

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 ПЕРЕВЕЗЕННЯ І
ПЕРЕВАЛКИ ВУГІЛЛЯ В ЗАПОРІЗЬКОМУ РІЧКОВОМУ ПОРТУ**

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

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

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

Гринь В. Р.

(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)

Гриня Владислава Руслановича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення технологічного процесу перевезення і перевалки вугілля 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

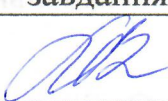
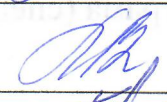
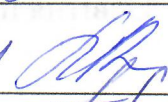
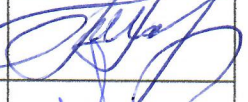
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Вантажопотоки надходження вугілля в Запорізький річковий порт. 2. Існуюча технологія доставки вугілля. 3. Існуюча технологія перевалки вугілля в порту. 4. Техніко-економічні показники.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Обґрунтування способу доставки вугілля. 2.2 Розробка пропонованої технології перевезення і перевалки в порту вугілля. 2.3 Визначення проєктних вантажопотоків вугілля. 2.4 Визначення продуктивності засобів перевалки вугілля в порту. 2.5 Визначення часу виконання вантажних операцій при перевалці вугілля. 2.6 Розрахунок загального часу роботи порталних кранів з перевалки вугілля за варіантами. 2.7 Розробка технологічних графіків обробки вагонів з вугіллям в порту. 2.8. Розробка графіків обробки суден в порту. 2.9 Визначення кількості м'яких контейнерів МК-14-10 для перевезення вугілля. 2.10 Документальне оформлення відвантаження вугілля на експорт 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)

В. Р. Гринь

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Л. О. Васильєва

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 101 с., 2 рис., 18 табл., 39 посилань, 3 додатки.

Об'єктом дослідження є існуюча технологія й організація перевезення с місць видобутку і перевалки вугілля в Запорізькому річковому порту.

Ціль дослідження – вивчити й проаналізувати технологію й організацію перевалки вугілля в умовах Запорізького річкового порту, а також питання його транспортування з місця видобутку в порт.

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

В магістерській роботі проведений аналіз існуючої технології й організації перевалки вугілля в Запорізькому річковому порту. Аналіз показав, що існуюча система має ряд важливих недоліків, які негативно впливають на виконання робіт. Запропоновано конкретні заходи щодо вдосконалення заведення в порт і перевалки вугілля у м'яких контейнерах МК-14-10 для запобігання зниження теплоенергетичних властивостей вантажу. Розраховані проектні вантажопотоки й потреба в контейнерах МК-14-10 для забезпечення процесу перевезень. Розраховано норми часу на вантажні операції. Побудовано технологічні графіки обробки транспортних засобів в річковому порту. Розраховано основні економічні показники пропонуваного варіанта перевалки й перевезення вугілля у м'яких контейнерах МК-14-10.

ВУГІЛЛЯ, РІЧКОВИЙ ПОРТ, ВАНТАЖ, ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ПЕРЕВАЛКА, ПОРТАЛЬНИЙ КРАН, ПРИЧАЛ, М'ЯКИЙ КОНТЕЙНЕР МК-14-10, СУДНО, ВАГОН, ПРИЧАЛ, ДОСТАВКА, ГРАФІК, ПРОСТІЙ, ВАНТАЖОПОТІК, ВИТРАТИ, ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	9
1.1 Характеристика Запорізького річкового порту.....	9
1.2 Характеристика причалів і вантажних фронтів першого вантажного району річкового порту.....	11
1.3 Властивості вугілля, що впливають на транспортні процеси.....	14
1.4 Загальна характеристика ПрАТ «ДТЕК-Павлоградвугілля» – відправника вантажу.....	16
1.5 Умови зберігання вугілля.....	18
1.6 Вимоги до транспортування вугілля.....	19
1.7 Вантажопотоки надходження вугілля у Запорізький річковий порт.....	21
1.8 Аналіз існуючої технології та організації перевалки вугілля в річковому порту.....	23
1.9 Аналіз сучасних способів перевезення вугілля	25
1.10 Обґрунтування необхідності розробки пропозицій магістерської роботи.....	27
2 Основна частина.....	28
2.1 Обґрунтування способу доставки вугілля.....	28
2.2 Розробка пропонованої технології перевезення і перевалки в порту вугілля.....	32
2.3 Визначення проєктних вантажопотоків.....	34
2.4 Визначення продуктивності засобів перевалки вугілля в порту.....	37
2.5 Визначення часу виконання вантажних операцій.....	41
2.6 Розрахунок загального часу роботи порталних кранів з перевалки вугілля за варіантами.....	45
2.7 Розробка технологічних графіків обробки вагонів в порту.....	48

2.7.1 Розробка графіків обробки подачі вагонів в порту.....	48
2.7.2 Розробка графіка обробки маршрутного составу з вугіллям в порту.....	52
2.8. Розробка графіків обробки суден в порту.....	54
2.9 Визначення кількості м'яких контейнерів МК-14-10 для перевезення вугілля.....	56
2.10 Документальне оформлення відвантаження вугілля на експорт.....	58
3 Економічна частина.....	60
3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків та визначення додаткових витрат за проектом.....	60
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на перевалку вугілля в Запорізькому річковому порту.....	62
3.3 Розрахунок витрат на залізничне перевезення вугілля за варіантами.....	73
3.4 Визначення сумарних експлуатаційних витрат та річної економії	74
3.5 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності пропозицій	76
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	79
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	79
4.2 Заходи з охорони праці.....	80
4.3 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	81
Висновки.....	83
Перелік посилань.....	85
Додаток А Графічний матеріал магістерської роботи.....	89
Додаток Б Статистичні дані з прибуття вугілля у вагонах у Запорізький річковий порт.....	99
Додаток В Результати обробки статистичних даних з надходження вугілля у Запорізький річковий порт.....	101

ВСТУП

Транспорт, будучи однією з базових галузей економіки, повинен створювати умови для її успішного й пропорційного розвитку. Основні завдання транспорту – своєчасного, якісного й повне задоволення потреб населення й народного господарства України в перевезеннях, підвищенні економічної ефективності його роботи. Для їхнього рішення необхідно застосовувати міри, спрямовані на розвиток всіх видів транспорту, удосконалення їхньої взаємодії й підвищення ефективності роботи всієї транспортної системи країни.

Одним з головних напрямків удосконалювання роботи транспорту є інтенсифікація використання транспортних засобів.

На річковому транспорті загальна ефективність транспортного процесу значною мірою залежить від рівня обслуговування флоту в портах, що визначається ступенем досконалості організації й технології перевантажувальних процесів.

Важливу роль у розвитку народного господарства України грають річкові порти. Організація їхньої роботи безпосередньо впливає на ефективність роботи флоту, зайнятого на перевезеннях різних вантажів.

Порт – це єдина ланка між сухопутним та водним видами транспорту. Метою діяльності порту є переробка вантажів, перевезення вантажів і пасажирів, ефективне використання вантажного флоту, вантажно-розвантажувальних машин і механізмів, складів, будинків, споруджень і іншого майна підприємства. Від діяльності порту як комплексного транспортного вузла, де починається й закінчується рейс кожного судна, провадиться навантаження й розвантаження вантажів, багато в чому залежить робота транспортного флоту.

Водний транспорт є найдешевшим видом транспорту, тому багато запорізьких підприємств використовують його для перевезень своєї продукції та сировини. Маючи у місті таку річку як Дніпро Запоріжжя має спроможність виходу у Чорне море, що дає змогу перевозити вантажі у інші країни, зокрема до Болгарії, Туреччини, Греції, Італії, тощо.

Порт це велике та складне підприємство, на якому щодобово переробляється тисячі тонн вантажу. Під час цієї роботи задіяне багато механізмів та людей, тому потрібне чітке керування усім цим персоналом. Чим більше перероблено вантажу, тим більше грошей отримає порт. Тому потрібно розробляти нові техніко-економічні схеми роботи порту та підприємств по завозу, вивозу та переробці вантажу у порту, щоб якомога більше скоротити витрати порту та підприємства на транспортування вантажів.

Запорізький річковий порт взаємодіє з різними видами транспорту, здійснюючи перевантажувальні роботи, які включають також переробку зовнішньоторговельних вантажів.

Запорізький річковий порт експортує метал, металобрухт, феросплави й інші вантажі. Імпортуються такі вантажі як руди кольорових металів, метали, зернові, генеральні вантажі. Зовнішньоторговельні перевезення вантажів здійснюються з портами країн Європи, Азії й північного узбережжя Африки. Завдяки водному транспорту розширюються обсяги й склад послуг, які забезпечують економічний потенціал країни.

Розробка єдиного технологічного процесу (ЄТП) здобуває важливу роль у підвищенні ефективності роботи транспорту. ЄТП передбачає виконання обсягів перевезень вантажів, максимально можливо скорочує строки їхньої передачі з одного виду транспорту на інший, і скорочення транспортних витрат на доставку вантажів з пунктів виробництва в пункти споживання.

Вивчення перерахованих вище питань проводилося на переддипломній практиці в Запорізькому річковому порту. Аналіз існуючого положення по організації перевалки вугілля в Запорізькому річковому порту й відвантаження на судна, а також розробка заходів, спрямованих на його вдосконалення, виконані в даній магістерській роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика Запорізького річкового порту

Запорізький річковий порт – підприємство ринкової інфраструктури, яке [1]:

- виконує перевалочні роботи і переробку вантажів;
- здійснює перевезення вантажів і пасажирів;
- використовує флот, портові механізми, склади тощо для здійснення різних операцій.

Запорізький річковий порт входить в структуру АСК «Укррічфлот».

Діяльності порту направлена на[1]:

- виконання вантажно-розвантажувальних робіт на вантажних районах порту і причалах клієнтів;
- організацію внутрішніх і міжнародних перевезень пасажирів і вантажів;
- організацію й здійснення вантажної і комерційної роботи, надання експедиторських, агентських та інших комерційних послуг;
- обслуговує в порту судна України та закордонних країн;
- виконує ремонт флоту, перевантажувальних машин та портового господарства;
- здійснює заходи, спрямовані на схоронність навколишнього середовища;
- здійснює зовнішньоекономічну діяльність та інші види діяльності.

Основними нормативними документами, якими регулюється діяльність порту, є:

- Кодекс торговельного мореплавання;
- Зведення правил і звичаїв порту;
- Закон України «Про підприємство в Україні»;
- Статут Запорізького річкового порту;
- постанови і розпорядження адміністрації Запорізького річкового порту.

Навігація в Запорізькому річковому порту триває 9 місяців: з березня по листопад. Лоцманське забезпечення обов'язкове для заходу судна в порт або вихід

його з порту, при перестановці судна з рейду до причалу та в зворотному напрямку. Лоцманська проводка організовується через судового агента.

Швартові операції в порту виконуються буксирами. Буксирна проводка також здійснюється через судового агента. Стоянка судна в порту забезпечується за заявками судновласника або його судового агента.

Порт виконує бункерування водою й дизельним паливом.

На причалах порту здійснюється обробка суден різних типів.

Порт надає транспортно-експедиторське обслуговування, яке включає такі операції [1]:

- оформлення коносаментів, вантажних маніфестів на вантажі, які відвантажуються на судна;
- розкредитування залізничних документів на вантажі, які прибули в порт залізницею;
- оформлення залізничних накладних на вантажів, які вивозяться з порту залізничним транспортом;
- провадить узгодження заявок на перевезення експортних й імпорتنих вантажів із Укрзалізницею через портову станцію;
- оформлення транзитних декларацій на вантажі, які прибули в порт, та вивозяться з порту під митним контролем;
- оформлення митних документів на вантажі, які відвантажуються на судна.

Крім того, в порту також виконується:

- зважування вагонів на вагонних вагах портової станції та автомобілів на автомобільних вагах порту;
- сухе зачищення трюмів судна суден та кузовів вагонів;
- розкріплення вантажу в трюмах суден;
- сепарування різних партій вантажів, завантажених в один трюм;
- стафірування (завантаження вантажу в контейнер) й розстафірування (вивантаження вантажу із контейнерів) контейнерів.

Порт [2] приймає невоєнні судна під будь-якими прапорами дефакто до 5000 т, довжиною до 180 м й осадкою до 4 м у прісній воді. Судна обробляються протягом періоду навігації.

Порт також надає стивідорні послуги через портову стивідорну компанію. Портовий підрозділ регіональної митниці виконує митні операції з оформлення імпорتنих, експортних і транзитних вантажів. Порт також надає агентські й сюрвейерські послуги. При перевалці і на причалах забезпечує схоронність вантажів та якість наданих транспортних послуг. Перевантажувальні роботи в порту з навантаження-розвантаження транспортних засобів виконуються цілодобово, але нормальним часом роботи порту вважається час із 8.00 до 17.00 годин. За виконання операцій поза цей час в вантажовласників і судновласників стягуються додаткові платежі.

В структуру Запорізького річкового порту [2] входить два вантажних районів, ділянка ремонту суден, порту Нікополь та пристань Дніпрорудне.

1.2 Характеристика причалів і вантажних фронтів першого вантажного району річкового порту

На причалах порту переробляються, в основному, навалочні вантажі [2]:

- металопрокат (у рулонах, зв'язуваннях, пачках);
- лом чорних металів;
- вугілля, глина;
- силікат натрію; феросплави;
- магнезит, руда хромова;
- боксити, кокс нафтовий;
- пісок, щебені.

Причальні лінії першого вантажного району Запорізького річкового порту обладнані складами відкритого зберігання, а в тилівій частині 6 причалу є критий склад для зберігання вантажів, які треба захищати від атмосферної дії.

Технологічні норми обробки суден з різними вантажами в Запорізькому річковому порту наведені в табл. 1.1 [1].

Таблиця 1.1 – Технологічні норми обробки судів

Найменування вантажу	Технологічна лінія	Норма, т/судно	Максимальний показник, т/судно
Боксити	Судно – склад – вагон	3000	3300
Металобрухт	Вагон – склад – судно	950	950
Металопрокат	Вагон – склад – судно	1000	1100
Глина, вугілля	Вагон – склад – судно	2500	3000
Чавун, вугілля, руда	Вагон – склад – судно	2000	2200
Феросплави	Вагон – склад – судно	2000	2050

Причали порту обслуговуються порталними кранами. Спеціалізація причалів за видами перероблюваних вантажів, фронт постановки вагонів на причалі, а також деякі інші параметри наведені в табл. 1.2 [1].

Вагони з вугіллям, які прибувають в порт для перевантаження на судна, обробляються на причалі 3. Фронт постановки вагонів – 5 од. Портова норма на виконання вантажної операції: 0,81 год. на вагон.

Таблиця 1.2 – Характеристика причальних ліній першого вантажного району

Номер причалу	Номер колії	Спеціалізація причалу	Довжина причалу, м	Глибина води, м	Кранове встаткування		Фронт постановки вагонів
					Q, т	кількість	
1	30	Металобрухт,	285,0	4,0	10,0	3	14
1	30	Феросплави, чавун	285,0	4,0	16,0	2	6
2	-	Технологічний	72,0	4,0	-	-	-
3	28, 29	Боксити, металопрокат	415,0	4,0	20,0	1	8
3	28, 29	Боксити, металопрокат	415,0	4,0	16,0	1	8
3	28, 29	Боксити, металопрокат	415,0	4,0	10,0	4	22
4	14	Металобрухт, вугілля	260,1	4,0	10,0	3	12 + 4
4	14	Різні навалочні вантажі	68,0	4,0	10,0	1	4
5	-	Не має спеціалізації	185,5	4,0	5,0	2	-
6	35, 36	Магнезит, глина, вугілля	420,0	4,0	16,0	2	12
6	35, 36	Хромово руда	420,0	4,0	10,0	1	6
6	35, 36	Рулонна сталь	420,0	4,0	10,0	1	4
6a	-	Пісок	96,4	3,5	10,0	1	-
6б	-	Пісок	138,0	3,5	10,0	1	-
7	38	Металобрухт	180,0	4,0	10,0	3	15
7	-	Технологічний	90,0	4,0	-	-	-

1.3 Властивості вугілля, що впливають на транспортні процеси

Вугілля – тверда, горюча корисна копалина, що являє собою щільну породу чорного, іноді сіро-чорного кольору, зі смоляним або металевим блиском; запилений, надзвичайно гігроскопічний вантаж, схильний до самозігрівання і самозаймання, підвищена температура і вологовміст активізує ці процеси.

Вугілля є самозаймистою речовиною, що виділяє легкозаймисті отруйні і вибухонебезпечні гази. Небезпека вантажу залежить від марки і класу вугілля. Найбільш небезпечними є дрібно-шматкове вугілля з великим вмістом дріб'язку.

Кут природного укосу $45 - 50^\circ$. Вугілля може утворення самозаймистих і отруйних газів, включаючи оксид вуглецю.

Деякі види вугілля схильні вступати в реакцію з водою і утворювати кислоти, які можуть викликати корозію. Можливо також утворення займистих та отруйних газів, таких як водень. Він не має запаху, набагато легший за повітря, межі його займання в повітрі складають $4 - 75\%$ на об'єм. Дуже мала і надмірно висока вологість вугілля знижує їх здатність до самозаймання. У практиці перевезень температура вугілля $40-45^\circ\text{C}$ вважається вже небезпечною.

Вугілля використовується як технологічна, енерготехнологічна і енергетична сировина.

Антрацити містять $87 - 98\%$ вуглецю, мають напівметалевий блиск і раковистий злам, теплотворна здатність $7600 - 9000$ ккал/кг. Колір антрациту – оксамитово-чорний, дуже міцний, горить слабким полум'ям або зовсім без полум'я, майже не виділяє диму і не спікається, він загоряється важче, ніж кам'яне вугілля. Антрацит має велику щільністю і високу теплотворну здатність ($7600-9000$ ккал/кг); розвиває високу температуру при горінні, причому горить майже без полум'я, дає сильний жар, не спікається [4].

У табл. 1.3 [3] наведені класи вугілля, а у табл. 1.4 [4] – його основні фізико-хімічні властивості.

Таблиця 1.3 – Класи вугілля

Найменування	Позначення	Гранулометричний склад, мм
Плитне	П	100 - 200
Крупне	К	50 - 100
Горіх	Г	25 - 50
Дрібне	Д	13 - 25
Сім'ячко	С	6 - 13
Штиб	Ш	0 - 6
Рядове	Р	0 - 200

Таблиця 1.4 – Основні фізико-хімічні властивості вугілля та антрациту

Властивості вантажу	Кам'яне вугілля	Антрацит
Насипна щільність, т/м ³	0,6 - 1,1	0,8 - 1,25
Кут природного укосу, град: у спокої у русі	30 - 45 30	35 - 45 25
Вологість, %	до 16	до 7

Основні характеристики вугілля виробництва ПрАТ «ДТЕК «Павлоградвугілля», що відвантажується на експорт у змішаному залізнично-водному сполученні згідно [4] приведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Марки вугілля, що відправляється на експорт через Запорізький річковий порт [4]

Найменування класу	Насипна густина, т/м ³	Вміст речовин, %			Теплота згоряння, ккал/кг	
		Зола	Волога	Сірка	Нижча	Вища
АШ (0 - 6)	1,7	19,8	8,0	2,2	6000	8300
АС (6 - 13)	1,7	13,5	8,0	3,5	6000	8100
АСШ (0 - 13)	1,7	19,0	11,0	3,0	6000	8100
АМ (13 - 25)	1,6	14,0	7,0	4,0	7300	8200
ТР (0 - 25)	1,6	14,0	9,0	1,8	6000	7100
АО (25 - 50)	1,6	15,6	8,2	0,7	7300	8750

1.4 Загальна характеристика ПрАТ «ДТЕК-Павлоградвугілля» – відправника вантажу

ДТЕК – приватна вертикально-інтегрована енергетична компанія України. Входить до складу фінансово-промислової групи «Систем Кепітал Менеджмент» (СКМ). Підприємства ДТЕК створюють ефективний виробничий ланцюжок з видобутку і збагачення вугілля, генерації і дистрибуції електроенергії. Компанія займає лідируючі позиції в паливно-енергетичному комплексі України [5].

ПрАТ «ДТЕК-Павлоградвугілля» поряд з іншими підприємствами паливно-енергетичного комплексу входить до складу «Донбаської паливно-енергетичної компанії» (ДТЕК). До складу підприємства входить 10 шахт та 23 структурних підрозділи [5].

Сьогодні підприємство працює згідно із затвердженою концепцією розвитку, що включає в себе модернізацію обладнання, впровадження сучасних методів управління виробництвом, підвищення безпеки праці.

ПрАТ «ДТЕК-Павлоградвугілля» [5] є офіційним представником компанії на зовнішньому ринку й реалізує вугільну продукцію на експорт. Підприємство поставляє високоякісне кам'яне вугілля Донецького вугільного басейну на зовнішньоекономічні ринки для різних потреб.

