й технічне обслуговування механізмів і обладнання, грн.;

$B_{пал}$ - паливо для бульдозерів, грн.;

$B_{мом}$ - мастильно-обтиральні матеріали, грн.;

$B_{ін}$ - інші витрати, грн.;

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

Для визначення витрат на заробітну плату необхідно визначити кількість годин роботи працівників, які приймають участь у процесі вантажопереробки.

Існуючий варіант

У технологічному процесі переробки бокситової руди в порту за існуючим варіантом зайняті:

- докери-механізатори при розвантаженні судна та завантаженні вагонів;
- сигнальники;
- докери, зайняті ручною працею по зачищенню судна після вивантаження бокситової руди та зачищенню причалу;
- водій бульдозера.

Час роботи докерів-механізаторів та сигнальників визначається тривалістю роботи механізмів, яку було визначено в основній частині:

- час роботи портальних кранів: 2191 год.;
- час роботи бульдозерів: 1040 год.

Загальний час роботи складе:

- для механізаторів: $2191 + 1040 = 3231$ год.;
- для сигнальників: 2191 год.

Час роботи докерів, зайнятих ручною працею, визначаємо з урахуванням норм часу за [6]. Річний вантажопотік бокситової руди склав 57900 т/рік.

Визначимо час роботи докерів, зайнятих ручною працею:

- норма часу на бригаду по зачищенню одного судна складає 54,79 год.; кількість суден за навігацію – 21;
- норма часу на зачищення причалу: 0,010 год. на 1 м². Зачищається тільки зона відвантаження на автотранспорт (360 м²) один раз за робочу зміну. Кількість змін з відвантаження на автотранспорт – одна, тривалістю 12 год.; кількість робочих днів відвантаження на автотранспорт – 215. Час роботи за період навігації складе: $(0,01 \cdot 360) \cdot 215 = 774$ год.
- загальний час роботи докерів, зайнятих ручною працею за існуючим варіантом складе: $54,79 \cdot 21 + 774 = 1925$ год.

Пропонований варіант

У процесі переробки бокситової руди за пропонованим варіантом в порту приймають участь:

- докери-механізатори (вивантаження судна, завантаження вагонів);
- оператор бункерного комплексу завантаження вагонів;
- сигнальники;
- докери, зайняті ручною працею із зачищення судна та причалу.

Час роботи докерів-механізаторів та сигнальників визначається тривалістю роботи порталного крану за пропонованим варіантом:

- для механізаторів: 809 год.; для сигнальників: 809 год.

Визначимо час роботи докерів, зайнятих ручною працею:

- норма часу на бригаду по зачищенню одного судна після вивантаження ножичним грейфером складає 18,39 год.; кількість суден за навігацію – 21;
- норма часу на зачищення причалу: 0,010 год. на 1 м². Зачищення причалу виконується тільки після відвантаження у вагони всієї судової партії. Площа складу бокситової руди 1800 м²; кількість суден за навігацію – 21. Час роботи за період навігації складе: $(0,01 \cdot 1800) \cdot 21 = 378$ год.
- загальний час роботи докерів, зайнятих ручною працею за пропонованим варіантом складе: $18,39 \cdot 21 + 378 = 765$ год.

Визначимо експлуатаційні витрати на перевалку бокситової руди в порту.

Основну заробітну плату знаходимо за [21]:

$$B_{з.пл}^{осн} = C_{ст}^{год} \cdot T_{\phi}, \quad (3.3)$$

де T_{ϕ} - фактичний відпрацьований час робітниками за навігацію, год.;

$C_{ст}^{год}$ - годинна тарифна ставка; для докерів-механізаторів $C_{ст}^{год} = 46,15$ грн.;
для докерів, зайнятих ручною працею $C_{ст}^{год} = 45,50$ грн.

Оплата праці робітників залежить від періоду доби. За роботу у нічний та вечірній час робітникам доплачують. Нічні години (22.00 - 6.00) складають від 24 годин 33 %, а вечірні (18.00 - 22.00) – 17 %.

Сумарна заробітна плата визначається за формулою [21]:

$$B_{з.пл.} = B_{з.пл}^{осн} + D_{нічн} + D_{веч} + D_{висл} + D_{шк} + D_{пр}, \quad (3.4)$$

де $D_{нічн}$ - доплата за роботу в нічний час, грн.; складає 40 % від $C_{ст}^{год}$ за нічні години;

$D_{веч}$ - доплата за роботу у вечірній час, грн.; складає 20 % від $C_{ст}^{год}$ за вечірні години;

$D_{висл}$ - доплата за вислугу років, грн.; складає 14,2 % від $B_{з.пл.}^{осн}$;

$D_{шк}$ - доплата за шкідливі умови праці, оскільки бокситова руда ставиться до вантажів, які пилять, грн.; складає 12,0 % від $B_{з.пл.}^{осн}$;

$D_{пр.}$ - преміальні виплати, грн.; 40 % від $B_{з.пл.}^{осн}$ і доплат.

