

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

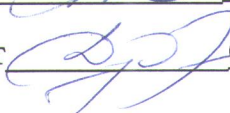
на тему

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ
СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ ПрАТ «ЗЕРЗ»

Виконав: студент(ка) ІІ курсу, групи Т-310м

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

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

		<u>Владислав ЛОБКОВ</u> (ім'я та прізвище)
Керівник		<u>Лариса ВАСИЛЬЄВА</u> (ім'я та прізвище)
Рецензент		<u>Ольга ДУДАРЕНКО</u> (ім'я та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний
Кафедра «Транспортні технології»
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

проф. Сергій ТУРПАК

«01» 10 2021 року

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

Лобкову Владиславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності транспортно-технологічної системи перевезень вантажів на підприємстві ПрАТ «ЗЕРЗ»

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

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» листопада 2021 року № 426

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.

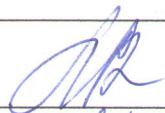
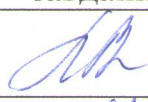
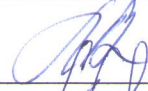
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Існуюча технологія й організація перевезень вантажів на ЗЕРЗ. 2. Річні вантажопотоки внутрішньозаводських перевезень запасних частин та комплектуючих на ЗЕРЗ. 4. Статистичні дані з надходження матеріалів від зовнішніх постачальників та з відправлення у промислові цехи підприємства. 5. Техніко-економічні показники системи перевезень вантажів ЗЕРЗ.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Розрахунок проектних вантажопотоків. 2.2 Розробка проектно-технології системи перевезень вантажів. 2.3 Вибір транспортних засобів для організації перевезень вантажів. 2.4 Вибір і розрахунок кількості тари для внутрішньозаводського перевезення вантажів ЗЕРЗ. 2.5 Розрахунок технічної оснащеності вантажних фронтів. 2.6 Розрахунок часу на вантажні операції. 2.7 Розрахунок потреби складських площ за проектним варіантом. 2.8 Організація транспортного обслуговування при завезенні матеріалів на ЗЕРЗ. 2.9 Організація внутрішньозаводських перевезень вантажів. 2.10 Розробка графіків руху транспортних засобів. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

1. Діаграма вантажопотоків завезення матеріалів, т/рік. 2. Діаграма внутрішньозаводських вантажопотоків, т/рік. 3. Транспортно-технологічні схеми. 4. Схема складу УМТС ЗЕРЗ. 5. Графік завезення сировинних матеріалів на ЗЕРЗ. Проектний варіант. 6. Графік роботи електрокар ЕК-1. Існуючий варіант. 7. Графік роботи електрокар ВД-6. Проектний варіант. 8. Техніко-економічні показники

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання « 15 » вересня 2021 року.

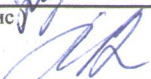
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	18.10-30.10	
2	Основна частина	01.11-13.11	
3	Економічна частина	15.11-20.11	
4	Охорона праці	22.11-26.11	
5	Оформлення МР	27.11-30.11	
6	Перевірка МР на плагіат	01.12-10.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	13.12-18.12	
8	Захист магістерських робіт	20.12-24.12	

Студент(ка)


(підпис)Владислав ЛОБКОВ
(ім'я та прізвище)

Керівник проєкту


(підпис)Лариса ВАСИЛЬЄВА
(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 103 с., 8 рис., 38 табл., 39 джерел посилань, 1 додаток.

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, ВАНТАЖ, ВАНТАЖОПОТОКИ,
ВАНТАЖОПЕРЕРОБКА, ГРАФІК, ЕЛЕКТРОКАР, НАВАНТАЖУВАЧ, СКЛАД,
ТАРА, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Мета роботи – дослідження та аналіз існуючої системи організації переробки й перевезень вантажів Запорізького електровозоремонтного заводу.

Об'єктом дослідження є існуюча технологія й організація переробки й перевезення вантажів Запорізького електровозоремонтного заводу.

Завданням дослідження є розробка пропозицій по вдосконалюванню існуючої системи організації переробки й перевезень вантажів підприємства.

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

В роботі виконано дослідження існуючого технологічного процесу організації переробки вантажів на складах й у виробничих цехах електровозоремонтного заводу. Запропоновано використати для внутрішньозаводських перевезень сітчасту тару. Розглянуто питання організації завезення матеріалів для виробництва на завод з підприємств-постачальників автотранспортом. Розроблено систему організації внутрішньозаводських централізованих перевезень вантажів. Розраховано техніко-економічні показники та за отриманими результатами обрано оптимальний варіант організації робіт.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєктування.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Характеристика об'єкта дослідження ПрАТ «Запорізький електровозоремонтний завод».....	8
1.2 Аналіз транспортного обслуговування підприємства.....	9
1.3 Характеристика складського господарства підприємства.....	11
1.4 Характеристика вантажів, що переробляються на підприємстві.....	14
1.5 Аналіз вантажопотоків підприємства.....	15
1.6 Аналіз технології й організації транспортно-складських робіт на внутрішньозаводських перевезеннях підприємства.....	20
1.7 Обґрунтування необхідності розробки проекту.....	24
2 Основна частина.....	26
2.1 Розрахунок проєктних вантажопотоків.....	26
2.2 Розробка пропонованої технології переробки й перевезення вантажів підприємства.....	31
2.3 Вибір транспортних засобів для організації перевезень вантажів під- приємства й розрахунок їхнього завантаження.....	32
2.4 Вибір і розрахунок кількості тари для організації переробки й внутрішньозаводського перевезення вантажів ЗЕРЗ.....	36
2.5 Розрахунок технічної оснащеності вантажних фронтів.....	38
2.6 Визначення часу виконання вантажних операцій за варіантами.....	45
2.7 Розрахунок потреби складських площ по проєктному варіанті.....	47
2.8 Організація транспортного обслуговування при завезенні матеріалів на підприємство.....	51
2.8.1 Розробка проєктних маршрутів завезення матеріалів на ЗЕРЗ....	51

2.8.2 Розрахунок елементів перевізного процесу на маршрутах заведення матеріалів на ЗЕРЗ.....	55
2.9 Організація внутрішньозаводських перевезень вантажів.....	56
2.9.1 Розробка маршрутів внутрішньозаводських перевезень вантажів	57
2.9.2 Розрахунок маршрутів руху електротранспорту на внутрішньозаводських перевезеннях.....	59
2.10 Розробка графіків руху транспортних засобів.....	63
3 Економічна частина.....	67
3.1 Вихідні дані для розрахунку.....	67
3.2 Розрахунок додаткових капітальних вкладень.....	68
3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат.....	69
3.3.1 Розрахунок річних витрат на організацію заведення матеріалів на ЗЕРЗ.....	69
3.3.2 Розрахунок річних витрат на складську переробку вантажів.....	76
3.3.3 Розрахунок річних витрат на організацію внутрішньозаводських централізованих перевезень вантажів.....	81
3.4 Розрахунок річної економії експлуатаційних витрат.....	85
3.5 Розрахунок дисконтованого доходу й строку окупності проєктних пропозицій.....	87
4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.....	89
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	89
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	91
4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.....	92
4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	94
4.4.1 Заходи з пожежної безпеки.....	94
4.4.2 Заходи з цивільного захисту.....	95
Висновки.....	96
Перелік джерел посилань.....	98
Додаток А Розрахунок коефіцієнтів нерівномірності.....	102

ВСТУП

Техніко-економічні показники залізничного транспорту в значному ступені визначаються конструктивними параметрами, надійністю та і ефективністю використання тягового рухомого складу. Від експлуатаційних характеристик рухомого складу залежать результати діяльності залізниці в цілому. Тому задача ремонтних підприємств – забезпечення перевізного процесу справними одиницями рухомого складу, які відповідають вимогам безпеки руху, збереженню вантажів та пасажирів при оптимальному рівні витрат на ремонт та відновлення. В локомотивному господарстві значна частка експлуатаційних витрат пов'язана з витратами на технічне обслуговування і ремонт.

Одним з напрямів удосконалення системи експлуатації та ремонту технічних засобів залізничного транспорту є зосередження ремонтної бази на значних, технологічно оснащених підприємствах. Одним з таких підприємств є Запорізький електровозоремонтний завод, на якому виконується капітально-відновлювальний ремонт таких електровозів, які не тільки вичерпали терміни експлуатації, але й були в аваріях, а після ремонту на ЗЕРЗ термін їх експлуатації продовжується на 15 років.

Розвиток реального сектору економіки регіону на цей час першочергова задача, тому держава концентрує увагу само на таких підприємствах, як ЗЕРЗ, оскільки воно має великий потенціал та перспективи. За планами Укрзалізниці зосередження ремонту та відновлення електровозів саме на Запорізькому електровозоремонтному заводі, де освоїли сучасні технології ремонту та відновлення.

У даній роботі вирішуються питання удосконалення транспортного обслуговування підприємства при завезенні матеріалів на завод для подальшого виробництва, їх переробки, складування й внутрішньозаводського перевезення з метою зниження загальних логістичних витрат у виробничому процесі ПрАТ «Запорізький електровозоремонтний завод».

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика об'єкта дослідження ПрАТ «Запорізький електровозоремонтний завод»

ПрАТ «Запорізький електровозоремонтний завод» – підприємство з ремонту електровозів для потреб залізниць [1]. З моменту утворення Запорізький електро-возний ремонтний завод динамічно розширює номенклатуру своєї продукції, на-рощує обсяги виробництва. Керівництвом, технічними службами заводу взятий курс на корінне поліпшення якості продукції, що ремонтується, шляхом впрова-дження передових, ефективних технологій, введення в експлуатацію сучасних за-собів діагностики й контролю.

Основними напрямками роботи підприємства сьогодні є випуск електро-зів із середнього й капітального видів ремонту, модифікацій електровозного вста-ткування, виготовлення запасних частин до тягового рухомого складу. Значну ча-стину в обсязі виробництва становить ремонт таких вузлів:

- тягових електродвигунів;
- допоміжних машин;
- мотор-генератор, мотор-вентилятор, мотор-компресор;
- генераторів керування;
- колісних пар електровозів.

Вся перерахована продукція призначена для лінійних підрозділів залізниць. У структурі заводу перебуває комплекс основних і допоміжних цехів, необхідних для виконання виробничого процесу. Також до складу заводу входять керування й відділи, що забезпечують створення й освоєння нової техніки, техніко-економічне планування, облік, матеріально-технічне забезпечення, реалізацію продукції.

Площа території заводу становить 32 га. Площа забудови - 8 га.

Площа виробничих приміщень - 41020 м².

Площа загальнозаводських складів - 3950 м².

На території заводу досить розвинена мережа автомобільних доріг і залізничних колій. Підприємство має два виходи на дороги міського значення. Із зовнішньою мережею залізниць підприємство зв'язане під'їзною колією, що сполучує підприємство зі станцією Запоріжжя 2.

Загальна довжина шляхів сполучення становить:

- залізничні колії заводу: 6725 м;
- автомобільні дороги: 4550 м.

Всі виробничі цехи підрозділяються на три групи [1]:

1. Електровозоремонтні цехи: складальний, електромашинний, апаратний, візковий, колісний.

2. Заготівельні цехи: металоконструкцій, механічний, інструментальний, ковальсько-ливарний.

3. Допоміжні цехи: об'єднаний транспортний, енергосиловий, ремонтно-будівельний.

Всі виробничі цехи крім спеціального технологічного обладнання оснащені мостовими, консольно-поворотними, настінними кранами.

Електровозоремонтний завод оснащений лазерним комплексом Bystronic та автоматизованим пресом Hammerly, що дозволяє задовольняти власні потреби в комплектуючих та необхідних металоконструкціях.

1.2 Аналіз транспортного обслуговування підприємства

Організацією транспортного обслуговування підприємства займається об'єднаний транспортний цех, який забезпечує переміщення вантажу по заводу та за його межами. Міжцехові перевезення здійснюються електрокарами (дрібнопартійний вантаж), а основні деталі для ремонту електровозів перевозять внутрішньо-заводським залізничним транспортом.

Під'їзна колія підприємства примикає до залізничної станції Запоріжжя 2. Подача-збирання вагонів для електровозоремонтного заводу здійснюються заводським локомотивом ТГМ-23. Транспорт виділяють у відповідності поданим заявкам і записам у Журналі маневрових робіт по мірі зайнятості, при наявності вільних рухомих одиниць.

Автомобільна ділянка транспортного цеху має у своєму складі 77 одиниць дорожніх транспортних засобів, що дозволяють раціонально організовувати перевезення вантажів, які надходять на підприємство; відвантаження готової продукції; вивіз виробничих відходів у відвал; доставку робітників на роботу й з роботи, а також забезпечувати транспортними послугами управлінський персонал підприємства.

Ділянка електротранспорту забезпечує внутрішньозаводські міжцехові перевезення. Транспортні засоби, в основному, закріплені за виробничими підрозділами. Цехові навантажувачі виконують великий обсяг роботи з переміщення вантажів усередині цехів, а в ряді випадків і між двома цехами або складами. Технічне обслуговування електрокар провадиться безпосередньо на ділянці електротранспорту.

Внутрішньозаводські перевезення вантажів безрейковим транспортом (автомобільним й електротранспортом) на цей час здійснюється децентралізовано. Транспортні засоби розподіляють між виробничими підрозділами по їхніх заявках; навантаження в цехах виконується власними засобами підрозділу. Щомісяця всі основні цехи подають заявки на електротранспорт.

Протягом місяця цехи самостійно організують вивезення і завезення вантажу для технологічного процесу без узгодження черговості перевезень, роботи вантажно-розвантажувальних механізмів і роботи електротранспорту інших підрозділів.

1.3 Характеристика складського господарства підприємства

Складське господарство електровозоремонтного заводу підпорядковано управлінню матеріально-технічного постачання (УМТС), яке організує експлуатацію й утримання складських приміщень, вагового господарства, механізмів, а також роботу складського персоналу.

Склад УМТС має комплексні складські приміщення, де зберігається певна номенклатура вантажів (металовироби, кольорові метали і сплави, кабельна продукція тощо). Склад обладнаний критою рампою шириною 4 м.

Склад металу

Зберігання прокату чорних металів здійснюється на відкритій площадці. Габаритні розміри площадки: довжина: 110 м; ширина: 14 м.

Уздовж площадки покладена залізнична колія. Прокат чорних металів зберігають по сортах, марках, розмірах і профілях. Профільну сталь великих перетинів і рейки укладають на відкритій площадці в штабелі висотою до 1 м, ширина штабеля становить 2-3 м. Штабелі профільної сталі розміщують на дерев'яних підкладках товщиною не менш 100 мм; такі ж підкладки укладають між рядами. Листову сталь зберігають у штабелях на ділянці прокату. Сортову дрібну профільну сталь і труби малих діаметрів зберігають в стійкових стелажах, виконаних з фігурного прокату. Прохід між штабелями – шириною не менш 1,2 м.

Вантажно-розвантажувальні роботи на складі металу виконуються дизель-електричними кранами на залізничному ході, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.1 [2].

Вивантаження й навантаження вантажів у складі металовиробів і кабельної продукції виконується за допомогою тельфера й вручну в залежності від виду вантажів.

Таблиця 1.1 – Характеристика стрілових кранів на залізничному ходу

Найменування характеристики	Значення параметра	
	КДЕ-163	КЗДЕ-253
Вантажопідйомність, т	16,0	25,0
Довжина стріли, м: нормальної / подовженої	15,0/20,0	15,0/20,0
Виліт нормальної стріли, м: min / max	2,5/13,0	5,0/14,0
Найбільша висота підйому при максимальному вильоту стріли, м	12,2	11,8
Максимальна швидкість підйому, м/хв.: - гака / грейфера	17,6/53,0	10,6/ -
Швидкість пересування крана, км/год.: - самоходом - у складі поїзда	10,4 80,0	8,3 80,0
Частота обертання стріли крана, об. /хв.	1,96	1,5
Потужність двигуна, кВт	84,64	84,64
Тип двигуна	К-55Е	К-551
Розміри крана, мм - довжина платформи - ширина	8820 3800	9220 4200

Склад пально-мастильних матеріалів складається із двох ділянок: ГСМ 1 і ГСМ 2. Склад обладнаний двома ємностями для зберігання палива. Обсяг кожної ємності становить 6,5 м². Для видачі палива для автотранспорту встановлено два роздавальні стовпчики.

Склад гумовотехнічних виробів розділений на три відсіки. У кожному відсіку зберігається певна номенклатура вантажів. Склад обладнаний пожежною сигналізацією. Вивантаження вантажів виконують вручну.

Склад лакофарбової продукції – цегельний будинок площею 203 м². У сховище при ручному укладанні бочки з фарбою встановлюють на підлогу не більш ніж у два ряди. Ширина штабеля не більш двох бочок. Ширина головних проходів для транспортування бочок не менш 1,8 м, а між штабелями – не менш 1м.

Склад для зберігання відходів кольорових металів – будинок ангарного типу з торцевим розташуванням в'їзних воріт. У будинку складу встановлені механічні ваги. Для виконання перевантажувальних робіт установлений тельфер типу ТМ вантажопідйомністю 2 т.

Склад колісного цеху призначений для зберігання колісних пар, які надходять в ремонт, відремонтованих колісних пар, осей, бандажів, букс. Колісні пари зберігають на спеціально покладених тупикових коліях. Для передачі колісних пар у колісний і візковий цех зі складу колісних пар використовують візки-лебідки. Вантажно-розвантажувальні операції проводять мостовим краном.

Склад ремонтного фонду – це відкрита площадка для зберігання тягових двигунів, якорів, вентиляторів та іншого встаткування, що надходить у ремонт. По висоті тягові двигуни розташовують у два яруси. Вантажно-розвантажувальні роботи виконують за допомогою дизель-електричного залізничного крана.

Площадка металообробки призначена для зберігання відходів чорних металів, яка обслуговується козовим краном, технічна характеристика якого наведена в табл. 1.2 [2].

Таблиця 1.2 - Технічна характеристика козового крана КД-05

Найменування характеристики	Величина
Вантажопідйомність, т	5,0
База крана, м	6,0
Проліт крана, м	11,3
Виліт консолей, м	4,2
Висота підйому вантажу, м	8,0
Ширина просвіту між опорами, м	3,0
Швидкості, м/хв:	
- підйому вантажу	8,0
- пересування візка	50,0
- пересування крана	30,0
Потужність двигунів, кВт	23,3

1.4 Характеристика вантажів, що переробляються на підприємстві

Сортова сталь перетином до 30 мм і тонколистову сталь товщиною до 6 мм перевозять у скріплених пачках і пакетах, сформованих для відправлення кожної з них тільки в одну адресу. За згодою сторін допускається перевезення сортової сталі перетином до 50 мм і листової сталі товщиною до 10 мм. Маса одного пакета сталі не повинна перевищувати 5,0 т.

Для перевезення металів і металевих виробів, що не перевищують установлені габаритні й вагові параметри транспортних засобів, використовують транспортні засоби з бортовою платформою; для перевезення довгомірних металів довжиною до 8 м – тягачі з напівпричепами, а довгомірних металів понад 8 м – автомобілі із причепами-розпусками [3].

Кольорові метали й сплави кольорових металів, а також металеві вироби перевозяться транспортними засобами із критим кузовом або в контейнерах. Виливка з обробленою поверхнею й вироби з різьбленням (болти, гайки, гвинти, шурупи), а також цвяхи для уникнення корозії перевозять в транспортній тарі з нейтральним настилом.

Довгомірний прокат (куточки, швелери, двотаври) відправники пред'являють до перевезення в штабелях або зв'язуваннях; сталеві канати, згорнутими в бухти або намотаними на барабани; рулонні сітки – перев'язаними м'яким сталевим дротом; плоскі сітки – ув'язаними в пакети; дріт для автоматичного зварювання – згорнутої в бухти, обгорненими водонепроникним папером.