Основним видом діяльності є переробка й збагачення рядового вугілля АРШ, марки А (Антрацит) і рядового вугілля ТР, марки Т (тощий) у результаті якого утвориться наступна продукція: вугілля сортів АКО, АМ, АС, АШ, АШ про і ТК. Основу сировинної бази становлять високоякісні низько-зольні вугілля, завдяки чому якість продукції, що випускається, перебуває на належному рівні й відповідає технічним умовам. Установлена потужність з переробки вугілля становить 1000000 т/рік [5].

За період своєї роботи компанія заслужила репутацію надійного ділового партнера, завоювала довіру клієнтів, багато хто з яких тепер стали постійними замовниками.

Характеристики вугілля Донецького вугільного басейну відповідають різним запитам, але незмінно високої якості. Таким чином, вибір і продаж вугілля відбувається легко й швидко. Відмінна якість продукції, оптимальні ціни, великий вибір забезпечать довгострокове співробітництво [5].

ПрАТ «ДТЕК-Павлоградвугілля» має велику кількість партнерів в Україні, Росії, Білорусії, Словаччині, Чехії, Польщі, Молдові, Грузії, Азербайджані, Туреччині, Індії. Вся продукція підтверджується сертифікатами якості міжнародних незалежних лабораторій і переробляється на підставі технічних умов.

1.5 Умови зберігання вугілля

Площадки під штабелі вугільних складів повинні вибиратися в сухому, незаболоченому й незатоплюваному місці, поблизу залізничних навантажувальних колій або причальних ліній. На вугільних складах повинне бути обладнане зовнішнє електричне висвітлення й протипожежний водопровід [6].

Вугільний склад повинен бути надійно обгороджений, мати достатню кількість проїздів і під'їздів, устрій і розташування яких повинні забезпечувати можливість зручного проїзду й маневрування пожежних машин.

Вугілля, що поступає на склад, вивантажують залежно від марок на відповідні площадки. Складування вугілля різних марок в одному штабелі не допускається.

При експлуатації складів твердого палива необхідно систематично контролювати стан вантажу на можливість самозаймання. З цією метою штабелі обладнають сталевими трубами з закритим дном, які занурені в паливо на різну висоту – від 0,7 м від основи штабеля до 0,3 м від його поверхні. Труби закриті пробками, які виймають при вимірюванні температури в трубі термометром. Мінімальна температура самозаймання становить 60°C, максимальна – 74 - 78°C [6].

При підвищенні температури в штабелі до 60°C необхідно терміново вживати заходів для її зниження. Для цього слід ущільнювати вугілля в штабелі або вийня-

ти паливо, що розгорілося. Гасіння вугілля, що розгорілося в штабелі, водою не допускається. Його розкидають тонким шаром і складують на новому місці лише після його охолодження [6].

Строки зберігання залежать від схильності вугілля до самозаймання і складають від 2 до 4 місяців. Якщо при зберіганні немає ознак самозігрівання або самозаймання вугілля, строки зберігання можуть бути продовжені.

Для виміру температури вугілля в штабелях установлюються вертикальні контрольні металеві труби із внутрішнім діаметром 5 см, нижні кінці яких зашпаровуються наглухо й загострюються; верхні кінці, що виступають над поверхнею на 25 - 30 см, закриваються дерев'яною пробкою, прив'язаною до кінця труби [6].

До пробки на шнурі підвішується термометр, що опускається усередину труби. Нижній кінець замірної труби не повинен доходити дощенту штабеля па 0,5 м. Всі труби повинні бути занумеровані. Замірні труби розташовуються рядами на відстані між трубами в ряді: 15 - 25 м. Крім того, один ряд труб розташовується в середній частині укосів штабеля [6].

Для антрациту особливо ретельно варто провадити вимір температури на глибині 2,5 - 3,5 м від поверхні штабеля. Замір температури варто провадити протягом не менш 30 хвилин через 5 - 10 діб.

Якщо температура в штабелі досягла 40°C, контрольні виміри температури для вугілля всіх груп провадяться не рідше двох разів за добу.

1.6 Вимоги до транспортування вугілля

Антрацит *залізничним транспортом* перевозять навалом у піввагонах згідно правилам [7]. Тому надзвичайно важливо враховувати такі транспортні властивості, як здатність до подрібнення, здатність до самозаймання і виділення летучих речовин, які в поєднанні з повітрям і вугільним пилом утворюють вибухонебезпечні суміші.

Змерзанню піддається антрацит, який має вологість більше 5 % при зберіганні і перевезеннях в умовах негативних температур. Для запобігання замерзання застосовують пошарове пересипання або перемішування вантажу з негашеним вапном, кухонною сіллю, хлористим кальцієм, крейдою, тирсою, солом'яною січкою, торф'яним порошком [7].

Особливо інтенсивно антрацит подрібнюється при перевантаженні, коли кількість дрібниці, яка утворюється, може досягти 10 - 15 %. Подрібнення антрациту значно погіршує його якість, що має особливо важливе значення при перевезеннях на експорт, так як наявність дрібниці, що перевищує обумовлену в торговому контракті норму, може бути причиною претензій до перевізника.

Додавання сухого антрациту до вологого проводиться шляхом шарового пересипання, при цьому один шар сухого антрациту насипається на підлогу вагона і два шари – по висоті навантаження.

До морського перевезення вугілля приймається згідно вимогам [8].

При перевезенні *водними видами транспорту* вугілля може виділяти метан, займистий газ, суміш метану з повітрям, що містить 5 - 16 % метану, може призвести до вибуху в атмосфері вантажного приміщення або суміжних приміщень від впливу іскри чи відкритого полум'я, запалений сірник або сигарета.

Перевозять вугілля на вантажних теплоходах із трюмами або на теплоходах-площадках, де вони розміщаються звичайно на утворюючу по висоті не більш припустимого навантаження на дно трюму [8].

Судна для перевезення вугілля повинні бути чистими, мати цілком справні водовідливні засоби, постачені в достатній кількості металевими вимірювальними трубами з термометрами для виміру температури вугілля в шляху просування, а також залізними лопатами для розгрібання вугілля. На судні необхідно мати рятувальний кисневий прилад, яким варто користуватися при вході в загазований трюм на предмет виправлення вентиляційних пристроїв. У вугільних трюмах не допускається наявність маслених кінців, клоччя або ганчір'я, мішків, тріски й тому подібних матеріалів. Вся електроапаратура у вантажних приміщеннях судів, що перевозять вугілля, повинна бути герметичною [8].

Перед навантаженням капітан судна повинен установити марку, клас і сорт вугілля, вміст у ньому вологи й сірки. Відомості ці повинні бути представлені відповідником і вказуватися в накладній. Підвищений вміст вологи й сірки вказує на необхідність особливо ретельного спостереження за вугіллям під час рейсу. У випадку навантаження вугілля зі штабеля капітан судна повинен перевірити температуру вугілля в штабелі [8].

Завантаження трюмів проводять рівномірно по довжині судна. Неправильний розподіл маси вантажу по трюмах може привести до ушкодження корпусу судна.

Вугілля з температурою 35°C і вище до навантаження не допускається; також не допускається змішування між собою вугілля різних марок, класів і сортів.

З метою видалення з вугільних трюмів палубних судів вибухонебезпечних газів, що збираються над поверхневим шаром вугілля, повинна провадитися поверхнева вентиляція трюмів, що досягається установкою по одному вентилятору на кожному кінці окремого вантажного приміщення, зайнятого вугіллям [8].

В рейсі капітан судна повинен забезпечити систематичне спостереження за температурою вугілля, заносючи показання термометра у вахтовий журнал. Якщо температура вугілля підвищилася й досягла $35 - 40^{\circ}\text{C}$, контрольні виміри повинні провадитися 2 - 3 рази в добу. При підвищенні температури вугілля зі швидкістю 5° у добу або виявленні вогнищ вугілля з температурою 60°C , необхідно терміново прийняти заходи щодо ліквідації вогнищ самозігрівання [8].

На палубних судах, що перевозять вугілля, щоб уникнути вибуху газів або вугільного пилу під час вантажних робіт або на стоянках, при відвідуванні трюмів, завантажених вугіллям або поблизу отворів вентиляторів, не можна користуватися відкритим вогнем, дозволяється користуватися, як джерелом світла, тільки рудничними ліхтарями, акумуляторними безпечними від вибуху ліхтарями або електричною лампою з герметично закритим джерелом світла, зі штепселем, поміщеним поза трюмом.

1.7 Вантажопотоки надходження вугілля у Запорізький річковий порт

Доставляють вугілля у Запорізький річковий порт піввагонами вантажопідйомністю 68 - 72 т. Вивантажуються вугілля портальними кранами з грейферними захватами вантажопідйомністю – 10 т. Вивантаження вугілля не виконується за прямим варіантом, а відразу на склад.

Запланований обсяг переробки вугілля в порту становить $Q_{річн} = 45000$ т, а фактичне надходження в порт з 01.03.2019 по 25.11.2019 склало 45328 т.

Вантажопотоки прибуття вугілля по залізниці й відправлення по воді за 2019 рік приведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Вантажопотоки прибуття по залізниці й відправлення по воді за 2019 рік

Місяць	Надійшло залізницею		Відправлено по воді, т
	кількість вагонів	кількість тон	
Січень	-	-	-
Лютий	124	8629	-
Березень	81	5669	-
Квітень	42	2909	9015
Травень	43	2971	6001
Червень	179	12498	9008
Липень	46	3234	5957
Серпень	33	2274	6000
Вересень	52	3626	2997
Жовтень	50	3518	3050
Листопад	-	-	3300
Грудень	-	-	-
Загалом	650	45328	45328

1.8 Аналіз існуючої технології та організації перевалки вугілля в річковому порту

У порт вугілля прибуває залізничним транспортом у піввагонах навалом, середнє завантаження піввагона становить 70 т. Прибулі вагони подаються на причал № 4, а також на причал № 6. Вивантаження провадиться портальним краном вантажопідйомністю 16 т на склад.

Вагони подачами з 6 вагонів подаються на 3 або 4 причал порту.

Основна маса вугілля (90 %) з вагонів вивантажується грейфером без участі докерів-механізаторів. Частина вугілля що залишилася (10 %) після механізованого розвантаження, вивантажується з вагона через відкриті люки.

Після того як кран вибере з вагона 90 % вантажу й переміститься, він приступає до вивантаження наступного вагона. Після цього вагона зачищають від залишку вантажу совковою лопатою з мітлою.

У табл. 1.7 наведена схема розміщення робітників при перевалці вугілля.

Таблиця 1.7 – Схема розстановки робочих та машин на місці виконання робіт з перевалки вугілля

Технологічні схеми	Вагон	Склад	Кран	Судно	Усього
	Докер	Докер	Докер	Докер	Докер
1. Вагон – кран – склад	-	1	1	-	2
2. Склад – кран – судно	-	1	1	1	3

Транспортно-технологічна схема переробки вагонів з вугіллям складається з наступних елементів:

- прибуття вагонів з вугіллям на портову станцію;
- розформування составу на подачі з 6 вагонів;
- подача вагонів з вугіллям на вагову колію для зважування;
- подача вагонів з вугіллям на причал;

- вивантаження вугілля порталним краном з грейферним захватом (90 %);
- зачищення вагону від залишків вугілля вручну «під мітлу»;
- прибирання вагонів з причалу на вагову колію та зважування порожніх;
- переставляння вагонів з вагової колії на приймально-відправні колії станції;
- простій порожніх вагонів в очікуванні формування составу;
- формування составу та відправлення на загальну мережу.

Після вивантаження вугілля та прибирання вагонів з причалу виконується зачищення габаритів рухомого складу на причалі. Зачищення виконується бульдозером ДТ-75. Після зачищення габаритів бульдозером формується штабель.

Після прибуття судна у Запорізький річковий порт і постановки його на причалі, починається завантаження вугілля у трюми судна.

Завантаження виконується рівномірно по всій поверхні трюму. Завантаження вугілля у підпалубний простір виконується за допомогою штивуючого грейфера. Закидати грейфер у підпалубний простір заборонено.

У табл. 1.8 приведена стисла характеристика засобів для виконання перевантажувальних робіт з вугіллям у річковому порту.

Таблиця 1.8 – Характеристика перевантажувальної техніки та пристосувань для виконання вантажних робіт з вугіллям

Назва елементу	Характеристика
Перевантажувальні механізми	Портальний кран інв. № 174, 193, 144 Вантажопідйомність, т: 16; 10; 16 Виліт стріли, м: 30; 30; 30 Бульдозер ДТ-75, Т-170
Вагони	Піввагон вантажопідйомністю 68-72 т
Вантажозахватні пристрої	Грейфер двох щелепний ємністю 2,6 м ³ Грейфер чотирьох пелюстковий 3,5 м ³
Інвентар	Переносні драбини, лопата совкова, мітла, ломики

Існуюча транспортно-технологічна схема показана на рис. А.1 додатку А.

1.9 Аналіз сучасних способів перевезення вугілля

Міжнародні документи чітко пропонують вимоги до транспортного встаткування, що може використатися для міжнародних перевезень вантажів. Однак, часом розробляється нова продукція, що не вписується в існуючий розмірний ряд, який рекомендований до використання міжнародними документами. Додатковим фактором поширення технології МК-14-10 стало прийняття в грудні 2010 року в Женеві на 38-й сесії Підкомітету експертів по транспортуванню небезпечних вантажів (TDG) Європейської Економічної Комісії ООН рішення про включення в Рекомендації ООН (або Типові правила) м'якого контейнера для масових вантажів місткістю до 15 м³.

З метою гармонізації Рекомендації ООН по перевезенню небезпечних вантажів із правилами їхнього морського перевезення Підкомітет по небезпечних вантажах, навалочним вантажам і контейнерам (DSC) Міжнародної Морської Організації (IMO) у вересні 2011 року в Лондоні включив м'який контейнер для масових вантажів у Міжнародні Правила морського перевезення небезпечних вантажів (IMDG code) [9].

У міжнародних документах такі контейнери мають назву «flexible bulk container», або скорочено FBC. Контейнерам FBC привласнений новий спеціальний код ВК3, що аналогічно застосовуються кодам ВК2 – для закритих металевих вантажних контейнерів і ВК1 – для відкритих металевих вантажних контейнерів із брезентовим укриттям. Після проведення гармонізації правил перевезень стало можливим використання м'яких контейнерів МК-14-10 при мультимодальному транспортуванні насипних небезпечних вантажів по усім світі різними видами транспорту [9].

Габарити, об'єм і міцність контейнерів кампанії МК-14-10 розроблялися таким чином, щоб при найбільшій вантажомісткості забезпечити можливість його доставки всіма видами транспорту, і при цьому забезпечити найменшу площу

складування (до 5-ти ярусів у висоту) і максимальну швидкість перевалки сипучих вантажів [9].

Контейнер МК-14-10 зручний в експлуатації, має два контури захисту від мимовільного вивантаження. Вони дозволяють здійснювати навантаження судів навіть із необладнаної берегової смуги й довантаження судів на рейді, забезпечуючи при цьому щонайкраще екологічну безпеку. Але найбільший економічний ефект від використання даного типу контейнерів досягається при мультимодальних перевезеннях сипучих вантажів (рис. А.1 додатку А).

Застосування контейнерів МК-14-10 підвищують екологічну безпеку процесу перевезення й зберігання твердих сипучих вантажів [9].

МК-14-10 випускається в хімічно-стійкому й інших виконаннях і дозволяє перевозити мінеральні добрива, глинозем, гідрат алюмінію, зерно, нікелевий концентрат, мідний концентрат, кам'яновугільний пек, кварцовий пісок, цукор-сирець, паливні гранули, гранульований вуглець, феросплави, цемент й інші речовини. Вони знайшли широке застосування в країнах СНД й деяких країн Євросоюзу [9].

Конструкція контейнера МК-14-10 захищена міжнародними патентами. На МК-14-10 отриманий сертифікат типового схвалення Регістра Ллойда на конструкцію й виробництво, сертифікат Держстандарту на відповідність ТУ, а також дозвіл служби по екологічному, технологічному й атомному нагляду на застосування при транспортуванні небезпечних вантажів. Він допущений до залізничних перевезень у піввагонах за [10].

Використання протягом тривалого часу м'якого великотоннажного багатооборотного контейнера МК-14-10 при транспортуванні й зберіганні твердих сипучих вантажів, у тому числі й небезпечних, як в односкладових, так й у мультимодальних перевезеннях, показало, що ці контейнери є надійним упакуванням для хімічно активних, гідрофобних й інших сипучих вантажів і мають більший потенціал розвитку як лінійні контейнери на встановлених маршрутах [9].

Для перевезення сипучих вантажів існують спеціалізовані термінали, де відбувається нагромадження (складування) і навантаження судів.

Застосування м'яких контейнерів МК-14-10 для перевезень має такі переваги [9]:

1. Застосування технології МК-14-10 дозволяє обробляти вантаж в будь-якому порту або причалі.
2. Вартість перевалки вантажів у контейнерах МК-14-10 значно нижче, ніж у спеціалізованих портах.
3. Виключається контакт вантажу із зовнішнім середовищем, а також вантаж захищається від реакції з вологою й зберігається в незмінному стані протягом всієї доставки.
4. Вантаж із контейнера вивантажується практично в будь-якому місці.
5. Контейнери МК-14-10 з вантажем складуються на відкритих площадках зберігання при інтервалі температур від -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
6. Завантаження-розвантаження контейнера МК-14-10 триває декілька хвилин.
7. Контейнер МК-14-10 охороняє транспортні засоби й навколишнє середовище від ушкоджень, викликаних зіткненням з хімічно активними речовинами.

1.10 Обґрунтування необхідності розробки пропозицій магістерської роботи

У сформованих умовах ринку ключовим чинником прибутковості портів є швидкість і якість обробки вантажів. Саме тому слабо розвинена портова інфраструктура, застаріле перевантажувальне обладнання, незадовільний стан складського господарства, залізничних колій і автомобільних доріг потребує оновлення, модернізації та застосування нових підходів до організації вантажопереробки.

Запорізький річковий порт має непогане географічне розташування. Його близькість до багатьох регіонів, які не мають водних шляхів сполучення регіону, і в яких розташовані основні вугільно-видобувні і коксохімічні підприємства України, надає значні переваги у боротьбі за вантажопотоки.

Проте засоби механізації порту досить застаріли. Це призводить до зниження конкурентоспроможності. Також існують проблеми з технологією розвантаження піввагонів з антрацитом. Вони полягають у наступному:

- використання при розвантаженні піввагонів порталних кранів з грейферами, які мають невелику продуктивність та існує ризик пошкодити піввагон;
- подрібнення фракції вугілля, що призводить до погіршення його якості;
- використання ручної непродуктивної праці при очищенні піввагонів;
- труднощі пов'язані з закриттям люків піввагонів.

Зараз існує багато рішень цих проблем, проте вони потребують значних капіталовкладень, територій та не завжди доцільні при невеликих вантажопотоках.

Після аналізу можливих рішень, щодо вдосконалення технології переробки антрациту найбільш доцільним, при заданих вантажопотоках, вважаємо доцільним здійснювати перевезення вугілля від вантажовідправника (Павлоград) у Запорізький річковий порт у м'яких контейнерах МК-14-10.

У зв'язку з тим, що ці контейнери мають дуже високу вартість, пропонуємо таку технологію доставки.

На станції збагачувальної фабрики вугілля завантажується у м'які контейнери МК-14-10. Потім вантаж доставляється залізничним транспортом у Запорізький річковий порт. Після прибуття судна вугілля з м'яких контейнерів МК-14-10 вивантажується безпосередньо у трюми судна. Після завантаження судно з вугіллям відправляється споживачам. Порожні м'які контейнери МК-14-10 вагонами повертаються на підприємство для подальшого використання.

Ці заходи посприяють підвищенню продуктивності вантажних фронтів, скоротять час простою рухомого складу та пов'язані з цим витрати.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу доставки вугілля

Останнім часом перевезення вугілля з місць видобутку до місць перевалки на водні види транспорту здійснюється у багатооборотних контейнерах МК-14-10, які виготовлюються за унікальною запатентованою технологією, призначеною для транспортування, тимчасового зберігання, перевалки різних сипучих вантажів. Застосування МК-14-10 при транспортуванні дозволяє [9]:

- мінімізувати втрати при навантаженні, вивантаженні, перевантаженні;
- виключити контакт вантажу із зовнішнім середовищем, а також охороняти від реакції з вологою, зберігати вантаж у незмінному стані протягом всієї доставки;
- зберігати вантаж на відкритих площадках при від -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
- зменшити час вивантаження / завантаження вантажу;
- охороняти транспортні засоби від ушкоджень, викликаних зіткненням з хімічно активними речовинами.

Основною перевагою контейнерів МК-14-10 є мінімізація транспортних витрат під час перевезення сипучих вантажів за рахунок значної економії часу на навантаження-вивантаження й мінімальні вимоги до терміналів і способів транспортування.

При використанні МК-14-10 на морському транспорті з'являється можливість перевозити сипучі вантажі на будь-яких судах, крім цього, трюми суден не треба зачищати й готувати до перевезення різнорідних вантажів. На річковому транспорті за допомогою МК-14-10 можна забезпечувати перевезення сипучих вантажів, що бояться вологи, у відкритих баржах або на баржах-площадках, що значно розширює доступ до ринку річкових перевезень.

