

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАРГАНЦЕВОЮ РУДОЮ ФЕРОСПЛАВНОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

Виконав: студент ІІ курсу, групи T-812м

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

Освітня програма (спеціалізація)
275.02 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»

 Денис СОЛОВІЙОВ
(прізвище та ініціали)
Керівник  Лариса ВАСИЛЬЄВА
(прізвище та ініціали)
Рецензент  Ольга ДУДАРЕНКО
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.02 «Транспортні технології (на _____
залізничному транспорті)» _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

СОЛОВЙОВА Дениса Дем'яновича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності транспортно-технологічного процесу забезпечення марганцевою рудою феросплавного виробництва в умовах післявоєнного відновлення

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент ВАСИЛЬЄВА Лариса Олексіївна,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №451

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 15 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) вантажопотоки прибуття марганцевої руди в річковий порт, існуюча технологія перевалки марганцевої руди в річковому порту, існуючий транспортно-технологічний процес перевезення марганцевої руди із річкового порту на Запорізький феросплавний завод

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Розробка пропонуваної технології перевалки й перевезення марганцевої руди. 2.2 Визначення розрахункових вантажопотоків. 2.3 Визначення параметрів складу марганцевої руди на причалі. 2.4 Організація перевалки марганцевої руди в річковому порту. 2.5 Розробка технологічних графіків обробки суден на причалі річкового порту. 2.6 Організація завезення марганцевої руди з порту на феросплавне виробництво автотранспортом за існуючою технологією. 2.7 Розробка технологічних графіків обробки вагонів у порту 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

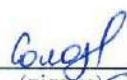
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ВАСИЛЬЄВА Л.О., доцент		
2	ВАСИЛЬЄВА Л.О., доцент		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	30.10.2023-06.11.2023	
2	Основна частина	07.11.2023-20.11.2023	
3	Економічна частина	21.11.2023-27.11.2023	
4	Охорона праці	28.11.2023-01.12.2023	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	01.12.2023-25.01.2024	

Студент(ка)


(підпис)

Денис СОЛОВЬОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Лариса ВАСИЛЬЄВА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 88 с., 15 табл., 12 рис., 29 джерел посилання.

АВТОМОБІЛЬ, ВАГОН, ВАНТАЖОПОТІК, ВІДНОВЛЕННЯ, ГРАФІК,
МАРГАНЦЕВА РУДА, НОЖИЧНИЙ ГРЕЙФЕР, ПЕРЕВАЛКА, ПОРТ, ПОР-
ТАЛЬНИЙ КРАН, ПРИЧАЛ, ПРОСТІЙ, СУДНО, ВИТРАТИ, ОХОРОНА
ПРАЦІ

Об'єктом дослідження є існуюча технологія перевалки в порту й доставки на підприємство марганцевої руди.

Ціль роботи – підвищення ефективності транспортно-технологічного процесу забезпечення марганцевою рудою феросплавного виробництва в умовах післявоєнного відновлення.

Методи дослідження – графічний, аналітичний, математичної статистики.

Завданням дослідження є розробка ефективного технологічного процесу при перевалці в порту і перевезення марганцевої руди на феросплавне виробництво в умовах післявоєнного відновлення.

В роботі проведено аналіз існуючої технології перевалки в порту і перевезення марганцевої руди із порту на підприємство. Було виявлено ряд важливих недоліків, які негативно впливають на виконання робіт. Запропоновано заходи щодо підвищення ефективності перевалки в порту і перевезення з порту на феросплавний завод залізничним транспортом з урахуванням підвищення загальних обсягів надходження руди в період післявоєнного відновлення. Виконано технологічні розрахунки, побудовано технологічні графіки обробки рухомого складу. Зроблені економічні розрахунки з обґрунтування ефективності запропонованих рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Сучасні проблеми феросплавної галузі та перспективи її післявоєнного відновлення.....	8
1.2 Напрямки післявоєнного відновлення морського і річкового судноплавства.....	9
1.3 Загальні відомості про Запорізький феросплавний завод.....	11
1.4 Загальна характеристика марганцевої руди.....	13
1.5 Умови зберігання і транспортування марганцевої руди.....	14
1.6 Технологічний процес перевалки марганцевої руди в порту.....	16
1.7 Недоліки існуючого технологічного процесу перевалки і пропозиції з його удосконалення.....	22
2 Основна частина.....	25
2.1 Розробка пропонованої технології перевалки й перевезення марганцевої руди.....	25
2.2 Визначення розрахункових вантажопотоків марганцевої руди.....	29
2.3 Визначення параметрів складу марганцевої руди на причалі.....	31
2.4 Організація перевалки марганцевої руди в річковому порту.....	35
2.4.1 Розрахунок продуктивності порталних кранів.....	35
2.4.2 Визначення часу на перевантажувальні операції в річковому порту.....	39
2.4.3 Визначення загального часу роботи механізмів при вантажопереробці марганцевої руди.....	42
2.5 Розробка технологічних графіків обробки суден на причалі річкового порту.....	46

2.6	Організація завезення марганцевої руди з порту на феросплавне виробництво автотранспортом за існуючою технологією.....	49
2.7	Розробка технологічних графіків обробки вагонів у порту.....	52
3	Економічна частина.....	57
3.1	Обґрунтування зроблених пропозицій.....	57
3.2	Додаткові капітальні вкладення за пропонованою технологією.	57
3.3	Експлуатаційні витрати на перевалочні операції з марганцевою рудою в річковому порту.....	58
3.4	Визначення витрат на перевезення марганцевої руди з порту на підприємство автотранспортом.....	64
3.5	Визначення витрат на залізничне перевезення марганцевої руди з порту на підприємство.....	65
3.6	Визначення експлуатаційних витрат на перевалку і перевезення марганцевої руди та річної економії.....	67
3.7	Визначення дисконтованого доходу й терміну окупності додаткових вкладень.....	68
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	71
4.1	Аналіз потенційних небезпек.....	71
4.2	Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	73
	Висновки.....	74
	Перелік джерел посилань.....	76
	Додаток А Заходи із забезпечення безпеки перевалочного процесу в порту	80
	Додаток Б Заходи із забезпечення безпеки при залізничних перевезеннях	82
	Додаток В Оцінка рівня умов, важкості та напруженості праці маневрових диспетчерів залізничної станції.....	83

ВСТУП

Післявоєнне відновлення в Україні дуже актуальна тема незважаючи на те, що в країні тривають бойові дії. Президент України зазначив, що «Відбудова України після завершення бойових дій буде найбільшим економічним проєктом Європи». Ще минулого року було створено Національну Раду з відновлення України від наслідків війни при Кабінеті міністрів України [1].

Робочою групою було підготовлено план відновлення та розбудови економіки та інфраструктури. Провідним гравцем металургійної промисловості гірничо-металургійна група «Метінвест» приєдналася до платформи з відновлення української металургії із застосуванням «зелених» технологій. Відновлення промисловості України через екологічну, «зелену» трансформацію виробництва сталі буде сприяти підтриманню національної економіки і населення та буде потужною рушійною силою в рамках програми Євросоюзу щодо декарбонізації навколишнього середовища [2]. Участь України в ініціативі з впровадження «зеленої» сталі відбудеться через великий потенціал металургійної галузі і прагнення до радикальних реформ в перебудові самого виробництва, а не тільки його відновлення на минулому рівні. Необхідний ланцюг у випуску такої продукції передбачає доступність вихідної сировини для виробництва сталі, стає безперервне постачання енергії та наявність ринків збуту.

Запорізький завод феросплавів також входить у групу «Метінвест» і готовий для швидкого відновлення свого виробництва в умовах післявоєнного відновлення України.

Для ефективного відновлення металургійної промисловості дуже важливим є зняття блокади з морських портів та відновлення судноплавства рікою Дніпро.

В даній роботі розглянуто один із ланцюгів післявоєнного відновлення виробництва за умови налагодження поставок марганцевої руди водним шляхом – через морські та річкові порти України.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Сучасні проблеми феросплавної галузі та перспективи її післявоєнного відновлення

У довоєнні часи гірничо-металургійний комплекс займав базові позиції в економіці України і забезпечував більш чверті промислового виробництва та більше третини сумарного експорту товарів. Українські великі металургійні підприємства займали високі позиції серед світових виробників чорних металів – Україна була на 14 місці серед світових виробників з виплавки сталі та виробництва чавуну [3].

Гірничо-металургійний комплекс України в цілому, а також феросплавні підприємства значно постраждали від військової агресії росії. На феросплавну галузь, яка більше інших підприємств залежить від стабільного енергопостачання, негативно вплинули ракетні удари по енергетичній інфраструктурі України, що призвело до тимчасового призупинення виробництва, а деякі й зовсім зупинилися.

Навіть після відновлення біль-менш стабільного енергопостачання, обсяг виробництва феросплавної продукції значно скоротився. В цілому скорочення склало десь третину від довоєнних обсягів випуску феросплавів, а по деяких позиціях скорочення і того більше: феромарганець – майже на 70 % менше, феросиліцій – на 60 % менше; і приблизно на такий самий відсоток скоротився випуск металевого марганцю.

Багато підприємств з виробництва феросплавів, в тому числі і Запорізький завод ЗЗФ, залежать від поставок імпортової сировини – марганцевої руди, яка надходила водним транспортом, і наразі не можуть розраховувати на її стабільне постачання внаслідок блокування портів.

Наразі Запорізький завод феросплавів працює з мінімальним завантаженням. Завод перебуває в стані балансуючого ринку, тому що у будь-який момент обсяги енергопостачання можуть змінюватися.

Але прогнози не дуже песимістичні. Феросплавні заводи після закінчення бойових дій та стабілізації економіки мають потенціал стрімкого нарощення обсягів виробництва за умови стабільного енергопостачання.

Цьому сприяють і такі фактори. Китай планує навпіл скоротити обсяги виробництва феросплавів, а це призведе до дефіциту на регіональному і світовому ринках, що призведе до збільшення світових цін на феросплави. Стосовно європейських виробників феросплавів, то на їх діяльність також суттєво впливає енергокриза, яка сталася ще до початку повномасштабного вторгнення окупаційних військ в Україну.

На цей час феросплавні підприємства здійснюють імпорт сировини та відвантаження продукції закордонним замовникам через західні кордони України. Але треба враховувати великі логістичні витрати на доставку при здійсненні доставки за такими маршрутами.

Але незважаючи ці всі фактори, перспективи відновлення феросплавного виробництва оптимістичні, особливо в умовах післявоєнного відновлення роботи українських портів.

1.2 Напрямки післявоєнного відновлення морського і річкового судноплавства

Стосовно відновлення транспортної інфраструктури, то Національною Радою з відновлення України також передбачені відповідні заходи.

Для морського та внутрішнього водного транспорту – це створення умов для ефективного інвестування й ефективного використання потужностей портів України, розвиток припортової інфраструктури та пропускної спроможності портів, удосконалення існуючого та творення нового законодавства з морського та внутрішнього водного транспорту, а також перехід до європейської моделі управління «Порт-лендлорд», яка передбачає надання права портовій адмі-

ністрації контролю за користуванням портовою інфраструктурою, відповідальності за планування та комплексний розвиток портів [4].

Відновлення та розвиток перевезень морським і внутрішнім водним транспортом можливе тільки після зняття морської блокади українських морських портів, звільнення окупованих морських портів, розмінування та тралення акваторії всіх водних шляхів; створення мультимодального хабу на базі одного з портів Дунаю (Рені або Ізмаїл) та ще багато цікавих пропозицій [1].

Розширення мережі річкових портів і терміналів можливе тільки після відновлення судноплавства річкою Дніпро, що є пріоритетним завданням післявоєнного відновлення, оскільки це сприятиме активізації економічних процесів та відбудові країни в цілому [5].

Крім забруднення вибухонебезпечними предметами водних шляхів після підризу окупантами дамби Каховської ГЕС в річки Дніпро та Південний Буг, в морські підхідні канали й акваторії портів також потрапили нерозірвані снарядів, боєприпаси та інша військова техніка.

Незважаючи на всі складнощі є різні варіанти післявоєнного відновлення судноплавства. Розглядається і варіант, який не передбачає відновлення Каховської ГЕС: розбудова судноплавного каналу разом з механізмами, що підійматимуть чи опускатимуть судна [6]. Це дасть можливість перевозити значно більшу кількість вантажів, ніж до війни, тобто необхідно збільшувати в майбутньому обсяги перевезення, залучення об'ємів з наземних видів транспорту на річкові перевезення як більш екологічні та дешевші.

В останні роки перед війною річкові перевезення розвивалися достатньо ефективно [7] завдяки розвитку бізнесу з транспортування зерна річковим транспортом і будівництва нових сучасних потужних зернових терміналів. Це свого часу дозволило розвинути послуги рейдової перевалки – завантаження морських суден зерном на рейді з суден змішаного типу «ріка – море», що дозволяло вирішувати проблему недостатньої глибини багатьох українських морських портів.

Незважаючи на зупинення річкових перевезень майже вся необхідна інфраструктура збережена і може бути залучена по завершенні війни.

Післявоєнна відбудова України надає можливість переглянути транспортні аспекти планування, що більш підходить для майбутнього та відповідатиме нагальним потребам. Транспортний сектор є основною ланкою в русі ланцюгів поставок, без неможлива реалізація будь-яких зовнішньоторговельних контрактів.

Необхідно враховувати екологічні вимоги євроінтеграції Української держави, особливо у сфері транспорту, оскільки він є значним джерелом забруднення та викидів парникових газів, шумового забруднення та негативного впливу на довкілля [8].

Тому якщо підходити до відновлення транспортної інфраструктури в довгостроковій перспективі та з підтриманням «зеленого курсу», то в пріоритетному розвитку повинні бути найбільш зелені та енергоефективні види транспорту, яким є водний транспорт.

1.3 Загальні відомості про Запорізький феросплавний завод

До війни від загального обсягу виробництва феросплавів всіма українськими заводами 700 тис. тонн на внутрішній ринок відвантажувалось близька 160-180 тисяч тонн. Після початку війни на цей час працюють такі металургійні підприємства, як Дніпрспецсталь, Дніпросталь, Арселор Міттал (Кривий Ріг) та Запоріжсталь. Маріупольські металургійні підприємства знищені ворогом. Основними закордонними споживачами українських феросплавів були Туреччина, Південноафриканська республіка, Алжир, Гана та інші країни.

До війни АТ Запорізький завод феросплавів був одним з найбільших у Європі виробників феросплавів не тільки по обсягах виробництва, але й за но-

менклатурою. Частка виробництва підприємства в Україні становила 30-35%, а у світовому об'ємі феросплавів – 1-2 % [9].

Завод є порівняно чистим для металургії в екологічному відношенні – всі електропечі, залежно від призначення, обладнані системами газоочищення, що забезпечують уловлювання газів і пилу більше 99,9 %.

На підприємстві діють замкнуті оборотні цикли постачання технічною водою. Забезпечення стабільного рівня технології й високої якості продукції здійснюється за допомогою точної вимірювальної, контролюючої й інформаційної техніки, керованої висококваліфікованим персоналом. Різні способи розливу гарантують рівномірний розподіл хімічних елементів у злитках сплавів, а дробильно-сортувальні установки дозволяють одержати по замовленнях споживачів продукцію різної фракційної сполуки з можливістю поставки в м'яких контейнерах типу big-bag.

Основна продукція заводу – різні марки феросплавів: феросилікомарганець, феросиліцій, феромарганець, марганець металевий, марганець з різним вмістом фосфору та інших елементів залежно від вимог замовника.

Запорізький завод феросплавів вже 90 років працює в металургійній галузі та задовольняє потреби клієнтів як на внутрішньому, так і міжнародному ринках. Підприємство невпинно підвищує ефективність виробництва, удосконалює технології виробництва. Діюча система менеджменту якості підприємства в повній мірі відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO 9001 – міжнародного стандарту управління якістю.

Наразі зміна логістичних шляхів постачання та доставки готової продукції підприємства, а також відсутність морського шляху є головними проблемами підприємства. Підприємство, як і вся металургійна галузь, сподівається на поширення «зернового коридору» і на перевезення сировини і феросплавів. Це б дозволило вирішити багато нагальних проблем. І відновити постачання марганцевої руди на підприємство водним шляхом, що дозволило б підвищити конкурентоспроможність феросплавної продукції.

Попри всі складнощі та тимчасову зупинку виробництва Запорізький завод феросплавів зберіг свої традиційні ринки, експорт в такі країни як Алжир та Туреччина.

1.4 Загальна характеристика марганцевої руди

В Запорізький річковий порт марганцева руда надходила навалом у судах трюмного типу або судах-площадках.