Для перевезення металопрокату довжиною до 8 м відправник вантажу повинен підготувати його, попередньо ув'язав окремі одиниці в пачки або пакети, і замаркірувати їх. Пачки й пакети повинні бути міцно скріплені дротом або металевою стрічкою не менш чим в 2 місцях, з урахуванням виключення можливості мимовільного їхнього розформування під час перевезення й навантаження-розвантаження [3].

При навантаженні довгомірного металу й металовиробів на транспортний засіб із причепом-розпуском відправник вантажу повинен забезпечити зазор між задньою стінкою кабіни автомобіля й вантажем з таким розрахунком, щоб причіп міг вільно повертатися щодо автомобіля на кут 90° у кожную сторону. Сформовані пакети з довгомірного металу розміщуються відправником вантажу в кузові транспортного засобу з урахуванням виключення можливості зсуву вантажу, як по поздовжній осі, так й у поперечному напрямку [3].

Вантажі надходять на електровозоремонтний завод у такому виді:

- чавун ливарний у чушках: навалом у залізничних піввагонах;
- кольорові метали: у пакетах розмірами 1000×800 мм середньою масою 0,95 т. завозяться на підприємство в критому руомому складі залізничного й автомобільного транспорту;
- хімічна продукція надходить у пакетованому виді на сформованих піддонах 1200×800 мм, середньою масою 0,85 т;
- лакофарбова продукція: у бочках ємністю 200 л;
- металовироби надходять у коробках на піддонах 1200×800 мм, середньою масою вантажу 0,95 т;
- гумовотехнічні вироби надходять на піддонах, зв'язуваннями, у мішках;
- металопрокат: у пачках, рулонах, зв'язуваннях, пакетах.

1.5 Аналіз вантажопотоків підприємства

Поставками сировини й матеріалів на підприємстві керує Управління матеріально-технічного забезпечення, яке відповідає за закупівлі встаткування, запасних частин і сировини у вітчизняних виробників, а також за імпорт усіх видів сировини, запасних частин, інструмента й технологічного встаткування. Закупівлі сировинних матеріалів здійснюються, в основному, із заводів виробників, що гарантує якість, стабільність, ритмічність поставок і зниження ціни.

Всі пропозиції на поставку сировинних матеріалів розглядаються з урахуванням альтернатив, з метою забезпечення виробництва високоякісною продукцією на найбільш вигідних умовах поставок. При поставках матеріалів на завод проводять 100% вхідний контроль. При недотриманні постачальником умов договору поставки по якості й кількості, дія вищевказаних договорів припиняється або компенсується за рахунок постачальника.

Обсяг поставок основних видів матеріалів для основного виробництва в 2020 р. наведений у табл.1.3.

Таблиця 1.3 – Обсяг поставок основних видів матеріалів для основного виробництва в 2020 р.

Найменування сировинних матеріалів	Найменування постачальника	Обсяг поставки, т
Кольорові метали, сплави	Запорізький завод кольорових металів	3000
Прокат кольорових металів	Запорізький завод кольорових металів	1550
Кабельна продукція	ТОВ «Кабель-трейд»	430
Хімічна продукція	ТОВ «Химрезерв»	1330
Сортовий прокат	Комбінат «Дніпроспецсталь»	3450
Гумовотехнічні вироби	Запорізький завод гумотехнічних виробів	220
Чавун	Комбінат «Запоріжсталь»	1900
Металопрокат	Комбінат «Запоріжсталь»	8300
Усього		20180

Всі матеріали завозяться на підприємство від зовнішніх постачальників як залізничним, так й автомобільним транспортом.

При залізничному перевезенні використовуються криті вагони та піввагони Укрзалізниці.

Автотранспортом вантажі завозяться з підприємств тих постачальників, які не мають під'їзної колії. Для перевезень використовуються автомобілі МАЗ-4371W1-421, технічна характеристика яких наведена в табл. 1.4 [5].

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика автомобіля МАЗ-4371W1-421

Найменування параметра	Значення параметра
Колісна формула	4×2
Повна маса автомобіля, кг	10100
Припустиме навантаження, кг:	
- на передню вісь	3800
- на задню вісь	6300
Маса спорядженого автомобіля, кг	5500
Потужність двигуна, л.с.	170
Контрольна витрата палива, л/100 км	15,2
Вантажопідйомність, кг	4450
Площа платформи, м ²	34,0
Об'єм кузова, м ³	30,0
Кількість коліс	6 + 1
Шини	235/75R17,5
Габаритні розміри автомобіля, мм	7740×2500×3425
Габаритні розміри кузова, мм	5314×2480×2305

Металопрокат з комбінату «Запоріжсталь» надходить на склад металу електровозоремонтного заводу, а всі інші матеріали – на склади Управління матеріально-технічного постачання.

Зі складів УТМС вантажі надходять у ковальсько-ливарний, електромашинний, складальний й апаратний цехи. Незначна кількість вантажів зі складів УТМС завозиться у візковий і колісний цехи.

У табл. 1.5 наведені внутрішньозаводські вантажопотоки між складами УТМС, складом металу й виробничими цехами, які одержують вантажі.

Таблиця 1.5 – Внутрішньозаводські вантажопотоки між складами та цехами підприємства

Найменування вантажу	Відправник	Одержувач	Вантажопотік, т/рік
Кольорові метали, сплави. Прокат кольорових металів	Склад УМТС	Електромашинний	1700
		Ковальсько-ливарний	1300
		Колісний цех	800
		Візковий цех	750
Електротехнічна й кабельна продукція	Склад УМТС	Електромашинний	200
		Апаратний	230
Хімічна й лакофарбова продукція	Склад УМТС	Електромашинний	400
		Апаратний	200
		Складальний цех	130
		Візковий цех	600
Сортовий прокат	Склад УМТС	Складальний цех	1900
		Колісний цех	800
		Візковий цех	750
Гумовотехнічні вироби	Склад УМТС	Електромашинний	100
		Апаратний	120
Чавун	Склад УМТС	Ковальсько-ливарний	1900
Металопрокат	Склад металу	Ковальсько-ливарний	4500
		Механічний	3800
Усього			20180

Електротранспорт, що використовується для завезення вантажів зі складів управління матеріально-технічного постачання з виробничі цехи, закріплений за складами УМТС. Після завезення вантажів електрокар повертається на склад у порожньому стані.

Продукція в цехи завозиться в розукомплектованому виді. Вантажі в первинному упакуванні укладаються на вантажну платформу електрокара вручну.

Пакетовані вантажі (кольорові метали й сплави в пакетах) завантажуються на електрокар тельфером.

Перевезення між виробничими цехами виконуються або електротранспортом або внутрішньозаводським залізничним. Вид транспорту залежить від габаритів і маси перевезеної продукції. В основному, перевезення між ковальсько-ливарним, механічним, візковим і колісним цехами виконуються залізничними вагонами, тому що маса перевезеної продукції не дає можливості використати для перевезення електрокар.

Зі складу металу прокат завозиться внутрішньозаводськими вагонами в ковальсько-ливарний, механічний цех і цех металоконструкцій.

Зі складів УМТС у цехи завозяться сировинні матеріали для основного виробничого процесу.

З ковальсько-ливарного цеху завозяться ливарні заготівлі. Основними споживачами продукції ковальсько-ливарного цеху є механічний, інструментальний, візковий цехи. Частина продукції ковальсько-ливарного цеху надходить на центральний склад підприємства для наступного відвантаження зовнішнім споживачам.

З механічного цеху деталі надходять в електромашинний, візковий і колісний цехи. Частина продукції механічного цеху також надходить на центральний склад підприємства для наступного відвантаження зовнішнім споживачам.

Із цеху металоконструкцій продукція відправляється в складальний і візковий цехи, устаткування з електромашинного цеху – у складальний цех.

З електромашинного, складального, апаратного, колісного й візкового цехів продукція виробництва, в основному, відправляється зовнішнім замовникам безпосередньо із цехових складів. Відвантаження здійснюється на залізничний транспорт.

Продукція ковальсько-ливарного й механічного цехів відправляється зовнішнім споживачам через центральний склад. Відвантаження здійснюється автомобільним транспортом. Вся готова продукція підприємства відвантажується зовнішнім споживачам за заявками.

Дані по основних внутрішньозаводських вантажопотоках між виробничими цехами наведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Внутрішньозаводські вантажопотоки між виробничими цехами підприємства

Найменування вантажу	Відправник	Одержувач	Вантажопотік, т/рік
Заготівлі	Ковальсько-ливарний цех	Механічний цех	1000
		Інструментальний	1600
		Візковий цех	600
		Центральний склад	2000
Металоконструкції	Цех металоконструкцій	Складальний цех	1500
		Візковий цех	1000
Електроустаткування	Складальний	Електромашинний	3000
Електроустаткування	Електромашинний	Складальний	3000
Деталі	Механічний цех	Візковий цех	725
		Колісний цех	800
		Електромашинний	725
		Центральний склад	2250
Інструмент. матеріал	Інструментал. цех	Центральний склад	1400
Усього			19600

1.6 Аналіз технології й організації транспортно-складських робіт на внутрішньозаводських перевезеннях підприємства

Всі транспортно-складські роботи виконуються тільки після надання заявок до відповідної ділянки транспортного цеху (електротранспорту, залізничного, автомобільного). Особа, яка відповідає за виконання робіт (цех-замовник), заповнює бланк заявки на виконання вантажно-розвантажувальних робіт, перевезення

вантажу із вказівкою найменування цеху-замовника, переліку необхідної роботи, обсягу роботи (вага в тоннах), найменування вантажу, місця виконання роботи й призначення вантажу (під час перевезення).

Для виконання робіт з перевезення вантажів залізничним транспортом, начальники зміни цеху ведуть записи в Журналі маневрових робіт залізничної ділянки. Майстер зміни залізничної ділянки дає розпорядження складачеві локомотивної бригади (машиніст і складач), що виконує завдання, а начальник зміни зобов'язаний забезпечити виконання замовленої роботи з перевезення вантажу (відкрити ворота, стежити за безпечним пересуванням залізничного транспорту на території цеху).

Всі електровози в черзі на ремонт знаходяться на виставочній колії чекаючи ремонту, а відремонтовані на відправній колії чекаючи відправлення.

Автотранспортним засобам і залізничному транспорту виписують шляхові аркуші, маршрутні листи, де відображено витрачене паливо й пробіг. На маршрутних аркушах залізничних кранів відображено витрачене паливо за кожну операцію.

На загальнозаводські склади підприємства й у цехи безперебійно повинні доставлятися від зовнішніх постачальників матеріальні ресурси (сировина, матеріали, паливо тощо). Із загальнозаводських складів підприємства й із цехів безупинно повинна вивозитися готова продукція для зовнішніх споживачів, а також відходи, предмети утилізації. Ці функції виконує зовнішній транспорт.

Безрейковий транспорт виконує внутрішньозаводські перевезення:

- зі складів у цехи доставляє сировину, матеріали й комплектуючі;
- із цеху в цех по ходу технологічного процесу переміщає заготівлі, деталі й складальні одиниці;
- із цехів на склади готової продукції вивозить готові вироби;
- між основними, допоміжними цехами й обслуговуючими господарствами.

У цей час доставка вантажів усередині підприємства здійснюється безрейковим транспортом децентралізовано. Транспортні засоби розділяються між це-

хами по їхніх заявках, а навантаження продукції цехів здійснюється засобами виробничих підрозділів.

Час прибуття транспортних засобів до місць виконання вантажних операцій заздалегідь не відомі. У цехах через недостатню оснащеність вантажних фронтів вантажно-розвантажувальними механізмами, відсутності попередньої підготовки виробів спостерігається масове скупчення транспортних засобів, які простоюють у черзі на одержання вантажів, оформлення документів.

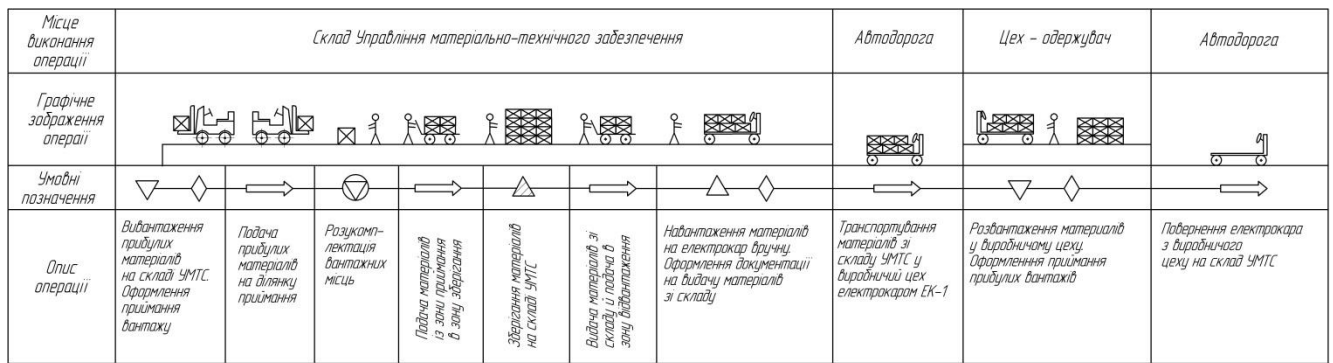
Технічна характеристика електрокар, які виконують внутрішньозаводські перевезення підприємства, наведена в таблиці 1.7 [6].

Таблиця 1.7 – Технічна характеристика електрокара ЕК-1

Найменування характеристики	Величина
Номінальна вантажопідйомність, т	1,0
Швидкість пересування з вантажем, км/год.	9,0
Подоланий підйом, ‰	5,0
Тип двигуна	МТ – 4
Радіус повороту, мм	3800
Міжосьова відстань, мм	1530
Ємність акумуляторної батареї, А·год.	250
Напруга акумуляторної батареї, В	36
Габаритні розміри електрокара, мм	2790×1140
Габаритні розміри вантажної платформи, мм	2050×1140×660
Власна маса, кг	1350

Вантажно-розвантажувальні й транспортні роботи виконують відповідно до прийнятих технологічних схем проведення робіт.

Існуюча транспортно-технологічна схема вантажопереробки матеріалів на матеріальних складах підприємства показана на рис. 1.1.



Умовні позначення:

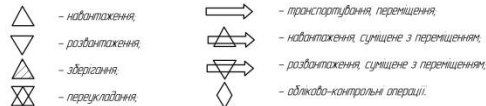


Рисунок 1.1 – Існуюча транспортно-технологічна схема вантажопереробки вантажів на підприємстві

Комірник, відповідальний за прийом даного виду вантажу, звіряє дані в документах з фактично прибулим вантажем. Подає наряд на виконання робіт диспетчерові залізничної ділянки транспортного цеху. В наряді вказується вид роботи, найменування матеріалу, вага вантажу.

За розпорядженням диспетчера на місце провадження робіт направляється кран на залізничному ходу.

Для виробництва вантажно-розвантажувальних робіт з тарно-штучними вантажами використовують електронавантажувачі ЕВ-717. Вони закріплені за складом УМТС і виконують всі види робіт.

Електрокари, не закріплені за цехами, перебувають у підпорядкуванні майстра електрокарної ділянки й використовуються за його вказівкою для виконання різних внутрішньозаводських перевезень на підставі заявок, переданих виробничими підрозділами підприємстві.

1.7 Обґрунтування необхідності розробки проєкту

При роботі над аналітичною частиною магістерської роботи були детально вивчені питання організації переробки вантажів на підприємстві, технологія й організація міжцехових перевезень внутрішньозаводським транспортом, а також організація завезення матеріалів для основного виробництва на ЗЕРЗ.

Основний вантажопотік матеріалів завозиться на завод з підприємств-постачальників залізничним транспортом, незначна частина вантажів (гумотехнічні вироби, лакофарбова продукція) завозиться автотранспортом. Використання залізничного транспорту для доставки вантажів на невеликі відстані збільшує загальні витрати на перевезення та час доставки.

Внутрішньозаводські перевезення між основними виробничими цехами виконуються електротранспортом децентралізовано. Транспортні засоби розподіляють між виробничими підрозділами по їхніх заявках; навантаження в цехах проводиться власними засобами підрозділу.

Щомісяця всі основні цехи подають заявки на електротранспорт. Протягом місяця цехи самі організують вивезення і завезення вантажу для технологічного процесу без узгодження черговості перевезень, роботи вантажних механізмів і роботи електротранспорту інших підрозділів.

У цехах через недостатню оснащеність вантажних фронтів вантажними механізмами, відсутності попередньої підготовки виробів спостерігається скупчення транспортних засобів, що простоюють у черзі на одержання вантажів.

Зі складів УМТС у виробничі цехи сировинні матеріали доставляються в безтари, що приводить до тривалих простоїв внутрішньозаводського транспорту під вантажними операціями.

Для усунення виявлених недоліків у роботі пропонується:

- для завезення всього обсягу сировинних матеріалів з підприємств-виробників на завод використати автомобільний транспорт;

- для внутрішньозаводських перевезень матеріалів зі складів УМТС у виробничі цехи пропонується використати внутрішньозаводську транспортну тару – сітчасті піддони;

- внутрішньозаводську тару пропонується використати також і для перевезення габаритної продукції підприємства між цехами й складом готової продукції; вантажні операції із запропонованою тарою можна виконувати як навантажувачами, так і крановими механізмами;

- розробити збірно-розвізні маршрути внутрішньозаводських перевезень вантажів, які дозволять виключити або звести до мінімуму порожні пробіги транспортних засобів;

- для організації внутрішньозаводських перевезень вантажів на електровозоремонтному заводі пропонується використати електрокари більшої вантажопідйомності, щоб підвищити їхню продуктивність і скоротити робочий парк. Крім того, придбання нових електрокар дозволить оновити заводський парк напільного транспорту.

Всі перераховані заходи дозволять знизити загальні витрати на перевезення вантажів Запорізького електровозоремонтного заводу й підвищити ефективність транспортного обслуговування підприємства.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок проєктних вантажопотоків

Для визначення технологічних й економічних показників проєкту основним вихідним даним є вантажопотоки надходження матеріалів на підприємство, а також подальшої їхньої видачі у виробничі цехи.

При визначенні вантажопотоків для подальших технологічних розрахунків необхідно враховувати коефіцієнт нерівномірності. Визначаємо його за результатами обробки зібраних статистичних даних з щодобового надходження матеріалів для основного виробництва. При розрахунках визначаються такі параметри випадкової величини, як математичне очікування, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації за методикою, наведеною в [7]. Результати розрахунків представлені в додатку А.

Значення коефіцієнту нерівномірності склали:

- по надходженню матеріалів для виробничого процесу від зовнішніх постачальників $K_n^{np} = 1,896$;

- по видачі вантажів зі складів у виробничі цехи $K_n^{відп} = 1,216$.

З урахуванням визначених коефіцієнтів розрахуємо значення вантажопотоків по основних видах вантажів підприємства.

Вантажопотоки надходження на завод основних видів матеріалів для виробничого процесу при $K_n^{np} = 1,896$ наведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Вантажопотоки надходження на завод матеріалів для основного виробництва

Найменування вантажу	Значення вантажопотоку		
	$Q_{річн}$, т/рік	$Q_{доб}^{сер}$, т/добу	$Q_{доб}^{розр}$, т/добу
Кольорові метали, сплави	3000	11,95	22,66
Прокат кольорових металів	1550	6,18	11,72
Кабельна продукція	430	1,71	3,24
Хімічна, лакофарбова продукція	1330	5,30	10,05
Сортовий прокат	3450	13,74	26,05
Гумовотехнічні вироби	220	0,88	1,67
Чавун	1900	7,57	14,35
Металопрокат	8300	33,07	62,70
Усього	20180	80,40	152,44

Діаграма зовнішніх вантажопотоків надходження матеріалів для основного виробництва підприємства представлена на рис. 2.1.