Час роботи робітників, які беруть участь в технологічному процесі перевалки бокситової руди приведений в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Час роботи докерів з перевалки бокситової руди

Професія робітника	Загальний час	Нічний час	Вечірній час
Існуючий варіант			
Крановик портального крану	2191	723	373
Водій бульдозера	1040	343	177
Сигнальники	2191	723	373
Докери, зайняті ручною працею	1925	635	327
Пропонований варіант			
Машиніст портального крану	809	267	138
Сигнальники	809	267	138
Докери, зайняті ручною працею	765	253	130

Розрахунок фонду заробітної плати за варіантами наведений в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок фонду заробітної плати

Професія робітни- ка	$C_{ст}^{год}$, грн.	Складові заробітної плати, грн.						$\Sigma B_{з.пл}$, грн.
		$B_{з.пл}^{осн}$	$D_{нічн}$	$D_{веч}$	$D_{висл}$	$D_{шкід}$	$D_{пр}$	
Існуючий варіант								
Крановик	46,15	101115	13347	3443	14358	12134	57759	202156
Водій бульдозера	46,15	47996	6332	1634	6815	5760	27415	95952
Сигнальники	45,50	99691	13159	3394	14150	11957	56918	199214
Докери (р. праця)	45,50	87588	11557	2976	12347	10511	50028	175097
Загальна заробітна плата за існуючим варіантом								672415
Пропонований варіант								
Крановик	46,15	37335	4929	1274	5302	4480	21328	74648
Сигнальники	45,50	36810	4859	1256	5227	4417	21028	73597
Докери (руч. праця)	45,50	34808	4605	1183	4943	4177	19886	69602
Загальна заробітна плата за пропонованим варіантом								217845

Оплата єдиного соціального внеску (22 % від фонду заробітної плати):

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{\text{соц}}^{\text{існ}} = 672415 \cdot 0,22 = 147931 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$\Sigma B_{\text{соц}}^{\text{нр}} = 217845 \cdot 0,22 = 47926 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на обладнання для перевалки бокситової руди розраховуються за формулою [21]:

$$B_a = \frac{K_{\sigma} \cdot a_i}{100}, \quad (3.5)$$

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

a_i - норми відрахувань, %: для обладнання – 24 % річних або 6 % на квартал;
для бульдозера – 40 % річних або 10 % на квартал.

Балансова вартість встаткування при виконанні перевалочних робіт з бокситовою рудою в порту за варіантами складає:

1) існуючий варіант

- бульдозери: 475000 грн.;
- грейферні захвати: $115000 \cdot 2 = 230000$ грн.;

2) пропонований варіант

- ножичні грейфери: 940000 грн.;
- бункерний відвантажувальний пристрій: 1653000 грн.

Розрахунок витрат на амортизацію обладнання за варіантами дано в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок амортизаційних витрат на обладнання

Тип обладнання	Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Існуючий варіант								
Бульдозер	475000	427500	384750	346275	47500	42750	38475	34628
Грейфери	230000	216200	203228	191034	13800	12972	12194	11462
Усього за існуючим варіантом					213781			
Пропонований варіант								
Нож. грейф.	940000	883600	830584	780749	56400	53016	49835	46845
Бунк. прист.	1653000	1553820	1460591	1372956	99180	93229	87635	82377
Усього за пропонованим варіантом					568517			

Витрати на електроенергію [21]:

$$B_{el}^c = W \cdot T_{заг} \cdot \eta_{вт} \cdot K_{ном} \cdot K_{час} \cdot C_{ел}, \quad (3.6)$$

де W - потужність всіх електродвигунів механізму, кВт·год;

$T_{заг}$ - час роботи механізмів при переробці бокситової руди за період навігації, год.;

$\eta_{вт}$ - коефіцієнт, що враховує додаткову потребу електроенергії для компенсації втрат в електричній мережі, $\eta_{вт} = 1,15$;

$K_{ном}$ - коефіцієнт використання електродвигунів за потужністю, $K_{ном} = 0,95$;

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

$C_{ел}$ - вартість 1 кВт·год електроенергії, $C_{ел} = 3,24$ грн.

Сумарна потужність кранових двигунів становить:

- для порталних кранів: $(2 \cdot 75 + 18,5 + 4 \cdot 9,7 + 2 \cdot 14) = 235,3$ кВт.

Час роботи кранів:

- існуючий варіант: порталний кран – 2191 год.;
- пропонований варіант: порталний кран – 809 год.

Витрати на електроенергію складуть:

- існуючий варіант

$$B_{ен}^{існ} = 235,3 \cdot 2191 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 3,24 = 1587633 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{ен}^{np} = 235,3 \cdot 809 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 3,24 = 586214 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо для портових бульдозерів і зачисної машини визначимо за формулою [21]:

$$B_{нал} = P \cdot \alpha_1^{нал} \cdot \Pi_{нал}, \quad (3.7)$$

де P - об'єм виконаної роботи, маш·год.; $P = 1040$ маш·год.;

$\alpha_1^{нал}$ - норма витрати палива на 1 маш·год., л; $\alpha_1^{нал} = 7,4$ л/год.;

$\Pi_{нал}$ - ціна 1л палива, грн.

$$B_{нал}^{існ} = 23,0 \cdot 1040 \cdot 7,4 = 177008 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали приймаються:

- для обладнання – 10 % от затрат на електроенергію;

- для бульдозерів і автомобілів – 30 % от затрат на паливо:

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали за варіантами:

- існуючий варіант

$$B_{мом}^{існ} = 1597633 \cdot 0,1 + 177008 \cdot 0,3 = 212865 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{мом}^{np} = 586214 \cdot 0,1 = 58621 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт [21]:

$$B_p = \frac{K_{\delta} \cdot a_p}{100}, \quad (3.8)$$

де a_p - норми відрахувань на поточний ремонт, %; (5 %).