Марганець є одним з головних легуючих сталь елементів, тому марганцева руда майже завжди входить до складу шихти доменних печей при виплавці передільних чавунів. Розповсюдження марганцю у природі набагато менше, ніж залізо: вміст його в земній корі становить усього 0,1 % (заліза 4,2 %).

Основними рудними мінералами марганцевих руд є [10]: піролюзит (Mn_2), псиломелан ($nMn \cdot Mn_2 \cdot m_2O$), браунит (Mn_2O_3), гаусманит (Mn_3O_4), родохрозит ($MnCO_3$).

Шкідливі домішки марганцевих руд – фосфор і сірка. Сірка в рудах перебуває в дуже малій кількості (0,07...0,3 %), тому головною шкідливою домішкою є фосфор, вміст якого доходить до 0,5 %. Особливо небезпечний фосфор у рудах, призначених для виплавки феросплавів. При виплавці багатих марганцем феросплавів небажаною домішкою може бути залізо, яке перешкоджає одержанню високого вмісту марганцю в сплаві.

Марганець займає четверте місце світовому споживанні металів після заліза, алюмінію й міді. Металургійні підприємства використовують до 90 % виробленого марганцю, особливо підприємства кольорової металургії.

Алюмінієві сплави на основі марганцю мають міцність, близьку до сталевій, мають високу корозійну стійкість, але зберігають високу пластичність. Їх застосовують у будівництві, транспорті, а також електротехнічній промисловості. Марганець застосовується також у великій кількості при виробництві мід-

них сплавів для поліпшення міцності й підвищення ступеня придатності до гарячої обробки.

Марганець входить до складу реостатних сплавів, таких як Терло, манганін, новоконстант й ізабелін; з них виготовляють прецизійні опори, а також пускові й регулюючі реостати. Такі сплави мають високий питомий опір, а також низький температурний коефіцієнт опору.

1.5 Умови зберігання і транспортування марганцевої руди

Транспортують марганцеву руду навалом всіма видами транспорту.

До війни марганцева руда надходила в річковий порт Запоріжжя в судах трюмного типу та суднах-площадках, в залежності від технології доставки: на суднах змішаного плавання типу «ріка – море» безпосередньо від закордонних постачальників або з рейдовою перевалкою за морських суден на річкові.

Марганцева руда, як і всі інші руди має властивість змерзання. Тому обов'язково необхідно застосовувати профілактичні міри проти змерзання й примерзання її до стінок і підлоги транспортних засобів у зимовий час, підтримувати в шляху перевезення безпечні норми вологості.

За кутом природного укосу (близька 40°) марганцева руда є безпечною відносно зсуву; вона не розріджується, як руди інших кольорових металів, бо надається до перевезення великими шматками.

При перевезенні дрібної марганцевої руди при куті природного укосу 35° вже можливе розрідження. Тому необхідно дотримуватись максимально допустимого рівня вологі до 7 % для безпечного транспортування в суднах трюмного типу.

В основному для перевезення руди й рудних концентратів використовують спеціалізовані судна-рудовози, які мають підвищену міцність корпусу. Внаслідок великої насипної маси й низького навантажувального об'єму марга-

нцеву руду завантажують рівномірно, по всіх трюмах. Починають вантажити із середніх трюмів, поступово заповнюючи всі вантажні приміщення судна від носової до кормової частини [11]. Не можна виконувати вантажні операції тільки з одним трюмом, а потім починати завантаження наступного.

Для видалення шкідливих і вибухонебезпечних газів, які виділяються рудою під час транспортування водним транспортом, необхідно забезпечити надійне вентилювання трюмів. Не можна перевозити в одному трюмі руди різних сортів, навіть якщо забезпечується гарна сепарація.

Концентрати руд при такому значенні вологості, що перевищує критичні значення, можна перевозити тільки на рудовозах з обладнанням поздовжніх перебирань. Їх встановлюють на висоту, яка вище на 1 м рівня вантажу. Недотримання правил перевезення руд може привести до загибелі суден. Концентрат марганцевої руди 1 гатунку не розріджується, а 2 гатунку – розріджується, це дуже небезпечно при перевезенні водним транспортом.

Всі судна для перевезення марганцевої руди повинні мати подвійне дно та обладнані сучасними засобами пожежогасіння вуглекислотного типу.

Під час перевезення треба проводити постійний контроль рівня вологі, герметичності трюмів та дотримання правил протипожежної безпеки.

В портах зберігається марганцева руда на відкритих причальних майданчиках. Площадки, призначені для складування розвантаженої марганцевої руди, повинні бути рівними, без ухилів, очищені від залишків попереднього вантажу та сміття. Перед тим, як на площадку буде укладатися марганцева руда, її треба покрити сумішшю шлаку і глини товщиною не менш 12...15 см. Крім того, на майданчику для зберігання повинні бути системи відводу ґрунтових, дощових і снігових вод. З цією метою споруджують дренажні канали [11].

Зберігати марганцеву руду треба на значній відстані (не менш 120 м) від інших штабельних вантажів, які пиллять. Штабель зберігання треба огородити від розсипання спеціальними щитами по периметру.

До початку формування штабелю визначають його розміри, дотримуючись наступних вимог: мінімальна відстань від виступаючих частин порталного крану – не менше 0,7 м. Висота штабелю не повинна перевищувати 5,0 м.

Якщо під час відвантаження марганцевої руди на наземні транспортні засоби на причалі залишається штабель висотою меншою, ніж 1,0 м, необхідно виконувати зачищення габаритів та підгортати руду бульдозером ближче до зони дії порталного крану [11].

Руди різного сорту зберігають окремо, відділяються одна від одної спеціальними огорожувальними щитами.

1.6 Технологічний процес перевалки марганцевої руди в порту

Марганцева руда у Запорізький річковий порт надходила до війни судами змішаного плавання типу «ріка – море» або річковими судами. Якщо за умовами судноплавства суден, які транспортують руду, вони не можуть пройти нагору по Дніпру через свою водотоннажність, то в гирлових портах відбувається перевантаження на річкові судна майданчикowego типу. Максимальна кількість руди на судні складає 3000 т.

Прогнозований розрахунковий обсяг надходження марганцевої руди приймаємо за довоєнним рівнем, який складав 87900 тон за період навігації.

З порту прибулий вантаж відправляється на адресу Запорізького феросплавного заводу. На цей час для вивезення руди з порту на підприємство використовують автомобільний транспорт, а саме – автомобілі-самоскиди КамАЗ-65116 (рис. 1.1), технічна характеристика яких наведена в табл. 1.1 [12].



Рисунок 1.1 – Автомобіль-самоскид КамАЗ-65115

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика автомобіля КамАЗ-65115

Параметр	Значення
Колісна формула	6×4
Повна маса автомобіля, кг	25200
Допустиме навантаження на вісі, кг: передня / задня	6200 / 19000
Маса спорядженого автомобіля, кг	10050
Вантажопідйомність, кг	15000
Об'єм вантажної платформи, м ³	11,0
Шини (пневматичні)	11R20(300R508)
Кількість коліс	10+1
Габаритні розміри, мм	7400×2500×3135
Контрольна витрата палива, л/100 км	27,4...30,1
Напрямок розвантаження	назад

Судно з марганцевою рудою розвантажується на причалі № 6, де виділений вантажний фронт, розрахований на встановлення 6 вагонів, тобто довжиною 90 м. Вивантажують марганцеву руду порталні крані (рис. 1.2), технічна характеристика яких представлена в табл. 1.2 [13].



Рисунок 1.2 – Портові портальні крани

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика портальних кранів

Параметр	Значення
Вантажопідйомність, т	16,0
Виліт стріли, м: найбільший / найменший	32 / 8
Швидкість підйому, м/хв.	12,0
Швидкість зміни вильоту стріли, м/хв.	12,0
Швидкість пересування, м/хв.	25,0
Частота обертання крана, об/хв.	1,6
Потужність двигунів підйому, кВт	2×75,0
Потужність двигуна зміни вильоту стріли, кВт	18,5
Потужність двигунів пересування крану, кВт	4×9,7
Потужність двигунів обертання стріли, кВт	2×14,0
Коля порталу, м	10,5

Перевалочна операція з марганцевою рудою в порту виконується через склад.

Після завершення швартування судна біля вантажного фронту на причалі, починається його підготовка до розвантаження: відкриваються люки трюмів, відгороджуються горловини в місцях перевалочних робіт.

Вивантажується руда у певному порядку, пошарово: спочатку вивантаження перший шар вантажу (близька 70 % трюмного обсягу), а потім вже другий (близька 30 % обсягу) першого та другого трюмів.

Розвантаження виконується одночасно двома порталними кранами таким порядком: один кран розвантажує руду поступово з першого і другого трюмів (від носової частини до середини бункера), а другий – третього і четвертого (від середини бункера до корми) для запобігання крену судна.

В процесі розвантаження руди з судна на складський майданчик на причалі за необхідності залучається бульдозер, який підгортає вантаж у зону дії порталного крану. Технічні характеристики бульдозерів, які можуть залучатися до таких робіт, надані в табл. 1.3 [14].

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики портових бульдозерів

Найменування параметрів	Значення параметрів		
Марка бульдозера	Т-130	Т-170	ДТ-75
Габаритна довжина, мм	4440	4440	4290
Габаритна ширина, мм	2480	2480	2480
Габаритна висота, мм	3250	3250	3180
Ширина відвала, м	2,48	3,2	3,31
Об'єм призми волочіння, м ³	4,28	4,28	4,75
Опускання нижче опорної поверхні, мм	535	465	500
Висота бульдозерного відвала, мм	1310		
Питома витрата палива, г/кВт·год.	231 (170)	218 (160)	218 (160)

Після завершення вивантаження судно зачищається. Виконується зачищення в такий спосіб. На судно порталним краном подається з причалу зачисна машина МТЗ-80 (табл. 1.4). Вона розміщується в трюмі и починає підгортати залишки руди від бортових перебирань до центральної частини трюму, в зону люкового отвору. Потім порталним краном з грейфером залишки руди виванта-

жуються на причал. Таким чином зачищаються бульдозером всі трюми. А потім докери вже проводять зачищення «під мітлу».

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика зачисної машини МТЗ-80

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

З порту марганцева руда вивозиться автотранспортом. Порожні автомобілі-самоскиди після прибуття в порт, спочатку зважуються при в'їзді на вантажний район на автомобільних вагах, а потім вже прямують на причал. Під завантаження встановлюються тільки за дозволом старшого докера. Встановлюється самоскид під завантаження на відстані не ближче, ніж 1,0 м від штабелю марганцевої руди, в зону дії порталного крану.

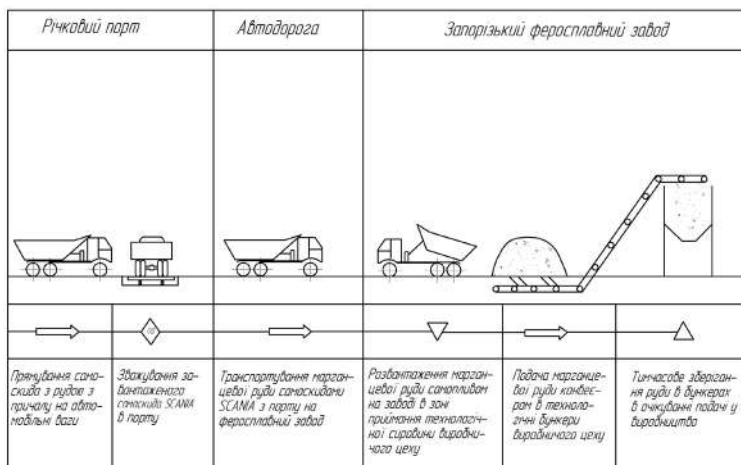
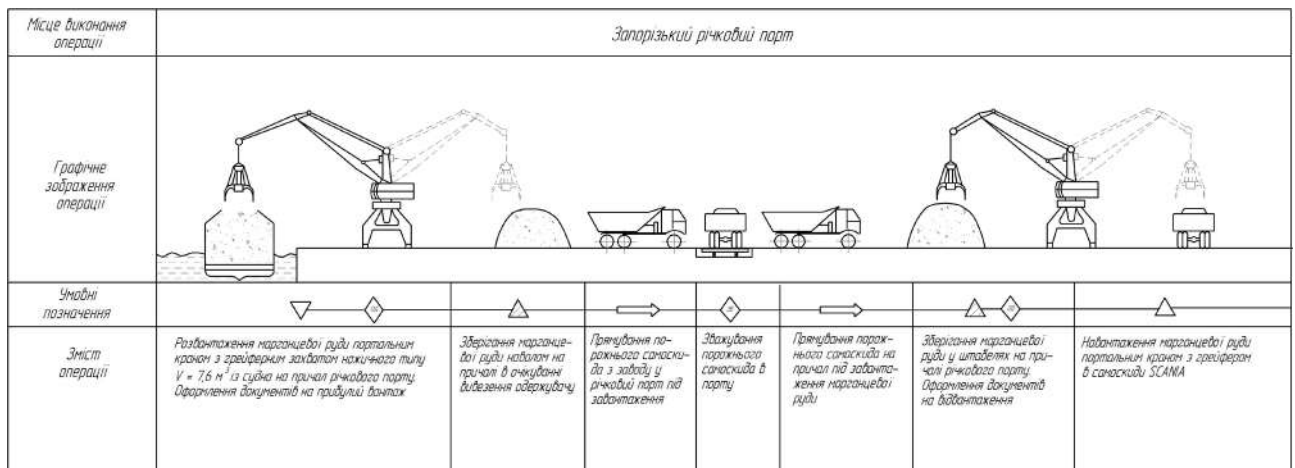
По завершенні завантаження і отримання документів на вивезення руди, автомобіль спочатку прямує на ваги, де зважується. За підсумками зважування визначається маса завантаженої руди і завершується оформлення ТТН. Автомобіль-самоскид відправляється на феросплавне підприємство.

Транспортно-технологічна схема перевалки марганцевої руди в порту в цілому складається з таких операцій:

- прибуття судна трюмного типу в порт та швартування його на причалі № 6 під розвантаження;

- вивантаження першого шару руди з судна портальним краном із грейферним захватом на причальний склад;
- подача на судно портальним краном зачисної машини для підгрібання руди від бортових перебирань в просвіт люкового отвору трюму;
- розвантаження залишків руди з судна на причал;
- виконання митних операцій з оформлення ввезення марганцевої руди;
- зачищення трюмів після вивантаження зачисною машиною і вивантаження залишків руди на причал;
- переміщення зачисної машини з судна на причал портальним краном з траверсним захватом;
- завершення зачищення трюмів докерами «під мітлу»;
- по завершенні розвантаження, бульдозерами формуються штабелі з урахуванням протипожежних проїздів і встановлюються підпирні стійки;
- для захисту від опадів штабелі з рудою накриваються брезентом;
- марганцева руда зберігається на причалі № 6 в очікуванні вивезення на феросплавне підприємство;
- після прибуття автомобілів-самоскидів марганцева руда завантажується в кузов портальним краном;
- вивезення марганцевої руди на феросплавний завод автомобілями-самоскидами.

Існуюча технологічна схема перевалки марганцевої руди в порту і перевезення на промислове підприємство показана на рис. 1.3.



Умовні позначення:

- навантаження;
- розвантаження;
- зважування;
- транспортування;
- оформлення документів;

Рисунок 1.3 – Транспортно-технологічна схема перевалки марганцевої руди за існуючою технологією

1.7 Недоліки існуючого технологічного процесу перевалки і пропозиції з його удосконалення

Аналіз існуючої технології перевалки в порту і перевезення на феросплавне виробництво марганцевої руди показав недоліки, а саме:

- судна в порту довго знаходяться в порту під розвантаженням внаслідок неефективних судно-годинних норм, тому що для перевалочних операцій використовується грейфер невеликого об'єму;

- в технологічному процесі вивантаження судна залучається зачисна машина для переміщення руди від бортових перебирань до просвіту люкового отвору для можливості вивантаження залишків вантажу. При розвантаженні звичайним двощелепним грейфером немає можливості розвантаження проводити ретельно;

- внаслідок постійного дорожчання дизельного палива та відносно невеликої вантажопідйомності автомобілів-самоскидів є значні витрати на перевезення руди з порту на феросплавний завод. Тим паче, із збільшенням обсягів перевалки марганцевої руди в період післявоєнного відновлення ці витрати будуть тільки збільшуватися.

Для підвищення ефективності технологічного процесу перевалки в порту і перевезення марганцевої руди на феросплавне виробництво пропонується:

- для зменшення часу обробки судна в порту та зниження витрат на перевалку марганцевої руди треба порталні крани обладнати грейферами більшої вантажопідйомності та ємності. Пропонуються грейфери ножичного типу, які і розвантажують руду і виконують штивку вантажу в трюмі. Це дозволяє не залучати до вивантаження зачисну машину;

- за рахунок скорочення часу на перевалочні операції буде зменшена плата за обробку судна в порту, яка нараховується за кожну годину простою на причалі під розвантаженням. За умовами контрактів на поставку марганцевої руди FOB (франко-борт) витрати на оплату перевалочних робіт в порту прибуття покладаються на одержувача вантажу, тому скорочення часу дозволить скоротити портові витрати.