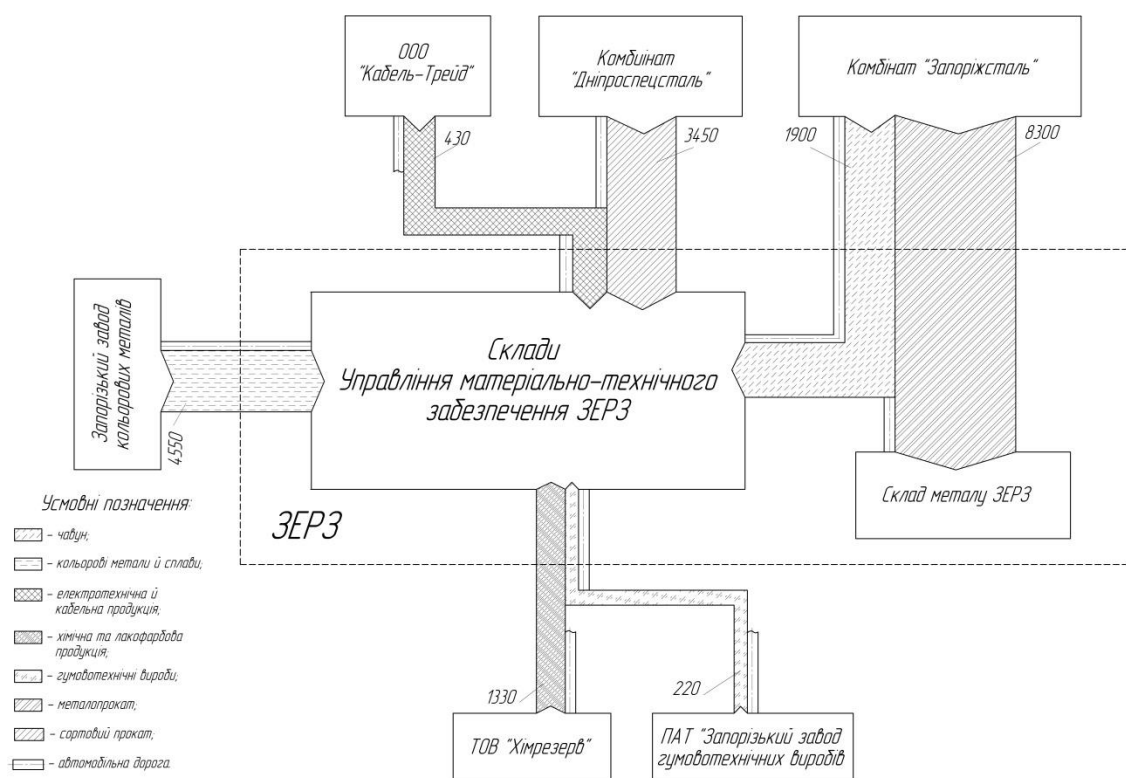


Рисунок 2.1 – Діаграма зовнішніх вантажопотоків ЗЕРЗ

Розраховані значення проєктних вантажопотоків матеріалів по видачі зі складів у виробничі цехи з урахуванням коефіцієнта нерівномірності відправлення $K_n^{відпр} = 1,216$ наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 Вантажопотоки відправлення основних матеріалів зі складів УМТС у цехи

Найменування вантажу	Цех-одержувач	Значення вантажопотоку		
		$Q_{річн}$, т/рік	$Q_{доб}^{сер}$, т/добу	$Q_{доб}^{розр}$, т/добу
Кольорові метали, сплави. Прокат кольорових металів	Електромашинний	1700	6,77	8,23
	Ковальсько-ливарний	1300	5,18	6,30
	Колісний цех	800	3,18	3,87
	Візковий цех	750	2,99	3,64
Електротехнічна й кабельна продукція	Електромашинний	200	0,80	0,97
	Апаратний	230	0,92	1,12
Хімічна й лакофарбова продукція	Електромашинний	400	1,59	1,93
	Апаратний	200	0,80	0,97
	Складальний цех	130	0,52	0,63
	Візковий цех	600	2,39	2,91
Сортовий прокат	Складальний цех	1900	7,57	9,21
	Колісний цех	800	3,19	3,88
	Візковий цех	750	2,99	3,64
Гумовотехнічні виробу	Електромашинний	100	0,40	0,49
	Апаратний	120	0,48	0,58
Чавун	Ковальсько-ливарний	1900	7,57	9,20
Металопродукт	Ковальсько-ливарний	4500	17,92	21,79
	Механічний	3800	15,14	18,41
Усього		20180	80,40	97,77

Крім перевезень між складами УМТС і виробничими цехами, виконуються також перевезення вантажів між цехами, а також між цехами й складом готової продукції. Дані по цих вантажопотоках наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Внутрішньозаводські вантажопотоки між виробничими цехами

Найменування вантажу	Цех-відправник	Цех-одержувач	Значення вантажопотоку		
			$Q_{річн}$, т/рік	$Q_{доб}^{сер}$, т/добу	$Q_{доб}^{розр}$, т/добу
Заготівлі	Ковальсько-ливарний цех	Механічний цех	1000	3,98	4,84
		Інструментальний	1600	6,37	7,75
		Візковий цех	600	2,39	2,91
		Склад гот. прод.	2000	7,97	9,69
Металеві конструкції	Цех металоконструкцій	Складальний цех	1500	5,98	7,27
		Візковий цех	1000	3,98	4,84
Заготівлі	Складальний	Електромашинний	3000	11,95	14,53
	Електромашинний	Складальний	3000	11,95	14,53
Деталі	Механічний цех	Візковий цех	725	2,89	3,51
		Колісний цех	800	3,19	3,88
		Електромашинний	725	2,89	3,51
		Склад гот. прод.	2250	8,96	10,90
Інструмент	Інструмент. цех	Склад гот. прод.	1400	5,58	6,79
Усього			19600	78,08	94,95

На підставі розрахованих даних будуємо діаграму внутрішньозаводських вантажопотоків, що наведена на рис. 2.2. При розробці діаграми вантажопотоків кожен вид вантажу показуємо умовними позначками та в умовному масштабі. Вантажопотоки прокладаємо з урахуванням правостороннього руху за напрямом їхнього просування, а цехи і склади на діаграмі розташовуємо відповідно до схеми їхнього розташування на схемі генплану ЗЕРЗ.

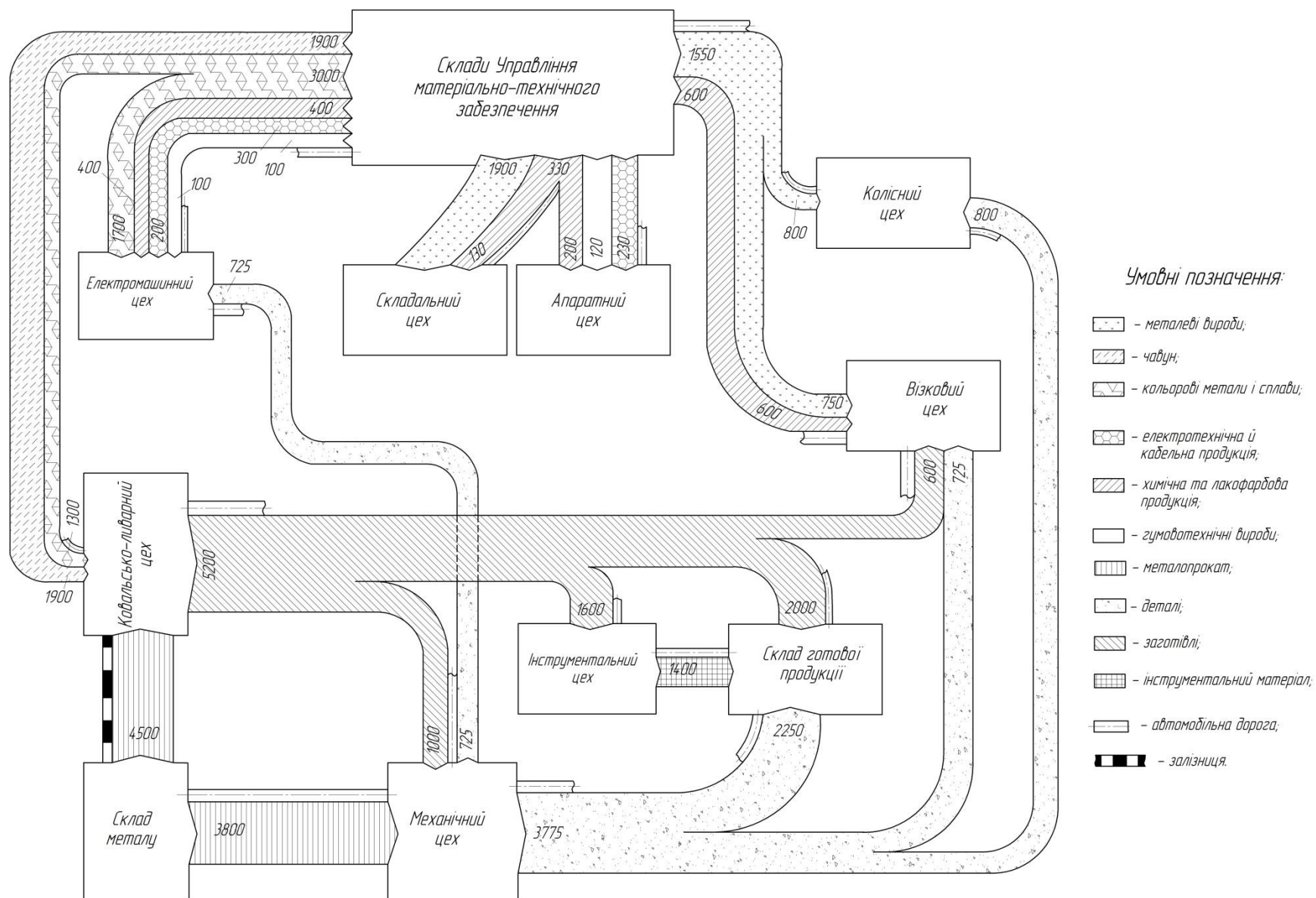


Рисунок 2.2 – Діаграма внутрішньозаводських вантажопотоків ЗЕРЗ

2.2 Розробка пропонованої технології переробки й перевезення вантажів підприємства

Для усунення виявлених недоліків по організації переробки, зберігання й внутрішньозаводських перевезень вантажів на ЗЕРЗ пропонується використати транспортну тару, що дозволить:

- механізувати виконання вантажно-розвантажувальних і транспортних і складських процесів;
- збільшити коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортних засобів підприємства;
- організувати зберігання вантажів у штабелях, що дозволить більш ефективно використати складську площу.

За пропонованою технологією на складі УМТС прибулі матеріали після прийому по якості й кількості укладаються у внутрішньозаводську тару й подаються в зону зберігання. Зберігаються вантажі на складах у штабелях в 4 ряди по висоті. Збільшення ярусів зберігання вантажів дозволить скоротити складські площі й концентрувати переробку тарних вантажів в одному складському приміщенні.

Зі складу УМТС у виробничі цехи вантажі доставляються також у внутрішньозаводській тарі. В цеху-одержувачі тара із матеріалами вивантажується. Потім на цей же електрокар завантажується тара з готовою продукцією ковальсько-ливарного або механічного цехів і перевозиться в наступний цех-одержувач. Після вивантаження продукції в наступному цеху-одержувачі електрокар або повертається на склад УМТС під наступне навантаження, або перевозить вантаж у наступний цех-одержувач.

Зберігання матеріалів на одному складі дозволяє не тільки концентрувати роботу з переробки й видачі матеріалів для виробництва, але й комплектувати замовлення на підставі заявок цехів з різних видів сировинних матеріалів.

Пропонована транспортно-технологічна схема вантажопереробки показана на рис. 2.3.

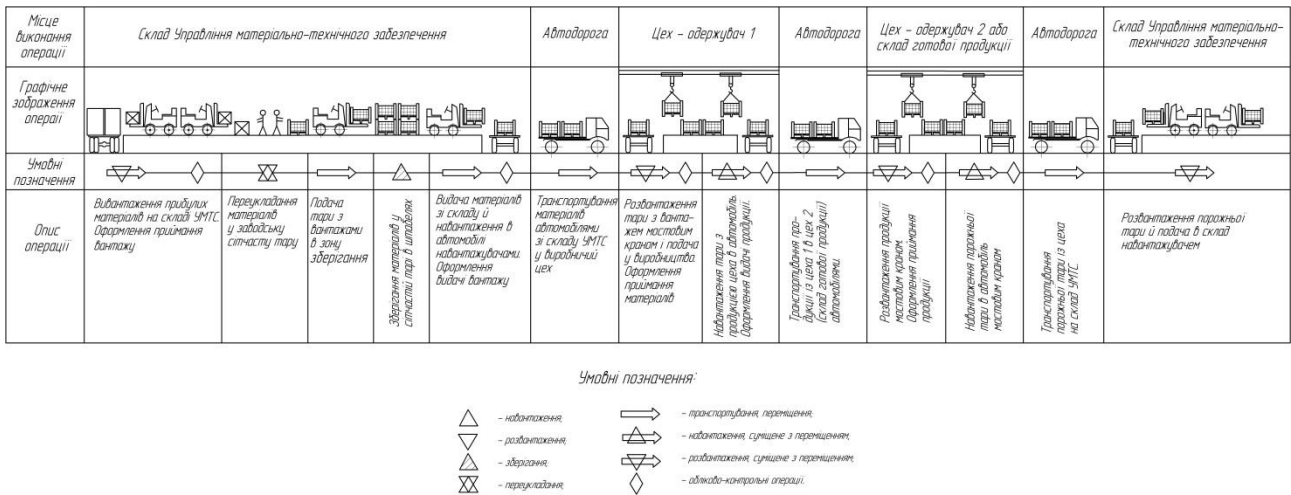


Рисунок 2.3 – Пропонована транспортно-технологічна схема Вантажопереробки вантажів на підприємстві

Крім зміни технології зберігання й внутрішньозаводського перевезення вантажів в роботі пропонується використати транспортні засоби більшої вантажопідйомності й місткості: електрокари вантажопідйомністю 6,0 т.

2.3 Вибір транспортних засобів для організації перевезень вантажів підприємства й розрахунок їхнього завантаження

На цей час зовнішні автомобільні перевезення виконуються автомобілями МАЗ-4371W1-421.

Для завезення матеріалів з підприємств-постачальників на ЗЕРЗ пропонується використовувати автопоїзди в складі тягача SCANIA [8] і напівпричепа Kogel Cargo [9]. Технічна характеристика автопоїзда наведена в таблицях 2.4 й 2.5.

Таблиця 2.4 – Технічна характеристика тягача SCANIA

Найменування параметра	Значення параметра
Колісна формула	4×2
Повна маса автопоїзда, кг	42000
Припустиме навантаження, кг:	
- на передню вісь	7500
- на задню вісь	18600
- на сидельний устрій	13000
Маса спорядженого автомобіля, кг	9100
Потужність двигуна, к.с.	480
Контрольна витрата палива, л/100 км	30,0
Кількість коліс	6 + 1
Шини	295/80R22.5
Габаритні розміри, мм	5540×2490×2800

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика напівпричепа Kögel Cargo

Найменування параметра	Значення параметра
Повна маса напівпричепа, кг	36000
Припустиме навантаження, кг:	
- на сидельний устрій	12000
- на задній візок	24000
Маса спорядженого напівпричепа, кг	7280
Вантажопідйомність, кг	28720
Площа платформи, м ²	34,0
Обсяг кузова, м ³	90,0
Кількість коліс	6 + 1
Шини	385/65R22.5
Габаритні розміри напівпричепа, мм	14150×2550×4000
Габаритні розміри кузова, мм	13810×2480×2680
Кількість євро піддонів	32

У для внутрішньозаводських перевезень пропонується використати електрокари підвищеної вантажопідйомності BD-6, технічна характеристика яких наведена в табл. 2.6 [4].

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика електрокара BD-6

Найменування параметра	Величина
Вантажопідйомність, кг	6000
Швидкість пересування, км/год.; з вантажем / без вантажу	10,0/12,0
Максимальний подоланий підйом, ‰	10,0
Габаритні розміри вантажної платформи, мм:	
- довжина	3600
- ширина	1600
Зовнішні габарити, мм	5200×2600×1800
Висота платформи	780
Ємність батареї, А·год.	480
Напруга, В	48

При розрахунку кількості автопоїздів та електрокар для перевезень вантажів ЗЕРЗ необхідно розрахувати норми завантаження транспортних засобів різними видами вантажів з урахуванням обмежень за вантажопідйомністю та ємністю транспортного засобу.

Максимальна кількість піддонів на транспортному засобі становить:

- автомобіль МАЗ-4371W1-42: 10 піддонів;
- напівпричіп Kogel Cargo: 32 піддона;
- електрокар платформний BD-6: 6 піддонів.

Фактична кількість піддонів залежить від маси транспортного пакета.

Виходячи з кількості піддонів у кузові, визначаємо кількість вантажу в транспортному засобі по формулі [10]:

$$q_{\text{вант}} = m_{\text{вант}}^{\text{нетто}} \cdot n_{\text{під}}, \quad (2.1)$$

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

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

Після визначення кількості вантажу в транспортному засобі перевіряємо його завантаження по формулі [10]:

$$q'_{\text{вант}} = m_{\text{вант}}^{\text{брутто}} \cdot n_{\text{під}}, \quad (2.2)$$

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

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

Вантажі надходять на електровозоремонтний завод транспортними пакетами, сформованими на піддонах, або без піддонів, а також у пачках, зв'язуваннях, рулонах й ін. Автомобілями МАЗ-4371W1-421 на цей час на завод завозиться тільки кабельна, хімічна продукція й гумовотехнічні вироби.

Розрахункові дані по транспортних засобах наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Завантаження напівпричепа різними вантажами

Найменування вантажу	Маса вантажу на піддоні, т		Кількість піддонів у ТС		Маса вантажу в ТС, т		Завантаження ТС, т	
	нетто	брутто	МАЗ	Kogel	МАЗ	Kogel	МАЗ	Kogel
Кольор. метали	0,95	1,00	-	28	-	26,60	-	28,00
Чавун	1,00	1,00	-	28	-	28,00	-	28,00
М/прокат	-	-	-	рулони	-	27,00	-	28,00
Сорт. прокат	-	-	-	пачки	-	27,00	-	28,00
Кабель.продук.	0,50	0,55	8	32	4,00	16,00	4,40	17,6
Хіміч. прод.	0,85	0,90	5	31	4,25	26,35	4,50	27,90
Гум.-тех. вир.	0,60	0,65	7	32	4,20	19,2	4,55	20,8

Загальне завантаження транспортних засобів не повинна перевищувати їхню номінальну вантажопідйомність.

Норми завантаження електрокар, які використовуються для внутрішньозаводських перевезень, по існуючому й проектному варіантам наведені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Норми завантаження електрокар

Найменування вантажу	Маса вантажу на піддоні, т		Кількість піддонів у ТЗ		Маса вантажу в ТЗ, т		Завантаження ТЗ, т	
	нетто	брутто	ЕК-1	BD-6	ЕК-1	BD-6	ЕК-1	BD-6
Кольор. метали	0,95	1,00	1	6	0,95	5,70	1,00	6,00
Чавун	1,00	1,00	1	6	1,00	5,70	1,00	6,00
М/прокат	-	-	-	рулони	-	6,00	-	6,00
Сорт. прокат	-	-	-	пачки	-	6,00	-	6,00
Кабель. прод.	0,50	0,55	1	6	0,50	3,00	0,55	3,30
Хіміч. прод.	0,85	0,90	1	6	0,85	5,10	0,90	5,40
Гумов.-техн.	0,60	0,65	7	32	4,20	19,2	4,55	20,8
Металовироби	0,95	1,00	1	6	0,95	5,70	1,00	6,00
Заготівлі	0,95	1,00	1	6	0,95	5,70	1,00	6,00
Деталі	0,95	1,00	1	6	0,95	5,70	1,00	6,00

2.4 Вибір і розрахунок кількості тари для організації переробки й внутрішньозаводського перевезення вантажів ЗЕРЗ

Для підвищення схоронності вантажів під час зберігання й внутрішньозаводського перевезення, а також для підвищення ефективності використання складських площ пропонується використати внутрішньозаводську транспортну тару – сітчастий піддон.