Витрати на ремонт:

- існуючий варіант

$$B_p^{icn} = (475000 + 230000) \cdot 0,05 = 35250 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_p^{np} = (940000 + 1653000) \cdot 0,05 = 129650 \text{ грн.}$$

Інші витрати:

- існуючий варіант

$$B_{in}^{icn} = 0,1 \cdot (672415 + 2139031 + 1587633 + 177008 + 212865 + 35250) = 289795 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{in}^{np} = 0,1 \cdot (217845 + 568517 + 586214 + 58621 + 129650) = 156085 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати складають 112,1 % від фонду заробітної плати:

- існуючий варіант

$$B_{vir}^{icn} = 672415 \cdot 1,121 = 753777 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{вир}^{np} = 217845 \cdot 1,121 = 244204 \text{ грн.}$$

Сумарні витрати на перевалку бокситової руди дані в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Експлуатаційні витрати на перевалку бокситової руди в порту

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Заробітна плата	672415	217845
2 Нарахування на заробітну плату	147931	47926
3 Амортизаційні відрахування	213781	568517
4 Витрати на електроенергію	1587633	586214
5 Витрати на паливо	177008	58621
6 Витрати на мастильні матеріали	212865	-
7 Витрати на ремонт	35250	129650
8 Інші витрати	289795	156085
9 Загальновиробничі витрати	753777	244204
Усього	4089456	2009062

3.4 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на перевезення бокситової руди автотранспортом за існуючим варіантом

Експлуатаційні витрати на перевезення бокситової руди автотранспортом визначаються за формулою [21]:

$$\Sigma B_{ат} = B_{з.пл} + B_{соц} + B_a + B_{нал} + B_p + B_{мом} + B_{шин} + B_{ін} + B_{вир}, \quad (3.9)$$

де $B_{з.пл}$ - заробітна плата водіям, грн.;

$B_{соц}$ - сплата єдиного соціального внеску, грн.;

B - амортизаційні відрахування на рухомий склад, грн.;

$B_{нал}$ - витрати на паливо для автотранспорту, грн.;

B_p - поточний ремонт й технічне обслуговування автомобілів, грн.;

$B_{мом}$ - мастильно-обтиральні матеріали, грн.;

$B_{шин}$ - заміна шин, грн.;

$B_{ін}$ - інші витрати, грн.;

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

Годинна заробітна плата водіїв визначається за формулою [21]:

$$C_{з.пл}^{год} = [C_{ст}^{год} + C_{ст}^{год}(K_1 + K_2 + K_3)] \cdot K_4, \quad (3.10)$$

де $C_{ст}^{год}$ - годинна ставка водіїв самоскидів, грн.; 48,5 грн.;

K_1 - доплата за класність, грн.; $K_1 = 25\%$ від $C_{ст}^{год}$;

K_2 - доплата за інтенсивність роботи, грн.; $K_2 = 15\%$ від $C_{ст}^{год}$;

K_3 - доплата за шкідливі умови праці, грн.; $K_3 = 12\%$ від $C_{ст}^{год}$;

K_4 - преміальні виплати, грн.; $K_4 = 1,4$ (преміальні виплати 40 %).

Визначаємо годинну заробітну плату водіїв:

$$C_{з.пл}^{год} = [48,5 + 48,5 \cdot (0,25 + 0,15 + 0,12)] \cdot 1,4 = 103,21 \text{ грн.}$$

Витрати на виплату заробітної плати водіям визначаємо за формулою [21]:

$$B_{з.пл} = T_p \cdot C_{з.пл}^{год}, \quad (3.11)$$

де T_p - час роботи водіїв за період навігації, год.; за розрахунками в основній частині – 9675 год.;

$C_{з.пл}^{год}$ - годинна заробітна плата водіїв, грн.

$$\Sigma B_{3.пл}^{год} = 103,21 \cdot 9675 = 998557 \text{ грн.}$$

Оплата єдиного соціального внеску:

$$\Sigma B_{соц}^{год} = 998557 \cdot 0,22 = 219683 \text{ грн.}$$

Амортизація рухомого складу визначається за формулою (3.6).

Балансова вартість автомобілів-самоскидів КамАЗ-6520: 4100000 грн.

Таблиця 3.6 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на самоскиди

Балансова вартість самоскидів, грн.				Амортизаційні відрахування, грн.			
1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
4100000	3690000	3321000	2988900	410000	369000	332100	298890
Разом				1409990			

Розрахунок витрат на паливо для самоскидів КамАЗ-6520 робимо за формулою [21]:

$$B_{нал}^{КамАЗ} = P_{нал} \cdot C_{нал}, \quad (3.12)$$

де $P_{нал}$ - потреба в паливі за навігацію для автотранспорту, літрів;

$C_{нал}$ - ціна палива на момент здійснення перевезень, грн.

Кількість палива розраховується за формулою [21]:

$$P_{нал} = \frac{n_p \cdot L_{річ}}{100}, \quad (3.13)$$

де n_p - норма витрати палива на 100 км пробігу, літрів;

$L_{річ}$ - пробіг заводських автомобілів за період навігації, км; за розрахунками – 33110 км.

Пробіг автомобілів-самоскидів за навігацію за розрахунками склав 93740 км.