М'який контейнер МК-14-10 являє собою ємність із верхнім завантажувальним та нижнім розвантажувальним отворами (1), які поміщені у силову сітку із

силовим каркасом (2) та підйомними петлями (3), закріпленим дном (4) та зачепочним пристроєм (рис. 2.1).

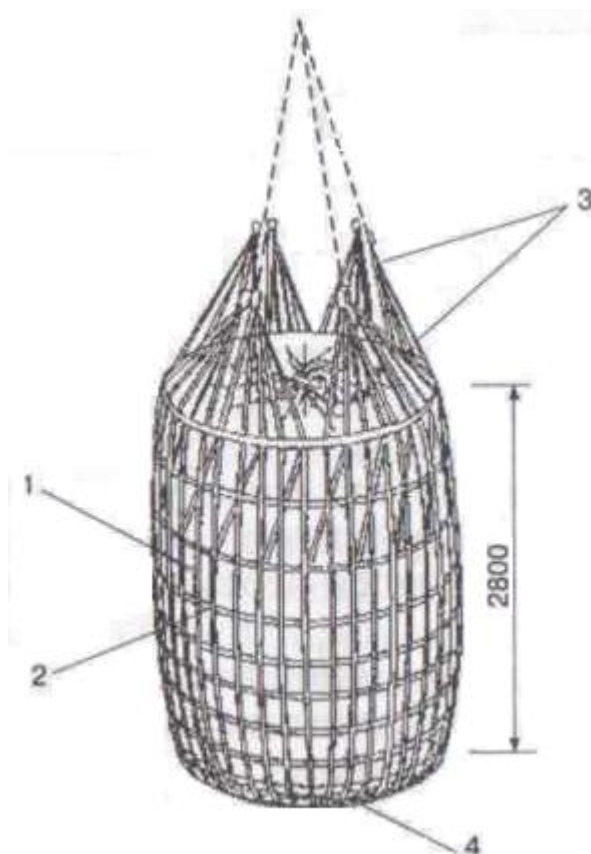


Рисунок 2.1 – Великотоннажний контейнер МК-14-10

Завантажувальна ємність виготовлюється із різних матеріалів, в залежності від типу перевезеного вантажу – поліпропіленове полотно, гумо-кордова тканина тощо. Силова каркасна сітка виготовлюється з високоміцних ремінних стрічок та прогумованої тканини із застосуванням технологій, які застосовуються при виробництві парашутів [10]. .

Для транспортування вугілля доцільно використовувати контейнери з поліпропіленової тканини МК-14-10ПП.

Під час перевезення вантажів у МК-14-10ПП забезпечується схоронність піввагона, особливо при проведенні розвантажувальних робіт грейфером у портах, немає просипу (втрат) вантажу на верхню будову колії й стрілки (автоматику).

Основні параметри контейнера: вантажопідйомність – 14,0 т; об'єм – 12,0 м³; висота (максимальна) – 2800 мм; діаметр у завантаженому стані – 2400 мм; вага порожнього контейнера – 70,0 кг.

Технологія завантаження МК-14-10 [11].

Завантаження МК-14-10 проводиться в такий спосіб:

- порожні МК-14-10 до початку завантаження вантажу подаються в піввагон (по 5 одиниць на один вагон);
- вагон подається під бункер;
- траверсу вантажопідйомного механізму опускають у вагон;
- МК-14-10 розвертається й зачіпається за траверсу;
- траверса піднімається нагору до завантажувальної горловини бункеру. Дно МК-14-10 відірване від землі;
- завантажувальні горловини МК-14-10 і бункеру сполучаються;
- починається навантаження; у міру завантаження МК-14-10 осаджується й ставиться по центрі вагона;
- по закінченню завантаження завантажувальна горловина МК-14-10 відчіплюється, траверсу відчіплюють, вагон переміщається на 1,5 м для завантаження наступного МК-14-10.

Час завантаження п'яти МК-14-10 або одного вагона: 35...45 хвилин.

Норма навантаження до 2000 т за добу з одного вузла.

Технологія розвантаження [11].

МК-14-10 має розвантажувальний вузол, що складається із двох частин.

Основна частина має форму циліндра діаметром 800 мм та довжиною 1300 мм. Перед вивантаженням вантажу докер самостійно або за допомогою крана розкриває 2 замки (зусилля розкриття – 20 кгс).

Після розкриття першого замка із дна контейнера випадає закрита розвантажувальна труба, після розкриття другого замка – розвантажувальна труба розкривається й вантаж починає висипатися із м'якого контейнера.

Час розкриття м'якого контейнера: 5 с. Час висипання вантажу: 1,5 хв.

При необхідності зупинки висипання вантажу із МК-14-10 (дозування) використовується спеціальний начіпний пристрій, що перекриває вивантажувальну трубу.

Площа, що займає МК-14-10 на площадці складування, становить 4,52 м², висота при 100 % завантаженні – 2,8 м. Допускається складування контейнерів МК-

13-10 в 6 ярусів при висоті в 17 м. У випадку складування в 6 ярусів, на 1 м² можливе складування 72 м² сипучих вантажів або до 90 т. Складська площадка (бетон, асфальт, гравій, земля) повинна бути рівною, не засміченою гострими предметами [11].

Після вивантаження із залізничних вагонів м'яких контейнерів їх не потрібно зачищати. При перевезенні м'яких контейнерів у піввагонах забезпечується їхня схоронність, особливо при виконанні перевантажувальних робіт грейферним механізмом у порту, нема висипання вантажу на верхню будову залізничної колії та стрілки.

Для перевезення вантажів у м'яких контейнерах можуть використатися вагони з-під будь-яких вантажів і відбраковані іншими відправниками вантажу (з отворами в кузові вагона, несправними люковими замками й ін.). Час навантажування вагона із площадки нагромадження або вивантаження з вагона на складську площадку складає 15...20 хвилин [11].

Контейнери розміщують в піввагоні безпосередньо на підлогу, симетрично відносно повздовжньої та поперечної площин симетрії вагону. Навантаження виконують від торцевих дверей до середини вагону, причому зазор між крайніми контейнерами та торцевими стінами не повинен перевищувати 10 см з кожного боку. Зазори між іншими контейнерами повинні бути рівними.

Схему встановлення контейнерів МК-14-10 у піввагоні показано на рис. А.3 додатку А.

При перевезенні водним транспортом можливе встановлення м'яких контейнерів у 3 яруси по висоті у великотоннажних суднах та у 2 яруси у суднах типу ріка – море.

Для реалізації пропозицій вугілля повинно перевозитися зі станції збагачувальної фабрики у Запорізький річковий порт у складі маршрутних составів для забезпечення перевантаження в судна за прямим варіантом: «вагон - судно».

2.2 Розробка пропонованої технології перевезення і перевалки в порту вугілля

За *пропонованим варіантом* доставка вугілля виконується за такою схемою.

Вугілля на станції збагачувальної фабрики підприємства ПрАТ «ДТЕК-Павлоградвугілля» завантажується у порожні м'які контейнери МК-14-10ПП.

У вагони попередньо завантажується 5 одиниць порожніх контейнерів МК-14-10. Вагони із порожніми контейнерами подаються на вантажну колію під відвантажувальним бункером. Контейнер МК-14-10 розвертається, сполучається з бункером, починається завантаження. У міру завантаження МК-14-10 осаджується й ставиться по центрі вагона. По закінченню завантаження вагон у на 1,5 м для завантаження наступного контейнера.

Після того, як всі контейнери завантажені, піввагон пересувається по навантажувальній колії маневровою лебідкою, а на його місце встановлюється наступний вагон.

По мірі завантаження вагони з вугіллям у контейнерах МК-14-10 переставляються з вантажного фронту на колії залізничної станції збагачувальної фабрики, а потім маневровим локомотивом подаються на станцію примикання для відправлення на зовнішню мережу.

На цій станції формується маршрутний состав і відправляється на зовнішню мережу і транспортується на станцію Запоріжжя Ліве, а потім – на станцію Порт Велике Запоріжжя річкового порту. На портовій станції состав розформується. Потім вагони подачами подаються на причал під перевантаження вугілля із вагонів у судна трюмного типу.

Далі вугілля перевантажується із МК-14-10 у трюми суден.

Доставка вугілля у контейнерах до кінцевого споживача приведе до збільшення витрат ПрАТ «ДТЕК-Павлоградвугілля», пов'язаних з придбанням великої кількості контейнерів. З урахуванням достатньо високої вартості м'яких контей-

нерів МК-14-10 це приведе до подорожчання самого вугілля. Тому транспортування вугілля морським шляхом здійснюється навалом у трюмах.

Перевантаження вугілля виконується у такий спосіб.

Перед вивантаженням вантажу докер розкриває замки контейнера і через розвантажувальну трубу вугілля висипається.

Після вивантаження вугілля контейнери МК-14-10 відчіпляються від захвату, згортаються і укладаються на причалі. По закінченні розвантаження всіх вагонів, у вагон останньої подачі завантажуються порожні контейнери.

Цей вагон включається у состав збірного поїзду на станції Запоріжжя Ліве, яка сполучається з портовою станцією Порт Велике Запоріжжя. Потім вагон з порожніми контейнерами слідує на станцію Павлоград і подається на збагачувальну фабрику для наступного завантаження вугілля.

Для виконання перевантажувальних операцій з вугіллям у м'яких контейнерах МК-14-10 необхідно застосовувати спеціальну траверсу для цих контейнерів [12], зовнішній вигляд якої представлений на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Траверса для перевантаження м'яких контейнерів МК-14-10

Як було сказано вище, для безперебійного перевантаження вугілля із вагонів в трюми судна перевезення між станціями збагачувальної фабрики (відправлення) та портовою станцією (призначення) повинно здійснюватися с складі маршрутних

составів. Фронт постановки вагонів на причалі складає по 6 вагонів по двом коліям. Загальна кількість одночасно поданих на причал вагонів складає 12 од. Таким чином, оптимальна кількість вагонів у складі маршрутного составу повинна складати 48 од.

Пропонована технологія виконання вантажних робіт з контейнерами МК-14-10 показана на рис. А.4 додатку А, а транспортно-технологічна схема перевезення контейнерів вугілля за пропонованим варіантом та перевалки в порту показана на рис. А.5 додатку А.

2.3 Розрахунок проектних вантажопотоків

Орієнтовний обсяг переробки вугілля у Запорізькому річковому порту складає 45000 т/рік.

Добові вантажопотоки розраховуються за формулою [13]:

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

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

K_n - коефіцієнт нерівномірності відвантаження вантажу;

T_p - кількість днів з відвантаження вантажу, діб.

Коефіцієнт нерівномірності визначається таким чином:

- по облікових документах визначаємо надходження вугілля у річковий порт;
- будуємо статистичні ряди обсягів надходження вугілля;
- складаємо варіаційні ряди, які розбиваємо на групи.

Дані для розрахунку наведені у додатку Б.

Число груп визначається за формулою [14]:

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

де N - кількість значень у вибірці; $N = 90$.

$$K = 1 + 3,2 \cdot \lg 91 = 1 + 3,2 \cdot 1,954 = 7,25; \text{ приймаємо } 7.$$

Інтервал групування за формулою [14]:

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

де $N_{\max}$, $N_{\min}$ - максимальне й мінімальне значення випадкової величини.

$$I_{gp} = \frac{912 - 0}{7} = 130,3.$$

Далі обробляємо варіаційний ряд з надходження вугілля, а результати обробки заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати обробки варіаційного ряду з надходження вугілля в 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 - 130,3	65,15	30	0,330	21,50	- 292,56	85591,35	28245,15
130,4-260,7	195,55	27	0,296	87,48	- 256,58	65833,30	19486,66
260,8-391,1	325,95	6	0,066	21,51	- 292,55	85585,50	5648,64
391,2-521,5	456,35	12	0,132	60,24	- 253,82	64424,59	8504,05
521,6-651,9	586,75	8	0,088	51,63	-263,29	69321,62	6100,30
652,0-782,3	717,15	2	0,022	15,78	- 298,28	88970,96	1957,36
782,4-912,0	847,20	6	0,066	55,92	- 258,14	66636,26	4398,02
		91	1,0	314,06			$D = 74340,2$

Середньоквадратичне відхилення за формулою [14]:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{74340,2} = 272,65. \quad (2.4)$$

Знаходимо коефіцієнт варіації добового вантажопотоку за формулою [10]:

$$V = \sqrt{D}/\bar{M} = \sqrt{74340,2}/314,06 = 0,868, \quad (2.5)$$

де D - дисперсія випадкової величини;

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

Коефіцієнт нерівномірності з надходження вугілля за формулою [14]:

$$K_n = 1 + V = 1 + 0,868 = 1,868. \quad (2.6)$$

Тривалість навігації у Запорізькому річковому порту складає 260 діб. При відвантаженні вугілля із Запорізького річкового порту кількість вантажу в одній судовій відправці складає 3000 т.

Кількість суден для відвантаження вугілля з річкового порту визначимо за формулою [15]:

$$N_{суд} = Q_{річн} / q_{суд}, \quad (2.7)$$

де $Q_{річн}$ - річний обсяг переробки вугілля в порту, т;

$q_{суд}$ - суднова партія вантажу, т.

$$N_{суд}^2 = 45000/3000 = 15 \text{ суден.}$$

Інтервал прибуття суден у порт для завантаження складе:

$$I_{np}^2 = 260/15 = 17,03; \text{ приймаємо } 17 \text{ діб.}$$

Значення середньодобового вантажопотоку визначимо за формулою (2.1):

$$Q_{доб} = 45000 \cdot 1,868 / 245 = 343,1 \text{ т/добу.}$$

Значення розрахованого середнього значення добового вантажопотоку будемо використовувати в подальших технологічних розрахунках.

2.4 Визначення продуктивності засобів перевалки вугілля в порту

Перевантажувальні операції у порту за проєктним варіантом виконуються порталними кранами, якими оснащені причали Запорізького річкового порту.

У Запорізькому річковому порту для перевантажувальних операцій з вугіллям у м'яких контейнерах на причалах № 3 та № 4 будемо використовувати порталні крани вантажопідйомністю 16 т, характеристика яких наведена у табл. 2.3.

Продуктивність порталного крана визначається за формулою [16]:

$$П_{техн} = q_{ц} \cdot 3600 / t_{ц}, \quad (2.8)$$

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

$t_{ц}$ - тривалість виконання операцій одного циклу, с.

Визначимо кількість вугілля в одному контейнері МК-14-10 [17]:

$$m_{МК}^{вант} = V_{\phi} \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (2.9)$$

де V_{MK} - об'єм контейнера, м³;

ρ - щільність вугілля, т/м³; $\rho = 1,5$ т/м³;

φ - коефіцієнт заповнення об'єму; $\varphi = 0,8...0,9$

Об'єм завантаженого контейнера МК-14-10 за формулою [17]:

$$V_{MK} = \pi \cdot r^2 \cdot h = 3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 2,8 = 12,66 \text{ м}^3, \quad (2.10)$$

де r - радіус дна контейнера МК-14-10, м; $r = 1,2$ м;

h - максимальна висота насипу вантажу у контейнері, м; $h = 2,8$ м.

$$m_{MK}^{вант} = 12,66 \cdot 1,5 \cdot 0,8 = 15,19 \text{ т.}$$

Максимальна вантажопідйомність контейнера МК-14-10 складає 14,0 т. Власна вага – 0,07 т. Тому максимальна кількість вугілля в контейнері може складати 13,9 т. Таке значення і будемо приймати у подальших розрахунках.

Всі технологічні розрахунки виконуються виходячи зі значення експлуатаційної продуктивності, яка визначається за формулою [16]:

$$P_{експл} = P_{техн} \cdot k_{час}, \quad (2.11)$$

де $k_{час}$ - коефіцієнт використання механізмів за часом; приймаємо $k_{час} = 0,85$.

Тривалість циклу порталного крану розраховується за формулою [16]:

$$t_{ц} = t_3 + t_6 + \left(\frac{4H}{v_{ван}} + \frac{2L_{кр}}{v_{кр}} + \frac{2\beta \cdot 60}{n_{об} \cdot 360} \right) \cdot \varphi, \quad (2.12)$$

де t_3 - час захвату вантажу, с;

t_{ϵ} - час віддачі вантажу, с;

H - висота підйому вантажу, м;

$v_{ван}$ - швидкість підйому та спуску вантажу, м/с, $v_{ван} = 0,20$ м/с;

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

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

β - кут повороту стріли портального крана; при вивантаженні рухомого состава наземного транспорту й при завантаженні судна $\beta = 90^\circ$;

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

φ - коефіцієнт сполучення операцій у часі ; $\varphi = 0,85$.

Існуючий варіант.

Вугілля в порт надходить навалом у піввагонах. Всі перевантажувальні операції виконуються портальним краном із грейферним захватом $V_{грей} = 3,9$ м³. Місткість грейфера визначаємо за формулою (2.2):

$$q_{г}^{грей} = 3,6 \cdot 1,21 \cdot 0,85 = 3,70 \text{ т.}$$

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

- завантаження вугілля в судно

$$t_{г}^{суд} = 18 + 26 + \left(\frac{4 \cdot 10}{0,2} + \frac{2 \cdot 10}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 268 \text{ с;}$$

$$P_{техн}^{суд} = \frac{3,70 \cdot 3600}{268} = 49,70 \text{ т/год.}; \quad P_{експл}^{суд} = 49,7 \cdot 0,85 = 42,25 \text{ т/год.};$$

- вивантаження вугілля із вагонів

$$t_{\text{ц}}^{\text{ваг}} = 18 + 26 + \left(\frac{4 \cdot 5}{0,2} + \frac{2 \cdot 10}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,85 = 186 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}}^{\text{ваг}} = \frac{3,70 \cdot 3600}{186} = 71,61 \text{ т/год.}; \quad P_{\text{експл}}^{\text{ваг}} = 71,61 \cdot 0,85 = 60,87 \text{ т/год.}$$

Пропонований варіант

За пропонованим варіантом вугілля надходить у річковий порт у м'яких контейнерах МК-14-10. Перевантаження контейнерів здійснюється за допомогою траверсного пристрою [13], який дозволяє перевантажувати контейнери МК-14-10. Контейнер до траверси кріпиться за допомогою ланцюгових строп. Траверса до гаку крану кріпиться безпосередньо через центральне вушко траверси. Вантажопідйомність траверсного захвату – до 15 т.

Тривалість циклу при вивантаженні вугілля в МК-14-10 із вагонів складе:

$$t_{\text{ц}}^{\text{нр}} = 10 + 10 + \left(\frac{4 \cdot 5}{0,2} + \frac{2 \cdot 30}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 242,0 \text{ с.}$$

Визначимо продуктивність портального крану при вивантаженні вагонів за формулами (2.10) та (2.11):

$$P_{\text{техн}}^{\text{нр}} = \frac{13,80 \cdot 3600}{242,0} = 205,28 \text{ т/год.}; \quad P_{\text{експл}}^{\text{нр}} = 205,28 \cdot 0,85 = 174,49 \text{ т/год.}$$

Тривалість циклу при завантаженні вугілля із МК-14-10 у трюми судна та продуктивність портального крану складе:

$$t_{\text{ц}}^{\text{нр}} = 10 + 10 + \left(\frac{4 \cdot 10}{0,2} + \frac{2 \cdot 10}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 246,0 \text{ с.};$$

$$P_{\text{техн}}^{\text{нр}} = \frac{13,80 \cdot 3600}{246,0} = 201,95 \text{ т/год.}; \quad P_{\text{експл}}^{\text{нр}} = 201,95 \cdot 0,85 = 171,65 \text{ т/год.}$$

Розраховані значення продуктивності будемо в подальшому використовувати для визначення норм часу на вантажні операції, а також для розрахунку загального річного фонду робочого часу порталних кранів.

2.5 Визначення часу виконання вантажних операцій

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

1. Підготовчі операції:
2. Заклучні операції:
3. Завантаження або розвантаження транспортних засобів.

Тривалість загального часу навантаження-вивантаження розраховується за формулою [19]:

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{підг}} + \frac{n}{m} \cdot t_{\text{вант}} + t_{\text{закл}}, \quad (2.16)$$

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

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

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

n - кількість транспортних засобів, установлюваних одночасно на вантажно-му фронті, од.;

m - кількість транспортних засобів, з якими одночасно виконується вантажна операція при використанні декількох механізмів.

Час виконання вантажних операцій розраховується за формулою [19]:

$$t_{\text{вант}} = (q_{\text{мз}} \cdot 60) / P_{\text{експ}} + t_{\text{доод}}, \quad (2.17)$$

де $q_{mз}$ - кількість вантажу, що завантажується в транспортний засіб, т;

$t_{доd}$ - тривалість додаткових операцій, виконуваних при навантаженні рухомого складу, хв.

При розрахунках норм часу на вантажні операції необхідно визначити різні значення.

За існуючим варіантом розрахуємо наступні величини:

- час розвантаження вугілля з піввагонів портальними кранами в порту;
- час простою судна на причалі Запорізького порту при завантаженні вугілля портальними кранами з грейферними захватами.