Піддон має спеціальні вушка для стропування під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт, тому вантажні операції можна виконувати як навантажувачами, так і крановим устаткуванням.

При зберіганні вантажів допускається штабелювання піддонів у чотири яруси. Технічна характеристика сітчастого піддона наведена в табл. 2.9 [11].

Таблиця 2.9 – Технічна характеристика сітчастого піддона

Найменування параметра	Величина параметра
Вантажопідйомність, кг	1000,0
Максимальна кількість вантажу в тарі, кг	925,0
Власна маса, кг	75,0
Габаритні розміри, мм	1240×840×1150

Загальна потреба в піддонах для організації внутрішньозаводських перевезень розраховується за формулами (2.14) - (2.19) [10].

При визначенні кількості тари для перевізного процесу тривалість обороту одиниці тари приймаємо 1 добу, оскільки перевезення внутрішньозаводські.

А при визначенні кількості тари для зберігання вантажів на складах електровозоремонтного заводу приймаємо такі значення нормативного строку зберігання:

- на складах УМТС: 5 діб;
- у виробничих цехах на цехових складах: 3 доби;
- на складі готової продукції: 5 діб.

Потребу в тарі для складів УМТС розраховуємо для всіх вантажів, крім кольорових металів і сплавів. Ці вантажі надходять у пакетах, і в такому ж виді транспортуються потім у виробничі цехи.

Завантаження піддонів різними видами вантажів наведені в табл. 2.8.

Потребу в тарі для перевезення, зберігання і створення обмінного фонду розраховуємо для складів УМТС та цехів, що передають свою продукцію в інші виробничі цехи, а також для складу готової продукції.

Для інших цехів при розрахунку враховуємо тільки кількість тари для створення обмінного фонду, тому що свою продукцію вони відправляють зовнішнім споживачам. Результати розрахунку кількості тари для організації переробки й внутрішньозаводського перевезення вантажів наведені в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Розрахунок кількості сітчастої тари

Вантажний пункт	$N_{пер}$	$N_{оф}$	$N_{збер}$	$N_{заг}$
Склади ОМТС	38	15	228	281
Ковальсько-ливарний цех	24	7	59	90
Механічний цех	21	7	28	56
Інструментальний цех	7	7	19	33
Центральна комора	-	7	19	26
Інші цехи	-	35	-	35
Разом	90	78	353	521

Приймаємо загальну кількість сітчастих піддонів: 530 од.

2.5 Розрахунок технічної оснащеності вантажних фронтів

На складах ОМТС всі операції по прийманню вантажу в склад, його складської переробці й видачі зі складу виконуються навантажувачами й кран-балками. У виробничих цехах всі вантажні операції виконуються мостовими кранами вантажопідйомністю 5-10 т.

Необхідно визначити продуктивність і кількість вантажних механізмів, як на складах підприємства, так й у виробничих цехах.

Розрахунок виконуємо для тих вантажних фронтів, які включені в систему внутрішньозаводських централізованих перевезень.

Технічні характеристики засобів переробки вантажів, застосовувані на вантажних фронтах, наведені в табл. 2.11 й 2.12.

Таблиця 2.11 – Технічна характеристика мостового крана

Найменування характеристики	Величина
Вантажопідйомність, т	5,0-10,0
Висота підйому вантажу, м	8,0
Швидкість при середньому режимі роботи, м/хв.: - підйому вантажу - пересування візка - пересування крана	20,0 43,0 80,0
Маса крана, т	13,6
Проліт крана, м	16,5
Потужність установлених двигунів, кВт	23,7

У табл. 2.12 наведена технічна характеристика навантажувачів, які використовуються на підприємстві для виконання вантажно-розвантажувальних робіт [12].

Таблиця 2.12 – Технічна характеристика електричного навантажувача ЕВ-717

Найменування характеристики	Величина
Номінальна вантажопідйомність, т	1,0
Відстань від центра до передньої стінки вив, мм	600
Найбільша висота підйому, м	3,3
Габаритні розміри, мм	2300×1150
Найменший радіус повороту, мм	1950
Швидкість підйому вантажу, м/хв	13,8
Швидкість пересування з вантажем, км/ч	14,0
Акумуляторна батарея: - напруга, В - ємність, А·год.	24,0 350,0
Власна маса, кг	3500

Параметр, який визначає ефективність роботи механізмів – це продуктивність, яка для кранів і навантажувачів визначається по формулі [13]:

$$P_{техн} = \frac{q_{ц} \cdot 3600}{t_{ц}}, \quad (2.3)$$

де $q_{ц}$ - середня маса певного вантажу, який переробляється протягом одного циклу роботи механізму, т; за один цикл переробляється одна одиниця сітчастої тари, тому $q_{ц} = 1$;

$t_{ц}$ - тривалість циклу механізму при виконанні різних видів робіт, с.

Для розрахунків кількості механізмів, які повинні забезпечити ефективність вантажопереробки, та визначення часу на вантажні операції, користуємось експлуатаційною продуктивністю, яка визначається по формулі [13]:

$$P_{експл} = P_{техн} \cdot K_{час}, \quad (2.4)$$

де $K_{час}$ - коефіцієнт, який враховує використання визначеного технічного засобу за часом.

Тривалість циклу навантажувача визначається по формулі [13]:

$$t_{ц}^{ен} = \varphi \cdot (t_1 + t_2 + \dots + t_{11}), \quad (2.5)$$

де φ - коефіцієнт, який враховує сполучення деяких операцій циклу за часом;

t_1 - час на нахил захвату вперед, заведення захвату під вантаж, підйом вантажу та нахил захвату у транспортне положення, с;

t_2 - час розвороту механізму, яким виконується операція, с;

t_3 - час переміщення навантажувача у завантаженому стані, с;

t_4 - час встановлення захвату у вертикальне положення, с;

t_5 - час тари з вантажем на визначену висоту, с;

t_6 - час встановлення вантажу в стелаж, штабель на складі, в кузов транспортного засобу, с;

t_7 - час відхилення рами захвату у транспортне положення без вантажу, с;

t_8 - час опускання порожнього захвату, с;

t_9 - час розвороту навантажувача без вантажу, с;

t_{10} - час на повернення навантажувача у вихідну точку, с;

t_{11} - загальний час на перемикання важелів і спрацьовування виконавчих циліндрів при виконанні робочого циклу, с.

Складові циклу t_3 , t_5 , t_8 , t_{10} розраховуються за формулами, а інші – приймаються за технологічними нормативами виконання операцій циклу.

Розрахуємо елементи циклу навантажувача при виконанні вантажних і складських робіт на складах УМТС:

- тривалість руху навантажувача з вантажем і без вантажу

$$t_3 = \frac{15}{2,78} + 2 = 7 \text{ с}; \quad t_{10} = \frac{15}{3,05} + 2 = 7 \text{ с};$$

- тривалість підйому й опускання вантажу

$$t_5 = \frac{1,0}{0,15} + 2 = 9 \text{ с}; \quad t_8 = \frac{1,0}{0,13} + 2 = 10 \text{ с}.$$

Тривалість циклу навантажувача:

$$t_u^{en} = 0,8 \cdot (10 + 8 + 7 + 6 + 9 + 8 + 5 + 10 + 8 + 7 + 10) = 70 \text{ с}.$$

Визначимо технічну та експлуатаційну продуктивності навантажувача:

$$P_{техн} = \frac{1 \cdot 3600}{70} = 51,4 \text{ тар/год.};$$

$$P_{експл} = 51,4 \cdot 0,85 = 44 \text{ тар/год.}$$

Кількість навантажувачів, необхідних для виконання робіт на вантажних фронтах електровозоремонтного заводу визначається по формулі [13]:

$$Z_{ен} = \frac{N_{річн} \cdot K_n}{n_{зм} \cdot P_{експл} \cdot T_p \cdot t_{зм}}, \quad (2.6)$$

де $N_{річн}$ - річна кількість сітчастих тар, що переробляється з певним вантажем на підприємстві, од.;

$n_{зм}$ - кількість робочих змін за добу;

$t_{зм}$ - тривалість однієї зміни, год.

Для розрахунку кількості навантажувачів необхідно знати річне число сітчастих тар, що переробляється з різними вантажами на підприємстві:

- чавун, металовироби, кольорові метали й сплави:

$$Q_{річн} = 8350 \text{ т/рік або } N_{річн} = 8790 \text{ од. /рік};$$

- хімічні матеріали:

$$Q_{річн} = 1330 \text{ т/рік або } N_{річн} = 1775 \text{ од. /рік};$$

- електротехнічна, кабельна продукція та гумовотехнічні вироби:

$$Q_{річн} = 750 \text{ т/рік або } N_{річн} = 1500 \text{ од. /рік};$$

- готова продукція підприємства:

$$Q_{річн} = 5650 \text{ т/рік або } N_{річн} = 5950 \text{ од. /рік}.$$

Загальна кількість становить:

- на складах УМТС: $\Sigma N_{річн}^{УМТС} = 12065 \text{ од.};$
- на складі готової продукції: $\Sigma N_{річн}^{склад} = 5950 \text{ од.}$

Визначимо кількість навантажувачів для складів УМТС і для складу готової продукції:

- склад матеріалів УМТС

$$Z_{ен} = \frac{12065 \cdot 1,896 + 12065 \cdot 2 \cdot 1,216}{1 \cdot 44 \cdot 251 \cdot 8} = 1,18; \text{ приймаємо 2 навантажувачі};$$

- склад готової продукції

$$Z_{ен} = \frac{5950 \cdot 2 \cdot 1,216}{1 \cdot 44 \cdot 251 \cdot 8} = 0,30; \text{ приймаємо 1 навантажувач}.$$

Загальна кількість навантажувачів за пропонованим варіантом склала 3 од.

Тривалість циклу мостового крана розраховується по формулі [15]:

$$t_{ц} = t_{з} + t_{о} + \left(\frac{4H}{v_{вант}} + \frac{2L_{кр}}{v_{кр}} + \frac{2L_m}{v_m} \right) \cdot \varphi, \quad (2.7)$$

де $t_{з}$ - час на стропування вантажу, с;

t_o - час відстроплення вантажу, с;

H - висота підйому вантажу при переміщенні в циклі, м;

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

L_m - середня відстань переміщення візка крана, м;

$v_{вант}$ - швидкість підйому (опускання) вантажу або порожнього захвату, м/с;

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

v_m - швидкість пересування візка крана в циклі, м/с.

Розрахуємо тривалість циклу та продуктивність мостового крану при перевантаженні сітчастих піддонів:

$$t_{\text{ц}} = 8 + 5 + \left(\frac{4 \cdot 5,0}{0,33} + \frac{2 \cdot 10}{1,33} + \frac{2 \cdot 7}{0,72} \right) \cdot 0,8 = 94 \text{ с};$$

$$P_{\text{техн}} = \frac{1 \cdot 3600}{94} = 38 \text{ тар/год.};$$

$$P_{\text{експл}} = 38 \cdot 0,85 = 32 \text{ тари/год.}$$

Кількість мостових кранів не розраховуємо, тому що на всіх вантажних фронтах, де йде перевантаження кранами, вони є в наявності й використовуються як технологічне встаткування.

2.6 Визначення часу виконання вантажних операцій за варіантами

Загальна тривалість виконання вантажних операцій з автотранспортними засобами визначається по формулі [10]:

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{підг}} + \frac{q_{\text{вант}}^{\text{мз}} \cdot 60}{\Pi_{\text{експл}}} + t_{\text{закл}}, \quad (2.8)$$

де $t_{\text{підг}}$ - тривалість підготовчих операцій, хв.;

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

$q_{\text{вант}}^{\text{мз}}$ - кількість вантажу в транспортному засобі, т.

Експлуатаційна продуктивність механізмів, які виконують вантажні та складські роботи, по розрахунках склала:

- продуктивність навантажувачів на складах: 26 тар/год.;
- продуктивність мостових кранів, що виконують перевантажувальні операції у виробничих цехах : 30 тар/год.

Визначимо часу виконання вантажних операцій на складах і у виробничих цехах по варіантах.

Існуючий варіант

З підприємств-постачальників матеріали завозяться автомобілем МАЗ-4371W1-421 вантажопідйомністю 4,5 т або у вагонах загальносітьового парку. Максимальна кількість піддонів у кузові автомобіля – 8 од. (табл. 2.7).

Час простою автомобіля МАЗ-4371W1-421 під вантажними операціями складе:

$$T_{\text{заг}}^{\text{МАЗ}} = 7 + \frac{8 \cdot 60}{44} + 8 = 26 \text{ хв.} = 0,44 \text{ год.}$$

Внутрішньозаводські перевезення за існуючим варіантом виконуються електрокарами ЕК-1. За одну їздку максимально перевозиться 1 т вантажу або одна тара з деталями або заготівлями.

На складі вантажі завантажуються за допомогою найпростіших засобів механізації й вручну. За даними хронометражних спостережень середня тривалість простою електрокар ЕК-1 під навантаженням на складі в середньому становить 0,5 години. Така ж тривалість вивантаження й у виробничому цеху.

Між цехами вантажі й у цей час перевозяться в заводській транспортній тарі. Вантажні операції виконуються мостовими кранами.

Час простою електрокар ЕК-1 під вантажними операціями у виробничих цехах і на складі готової продукції (з урахуванням навантаження порожньої тари) при роботі мостовим краном по існуючому варіанті складе:

$$T_{заг}^{ЕК1} = 5 + \frac{1 \cdot 2 \cdot 60}{32} + 5 = 14 \text{ мін.} = 0,25 \text{ год.}$$

Пропонований варіант

Всі матеріали завозяться з підприємств-постачальників автопоїздами в складі тягача SCANIA і напівпричепа Kögel Cargo. Максимальна кількість піддонів у кузові напівпричепа – 32 од. (табл. 2.7). Час простою автопоїзда під навантаженням-розвантаженням складе:

$$T_{заг}^{a/n} = 7 + \frac{32 \cdot 60}{44} + 8 = 59 \text{ хв.} = 1,0 \text{ год.}$$

Внутрішньозаводські перевезення між виробничими підрозділами заводу й між складами виконуються електрокарами ВД-6 вантажопідйомністю 6,0 т. Кількість піддонів на вантажній платформі електрокара - 6.

Визначимо час простою електрокара ВД-6 при виконанні вантажних операцій на складі (навантажувачами):

- навантаження навантажених піддонів

$$T_{скл}^{BD6} = 5 + \frac{6 \cdot 60}{38} + 5 = 20,0 \text{ мін.} = 0,34 \text{ ч.};$$

- розвантаження порожніх піддонів

$$T_{скл}^{BD6} = 5 + \frac{(6/2) \cdot 60}{38} + 5 = 15,0 \text{ хв.} = 0,25 \text{ год.}$$

Визначимо час простою електрокара BD-6 при виконанні вантажних операцій у цехах (мостовими кранами):

- розвантаження-навантаження навантажених піддонів

$$T_{цех}^{BD6} = 5 + \frac{6 \cdot 60}{32} + 5 = 22,0 \text{ хв.} = 0,35 \text{ год.};$$

- навантаження-розвантаження порожніх піддонів

$$T_{цех}^{BD6} = 5 + \frac{(6/2) \cdot 60}{32} + 5 = 16,0 \text{ хв.} = 0,27 \text{ год.}$$

Розраховані значення часу на виконання вантажних операцій будемо використати при розрахунку елементів перевізного процесу для маршрутів руху транспортних засобів.

2.7 Розрахунок потреби складських площ по проєктному варіанті

Для розрахунку основних параметрів складу необхідно знати об'єм вантажопереробки і номенклатуру вантажів, технологічні схеми надходження вантажів і вид транспорту, яким вони завозяться на склад; умови й терміни зберігання, засоби механізації складської переробки вантажів і режими роботи.

Розглянуті вантажі зберігаються в критому складі.

Загальна площа існуючого критого складу УМТС (з урахуванням проходів і проїздів) становить 1632 м^2 ; габаритні розміри складу $78,0 \times 30,0 \text{ м}$.

Оскільки за пропонованим варіантом внутрішньозаводські перевезення в повному обсязі будуть здійснюватися в заводській тарі, то необхідно розрахувати необхідну площу для розташування всіх технологічних ділянок складу.

При розрахунках необхідної площі складу спочатку визначаємо його ємність за формулою (5.17) [14] з урахуванням добового вантажопотоку та терміну зберігання вантажів.

Сумарна площа складу включає ділянки для зберігання вантажів, проходи для працівників складу і проїзди для складських механізмів, ділянки для приймання та видачі вантажів, для комплектації замовлень, службові приміщення та визначається по формулі (5.18) [14].

Площу службових приміщень для працівників складу розраховувати не будемо, тому що на складі для цього виділена окрема секція площею 57 м^2 .

Необхідна площа складу для зберігання вантажів, що надходять на підприємство по лінії УМТС, визначається методом елементарних площадок за формулами (5.23) – (5.25) [14].

При розрахунках враховуємо, що сітчасті піддони з вантажами й без вантажу за технічними вимогами допускається штабелювати в 4 ряди по висоті.

За визначеною площею елементарної площадки та їх кількістю для зберігання визначеного об'єму вантажів розраховується корисна площа складу за формулою (5.26) [14] та площа проходів і проїздів за формулою (5.26) [14].

Результати розрахунків ємності зон складу для зберігання окремих видів вантажів, кількості елементарних площадок, а також корисної площі та площі проходів і проїздів наведені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Розрахунок корисної площі складу та площі проходів і проїздів

Найменування матеріалів	$E_{скл}, т$	$Z_{пл}$	$S_{кор}, м^2$	$S_{пр}, м^2$
Кольорові метали	250,88	212	297	504
Чавун ливарний	103,72	110	154	262
Електротехнічна й кабельна продукція	23,80	48	68	115
Металовиробу	190,26	200	280	476
Хімічні вантажі	73,36	98	137	233
Гумовотехнічні вироби	12,04	24	34	58
Загальна площа			970	1648

Розрахунок ділянки приймання й сортування.

Місткість ділянки сортування визначається по формулі (2.28) [14] в залежності від значення річного вантажопотоку, що проходить через цю ділянку та терміну знаходження на ній вантажів:

$$E_c = \frac{20180 \cdot 1,216 \cdot 2,0}{254} = 193,2 \text{ т.}$$

Площа ділянки сортування визначається з урахуванням його функцій і технології робіт на цій ділянці. Як правило, тут повинне бути передбачене місце для: тимчасового складування вступників вантажів; складування порожньої тари; виконання робіт із приймання вантажів по кількості і якості.

Необхідна площа на ділянці прийому й сортування для тимчасового зберігання прибулих вантажів визначається по формулі (5.29) [14]:

$$S_{збер}^{сорт} = \frac{193,2}{1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 0,96} = 146 \text{ м}^2.$$

Площа ділянки комплектації складається з площі, необхідної для розміщення робочих місць комплектувальників та для тимчасового зберігання підготовлених до відправлення в цехи вантажів.

Площа для роботи комплектувальників залежить від загальної кількості сітчастих тар, які необхідно укомплектувати, від продуктивності комплектувальників та нормативної площі для робочого місця одного комплектувальника (10 м^2).

Річна кількості робочих днів роботи підприємства $T_p = 250$ діб. Кількість сітчастих, які необхідно укомплектувати протягом доби, визначається за формулою (2.31) [14]:

$$N_{\text{комп}} = \frac{20180 \cdot 1,216}{250 \cdot 0,8} = 121 \text{ тара.}$$

Час комплектації однієї сітчастої тари за нормативами складає 15 хвилин. Кількість сітчастих тар, що комплектується за зміну одним комплектувальником, визначається по формулі (2.32) [14]:

$$R_{\text{комп}} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1,216 \cdot 1}{15} = 39 \text{ тар.}$$

По формулі (2.30) [14] визначимо площу, необхідну для організації робочих місць комплектувальників:

$$S_{\text{комп}}^p = \frac{121}{39} \cdot 10 = 31 \text{ м}^2.$$

Площа, необхідна для тимчасового зберігання підготовлених до відправлення в цехи вантажів на ділянці комплектування, визначається по формулі (2.33) [14]:

$$S_{\text{збер}}^{\text{комп}} = \frac{1,5 \cdot 138 \cdot 1,0}{0,96} = 216 \text{ м}^2.$$

Загальна площа ділянки комплектації складе:

$$S_{\text{комп}} = 31 + 216 = 247 \text{ м}^2.$$

Загальна площа складу по формулі (2.22) [14] складе:

$$S_{\text{заг}} = 970 + 1648 + 146 + 247 = 3012 \text{ м}^2.$$

Розрахункова площа складу відповідає значенню площі існуючого складу (3420 м²). Отже, даний склад здатний прийняти всю кількість вантажів, що надходять на електровозоремонтний завод на зберігання й складську переробку, та включає формування замовлень для виробничих цехів.