Ці витрати оплачуються одержувачем, тому що поставка руди здійснюється за контрактами, які укладені за базисом поставки FOB (франко-борт). За такою умовою витрати на транспортування та обробку вантажу в порту призначення покладаються на одержувача, тобто на феросплавний завод;

- для скорочення витрат на перевезення руди з порту на феросплавне підприємство пропонується, з урахуванням збільшення обсягів надходження мар-

ганцевої руди в період післявоєнного відновлення, використовувати залізничний транспорт – піввагони.

Зроблені пропозиції обґрунтуємо технологічними і економічними розрахунками, а це дасть можливість обрати більш ефективний варіант технологічного процесу перевалки і перевезення марганцевої руди.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка пропонованої технології перевалки й доставки марганцевої руди

Марганцева руда надходить від закордонних постачальників у Запорізький річковий порт для подальшої доставки на феросплавний завод.

В основному, марганцева руда поступає в порт в суднах трюмного типу сполучення «ріка – море», якщо доставляється від закордонних постачальників країн чорноморського басейну. Якщо постачання відбувається з Гани - світового лідера з добувчї марганцевих руд, то спочатку морські судна великої водотоннажності доставляють руду на зовнішній рейд морського торгового порту (один з портів великої Одеси або порт Миколаїв), а потім відбувається перевантаження на річкові судна за технологічною схемою «борт – борт», яка значна дешевша, ніж перевалка за схемою «борт – склад – борт» на причалах порту. Крім того, рейдове перевантаження дозволяє приймати судна типу Panamax, Post-Panamax і більше до повної осадки, що не завжди можливо у портах.

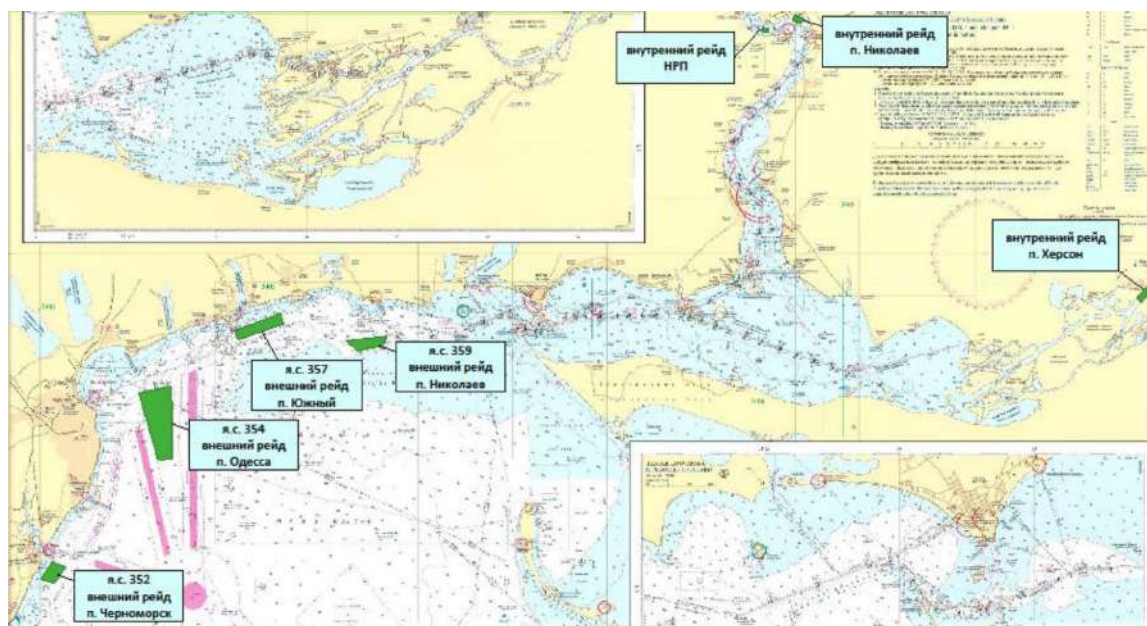


Рисунок 2.1 – Рейдове перевантаження в портах України

Стосовно технології перевезення, то вона залишається незмінною: руда завозиться навалом в трюмних суднах.

Для забезпечення підвищення швидкості обробки суден в річковому порту з урахуванням збільшення обсягів поставок в період післявоєнного відновлення річкової інфраструктури і відновлення обсягів феросплавного виробництва необхідно застосувати більш ефективні засоби перевантажувальних робіт.

Для вивантаження пропонується застосувати грейфер ножичного типу великого об'єму, що дозволить скоротити не тільки сталійний час при розвантаженні судна, а й прискорити технологічний процес завантаження наземних транспортних засобів.

Грейфери ножичного типу [15,16] працюють за принципом ножиців. Є два блоки, що огинаються тросами. Вони мають високий Коефіцієнт захвату ножичних грейферів складає 2,05-2,10, що в півтори рази більше, ніж у звичайних (1,5-1,7). Особливість конструкції міститься в тому, що спочатку, коли щелепи повністю відкриті, сила риття не дуже велика, а з часом їхнього закриття, сила стає більша і доходить до максимального значення, яке необхідно для захвату руди. Оскільки щелепи грейферу мають велике значення отвору, то це дозволяє збільшити площу захвату. Це дозволяє зачищати трюми суден без участі зачисної машини, зменшує трудовитрати часу та знижує загальні витрати на переробку за рахунок зниженої акордної ставки. Після вивантаження достатньо провести сухе зачищення трюмів без застосування додаткових механізмів.

Технічні параметри грейфера ножичного типу дані в табл. 2.1 [16], а його зображення – на рис. 2.2. На рисунку 2.3 показані основні габаритні параметри пропонованого для вантажопереробки грейфера.

Таблиця 2.1 – Технічні параметри ножичного грейфера

Найменування параметру	Значення
Вантажопідйомність крану, т	20,0
Власна маса грейферу, т: не більш	3,0
Максимальна маса вантажу в грейфері, кг	13,0
Розмах щелеп D, мм	4590
Довжина закритого грейферу C, мм	2675
Ширина щелеп E, мм	2000
Висота грейферу відкритого B, мм	4475
Висота грейферу закритого A, мм	4325
Діаметр сталюого тросу, мм	Ø26
Діаметр блоку, мм	Ø560
Висота грейферу при роботі, м	10,0



Рисунок 2.2 – Грейфер ножичного типу

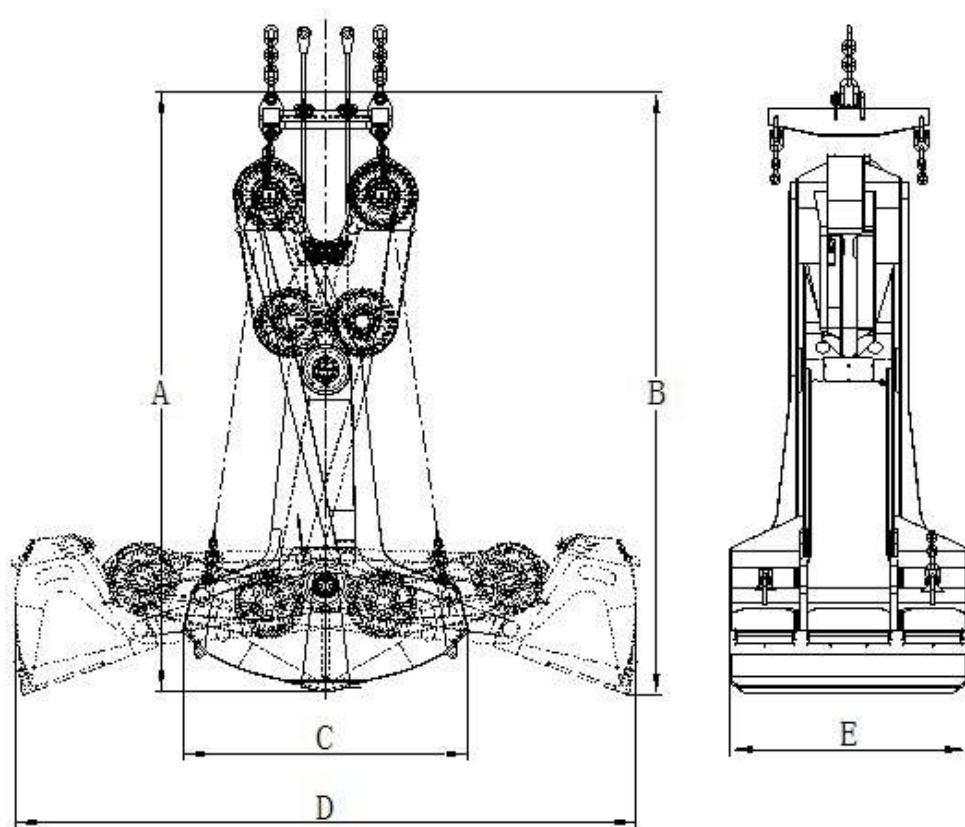


Рисунок 2.3 – Основні габаритні параметри грейфера

З урахуванням значного збільшення обсягів завезення марганцевої руди в порт для феросплавного виробництва у повоєнний час пропонується для вивезення з порту на виробництво використовувати залізничні піввагони замість самоскидів, які застосовуються на цей час.

Пропонований варіант технологічної схеми для доставки марганцевої руди на Запорізький завод феросплавів дозволить:

- ліквідувати зайву операцію з очищення трюмів судна від залишків марганцевої руди із застосуванням бульдозерів (зачисної машини);
- значно скоротити сталійний час обробки судна з марганцевою рудою в річковому порту;
- підвищити продуктивність перевізного процесу при вивезенні руди з річкового порту на підприємство залізничним транспортом.

Пропонована схема технологічного процесу доставки марганцевої руди на феросплавне виробництво показано на рисунку 2.4.

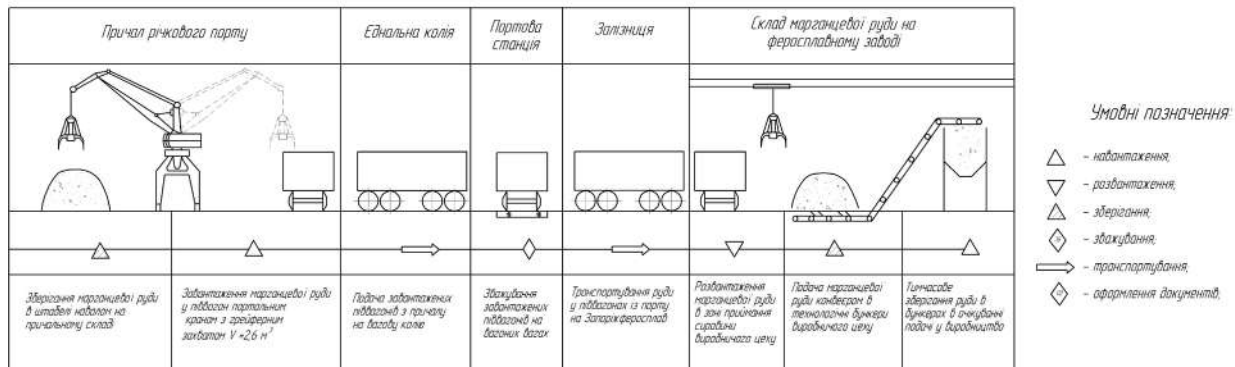
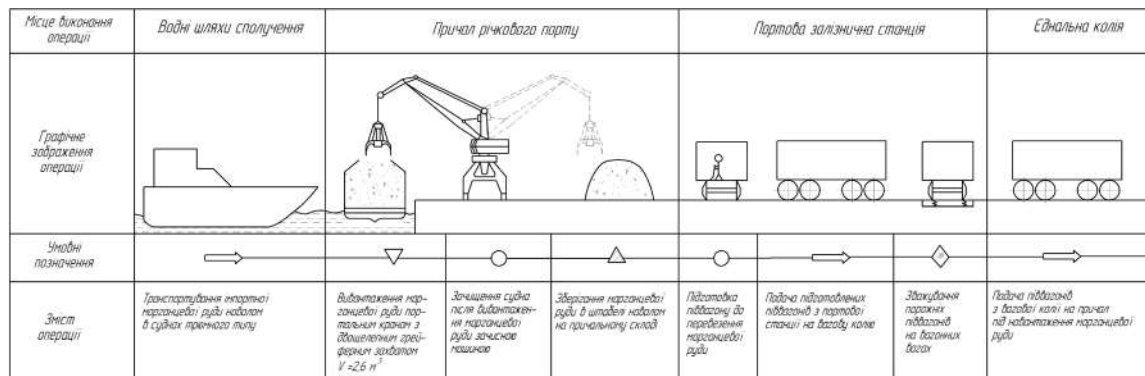


Рисунок 2.4 – Пропонована схема технологічного процесу доставки марганцевої руди на феросплавне виробництво

2.2 Визначення розрахункових вантажопотоків марганцевої руди

Для виконання технологічних розрахунків для реалізації пропозицій необхідно визначити розрахункові вантажопотоки надходження марганцевої руди в Запорізький річковий порт та її відвантаження на феросплавне підприємство. Всі розрахунки виконуємо з урахуванням нерівномірності надходження руди в порт, тобто коефіцієнту нерівномірності.

Були проаналізовані дані з надходження і вивантаження марганцевої руди в річковому порту за період навігації минулих, довоєнних років, з 1 березня по 15 листопада. Загальна тривалість навігації склала 260 діб.

Результати обробки варіаційного ряду з прогнозованих обсягів надходження марганцевої руди в порт в умовах післявоєнного відновлення представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати обробки даних з надходження марганцевої руди в порт

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

Після визначення середньоквадратичного відхилення ($\sigma = 853,43$) розраховуємо коефіцієнт варіації і коефіцієнт нерівномірності, який склав 1,5277.

Вантажопотік марганцевої руди за умов післявоєнного відновлення прогнозується на довоєнному рівні 87900 т/рік.

Для виконання всіх необхідних технологічних розрахунків необхідно визначити добовий вантажопотік за формулою (3.12) [17]:

$$Q_{\text{доб}}^{\text{м.руда}} = \frac{87900 \cdot 1,5277}{260} = 516,48 \text{ т/добу.}$$

Оскільки за пропозиціями передбачається використання залізничного транспорту для вивезення марганцевої руди з порту, визначимо середній добовий вагонопотік за формулою (3.11) [17] за умови, що середнє завантаження одного вагону складає 68,0 т:

$$n_{mз} = \frac{516,48}{68,0} = 7,79; \text{ приймаємо } 8 \text{ вагонів.}$$

Розраховані значення будемо використовувати при виконанні технологічних розрахунків.

2.3 Визначення параметрів складу марганцевої руди на причалі

Параметри складу на причалі порту заснована залежать від вантажопотоку надходження вантажу й часу його зберігання на причалі порту.

Для визначення необхідної ємності складу марганцевої руди спочатку визначаємо інтервал між прибуттям під розвантаження за формулою [17]:

$$I = T : \frac{Q_{річн}^{np}}{q_{пост}}, \quad (2.1)$$

де T - тривалість періоду навігації, діб; за даними порту 260 діб;

$Q_{річн}^{np}$ - обсяг надходження марганцевої руди в річковий порт протягом періоду навігації, т/рік; за вихідними даними 87900,0 т/рік;

$q_{пост}$ - розмір суднової партії руди, т; приймаємо 3000,0 т.

$$I = 260 : \frac{87900}{3000} = 8,9 \text{ діб; приймаємо } 9 \text{ діб.}$$

Необхідна ємність складу марганцевої руди на причалі обчислюється за формулою [18]:

$$E_{скл} = \frac{Q_{скл} \cdot t_{зб} \cdot K_n}{T_{нав}}; \quad (2.2)$$

де $Q_{скл}$ - кількість марганцевої руди, що проходить через склад на причалі, т.

Оскільки перевантаження марганцевої руди відбувається за схемою

«судно – склад – наземний транспорт», то це значення від

повідас значенню вантажопотоку за період навігації: 87900 т/рік;

$t_{зб}$ - час зберігання марганцевої руди на причалі, діб; залежить від

інтервалу прибуття суден у порт і по розрахунках склав 9 діб;

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

$$E_{скл} = \frac{87900 \cdot 9 \cdot 1,5277}{260} = 4648 \text{ т.}$$

Нормативна місткість складу марганцевої руди на причалі повинна задовольняти умові [18]:

$$1,3 \cdot Q_{суд} \leq E_{скл} \leq 2,5 \cdot Q_{суд}, \quad (2.3)$$

де $Q_{суд}$ - вантажопідйомність розрахункового судна, т.