За пропонованим варіантом розрахуємо наступні величини:

- час вивантаження м'яких контейнерів МК-14-10 з вугіллям із вагонів портальними кранами, які обладнані траверсним захватом;
- тривалість простою судна на причалі річкового порту при завантаженні вугілля із м'яких контейнерів МК-14-10.

Виконуємо розрахунки часу на вантажні операції за варіантами.

Розрахуємо норми часу на *завантаження судна* по варіантах.

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

1) підготовчі операції:

- тривалість швартуванню судна: 0,25 год.;
- проведення сюрвеєрських вимірів до навантаження: 1,0 год.;
- оформлення акту до завантаження: 1,0 год.;
- відкриття люків судна: 0,5 години;
- загалом: 2,75 год.;

2) заключні операції:

- закриття люків: 0,5 год.;
- проведення вимірів осадки після завантаження судна: 1,0 год.;
- оформлення акту с вимірів після завантаження: 1,0 год.;
- відшвартування від причалу: 0,25 години;

- загалом: 2,75 год.

Час простою *судна* під навантаженням на причалі складе:

- за існуючим варіантом

$$t_{\text{вант}}^{\text{існ}} = \frac{3000,0 \cdot 60}{42,25} = 4260,0 \text{ хв.} = 71,0 \text{ год.}$$

$$T_{\text{судно}}^{\text{існ}} = 2,75 + \frac{1}{2} \cdot 71,0 + 2,75 = 41,0 \text{ год.};$$

- за пропонованим варіантом

$$t_{\text{вант}}^{\text{пр}} = \frac{3000,0 \cdot 60}{171,66} = 1049,0 \text{ хв.} = 17,5 \text{ год.}$$

$$T_{\text{судно}}^{\text{пр}} = 2,75 + \frac{1}{2} \cdot 17,5 + 2,75 = 14,24; \text{ приймаємо } 15,0 \text{ год.}$$

Остаточно час простою судна на причалі при завантаженні вугілля за пропонованим варіантом буде визначено після побудови технологічних графіків. Оскільки вугілля буде перевантажуватися із вагонів в судно за прямим варіантом, минаючи склад на причалі, між подачами-прибираннями вагонів буде інтервал, а судно деякий час буде простоювати.

Для визначення тривалості обробки *подачі вагонів* на причалі спочатку визначаємо час розвантаження одного вагону.

За існуючим варіантом вагони на причал подаються подачею з 12 вагонів (по 6 вагонів на кожну вантажу колію). Вивантаження вугілля відбувається таким чином. Спочатку вивантажується 90 % (63,0 т) вугілля механізованим способом, а потім 10 % (7,0) – вивантажується вручну через нижні розвантажувальні люки. Ручне розвантаження за нормами триває 30 хв. (0,5 год.).

Розрахуємо тривалість обробки вагону при вивантаженні навалочного вугілля на причалі за *існуючим варіантом*:

$$t_{\text{вант}}^{\text{існ}} = \frac{63,0 \cdot 60}{60,87} + 30,0 = 92,0 \text{ хв.} = 1,15 \text{ год.}$$

Після вивантаження вугілля вагони зачищаються від залишків вантажу вручну. Час зачищення одного вагону за нормативами – 45 хв. Вагони зачищаються безпосередньо на вантажній колії. Зачищення виконується поступово по мірі вивантаження вантажу. У розрахунковий час включаємо час на зачищення тільки останнього вагону.

Підготовчі операції включають: розстановку вагонів на вантажному фронті, закріплення вагонів та відчеплення маневрового локомотиву (10 хв.), проведення комерційного огляду до розвантаження (15 хв.) та час очікування розвантаження та подача порталного крану (10 хв.). Загальний час підготовчих операцій – 35 хв.

Заключні операції включають час на зачищення вагону після розвантаження (45 хв.), очікування прибирання вагонів (30 хв.). Загальний час заключних операцій – 75 хв.

Загальний час обробки подачі з урахуванням очищення вагонів після вивантаження вугілля складе:

$$T_{\text{заг}}^{\text{існ}} = 35 + \frac{12}{2} (62 + 30) + 45 + 30 = 662 \text{ хв.} = 11,1 \text{ год.}$$

За *пропонованим варіантом* вугілля в порт завозиться залізницею у м'яких контейнерах МК-14-10. Операція вивантаження виконується тільки механізованим способом.

Підготовчі операції включають: розстановку вагонів на вантажному фронті (10 хв.), комерційний огляд (30 хв.) та очікування подачі порталного крану (10 хв.). Комерційний огляд триває довше, тому що треба не тільки оглянути вагони, а й контейнери МК-14-10 у вагонах. Заклучні операції – 30 хв. на очікування

прибирання вагонів с причалу. При визначенні часу на розвантаження одного вагону треба враховувати час на пересування порталного крану від одного вагону до іншого.

Визначимо час знаходження вагонів на причалі (зачищати вагони після вивантаження контейнерів не треба):

$$t_{вант}^{np} = \frac{(13,8 \cdot 5) \cdot 60}{174,49} + 3 = 26,7 \text{ хв.};$$

$$T_{заг}^{np} = 50 + \frac{12}{2} \cdot 26,7 + 30 = 240,0 \text{ хв.} = 4,0 \text{ год.}$$

Після перевантаження вугілля з контейнера у трюм судна, самі контейнері укладаються на причалі на згортаються. Тривалість згортання одного контейнера – 5 хв.; на вагон – $5 \cdot 5 = 25$ хв. Цей час також враховуємо. Тоді загальний час простою подачі на причалі складе:

$$T_{заг}^{np} = 240 + 25 = 265 \text{ хв.} = 4,4 \text{ год.}$$

2.6 Розрахунок загального часу роботи порталних кранів з перевалки вугілля за варіантами

Визначимо загальний час роботи порталних кранів в Запорізькому річковому порту за варіантами.

Існуючий варіант

1) Робота крану при завантаженні суден:

- 71,0 год. на одно судно;
- кількість суден за період навігації – 15;

- загальний річний час на обробку суден: $71,0 \times 15 = 1065$ год.

2) Робота крану при розвантаженні вагонів:

- 1,15 год. на один вагон;
- кількість вагонів, що вивантажуються в порту за період навігації склала за даними табл. 1.7: 650 вагонів;
- загальний річний час на обробку вагонів: $1,15 \times 650 = 748$ год.

3) Загальний час роботи портального крану в порту за період навігації при переробці вугілля складає:

$$T_{ПК}^{існ} = 1065 + 748 = 1814 \text{ год.}$$

Пропонований варіант.

Час вивантаження вугілля у контейнерах МК-14-10 в порту складається з двох складових:

- вивантаження м'якого контейнера МК-14-10 із вагону з одночасною подачею до судна;
- вивантаження вугілля із контейнера у трюми судна.

Час на розкриття м'якого контейнера – 5 секунд, а час висипання пеку з одного контейнера складає 1,5 хвилини. В вагоні 5 МК-14-10. Загальний час на розкриття складає 25 секунд або 0,5 хвилини.

Час вивантаження вугілля із 5 контейнерів: $t_{вивант}^{МК} = 1,5 \times 5 + 0,5 = 8,0$ хв.

Вагони на причал подаються подачами із 12 вагонів Кількість вантажу в одному вагоні складає $13,8 \times 5 = 69,0$ т.

Розрахуємо час на вивантаження контейнерів із вагонів за формулами (2.16), (2.17):

$$t_{розв}^{ваг} = (69,0 \cdot 60) / 174,49 = 24,0 \text{ хв.} = 0,4 \text{ год.}$$

Загальний час на перевантаження вугілля з одного вагону складе:

$$\Sigma t^{ваг} = t_{розв}^{ваг} + t_{вивант}^{МК} = 24,0 + 8 = 32 \text{ хв.} = 0,53 \text{ год.}$$

Загальний час простою однієї подачі під вивантаженням, з урахуванням часу на пересування порталних кранів вздовж вагонів, складе:

$$T_{розв}^{6ваг} = 10,0 + \frac{12}{2} \cdot (32,0 + 2,0) + 10,0 = 224,0 \text{ хв.}$$

Один состав обробляється за 4 подачі. Загальний час обробки всіх подач на причалі під вивантаженням складе:

$$\Sigma T_{розв} = 224 \cdot 4 = 896 \text{ хв.} = 14,9 \text{ год.}$$

Завантаження суден у порту відбувається таким чином.

Вугілля перевантажується із контейнерів МК-14-10 безпосередньо у трюми судна. Маса вугілля у судні складає близька 3000 т.

Маса вантажу в одному составі: $69 \times 48 = 3312$ т. Для завантаження судової відправки достатньо одного состава із 48 вагонів.

Визначимо загальний час роботи порталних кранів в Запорізькому річковому порту за *пропонованим варіантом*.

1) Робота крану при завантаженні суден:

- 17,5 год. на одно судно;
- кількість суден за період навігації – 15;
- загальний річний час на обробку суден: $17,5 \times 15 = 263$ год.

2) Робота крану при розвантаженні вагонів:

- 0,53 год. на один вагон;
- кількість вагонів, що вивантажуються в порту за період навігації склала за даними табл. 1.7: 650 вагонів;
- загальний річний час на обробку вагонів: $0,53 \times 650 = 345$ год.

- 3) Загальний час роботи портального крану в порту за період навігації при переробці вугілля за пропонованим варіантом складає: $263 + 345 = 608$ год.

2.7 Розробка технологічних графіків обробки вагонів в порту

Операції технологічного процесу обробки транспортних засобів в порту визначають необхідний порядок рейдового обслуговування, вантажної обробки й постачання транспортних суден, а також порядок використання технічних засобів перевалки вантажів.

Технологічний процес містить в собі:

- технологічні процеси обробки суден і наземних транспортних засобів;
- технологічні графіки обробки транспортних засобів;
- технологічні норми обробки суден (судно-годинні норми).

Технологічний графік обробки рухомого складу враховує кількість працюючих засобів виконання перевантажувальних робіт і кількість одиниць рухомого складу, що прибуло в порт, технологічні норми часу на розвантаження, навантаження, приймання вантажу й інших норм часу. Зазвичай графіки затверджуються на період навігації річкового порту.

2.7.1 Розробка графіків обробки подачі вагонів в порту

Для розробки графіка обробки подачі на коліях порту необхідно спочатку розробити технологічний графік обробки однієї подачі з 6 вагонів на причалі.

Завантажені вагони з приймально-відправних колій портової станції, подаються маневровим локомотивом на вагову колію, де відбувається зважування вагонів з вугіллям без розчеплення. Після зважування вагони подаються на причал і

розставляються маневровим локомотивом на дві навантажувальні колії. Після відцеплення вагонів з вугіллям локомотив прямує на портову станцію.

Нормативи часу на обробку вагонів на коліях портової станції й порту приведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Час на виконання операцій технологічного процесу обробки вагонів з вугіллям за існуючим варіантом

Найменування операції	Час, хв.
Обробка складу по прибуттю на коліях станції	30,0
Обробка складу по відправленню зі станції	20,0
Розформування-формування складу поїзда	30,0
Подача вагонів на вагову колію – збирання з вагової колії	6,0
Зважування вантажених / порожніх вагонів (на один вагон)	2,0
Подача вагонів на причал – прибирання вагонів із причалу	10,0
Розміщення вагонів на коліях причалу, подача крана	10,0
Вивантаження вугілля з піввагону:	
- механізоване (63,0 т)	62,0
- ручне (залишок вантажу 7,0 т)	30,0
Відмітка в книзі здавання вантажу після перевезення (на вагон)	3,0

Спочатку виконують зовнішній комерційний огляд вагонів. Потім подають порталні крани до місця установки вагонів з вугіллям на причалі.

За існуючим варіантом вугілля вивантажується з вагонів порталним краном із грейферним захватом. Вивантаження йде одночасно двома кранами. Після завершення вивантаження двох вагонів, порталні крани переїжджають до наступної пари вагонів і вивантажують їх. Потім вивантажується остання пара вагонів. Інтервал між вивантаженням вагонів становить 3 хвилини (час на пересування порталного крана уздовж вантажного фронту). Портальний кран вивантажує тільки 90 % вугілля – 63,0 т; тривалість вивантаження – 62 хв.

Після вивантаження вугілля порталним краном залишок вугілля (10 % – 7,0 т) вивантажується вручну. Відкриваються нижні люки, і через них докери вручну

вивантажують вугілля за допомогою ручного інструменту. Час ручного вивантаження складає 30 хв.

Після закінчення вивантаження вугілля, вагони зачищаються вручну «під мітлу». Час зачищення вагонів – 45 хвилин.

Загальний час простою подачі вагонів на причалі при вивантаженні вугілля портальним краном з грейферним захватом становить 662 хв.

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

Загальний час обробки однієї подачі з 12 вагонів на коліях порту за існуючим варіантом становить 754 хвилин або 12,6 год.

Технологічний графік обробки подачі вагонів за існуючим варіантом приведено на рис. А.6 додатку А.

За *пропонованим варіантом* також розробляємо технологічний графік обробки подачі вагонів з вугіллям в м'яких контейнерах МК-14-10.

Вагони на причал також подаються подачами по 12 вагонів. Інші вагони або очікують подачі на вантажний фронт на коліях портової станції (до вивантаження), або очікують початок формування складу порожніх вагонів (після вивантаження) для здачі їх на загальну мережу Укрзалізниці.

Після вивантаження на зовнішню мережу здаються не всі прибулі вагони.

Порожні контейнери необхідно повернути на підприємство. В один вагон можна завантажити у згорнутому вигляді 285 контейнерів МК-14-10. Кількість порожніх контейнерів в одному составі: $5 \times 48 = 240$ од. Таким чином, всі порожні контейнери МК-14-10 у згорнутому вигляді можна завантажити в один вагон.

Обробка складу вантажних вагонів у порту за *пропонованим варіантом* включає технологічні операції, тривалість яких дана в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Час на виконання операцій обробки вагонів з вугіллям за пропонуваним варіантом

Найменування операції	Час, хв.
Операції по прибуттю-вибуттю вантажних вагонів на станцію	5,0
Обробка складу по прибуттю на коліях станції	30,0
Обробка складу по відправленню зі станції	30,0
Розформування-формування складу	30,0
Подача вагонів на причал – прибирання вагонів із причалу	10,0
Огляд вагонів до початку вивантаження (на 1 вагон / на состав)	2,0/30,0
Розставлення вагонів на коліях причалу, подача крану	10,0
Вивантаження контейнерів МК-14-10 із вагону	24,0
Перестановка порталних кранів	3,0
Огляд вагонів після вивантаження (1 вагон)	5,0...10,0
Складання порожніх контейнерів МК-14-10 на причалі	25,0
Прибирання порталного крану, прибирання вагонів з причалу	10,0
Завантаження порожніх контейнерів у піввагони	60,0

Завантажені вагони з вугіллям у контейнерах МК-14-10 з приймально-відправних колій портової станції Порт Велике Запоріжжя подаються зразу на причал і розставляються маневровим локомотивом на дві вивантажувальні колії. Після відчеплення завантажених вагонів локомотив прибирається на портову станцію.

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

Вагони розвантажуються порталним краном за технологією, яку було описано вище. Вивантаження йде одночасно двома кранами на двох вантажних коліях причалу 3 або 4.

Після завершення вивантаження двох вагонів, порталні крани переїжджають до наступної пари вагонів і вивантажують їх. Інтервал між вивантаженням вагонів становить 2,0 хв. (час на пересування порталного крана уздовж вантажного фронту). Після вивантаження вагони оглядаються та при необхідності зачищаються.

Всі м'які контейнери після висипання з них вугілля укладаються на причал, де докери їх складають. Коли вивантажується остання пара вагонів, подається маневровий локомотив, збирає вагони на причалі та прибирає їх на відправні колії портової станції.

Загальний час обробки подачі з 12 вагонів на причалі становить 265 хв., а на коліях порту – 304 хв.

На станції локомотив залишає порожні вагони, забирає наступну партію з 12 вагонів і подає на причал у тому ж порядку, що і першу партію. Друга і третя подачі з 12 вагонів обробляється на причалі таким же чином.

При обробці останньої подачі на причалі, всі порожні контейнери МК-14-10, які знаходились на причалі, завантажуються в один порожній піввагон. Час завантаження порожніх контейнерів у вагон складає 60 хв.

Загальний час обробки останньої подачі з 12 вагонів на причалі з урахуванням завантаження порожніх контейнерів у вагон складає 325 хв.

Технологічний графік обробки подачі вагонів за пропонованим варіантом приведено на рис. А.7 додатку А.

2.7.2 Розробка графіка обробки маршрутного составу з вугіллям в порту

За *існуючим варіантом* вагони з навалочним вугіллям на станцію Запоріжжя Ліве надходять у складі збірних поїздів груповими відправками. Зі станції Запоріжжя Ліве на портову станцію Порт Велике Запоріжжя вагони подають передачами, кількість вагонів в яких може змінюватись.

За *пропонованим варіантом* вугілля у контейнерах МК-14-10 зі станції центральної збагачувальної фабрики (ЦОФ) «Павлоградвугілля» на станцію Запоріжжя Ліве надходить маршрутними составами з 48 вагонів. Потім состави без переформування подаються на портову станцію.

Тому розробляємо технологічний графік обробки маршрутного составу з 48 вагонів на портовій станції та коліях порту за пропонованим варіантом.

Після відчеплення магістрального локомотива й виконання операцій по прибуттю, до вагонів причіпляють маневровий локомотив. Состав з 48 вагонів розформовується на 4 подачі, тому що місткість вантажного фронту на причалі розрахована на постановку 12 вагонів по двох коліях (по 6 вагонів).

По закінченні розформування вагони першої подачі маневровим локомотивом подаються на вантажний фронт у порядку, що визначений технологічним графіком обробки подачі.

Загальний час обробки однієї подачі з 12 вагонів за розробленим технологічним графіком складає 304 хв. (обробка на причалі – 265 хв.). Обробляється три таких подачі.

Під час обробки четвертої подачі виконується завантаження порожніх контейнерів МК-14-10 у згорнутому стані в один піввагон. Тривалість завантаження порожніх контейнерів МК-14-10 у піввагон – 1 година. Загальний час обробки останньої четвертої подачі з 12 вагонів на коліях порту складає 355 хв. (обробка на причалі – 325 хв.).

Вагони після вивантаження на причалі виставляються на колії нагромадження порожніх вагонів портової станції. Після збирання з вантажного фронту на колію відправлення останньої подачі порожніх вагонів, починають формування составу. По закінченні формування до составу порожніх вагонів причіпляється поїзний локомотив. Після виконання операцій по відправленню, состав відправляється на зовнішню мережу. Загальний час обробки маршрутного составу на коліях порту за пропонованим варіантом склав 30,0 годин.

Технологічний графік обробки маршрутного составу з вугіллям в порту за пропонованим варіантом приведено на рис. А.8 додатку А.

2.8 Розробка графіків обробки суден у порту

Технологічний процес обробки судна являє собою раціональну сукупність всіх послідовно й паралельно виконуваних операцій із судном і норм витрат часу на кожну з них, з моменту прибуття в порт до моменту відправлення в рейс.

Технологічний процес обробки судна в порту основні (вантажні) операції і допоміжні (постановка до причалу й ін.). Норми витрат часу на виконання окремих операцій (на швартування, постачання, технічний огляд, оформлення документів тощо) встановлюють на підставі хронометражних спостережень.

При розробці графіка обробки судна тривалість операцій прийнята відповідно до технологічних нормативів порту. Норми часу на вантажні операції визначені розрахунковим шляхом у підрозділі 2.5 магістерської роботи.

Нормативи часу на операції з обробки суден в порту наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Часу на виконання операцій з обробки суден у порту

Найменування операції	Час, год.
Прибуття судна на рейд порту й передача повідомлення	1,0
Одержання дозволу на захід судна в порт	1,0
Постановка судна на причал – прибирання з причалу на рейд	0,25
Швартування – відшвартування судна	0,25
Проведення сюрвейерських вимірів	1,0
Одержання дозволу від митних органів на завантаження	0,5
Відкриття люків для завантаження судна	0,5
Завантаження вугілля	за розрахунками
Одержання дозволу на вихід судна з порту	1,0
Відправлення судна з рейду порту в рейс	1,0

За існуючим варіантом завантаження судна вугіллям виконується з причалу, де накопичується вугілля. Завантаження виконується двома порталними кранами

з грейферними захватами. За розрахунками час завантаження судна двома порталними кранами при використанні грейферів складає 35,5 год. Тривалість операцій, які виконуються з судном до початку завантаження та після нього приведено в табл. 2.6.

Технологічний графік обробки судна на причалі за існуючим варіантом наведено на рис. А.8 додатку А.

За *пропонованим варіантом* передбачається перевантаження вугілля з вагонів у судно за прямим варіантом виконання робіт «вагон – судно». Пропонується для перевезення морем використовувати суховантажне судно дедвейтом 3000-3300 т. Оскільки маса вантажу в одному маршрутному составі складає $69,0 \times 48 = 3312$ т, то для завантаження судна достатньо одного такого состава.

Судно за пропонованим варіантом завантажуються в такий спосіб.