Схема складу відділу матеріально-технічного постачання з урахуванням організації ділянки комплектації замовлень наведена рис. 2.4.

2.8 Організація транспортного обслуговування при завезенні матеріалів на підприємство

2.8.1 Розробка проєктних маршрутів завезення матеріалів на ЗЕРЗ

Оскільки за пропонованим варіантом всі матеріали з підприємств-постачальників будуть завозитися на завод автотранспортом, в роботі необхідно розробити проєктні маршрути руху транспортних засобів, які повинні дозволяти максимально підвищити продуктивність автотранспорту за рахунок часткової або повної ліквідації порожніх пробігів.

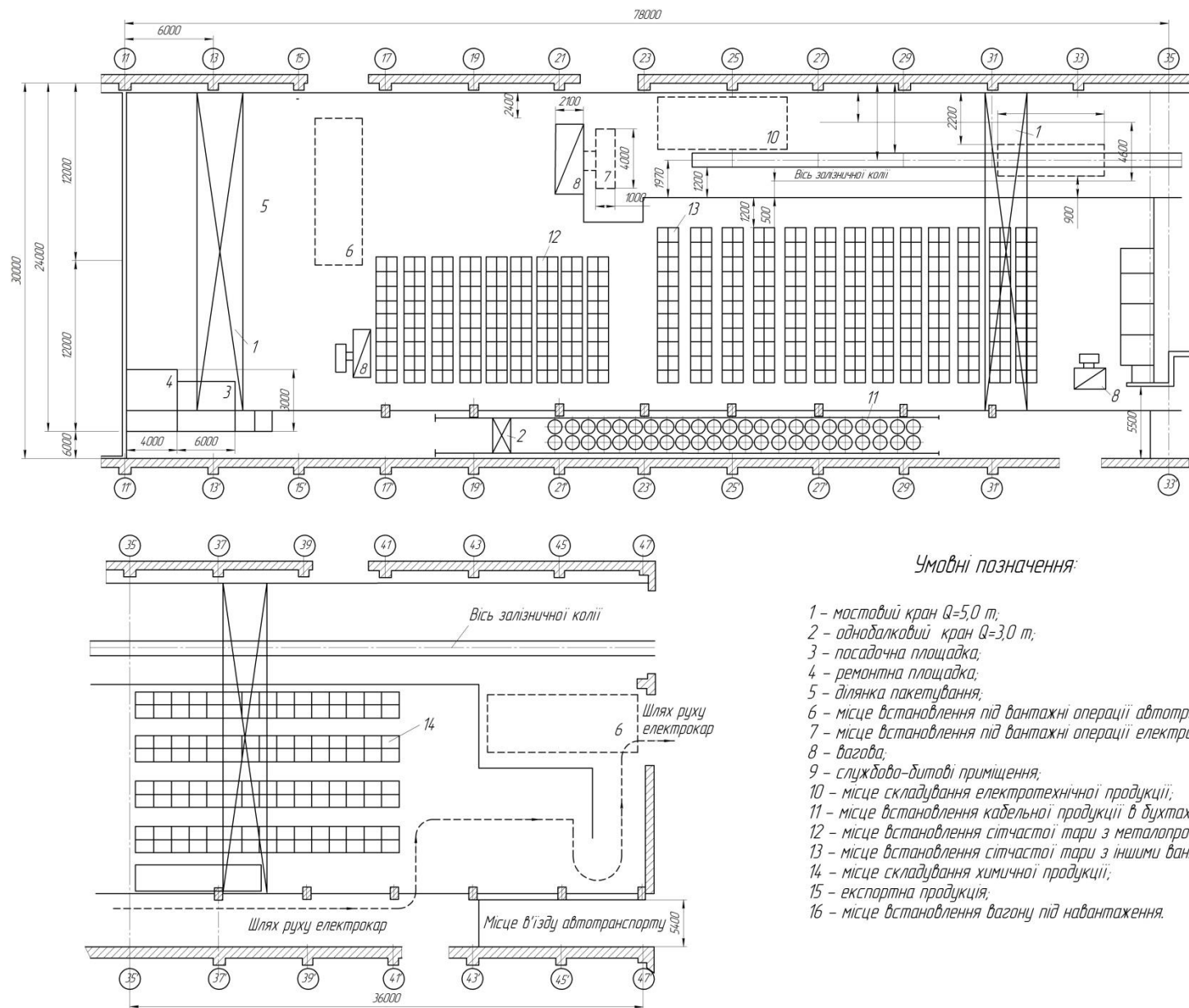


Рисунок 2.4 – Схема складу УМТС електровозоремонтного заводу

Для спрощення процесу розробки маршрутів і подальших технологічних розрахунків необхідно визначити значення вантажопотоку по кожному вантажному пункті навантаження. При розрахунках користуємося даними, наведеними в табл. 1.3 й 2.1.

Для перевезень пропонується використати автопоїзди в складі тягача SCANIA і напівпричепа Kögel Cargo. Місткість напівпричепа і його завантаження різними видами матеріалів наведені в табл. 2.7.

Використовуючи дані, наведені в таблицях 2.1 й 2.7, розробляємо проєктні маршрути. Спочатку виділяємо маятникові маршрути завезення матеріалів – це маршрути завезення з підприємств, які мають стабільні вантажопотоки:

Маршрут 1:

ЗЕРЗ – Металургійний комбінат «Запоріжсталь» – ЗЕРЗ.

Завозиться металопрокат і чавун у чушках.

Маршрут 2:

ЗЕРЗ – Комбінат «Дніпроспецсталь» – ЗЕРЗ.

Завозиться сортовий прокат.

Маршрут 3:

ЗЕРЗ – Запорізький завод кольорових металів і сплавів – ЗЕРЗ.

Завозяться кольорові метали й сплави.

На всіх маятникових маршрутах завантаження напівпричепа складає 28,0 т.

Завезення вантажів з таких підприємств, як ТОВ «Кабельтрейд», ТОВ «Хім-резерв» і Запорізький завод гумовотехнічних виробів (ГТВ), будемо здійснювати по кільцевому маршруті, тому що вантажопотоки по цих пунктах мають невеликі значення.

Всі вантажі із зазначених підприємств завозяться на піддонах. Середня кількість вантажу на піддоні складає 0,6 т.

Завантаження напівпричепа на кільцевому маршруті становить:

$$0,6 \cdot 0,2 = 19,2 \text{ т.}$$

Дані для розробки кільцевого маршруту наведені в табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Вихідні дані для розробки кільцевого маршруту

Найменування підприємства-постачальника	Річний вантажопотік, т/рік	Частка вантажопотоку, %	Кількість перевезених піддонів, од.	
			за рік	за оборот
ТОВ «Кабель-трейд»	430	22	716	7
ТОВ «Хімрезерв»	1330	67	2217	21
Запорізький завод гумово-технічних виробів	220	11	367	4
Усього	1980	100	3300	32

Оскільки в маршрут входить 3 пункти навантаження, то необхідно визначити послідовність об'їзду.

Спочатку складаємо симетричну матрицю, в яку вносимо всі пункти маршруту № 4 та відстані між ними.

Таблиця 2.15 – Симетрична матриця маршруту № 4

ЗЕРЗ	5,6	6,7	4,1
5,6	Кабельтрейд	1,7	7,8
6,7	1,7	Хімрезерв	9,3
4,1	7,8	9,3	Завод ГТВ
16,4	15,1	17,7	21,2

Для визначення послідовності об'їзду пунктів маршруту застосовуємо методику, яку наведено в [15].

В результаті одержуємо наступний маршрут № 4:

ЗЕРЗ – Хімрезерв – Кабельтрейд – Завод ГТВ – ЗЕРЗ.

Відстань перевезення на маршруті № 4 за один оборот складе:

$$L_{\text{м}}^{\text{№4}} = 6,7 + 1,7 + 7,8 + 4,1 = 20,3 \text{ км.}$$

2.8.2 Розрахунок елементів перевізного процесу на маршрутах завезення матеріалів на ЗЕРЗ

Щоб визначити необхідну кількість автопоїздів для доставки матеріалів на ЗЕРЗ від заводів-постачальників, необхідно розрахувати основні елементи перевізного процесу, а саме: час роботи на маршруті, кількість їздок, що виконується за робочу зміну, час обороту на маршруті, продуктивність автотранспортного засобу. Розрахунки виконуємо за формулами (3.53) – (3.59) [14], а результати розрахунків зводимо в табл. 2.16.

В таблиці прийняті наступні позначення:

$n_{об}^{річн}$ - кількість оборотів за рік на маршруті, од.;

$L_m^{об}$ - пробіг транспортного засобу на маршруті за певний оборот, км;

$L_m^{річн}$ - загальний річний пробіг транспортного засобу на маршруті, км;

$\Sigma t_{рух}$ - час руху на маршруті, год.;

$\Sigma t_{нр}$ - час виконання вантажних операцій за оборот, год.;

$T_{об}$ - час одного обороту, год.;

$\Sigma T_{річн}$ - загальний час роботи автопоїздів на маршрутах за рік, км;

$N_{ам}$ - розрахована кількість транспортних засобів.

Оскільки завезення матеріалів виконуються не щодня, та кількість транспортних засобів розраховується по формулі [10]:

$$N_{ам} = \frac{\Sigma T_{річн}^{заг}}{T_{річн}^{норм}}, \quad (2.9)$$

де $\Sigma T_{річн}^{заг}$ - річна кількість годин роботи автопоїздів при перевезенні матеріалів для ЗЕРЗ, год.;

$T_{річн}^{норм}$ - нормативна річна тривалість роботи одного водія, год.; на 2021 рік вона складає 1994 год.

Таблиця 2.16 – Розрахунок елементів перевізного процесу для автопоїздів

Маршрут	$n_{об}^{річн}$	Довжина, км		Тривалість операції, год.				$N_{ам}$
		$L_{м}^{об}$	$L_{м}^{річн}$	$\Sigma t_{пух}$	$\Sigma t_{пр}$	$T_{об}$	$\Sigma T_{річн}$	
Маршрут 1	365	11,2	4088	0,47	2,0	2,47	902	0,45
Маршрут 2	123	12,0	1476	0,50	2,0	2,50	308	0,15
Маршрут 3	163	38,0	6194	1,58	2,0	3,58	584	0,29
Маршрут 4	103	20,3	2091	0,85	2,0	2,85	294	0,14
Разом		$\Sigma L_{річн}^{заг} = 13821$ км		$\Sigma T_{річн}^{заг} = 2088$ год.				1,0

Таким чином, для завезення на матеріалів на електровозоремонтний завод автотранспортом за пропонованим варіантом достатньо придбати один автопоїзд у складі тягача SCANIA і напівпричепа Kögel Cargo.

2.9 Організація внутрішньозаводських перевезень вантажів

Для підвищення ефективності перевізного процесу готової продукції усередині підприємства пропонується вдосконалити систему організації внутрішньозаводських перевезень. За пропозиціями внутрішньозаводські перевезення вантажів здійснюється не навалом, а в сітчастій тарі.

По проєктному варіанті перевезення здійснюється електрокарами BD-6 (електрокар за одну їзду перевозить 6 сітчастих піддонів).

2.9.1 Розробка маршрутів внутрішньозаводських перевезень вантажів

На підставі шахової відомості вантажопотоків, наведеної в табл. 2.17, розробляємо маршрути руху електротранспорту під час перевезення вантажів між складами підприємства (УМТС і склад готової продукції) і виробничими цехами.

При розробці маршрутів ураховуємо наступне:

- матеріали зі складів УМТС доставляються в електромашинний (ЕМЦ), ковальсько-ливарний (КЛЦ), складальний (СЦ), апаратний (АЦ), візковий (ВЦ) і колісний (КЦ) цехи;
- з ковальсько-ливарного цеху різні заготівлі перевозяться в інструментальний (І Ц), механічний (МЦ) і візковий цехи, а також на склад готової продукції;
- зі складу металу (СМ) метал завозиться в механічний цех;
- з механічного цеху виготовлені деталі завозяться в електромашинний, ковальсько-ливарний і візковий цехи, а також в якості готової продукції – на склад;
- з інструментального цеху різний інструментальний матеріал вивозиться на склад готової продукції.

Таблиця 2.17 – Шахова відомість внутрішньозаводських вантажопотоків, т/добу

Цех-відправник	Одержувачі											Разом
	УМТС	СМ	КЛЦ	ЕМЦ	КЦ	ТЦ	АЦ	СЦ	МЦ	І Ц	ЦК	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ОС	X	–	12,6	9,45	3,15	5,3	2,16	7,99	–	–	–	40,6
СМ	–	X	–	–	–	–	–	–	3,94	–	–	3,94
КЦ	–	–	X	–	–	2,36	–	–	3,94	6,3	7,87	20,5
ЕМЦ	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–
КЦ	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–
ТЦ	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–

Кінець таблиці 2.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
АЦ	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–
СЦ	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–
МЦ	–	–	–	2,85	3,15	2,85	–	–	X	–	8,85	11,7
І Ц	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	5,51	5,51
ЦК	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	

По проєктним варіантом внутрішньозаводські перевезення виконуються по маятниковим зі зворотним навантаженням пробігом (повернення тари) і кільцевим маршрутам.

Кільцеві маршрути застосовуються при завезенні вантажів зі складу УМТС у цехи: транспортні засоби завантажуються тарою з різними вантажами на складі й розвозять їх у виробничі цехи, рухаючись послідовно від одного цеху до іншого й залишаючи певну кількість піддонів у кожному цеху. Крім розвізних, застосовуються й збірно-розвізні маршрути, на яких транспортний засіб зі складу завозить матеріали в тарі в цех, вивантажує їх там і завантажується тарою з деталями або заготівлями, які виробляються в даному цеху. Далі ці деталі або заготівлі завозяться в наступний цех або на склад готової продукції. У всіх вантажних пунктах маршруту відбувається обмін тари. У вихідний пункт маршруту транспортний засіб повертається з порожньою тарою.

Виконаємо розробку маршрутів руху електрокар при організації внутрішньозаводських перевезень по *проєктному варіанті*. На підставі діаграми вантажопотоків (рис. 2.2) і шахової відомості вантажопотоків (табл. 2.16) розробляємо маршрути руху між вантажними пунктами.

Місткість електрокара BD-6: 6 піддонів.

Спочатку вибираємо всі вантажі, які можна перевезти по маятникових маршрутах, і одержуємо 4 маятникових маршрути (М):

1М: Склад УМТС – електромашинний цех – Склад УМТС.

2М: Склад УМТС – ковальсько-ливарний цех – Склад УМТС.

3М: Склад УМТС – складальний цех – Склад УМТС.

4М: Склад УМТС – візковий цех – Склад УМТС.

5М: Склад УМТС – апаратний цех – Склад УМТС.

Всі інші маршрути – збірно-розвізні.

На підставі схеми розміщення складів і виробничих цехів і часу руху між ними знаходимо найкоротшу єднальну мережу [15], і отримуємо такі маршрути.

Збірно-розвізні маршрути (ЗР):

63Р: Склад УМТС – ковальсько-ливарний цех – механічний цех – візковий цех – Склад УМТС.

73Р: Склад УМТС – ковальсько-ливарний цех – інструментальний цех – склад готової продукції – Склад УМТС.

83Р: Склад УМТС – електромашинний цех – ковальсько-ливарний цех – склад готової продукції – Склад УМТС.

93Р: Склад металу – механічний цех – склад готової продукції – Склад металу.

103Р: Склад металу – механічний цех – інструментальний цех – візковий цех – Склад металу;

113Р: Склад металу – механічний цех – інструментальний цех – колісний цех – Склад металу.

2.9.2 Розрахунок маршрутів руху електротранспорту на внутрішньозаводських перевезеннях

По існуючому варіанті перевезення вантажів між складами й виробничими цехами виконується по маятникових маршрутах зі зворотним порожнім пробігам. По проєктному варіанту – по маятникових маршрутах зі зворотним навантаженим пробігом і кільцевим маршрутам.

Вихідними даними для розрахунку маршрутів внутрішньозаводських перевезень є:

- кількість вантажу, що необхідно перевезти за зміну;
- час електрокару в наряді T_n , год.;
- час перебування електрокару на маршруті T_m , год.;
- відстані нульових пробігів (між транспортним цехом і складом або цехом), км;
- довжина маршруту (відстань перевезення) L_m , км;
- тривалість виконання вантажних операцій на маршруті за оборот, год.;
- середня швидкість руху електрокару: по існуючому варіанті – 7 км/год.; по проектному варіанті – 10 км/год.

Час нульових пробігів і час роботи на маршрутах при виконанні внутрішньозаводських перевезень складе:

$$t_n = \frac{0,5 + 0,5}{10} = 0,1 \text{ год.}; \quad T_m = 8,5 - 0,1 - 0,75 = 7,65 \text{ год.}$$

Кількість тари з вантажами, що перевозиться за зміну між складами й виробничими цехами, наведена в табл. 2.18.

Таблиця 2.18 – Добові таропотоки внутрішньозаводських перевезень

Відправник	Одержувач	$N_{доб}^{nld}$, од.
1	2	3
Склад УМТС	Електромеханічний цех	11
Склад УМТС	Ковальсько-ливарний цех	14
Склад УМТС	Складальний цех	9
Склад УМТС	Апаратний цех	4
Склад УМТС	Колісний цех	3
Склад УМТС	Візковий цех	9

Кінець таблиці 2.18

1	2	3
Ковальсько-ливарний цех	Візковий цех	3
	Інструментальний цех	6
	Механічний цех	4
	Склад готової продукції	8
Інструментальний цех	Склад готової продукції	6
Склад металу	Механічний цех	15
Механічний цех	Електромеханічний цех	3
	Склад готової продукції	9
	Візковий цех	3
	Колісний цех	3

Результати розрахунку елементів маршрутів по проектному варіанті наведені в табл. 2.19. У таблиці наведені такі позначення:

- час руху електрокара за один оборот при роботі на маршруті $\Sigma t_{\text{рух}}$, год.;
- час простою під вантажними операціями за один оборот $\Sigma t_{\text{пр}}$, год.;
- час одного обороту на маршруті $t_{\text{об}}$, год.;
- необхідна кількість їздок при роботі на маршруті $E_{\text{зм}}$;
- продуктивність електрокара за зміну при роботі на маршруті $\Pi_{\text{зм}}$, т/зм.;
- кількість електрокар, необхідна для забезпечення перевезення вантажу при роботі на даному маршруті $N_{\text{ек}}$, од.;
- навантажений пробіг електрокара на маршруті $l_{\text{вант}}$, км;
- загальний пробіг електрокара при роботі на даному маршруті $l_{\text{м}}^{\text{заг}}$, км;
- коефіцієнт використання пробігу при роботі на даному маршруті β .

Перевезення виконується електрокарами BD-6. Максимальна місткість електрокара – 6 сітчастих тар. При розрахунку маршрутів ураховувався час на навантаження й вивантаження порожньої тари.