Норма витрати палива для автомобілів КамАЗ-6520 при повному завантаженні – 45,5 л/100 км.

Кількість палива і витрати на його придбання для автомобілів КамАЗ-6520:

$$P_{нал} = \frac{45,5 \cdot 93740}{100} = 42652 \text{ л};$$

$$B_{нал}^{КамАЗ} = 23,0 \cdot 42652 = 980996 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні:

$$B_{мом}^{np} = 980996 \cdot 0,3 = 294299 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автотранспорту за формулою (3.8):

$$B_{рем}^{np} = 4100000 \cdot 0,05 = 205000 \text{ грн.}$$

Витрат на зміну шин залежать з норм пробігу, які встановлені нормативними документами. Для шин на автомобілі КамАЗ нормативний пробіг 80000 км.

Число змін комплектів шин визначимо за формулою [21]:

$$K_{шин} = \frac{L_{нав}}{L_{нор}} = \frac{93740}{80000} = 1,17, \quad (3.14)$$

де $L_{нав}$ - пробіг автомобілів КамАЗ-6520 за період навігації, км;

$L_{нор}$ - нормативний пробіг шин, км.

Витрати на придбання шин для автомобілів КамАЗ-6520 розраховуються за формулою [21]:

$$B_{шин} = K_{шин} \cdot C_k \cdot m, \quad (3.15)$$

де C_k - ціна одного колеса, грн.; 8600 грн.;

m - кількість коліс автомобіля-самоскида; $10+1=11$.

Витрати на шини складуть:

$$B_{шин}^{КамАЗ} = 1,17 \cdot 8600 \cdot 11 = 110682 \text{ грн.}$$

Розраховуємо інші витрати на автотранспортне перевезення:

$$B_{ін}^{пер} = 0,1 \cdot (998557 + 1409990 + 980996 + 294299 + 205000 + 110682) = 399952 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати:

$$\Sigma B_{вир}^{пер} = 998557 \cdot 1,121 = 1119382 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на перевезення бокситової руди з порту на абразивний комбінат автотранспортом зведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Експлуатаційні витрати на перевезення бокситової руди автотранспортом

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1 Заробітна плата	998557
2 Нарахування на заробітну плату	219683
3 Амортизаційні відрахування	1409990
4 Витрати на паливо	980996
5 Витрати на мастильні матеріали	294299
6 Витрати на ремонт транспортних засобів	205000
7 Витрати на шини	110682
8 Інші витрати	399952
9 Загальновиробничі витрати	1119382
Усього	5738541

3.5 Розрахунок витрат на залізничне перевезення бокситової руди за пропонуваним варіантом

За пропонуваним варіантом бокситова руда вивозиться з порту на Запорізький абразивний комбінат залізничним транспортом. Бокситова руда у вагонах слідкує до станції Передаточна, а потім вагони подаються на під'їзну колію підприємства.

Кількість вагонів, що відвантажуються з порту з бокситовою рудою за період навігації, за розрахунками в основній частині роботи склала 852 вагони.

Фактичне завантаження вагону становить 68 т. Розрахункова маса вантажу для визначення тарифної плати за перевезення залізничним транспортом за Тарифним керівництвом № 1 становить 70 т.

Відстань перевезення з портової станції Порт Велике Запоріжжя до станції Передаточна (через станцію Запоріжжя II) складає 15 км [22].

Тариф на перевезення вантажу в одному вагоні за тарифною схемою № 1 [23] складається з двох ставок:

- інфраструктурна ставка $I = 808$ грн.;
- вагонна ставка $B = 190$ грн.

Загальний тариф за перевезення складе:

$$T = 808 + 190 = 998,0 \text{ грн.}$$

Бокситова руда ставиться до вантажів 2 класу. Коефіцієнт, який застосовується до провізної плати, складає 2,419.

Провізна плата за один вагон з бокситовою рудою з урахуванням коефіцієнта коригування та податку на додану вартість складе:

$$П_{зал} = 998,0 \cdot 2,419 \cdot 1,2 = 2897 \text{ грн.}$$

Витрати на залізничне перевезення бокситової руди з порту на абразивний комбінат за період навігації складуть:

$$B_{зал} = 2897 \cdot 852 = 2468244 \text{ грн.}$$

Крім витрат на залізничне перевезення, необхідно враховувати витрати на оплату послуг залізниці, пов'язаних з перевезенням вантажів згідно розділу 2 [21]:

- робота прийомоздавачів по прийманню-відправленню вантажу до залізничного перевезення (215,4 грн. за вагон):

$$215,4 \cdot 852 = 183521 \text{ грн.};$$

- зважування вагонів (227,3 за 1 вагон за операцію). Виконується 4 операції: 2 зважування на станції Порт Велике Запоріжжя та 2 – на станції Передаточна:

$$227,3 \cdot 4 \cdot 852 = 774638 \text{ грн.};$$

- операції з подачі-прибирання вагонів з портової станції на причал під вантажні операції у певний час доби (за 1 подачу з 6 вагонів по 2818 грн. за подачу і грн. за прибирання); кількість подач за період навігації складає: $852:6 = 142$ подачі:

$$2818 \cdot 2 \cdot 142 = 800312 \text{ грн.};$$

- загальна сума додаткових зборів складе:

$$183521 + 774638 + 800312 = 1758471 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на перевезення бокситової руди з річкового порту на абразивний комбінат залізничним транспортом за період навігації складуть:

$$\Sigma B_{зал}^{заг} = 2468244 + 1758471 = 4226715 \text{ грн.}$$

При перевезенні бокситової руди з порту на абразивний комбінат автотранспортом витрати склали 5738541 грн. Це дає право робити висновок про доцільність зроблених пропозицій щодо застосування залізничного транспорту для доставки бокситової руди на комбінат.