Максимальна кількість марганцевої руди, що надходить на судні, становить 3000 т; виходячи із цього значення і будемо провадити розрахунок:

$$3900 \text{ т} \leq E_{скл} = 4648 \text{ т} \leq 7500 \text{ т.}$$

Зазначена умова (2.3) виконується, тому ємність складу на причалі відповідає розрахунковому значенню.

Знаючи потрібну ємність складу марганцевої руди визначимо необхідну площу для її зберігання. Зберігається марганцева руда у штабелі, для якого об'єм визначаємо за формулою [19]:

$$V_{ум} = H(L - H \cdot ctg\varphi) \cdot (B - ctg\varphi), \quad (2.4)$$

де H - значення висоти штабелю марганцевої руди, м;
 L - визначена довжина нижньої підстави штабеля, м;
 B - ширина штабелю марганцевої руди, м;
 ρ - кут природного укосу марганцевої руди в стані спокою, град; $\varphi = 45^\circ$;
 $\operatorname{ctg} 45^\circ = 1$.

Довжина виділеного фронту постановки вагонів для перевантаження марганцевої руди на причалі складає 90,0 м (для 6 чотиривісних вагонів розрахунковою довжиною 15,0 м).

Висоту штабелю визначаємо відповідно до технічних можливостей засобу механізації, яким виконується перевантаження. Причал обслуговується портальним краном, тому приймаємо висоту штабелю $H = 5,0$ м.

Ширину штабелю визначаємо шириною площадки для складування на причалі, яка становить 20,0 м.

Потрібний об'єм штабелю для зберігання марганцевої руди складе:

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

Розрахункова теоретична ємність штабелю визначиться за формулою:

$$E_{\text{скл}} = V_{\text{шт}} \cdot \rho_{\text{т}}.$$

де ρ - питома маса марганцевої руди, т/м³; за нормативними даними питома маса складає $\rho = 2,0$ т/м³.

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

Теоретична ємність штабелю відповідає необхідній ємності складу і може забезпечити зберігання в порту марганцевої руди до її вивезення на підприємство.

Габаритні розміри причального складу марганцевої руди – 90×20 м.

З урахуванням прийнятої висоти складування, необхідно забезпечити відстань від зовнішньої грані голівки прилеглої до штабелю вантажу рейки не менш, ніж 2,5 м. А мінімальна відстань від виступаючих частин крана передбачаємо не менш 0,7 м за умовою забезпечення виконання нормативних вимог проектування складів на причалі.

Схему причального складу марганцевої руди показано на рис. 2.5.

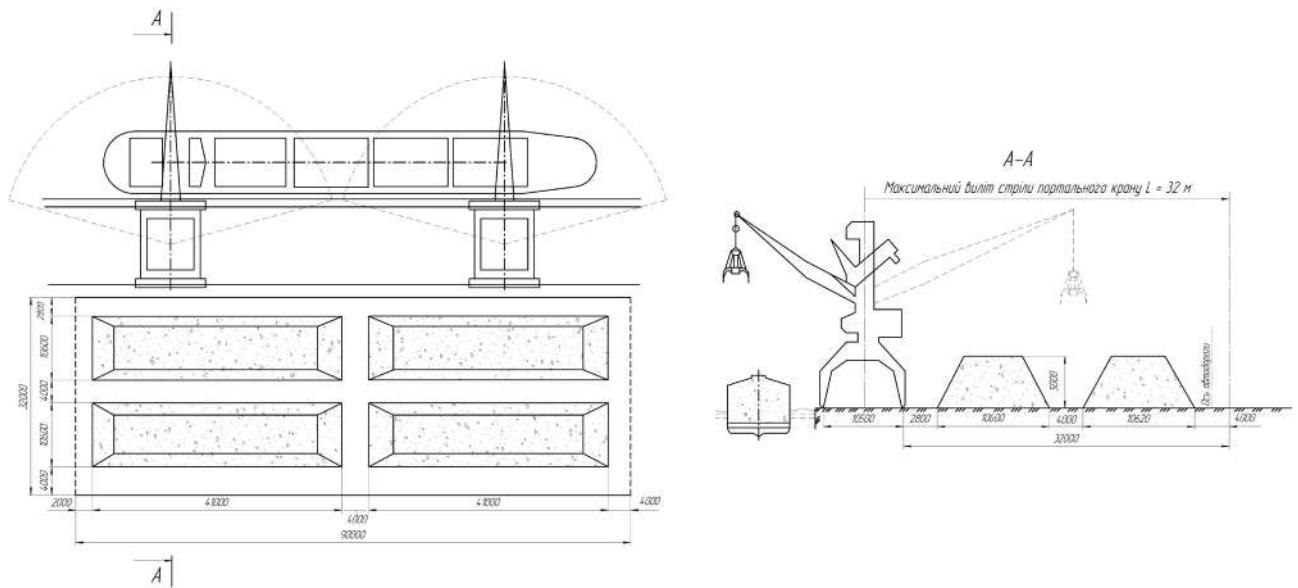


Рисунок 2.5 – Планування причального складу марганцевої руди на причалі річкового порту

На причальному складі марганцевої руди передбачаємо протипожежний проїзд шириною 4,0 м відповідно до вимог правил протипожежної безпеки.

За компонувальною схемою склад складається із двох технологічних зон, розділених поперечним проїздом для автотранспорту шириною 4,0 м. З обох сторін сторону поперечного проїзду проектуємо по 2 штабеля довжиною по 41,0 м.

2.4 Організація перевалки марганцевої руди в річковому порту

2.4.1 Розрахунок продуктивності порталних кранів

У Запорізькому річковому порту всі перевантажувальні операції виконуються, в основному, порталними кранами. На причалі 6, де вивантажується й зберігається марганцева руда в очікуванні вивозу на підприємство, працюють порталні крани, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.2.

Продуктивність порталних кранів, як і всіх механізмів періодичної дії, визначається за формулою (3.6) [17].

Для визначення продуктивності необхідно розрахувати кількість марганцевої руди, що перевантажується грейфером за один цикл, і тривалість одного циклу роботи порталного крану.

Кількість марганцевої руди, що переробляється грейфером за один цикл, визначимо за формулою [20]:

$$q_u = V \cdot \rho \cdot K_{зан}, \quad (2.5)$$

де V - об'єм грейферу, що використовується для перевантаження марганцевої руди, м³;

ρ - питомий об'єм вантажу, т/м³. Для марганцевих руд за технічними умовами це значення знаходиться в межах від 1,9 т/м³ до 2,2 т/м³; в розрахунках приймемо $\rho = 2,0$ т/м³;

$K_{зан}$ - коефіцієнт заповнення грейферу, який залежить від гранулометричного складу вантажу. В розрахунках приймемо 0,85.

Оскільки за пропозиціями використовується грейфер ножичного типу ($V = 7,6$ м³), а за діючими умовами – звичайний двощелепний ($V = 2,6$ м³), то визначимо кількість марганцевої руди для обох варіантів:

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

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

Для технологічних розрахунків використовується значення не технічної, а експлуатаційної продуктивності, яка враховує технологічні та вимушені перерви в роботі механізму і визначається за формулою (3.7) [17]. Коефіцієнт використання портального крану за часом в розрахунках приймаємо 0,85.

Тривалість циклу портального крану розраховується за формулою [21]:

$$t_u = t_z + t_e + \left(\frac{4H}{v_{ван}} + \frac{2L_{кр}}{v_{кр}} + \frac{2\beta \cdot 60}{n_{об} \cdot 360} \right) \cdot \varphi, \quad (2.6)$$

де t_z - час на захват марганцевої руди, с; для двощелепного грейфера 18 с, для грейфера ножичного типу – 12 с (за технічними характеристиками);
 t_e - час висипання марганцевої руди з грейфера, с; відповідно 16 і 10 с;
 H - висота підйому грейфера при перевантаженні марганцевої руди, м;
 $v_{ван}$ - швидкість підйому та спуску вантажу, м/с; за технічними параметрами крану $v_{ван} = 0,20$ м/с;
 $L_{кр}$ - середня відстань пересування портального крану на причалі при перевантаженні марганцевої руди портальним краном, м;
 $v_{кр}$ - значення нормативної швидкості пересування портального крану, м/с; за технічною характеристикою $v_{кр} = 0,42$ м/с;
 β - кут повороту стріли портального крану протягом циклу перевантаження; при виконанні розвантаження судна $\beta = 180^\circ$; при завантаженні наземного транспорту $\beta = 90^\circ$;
 $n_{об}$ - швидкість обертання стріли портального крану, $n_{об} = 1,6$ об/хв.;

φ - коефіцієнт сполучення операцій циклу портального крану у часі ;

В розрахунках приймаємо $\varphi = 0,8 \dots 0,85$.

Розрахунок тривалості циклу портального крану необхідно виконати для діючого й пропонованого варіантів перевалки марганцевої руди, а також для всіх транспортних засобів (судно, вагон, автомобіль).

Існуюча технологія

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

Тривалість циклу й продуктивність портального крану при розвантаженні марганцевої руди із судна за діючою технологією складуть:

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

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

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

Тривалість циклу й продуктивність портального крану при завантаженні марганцевої руди в автомобілі-самоскиди за діючою технологією складуть:

$$t_{\text{ц}}^{\text{авт}} = 18 + 16 + \left(\frac{4 \cdot 4}{0,2} + \frac{2 \cdot 5}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 120 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}}^{\text{авт}} = \frac{4,42 \cdot 3600}{120} = 132,6 \text{ т/год.};$$

$$П_{експл}^{авт} = 132,6 \cdot 0,80 = 106,08 \text{ т/год.}$$

Пропонована технологія

Марганцева руда суднами також надходить навалом. Всі перевантажувальні операції виконуються портальним краном із ножичним грейферним захватом $V_{грей} = 7,6 \text{ м}^3$; кількість руди в грейфері за розрахунками склала 12,92 т.

Тривалість циклу й продуктивність портального крану при розвантаженні марганцевої руди із судна за пропонованою технологією складуть:

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

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

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

Тривалість циклу й продуктивність портального крану при завантаженні марганцевої руди у залізничні вагони за пропонованою технологією складуть:

$$t_{ц}^{ваг} = 12 + 10 + \left(\frac{4 \cdot 7}{0,2} + \frac{2 \cdot 20}{0,42} + \frac{2 \cdot 90 \cdot 60}{1,6 \cdot 360} \right) \cdot 0,8 = 240 \text{ с;}$$

$$П_{техн}^{ваг} = \frac{12,92 \cdot 3600}{240} = 193,79 \text{ т/год.};$$

$$П_{експл}^{ваг} = 193,79 \cdot 0,80 = 155,0 \text{ т/год.}$$

На підставі розрахованих значень визначимо час простою транспортних засобів під вантажними операціями в порту.

2.4.2 Визначення часу на перевантажувальні операції в річковому порту

Загальний час виконання операцій перевантажувального процесу передбачає урахування:

- виду та особливостей вантажу, що перевантажується;
- типу кранового механізму та технологічної схеми, за якою виконується перевалка вантажу;
- для порталних кранів також враховують кут повороту стріли;
- параметрів висоти підйому-опускання вантажозахватного пристрою, відстані переміщення крану на причалі під час перевантаження марганцевої руди та інші параметри.

При розрахунках тривалості простою транспортних засобів на вантажних фронтах річкового порту враховують не тільки час на навантаження або розвантаження, а й час на операції, які виконуються до початку вантажної операції (підготовчі), та операції, які виконуються після її завершення (заклучні операції).

Загальний час простою транспортних засобів на вантажних фронтах річкового порту розраховується за формулою (3.4) [17].

Час вантажної операції, що входить в загальний час простою транспортного засобу, залежить від продуктивності механізму при обробці певного його типу, та необхідності виконання допоміжних операцій, які виконуються протягом процесу навантаження або розвантаження, визначається за формулою (3.5) [17].

Загальний час простою транспортних засобів в порту при виконанні перевантажувальних операцій визначає мого для діючої та пропонованої технології перевалки марганцевої руди.

За *пропонованою технологією* розрахуємо:

- час обробки судна на причалі при вивантаженні марганцевої руди;
- час простою автомобілів-самоскидів при навантаженні марганцевої руди.

За пропонованою технологією розраховуємо:

- час обробки судна на причалі при вивантаженні марганцевої руди із застосуванням грейфера ножичного типу;
- час обробки подачі вагонів на причалі при навантаженні руди.

Визначення часу обробки судна в порту

При розвантаженні марганцевої руди із судна на причал, у сталійний час, який нормується чартером на фрахтування судна, крім тривалості розвантаження за судно-годинними нормами входять різні операції

Підготовчі операції:

- швартування судна біля причалу: 0,25 год.;
- сюрвеєрські виміри осадки судна до початку розвантаження: 1,0 год.;
- виконання відповідних розрахунків з осадки судна з марганцевою рудою та оформлення акту сюрвейєрського виміру судна до розвантаження – 1,0 год.;
- митний огляд судна, знімання митних пломб та відкриття люків для розвантаження судна : 0,5 год.

Загальний час виконання підготовчих операцій за існуючою і пропонованою технологією складає $t_{підг} = 2,75$ год.

Заключні операції:

- очищення трюмів після вивантаження:
 - а) за діючою технологією на зачищення одного трюму із використанням зачисної машини та зачищення «під мітлу» покладається 0,75 год.; загальна тривалість складе 3,0 год.;
 - б) за пропонованою технологією зачисна машина не використовується, оскільки грейфер ножичного типу підгрібає в трюмі майже всю руду, тому виконується тільки зачищення «під мітлу»: на один трюм 0,25 год.; загальний час зачищення – 1,0 год.;
- час закриття люків після вивантаження та їхнє опломбування представниками портової митної служби: 0,5 год.;

- сюрвейерські виміри осадки судна після завершення розвантаження і зачищення судна: 1,0 год.;
- оформлення сюрвейерського акту огляду судна після розвантаження: 1 год.;
- відшвартування судна без вантажу від причалу: 0,25 год.

Таким чином, загальна тривалість підготовчих операцій становить по обох варіантах $t_{підг} = 2,75$ год.

Загальний час виконання заключних операцій:

- за існуючою технологією складає $t_{закл} = 5,75$ год.;
- за пропонованою технологією $t_{закл} = 3,75$ год.

Розвантаження виконується двома порталними кранами.

Визначимо тривалість простою судна при розвантаженні марганцевої руди на причалі річкового порту:

- за існуючою технологією

$$T_{судно}^{існ} = 2,75 + \frac{1}{2} \cdot \frac{3000}{45,95} + 5,75 = 41,2 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 42,0 \text{ год.};$$

- за пропонованою технологією

$$T_{судно}^{пр} = 2,75 + \frac{1}{2} \cdot \frac{3000}{148,84} + 3,75 = 16,6 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 17,0 \text{ год.}$$

За існуючою технологією марганцева руда з порту вивозиться автотранспортом – автомобілями-самоскидами КамАЗ-65115. Визначимо час знаходження автомобіля на причалі при завантаженні марганцевої руди:

$$t_{вант}^{КамАЗ} = \frac{15,0 \cdot 60}{106,08} + 6 = 14,0 \text{ хв.};$$

$$T_{заг}^{КамАЗ} = 12 + 14 + 15 = 41,0 \text{ хв.}; \text{ приймаємо } 45,0 \text{ хв.} = 0,75 \text{ год.}$$

Оскільки довжина вантажного фронту на причалі відповідає фронту постановки із 6 піввагонів, то розрахуємо тривалість обробки однієї *подачі з 6 вагонів* при навантаженні марганцевої руди на причалі за *пропонованою технологією*:

$$t_{вант}^{пр} = \frac{68,0 \cdot 60}{155,0} + 20 = 48,0 \text{ хв.}; \text{ приймаємо } 1,0 \text{ год.};$$

$$T_{заг}^{ваг} = 15 + \frac{6}{2} \cdot 60 + 15 = 210 \text{ хв.} = 3,5 \text{ год.}$$

Уточнену тривалість обробки судна, автомобілів і вагонів на причалі порту визначимо тільки після побудови технологічних графіків.

2.4.3 Визначення загального часу роботи механізмів при вантажопереробці марганцевої руди

Для розрахунку економічних показників з витрат на перевалочні роботи в річковому порту необхідно визначити загальну кількість годин роботи механізмів при переробці марганцевої руди за навігацію по різних технологічних процесах.