Вагони з вугіллям у контейнерах МК-14-10 подаються на причал. Портальні крани, обладнані спеціальними захватами з корзиною для перевантаження контейнерів МК-14-10, вивантажують їх із вагонів і зразу подають на судно. На судні докер перед вивантаженням вугілля розкриває замки на контейнері МК-14-10 та вивільняє розвантажувальний рукав. Після чого починається перевантаження вугілля із м'якого контейнера в трюм судна.

За розрахунками тривалість завантаження судна склала 15 годин, але розрахунковий час не враховує перериви в процесі завантаження, які виникають під час прибирання та подавання вагонів з колій портової станції на причал.

На підставі графіка обробки подачі вагонів з м'якими контейнерами МК-14-10, який зображено на слайді 7, та графіка обробки составу з вугіллям в порту, який зображено на слайді 8, час обробки судна на причалі при перевантаженні вугілля за схемою «вагон – судно» з урахуванням операцій на подачу та прибирання вагонів склав 16,6 год.

На рис. А.10 додатку А показано технологічний графік обробки судна в Запорізькому річковому порту при перевантаженні вугілля за прямим варіантом: із контейнерів в трюми судна.

Час обробки судна на причалі по варіантах становить:

- існуючий варіант: 40,5 годин;
- проєктний варіант: 22,0 годин.

Загальний час обробки судна в порту при вивантаженні хромової руди по варіантах становить:

- існуючий варіант: 45,5 годин;
- проєктний варіант: 26,1 годин.

Скорочення часу обробки судна в річковому порту складе:

$$\Delta T_{\text{судно}} = 45,5 - 26,1 = 19,4 \text{ год.}$$

2.9 Визначення кількості м'яких контейнерів МК-14-10 для перевезення вугілля

Кількість контейнерів МК-14-10 для організації відвантаження та завезення вугілля з підприємства ПрАТ «Павлоградвугілля» у Запорізький річковий порт визначимо за формулою [20]:

$$N_{\text{пер}}^{\text{МК-14-10}} = \frac{Q_{\text{річн}} \cdot T_{\text{об}} \cdot K_p}{q_{\text{вант}} \cdot T_p}, \quad (2.18)$$

де $T_{\text{об}}$ - час обороту м'якого контейнера МК-14-10, діб;

K_p - коефіцієнт, який враховує кількість контейнерів, що перебувають у ремонті; $K_p = 1,1 \dots 1,2$;

$q_{\text{вант}}$ - маса вантажу в контейнері, т;

T_p - число днів за рік по відправленню вантажів (період навігації); діб.

Повний час обороту контейнеру МК-14-10 розраховується за формулою [20]:

$$T_{об} = t_{ЦОФ} + t_{зал} + t_{порт}, \quad (2.19)$$

де $t_{ЦОФ}$ - час перебування контейнера МК-14-10 на центральній збагачувальній фабриці при відправленні, діб; приймаємо 1 добу;

$t_{зал}$ - тривалість перебування контейнерів МК-14-10 в шляху проходження залізницею, діб;

$t_{порт}$ - час перебування контейнерів МК-14-10 у порту відвантаження, діб; приймаємо 30 годин = 1,25 діб (за графіком обробки составу).

Час перебування контейнеру МК-14-10 в шляху проходження залізницею розраховуємо за формулою [20]:

$$t_{зал} = t_{нев} + 2L_m/v_{ваг}, \quad (2.20)$$

де $t_{нев}$ - час на виконання операцій, пов'язаних з прийманням вантажу до магістрального перевезення та видачею після перевезення, діб; $t_{нев} = 1$ доба;

L_m - тарифна відстань вантажу залізницею, км;

$v_{ваг}$ - середня швидкість просування вагонів, км/добу.

Тарифну відстань перевезення залізницею визначаємо за [21].

Магістральна станція відправлення – Павлоград 1 (Придніпровська залізниця), є транзитним пунктом.

Станція призначення – Порт Велике Запоріжжя, яка також є транзитним пунктом.

Визначаємо тарифну відстань перевезення між станціями за ТР № 4, яка склала 193 км.

Вугілля з підприємства ПрАТ «Павлоградвугілля» у Запорізький річковий порт перевозиться маршрутними складами, тому у прямому напрямку швидкість просування вагонів складає 320 км/добу. У зворотному напрямку порожні кон-

тейнери МК-14-10 повертаються у складі збірних поїздів – швидкість просування 150 км/добу.

Визначимо час перебування контейнера МК-14-10 у шляху проходження залізницею та час обороту за формулами (2.19), (2.20):

$$t_{зал}^{МК-14-10} = 1 + 193/320 + 193/150 = 2,88; \text{ приймаємо 3 доби.}$$

$$T_{об}^{МК-14-10} = 1,0 + 3,0 + 1,25 = 5,25; \text{ приймаємо 6 діб.}$$

Кількість контейнерів для організації відвантаження вугілля та доставки його з підприємства ПрАТ «Півлогравдугілля» у Запорізький річковий порт визначимо за формулою (2.18):

$$N_{пер}^{МК-14-10} = \frac{45000 \cdot 6 \cdot 1,1}{13,8 \cdot 245} = 88 \text{ контейнерів.}$$

Приймаємо парк контейнерів – 90 од.

Оскільки інтервал прибуття суден в Запорізький річковий порт складає 17 діб, а час обороту контейнерів МК-14-10 – 8 діб, то цієї кількості контейнерів достатньо для забезпечення перевезення вугілля з місць видобутку в порт та відвантаження вугілля на судна за прямим варіантом.

2.10 Документальне оформлення відвантаження вугілля на експорт

Все оформлення вантажних документів у порту на судно бере на себе експедитор. У пакет документів входять:

- доручення на відвантаження, що складається в 6 екземплярах: 1 – залишається в експедитора, 2 – для порту, 1 – капітану, 1 – у митницю, 1 – вантажовласнику;

- коносамент складається в 3 екземплярах, всі екземпляри повинні бути оригіналами;
- маніфест: додаток до коносамента;
- здавальний акт, який підписується двома сторонами: порт – здав, судно – прийняв;
- штурманська розписка капітана: перелік і кількість документів, прийнятих для передачі вантажу одержувачу.

По прибуттю судна в порт під завантаження в адміністрації судна одержують декларацію з відмітками митниці для надання її до Запорізькій митниці для контролю. Після надання суднової декларації і доставки митного інспектора на борт судна для контролю, митниця повертає оформлене в митному відношенні «Експортне доручення» і дозволяє навантаження.

При наданні «Експортного доручення» капітану судна, обмовляються всі проблеми і спірні питання, що стосуються особливостей даного вантажу і судна, взаємини замовника і перевізника, оформлення коносаментів і маніфестів, а також усіх необхідних вантажних документів.

Після закінчення вантажних операцій, до роботи приступають незалежні експерти з визначення ваги вантажу по осіданню судна та одержання сертифіката ваги. Потім у заступника начальника вантажного району по експортно-імпорتنим вантажам отримують здавальний акт.

В подальшому експедитори видають коносаменти, маніфести, розписки капітана, рахунка-фактури, і підготувавши комплекти необхідних документів, підписують їх у капітана судна.

Завданням експедиторів також є одержання в торгово-промисловій палаті України сертифікат походження вантажу і сертифікат екологічного контролю.

Після підготовки всіх документів комплект для остаточного оформлення вантажної митної декларації передається митному брокеру.

Останнім етапом документального оформлення відправлення вугілля з порту є забезпечення прибуття в митницю представника судна для оформлення суднової декларації і дозволу на вихід судна з порту в рейс.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків та визначення додаткових витрат за проектом

В роботі розглядаються питання удосконалення перевезення і перевалки в Запорізькому річковому порту вугілля виробництва ПрАТ «Павлоградвугілля».

За *існуючим варіантом* вугілля завозиться в порт навалом у піввагонах. Після вивантаження вугілля зберігається на причалі порту. Після прибуття судна в порт, вугілля завантажується і судно відправляється за призначенням.

Всі роботи по розвантаженню вагонів та завантаженню суден виконуються портальними кранами з грейферними захватами.

Вагони після вивантаження вугілля зачищаються вручну «під мітлу». Крім того, ручний труд також використовується при вивантаженні вугілля з вагонів: грейферами вивантажується близька 90 % вугілля (63,0 т), а залишок вантажу – 10 % (7,0 т) вивантажується вручну. Така технологія застосовується для того, щоб не пошкодити вагони грейфером.

Крім портальних кранів в процесі вантажопереробки вугілля задіяні бульдозери, які зачищають габарити залізничних колій після вивантаження вугілля та причал після відвантаження вугілля на судно.

За *пропонованим варіантом* пропонується відвантажувати вугілля з підприємства ПрАТ «Павлоградвугілля» у м'яких контейнерах МК-14-10 вантажопідйомністю 14 т.

На станції центральної збагачувальної фабрики вугілля з бункерів завантажується у м'які контейнери МК-14-10 і доставляється залізничним транспортом у Запорізький річковий порт.

Перевантаження вугілля із вагонів в судна в порту виконується за прямим варіантом. Вугілля із м'яких контейнерів вивантажується у трюми судна, а порожні м'які контейнери МК-14-10 вагонами повертаються на підприємство для подаль-

шого використання. За розрахунками кількість м'яких контейнерів МК-14-10 склала 90 од.

За такою технологію відпадає необхідність застосування ручної праці при вивантаженні вугілля, не треба зачищати габарити рухомого складу і причал. Крім того, такий спосіб відвантаження дає можливість зберегти якість вугілля: антрацит при перевантаженні грейферами здатний подрібнюватися, що призводить до часткової втрати своїх теплоенергетичних властивостей.

За рахунок перевантаження за прямим варіантом відпадає необхідність зберігати вугілля в порту, що підвищує рівень безпеки, бо антрацит схильний до самонагрівання та самозаймання.

Для забезпечення виконання перевантажувальних робіт з м'якими контейнерами, необхідно порталні крани обладнати спеціальними траверсними пристосуваннями, які виробляються Бердянським заводом підйомно-транспортного обладнання. Вартість одного вантажозахватна складає 310000 грн.

За варіантами необхідно визначити додаткові капітальні витрати на придбання м'яких контейнерів МК-14-10 та річні витрати на перевалку вугілля в порту.

Витрати на залізничне перевезення вугілля також враховуємо, бо за існуючим варіантом вугілля транспортується залізницею груповими відправками, а за пропонуваним варіантом вартість залізничного перевезення зменшується за рахунок надання знижки до провізної плати за перевезення маршрутами. Крім того, для пропонованого варіанту слід визначити витрати на повернення порожніх контейнерів після вивантаження з порту на підприємство ПрАТ «Павлоградвугілля».

Додаткові капітальні вкладення за пропонованим варіантом включають:

- витрати на придбання м'яких контейнерів МК-14-10: 90 од.;
- витрати на придбання траверс для виконання перевантажувальних робіт у Запорізькому річковому порту: 2 од. (по кількості порталних кранів).

Додаткові витрати розраховуємо за формулою [22]:

$$K_{доо} = K_{захв} + K_{конт}, \quad (3.1)$$

де $K_{захв}$ - витрати на придбання вантажозахватних пристроїв, грн.;

$K_{\text{конт}}$ - витрати на придбання контейнерів МК-14-110, грн.

$$K_{\text{доо}} = 310000 \cdot 2 + 28000 \cdot 90 = 3140000 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на перевалку вугілля в Запорізькому річковому порту

Експлуатаційні витрати на перевалку вугілля в порту розраховуються за формулою [22]:

$$\Sigma B_{\text{порт}} = B_{\text{з.пл.}} + B_{\text{соц}} + B_{\text{ам}} + B_{\text{ел}} + B_{\text{нал}} + B_{\text{р}} + B_{\text{мом}} + B_{\text{ін}} + B_{\text{виробн}}, \quad (3.2)$$

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

$B_{\text{соц}}$ - витрати на оплату єдиного соціального внеску, грн.;

$B_{\text{ам}}$ - амортизаційні відрахування, грн.;

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

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

$B_{\text{р}}$ - витрати на поточний ремонт й технічне обслуговування, грн.;

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

$B_{\text{ін}}$ - інші витрати, грн.;

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

Розрахунок витрат на виплату заробітної плати.

У технологічному процесі перевалки вугілля в порту за *існуючим варіантом* зайняті:

- докери-механізатори при розвантаженні вагонів та завантаженні суден (крановики, стропальники);

- водії бульдозера;
- докери, зайняти ручною працею по зачищенню від залишків вугілля.

Заробітна плата містить у собі основну і додаткову заробітну плату. Додаткова заробітна плата містить в собі доплату за роботу в нічний та вечірній час, доплату за вислугу років і преміальні виплати.

Основну заробітну плату знаходимо за формулою [22]:

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

де T_{ϕ} - фактичний відпрацьований час робітників за період навігації з перевалки вугілля в порту, год.;

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

Фактичний відпрацьований час робітників за період навігації знаходимо за формулою [18]:

$$T_{\phi} = H_{\epsilon} \cdot Q_{річ}, \quad (3.4)$$

де H_{ϵ} - норма часу на проведення операції;

$Q_{річ}$ - вантажопотік вугілля за період навігації, т.

Визначимо витрати за виплату заробітної плати за *існуючим варіантом*.

В порту прийняті такі норми при переробці вугілля портальними кранами з грейферними захватами:

1) при роботі портальним краном норма для бригади докерів-механізаторів дорівнює:

- за варіантом «вагон – кран – причал»: 0,0686 год./т;
- за варіантом «причал – кран – судно»: 0,1050 год./т;

2) при роботі бульдозером норма дорівнює:

- на зачищення підкранових та залізничних колій: 0,16 год./т;

3) при виконанні робіт вручну:

- на зачищення причалу: 0,010 год./м²;
- зачищення 1 вагону від залишків вугілля: 2,0562 год. на бригаду;
- закриття-відкриття люків (на 1 вагон): 0,35 год. на бригаду;
- зачищення хребтових балок (на 1 вагон): 0,25 год. на бригаду.

Вантажопотік вугілля за період навігації 2019 року склав 45000 т.

Фактичний час роботи портових робочих при виконанні різних технологічних операцій за існуючим варіантом знаходимо за формулою (3.4):

- для докерів-механізаторів при розвантаженні вагонів – навантаженні суден

$$T_{існ}^{док} = (0,0686 + 0,1050) \cdot 45000 = 7812,0 \text{ год.};$$

- для водіїв бульдозера при зачищенні габаритів

$$T_{існ}^{вод.нав.} = 0,016 \cdot 45000 = 720,0 \text{ год.}$$

Визначимо час роботи докерів, зайнятих операціями допоміжного технологічного процесу:

- для докерів при зачищенні причалу «під мітлу» (площа складу 1800 м²); причал зачищається після кожного відвантаження на судно; кількість суден за період навігації – 15 од.:

$$T_{ф}^{док} = 0,010 \cdot 1800 \cdot 15 = 270,0 \text{ год.};$$

- для докерів при зачищенні вагону, хребтових балок; на закриття-відкриття люків (норма часу на бригаду); кількість вагонів за період навігації – 650 од.:

$$T_{\phi}^{док} = (2,0562 + 0,35 + 0,25) \cdot 650 = 1727,0 \text{ год.};$$

- загальний час роботи докерів, зайнятих ручною працею складе:

$$T_{існ}^{ручн} = 270 + 1727 = 1997 \text{ год.}$$

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

Таким чином, кількість годин, відпрацьованих у вечірній та нічний час, за період навігації склала:

- нічні години : для докерів-механізаторів – $7812 \times 0,33 = 2578$ год.; для водіїв бульдозеру: $720 \times 0,33 = 238$ год.; для докерів, зайнятих ручною працею: $1997 \times 0,33 = 659$ год.;
- вечірні години: для докерів-механізаторів – $7812 \times 0,17 = 1328$ год.; для водіїв бульдозеру: $720 \times 0,17 = 123$ год.; для докерів, зайнятих ручною працею: $1997 \times 0,17 = 340$ год.

Витрати на основну заробітну плату знаходимо за формулою (3.2):

$$B_{з.пл.}^{осн} = 46,15 \cdot (7812 + 720) + 45,5 \cdot 1997 = 484616,0 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітна плата визначається за формулою [22]:

$$B_{з.пл.} = B_{з.пл.}^{осн} + D_{нічн.} + D_{веч.} + D_{висл.} + D_{пр.}, \quad (3.5)$$

де $D_{нічн.}$ - доплата за роботу в нічний час, грн.; 11,2 % від $B_{з.пл.}^{осн}$;

$D_{веч.}$ - доплата за роботу у вечірній час, грн.; 3,6 % від $B_{з.пл.}^{осн}$;

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

$D_{пр.}$ - преміальні виплати, грн.; становлять 30 % від $B_{з.пл.}^{осн}$ і доплат.

Розраховуємо суми доплат:

- за роботу в нічний час

$$D_{\text{нічн.}} = 0,112 \cdot [46,15 \cdot (2578 + 238) + 45,5 \cdot 659] = 17914,0 \text{ грн.};$$

- за роботу у вечірній час

$$D_{\text{веч.}} = 0,036 \cdot [46,15 \cdot (1328 + 123) + 45,5 \cdot 340] = 2968,0 \text{ грн.};$$

- за вислугу років

$$D_{\text{виск.}} = 0,142 \cdot (484616 + 17914 + 2968) = 71781,0 \text{ грн.}$$

Сума витрат на зарплату портових робочих з урахуванням преміальних виплат за *існуючим варіантом* складе:

$$B_{\text{з.пл.}}^{\text{існ.}} = (484616 + 17914 + 2968 + 71781) \cdot 1,3 = 750463 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на виплату заробітної плати за *пропонованим* варіантом.

В порту прийняті наступні норми основного технологічного процесу при переробці вантажу у м'яких контейнерах:

- 1) при роботі портальним краном норма для бригади механізаторів дорівнює:
 - за варіантом «вагон – кран – судно»: 0,0884 год./т;
- 2) при виконанні робіт вручну:
 - стропування - відстропування контейнерів МК-14-10: 0,035 год./конт.;
 - відкриття контейнерів для вивантаження вугілля: 0,0395 год./конт.;
 - складування порожніх контейнерів: 0,083 год./конт.

Кількість контейнерів МК-14-10, що переробляється в річковому порту за навігацію, визначимо за формулою [16]:

$$N_{\text{конт}}^{\text{річн}} = Q_{\text{річн}} / q_{\text{конт}}^{\text{вант}}, \quad (3.5)$$

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

$q_{\text{конт}}^{\text{вант}}$ - маса вугілля в одному контейнері, т.

Річна кількість контейнерів МК-14-10, що переробляється в Запорізькому річковому порту складе:

$$N_{\text{конт}}^{\text{річн}} = 45000 / 13,8 = 3261 \text{ конт.}$$

Фактичний час роботи портових робочих при виконанні різних технологічних операцій за пропонованим варіантом знаходимо за формулою (3.4):

- для докерів-механізаторів при розвантаженні вагонів – навантаженні суден за прямим варіантом

$$T_{\text{пр}}^{\text{док}} = 0,0884 \cdot 45000 = 3978,0 \text{ год.};$$

- для докерів, зайнятих ручною працею

$$T_{\text{пр}}^{\text{ручн.}} = (0,035 + 0,0395 + 0,083) \cdot 3261 = 514,0 \text{ год.}$$

Визначимо витрати на заробітну плату за *пропонованим варіантом*.

Кількість годин, відпрацьованих у вечірній та нічний час за проєктним варіантом, за період навігації складе:

- нічні години: для докерів-механізаторів – $3978 \times 0,33 = 1314$ год.; для докерів, зайнятих ручною працею: $514 \times 0,33 = 170$ год.;
- вечірні години: для докерів-механізаторів – $3978 \times 0,17 = 676$ год.; для докерів, зайнятих ручною працею: $514 \times 0,17 = 88$ год.

Витрати на основну заробітну плату знаходимо за формулою (3.2):

$$B_{з.пл.}^{осн} = 46,15 \cdot 3978 + 45,5 \cdot 514 = 206972,0 \text{ грн.}$$

Розраховуємо суми доплат:

- за роботу в нічний час

$$D_{нічн.} = 0,112 \cdot (46,15 \cdot 1314 + 45,5 \cdot 170) = 7658,0 \text{ грн.};$$

- за роботу у вечірній час

$$D_{веч.} = 0,036 \cdot (46,15 \cdot 676 + 45,5 \cdot 88) = 1267,0 \text{ грн.};$$

- за вислугу років

$$D_{виск.} = 0,142 \cdot (206972 + 7658 + 1267) = 30657,0 \text{ грн.}$$

Сума витрат на річну зарплату портових робочих з урахуванням преміальних виплат за *пропонованим варіантом* складе:

$$B_{з.пл.}^{np} = (206972 + 7658 + 1267 + 30657) \cdot 1,3 = 320520 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок складас 22% від фонду заробітної плати [22]:

- існуючий варіант

$$\Sigma B_{соц.}^{исн} = 750463 \cdot 0,22 = 165102 \text{ грн.};$$

- проектний варіант

$$\Sigma B_{соц.}^{np} = 320520 \cdot 0,22 = 70514 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на механізми для переробки в порту вугілля розраховується за формулою [22]:

$$B_{амор} = K_б \cdot a_i / 100, \quad (3.6)$$

де $K_б$ - балансова вартість обладнання, грн.;

a_i - норми відрахувань, %; для обладнання, тари – 6 % на квартал.; для транспортних засобів – 10 % на квартал.