Таблиця 2.19 – Розрахунок маршрутів внутрішньозаводських перевезень по проектному варіанті для електрокар BD-6

Маршрут	$l_{\text{вант}},$ км	$l_{\text{м}}^{\text{заг}},$ км	β	$\Sigma t_{\text{рух}},$ год.	$\Sigma t_{\text{пр}},$ год.	$t_{\text{об}},$ год.	$E_{\text{зм}}$	$\Pi_{\text{зм}},$ т/зм.	$N_{\text{ек}},$ од.
1 М	1,2	2,4	0,50	0,24	1,35	1,59	2	24	0,50
2 М	0,9	1,8	0,50	0,18	1,35	1,53	2	24	0,50
3 М	1,0	2,0	0,50	0,20	1,35	1,55	2	24	0,25
4 М	1,5	1,8	0,83	0,18	1,35	1,53	2	24	0,33
5 ЗР	1,6	2,0	0,80	0,20	1,35	1,55	1	18	0,33
6 ЗР	3,1	3,7	0,84	0,37	2,45	2,82	1	12	0,50
7 ЗР	2,5	3,4	0,74	0,34	3,30	3,64	1	12	0,50
8 ЗР	2,3	3,2	0,72	0,32	2,20	2,52	1	12	0,50
9 ЗР	2,0	3,3	0,61	0,33	2,50	2,83	1	12	0,50
10 ЗР	3,5	4,5	0,78	0,45	2,50	2,95	2	12	1,00
11 ЗР	2,6	3,5	0,74	0,35	2,50	2,85	1	12	0,50
Загальна кількість електрокар BD-6 по проектному варіанті									6

Загальна кількість електрокар BD-6 при виконанні внутрішньозаводських перевезень по другому проектному варіанті становить 6 одиниць.

Показники використання електрокар по варіантах внутрішньозаводських перевезень ЗЕРЗ наведені в табл. 2.20.

Таблиця 2.20 – Показники використання електрокар при організації внутрішньозаводських перевезень

Тип транспортного засобу	Пробіг електрокар, км		Кількість електрокар
	за зміну	за рік	
Електрокар ЕК-1	187,9	47727	15
Електрокар BD-6	34,8	8735	6

2.10 Розробка графіків руху транспортних засобів

В роботі для підтвердження виконаних розрахунків розробляємо графік руху автопоїзда в складі тягача SCANIA і напівпричепа Kögel Cargo, що виконує перевезення матеріалів з підприємств-виробників на ЗЕРЗ.

Графік роботи автопоїзду на зміну показано на рис. 2.5.

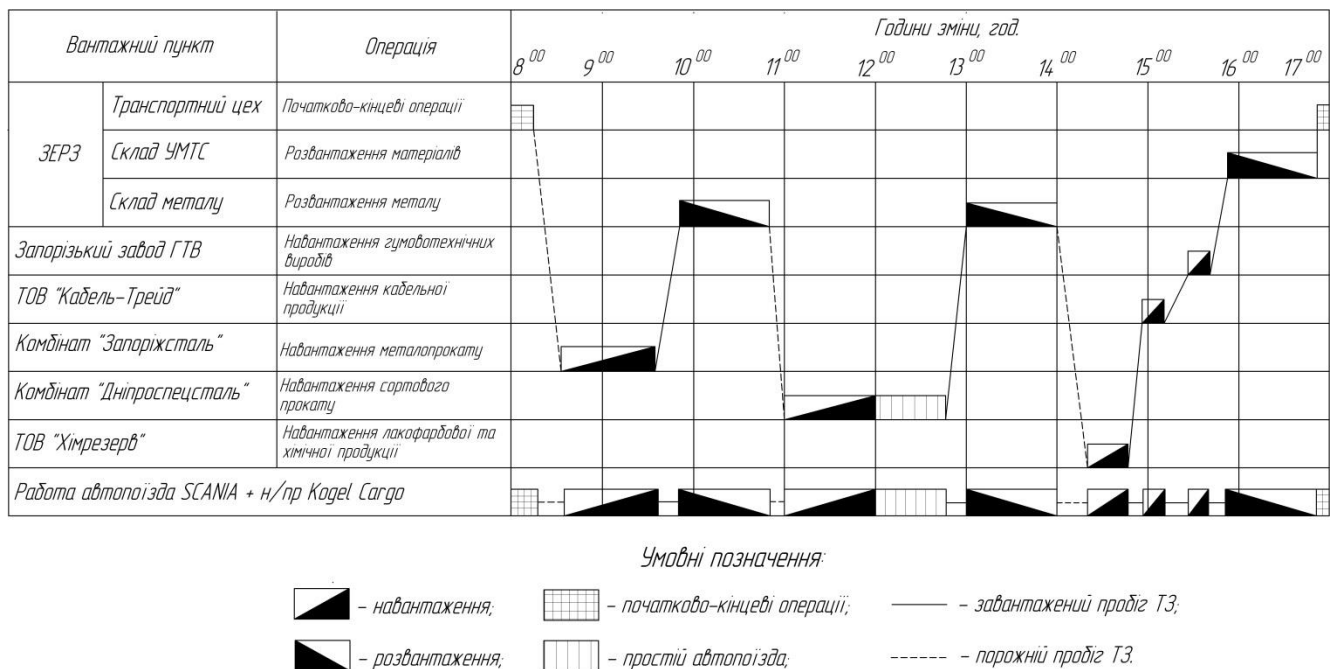


Рисунок 2.5 – Графік роботи автопоїздів при завезенні матеріалів з підприємств-виробників на електровозоремонтний завод

При здійсненні внутрішньозаводських перевезень по організаційному принципі (маршрутні перевезення) транспортний засіб може після виїзду з гаража послідовно обслуговувати ряд виробничих цехів і складів по заздалегідь складеному графіку.

На рис. 2.6 для прикладу показаний графік роботи електрокар ЕК-1 при обслуговуванні перевезень ковальсько-ливарного цеху по існуючому варіанті. За один оборот перевозиться не більше 1т вантажів. Перевезення, в основному, ви-

конується по маятникових маршрутах зі зворотним порожнім пробігом. Зі складу в цехи сировинні матеріали доставляються в споживчому впакуванні. Вантажні операції на складі УМТС, а також у цехах при завезенні сировинних матеріалів, в основному виконуються вручну або із застосуванням засобів малої механізації.

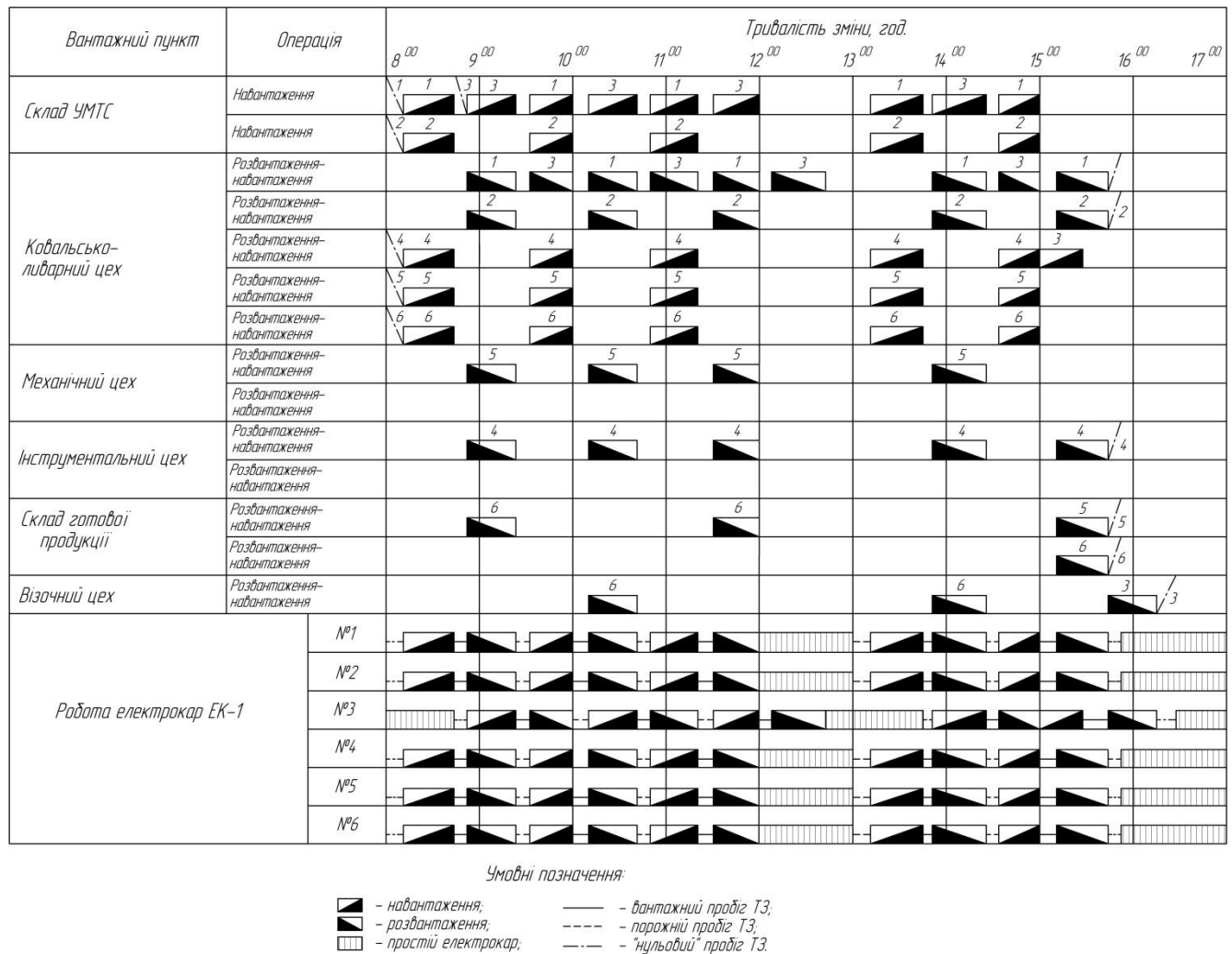
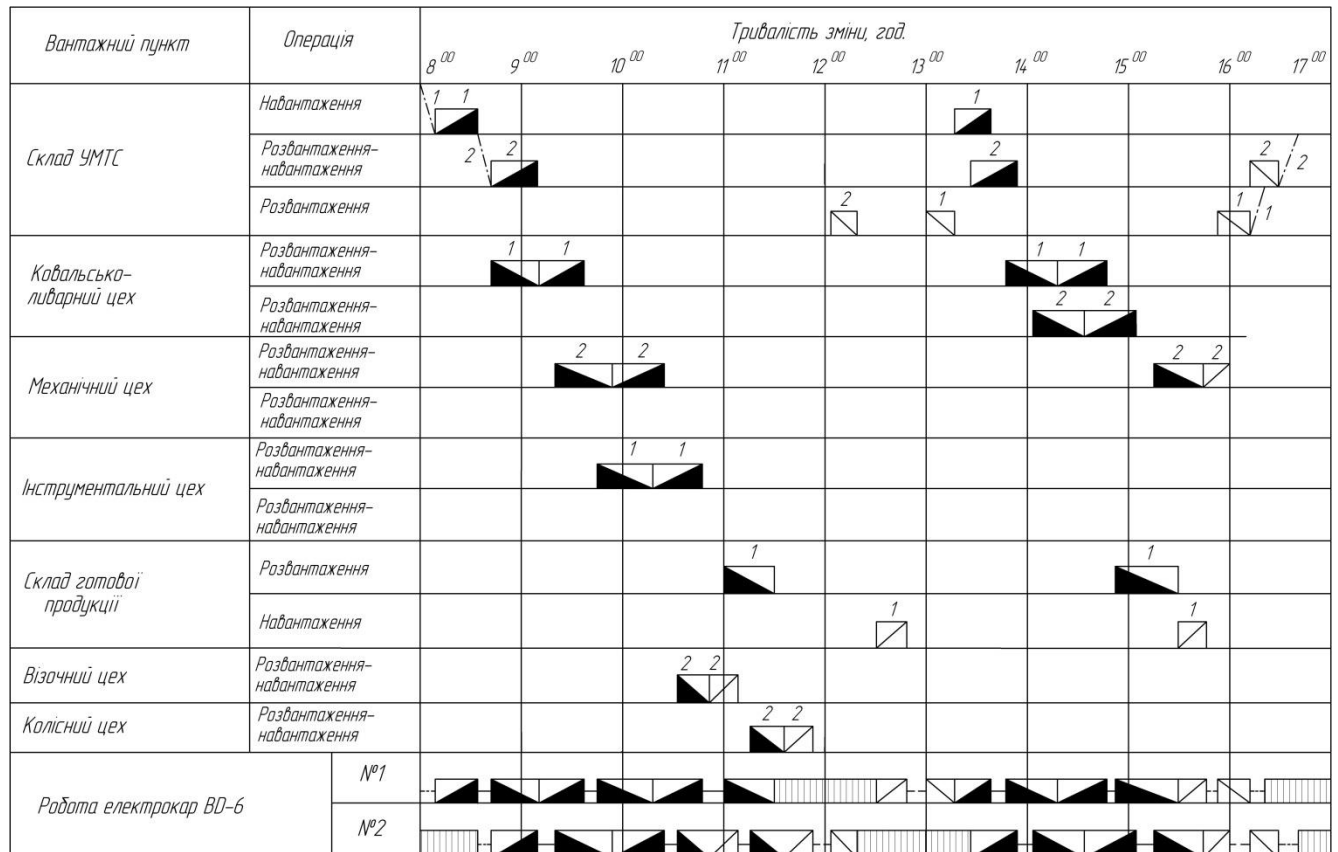


Рисунок 2.6 – Графік роботи електрокар ЕК-1 при обслуговуванні перевезень ковальсько-ливарного цеху за існуючим варіантом

Між цехами транспортування продукції здійснюється в заводській технологічній тарі. Вантажні операції в цехах виконуються мостовими кранами або кран-балками. При виконанні перевезень вантажів ковальсько-ливарного цеху по існуючому варіанті використовується 6 електрокар ЕК-1.

По проектному варіанті пропонується використати електрокари більшої вантажопідйомності й місткості, а перевезення здійснювати, в основному, по кільцевим маршрутам.

На рис. 2.7 для прикладу наведений графік руху електрокар BD-6 при обслуговуванні перевезень вантажів ковальсько-ливарного цеху. За один оборот перевозиться 6 сітчастих піддонів з вантажами.



Умовні позначення:

- | | | | |
|---|----------------------------------|-------|-----------------------|
| ■ | - навантаження тари з вантажем; | □ | - простий електрокар; |
| ▤ | - розвантаження тари з вантажем; | — | - рух з вантажем; |
| □ | - навантаження порожньої тари; | - - - | - рух без вантажу; |
| ▤ | - розвантаження порожньої тари; | — · — | - "нульовий" пробіг. |

Рисунок 2.7 – Графік роботи електрокар BD-6 при обслуговуванні перевезень ковальсько-ливарного цеху за пропонованим варіантом

При транспортному обслуговуванні за пропонованим варіантом для кожного цеху заздалегідь комплектується замовлення на подачу матеріалів, для чого використовуються сітчасті піддони. На складі УМТС навантаження піддонів здійсню-

ється навантажувачами. У цехах і на складі готової продукції піддони вивантажуються мостовими кранами або балками-кран-балками.

Працюють електрокари BD-6, в основному, на кільцевих маршрутах. Після завантаження матеріалів зі складу УМТС у ковальсько-ливарний цех, на електрокар завантажуються піддони із продукцією цеху, що транспортується в інші цехи або на склад готової продукції. На графіку (рис. 2.7) показані всі внутрішньозаводські перевезення вантажів, пов'язані з ковальсько-ливарним цехом.

Для забезпечення всього обсягу перевезень, пов'язаних з ковальсько-ливарним цехом, по проєктному варіанті необхідно використати 2 електрокари BD-6.

При розробці графіків по проєктному варіанті передбачається повернення порожньої тари в ті підрозділи заводу, звідки вона була відправлена.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вихідні дані для розрахунку

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності проектних розробок обумовлюються впровадженням наступних заходів.

Аналіз існуючого положення по організації переробки й внутрішньозаводського перевезення вантажів на ЗЕРЗ показав, що умови зберігання, переробки й внутрішньозаводських перевезень не відповідають вимогам стандартів. Крім того, на цехових складах спостерігаються значні простоя транспортних засобів в очікуванні оформлення документів на відвантажувальну продукцію та початку виконання вантажних операцій.

Для усунення цих недоліків у проєкті пропонується використати для зберігання й перевезення вантажів сітчасту тару. Це дозволить більш ефективно використати площу і ємність складів шляхом штабельного зберігання вантажів, скоротить тривалість вантажних операцій у виробничих цехах і на складі, а також підвищить схоронність вантажу при виконанні вантажно-розвантажувальних і транспортно-складських робіт.

Крім того, пропонується впровадити на підприємстві систему внутрішньозаводських централізованих перевезень із використанням засобів безрейкового транспорту більшої вантажопідйомності й місткості. Пропонуються внутрішньозаводські перевезення виконувати електрокарами BD-6 вантажопідйомністю 6,0 т.

У проєкті також розглядалися питання організації доставки на підприємство сировинних матеріалів з підприємств-постачальників. У цей час перевезення виконується, в основному, залізничним транспортом. Автотранспортом сировинні матеріали завозяться з тих підприємств, які не мають під'їзних колій.

По проєкті пропонується доставляти матеріали із запорізьких підприємств-постачальників на ЗЕРЗ автопоїздами в складі тягача SCANIA і напівпричепа Kögel Cargo.

Вихідними даними для розрахунку є кількість транспортних засобів, навантажувачів і сітчастої тари для організації внутрішньозаводських перевезень.

1. Кількість навантажувачів, використовуваних для виконання транспортно-складських робіт: існуючий варіант – 5 од.; проєктний варіант – 3.

2. Кількість сітчастої тари для внутрішньозаводських перевезень – 530 од.

3. Транспортні засоби для внутрішньозаводських перевезень: існуючий варіант – 15 електрокар ЕК-1; проєктний варіант – 6 електрокар ВД-6.

4. Транспортні засоби для завезення сировинних матеріалів на ЗЕРЗ: існуючий варіант – 2 автомобіля МАЗ-543 В3420/470 і залізничний магістральний транспорт; проєктний варіант – 1 автопоїзд у складі тягача SCANIA і напівпричепа Kögel Cargo.

У даному розділі необхідно зробити розрахунок витрат на придбання нового рухомого складу й устаткування для внутрішньозаводських перевезень і вантажопереробки, експлуатаційних витрат й економічної ефективності пропонованих заходів.

3.2 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення розраховуються по формулі [16]:

$$K_{\text{доп}} = K_{\text{тара}} + K_{\text{мз}}, \quad (3.1)$$

де $K_{\text{тара}}$ - витрати на виготовлення сітчастої тари, грн.;

$K_{\text{мз}}$ - витрати на придбання нових транспортних засобів для завезення сировинних матеріалів на ЗЕРЗ і внутрішньозаводських централізованих перевезень, грн.

Для реалізації пропозицій необхідно виготовити 530 одиниць сітчастої транспортної тари. Маса однієї одиниці тари становить 75 кг. При середній ціні 1 т металу 30680 грн./т і витратах на виготовлення сітчастої тари в розмірі 100 % від вартості матеріалу ціна одиниці тари складе:

$$C_{1тар} = 30680 \cdot 0,075 \cdot 2 = 4602 \text{ грн.}$$

Балансова вартість використовуваних засобів:

- навантажувач: 360000 грн.;
- електрокар: 90000 грн.;
- автомобіль МАЗ-543 В3420/470: 650800 грн.

Вартість нових транспортних засобів для перевезень складає:

- зовнішні перевезення: тягач SCANIA: 2830000 грн.; напівпричіп Kögel Cargo: 940000 грн.;

- внутрішньозаводські перевезення: електрокар BD-6: 780000 грн.

Загальна сума додаткових капітальних вкладень складе:

$$\Sigma K_{доо} = 4602 \cdot 530 + 780000 \cdot 6 + 2830000 + 940000 = 10889060 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

3.3.1 Розрахунок річних витрат на організацію завезення матеріалів на ЗЕРЗ

По існуючому варіанті сировинні матеріали на завод з підприємств-постачальників завозяться залізничним транспортом. Автотранспортом вантаж надходить із тих підприємств, які не мають під'їзних колій. Для перевезення використовують автомобілі МАЗ-543 В3420/470 вантажопідйомністю 10,3 т.