Спочатку визначимо кількість транспортних засобів, що обробляється в порту за період навігації за формулою [21]:

$$n_{тз}^{нав} = \frac{Q_{нав}}{q_{тз}}, \quad (2.7)$$

де $Q_{нав}$ - обсяг перевантаження марганцевої руди за навігацію, т;
 $q_{мз}$ - кількість марганцевої руди в одному транспортному засобі, т:

Розрахунки виконуємо при наступних значеннях:

- обсяг переробки марганцевої руди $Q_{нав} = 87900$ т;
- завантаження судна: $q_{суд} = 3000$ т;
- завантаження вагону: $q_{ваг} = 68,0$ т;
- завантаження самоскида КамАЗ-65115: $q_{ам}^{КамАЗ} = 15,0$ т.

Кількість суден, що обробляється в порту за період навігації:

$$n_{суд}^{нав} = \frac{87900}{3000} = 30 \text{ суден.}$$

Кількість оборотів автомобілів-самоскидів КамАЗ-65115, які транспортують марганцеву руду з річкового порту на підприємство за існуючою технологією:

$$n_{КамАЗ}^{нав} = \frac{87900}{15,0} = 5860 \text{ оборотів автомобілів.}$$

Кількість вагонів, що відвантажується з порту за навігацію за пропонованою технологією:

$$n_{ваг}^{нав} = \frac{87900}{68,0} = 1326 \text{ вагонів.}$$

Визначимо кількість годин, відпрацьованих засобами механізації при вивантаженні й навантаженні марганцевої руди, за навігацію за існуючою і пропонованою технологіями.

Існуюча технологія

За розрахунковими даними час роботи портальних кранів становить:

- при розвантаженні одного судна

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

- при навантаженні одного автомобіля-самоскида КамАЗ-65116

$$t_{n.кр}^{ам} = \frac{15,0}{106,08} = 0,15 \text{ год.};$$

- загальний час роботи *портальних кранів* за навігацію при переробці марганцевої руди за існуючою технологією

$$\Sigma T_{n.кр}^{існ} = 66,0 \cdot 30 + 0,15 \cdot 5860 = 2859 \text{ год.}$$

За існуючою технологією у процесі розвантаження судна задіяні бульдозери, які виконують зачищення трюмів після вивантаження марганцевої руди. Крім того, бульдозери виконують зачищення габаритів автомобільного під'їзду після відвантаження руди у самоскиди. Час роботи бульдозера по зачищенню: судна – 3 год.; габаритів штабеля марганцевої руди після відвантаження вагонів на причалі – 0,08 год. на один автомобіль.

Загальний річний час роботи *бульдозерів*:

$$T_{бульд}^{існ} = 3,0 \cdot 30 + 0,08 \cdot 5860 = 559 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 560 \text{ год.}$$

Пропонована технологія

За розрахунковим даними час роботи портальних кранів складе:

- при розвантаженні одного судна

$$t_{п.кр}^{судно} = \frac{3000}{148,84} = 20,2 \text{ год.};$$

- при навантаженні одного вагона

$$t_{п.кр}^{вагон} = \frac{68,0}{72,33} = 0,94 \text{ год.}; \text{ приймаємо } 1,0 \text{ год.};$$

- час роботи кранів за навігацію за пропонованою технологією

$$\Sigma T_{п.кр}^{np} = 20,2 \cdot 30 + 1,0 \cdot 1326 = 1932 \text{ год.}$$

За пропонованою технологією за рахунок застосування грейфера ножичного типу після відвантаження руди з причального складу у піввагони відпадає необхідність використовувати для зачищення причалу бульдозери; достатньо зачищення «під мітлу».

В табл. 2.2 наведені розрахункові значення використання портових механізмів при вантажопереробці марганцевої руди в Запорізькому річковому порту за існуючою та пропонованою технологіями.

Таблиця 2.2 – Показники роботи механізмів при переробці марганцевої руди за різними технологіями

Засіб механізації	Місце виконання операції	Час роботи за навігацію, год.	
		існуючий	пропонований
Портальний кран	Порт	2859	1932
Бульдозер	Порт	560	-

2.5 Розробка технологічних графіків обробки суден на причалі річкового порту

Для підтвердження ефективності зроблених пропозицій та для уточнення часу на обслуговування транспортних засобів різних видів транспорту в порту необхідно розробити технологічні графіки.

Обслуговування судна включає в себе виконання всіх робіт та надання послуг, пов'язаних з оформленням прибуття-відходу судна, підготовкою судна до наступного рейсу (бункерування, водопостачання, навігаційне забезпечення, матеріально-технічне та продовольче постачання, ремонтні роботи без виводу судна з експлуатації тощо). Роботи з обслуговування судна повинні проводитися до початку та в процесі вантажних операцій.

Технологічний графік розробляємо для перевірки розрахованого сталійного часу та визначення стоянкового часу обробки судна, що є необхідною умовою для виконання умов договору перевезення вантажу морем – чартеру.

Стоянковий час обробки судна в порту – це загальний час перебування його в порту з моменту приходу його в порт, тобто після прибуття на рейд порту і передачі капітаном нотіса про готовність судна до розвантаження до моменту відходу судна з порту (зняття з якорю).

Під сталійним часом судна розуміють час, який порт повинен витримати за встановленими судно-часовими нормами при обробці та обслуговуванню судна з урахуванням максимального суміщення допоміжних операцій з виконання вантажних робіт.

Час на виконання технологічних операцій з обробки судна на причалі порту приймаємо за нормативами, встановленими зведенням звичаїв річкового порту. Нормативи наведені в табл. 2.3.

Час на вантажні операції було визначено раніше.

Таблиця 2.3 – Встановлений час на виконання операцій з обробки судна в річковому порту

Найменування операції	Час, год.
Прибуття судна на рейд порту й передача повідомлення	1,0
Одержання дозволу на захід судна в порт	1,0
Подача судна на причал – прибирання з причалу на рейд	0,25
Швартування – відшвартування судна	0,25
Проведення сюрвеєрських вимірів	1,0
Оформлення акту сюрвеєрського виміру осадки судна	1,0
Одержання дозволу від митних органів на розвантаження	0,5
Відкриття люків для вивантаження судна	0,5
Зачищення трюмів після розвантаження	
- існуюча технологія	3,0
- пропонована технологія	1,0
Одержання дозволу на вихід судна з порту	1,0
Відправлення судна з рейду порту в рейс	1,0

Технологічний графік обробки судна в порту за існуючою та пропонованою технологіями показано на рис. 2.6.

За графіком видно, що за рахунок застосування більш ефективного грейфера ножичного типу значно скорочується і сталійний і стоянковий час з обробки судна. Крім того, за пропонованою технологією немає необхідності зачищати трюми зачисною машиною, оскільки кут відкриття щелепів грейфера дозволяє практично без залишків в трюмі вивантажувати марганцеву руду.

Час обробки судна на причалі (сталійний час) становить:

- існуюча технологія: 42,0 годин;
- пропонована технологія: 17,0 годин.

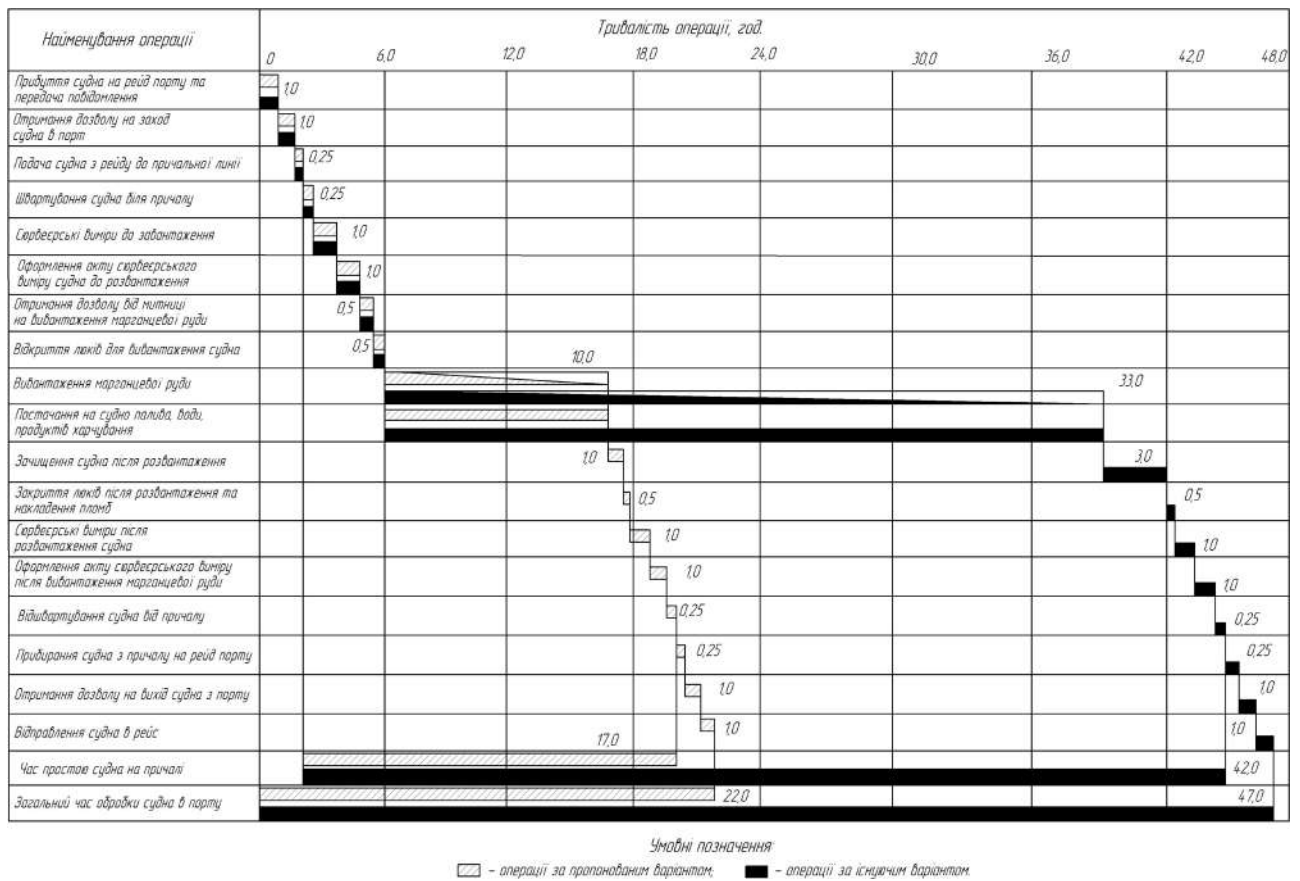


Рисунок 2.6 – Технологічні графіки обробки судна в порту при розвантаженні марганцевої руди

Повний час обробки судна в порту (стоянковий час) при вивантаженні марганцевої руди становить:

- існуюча технологія: 47,0 годин;
- пропонується технологія: 22,0 години.

Скорочення часу обробки судна в річковому порту складе:

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

За рахунок скорочення часу знаходження судна в порту під розвантаженням марганцевої руди скорочуються і витрати на обробку судна, які повинен заплатити порту судовласник або фрахтувальник, в залежності від виду чартеру на перевезення.

2.6 Організація завезення марганцевої руди з порту на феросплавне виробництво автотранспортом за існуючою технологією

За існуючою технологією доставка марганцевої руди з порту на Запорізький феросплавний завод виконується автомобілями-самоскидами КамАЗ-65116.

Для визначення доцільності впровадження пропонованої технології при перевезенні марганцевої руди з порту на підприємство необхідно визначити показники використання автомобільного транспорту за існуючою технологією з урахуванням збільшення обсягів її надходження в порт від закордонних поставальників.

Для визначення елементів перевізного процесу автотранспорту необхідно розробити технологічний графік обороту, який враховує не тільки час руху і тривалість обробки на вантажних фронтах, а й час на переміщення і виконання інших операцій на території порту та підприємства.

Нормування тривалості перебування автомобіля-самоскида в порту приведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Нормування тривалості перебування автомобіля в порту

Найменування операції	Час, хв.
Прибуття автомобіля в порт, пред'явлення подорожнього листа й відмітка прибуття	2,0
Прямування порожнього автомобіля від КПП на причал	3,0
Відмітка прибуття автомобіля	1,0
Передача ТТН і супровідних документів водієві	2,0
Завантаження марганцевої руди	25,0
Оформлення і реєстрація ТТН і пропуску на виїзд з порту	4,0
Прямування завантаженого автомобіля з причалу на КПП порту	3,0
Перевірка завантаженого автомобіля і документів на вантаж на КПП порту і вибуття	3,0
Загальний час перебування на території порту	43,0

Аналогічно визначено тривалість перебування автомобіля-самоскида на території феросплавного заводу. Загальний час склав 41,0 хв.

Технологічний графік роботи автомобіля-самоскида (на зміну) при перевезення марганцевої руди з порту на завод наведений на рис. 2.7.

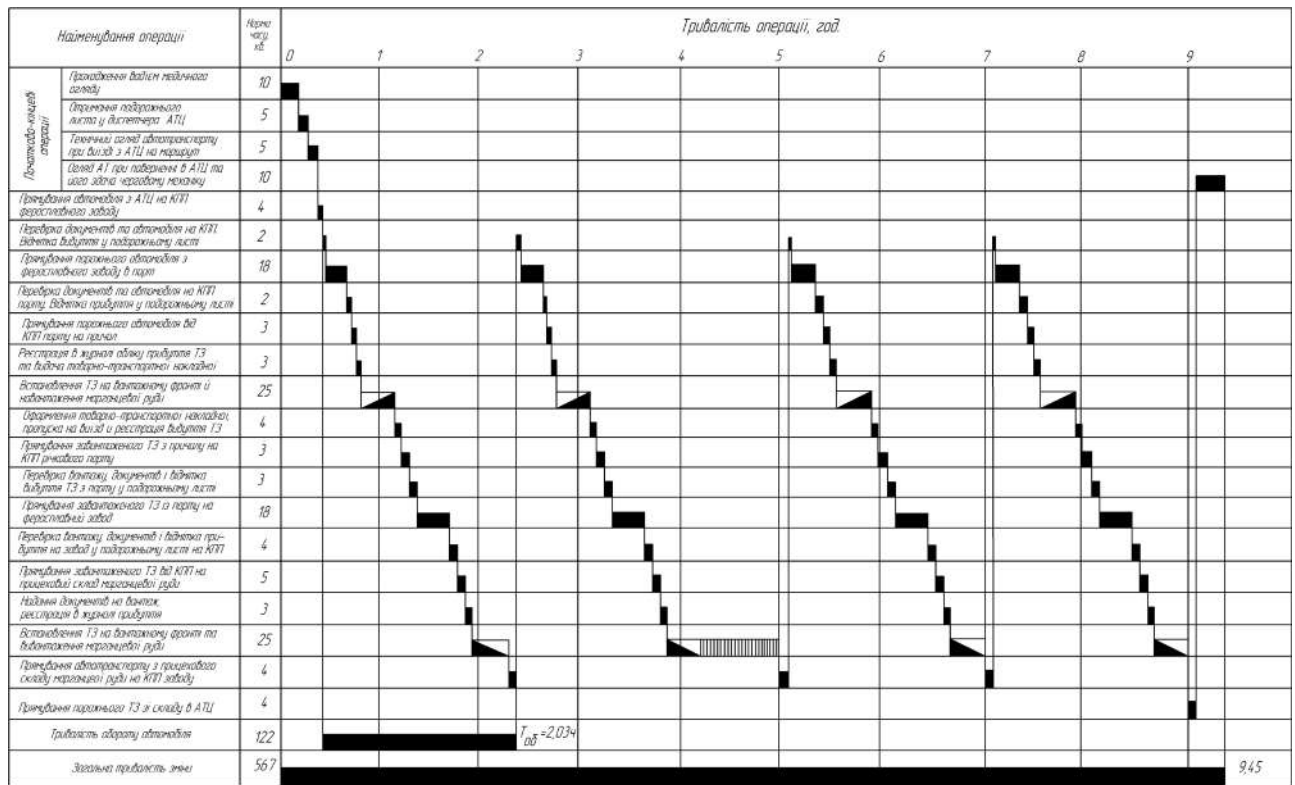


Рисунок 2.7 – Технологічний графік обороту автомобіля-самоскида

КамАЗ-65116 при перевезенні марганцевої руди

За графіком загальний час одного обороту на маршруті склав 2,0 год., а протягом зміни автомобіль працює (без урахування часу обідньої перерви) 9,0 год., що відповідає дозволений тривалості роботи водіїв протягом робочої зміни [22]. Кількість їздок, яку виконує автомобіль, протягом зміни – 5.

Визначимо парк автомобілів для забезпечення перевізного процесу на підприємстві обсяг перевезення марганцевої руди за формулою [23]:

$$N_{am} = \frac{Q_{доб}}{n_{зм} \cdot \Pi_{зм}}, \quad (2.8)$$

де $Q_{доб}$ - добова кількість перевезеної марганцевої руди автотранспортом, т;
 $n_{зм}$ - кількість змін роботи автотранспорту на маршруті; $n_{змін} = 1$;
 $\Pi_{зм}$ - змінна продуктивність роботи автомобіля, т/зміну.