Балансова вартість встаткування за варіантами складе:

- 1) Існуючий варіант: грейфери: $94500 \times 2 = 189000$ грн.; бульдозер: 420000 грн.
- 2) Пропонований варіант: траверси: $310000 \times 2 = 620000$ грн.; м'які контейнери МК-14-10: $28000 \times 90 = 2520000$ грн.
- 3) Витрати на амортизацію порталних кранів не враховуємо, оскільки вони використовуються за обома варіантами.

Розрахунок витрат на амортизацію обладнання та встаткування за варіантами наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок амортизаційних витрат на перевалку вугілля в порту за варіантами

Тип облад- нання	Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Існуючий варіант								
Бульдозер	420000	378000	340200	306180	42000	37800	34020	30618
Грейфери	189000	177660	167000	156980	11340	10660	10020	9419
Усього за існуючим варіантом					185877			
Пропонований варіант								
Траверси	620000	582800	547832	514962	37200	34968	32870	30898
МК-14-10	25200000	2368800	2226672	2093072	151200	142128	133600	125584
Усього за пропонованим варіантом					688448			

Витрати на електроенергію визначаються за формулою [22]:

$$B_{ел}^c = W \cdot T_{заг} \cdot \eta_{ет} \cdot K_{ном} \cdot K_{час} \cdot \Pi_{ел}, \quad (3.7)$$

де W - загальна потужність електродвигунів, кВт·год; для портових порталних кранів: $(2 \cdot 75 + 18,5 + 4 \cdot 9,7 + 2 \cdot 14) = 235,3$ кВт для одного крану;

$T_{заг}$ - фонд робочого часу встаткування на рік, рівний по розрахунках для існуючого варіанту – 1814 год.; для проектного варіанту – 608 год.;

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

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

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

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

Витрати на силову електроенергію складуть:

- існуючий варіант

$$B_{сил.ен.}^{існ.} = 235,3 \cdot 1814 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 3,24 = 1314453 \text{ грн.};$$

- пропонуванний варіант

$$B_{сил.ен.}^{пр.} = 235,3 \cdot 608 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 3,24 = 440566 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо для бульдозерів визначаємо за формулою [22]:

$$B_{нал} = P \cdot \alpha_1^{нал} \cdot \Pi_{нал}, \quad (3.8)$$

де P - об'єм виконаної роботи, маш·год.; $P = 720$ маш·год.;

$\alpha_1^{нал}$ - норма витрати палива на 1 маш·год., л; $\alpha_1^{нал} = 7,0$ л/год.;

$C_{нал}$ - ціна 1л палива, грн.; $C_{нал} = 23,5$ грн.

$$B_{нал}^{існ} = 720 \cdot 7,0 \cdot 23,5 = 118440 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали приймаються:

- для обладнання – 10 % от затрат на електроенергію;
- для бульдозерів – 30 % от затрат на паливо:

Визначимо витрати на мастильно-обтиральні матеріали за варіантами:

- існуючий варіант

$$B_{мом}^{існ} = 1314453 \cdot 0,1 + 118440 \cdot 0,3 = 166077 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{мом}^{np} = 440566 \cdot 0,1 = 44057 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт і утримання устаткування визначаються за формулою [22]:

$$B_p = K_{\sigma} \cdot a_p / 100, \quad (3.9)$$

де a_p - норми відрахувань на поточний ремонт, %; приймаємо для обладнання і транспортних засобів 5 %; для тари – 15 %.

Витрати на поточний ремонт складуть:

- існуючий варіант

$$B_p^{існ} = (420000 + 189000) \cdot 0,05 = 30450 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_p^{np} = 620000 \cdot 0,05 + 2520000 \cdot 0,15 = 409000 \text{ грн.}$$

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

- існуючий варіант

$$B_{виробн}^{існ} = 750463 \cdot 1,121 = 841269 \text{ грн.};$$

- пропонований варіант

$$B_{виробн}^{np} = 320520 \cdot 1,121 = 359303 \text{ грн.}$$

Інші витрати становлять:

- існуючий варіант

$$B_{ін}^{існ} = 0,1 \cdot (750463 + 185877 + 1314453 + 118440 + 166977 + 30450) = 256666 \text{ грн.}$$

- пропонований варіант

$$B_{ін}^{np} = 0,1 \cdot (320520 + 6884488 + 440566 + 44057 + 409000) = 190259 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на перевалку вугілля в порту склали:

- існуючий варіант: 3829689 грн.;
- пропонований варіант: 2522669 грн.

3.3 Розрахунок витрат на залізничне перевезення вугілля за варіантами

Вугілля за обома варіантами з місця видобутку у річковий порт перевозиться залізницею піввагонами загального користування.

Тариф за перевезення вантажу у вагоні визначається за формулою [20]:

$$T_{пер}^{зал} = I + B, \quad (3.10)$$

де I - інфраструктурна складова тарифу, грн.;

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

Провізна плата за перевезення вантажу визначається за формулою:

$$\Pi_{пер}^{зал} = T_{пер}^{зал} \cdot K, \quad (3.11)$$

де K - коефіцієнт коригування провізної плати, який встановлюється Укрзалізницею; для вугілля $K = 2,419$.

Тариф на перевезення визначаємо за схемою 1 [23].

Для тарифної відстані перевезення 193 км при завантаженні вагону вугіллям 69 т тариф на перевезення на 1 вагон складе:

- інфраструктурна ставка: 2519 грн.;
- вагонна ставка: 458 грн.;
- загальний тариф за 1 вагон: 2977 грн.

Провізна плата за перевезення вугілля в одному вагоні складе:

$$\Pi_{пер}^{вуг} = 2977 \cdot 2,419 = 7201 \text{ грн.}$$

Кількість перевезених вагонів з вугіллям за період навігації склала 650 од.

Загальні витрати на залізничне перевезення вугілля за *існуючим* варіантом складуть:

$$\Sigma B_{зал}^{існ} = 7201 \cdot 650 = 4680650 \text{ грн.}$$

За пропонованим варіантом за перевезення вугілля маршрутними складами надається знижка у розмірі 20 %:

$$B_{зал}^{np} = 7201 \cdot 650 \cdot 0,8 = 3744520 \text{ грн.}$$

За пропонованим варіантом вугілля в порт транспортується у контейнерах МК-14-10, які після перевантаження вугілля в судна складаються і завантажуються у вагон для повернення на підприємство відправника.

За розрахунками всі контейнери МК-14-10, які вивантажені із 48 вагонів маршрутного складу, можна укласти в один піввагон.

Власна вага контейнера – 70 кг, кількість контейнерів з одного складу – 240. Завантаження вагону складе: $0,07 \times 240 = 16,8$ т. Розрахункова маса, за яку стягується провізна плата, за табл. 1 [23] складе – 15,0 т. Відстань перевезення – 193 км. Тариф на перевезення порожніх контейнерів:

- інфраструктурна ставка: 2124 грн.;
- вагонна ставка: 458 грн.;
- загальний тариф за перевезення контейнерів в одному вагоні: 2582 грн.

Провізна плата за один вагон з порожніми МК-14-10 складе (для порожніх контейнерів $K = 3,722$):

$$П_{пер}^{конт} = 2582 \cdot 3,722 = 9610 \text{ грн.}$$

Кількість вагонів для повернення контейнерів складає за період навігації 15 (по кількості суден за період навігації), бо одного складу достатньо для завантаження судна.

Витрати на залізничне перевезення порожніх контейнерів із Запорізького річкового порту на ПрАТ «Павлоградвугілля» складуть:

$$B_{\text{зал}}^{\text{конт}} = 9610 \cdot 15 = 144150 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за залізничне перевезення за *пропонованим* варіантом складуть:

$$\Sigma B_{\text{зал}}^{\text{пр}} = 3744520 + 144150 = 3744520 \text{ грн.}$$

3.4 Визначення сумарних експлуатаційних витрат та економії витрат

Витрати на організацію перевезення і перевалки вугілля в порту за варіантами наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Експлуатаційні витрати на перевезення і перевалку вугілля в порту за варіантами

Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.	
	Існуючий варіант	Пропонований варіант
1 Заробітна плата	750463	320520
2 Нарахування на заробітну плату	165102	70514
3 Амортизаційні відрахування	185877	688448
4 Витрати на електроенергію	1314453	440566
5 Витрати на паливо	118440	-
6 Витрати на мастильні матеріали	166977	44057
7 Витрати на ремонт устаткування	30450	409000
8 Інші витрати	256666	190259
9 Загальновиробничі витрати	841269	359303
Разом на перевалку	3829697	2622667
10 Витрати на зал. перевезення	4680650	3888745
Усього	8510347	6267187

Визначимо економію експлуатаційних витрат [22]:

$$E_{\text{експл}} = \Sigma B_{\text{існ}} - \Sigma B_{\text{пр}}, \quad (3.12)$$

де $\Sigma B_{\text{існ}}$ - експлуатаційні витрати за існуючим варіантом, грн.;

$\Sigma B_{\text{пр}}$ - експлуатаційні витрати за пропонованим варіантом, грн.

$$E_{\text{експл}} = 8510347 - 6267187 = 2243160 \text{ грн.}$$

3.5 Розрахунок дисконтованого доходу й терміну окупності пропозицій

На реалізацію пропозицій потрібні додаткові витрати – 314000 грн.

Розраховуємо дисконтований дохід від пропозицій через коефіцієнт дисконтування, який визначається за формулою [24]:

$$\alpha = 1/(1+i)^t, \quad (3.13)$$

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

T - існування проєкту, років;

i - дисконт, $i = 0,25$.

Дисконтований дохід визначається за формулою [24]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.14)$$

де B_t - річні доходи за проєктом, грн.;

C_t - річні витрати за проєктом, грн.;

n - термін життя проєкту, років.

Результати розрахунку зводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок дисконтованого доходу

Рік	Інвестиції, грн.	Дохід, грн.	α	NVP , грн.
1	3140000	2243160	1	-896840
2	–	2243160	0,806	1807987
3	–	2243160	0,650	1458054
Загальний ефект				2369201

Строк окупності знаходимо за формулою [24]:

$$T_{ок} = K_{доо} / \Pi_{річн} , \quad (3.15)$$

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

$\Pi_{річн}$ - річний прибуток, грн.

$$T_{ок} = 3140000 / 2243160 = 1,4 ; \text{ приймаємо } 1,5 \text{ роки.}$$

Розрахунок показав, що запропонований варіант економічно вигідний і може бути впроваджений.

Техніко-економічні показники по варіантах наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Техніко-економічні показники

Найменування показника	Величина показника, грн.	
	існуючий	проектний
1	2	3
1 Додаткові капітальні витрати, грн.	-	3140000
2 Річні експлуатаційні витрати, грн.; у т.ч.	8510347	6267187
2.1 Заробітна плата	750463	320520
2.2 Нарахування на заробітну плату	165102	70514
2.3 Амортизаційні відрахування	185877	688448
2.4 Витрати на електроенергію	1314453	440566
2.5 Витрати на паливо	118440	-

Продовження таблиці 3.4

1	2	3
2.6 Витрати на поточний ремонт	166977	44057
2.7 Витрати на мастильні матеріали	30450	409000
2.8 Інші витрати	256666	190259
2.9 Загальновиробничі витрати	841269	359303
Разом на перевалку в порту	3829697	2522667
2.10 Витрати на залізничне перевезення	4680650	3744520
3 Річна економія експлуатаційних витрат, грн.	-	2243160
4 Чистий дисконтований дохід, грн.	-	2369201
5 Термін окупності додаткових вкладень, років	-	1,5

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі «Удосконалення технологічного процесу перевезення і перевалки вугілля в Запорізькому річковому порту» розглянутий аналіз потенційних небезпек, які можуть впливати на робітників та надані пропозиції по заходах з їх усунення.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. При виконанні перевантажувальних робіт з вугіллям є негативна дія пилу на організм робітників, які задіяні в цьому процесі. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також загальне отруєння (нудота).

2. При розвантаженні вугілля, можливо обрушення сипучих матеріалів на робітників, що призведе до травм.

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

4. При подачі вагонів під навантаження можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування.

5. Ураження робітників електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми чи виникненню пожежі.

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

7. При вантажних роботах можливо висипання вугілля, що призведе до травмування робітників та до його розпилу. Відбудеться забруднення навколишнього середовища та акваторії порту. Отруєння робітників.

8. Травмування робітників під час розвантаження вугілля, що може просипатися зовні.

9. При обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та інші.

4.2 Заходи з охорони праці

Для безпечного виконання операцій з обробки вагонів в порту дотримуються вимог [26]. Вантажні операції з вивантаження вугілля виконуються з дотриманням правил [27].

Для попередження попадання пилу від вугілля в легені робітників застосовують засоби індивідуального захисту згідно [28].

Для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом відповідно положенням [29].

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на привалі забезпечено обладнання освітлення силою 30 лк відповідно [30]. Робоче освітлення розміщено на щоглах за зоною виконання вантажних робіт майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

Для зменшення вібрацій та шуму від двигуна локомотиву в кабіні машиніста впроваджується режим роботи з обов'язковими перервами та відпочинком.

Параметри вібрації відповідають вимогам [31], а параметри шуму – положенням [32].

Нормативні умови роботи машиністів крану і локомотиву забезпечені згідно вимогам [33].

Оскільки в період стажування для виконання магістерської роботи дослідник знаходиться на території вантажного району порту, то для приведення умов праці до нормативних показників передбачаємо:

- параметри робочої середовища повинні відповідати вимогам [34];
- припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціювання приміщення за вимогами [35];
- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно застосувати лазерні принтери, а для зниження зовнішнього шуму – встановити пластикові вікна з трикамерним склопакетом;
- для зменшення напруженості праці передбачаємо перерви через кожні 2 години тривалістю 15 хвилин;
- для зменшення тривалості зосередження уваги крім додаткових перерв, передбачаємо скорочення часу робочого дня дослідника до 7 годин.

Для дотримання вимог пожежної безпеки необхідно регулярно проводити перевірку технології штабелювання та зберігання вугілля на дотримання вимог відповідності [36].

Після відвантаження вугілля на судно необхідно зачистити причал. Між штабелями вугілля повинні бути забезпечені протипожежні проїзди шириною не менше 6 м. Біля штабелів встановити зовнішні пожежні крани на відстані не більше 80 м один від одного. Проводити систематичний контроль температури вугілля на причалі через встановлення контрольних залізних труб з хвостовими термометрами або спеціальних автоматичних сигналізаторів. Передбачити для охолодження вугілля резервні майданчики площею не менше 1/6 площі основного штабелю. Для гасіння або охолодження вугілля застосовувати тонкорозпилену воду

В приміщенні, де встановлені комп'ютери, для гасіння можливої пожежі на є в наявності порошковий вогнегасник згідно [37].

4.3 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

У разі виникнення надзвичайної ситуації техногенного характеру, яка полягає у падінні порталного крану з вантажем внаслідок посилення вітру, передба-

чаємо такий дій:

- знеструмити порталний кран;
- викликати екстрені служби (швидка, МНС);
- визначити кількість потерпілих, надати першу медичну допомогу;
- у разі виникнення пожежі прийняти заходи щодо її усунення;
- відігнати, якщо можливо, з небезпечної території локомотиви;
- оцінити нанесені збитки;
- розробити план по відновлювальним роботам.

Для уникнення вказаної надзвичайної ситуації передбачаємо такі заходи:

- застосування анеометру, для постійного контролю швидкості вітру і негайного реагування у разі його посилення;
 - обладнати порталні крани пристроями, які призначені для запобігання падіння кранів, внаслідок поломки осей ходових коліс;
 - провести інструктаж з правил безпеки експлуатації кранів згідно з [38].
 - провести атестацію знань робітників згідно Правил безпеки праці у морських портах;
 - розробити плану дій у разі виникнення надзвичайної ситуації згідно з [39]
- Методичними рекомендації щодо розроблення планів з питань цивільного захисту.

В даному розділі розроблені заходи щодо охорони праці робітників та службовців першого вантажного району Запорізького річкового порту та порядок дій в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи було виконано аналіз технічного оснащення й спеціалізації вантажних фронтів і причальних ліній першого вантажного району Запорізького річкового порту, загального порядку роботи порту і його технологічного процесу.

У завданні на проектування ставилася задача вдосконалювання технологічного процесу перевалки й доставки вугілля в умовах Запорізького річкового порту. Для цього був виконаний аналіз існуючого положення. Вивчено порядок й інтенсивність надходження судів під завантаження вугілля, а також прибуття вагонів під вивантаження.

Аналіз існуючої технології перевалки й перевезення вугілля виявив істотні недоліки, а саме:

- через значну кількість перевалок існують втрати та подрібнення вугілля, що знижує його теплоенергетичні властивості і приносить збитки вантажовласнику від зниження його сортності;
- значні простой суден під вивантаженням через низькі судно-годинні норми, оскільки вугілля перевозиться навалом і перевантажується порталним краном із грейфером;
- використання при розвантаженні піввагонів порталних кранів з грейферами, які мають невелику продуктивність та існує ризик пошкодити піввагон;
- використання ручної непродуктивної праці при очищенні від залишків вантажу кузовів піввагонів, хребтових балок, габаритів залізничних колій, причалу;
- труднощі пов'язані з відкриттям і закриттям люків піввагонів.

Зараз існує багато рішень цих проблем, проте вони потребують значних капіталовкладень, територій та не завжди доцільні при невеликих вантажопотоках.

Після аналізу можливих рішень, щодо вдосконалення технології переробки антрациту найбільш доцільним, при заданих вантажопотоках, вважаємо застосу-

вання доставки вугілля від вантажовідправника (ПрАТ «Павлоградвугілля») у Запорізький річковий порт у м'яких контейнерах МК-14-10. У зв'язку з тим, що ці контейнери мають дуже високу вартість, запропонована така технологія доставки.

На станції збагачувальної фабрики вугілля завантажується у м'які контейнери МК-14-10, які вже знаходяться у піввагоні, через бункерні відвантажувальні пристрої. Потім вантаж доставляється залізничним транспортом у Запорізький річковий порт. Після прибуття судна в порт, вугілля з м'яких контейнерів МК-14-10 вивантажується безпосередньо у трюми судна. Після завантаження судно з вугіллям відправляється споживачам. Порожні м'які контейнери МК-14-10 вагонами повертаються на підприємство для подальшого використання.

В магістерській роботі виконані технологічні розрахунки з визначення продуктивності механізмів, визначено норми часу на обробку рухомого складу різних видів транспорту в першому вантажному районі Запорізького річкового порту й розроблені технологічні графіки.

Проектні пропозиції потребують додаткових витрат на придбання м'яких контейнерів МК-14-10 й траверсних захватів у розмірі 3140000 грн. Річні експлуатаційні витрати на перевалку й транспортування знизилися з 8510347 грн. до 6267187 грн., а економія експлуатаційних витрат склала 2243160 грн.

Сумарний дисконтований дохід складе 2363160 грн., а додаткові витрати на придбання м'яких контейнерів МК-14-10 і вантажозахватних пристроїв окупляться за 1,5 роки. Результати розрахунку техніко-економічних показників свідчать про ефективність розроблених пропозицій.

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

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Свод обычаев порта : Дочернее предприятие «Запорожский речной порт» АСК «Укрречфлот». – Запорожье : ИПО «Запорожье», 20010. – 35 с.
2. Укрречфлот / Акционерная судоходная компания : Запорожский речной порт : веб-сайт. URL : <http://www.comukrrichflot.com>.
3. ГОСТ 19242-73 Угли бурые, каменные и антрацит. Классификация по размеру кусков. – Введ. 1975-01-01. – Последнее изменение 2002-01-07. – Актуализация 2012-09-05. – 3 с. : веб-сайт. URL : <http://www.vsegost.com>.
4. ДСТУ 4083-2002 «Вугілля кам'яне та антрацит для пиловидного спалювання на теплових електростанціях. Технічні умови». – Введ. 2002-09-01. – Последнее изменение 2006-02-01. : веб-сайт. URL : <http://www.vsegost.com>.
5. ДТЕК «Павлоградвугілля» : веб-сайт. URL : http://www.dtek.com/ru/investors_and_partners/asset/pavlograd-ugol/.
6. Інструкція про порядок та умови поставки, закладення, зберігання і відпуску вугілля державного резерву на пунктах відповідального зберігання. Наказ міністерства економічного розвитку і торгівлі від 19.10.2012 № 1157 : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2164-12#Text>.
7. Правила перевезення вантажів у вагонах відкритого типу (ст. 32 Статуту УЗ) : веб-сайт. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0796-01#Text>.
8. Положення про порядок підготовки та подання інформації про вантаж для його безпечного морського перевезення. Наказ Міністерства транспорту України 14.12.98 № 497 : веб-сайт. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0848-98#>.
9. Инновационные технологии в транспортировке / Мягкий контейнер МК-14-10 : веб-сайт. URL: <http://www.mk1410.com>.
10. Додаток «Технічні умови розміщення і кріплення вантажів» до СМГС станом на 01.07.2019 : веб-сайт. URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/smgs/dod3_01072019.