3.6 Визначення загальних експлуатаційних витрат на перевалку й перевезення бокситової руди та річної економії

Загальні експлуатаційні витрати на перевалку і перевезення бокситової руди за варіантами:

$$\Sigma B_{ич} = 4089456 + 5738541 = 9827996 \text{ грн.};$$

$$\Sigma B_{np} = 2009062 + 4226715 = 6235773 \text{ грн.}$$

Економія експлуатаційних витрат визначається за формулою [21]:

$$E_{експл} = \Sigma B_{існ} - \Sigma B_{np}, \quad (3.16)$$

де $\Sigma B_{існ}$ - існуючі експлуатаційні витрати, грн.;

ΣB_{np} - експлуатаційні витрати за проектом, грн.

$$E_{експл} = 10132646 - 6338927 = 3592224 \text{ грн.}$$

3.7 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності пропозицій

На впровадження пропозицій необхідні додаткові вкладення в сумі 2593000 грн. Для визначення ефективності треба розрахувати чистий дисконтований дохід з урахуванням коефіцієнту дисконтування, який визначаємо за формулою [24]:

$$\alpha = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (3.17)$$

де t - номер року розрахунку ($t = 0, 1, 2, T$);

T - строк існування проекту, років;

i - норма дисконту, $i = 0,25$.

Чистий дисконтований дохід визначається за формулою [24]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.18)$$

де B_t - річні доходи (річна економія), грн.;

C_t - річні витрати, грн.;

n - термін життя проєкту, років.

Розрахунок дисконтованого доходу показано в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Розрахунок дисконтованого доходу

Рік	Інвестиції, грн.	Дохід, грн.	α	NVP , грн.
1	2593000	3592224	1	999224
2	-	3592224	0,800	2873779
3	-	3592224	0,640	2299023
4	-	3592224	0,512	1839219
Загальний ефект				8011245

Строк окупності знаходимо за формулою [19]:

$$T_{ок} = \frac{K_{доо}}{\Pi_{річн}} = \frac{3592224}{3793719} = 0,72 \text{ роки; приймаємо } 1 \text{ рік.} \quad (3.19)$$

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

$\Pi_{річн}$ - прибуток від економії експлуатаційних витрат, грн.

Техніко-економічні показники порівняльних варіантів дані в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Техніко-економічні показники

Найменування показника	Величина показника, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1 Додаткові витрати, грн.	-	2593000
2 Експлуатаційні витрати, грн.; у тому числі	9827996	6235773
2.1 Заробітна плата	1670972	217845
2.2 Єдиний соціальний внесок	367614	47926
2.3 Амортизація	1623771	568518
2.4 Витрати на електроенергію	1587633	586214
2.5 Витрати на паливо	1158004	
2.6 Витрати на мастильні матеріали	506164	58621
2.7 Витрати на поточний ремонт	240250	129650
2.8 Витрати на заміну шин	110682	
2.9 Інші витрати	689748	156085
2.10 Загальновиробничі витрати	1873159	244204
2.11 Витрати на залізничне перевезення	-	4226710
3 Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	3592224
4 Чистий дисконтований дохід, грн.	-	8011245
5 Термін окупності додаткових витрат, років	-	1,0

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В роботі розглядається транспортно-технологічний процес перевалки імпортової бокситової руди в порту і доставки її на Запорізький абразивний комбінат.

Боксити надходять в Запорізький річковий порт на судах трюмного типу або судах-площадках. Після прибуття судна в порт і швартування біля причалу, боксити вивантажується на причал. Після оформлення документів з приймання та митного оформлення імпортного вантажу, боксити вивозяться з порту залізничним транспортом.

В розділі розглядаємо аналіз потенційних небезпек, на які можуть наражатися працівники, які приймають участь в технологічному процесі перевалки і перевезення бокситової руди.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. При вивантаженні портальним краном з грейферним захватом бокситів з судна та навантаженні їх у вагони на причалі порту можливі наступні потенційні небезпеки, які призводять до травмування та загибелі:

- наїзди портальних кранів на людей при їхньому пересуванні вздовж фронту вантажних робіт;
- обрив тросів та падіння грейфера з вантажем внаслідок зношення канатів тросів вантажозахватного пристрою;
- розкривання «щелепів» грейферу внаслідок виходу з ладу механізму і висипання бокситів, що може призвести до забруднення навколишнього середовища та травмування робітників.

2. Наїзди залізничних составів на працівників порту (оглядачів вагонів, складачів поїздів або докерів) у разі неузгоджених дій складача поїздів з оглядачем

вагонів та докерами при роботі в зоні руху транспорту, що може призвести до травмування або загибелі людей.

3. При неправильній подачі сигналів маневрової роботи на переїздах або переходах та неправильного сприйняття сигналів можуть статися зіткнення залізничного транспорту з автомобільним, і як наслідок – травмування людей.