Кількість робочих днів автотранспорту (без урахування вихідних і святкових днів) за навігацію становить 215 діб, тому добова кількість перевезеної марганцевої руди автотранспортом складе:

$$Q_{доб}^{am} = \frac{87900}{215} = 408,8 \text{ т/добу.}$$

Змінна продуктивність автотранспорту розраховується за формулою [23]:

$$\Pi_{зм} = q_{ван}^{am} \cdot E, \quad (2.9)$$

де $q_{ван}^{am}$ - кількість марганцевої руди в самоскиді, т; $q_{ам}^{вант} = 15,0$ т.

$$\Pi_{зм} = 15,0 \cdot 5 = 75,0 \text{ т/зміну.}$$

Необхідна кількість автомобілів-самоскидів для перевезення прогнозованих об'ємів марганцевої руди:

$$N_{am} = \frac{408,8}{1 \cdot 75,0} = 5,5; \text{ приймаємо } 6 \text{ автомобілів.}$$

Визначимо пробіг автомобілів КамАЗ-65115 за навігаційний період.

Протягом зміни кожний автомобіль виконує 5 оборотів.

Загальна кількість оборотів протягом доби складає $5 \cdot 6 = 30$ об.

Відстань між вантажними пунктами складає 7,2 км.

Пробіг за оборот: $7,2 \cdot 2 = 14,4$ км.

Нульові пробіги для одного автомобіля за зміну – 8,0 км; загальний нульовий пробіг для всіх автомобілів: $8,0 \cdot 6 = 48,0$ км.

Загальний пробіг на маршруті для 6 автомобілів: $14,4 \cdot 30 = 432,0$ км.

Кількість робочих днів за навігацію – 215 діб.

Загальний пробіг автомобілів КамАЗ-65115 з урахуванням нульових пробігів за навігаційний період складе:

$$L_{нав}^{КамАЗ} = (432,0 + 48) \cdot 215 = 103200 \text{ км.}$$

Загальний час роботи автомобілів за навігаційний період:

$$T_{нав}^{КамАЗ} = 9,0 \cdot 6 \cdot 215 = 11610 \text{ годин.}$$

Отримані значення будемо використовувати при розрахунку економічних показників пропозицій і для порівняння варіантів.

2.7 Розробка технологічних графіків обробки вагонів у порту

Для визначення доцільності використання залізничного транспорту для завезенні марганцевої руди на феросплавний завод в умовах післявоєнного відновлення річкових перевезень необхідно розробити технологічні графіки обробки вагонів в порту.

Тривалість технологічних операцій з обробки піввагонів на під'їзній колії річкового порту приймається за ЄТП роботи портової станції і порту і приведена в табл. 2.5.

Час обробки вагонів на причалі порту при навантаженні марганцевої руди приймаємо відповідно до виконаних розрахунків.

Вагони на причал під навантаження подаються подачами по 6 вагонів, що відповідає розрахунковій довжині фронту поставки вагонів. Інші вагони протягом часу обробки подачі на причалі знаходяться на портовій станції.

Таблиця 2.5 – Тривалість виконання операцій технологічного процесу обробки вагонів при завантаженні марганцевої руди

Найменування операції	Час, хв.
Операції з прибуття-вибуття вагонів по станції	5,0
Обробка складу по прибуттю на коліях станції	30,0
Обробка складу по відправленню зі станції	20,0
Розформування-формування складу поїзда	30,0
Підготовка вагона в навантаженні	60,0
Подача вагонів на вагову колію – збирання з вагової колії	6,0
Зважування 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
Навантаження марганцевої руди в піввагон	60,0
Оформлення вагонних листів (на 1 вагон)	3,0
Відмітка в книзі приймання вантажу до перевезення (на 1 вагон)	3,0
Оформлення перевізних документів (на 1 вагон)	3,0
Передача перевізних документів у товарну контору	5,0

Обробка подачі порожніх вагонів в порту при завантаженні марганцевою рудою відбувається в такий спосіб.

Порожні вагони (6 од.) з колій портової станції Порт Велике Запоріжжя маневровим порядком спочатку подаються на вагову колію для визначення їхньої маси без вантажу, в потім – на колію відстою для підготовки для завантаження (ущільнення кузова та устілання поліетиленом). Тривалість підготовки – 1,33 год.

Потім підготовані піввагони маневровим порядком подаються на причал 6 і розміщуються на двох навантажувальних коліях в прольоті портального крану. Локомотив відчіпляється і повертається на портову станцію.

Подані вагони перевіряються на готовність до завантаження, закріплюються гальмівними башмаками. Після подачі портальних кранів починається завантаження марганцевої руди. Кожен портальний кран завантажує по 3 вагони з подачі.

Технологічний графік обробки подачі порожніх вагонів при завантаженні марганцевої руди показано на рис. 2.8.

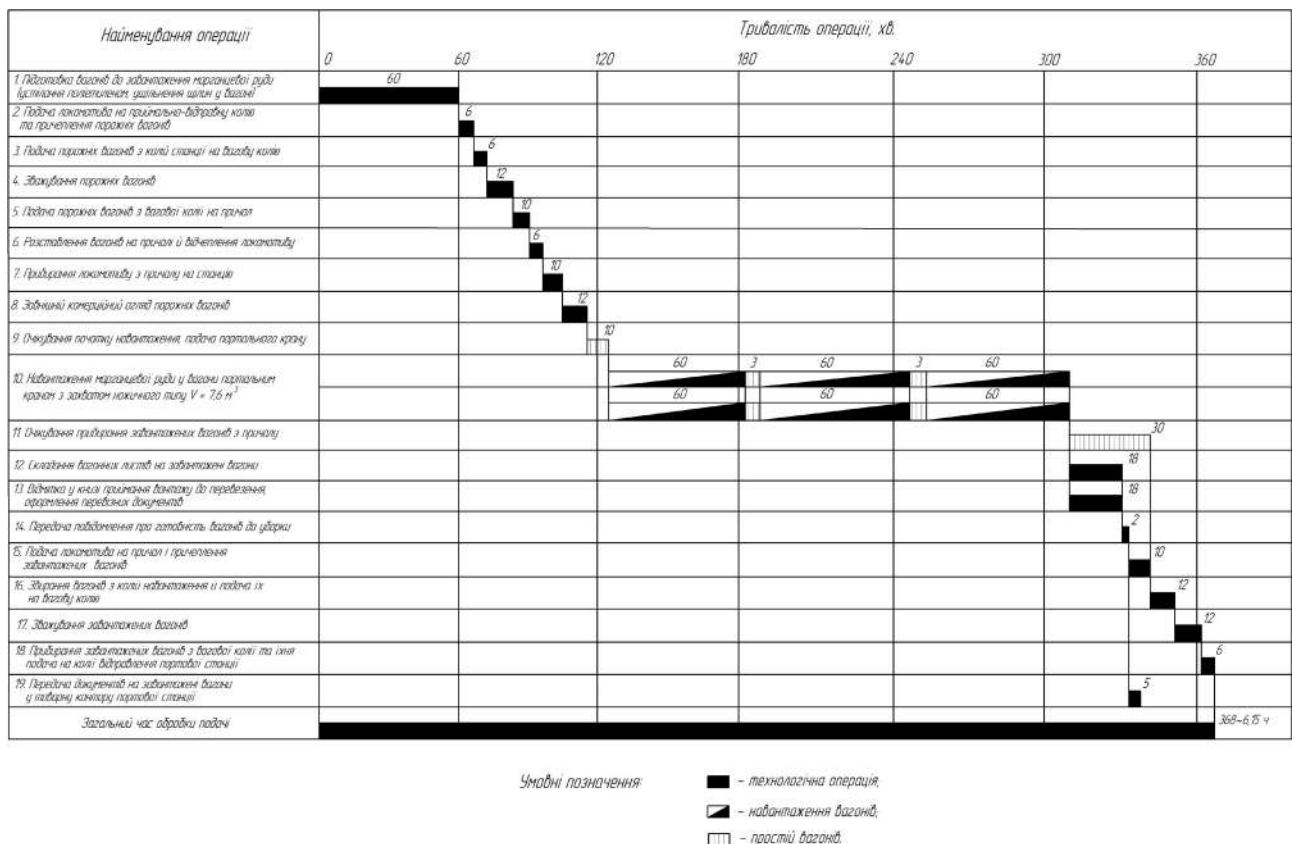


Рисунок 2.8 – Технологічний графік обробки подачі вагонів при завантаженні марганцевої руди

Сумарний час обробки подачі вагонів склав 386 хвилин (6,15 год.).

По завершенні завантаження передається повідомлення на портову станцію, подається маневровий локомотив і прибирає вагони на портову станцію.

Завантажені вагони спочатку зважуються на вагонних вагах для визначення кількості завантаженої марганцевої руди, а потім виставляються на приймально-відправну колію.

Таким же порядком обробляються всі подачі. Кількість подач – 4, оскільки порожні вагони надходять з загальної мережі у складі передатного поїзда з 24 вагонів.

Технологічний графік обробки передачі з 24 порожніх вагонів показано на рис. 2.9.

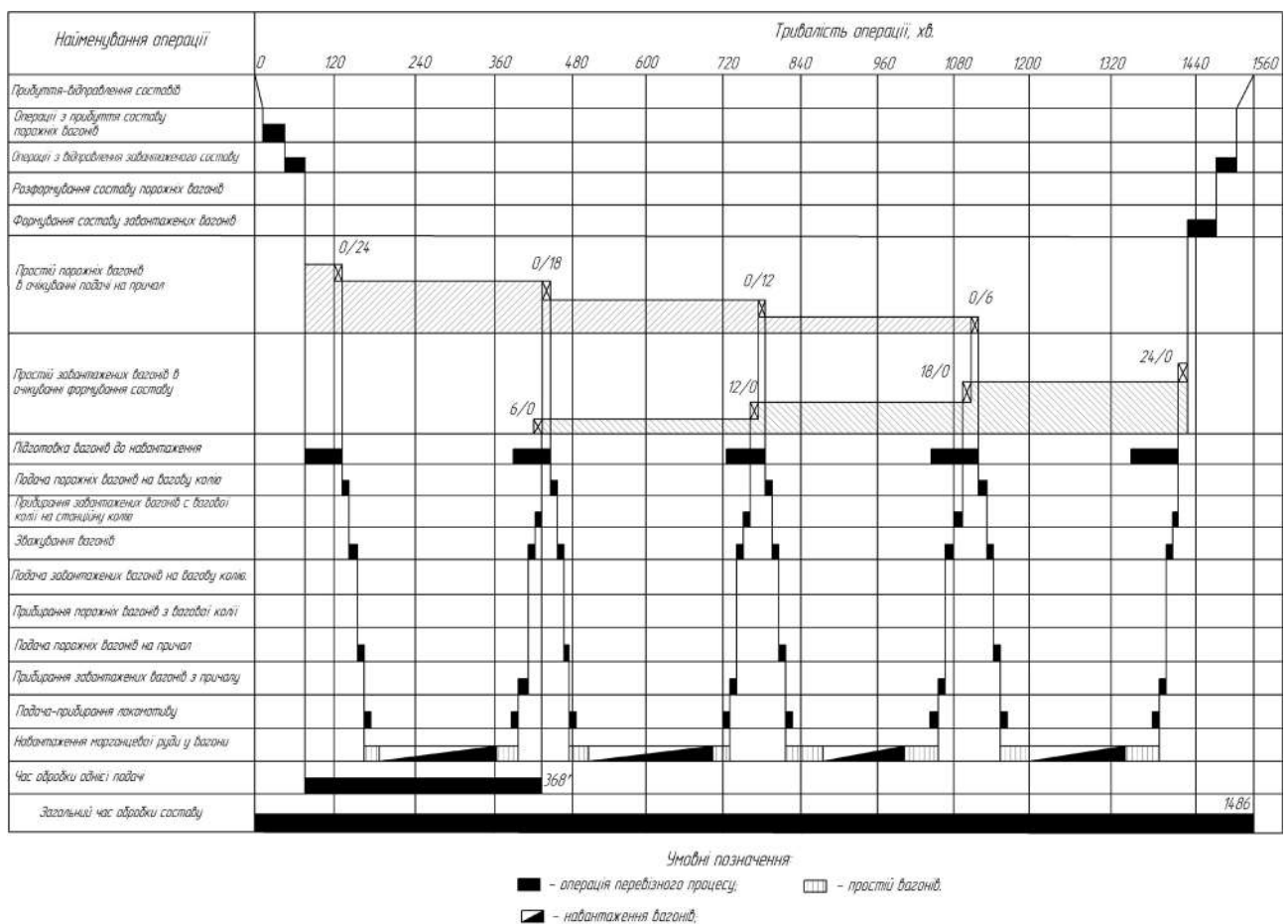


Рисунок 2.9 – Технологічний графік обробки передачі з 24 вагонів на коліях порту при завантаженні марганцевої руди

Після прибуття на портову станцію склад з 24 порожніх вагонів розформується на 4 подачі, і починається обробка кожної групи вагонів згідно технологічного графіка, показаного на рис. 2.8.

Після завершення завантаження всіх вагонів, состав формується, виконуються операції з відправлення і завантажені вагони прямують на феросплавний завод.

Сумарний час обробки на коліях порту склав 1486 хв. (24,8 год.).

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування зроблених пропозицій

В роботі було розглянуто питання постачання на Запорізький завод феросплавів від закордонних постачальників марганцевої руди за умовою післявоєнного відновлення і судноплавства по Дніпру і виведення обсягів виробництва феросплавів на довоєнний рівень.

За наявним технологічним процесом руда надходить навалом в суднах сполучення «ріка – море» або на річкових суднах, з попереднім перевантаженням на зовнішніх рейдах морських портів. В річковому порту руда вивантажується портальними кранами з двощелепним захватом. Потім судно зачищається спочатку механізованим способом (зачисною машиною, яка подається на судно кранами) внаслідок великої кількості залишків руди у трюмах, а потім вже – вручну, «під мітлу». Вивозиться руда з порту на підприємство автомобілями-самоскидами КамАЗ-65116, на умовах погодинної оренди.

За пропонованою технологією змінюється вантажозахватний пристрій на грейфер ножичного типу, який дозволяє практично повністю вивантажувати руду з трюмів, без застосування механізованого зачищення. І з урахуванням збільшених обсягів надходження марганцевої руди в порт, пропонується вивозити її на підприємство залізничним транспортом.

В даному розділі треба підтвердити доцільність зроблених пропозицій.

3.2 Додаткові капітальні вкладення за пропонованою технологією

Додаткові витрати за пропозиціями потрібні тільки для придбання сучасних грейферних захватів ножичного типу у кількості 2 од. для кожного пор-

тального крану, які виконують перевантажувальні операції на причалі, де вивантажується марганцева руда.

Вартість одного такого грейфера об'ємом 7,6 м³ складає 995000 грн.

Загальні додаткові витрати на придбання грейферів складуть:

$$\Sigma K_{\text{доп}} = 995000 \cdot 2 = 1990000 \text{ грн.}$$

Для економічних розрахунків треба знати балансову вартість наявної технічної бази, яку наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Балансова вартість технічної бази

Найменування устаткування і транспортного засобу	Кількість	Вартість, грн.	
		одиниці	загальна
Існуюча технологія			
Бульдозер	1	534000	534000
Двощелепні грейфери $V= 2,6 \text{ м}^3$	2	175000	350000
Загальна вартість			884000
Пропонована технологія			
Ножичні грейфери $V= 7,6 \text{ м}^3$	2	995000	1990000
Загальна вартість			1990000

3.3 Експлуатаційні витрати на перевалочні операції з марганцевою рудою в річковому порту

Загальні експлуатаційні витрати на виконання перевалочних операцій в порту визначаються за формулою (4.28) [24] і включають витрати на виплати заробітної плати робітникам з нарахуваннями, ремонт та амортизацію засобів вантажопереробки, електроенергію та паливо тощо.

В процесі перевалки руди за *існуючою технологією* зайняті докери-механізатори, сигнальники, вантажники та водій зачисної машини.

Кількість годин, відпрацьованих механізаторами, відповідає кількості відпрацьованих годин механізмами. Такий самий час працюють і сигнальники. Цей час було визначено розрахунками в основній частині. Відпрацьований час докерів, зайнятих ручною працею по зачищенню судна та габаритів після відвантаження руди в автотранспорт, визначається за технологічними картами річкового порту.

Загальний час роботи за навігаційний період:

- докери-механізатори (кранівники) і сигнальники: 2859 год.;
- водій бульдозера: 560 год.