11. Новые технологии / Официальный сайт компании : Контейнер МК-14-10 : веб-сайт. URL: nt-bigbag.com.ua.
12. Азовтранскомплект : Профессиональное грузоподъемное оборудование / Траверса специальная для контейнеров МК-14-10 : веб-сайт. URL: <http://www.atk.zp.ua>.
13. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.
14. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Основи теорії систем і системного аналізу», для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / О. А. Лещених, О. Ф. Кузькін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2017. – 83 с.
15. Неруш Ю. М. Логистика / Ю. М. Неруш. – М. : ЮНИТИ, 2000. – 389 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. Вільковський Є.К. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад): Навчальний посібник / Є. К. Вільковський, І. І. Кельман, О. О. Бакуліч. – Львів: Інтелект-Захід, 2007. – 495 с.
18. Блиндман А.Ф. Технология перегрузочных работ в морских и речных портах / А.Ф. Блиндман. – М.: Транспорт, 1990. – 236с.
19. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» спеціалізації 275.03 «Транспортні технології» (на автомобільному транспорті) / Укл.: ст. викл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 57 с.
20. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів-бакалаврів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 47 с.

21. Тарифное руководство № 4 железных дорог Украины. – К. : Транспорт Украины, 1997. – 194 с.
22. 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.
23. 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.
24. Проектний аналіз / За ред. І. М. Москвіна. – К. : ТОВ «Видавництво Лібра», 1998. – 368 с.
25. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах зі спеціальностей: 275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті» з спеціалізації – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; «275.03 – Транспортні технології на автомобільному транспорті» з спеціалізації – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» усіх форм навчання Укл. : М. І. Лазуткін – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 36 с.
26. Статут Укрзалізниці : Правила обслуговування залізничних під'їзних колій (статті 12, 64-77) : : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0875-00#Text>.
27. 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>.
28. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. – Введ. 2011-02-02 : веб-сайт. URL: http://www.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=51051.
29. 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).

30. 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>.
31. 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>.
32. 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>.
33. ГОСТ 12.1005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – Введ. 1989-01-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=6264.
34. 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>.
35. ДБН В.2.5-67-2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Введ. 2014-01-01 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=50154.
36. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні – Введ. 2017-0-03 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60541.
37. НАПБ Б.01.008-2018 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. – Введ. 2018-03-30 : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82176.
38. 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>.
39. Методичні рекомендації щодо розроблення планів з питань цивільного захисту. – Київ : ДС України з НС. Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, 2015. – 148 с.

Додаток А Графічний матеріал магістерської роботи

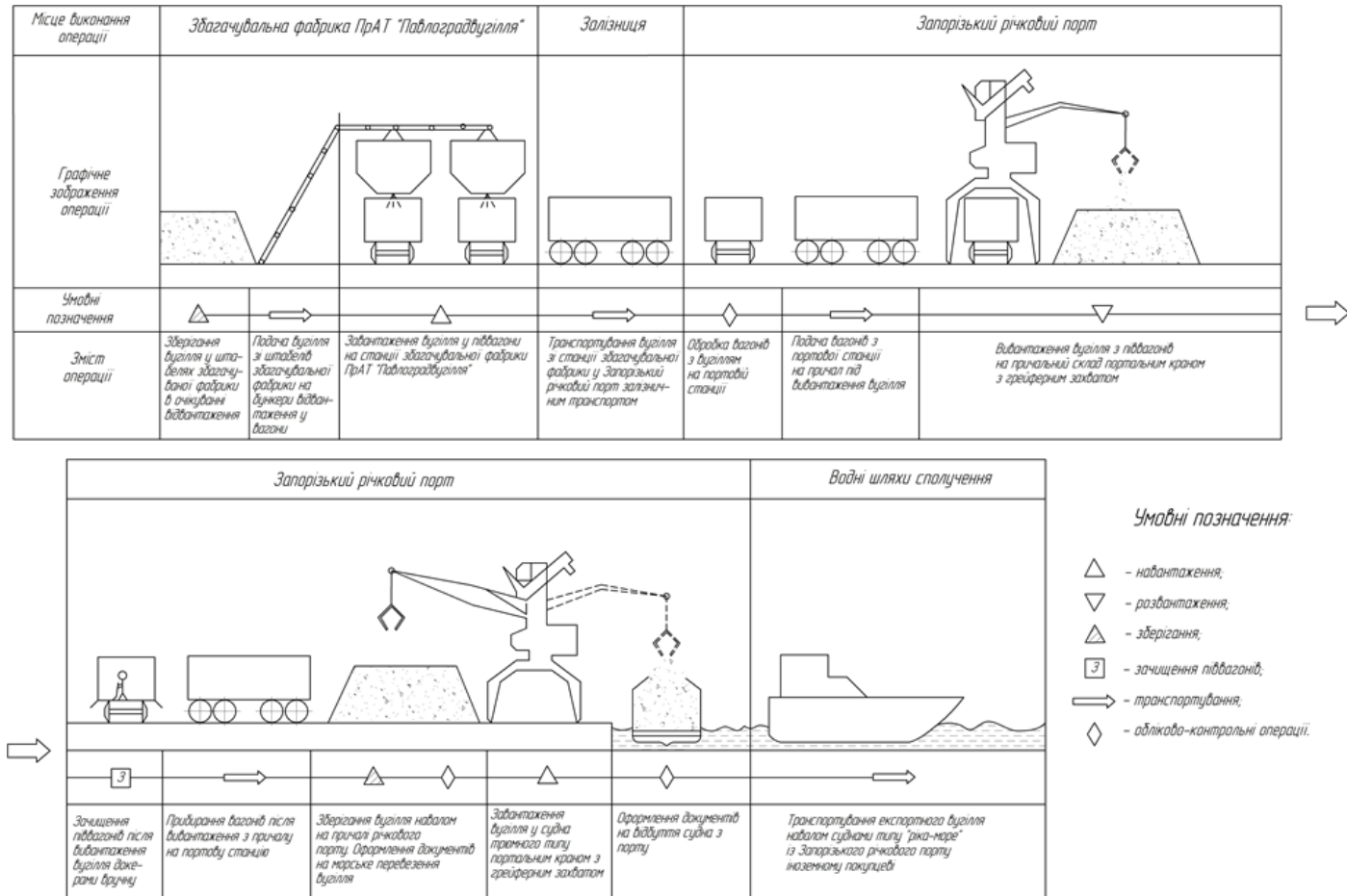


Рисунок А.1 – Існуюча транспортно-технологічна схема перевезення і перевалки вугілля в Запорізькому річковому порту

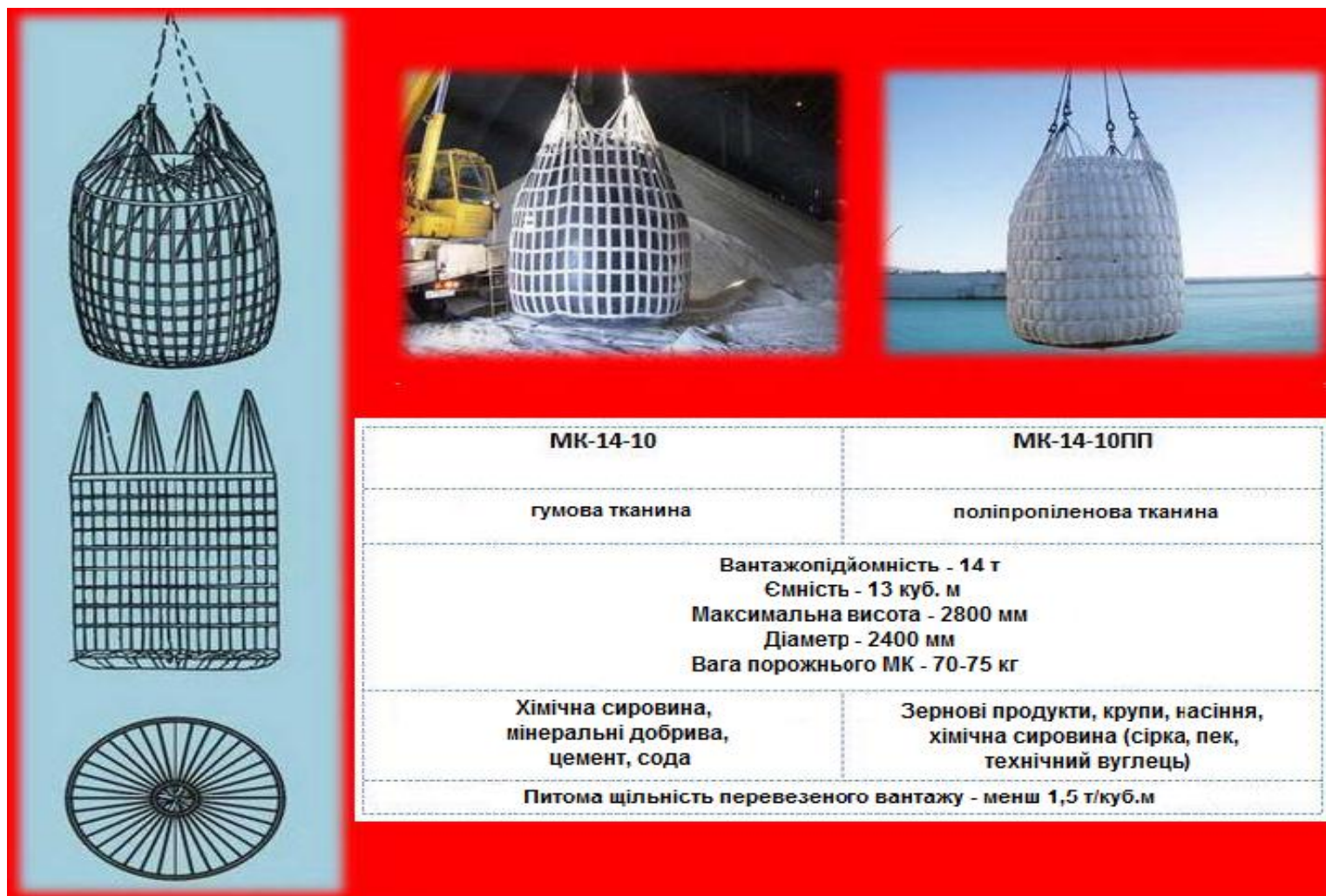


Рисунок А.2 – М'який контейнер МК-14-10 ПП для транспортування вугілля з ПрАТ «Павлоградвугілля» в порт за пропонованим варіантом

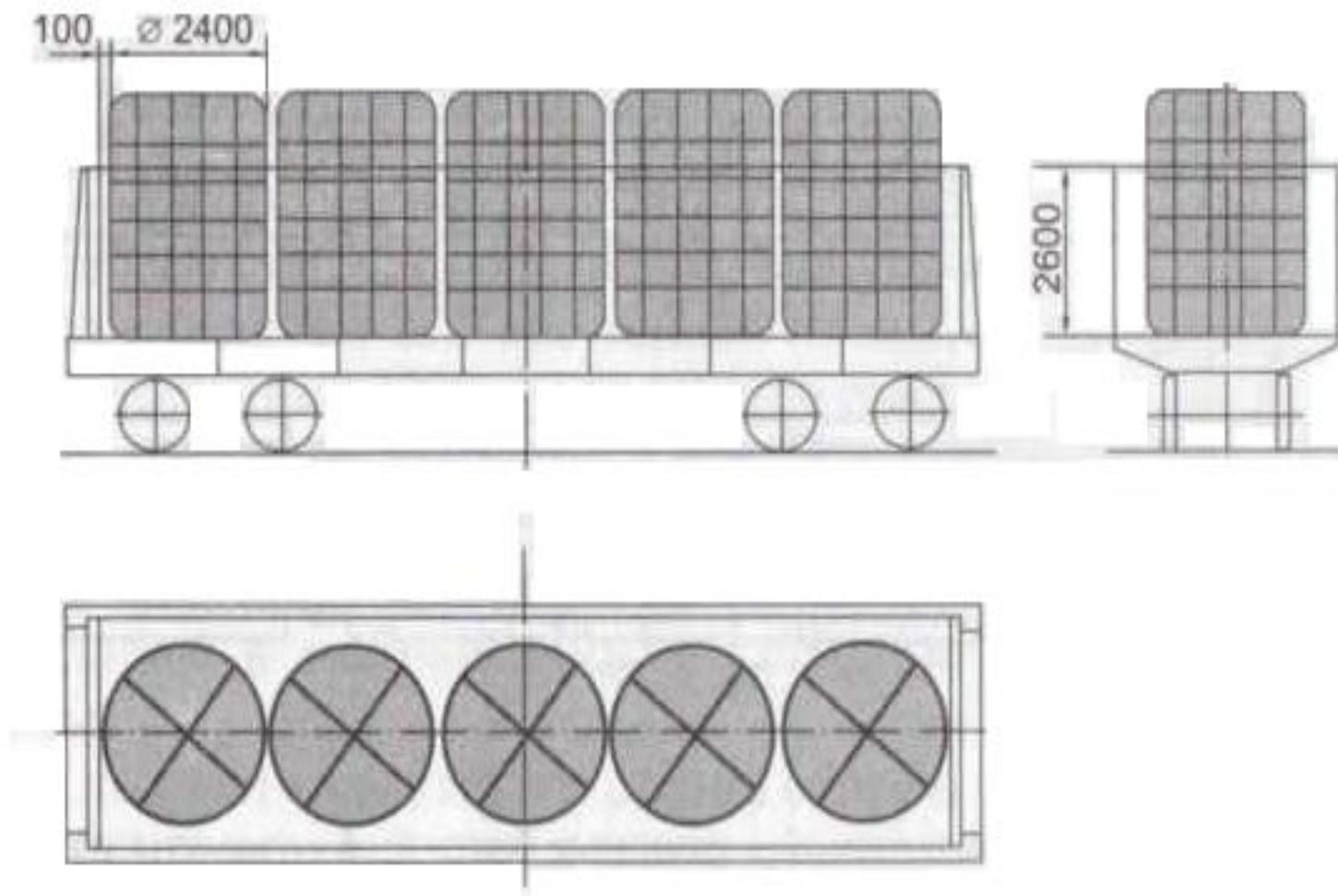


Рисунок А.3 – Схема розміщення контейнерів МК-14-10ПП в кузові піввагону



Рисунок А.4 – Технологія перевантаження вугілля з контейнерів МК-14-10 ПП
у трюми судна в річковому порту

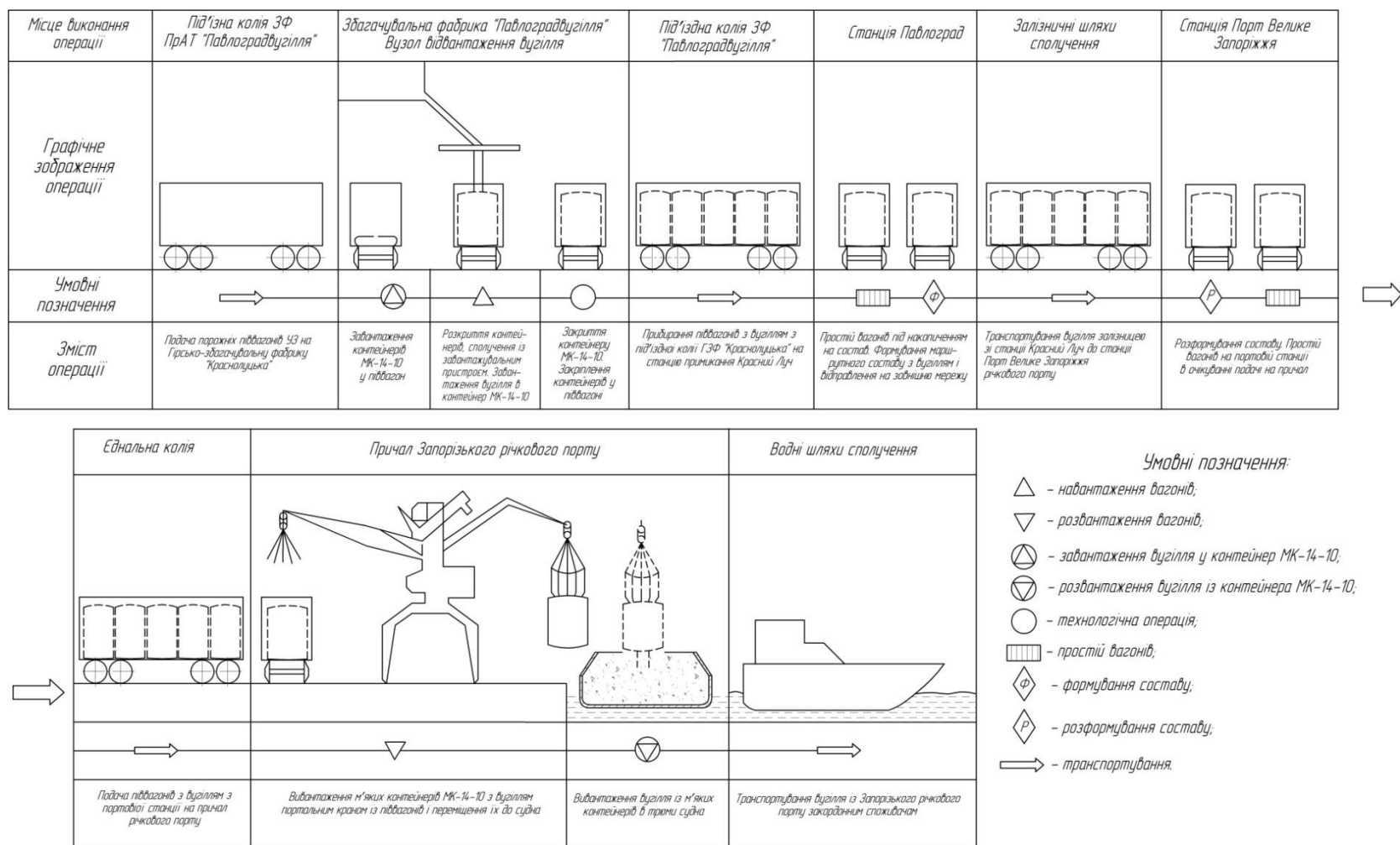
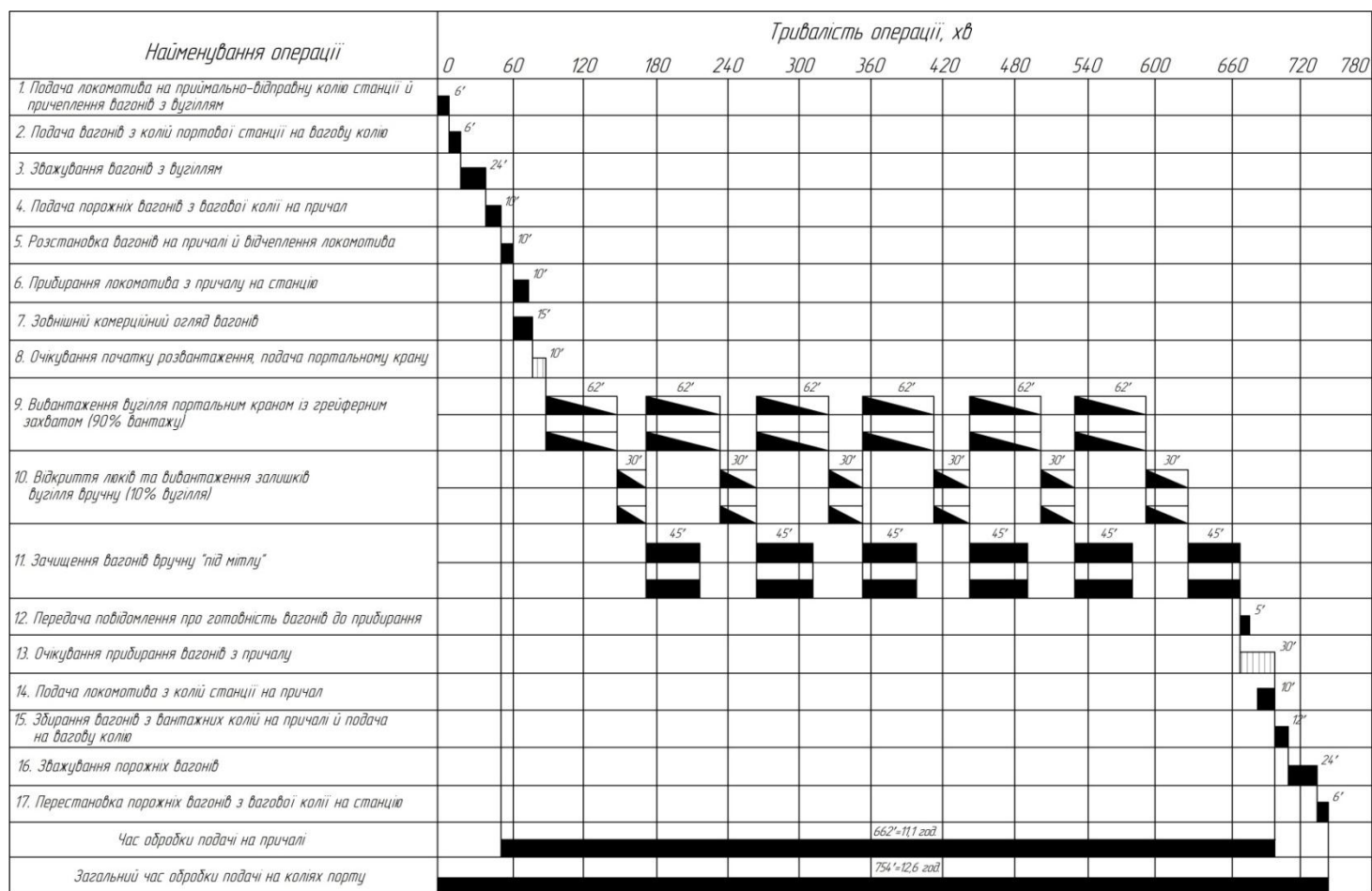