По проєктному варіанті всі перевезення по завезенню сировинних матеріалів з підприємств-постачальників на завод виконуються автопоїздами в складі тягача SCANIA і напівпричепа Kögel Cargo вантажопідйомністю 28,0 т.

Витрати на залізничне перевезення по існуючому варіанті

У вагонах на ЗЕРЗ завозяться металопрокат і чавун (комбінат «Запоріжсталь»), сортовий метал (комбінат «Дніпроспецсталь») і кольорові метали й сплави (Запорізький завод кольорових металів і сплавів (ЗЗЦМ)).

Річну кількість вагонів, що надходить на підприємство із сировиною для виробництва, розраховуємо по формулі [10]:

$$n_{річн}^{ваг} = \frac{Q_{річн}}{q_{ваг}}, \quad (3.2)$$

де $Q_{річн}$ - річний вантажопотік, т; у розрахунках урахуємо тільки ту частину вантажопотоку, що доставляється залізницею;

$q_{ваг}$ - середня маса вантажу у вагоні, т; по розрахунках для чавуну $q_{ваг} = 68,0$ т, а для інших вантажів – 64 т.

З металургійних комбінатів Запоріжсталь і Дніпроспецсталь вагони відправляються через станцію Запоріжжя Ліве. Відстань перевезення між станціями Запоріжжя Ліве й Запоріжжя 2 становить 11 км.

Із заводу ЗЗЦМ вагони відправляються через станцію загальної мережі Дніпробуд 1. По Тарифному керівництву № 4 [17] відстань перевезення по залізниці становить 55 км, тому що вагони спочатку прямують на станцію Дніпробуд 2, далі – на станцію Запоріжжя Ліве, а вже потім подаються через станцію Запоріжжя 2 на під'їзну колію електровозоремонтного заводу.

Тариф на залізничне перевезення містить у собі дві складові: вагонна ставка й інфраструктурна ставка, які визначається за тарифною схемою № 1 [18]. До тарифу застосовується коригувальний коефіцієнт. Метали ставляться до 3 класу вантажів, тому коефіцієнт коригування провізної плати $K = 3,722$ [19].

Розрахунок річних витрат на залізничне перевезення сировинних матеріалів по існуючому варіанті наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок річних витрат на залізничне перевезення по існуючому варіанті

Відправник	Найменування вантажу	$Q_{річн}$, т/рік	$n_{річн}$, ваг./рік	Тариф, грн.	Плата за 1 вагон, грн.	Річні витрати, грн.
Запоріжсталь	Металопрокат	8300	130	998	3715	482950
Запоріжсталь	Чавун	1900	28	998	3715	104020
Дніпроспецсталь	Сортовий прокат	3450	54	998	3715	200610
ЗЗЦМ	Кольорові метали	4550	71	1616	6015	427065
Разом		18200	283			1214645

Крім провізної плати необхідно врахувати витрати на виконання операцій, пов'язаних із залізничними перевезеннями.

Подача-збирання вагонів на під'їзну колію підприємства

Плата за цю операцію стягується тільки при подачі на під'їзну колію ЗЗМЦ, тому що інші підприємства обслуговують під'їзну колію власним локомотивом. Довжина під'їзної колії – 3 км. Плата за подачу-збирання одного вагона становить: $729,0 \cdot 2 = 1458$ грн.

З урахуванням коефіцієнту коригування тарифу плата за подачу-прибирання вагонів складуть:

$$P_{n-np} = 1458 \cdot 3,023 \cdot 283 = 1247332 \text{ грн.}$$

Плата за участь прийомоздавача залізниці при прийманні вантажу до перевезення й при видачі після перевезення за один вагон становить по 347,15 грн.

Річні витрати складуть:

$$P_{np-зд} = 347,15 \cdot 3,023 \cdot 2 \cdot 283 = 593980 \text{ грн.}$$

Загальні річні витрати на доставку вантажу з підприємств-постачальників на електровозоремонтний завод залізницею складуть:

$$\Sigma B_{річн}^{зал} = 1214645 + 1247332 + 593580 = 3055957 \text{ грн.}$$

Витрати на автомобільне перевезення по варіантах

По існуючому варіанті сировинні матеріали з таких підприємств, як ТОВ «Кабель-Трейд», ТОВ «Хімрезерв» і Запорізький завод гумовотехнічних виробів, завозяться автотранспортом. Перевезення виконується одним автомобілем МАЗ-543 В3420/470 вантажопідйомністю 10,3 т.

По проєкті весь обсяг перевезень сировинних матеріалів виконується одним автопоїздом у складі тягача SCANIA і напівпричепа Kögel Cargo.

Річні експлуатаційні витрати на доставку сировинних матеріалів автотранспортом на ЗЕРЗ розраховуються по формулі (4.1) [16].

Річна заробітна плата водіїв визначається по формулі (4.2)[16].

Річний фонд робочого часу одного водія на 2021 рік складає 1994 год.

Годинна заробітна плата водіїв визначається по формулі [16]:

$$B_{з.пл}^{год} = [C_{ст}^{год} + C_{ст}^{год} \cdot (K_{кл} + K_{пр.м} + K_{інт})] \cdot K_{пр}, \quad (3.1)$$

де $C_{ст}^{год}$ - годинна ставка водія транспортного засобу, грн.; для водіїв автомобілів – $C_{ст}^{год} = 38,9$ грн.; для водіїв автопоїздів – $C_{ст}^{год} = 43,2$ грн.;

$K_{кл}$, $K_{пр.м}$, $K_{інт}$, $K_{пр}$ - коефіцієнти доплат до годинної тарифної ставки водія відповідно за класність, професійну майстерність, інтенсивність роботи й преміальні виплати, %.

Коефіцієнти доплат до годинної ставки становлять:

- доплата за класність: $K_{кл} = 25$ % від $C_{ст}^{год}$;
- доплата за професійну майстерність: $K_{пр.м} = 20$ % від $C_{ст}^{год}$;

- доплата за інтенсивність роботи: $K_{инт} = 15\%$ від $C_{ст}^{год}$;
- преміальні виплати; $K_{пр} = 40\%$ від $B_{з.пл}^{год}$.

Визначаємо годинну й річну *заробітну плату* водіїв по варіантах:

- існуючий варіант

$$B_{з.пл}^{год} = [38,9 + 38,9 \cdot (0,25 + 0,20 + 0,15)] \cdot 1,4 = 87,14 \text{ грн.};$$

$$\Sigma B_{з.пл}^{існ} = 87,14 \cdot 1994 \cdot 2 = 347514 \text{ грн.};$$

- проєктний варіант

$$B_{з.пл}^{год} = [43,2 + 43,2 \cdot (0,25 + 0,20 + 0,15)] \cdot 1,4 = 96,77 \text{ грн.};$$

$$\Sigma B_{з.пл}^{пр} = 96,77 \cdot 1994 \cdot 1 = 192960 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок складає 22 % від річної заробітної плати водіїв:

- існуючий варіант

$$B_{соц}^{існ} = 347514 \cdot 0,22 = 76454 \text{ грн.};$$

- проєктний варіант

$$B_{соц}^{пр} = 192960 \cdot 0,22 = 42451 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування розраховується по формулі (4.5) [16] і залежать від норми амортизації (для транспортних засобів – 40 % на рік) та балансової вартості.

Балансова вартість транспортних засобів по варіантах:

- існуючий варіант: автомобілі МАЗ-543 В3420/470:

$$650800 \cdot 2 = 1301600 \text{ грн.};$$

- проєктний варіант: тягач SCANIA+ напівпричіп Kögel Cargo: 3770000 грн.

Розрахунок амортизаційних відрахувань на рухомий склад по варіантах наведений у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок витрат на амортизацію транспортних засобів

Балансова вартість АТЗ, грн.				Амортизація АТЗ, грн.			
Існуючий варіант							
1301600	1171440	1054296	948866	130160	117144	105430	94887
Разом				447621			
Проектний варіант							
3770000	3393000	3053700	2748330	377000	339300	305370	274833
Разом				1296503			

За формулами (4.6), (4.7) [16] визначимо *потребу в паливі і витрати на паливо* для існуючого і пропонованого варіантів.

Норма витрати палива на 100 км пробігу, л.:

- для автомобіля МАЗ-543 В3420/470 $n_p = 25,2$ л/100 км;

- для тягача SCANIA – 30,0 л/100 км.

Річний пробіг автотранспортних засобів за розрахунками склав:

$$L_{річн}^{існ} = 10622 \text{ км}; \quad L_{річн}^{np} = 13821 \text{ км.}$$

$$P_{пал}^{існ} = \frac{25,2 \cdot 10622}{100} = 2677 \text{ л.}; \quad B_{пал}^{існ} = 28,0 \cdot 2677 = 74956 \text{ грн.};$$

$$P_{пал}^{np} = \frac{30,0 \cdot 13821}{100} = 4147 \text{ л.}; \quad B_{пал}^{np} = 28,0 \cdot 4147 = 116116 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильно-обтиральні матеріали для автотранспорту з дизельним двигуном становлять 30 % від витрат на паливо:

$$B_{\text{мом}}^{\text{існ}} = 74956 \cdot 0,3 = 22487 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{мом}}^{\text{нр}} = 116116 \cdot 0,3 = 34835 \text{ грн.}$$

Визначаємо *витрати на ремонт транспортних засобів* у розмірі 5 % від їх балансової вартості:

$$B_p^{\text{існ}} = 1301600 \cdot 0,05 = 65080 \text{ грн.};$$

$$B_p^{\text{нр}} = 3770000 \cdot 0,05 = 188500 \text{ грн.}$$

Розрахунок *витрат на зміну шин* залежить від загального річного пробігу транспортного засобу і норми експлуатаційного пробігу шин і визначається за формулами (4.10), (4.11) [16].

Норма експлуатаційного пробігу:

- для шин 235/75R17,5 на автомобіль МАЗ – 80000 км;
- для шин 295/80R22.5 і 385/65R22.5 – 140000 км.

$$K_{\text{шин}}^{\text{існ}} = \frac{10622}{80000} = 0,133; \quad B_{\text{шин}}^{\text{існ}} = 8500 \cdot (6+1) \cdot 0,133 = 7914 \text{ грн.};$$

$$K_{\text{шин}}^{\text{нр}} = \frac{13834}{140000} = 0,099; \quad B_{\text{шин}}^{\text{нр}} = 12500 \cdot (7+7) \cdot 0,099 = 17325 \text{ грн.}$$

Інші витрати визначаємо в розмірі 10 % від попередніх витрат (окрім ЄСВ):

$$B_{\text{ін}}^{\text{існ}} = (347514 + 447621 + 74956 + 22487 + 65080 + 7914) \cdot 0,1 = 96557 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{ін}}^{\text{нр}} = (192960 + 1296503 + 116116 + 34835 + 188500 + 17325) \cdot 0,1 = 184624 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати становлять 82 % від річної заробітної плати:

$$B_{\text{вир}}^{\text{існ}} = 347514 \cdot 0,82 = 284962 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{вир}}^{\text{пр}} = 192960 \cdot 0,82 = 158227 \text{ грн.}$$

Сумарні експлуатаційні витрати на організацію завезення матеріалів з підприємств-постачальників на ЗЕРЗ по варіантах наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Експлуатаційні витрати на організацію завезення матеріалів по варіантах

Найменування статей витрат	Величина витрат по варіантах, грн.	
	існуючий	проектний
1. Заробітна плата	347514	192960
2. Нарахування на заробітну плату	76454	42451
3. Витрати на амортизацію	447621	1296503
4. Витрати на паливо	74956	116116
5. Витрати на мастильні матеріали	22487	34835
6. Витрати на поточний ремонт	65080	188500
7. Витрати на зміну шин	7914	17325
8. Інші витрати	96557	184624
9. Загальновиробничі витрати	284962	158227
10. Витрати на залізничне перевезення	3055957	-
Загальна сума	4479485	2231540

3.3.2 Розрахунок річних витрат на складську переробку вантажів

Річні експлуатаційні витрати на експлуатацію складів визначаються по формулі (4.28) [16].

Розрахунок експлуатаційних витрат виконуємо для цієї групи засобів вантажопереробки, які впроваджуються по проектному варіанті, тому що всі інші параметри обслуговування складів не змінюються.

Розрахунок річної заробітної плати працівників складу

При визначенні фонду заробітної плати розрахунок виконуємо тільки для тих працівників, кількість яких по існуючим і проектному варіантам різна. Склади підприємства працюють в одну зміну.

Фонд заробітної плати робітників, праця яких оплачується по годинній тарифній ставці, визначається по формулі (3.2).

Годинна заробітна плата працівників складу розраховується по формулі [16]:

$$C_{год} = (C_{год} + C_{год} \cdot K_{пр.м}) \cdot K_{пр}, \quad (3.2)$$

де $C_{год}$ - годинна тарифна ставка, грн.;

$D_{пр.м}$ - доплата за професійну майстерність, %; у розрахунках приймаємо:

- для водіїв навантажувачів – 30 % від годинної тарифної ставки;
- для вантажників і стропальників – 25 % від годинної тарифної ставки;
- для комплектувальників – 25 % від годинної тарифної ставки.

Розрахуємо *годинну заробітну плату складських працівників:*

- водій навантажувача

$$C_{год}^{нав} = (41,5 + 41,5 \cdot 0,30) \cdot 1,4 = 75,53 \text{ грн.};$$

- комплектувальник

$$C_{год}^{комп} = (39,7 + 39,7 \cdot 0,25) \cdot 1,4 = 69,47 \text{ грн.};$$

- вантажник, стропальник

$$C_{год}^{вант} = (40,9 + 40,9 \cdot 0,25) \cdot 1,4 = 71,57 \text{ грн.}$$

У табл. 3.4 наведений розрахунок річної заробітної плати працівників складу за варіантами організації складських робіт. Річний фонд робочого часу складає 1994 год.

Таблиця 3.4 – Річна заробітна плата працівників складу

Професія працівника	Годинна зарплата, грн.	Кількість робітників	Заробітна плата, грн.		
			Одного робітника		Загальна річна
			за місяць	за рік	
Існуючий варіант					
Вантажник	71,57	8	11893	142711	1141688
Стропальник	71,57	4	11893	142711	570844
Водій навантажувача	75,53	5	12551	150607	753035
Разом		17			2465567
Проектний варіант					
Вантажник	71,57	4	11893	142711	570844
Стропальник	71,57	2	11893	142711	285422
Комплектувальник	69,47	4	11544	138523	554092
Водій навантажувача	75,53	3	12551	150607	451821
Разом		13			1862179

Єдиний соціальний внесок складських робітників:

$$B_{соц}^{існ} = 2465567 \cdot 0,22 = 524425 \text{ грн.};$$

$$B_{соц}^{пр} = 1862179 \cdot 0,22 = 409679 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на складське обладнання розраховуються по формулі (4.5) [16]. Норма амортизації становить 24 % річних або 6 % у квартал.

Балансова вартість складського устаткування становить:

- існуючий варіант: навантажувачі – $360000 \cdot 5 = 1800000$ грн.;
- проєктний варіант: навантажувачі – $360000 \cdot 3 = 1080000$ грн.; сітчаста тара – $4602 \cdot 530 = 2439060$ грн.

Розрахунок амортизаційних відрахувань на складське встаткування наведений у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок амортизації на складське встаткування

Обладнання	Поточна вартість, грн.				Амортизація, грн.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Існуючий варіант								
Навантаж.	1800000	1692000	1590480	1495051	108000	101520	95429	89703
Разом					394652			
Проектний варіант								
Сітч. тара	2439060	2292716	2155153	2025844	146344	137563	129309	121551
Навантаж.	1080000	1015200	954288	879031	64800	60912	57257	53822
Разом					771558			

Витрати на електроенергію, споживану навантажувачами, визначаються по формулі [16]:

$$B_{ел}^{нав} = \frac{I \cdot U}{1000} \cdot T \cdot n \cdot C_{ел}, \quad (3.3)$$

де I - сила струму, А;

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

T - час зарядки акумуляторної батареї, год.; $T = 8 \cdot 254 = 2032$ год.;

n - кількість навантажувачів, од.;

$C_{ел}$ - вартість 1 квт·год електроенергії, $C_{ел} = 2,56$ грн.

Розрахуємо *витрати на електроенергію для навантажувачів* по варіантах:

$$B_{ел}^{існ} = \frac{70 \cdot 48}{1000} \cdot 2032 \cdot 5 \cdot 2,56 = 87392 \text{ грн.};$$

$$B_{ел}^{np} = \frac{70 \cdot 48}{1000} \cdot 2032 \cdot 3 \cdot 2,56 = 52435 \text{ грн.}$$

Витрати на *мастильно-обтиральні матеріали для складського встаткування* приймаються в розмірі 10 % від витрат на електроенергію:

$$B_{мом}^{існ} = 87392 \cdot 0,1 = 8739 \text{ грн.};$$

$$B_{мом}^{np} = 52435 \cdot 0,1 = 5244 \text{ грн.}$$

Визначаємо *витрати на ремонт складського встаткування* складають: для навантажувачів – 5%, а для тари – 15 % від їхньої вартості.

$$B_p^{існ} = 1800000 \cdot 0,05 = 90000 \text{ грн.};$$

$$B_p^{np} = 1080000 \cdot 0,05 + 2439060 \cdot 0,15 = 419859 \text{ грн.}$$

Інші витрати на експлуатацію складів:

$$B_{ін}^{існ} = (2465567 + 394652 + 87392 + 8739 + 90000) \cdot 0,1 = 304634 \text{ грн.};$$

$$B_{ін}^{np} = (1862179 + 771558 + 52435 + 5244 + 419859) \cdot 0,1 = 311128 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати на експлуатацію складів:

$$B_{vir}^{icn} = 2465567 \cdot 0,82 = 2021760 \text{ грн.};$$

$$B_{vir}^{np} = 1862179 \cdot 0,82 = 1526985 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на організацію переробки вантажів на Запорізькому електровозоремонтному заводі по варіантах наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Експлуатаційні витрати на організацію складської переробки вантажів на складах ЗЕРЗ

Найменування статей витрат	Величина витрат по варіантах, грн.	
	існуючий	проєктний
1 Заробітна плата	2465567	1862179
2 Нарахування на заробітну плату	542425	409679
3 Амортизаційні відрахування	394652	771558
4 Витрати на електроенергію	87392	52435
5 Витрати на мастильні матеріали	8739	5244
6 Витрати на ремонт устаткування	90000	419859
7 Інші витрати	304634	311128
8 Загальновиробничі витрати	2021760	1526985
Усього	5915162	5359063

3.3.3 Розрахунок річних витрат на організацію внутрішньозаводських централізованих перевезень вантажів

Витрати на централізовані перевезення вантажів підприємства ЗЕРЗ розраховуються по формулі (4.1) [16].

По існуючому варіанті внутрішньозаводські перевезення виконуються електрокарами ЕК-1, а по проєктному – електрокарами підвищеної вантажопідйомності й місткості ВД-6.

Заробітна плата водіїв транспортних засобів визначається по формулі (4.2) [16], а годинна заробітна плата – по формулі (3.2). Годинна заробітна плата водіїв електрокар така ж, як й у водіїв навантажувачів:

$$C_{\text{год}}^{\text{ЕК}} = 75,53 \text{ грн.}$$

Кількість електрокар для організації внутрішньозаводських перевезень становить: існуючий варіант – 15 електрокар ЕК-1; проєктний варіант – 6 електрокар ВД-6.