Час роботи докерів по зачищенню судна і габаритів штабелю на бригаду за технологічною картою 4-1-Н на одно судно складає 55,8 год. Кількість суден, оброблених в порту за навігацію: 30. Загальний час: $55,8 \cdot 30 = 1674$ год.

В технологічному процесі за *пропонованою технологією* зайняті докери-механізатори (машиністи порталного крана), сигнальники і докери, які виконують підготовку піввагонів до перевезення марганцевої руди.

Загальний час роботи за навігаційний період:

- докери-механізатори і сигнальники: 1932 год.

За технологічною картою 4-1-Н час на одну бригаду з підготовки піввагону для перевезення марганцевої руди: 0,659 год.; кількість вагонів за навігацію – 1326; загальний час: $0,659 \cdot 1326 = 874$ год.

Годинна ставка: докери-механізатори і водій бульдозера – 67,95 грн.; сигнальники – 64,15 грн.; докери, зайняті підготовкою вагонів – 60,45 грн.

Сумарний коефіцієнт, який враховує доплати до годинної ставки, включає доплати за роботу у вечірній і нічний час, за шкідливість умов праці, преміальні виплати, і дорівнює: 1,69 для докерів, зайнятих ручною працею, і сигнальників; 1,82 – для докерів-механізаторів і водія бульдозера.

Нарахування на заробітну плату – ЄСВ (єдиний соціальний внесок) – в Україні для всіх підприємств складають 22 % від загальної заробітної плати.

Загальновиробничі витрати в порту складають 112 % від загальної заробітної плати.

Виходячи з цих даних і визначимо витрати на оплату праці, нарахування на заробітну плату та загальновиробничі витрати для робітників порту. Всі розрахунки приведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок заробітної плати, ЄСВ і загальновиробничих витрати

Професія робітника	Кількість годин, год.	Годинна ставка, грн.	Коефіцієнт	Заробітна плата, грн.
Існуюча технологія				
Кранівник	2859	67,95	1,82	353570
Сигнальник	2859	64,15	1,69	309954
Водій бульдозера	560	67,95	1,82	69255
Докери (ручна праця)	1674	60,45	1,69	171017
Сумарна зарплата				903795
ЄСВ			0,22	198835
Загальновиробничі			1,12	1012251
Пропонована технологія				
Кранівник	1932	67,95	1,82	238929
Сигнальник	1932	64,15	1,69	209455
Докери (ручн.)	874	60,45	1,69	89288
Сумарна зарплата				537672
ЄСВ			0,22	118288
Загальновиробничі			1,12	602193

Від тривалості роботи кранів залежать витрати на оплату силової електроенергії на їх живлення, які визначаються за формулою [24]:

$$B_{ел}^c = W \cdot T_{заг} \cdot \eta_{вт} \cdot K_{ном} \cdot K_{час} \cdot C_{ел}, \quad (3.1)$$

де W - загальна потужність всіх електродвигунів портального крану,

кВт·год;

$T_{заг}$ - загальний час використання портальних кранів за навігаційний період при перевантаженні марганцевої руди, год.;

$\eta_{вт}$ - коефіцієнт для компенсації втрат електроенергії в мережі, $\eta_{вт} = 1,15$;

$K_{ном}$ - коефіцієнт використання всіх двигунів портального крану за потужністю, для умов роботи в порту приймаємо $K_{ном} = 0,95$;

$K_{час}$ - коефіцієнт, що враховує використання портальних кранів протягом робочого часу; в розрахунку приймаємо $K_{час} = 0,87$;

$\mathcal{C}_{ел}$ - ціна 1 кВт·год витраченої електроенергії, грн.; $\mathcal{C}_{ел} = 5,46$ грн.

Портальний кран оснащений такими двигунами (за технічними характеристиками):

- для механізму підйому: 2 двигуни по 75,0 кВт;
- для механізму зміни вильоту стріли: один двигун на 18,5 кВт;
- для механізму пересування: 4 двигуни по 9,7 кВт;
- для механізму обертання: два двигуни по 14,0 кВт;
- сумарна потужність всіх двигунів портального крану: 235,3 кВт.

$$B_{ен}^{існ} = 235,3 \cdot 2859 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 5,46 = 3491157 \text{ грн.};$$

$$B_{ен}^{нр} = 235,3 \cdot 1932 \cdot 1,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 5,46 = 2359187 \text{ грн.}$$

Від часу роботи бульдозеру при виконанні робіт по зачищенню судна і габаритів залежать витрати на паливо, які визначаються за формулою [24]:

$$B_{пал} = P \cdot \alpha_1^{пал} \cdot \mathcal{C}_{пал}, \quad (3.2)$$

де P - обсяг роботи, яку виконує бульдозер, маш·год.; за розрахунками $P = 560$ маш·год.;

$\alpha_1^{нал}$ - нормативна витрата палива бульдозером на 1 маш·год.,
 л; за технічною характеристикою $\alpha_1^{нал} = 12,0$ л/год.;
 $C_{нал}$ - ціна 1 л дизельного пального, грн.; складає 57,5 грн./л.

$$B_{нал}^{існ} = 12,0 \cdot 560 \cdot 57,5 = 386400 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на мастильно-обтиральні матеріали у відсотках від витрат на електроенергію (10 %) і на паливо (30 %):

$$B_{мом}^{існ} = 3491157 \cdot 0,1 + 386400 \cdot 0,3 = 465036 \text{ грн.};$$

$$B_{мом}^{np} = 2359187 \cdot 0,1 = 235919 \text{ грн.}$$

Треба врахувати також витрати на амортизацію механізмів, які приймають участь у перевалці марганцевої руди. В розрахунках врахуємо амортизацію на грейфери і на бульдозер, оскільки порталні крани виконують вантажні операції за існуючої і пропонованою технологією. Витрати залежать від балансової вартості грейферів і бульдозера (табл. 3.1) та відсотка відрахувань: для грейферів – 24 % на рік; для бульдозера – 40 % на рік.

Балансова вартість:

- двощелепні грейфери: 350000 грн.;
- бульдозер: 534000 грн.;
- ножичні грейфери: 1990000 грн.

Розрахунок витрат на амортизацію також покажемо у табличній формі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Визначення витрат на амортизацію

Обладнання	Вартість обладнання, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Існуюча технологія								
Бульдозер	534000	480600	432540	389286	53400	48060	43254	38929
Грейфери	350000	329000	309260	290704	21000	19740	18556	17442
Усього					260381			
Пропонована технологія								
Грейфери	1990000	1870600	1758364	1652862	119400	112236	105502	99172
Усього					436310			

Витрати на ремонт обладнання визначаємо також у відсотках (5 %) від їхньої балансової вартості:

$$B_p^{icn} = (350000 + 534000) \cdot 0,05 = 44200 \text{ грн.};$$

$$B_p^{np} = 1990000 \cdot 0,05 = 99500 \text{ грн.}$$

Визначимо інші витрати у відсотках (10 %) від витрат на виплату зарплати, електроенергію, паливо, мастильно-обтиральні матеріали, амортизацію, ремонт:

$$B_{in}^{icn} = 0,1 \cdot (903795 + 3491157 + 386400 + 465036 + 260381 + 44200) = 555097 \text{ грн.};$$

$$B_{in}^{np} = 0,1 \cdot (537672 + 2359187 + 235919 + 436310 + 99500) = 366850 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на організацію перевалочних операцій з марганцевою рудою в порту для обох варіантів зведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Загальні витрати на перевалку марганцевої руди в порту

Найменування витрат	Значення, грн.	
	Існуюча технологія	Пропонована технологія
1 Заробітна плата	903795	537672
2 Єдиний соціальний внесок	198835	118288
3 Загальновиробничі витрати	1012251	602193
4 Оплата електроенергії	3491157	2359187
5 Оплата палива	386400	-
6 Мастильні матеріали	465036	235919
7 Амортизація	260381	436310
8 Витрати на ремонт	44200	99500
9 Інші витрати	555097	366850
Разом	7317151	4755926

3.4 Визначення витрат на перевезення марганцевої руди з порту на підприємство автотранспортом

Марганцева руда вивозиться руда з порту на підприємство автомобілями-самоскидами КамАЗ-65116 на умовах погодинної оренди.

За розрахунками, виконаними в основній частині роботи, загальний час, відпрацьований автомобілями-самоскидами за навігаційний період, склав 11610 годин.

Витрати на автотранспортне перевезення марганцевої руди визначимо за формулою:

$$\Sigma B_{нав}^{авт} = T_{ат}^{1год} \cdot \Sigma T_{нав}^{ат}, \quad (3.3)$$

де T_{am}^{1200} - тариф за 1 год. роботи автотранспортного засобу при перевезенні вантажів, грн.; в розрахунках приймаємо за середньою ринковою ціною;
 $\Sigma T_{нав}^{am}$ - загальна кількість відпрацьованих годин автотранспортом за навігаційний період на перевезенні марганцевої руди, год.

$$B_{нав}^{авт} = 700 \cdot 11610 = 8127000 \text{ грн.}$$

Оскільки автотранспортне обслуговування відбувається за договором на постійній основі, перевізник надає знижку в розмірі 15 % до тарифу.

$$\Sigma B_{нав}^{авт} = 8127000 \cdot 0,85 = 6907950 \text{ грн.}$$

3.5 Визначення витрат на залізничне перевезення марганцевої руди з порту на підприємство

Вагони з марганцевою рудою прямують спочатку до станції Запоріжжя Ліве, а потім – подаються на під'їзну колію підприємства – станцію Феросплавна.

Кількість вагонів, що відвантажується з порту за навігаційний період, за розрахунками, виконаними в основній частині роботи, склала 1326 вагонів.

Середнє завантаження вагону марганцевою рудою складає 68,0 т.

Для визначення тарифу за перевезення необхідно визначити розрахункову масу вантажу у вагоні, за перевезення за яку буде нараховуватися провізна плата згідно з [25]. За таблицею 1 [Збірник] при завантаженні вагону від 68 т до 72 т включно розрахункова маса складає 70,0т.

Відстань перевезення між станціями Порт Велике Запоріжжя та Запоріжжя Ліве визначимо за [26]. Обидві станції є транзитними пунктами, тому відс-

тань між ними визначимо за Таблицею тарифних відстаней між транзитними пунктами [26, пункт 3 розділу 2].

Відстань перевезення залізницею склала 13 км [26].

Марганцева руда перевозиться вагонними відправками. Тариф за перевезення визначається як сума інфраструктурної і вагонної складових тарифу за тарифною схемою 1. Для тарифного поясу від 11 до 20 км і розрахунковій масі 70,0 т:

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

Загальний тариф за перевезення визначається як сума двох складових тарифу:

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

Код марганцевої руди за ЄТСНВ [27] – 142061.

Коефіцієнт до Збірника тарифів [28], який застосовується до тарифу, для тарифної групи 142, на цей час складає 4,083.

Провізна плата за одну вагонну відправку з урахуванням коефіцієнта складе:

$$П_{зал}^{1ваг} = 998 \cdot 4,083 = 4074,834 \text{ грн.}$$

За правилами округлення провізних платежів для вагонних відправок провізна плата складе: 4075,0 грн.

Сумарні витрати на залізничне перевезення марганцевої руди за навігаційний період визначимо за формулою:

$$\Sigma B_{нав}^{зал} = П_{зал}^{1ваг} \cdot N_{нав}^{ваг}, \quad (3.4)$$

де $N_{нав}^{ваг}$ - кількість вагонів з марганцевою рудою, перевезених за навігаційний

період, од.; за розрахунками – 1326 вагонів.

$$\Sigma B_{нав}^{зал} = 4075 \cdot 1326 = 5403450 \text{ грн.}$$

3.6 Визначення експлуатаційних витрат на перевалку і перевезення марганцевої руди та річної економії

Спочатку визначаємо сумарні експлуатаційні витрати за період навігації:

- існуюча технологія

$$\Sigma B_{існ} = 7317151 + 6907950 = 14445101 \text{ грн.};$$

- пропонована технологія

$$\Sigma B_{пр} = 4755926 + 5403450 = 10159376 \text{ грн.}$$

Економія експлуатаційних витрат для виконання операцій за пропонованою технологією складе:

$$E_{експл} = 14225101 - 10159376 = 4065725 \text{ грн.}$$

3.7 Визначення дисконтованого доходу й терміну окупності додаткових вкладень

Додаткові витрати на проектні пропозиції не дуже великі і складають 1990000 грн. на придбання грейферів ножичного типу.

Коефіцієнт дисконтування, який застосовується для визначення поточної вартості майбутньої поточної вартості у вигляді грошової суми, визначається за формулою [24]:

$$K_o = \frac{1}{\left(1 + \frac{C_{disc}}{100}\right)^{i-1}}, \quad (3.5)$$

де C_{disc} - ставка дисконту, %;

i - рік, на який розраховується коефіцієнт дисконтування.

Чистий приведений дохід (*Net Present Value, NPV*) визначається за формулою [24]:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{CF}{(1+i)^t} I_o, \quad (3.6)$$

де NPV - сума чистого приведенного (дисконтованого) доходу при одноразовому вкладенні інвестицій, грн.;

CF - чистий грошовий потік для окремих етапах реалізації зроблених пропозицій;

I_o - одноразові інвестиційні витрати на реалізацію пропозицій;

i - дисконтна ставка;

n - термін реалізації пропозицій.

У таблиці 3.5 приведено визначення чистого приведеного доходу звід зроблених пропозицій.

Таблиця 3.5 – Розрахунок NPV

Рік	Інвестиції, грн.	Дохід, грн.	α	NPV , грн.
1	1990000	4065725	1	2075725
2	-	4065725	0,80645	3278811
3	-	4065725	0,65036	2644202
Загальна вигода				7998738

Термін окупності додаткових вкладень знайдемо за формулою [24]:

$$T_{ок} = \frac{K_{дод}}{D}, \quad (3.7)$$

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

D - річний прибуток від економії експлуатаційних витрат, грн.

$$T_{ок} = \frac{1990000}{4065725} = 0,5; \text{ приймаємо } 1 \text{ рік.}$$

Як бачимо, додаткові витрати окупляться менше, ніж за рік. І економія витрат також свідчить про те, що зроблені пропозиції будуть економічно вигідними в період післявоєнного відновлення.

Техніко-економічні показники по варіантам приведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Підсумкові техніко-економічні показники

Найменування показника	Величина показника, грн.	
	Існуюча технологія	Пропонована технологія
1 Додаткові капітальні витрати, грн.	-	1990000
2 Загальні експлуатаційні витрати, грн.:	14225101	10159376
2.1 Заробітна плата	903795	537672
2.2 Єдиний соціальний внесок	198835	118288
2.3 Витрати на електроенергію	3491157	2359187
2.4 Паливо для зачисної машини	386400	-
2.5 Мастильно-обтиральні матеріали	465036	235919
2.6 Амортизаційні відрахування	260381	436310
2.7 Поточний ремонт механізмів	44200	99500
2.8 Інші витрати	55097	366850
2.9 Загальновиробничі витрати	1012251	602193
2.10 Витрати на автомобільне перевезення	6907950	-
2.11 Витрати на залізничне перевезення	-	5403450
3 Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	4065725
4 Чистий дисконтований дохід, грн.	-	7998738
5 Термін окупності, років	-	1,0

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі «Підвищення ефективності транспортно-технологічного процесу забезпечення рудою феросплавного виробництва в умовах післявоєнного відновлення» проводиться аналіз потенційних небезпек, які можливі при виконанні робіт в порту з перевалки вантажу, а також під час дослідження технологічного процесу та обробці матеріалів дослідження.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

При виконанні перевалочних операцій в порту з марганцевою рудою можлива дія таких небезпечних чинників:

- може статися обрив вантажозахватного пристрою при перевантаженні пуди, розкриття щелепів грейфера, що призведе до просипання руди й травмування портових докерів;

- при виконанні розвантаження руди з судна, особливо дрібної фракції, відбувається небажана дія утвореного пилу на організм робітників, які приймають участь у технологічному процесі перевалки. При вдиханні шкідливого пилу може статися ураження дихальних шляхів, а також призвести до отруєння організму робітників;

- внаслідок розповсюдження утвореного при перевалці пилу від дрібних фракцій марганцевої руди забруднюється навколишнє середовище, що сприяє утворенню негативних наслідків для екології;

- в разі недбалого догляду за електричною частиною порталного крану може статися ураження портових робітників електрострумом при відсутності або порушення ізоляції кабелів крану, а це, в свою чергу, може призвести в таким наслідкам, як ураження електричним струмом або може статися пожежа;

- при недостатній освітленості зони обслуговування порталних кранів в нічні години або в умовах поганої видимості може статися травмування працівників;

- негативно впливає на технологічний процес при перевалці та перевезенні марганцевої руди некомфортна температура навколишнього середовища (підвищена або знижена), а також цей фактор впливає на працездатність портових докерів. У холодний період року в таких випадках можливі обмороження, ослаблення організму внаслідок простудних захворювань. В жаркий період року можливий перегрів, наслідком якого є тепловий удар, що може викликати головний біль, слабкість організму, запаморочення.