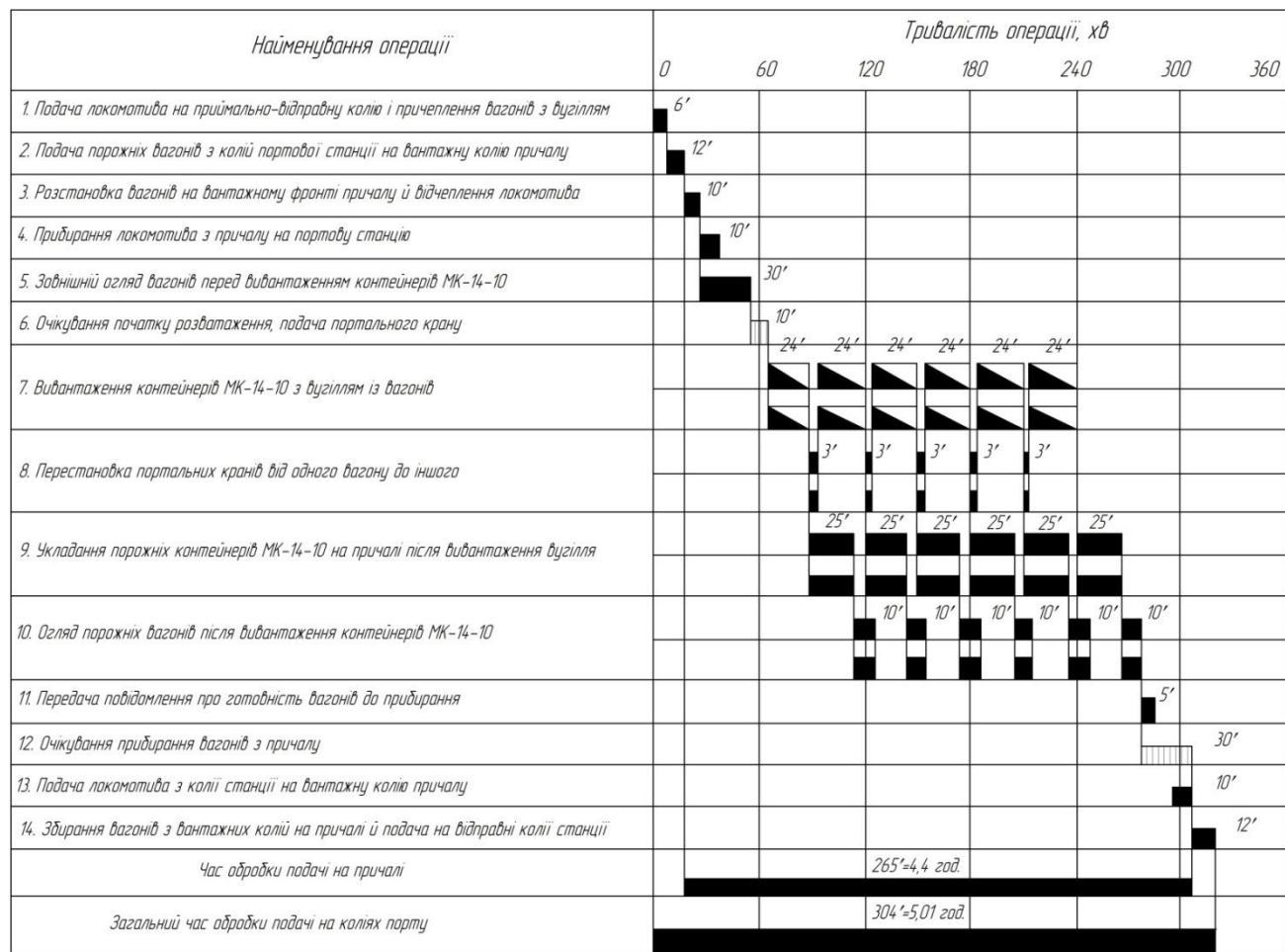
Рисунок А.5 – Пропонована транспортно-технологічна схема перевезення і перевалки вугілля в Запорізькому річковому порту



Умовні позначення:

- – розвантаження; ■ – технологічна операція;
- ▨ – навантаження; ■ – простій.

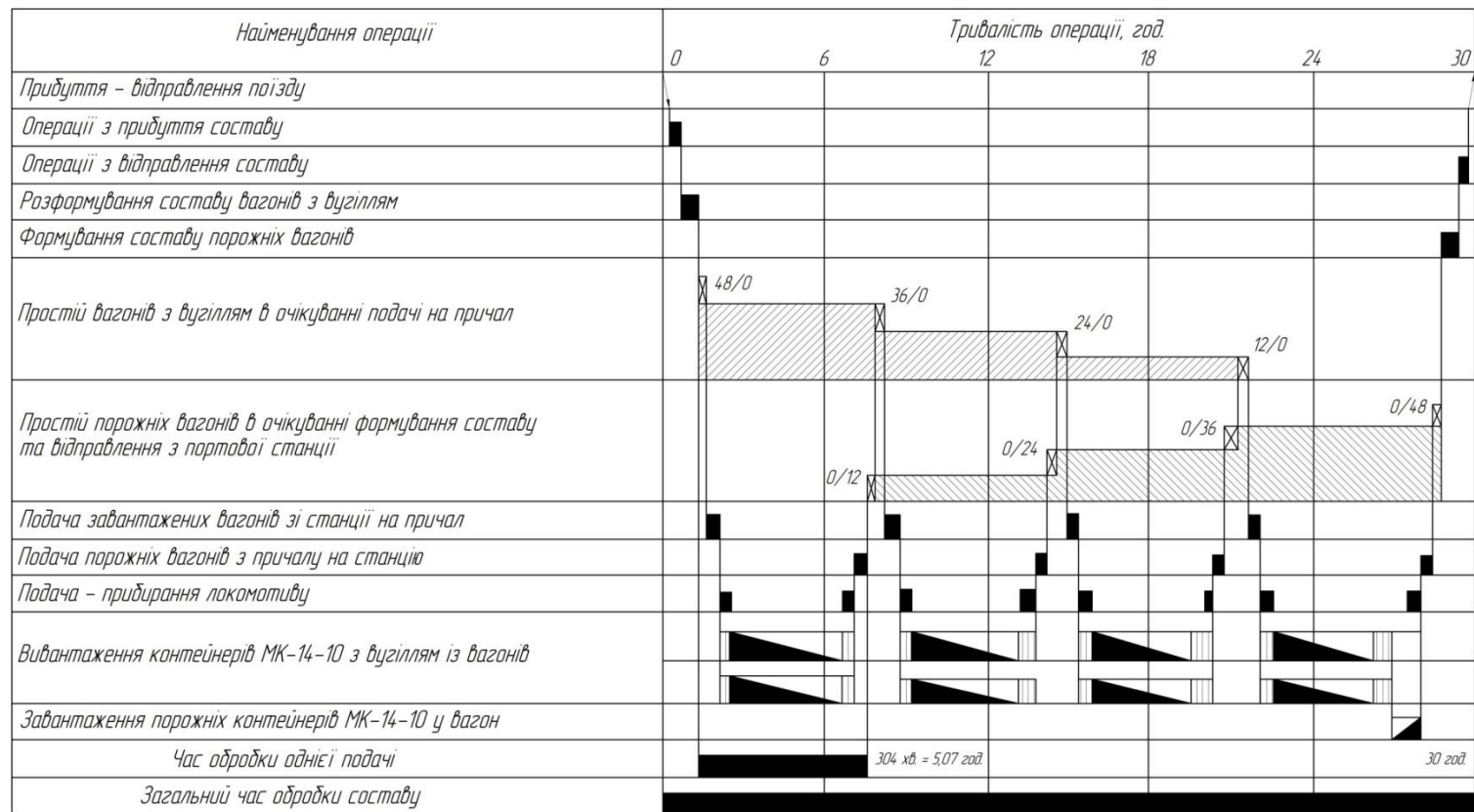
Рисунок А.6 – Технологічний графік обробки подачі вагонів з вугіллям за існуючим варіантом



Умовні позначення:

- розвантаження;
 - технологічна операція;
 - навантаження;
 - простій.

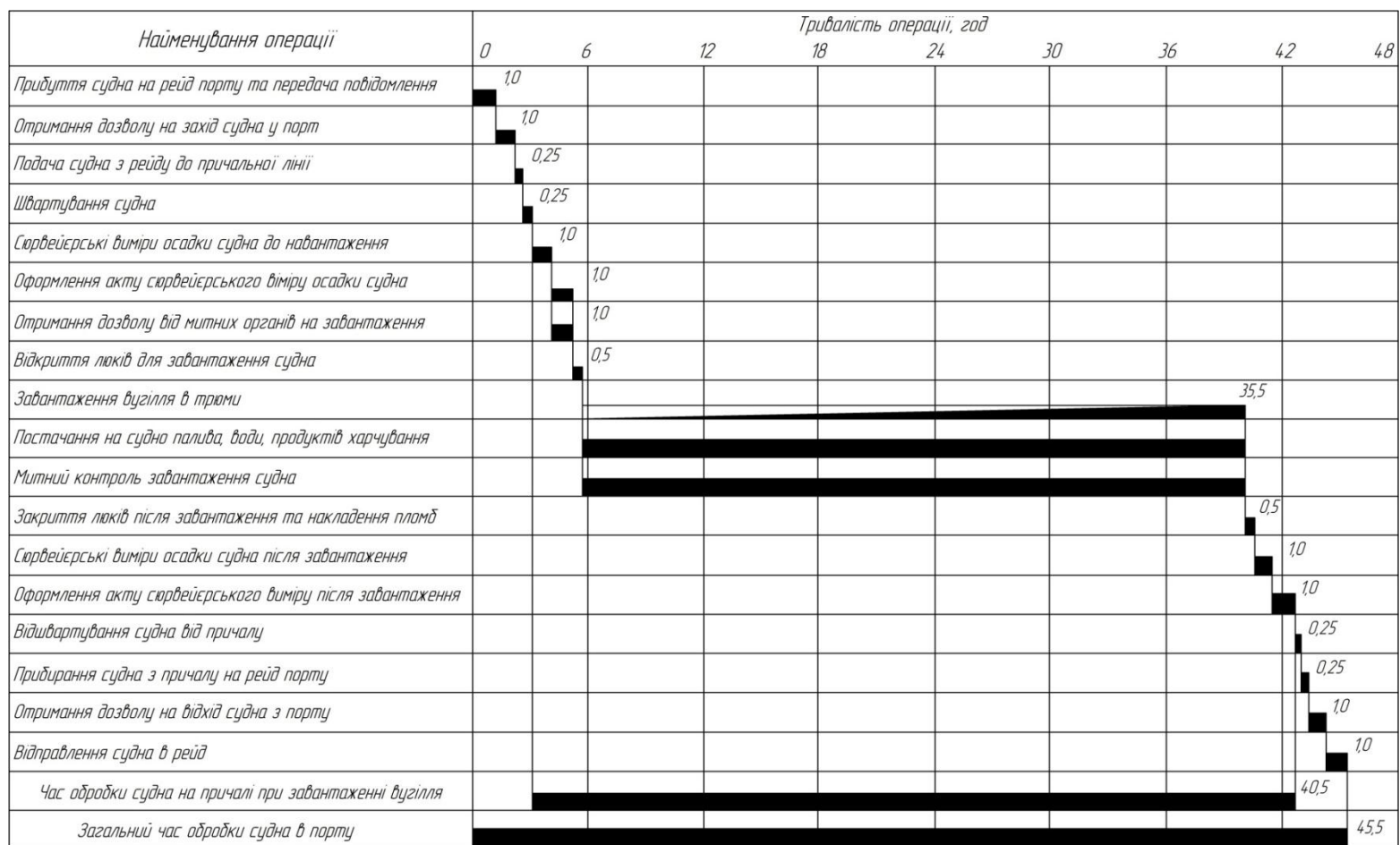
Рисунок А.7 – Технологічний графік обробки подачі вагонів з вугіллям у контейнерах МК-14-10ПП за пропонованим варіантом



Умовні позначення:

- | | |
|--|------------------|
| - простій в очікуванні подачі на причал; | - розвантаження; |
| - простій в очікуванні формування составу; | - навантаження; |
| - технологічна операція; | - простій. |

Рисунок А.8 – Технологічний графік обробки маршрутного составу з вугіллям на коліях порту за пропонованим варіантом

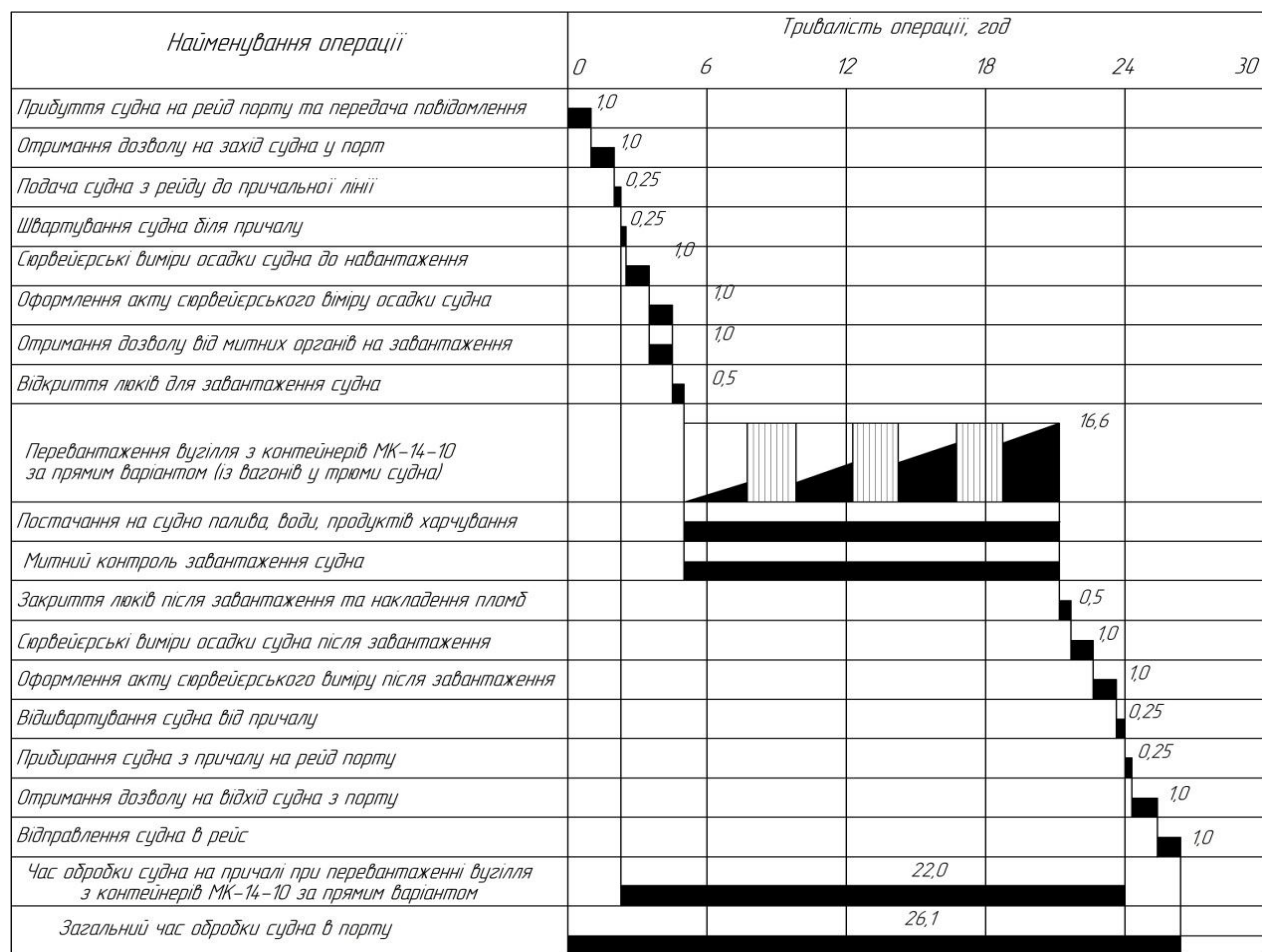


Умовні позначення:

■ - технологічна операція,

▤ - навантаження.

Рисунок А.9 – Технологічний графік обробки судна в порту при завантаженні вугілля за існуючим варіантом



Умовні позначення:

-  – навантаження;
-  – операції технологічного процесу;
-  – простій судна в очікуванні операції.

Рисунок А.10 – Технологічний графік обробки судна в порту при перевантаженні вугілля з контейнерів МК-14-10 за прямим варіантом

Додаток Б

Статистичні дані з прибуття вугілля у вагонах у Запорізький річковий порт

Таблиця Б.1 – Обсяги прибуття вугілля у річковий порт

Дата	Кількість ван- тажу, т	Дата	Кількість ван- тажу, т	Дата	Кількість ван- тажу, т
1	2	3	4	5	6
01.04.19	0	28.04.19	280	24.05.19	541
02.04.19	0	29.04.19	0	25.05.19	0
03.04.19	0	30.04.19	0	26.05.19	0
04.04.19	0	31.04.19	320	27.05.19	392
05.04.19	0	01.05.19	0	28.05.19	0
06.04.19	0	02.05.19	0	29.05.19	0
07.04.19	0	03.05.19	0	30.05.19	0
08.04.19	414	04.05.19	0	01.06.19	852
09.04.19	0	05.05.19	0	02.06.19	0
10.04.19	0	06.05.19	0	03.06.19	640
11.04.19	490	07.05.19	0	04.06.19	409
12.04.19	0	08.05.19	0	05.06.19	390
13.04.19	0	09.05.19	0	06.06.19	0
14.04.19	539	10.05.19	0	07.06.19	522
15.04.19	0	11.05.19	457	08.06.19	391
16.04.19	0	12.05.19	381	09.06.19	640
17.04.19	0	13.05.19	0	10.06.19	791
18.04.19	0	14.05.19	0	11.06.19	480
19.04.19	412	15.05.19	0	12.06.19	0
20.04.19	0	16.05.19	0	13.06.19	0
21.04.19	0	17.05.19	381	14.06.19	652
22.04.19	0	18.05.19	412	15.06.19	912
23.04.19	0	19.05.19	0	16.06.19	614
24.04.19	0	20.05.19	0	17.06.19	0
25.04.19	453	21.05.19	348	18.06.19	535
26.04.19	0	22.05.19	410	19.06.19	478
27.04.19	0	23.05.19	0	20.06.19	0

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6
21.06.19	0	24.06.19	764	27.06.19	0
22.06.19	833	25.06.19	651	28.06.19	0
23.06.19	567	26.05.19	0	29.06.19	790
				30.06.19	415

Додаток В

Результати обробки статистичних даних з надходження вугілля у Запорізький річ-
ковий порт

Файл: Ugol -1. 15 - 02 - 2020 Saturday

Вариационный ряд

0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140.00	140.00	140.00	150.00	150.00	150.00	170.00	170.00	170.00	180.00
180.00	190.00	200/00	200/00	200/00	220/00	230/00	230/00	240/00	250/00
260/00	280/00	280/00	280/00	290/00	290/00	290/00	290/00	290/00	300/00
300/00	300/00	300/00	300/00	300/00	340/00	340/00	340/00	340/00	340/00
340/00	340/00	350/00	360/00	360/00	380/00	380/00	400/00	400/00	400/00
410/00	410/00	420/00	420/00	430/00	430/00	430/00	440/00	440/00	450/00
450/00	450/00	450/00	450/00	450/00	450/00	450/00	460/00	470/00	470/00
480/00	480/00	480/00	480/00	480/00	500/00	500/00	500/00	500/00	500/00

РАССЧИТАНО

Объем выборки	:	90
Математическое ожидание	:	306,39
Дисперсия	:	19275
Среднеквадратичное отклонение	:	138,83
Коэффициент вариации	:	0,453
Коэффициент неравномерности	:	1,453

RKWL - версия 2.1