4. Оскільки тривалість робочої зміни в порту складає 12 год., то можлива втома кранівника внаслідок нервово-емоційне напруження при управлінні порталним краном, що може призвести до послаблення уваги, і як наслідок – до травмування докерів на причалі.

5. Ураження машиніста крана струмом можливе у разі несправності механізмів керування порталним краном та самотійною спробою її усунення, що може призвести до електричних травм або летальних наслідків.

6. Підвищений рівень шуму та вібрації у кабіні порталного крана та машиніста локомотива при їхній невідповідності нормативним технічним показникам або в результаті зношення деталей, що обертаються, двигуна та деталей ходової частини, можуть призвести до зниження гостроти зору, порушення рівноваги, роздратованості, головної болі та до професійних захворювань.

7. Підвищення температури і швидкості руху повітря в теплу пору року у кабіні кранівника та в кабіні машиніста, що призводить до захворювань (застуди, радикуліту), швидкої втоми, і як результат – аваріям.

8. Недостатнє освітлення ділянки складування бокситів призводить до швидкої втоми кранових машиністів, докерів, що спричиняє виникнення небезпечних ситуацій (наприклад, неправильний захват вантажу грейфером, наїзд крана або автотранспорту на людей тощо), що може призвести до травм.

9. Через несправності електрообладнання порталного крану може початися займання ізоляції проводів внаслідок короткого замикання, що може призвести до пожежі.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Для попередження травм при вивантаженні бокситів із судна необхідно виконувати вимоги нормативних документів:

- виконання перевалочних робіт – за положеннями [24,25];
- перевірка стану металоконструкцій, механізмів, гальм та їхнього кріплення, стану блоків, гака тощо – за вимогами [25];
- огороження місць виконання перевалочних робіт – згідно [26].

2. Для уникнення можливих наїздів залізничним транспортом на працівників на причалі порту необхідно виконувати вимоги [27,28].

Маневрова робота на коліях порту та портовій залізничній станції виконується відповідно до технологічного процесу та встановленого плану, які забезпечують безпеку руху та безпеку праці працівників, а також цілісність рухомого складу та вантажів відповідно до [29].

Місця перетину портових доріг і пішохідних доріжок із залізничними коліями обладнані знаками безпеки і, при необхідності, попереджуючою сигналізацією на переїздах.

Для попередження втоми кранівника при управлінні порталним краном протягом робочої зміни – впровадження перерв у роботі для прийняття їжі, організаційних і технологічних перерв для кранівників згідно КЗОТ України (ст. 62) та раціонального режиму праці (ст. 50, 52, 53, 54, 57, 59 КЗОТ України). З урахуванням тривалості зміни 12 год. тривалість перерви складає 1,0 год., яку можна ділити на дві перерви тривалістю по 30 хв. кожна.

Проведення медичного огляду кранівника до початку робочої зміни згідно з положеннями [30].

Для попередження ураження електричним струмом під час експлуатації порталних кранів необхідно виконувати вимоги [31].

Згідно положень [32] порталні крани обладнані устроями автоматичного контролю та сигналізації, робочі поверхні крану мають захисне покриття.

Для зменшення рівнів шуму та вібрації від двигунів порталного крану в кабіні кранівника необхідно дотримання норм [33,34] та проведення моніторингу рівнів шуму та вібрації в кабіні машиніста крану та машиніста локомотива, а також обладнання робочого місця кранівника порталного крану у відповідності з положеннями [35].

Для підтримання нормативних параметрів мікроклімату у кабіні кранівника та машиніста необхідно виконувати вимоги [36].

Для попередження виникнення небезпечних ситуацій та швидкої втоми в результаті незадовільного освітлення робочих місць робітників, які беруть участь у перевалочних операціях з бокситами, передбачено обладнання причалів порту освітленням в межах 20-30 лк відповідно виконання рівня зорової роботи згідно [37].

Розміри ділянки на причалі, де виконуються вантажні операції з бокситами, складають: 25×60 м. Нормована освітленість причалу для переробки навалочних вантажів – 25 лк. Для освітлення причалу вибираємо прожектор типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

Необхідну кількість прожекторів визначимо за формулою [38]:

$$n = \frac{m \cdot k_z \cdot E_{нд} \cdot S_{д} \cdot 0,25}{P_{л}}, \quad (4.1)$$

де m - коефіцієнт, за яким враховується світлова віддача джерел світла, ККД прожекторів і коефіцієнт світлового потоку; для ламп ДРЛ і ГЛ $m = 0,12 \dots 0,16$;

$E_{нд}$ - нормована освітленість горизонтальної поверхні, лк;

k_z - коефіцієнт запасу; $k_z = 1,5$;

$S_{д}$ - площа ділянки, що освітлюється, м²; $S_{д} = 60 \times 25 = 1500$ м²;

$P_{л}$ - потужність лампи прожектору, Вт.

$$n = \frac{0,15 \cdot 1,5 \cdot 25 \cdot 1250 \cdot 0,25}{700} = 2,5.$$

Приймаємо 3 прожектори ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700 для освітлення причалу.

Визначаємо мінімальну висоту установки прожекторів над поверхнею, що освітлюється, за формулою [38]:

$$H_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\max}}{300}}, \quad (4.2)$$

де $I_{\max}$ - максимальна сила світла, кд; для лампи ДРЛ-700 $I_{\max} = 46000$ кд.

$$H_{\min} = \sqrt{\frac{46000}{300}} = 12,38 \text{ м.}$$

Відповідно табличних даних згідно норм [37] висота підвісу прожекторів повинна бути близька 8 м, тому приймаємо висоту щогли для прожектору 10 м.