Пропонована технологія перевалки і перевезення передбачає використання залізничного транспорту, який теж є джерелом потенційних небезпек:

- є небезпека можливої пожежі на локомотиві при несправності паливної апаратури або електрообладнання внаслідок неналежного і своєчасного технічного обслуговування;

- при виконанні маневрових пересувань по під'їзній колії порту внаслідок помилки машиніста або відповідальної особи за виконання маневрів, або в разі відсутності їх злагоджених дій може статися зіткнення рухомих одиниць залізничного транспорту на станційних коліях, в результаті чого – аварійна ситуація та можлива сама аварія;

- під час роботи маневрового диспетчера за пультом управління та комп'ютером можлива дія шкідливих факторів на санітарно-гігієнічні умови праці стосовно рівня освітлення, дотримання нормативних рівнів мікроклімату, шуму та подібних небезпечних факторів.

В Додатку А приведені заходи по запобіганню дії на робітників потенційно небезпечних факторів при виконанні перевалочних операцій в порту та при залізничних перевезеннях марганцевої руди (Додаток Б).

В Додатку Б виконано розрахунки можливого впливу шкідливих факторів на машиністів та маневрових диспетчерів, робота яких пов'язана з використанням комп'ютерів.

4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Для попередження займання ізоляції порталного крану при короткому замиканні перш за все розробити відповідні інструкції про порядок роботи при обслуговуванні та експлуатації порталного крану згідно до вимог нормативних документів.

Кранівники повинні проходити періодичний інструктажу з пожежної безпеки під час експлуатації порталних кранів згідно «Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок». Технічна служба повинна забезпечити захист електропроводки порталних кранів згідно нормативних вимог.

На причалі, де зберігається марганцева руда, повинен бути встановлений пожежний щит згідно до вимог «Правил пожежної безпеки в Україні» (2014 р.).

На порталному крані повинен бути вогнегасник ВВК-5 для усунення потенційної небезпеки при можливому загорянні підчас виробництва перевалочних робіт.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі було виконано аналіз існуючої технології перевалки в порту і перевезення на феросплавне виробництво марганцевої руди, який показав недоліки, а саме:

- судна в порту довго знаходяться в порту під розвантаженням внаслідок неефективних судно-годинних норм, тому що для перевалочних операцій використовується грейфер невеликого об'єму;

- в технологічному процесі вивантаження судна залучається зачисна машина для переміщення руди від бортових перебирань до просвіту люкового отвору для можливості вивантаження залишків вантажу. При розвантаженні звичайним двощелепним грейфером немає можливості розвантаження проводити ретельно;

- внаслідок постійного дорожчання дизельного палива та відносно невеликої вантажопідйомності автомобілів-самоскидів є значні витрати на перевезення руди з порту на феросплавний завод. Тим паче, із збільшенням обсягів перевалки марганцевої руди в період післявоєнного відновлення ці витрати будуть тільки збільшуватися.

Для підвищення ефективності технологічного процесу перевалки в порту і перевезення марганцевої руди на феросплавне виробництво в роботі для зменшення часу обробки судна в порту та зниження витрат на перевалку марганцевої руди запропоновано обладнання порталних кранів грейферами більшої вантажопідйомності та ємності – грейфери ножичного типу, які і розвантажують руду і виконують штивку вантажу в трюмі. Це дозволяє не залучати до вивантаження зачисну машину.

За рахунок скорочення часу на перевалочні операції зменшена плата за обробку судна в порту, яка нараховується за кожну годину простою на причалі під розвантаженням. За умовами контрактів поставка марганцевої руди відбувається за умовами FOB (франко-борт), тому витрати на оплату перевалочних

робіт в порту прибуття покладаються на одержувача вантажу. Скорочення часу нахождения судна в порту дозволяє скоротити портові витрати.

Для скорочення логістичних витрат на перевезення руди з порту на феросплавне підприємство запропоновано, з урахуванням збільшення обсягів надходження марганцевої руди в період післявоєнного відновлення, використовувати залізничний транспорт – піввагони.

Зроблені пропозиції обґрунтовано технологічними і економічними розрахунками. Додаткові витрати на придбання грейферних захватів склали 1990000 грн.

Річні експлуатаційні витрати на перевалку й транспортування руди на завод знизилися з 14225101 до 10159376 гривень. Економія витрат при цьому склала 4065725 грн. Чистий приведений дохід від зроблених пропозицій отримали в сумі 7998738 гривень. Додаткові витрати на технологічні і технічні зміни процесу перевалки в порту окупляться протягом одного року.

В магістерській роботі також розроблені заходи щодо охорони праці робітників порту, зайнятих в процесі перевалки марганцевої руди, а також робітників залізничного транспорту, які забезпечують виконання залізничних перевезень з порту на феросплавне підприємство.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Національна Рада з відновлення України від наслідків війни. Проект плану відновлення України. Офіційний сайт Кабінету Міністрів України. URL:
<https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/restoration-and-development-of-infrastructure.pdf>.
2. Інформаційне агентство Interfax-Україна. «Метінвест» приєднується до платформи з відновлення української металургії із застосуванням «зелених» технологій. Офіційний сайт. URL: <https://interfax.com.ua/news/greendead/918556.html>.
3. Наталія СМОЛІНСЬКА, Соломія РАВОК Аналіз стану металургійної галузі України в умовах війни. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2023. №2 (316). С. 235-240. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-316-2-38>.
4. Порт-лендлорд: український контекст. Порти України. Офіційний сайт. URL: <https://ports.ua/port-lendlord-ukrainskij-kontekst/>
5. Відновлення судноплавства є одним з пріоритетних завдань після деокупації території України. офіційний сайт Державної служби морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України. URL: <https://marad.gov.ua/ua>.
6. Укрінформ : Мультимедійна платформа іномовлення України. Майбутнє Каховської ГЕС: відбудувати чи залишити так, як є? URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3732699-majbutne-kahovskoi-ges-vidbuduvati-ci-zalisiti-tak-ak-e.html>
7. Український інститут майбутнього. 7 головних питань і відповідей після підриву Каховської ГЕС. URL: <https://uifuture.org/publications/7-golovnyh-pytan-i-vidpovidej-pislya-pidryvu-kahovskoyi-ges/>
8. BRDO. Офіс ефективного регулювання. Відновлення транспортного сектору України – як зробити його «зеленим»? URL:

<https://brdo.com.ua/analytics/vidnovlennya-transportnogo-sektoru-ukrayiny-yak-zrobyty-jogo-zelenym/>

9. ПАО «Запорожский завод ферросплавов». Офіційний сайт. URL: <http://zfz.com.ua>.
10. Українська асоціація сталеплавильників. Інформаційний портал про чорну та кольорову металургію : Марганцева руда. URL: <http://uas.su/>.
11. Gengruz.com : Інформаційно-транспортний портал. Умови зберігання і перевезення руд і концентра.: URL: [http //gengrus.com](http://gengrus.com).
12. БДП-МОТОРС : Характеристики КамАЗ-65115 : веб-сайт. URL: <https://motors.kiev.ua/technicheskie-xarakteristiki-samosvala-kamaz-15>.
13. Київський завод кранів. Технічні характеристики порталних кранів. Офіційний сайт. URL: <https://kzk.kiev.ua/obsluzhivanie-remont-portalnyh-kranov>.
14. SPEC RENTAL. Спецтехніка : Технічні характеристики бульдозерів : веб-сайт. URL: <https://spec-rental.com.ua/blog/buldozery>.
15. Janusgrab : Ножничные грейферы: веб-сайт. URL:<http://janusgrab.com>.
16. Shaghai Qifan Machinery Co.ltd : Ножничные грейферы: веб-сайт. URL: <http://gifangrab>.
17. Методичні вказівки до проведення практичних занять 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», 2021. – 41 с.
18. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Організація та технологія вантажних робіт на транспорті» для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл.: Турпак С. М., д. т. н., професор, Падченко О.О., ст. викладач. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 48 с.
19. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Організація та технологія вантажних робіт на транспорті» для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за

- видами)» / Укл. д. т. н., професор Турпак С. М., Падченко О.О., ст. викладач. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 66 с.
20. Вільковський Є. К. Вантажознавство. Львів : Інтелект-Захід, 2007. 496 с.
 21. Методичні вказівки до проведення практичних занять з 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. 98 с.
 22. Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 07.06.2010 № 340. Станом на 27.01.2023 р. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0811-10#Text>.
 23. 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», 2021. – 46 с.
 24. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. О.Ф., Харченко Т.В., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 34 с.
 25. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги. Тарифне керівництво № 1. URL:
https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/collection_rates/
 26. Тарифне керівництво № 4. Офіційний сайт АТ «Укрзалізниця». URL : http://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/tk4/.
 27. Єдина тарифно-статистична номенклатура вантажів. Офіційний сайт АТ «Укрзалізниця». URL:https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/nomenclatura/changes_etcnb/

28. Коефіцієнти до Збірника тарифів. Офіційний сайт АТ «Укрзалізниця». URL:https://uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/the_coefficients_of_the_collection_rates/
29. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018. 44 с.

ДОДАТОК А

Заходи із забезпечення безпеки перевалочного процесу в порту

Для попередження травм при вивантаженні марганцевої руди із судна необхідно проводити навчання з безпеки виконання перевантажувальних робіт згідно вимог НПАОП 0.00-1.75-15 Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт та НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.

Кранівник повинен виконувати перевантажувальні операції згідно з «Типовою інструкцією з безпечного ведення робіт для кранівників (машиністів) порталних кранів», а саме:

- перед початком роботи перевірити стан металоконструкцій, механізмів, гальм та їхнє кріплення; стан блоків, гака; наявність та справність приладів безпеки тощо;
- незважаючи на те, що захват та висипання вантажу грейфером здійснюється автоматично, без участі стропальника, всі операції з захвату, підйому, опускання, переміщення та висипання на складі або у транспортний засіб виконувати тільки за командою стропальника або сигнальника;
- при виконанні вантажних операцій порталним краном треба забезпечене обмеження висоти підйому стріли та переміщення крану за рахунок використання кінцевих вимикачів;
- проводити періодичну перевірку стропів, крюків та інших вантажозахватних пристроїв та їх випробування з навантаженням, яке перевищує номінальне в 1,25 рази;
- місця виконання перевалочних робіт огородити знаками відповідно до ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки; встановити попереджувальні знаки «Обережно! Працює кран», заборонні знаки «Прохід заборонено».

Для попередження втоми кранівника при управлінні порталним краном протягом робочої зміни необхідно впровадити перерви у роботі для прийняття їжі, організаційних і технологічних перерв згідно Кодексу Законів про працю України (ст. 62) та раціонального режиму праці (ст. 50, 52, 53, 54, 57, 59). З урахуванням тривалості зміни 12 год. тривалість перерви повинна бути не менше 1,0 год., яку можна ділити на дві перерви тривалістю по 30 хв. кожна.

Перед початком робочої зміни кранівник повинен обов'язково пройти медичний огляд згідно Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій, затвердженого Верховною Радою України.

Для попередження ураження електричним струмом під час експлуатації порталних кранів необхідно виконувати вимоги «Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Забезпечити устрій захисного заземлення та занулення згідно «Правил улаштування електроустановок», затверджених Верховною Радою України.

Згідно положень ДСТУ 7238:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих» порталні крани обладнані устроями автоматичного контролю та сигналізації, робочі поверхні крану мають захисне покриття, кожен електричний двигун порталного крану має захист від струму короткого замикання та автоматичні вимикачі з максимальним струмовим захи-
стом.

ДОДАТОК Б

Заходи із забезпечення безпеки при залізничних перевезеннях

Для попередження наїзду на працівників залізничного транспорту при проході територією станції до місця роботи, під час та після роботи необхідно дотримуватися вимог «Правил безпеки праці для працівників залізничних станцій і вокзалів». Пересуватися по території станції дозволяється тільки затвердженими службовими маршрутами.

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

На відкритих майданчиках робітники, для запобігання отруєння, повинні захищатися респіраторами відповідно до «Положення про порядок забезпечення робітників спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту».

Для попередження забруднення сировиною навколишнього середовища необхідно, щоб збір стокових вод потрапляв у виробничу каналізацію. Викидати феросплави та різні його залишки в водойми забороняється.

Для приведення освітленості на відкритих майданчиках, необхідно розрахувати тип прожекторів, освітленість та висоту підвісу. Відповідно ДБН норма освітленості на майданчику повинна бути не менш 10 лк.

Для освітлення накопичувального майданчика основним видом освітлювальних приладів є прожектори типу ПЗС з газорозрядними лампами ДРЛ.

З метою захисту працівників залізничних станцій від впливу підвищеної або зниженої температури повітря передбачена видача спеціального одягу, взуття відповідно до «Норм безплатної видачі спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту працівників залізничного транспорту».

Додаток В

Оцінка рівня умов, важкості та напруженості праці

маневрових диспетчерів залізничної станції

Для запобігання дії шкідливих факторів на маневрового диспетчера при роботі за пультом управління та комп'ютером проводимо заміри, які вносимо у табл. В.1 для оцінки рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою.

Таблиця В.1 – Вихідні дані

Фактор (показник)	Фактичне значення	Час дії, год.
Умови праці		
Мікроклімат за ТНС-індексом, °С	28	8
Освітленість приміщення Е, лк	450	8
Розряд і підрозряд зорових робіт Z_{op}	A-1	—
Рівень шуму L, дБА	105	4
Напруженість праці		
Загальні енергозатрати організму, Вт	250	7
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	60300	7
Важкість праці		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	77	7
Тривалість робочого дня, год.	8	8

Відповідно до додатка А [29], за витратами енергії визначаємо категорію робіт для маневрового диспетчера. Умови праці за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії Іб.

З додатків [29], відповідно до категорії робіт Іб, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до табл. В.2.

Таблиця В.2 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники P _{вим}	Час дії год.	ГДК, ГДР, показники, P _{доп}	X _{визн} , бали	Клас умов праці	X _i , бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °C	28	8	22,9-25,8	4	3.4	4
Освітленість приміщення E, лк	450	8	500	—	2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, З _{ор}	A-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму L, дБА	105	4	60	—	3.3	1,5
Загальні енергозатрати організму, Вт	250	7	290	0,75	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	60300	7	40000	1,32		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	77	7	51-75	0,90		
Тривалість робочого дня, год.	8	8	8	0,15		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти X_{визн} та вносимо їх значення до табл. В.2:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС індекс, додаток Б [29]. Розрахунковий коефіцієнт X_{визн} при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою (7.3) [25]:

$$X_{\text{визн}} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{8 \cdot 4}{8} = 4$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою (7.2) [29]:

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{250 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 290} = 0,75$$

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{60300 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 40000} = 1,32$$

в)т зосередження уваги (% від часу робочого дня), $K_{\text{знач}} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{77 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 75} = 0,90$$

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

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

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до табл. В.2 :

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, з табл. 7.2 [29] – 3 клас, 4 ступінь;

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{\text{вим}} = 450$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [29] – 2 клас;

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, класу та ступеню шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{\text{вим}} = 105$ дБА, за табл. Д.1 [29] – 3 клас, 3 ступінь;

клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою (7.3) [29]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,75 + 1,32 + 0,9 + 0,15 = 3,12$$

З табл. 7.3 [29] за значенням суми розрахованих балів показників:

$$X_{\text{сум}} = 3,12 - 3 \text{ клас, } 3 \text{ ступінь.}$$

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії шкідливих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника в лабораторії обладнаній ПК належать до 3 класу, 4 ступеню.

Тому що при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів діючих на дослідника за бальною шкалою, та вносимо їх значення до табл. В.2 :

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{\text{ст}} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 2 класу умов праці, згідно додатку Г[29] – $X_{\text{ст}} = X_i = 0$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою (7.4) [29]:

$$X_i = X_{\text{ст}} \cdot \frac{T}{8} = 3 \cdot \frac{4}{8} = 1,5;$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того, що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії вже врахований, тому: $X_{\text{ст}} = X_i = 3$.

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою (7.5) [29]:

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 0 + 1,5 + 3 = 8,5$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{\text{факт}} = 8,5$, на підставі типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з табл. 7.4 [29].

Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 % [29].

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці є наступні пропозиції, щодо усунення шкідливих факторів:

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

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 22,9-25,8°C;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника лабораторії – 60 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 174 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 75%; - тривалість робочого дня, 6 або 7 год.;

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

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

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

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

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

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

- в) якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифного окладу за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до табл. 7.4 [29] у розмірі 20 %.