4.3 Заходи з пожежної безпеки

Для попередження займання ізоляції порталного крану внаслідок короткого замикання необхідно забезпечити:

- розроблення інструкцій про порядок роботи при обслуговуванні та експлуатації порталного крану;
- проведення інструктажу з пожежної безпеки під час експлуатації порталних кранів згідно [39];
- забезпечити захист для електропроводки згідно [40];
- встановити пожежний щит на причалі зберігання бокситів, де працює порталний кран згідно [41];
- наявність на порталному крані вогнегасника ВВК-5 для ліквідації джерела можливого загоряння.

4.4 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях

При загрозі повені необхідно провести заходи, які зменшать збитки, і створити умови для ефективних рятувальних робіт в зонах затоплення. До них відносяться: сповіщення населення і об'єктів народного господарства про виникнення загрози, підсилення спостереження за рівнем води, приведення в готовність сил і засобів цивільної оборони, перевірка стану дамб, гребель, мостів [42].

Усунути виявлені недоліки, швидко зробити насипи землі, водовідвідні канали та інші гідротехнічні споруди. В зонах можливого затоплення змінити режим роботи підприємств, а в окремих випадках зупинити їх роботу, припинити діяльність шкіл і дошкільних дитячих установ. Провести евакуацію населення і вивіз матеріальних цінностей з небезпечних районів, евакуювати сільськогосподарських тварин [42].

При повенях для виконання рятувальних робіт залучають рятувальні загони, а також відомчі спеціалізовані команди і підрозділи, які оснащені плавзасобами, санітарні пости і дружини, гідрометеорологічні пости, розвідувальні групи, збірні загони механізації робіт, формування будівельних, ремонтно-будівельних організацій та охорони громадського порядку. Групи розвідки повинні переміщуватись на швидких плавзасобах і вертольотах, встановлювати місця скупчення людей на затоплених територіях, їх стан, а потім подавати звукові і світлові сигнали. Невеликим групам людей, що знаходяться у воді, кидають рятувальні круги, гумові кулі, дошки, жердини та інші предмети, що плавають [42].

Для рятування і вивезення із затоплених територій великої кількості людей використовують теплоходи, баржі, баркаси та інші плавзасоби. Для зняття людей з напівзатоплених будинків, споруд, дерев або рятування їх із води всі плавзасоби оснащують необхідним обладнанням і пристроями [42].

Першу медичну допомогу надають рятувальні підрозділи або санітарні дружини безпосередньо в зоні затоплення.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи було досліджено технічне оснащення і технологія роботи вантажного фронту для перевалки бокситової руди.

У завданні на проектування ставилася задача вдосконалювання технологічного процесу перевалки бокситової руди в умовах Запорізького річкового порту, а також вибору транспорту для завезення її на Запорізький абразивний комбінат. Для цього був виконаний аналіз існуючого положення. Вивчено порядок й інтенсивність надходження судів із бокситовою рудою, а також технологічний процес вивезення бокситів з порту

Аналіз існуючої технології перевалки в порту бокситової руди виявив істотні недоліки, а саме:

- через велику кількість перевалок існують значні втрати сировини, що приносить збитки;
- значні простой суден під вивантаженням через низькі судно-годинні норми, тому що вантаж перевозиться навалом і перевантажується грейфером невеликого об'єму;
- в процесі вивантаження судна приймає участь зачисна машина, яка після вивантаження першого шару вантажу починає підгрибати руду в простір люкового отвору, а після вивантаження другого шару – починає зачищати судно від залишків руди у важкодоступних місцях;
- значні витрати на перевезення руди з порту на абразивний комбінат автомобільним транспортом.

Для усунення виявлених недоліків запропоновано:

- для скорочення часу обробки судна та зниження витрат на вантажопереробку бокситової руди в порту обладнати порталні крани грейферами більшої вантажопідйомності та ємності ножичного типу, які не тільки вивантажують руду, але й виконують штивку, що дозволяє вивантаження проводити без участі зачис-

ної машини. Скорочення часу на розвантаження судна дозволяє зменшити плату за обробку судна в порту, бо вона стягується за кожну годину простою;

- для зниження витрат на перевезення бокситів з порту на комбінат автотранспортом пропонується запровадити залізничні перевезення з урахуванням збільшення обсягів надходження бокситів в порт для абразивного комбінату;

- для завантаження бокситів у вагони на причалі передбачено спорудження відвантажувального бункера, обладнаного пристроями для регулювання подачі вантажу в кузов.

Для впровадження пропозицій необхідні додаткові витрати на придбання грейферних захватів та будівництво відвантажувального бункеру у розмірі 2593000 грн.

Річні експлуатаційні витрати на перевалку й транспортування на завод знизилися з 9827996 грн. до 6235773 грн., а економія експлуатаційних витрат склала 3592224 грн.

Дисконтований дохід за розрахунками складе 8011245 грн., а додаткові витрати на спорудження бункеру та придбання вантажозахватних пристроїв окупляться за один рік. Результати розрахунку свідчать про ефективність розроблених пропозицій.

В роботі також розроблені заходи щодо охорони праці робітників та службовців Запорізького річкового порту й розроблені заходи щодо захисту об'єкта в надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Укрречфлот / Акционерная судоходная компания : Запорожский речной порт : веб-сайт. URL:<http://www.ukrrichflot.com>.
2. Свод обычаев порта : Дочернее предприятие «Запорожский речной порт» АСК «Укрречфлот». – Запорожье : ИПО «Запорожье», 2018. – 35 с.
3. Порядок справляння та розміри ставок портових зборів. Наказ Міністерства інфраструктури України від 27.05.2013 № 316 : веб-сайт. URL:<https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0930-13#Text>.
4. Украинская ассоциация сталеплавателей : Информационный портал о черной и цветной металлургии : веб-сайт. URL:<http://www.uas.su>.
5. Gengruz.com : Информационно-транспортный портал / Условия хранения и перевозки руд и концентратов : веб-сайт. URL:<http://gengrus.com>.
6. Блидман А. Ф. Технология перегрузочных работ в морских и речных портах / А. Ф. Блидман. – М.: Транспорт, 1990. – 236 с.
7. КамАЗ в Украина: Техническая характеристика КамАЗ-6520 : веб-сайт. URL: <http://www.kamaz.ua/ru/catalog/kamaz-6520-1>.
8. Принципы и методы выбора видов транспорта : веб-сайт. URL:<http://www.repo.kstu.kz>.
9. Федорова А. С. Проблема выбора железнодорожного либо автомобильного транспорта на рынке грузовых перевозок на современном этапе развития экономики / А. С. Федорова // Актуальные вопросы экономических наук. – 2016. – № 51. – С. 114-116.
10. Janusgrab : Ножничные грейферы. : веб-сайт. URL:<http://www.janusgrab.com>.
11. Nemag : Грейферный ножничный захват : веб-сайт. URL: <https://www.directindustry.com.ru/prod/nemag/product-217113-2241023.html>.

12. Бабушкин, Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.
13. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Організація та технологія вантажних робіт на транспорті» для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл. доц., д-р техн. наук Турпак С. М., ст. викладач Падченко О.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 66 с.
14. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Комерційна робота на транспорті» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 98 с.
15. Вільковський Є. К. Вантажознавство / Є. К. Вільковський, І. І. Кельман, О. О. Бакулич. – Львів : Інтелект-Захід, 2007. – 496 с.
16. Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Комерційна робота на транспорті» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 53 с.
17. Гриневич Г. П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте / Г. П. Гриневич. – М. : Транспорт, 1973. – 312 с.
18. Комплекс з навчально-методичного забезпечення дисципліни «Вантажні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» // Укл.: проф. Бабушкін Г.Ф., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2018. –100 с.
19. Методичні вказівки з розрахунку норм часу на маневрові роботи, які виконуються на залізничному транспорті. – К.: Укрзалізниця, 2003. – 82 с.
20. 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.
21. Тарифное руководство № 4 железных дорог Украины. – К. : Транспорт Украины, 1997. – 194 с.
 22. 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.
 23. Яковлев А. И. Проектный анализ : учебник / А. И. Яковлев. – Х. : НТУ «ХПИ», 2015. – 340 с.
 24. НПАОП 0.00-1.75-15 Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. – Введ. 2015-03-03 : веб-сайт. URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15#Text>.
 25. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. – Введ. 2018-01-19 : веб-сайт. URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>.
 26. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. – Введ. 2008-09-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83263.
 27. ГОСТ 12.3.020-80 ССБТ Процессы перемещения грузов на предприятии. Общие требования безопасности. – Введ. 1980-04-29 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=48115.
 28. НПАОП 63.21-1.22-07. Правила охраны труда во время выполнения погрузочно - разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. – Введ. 2007-12-18 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=24737.
 29. Правила технічної експлуатації залізниць України. Наказ Міністерства транспорту України від 20.12.1996 р. № 411: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97#Text>.

30. Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій. Наказ Міністерства охорони здоров'я України 21.05.2007 № 246 : : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text>.
31. НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок. – Введ. 2000-02-25 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=21826.
32. ДСТУ 7238:2011. Система стандартів безпеки праці. Средства коллективной защиты работающих. Общие требования и классификация. Введ. 2011-08-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=5738.
33. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. – Введ. 1999-12-01 : веб-сайт. URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text>.
34. ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – Введ. 1999-12-01 : веб-сайт. URL: <https://www.dnaor.com/html/40957>.
35. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. – Введ. 2018-04-10 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77156.
36. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – Введ. 1999-12-01 : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
37. ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення». – Введ. 2019-03-01 : веб-сайт. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/klassifikator-minregionstroya/09._dbn__\(derzhavnii_23018/V.2.5-28-2018+79885-detail.html](http://online.budstandart.com/ua/catalog/klassifikator-minregionstroya/09._dbn__(derzhavnii_23018/V.2.5-28-2018+79885-detail.html).
38. Сивко В. Й. Розрахунки з охорони праці : Навчальний посібник / В. Й.Сивко. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 52 с.

39. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок. – Введ. 2001-06-21 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=47257.
40. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей. – Введ. 1998-02-20 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48644.
41. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. – Введ. 2017-10-03 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60541.
42. Сенчихін Ю. М. Організація аварійно-рятувальних робіт на воді / Ю. М. Сенчихін, С. В. Кулаков. – Харків, 2005. – 64 с.