Розрахуємо річну заробітну плату водіїв електрокар по варіантах:

$$\Sigma B_{\text{з.пл}}^{\text{існ}} = 75,53 \cdot 1994 \cdot 15 = 2259102 \text{ грн.};$$

$$\Sigma B_{\text{з.пл}}^{\text{пр}} = 75,53 \cdot 1994 \cdot 6 = 903641 \text{ грн.}$$

Нарахування на заробітну плату водіїв електрокар:

$$B_{\text{соц}}^{\text{існ}} = 2259102 \cdot 0,22 = 497002 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{соц}}^{\text{пр}} = 903641 \cdot 0,22 = 198801 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на електрокари розраховуються по формулі (4.5) [16]. Норма амортизації становить 24 % річних або 6 % у квартал.

Балансова вартість електротранспорту становить:

- існуючий варіант: ЕК-1 – $90000 \cdot 15 = 1350000$ грн.;

- проєктний варіант: ВД-6 – $780000 \cdot 6 = 4680000$ грн.

Розрахунок амортизаційних відрахувань на внутрішньозаводський електро-транспорт наведений у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на електрокари

Балансова вартість, грн.				Амортизація, грн.			
Існуючий варіант							
1350000	1269000	1192860	1121288	81000	76140	71572	67277
Разом				295989			
Проектний варіант							
4680000	4399200	4135248	3887133	280800	263952	248115	233228
Разом				1026095			

Витрати на електроенергію для електрокар по формулі (3.3) складуть:

$$B_{el}^{icn} = \frac{70 \cdot 48}{1000} \cdot 2032 \cdot 15 \cdot 2,56 = 262177 \text{ грн.};$$

$$B_{el}^{np} = \frac{70 \cdot 48}{1000} \cdot 2032 \cdot 6 \cdot 2,56 = 104870 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали для електрокар:

$$B_{mom}^{icn} = 252177 \cdot 0,1 = 26218 \text{ грн.};$$

$$B_{mom}^{np} = 104870 \cdot 0,1 = 10487 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на ремонт електрокар:

$$B_p^{icn} = 1350000 \cdot 0,05 = 67500 \text{ грн.};$$

$$B_p^{np} = 4680000 \cdot 0,05 = 234000 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на зміну шин для електрокар розраховуємо за формулами (4.10), (4.11) [16]. Норма експлуатаційного пробігу для шин електрокар становить 70000 км. Річний пробіг електрокар при виконанні внутрішньозаводських перевезень по розрахунках склав:

- електрокари ЕК-1: 47727 км;

- електрокари ВД-6: 8735 км.

Кількість коліс електрокар та їхня вартість:

- електрокари ЕК-1: (4+1) од.; 7800 грн.;

- електрокари ВД-6: (6+1) од.; 8200 грн.

$$K_{шин}^{icn} = \frac{47727}{70000} = 0,682; \quad B_{шин}^{icn} = 7800 \cdot (4+1) \cdot 0,682 = 26598 \text{ грн.};$$

$$K_{шин}^{np} = \frac{8735}{70000} = 0,125; \quad B_{шин}^{np} = 8200 \cdot (6+1) \cdot 0,125 = 7175 \text{ грн.}$$

Інші витрати на внутрішньозаводські перевезення:

$$B_{ін}^{icn} = (2259102 + 295989 + 262177 + 26218 + 67500 + 26598) \cdot 0,1 = 293758 \text{ грн.};$$

$$B_{ін}^{np} = (903641 + 1026095 + 104870 + 10487 + 234000 + 7175) \cdot 0,1 = 228627 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати на внутрішньозаводські перевезення:

$$B_{вир}^{icn} = 2259102 \cdot 0,82 = 1852464 \text{ грн.};$$

$$B_{вир}^{np} = 903641 \cdot 0,82 = 740986 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на організацію внутрішньозаводських перевезень вантажів ЗЕРЗ по варіантах наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Експлуатаційні витрати на організацію внутрішньозаводських централізованих перевезень

Найменування статей витрат	Величина витрат по варіантах, грн.	
	існуючий	проектний
1 Заробітна плата	2259102	903641
2 Нарахування на заробітну плату	497002	198801
3 Амортизаційні відрахування	295989	1026095
4 Витрати на електроенергію	262177	104870
5 Витрати на мастильні матеріали	26218	10387
6 Витрати на ремонт устаткування	67500	234000
7 Витрати на шини	26598	7175
8 Інші витрати	293758	228627
9 Загальновиробничі витрати	1852464	740986
Усього	5580808	3454682

3.4 Розрахунок річної економії експлуатаційних витрат

Для порівняння існуючого і проектних варіантів складської переробки й організації перевезень вантажів електровозоремонтного заводу визначимо економію експлуатаційних витрат, що розраховується по формулі [16]:

$$E_{\text{річн}}^{\text{експл}} = \Sigma B_{\text{існ}}^{\text{експл}} - \Sigma B_{\text{пр}}^{\text{експл}}, \quad (3.4)$$

де $\Sigma B_{\text{існ}}^{\text{експл}}$ - річні експлуатаційні витрати на складську переробку й перевезення вантажів по існуючому варіанті, грн.;

$\Sigma B_{пр}^{експл}$ - річні експлуатаційні витрати на складську переробку й перевезення вантажів по проєктному варіанті, грн.

Сумарні експлуатаційні витрати на складську переробку й перевезення вантажів по варіантах складуть:

$$\Sigma B_{існ}^{експл} = 4479485 + 5910335 + 5580808 = 15975456 \text{ грн.};$$

$$\Sigma B_{пр}^{експл} = 2231540 + 5359063 + 3454682 = 11045285 \text{ грн.}$$

$$E_{річн}^{експл} = 15975456 - 11045285 = 4930171 \text{ грн.}$$

У табл. 3.9 наведені сумарні експлуатаційні витрати по варіантах (за даними таблиць 3.3, 3.6, 3.8).

Таблиця 3.9 – Сумарні річні експлуатаційні витрати

Найменування видів витрат	Річні витрати по варіантах, грн.	
	існуючий	проєктний
1 Заробітна плата	5072178	2958777
2 Нарахування на заробітну плату	1115879	650930,9
3 Амортизаційні відрахування	1138261	3094155
4 Витрати на електроенергію	349569	157306,1
5 Витрати на паливо	74956	116116
6 Витрати на мастильні матеріали	57443,7	50565,41
7 Витрати на ремонт устаткування	222580	842359
8 Витрати на шини	34498,11	24500
8 Інші витрати	694948,6	724377,9
9 Загальновиробничі витрати	4159186	2426197
10 Витрати на залізничне перевезення	3055957	
Усього	15975456	11045285

3.5 Розрахунок дисконтованого доходу й строку окупності проєктних пропозицій

Додаткові витрати на придбання транспортних засобів і сітчастої тари для зберігання й перевезення вантажів підприємства склали 10889060 грн.

Для визначення ефективності запропонованих заходів магістерської роботи необхідно розрахувати чистий дисконтований дохід за формулами (4.39), (4.40) [16].

Результати виконаних розрахунків наведені у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Розрахунок дисконтованого доходу від впровадження проєктних пропозицій

Рік	Інвестиції, грн.	Економія витрат, грн.	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дохід, грн.
1	10889060	4930171	1	-5958889
2	–	4930171	0,800	3975944
3	–	4930171	0,640	3206407
Загальний чистий дисконтований дохід				1223462

Строк окупності додаткових витрат по проєктному варіанті знаходимо по формулі [16]:

$$T_{ок} = \frac{K_{доо}}{П_{річн}}, \quad (3.16)$$

де $K_{доо}$ - додаткові витрати на придбання транспортних засобів і сітчастої тари, грн.;

$П_{річн}$ - річний прибуток (економія експлуатаційних витрат), грн.

$$T_{ок}^{np} = \frac{10889060}{4930170} = 2,2; \text{ приймаємо 3 роки.}$$

Загальні економічні показники по варіантах наведені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Загальні економічні показники проєкту

Найменування показника	Величина показника, грн.	
	Існуючий варіант	Проектний варіант
1. Додаткові капітальні витрати, грн.	-	10889060
2. Річні експлуатаційні витрати, грн.; у тому числі	15975456	11045285
2.1 Заробітна плата	5072178	2958777
2.2 Нарахування на заробітну плату	1115879	650930,9
2.3 Витрати на амортизацію	1138261	3094155
2.4 Витрати на електроенергію	349569	157306,1
2.5 Витрати на паливо	74956	116116
2.6 Витрати на мастильні матеріали	57443,7	50565,41
2.7 Витрати на поточний ремонт	222580	842359
2.8 Витрати на зміну шин	34498,11	24500
2.9 Інші витрати	694948,6	724377,9
2.10 Загальновиробничі витрати	4159186	2426197
2.11 Витрати на залізничне перевезення	3055957	
3. Економія річних витрат, грн.	-	4930171
4. Дисконтований дохід, грн.	-	1223462
5. Строк окупності витрат, років	-	3,0

Розрахунок показав, що організація перевезень вантажів Запорізького електровозоремонтного заводу по проєктному варіанті економічно вигідна в порівнянні з існуючим варіантом.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В роботі вирішуються питання удосконалення транспортного обслуговування Запорізького електровозоремонтного заводу при завезенні матеріалів для основного виробництва, їх переробки, складування й внутрішньозаводського перевезення. Прибулі вантажі надходять на центральний склад Управління матеріально-технічного забезпечення, зберігаються й відвантажуються за потребою у виробничі цехи. Вантажні й транспортно-складські роботи на складах УМТС виконуються мостовими кранами й електронавантажувачами. Крім того, в роботі дані пропозиції з організації централізованої системи внутрішньозаводських перевезень засобами напільного транспорту.

Проведемо аналіз потенційних небезпек для працівників, які зайняті вантажопереробкою й внутрішньозаводськими перевезеннями вантажів

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. При пересуванні навантажувачів у складі можливі наїзди на працівників при недотриманні встановленої швидкості руху або порушенні правил маневрування, що може привести до травм і втрати працездатності.

2. При укладанні піддонів з вантажем у штабель можливе їхнє обрушення через недотримання правил складування, що може привести до травм і втрати працездатності працівників складу.

3. Падіння піддонів з вантажами із захвату навантажувача при переміщенні в складі можливо в результаті зміщення центру ваги, що може привести до травм.

4. Дотик до струмоведучих частин електроустановок, які перебувають під напругою, може відбутися через несправність огорожуючи пристроїв, електроуста-

новок або помилкових дій персоналу, що може призвести до ураження електричним струмом.

5. За пропозиціями в роботі завезення матеріалів відбувається автомобільним транспортом. Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) під час перевезення вантажів можуть виникнути при несправності транспортного засобу, у результаті помилкових дій водія, що може привести до травмування, загибелі, як водіїв, так й інших громадян, а також до ушкодження перевезеного вантажу й транспортних засобів

6. Рівень шуму й вібрації, що виходять від працюючих двигунів мостового крана при перевищенні допустимих значень негативно впливає на рівновагу нервових процесів, з'являється дзенькіт у вухах. У зв'язку із цим у крановика може виникнути роздратованість, головні болі, знижується увага при виконанні вантажних робіт у складі.

7. Незадовільне освітлення складських приміщень приводить до швидкої втоми вантажників, водіїв навантажувачів та інших працівників складу. Внаслідок цього можливо порушення технологічного процесу виконання вантажних операцій і складування, що сприяє виникненню небезпечних ситуацій.

8. Через протяги в приміщенні складу в літній період можуть виникнути простудні захворювання й радикуліт у працівників. У зимовий період недотримання нормативних значень температури й вологості повітря в приміщенні приведе до швидкої втоми й зниження працездатності.

9. Пожежа в складі може виникнути в результаті загоряння струмопровідних частин у системах складського опалення й вентиляції. Пожежа також може виникнути через несправність електроустаткування мостового крана в результаті ушкодження його електропроводки (порушення ізоляції кабелів внаслідок їхнього перетирання при русі моста крана).

10. При виконанні вантажних робіт з вантажами, які мають великі габаритні розміри, на відкритих майданчиках складу при великій парусності можливе падіння вантажів внаслідок посилення вітру при погіршенні погодних умов.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для попередження наїзду навантажувачами на працівників складу необхідні такі заходи:

а) проведення інструктажів з безпечного виконання робіт відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.75-15 [20];

б) вантажні роботи в складі виконуються навантажувачами, які відповідають вимогам НПАОП 0.00-1.83-18 [21];

в) місця, де відбувається розвантаження й навантаження автотранспорту, захищаються спеціальними попереджувальними знаками відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 7010:2019 [22];

д) на території складу встановлені покажчики безпечного руху навантажувачів з урахуванням габаритів ширини їхнього проїзду з тарою різних типорозмірів;

е) визначені шляхи пересування складських працівників відповідно ДСТУ EN ISO 7010:2019 [22].

2. Для попередження обвалення піддонів при укладанні їх у штабелі необхідно дотримувати вимоги НПАОП 0.00-1.75-15 [20]. Щоб виключити цю потенційну небезпеку можна обладнати склад консольними стелажам.

3. Для попередження падіння піддонів через зсув центра ваги вантажу на вилах навантажувача, на виделковий захват встановлюємо спеціальні клапани для надійного втримання вантажу (позиціонери), а також застосовуємо верхній стабілізатор вантажу, що також обмежує зсув піддона на вилах.

4. Для попередження поразки електричним струмом при роботі в складі передбачено:

а) проведення інструктажів з електробезпеки, перевірка знань й атестація робітників на четверту й третю групу по електробезпеки згідно НПАОП 0.00-4.12-05 [23] і НПАОП 40.1-1.01-97 [24];

б) для попередження поразки електричним струмом всі струмоведучі частини електроустаткування складу недоступні для випадкового дотику;

в) експлуатація складського й підйомно-транспортного встаткування здійснюється відповідно до ПУЕ 2021 [25]. Захист електроустановок й електричних мереж від перевантажень і струмів короткого замикання здійснюється автоматичними вимикачами й плавкими запобіжниками.

5. Відповідно до НПАОП 0.00-1.62-12 [26] і Правил дорожнього руху для забезпечення безпеки при транспортуванні вантажів у проєкті передбачено:

а) безумовне виконання всіма учасниками транспортного процесу правил дорожнього руху;

б) своєчасне і якісне проведення технічного обслуговування й ремонту, перевірка технічного стану при випуску транспортного засобу на лінію;

в) перевірка правильності розміщення й кріплення вантажу після навантаження;

г) медичний контроль водіїв перед виїздом з гаража відповідно до «Положення про медичний огляд кандидатів у водії й водіїв транспортних засобів» (Наказ Міністерства охорони здоров'я № 65/80 від 31.01.2013 р.);

д) для запобігання наїздів на людей автомобілем при запуску двигуна необхідно перевірити, чи не стоїть важіль коробки передач автомобіля на швидкості; він повинен бути в нейтральному положенні;

е) під час зупинки автомобіль необхідно поставити на ручне гальмо, а під колеса встановити упори, щоб уникнути наїздів на людей у випадку самовільного руху автомобіля.

4.3 Заходи з виробничої санітарії й гігієни праці

1. Для зменшення рівнів шуму й вібрації від двигунів мостового крана в кабіні машиніста необхідно забезпечити:

а) при експлуатації мостових кранів дотримання норм ДСН 3.3. 6.039-99 [27] і ДСН 3.3. 6.037-99 [28];

б) проведення періодичного моніторингу рівнів шуму й вібрації в кабіні машиніста мостового крана;

в) устаткування робочого місця крановика відповідно до положень НПАОП 0.00-1.80-18 [29];

д) своєчасне проведення планового й попереджувального ремонту крана з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик;

е) крісло машиніста повинне бути обладнане системою віброізоляції;

ж) застосування звукоізоляційних перегородок і звуковбирних матеріалів при встаткуванні кабіни мостового крана.

2. Для попередження виникнення небезпечних ситуацій і швидкої втоми в результаті незадовільного висвітлення робочих місць складських робітників, необхідно:

а) забезпечити робоче, аварійне й охоронне висвітлення складу згідно ДБН В.2.5-28:2018 [30];

б) у складі забезпечений мінімальний рівень освітленості для закритих складів при штабельному зберіганні – 75 люкс із газорозрядними лампами, що забезпечують високий рівень освітленості протягом тривалого терміну служби;

в) для робочого висвітлення використовують світильники підвісного типу, які кріпляться у верхній зоні складу (до даху на спеціальних підвісах);

г) у зоні виконання вантажно-розвантажувальних операцій використовують локальне висвітлення. Світильники кріпляться до колон і стін у межах фронту виконання вантажних робіт і забезпечують мінімальний рівень освітленості 100 люкс;

д) висвітлення відкритих площадок на території складів УМТС забезпечується від прожекторів ПЗС35, які розраховані на застосування ламп накаливання загального призначення потужністю 500 Вт, але в них можуть також установлюватися лампи ДРИ-700. Найменша освітленість території становить 20 люкс;

3. При невідповідності нормативних значень параметрів повітря на складі й у кабіні крановика мостового крана забезпечено:

- а) дотримання норм, зазначених у ДСН 3.3.6.042-99 [31];
- б) проведення атестації робочих місць згідно з «Порядком проведення атестації робочих місць за умовами праці» [32];
- в) устрій системи водного опалення в приміщенні складу згідно ДБН В.2.5-67-2013 [33];
- г) для відпочинку складських робітників і прийому їжі в складі є службові приміщення, які обладнані з дотриманням вимог ДБН В.2.2-28:2010 [34];
- д) у складі запроектована механічна вентиляція відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-12:2009 [35] для забезпечення в приміщенні необхідної температури в теплий період року. Мікроклімат приміщення складу відповідає вимогам [31].

4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Склад УМТС електровозоремонтного заводу згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [36] ставиться до категорії «Д» (негорючі речовини й матеріали в холодному стані). Клас можливої пожежі згідно ДБН В.1.1-7:2016 [37] – «А» (горіння твердих речовин) і «Е» (горіння установок й устаткування, що перебувають під електричною напругою).

У приміщенні складу ОМТС (площа 1800 м²) установлений спеціальний пожежний щит. У комплект засобів пожежогасіння, розміщених на щиті, входить: 3 вогнегасники; ящик з піском; пожежне покривало розміром 2×2 м; 3 гаки; 2 лопати; 2 ломы й 2 сокири. Тип вогнегасників відповідно до рекомендацій НАПБ Б.01.008-2018 [38] – переносні порошкові ємністю 9 л ВП-9.

Відстань від можливого вогнища загоряння для приміщень категорії Д не повинна перевищувати 70 м.

Оскільки в складі є службове приміщення з комп'ютерами, то в ньому також передбачаємо один вуглекислотний вогнегасник ВВК-2.

Для попередження загоряння ізоляції мостового крана внаслідок короткого замикання необхідні такі заходи:

- а) розробка інструкцій про порядок роботи при обслуговуванні й експлуатації мостового крана;
- б) проведення інструктажу з пожежної безпеки під час експлуатації мостових кранів згідно НПАОП 40.1-1.32-01 [39]
- в) забезпечення захисту для електропроводки згідно ДНАОП 0.00-1.21-98 [40];
- г) наявність на мостовому крані вогнегасника ВВК-5 для ліквідації джерела можливого загоряння.

4.4.2 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

При посиленні шквального вітру й великої парусності вантажу під час виконання вантажних робіт з великогабаритними вантажами на відкритому повітрі для запобігання обриву й падіння з гака крана необхідні такі заходи:

- а) проведення інструктажу із правил безпеки експлуатації кранів відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.80-18 [29];
- б) розробка плану дій при виникненні надзвичайної ситуації згідно НПАОП 0.00-4.33-99 «Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій й аварій» й інформування про нього робітників;
- г) застосування анемометра для контролю швидкості вітру й повне припинення виконання вантажних робіт при посиленні вітру швидкістю більше 12 м/с і застосування заходів проти викрадення крана з підкранових колій.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи було проведено дослідження та аналіз існуючого положення по організації переробки вантажів, які надходять на ЗЕРЗ для основного виробництва автотранспортом, і готової продукції підприємства, а також технології й організації міжцехових перевезень внутрішньозаводським безрейковим транспортом.

Внутрішньозаводські перевезення між основними виробничими цехами виконуються електротранспортом децентралізовано.

Транспортні засоби розподіляють між виробничими підрозділами по їхніх заявках; навантаження в цехах провадиться власними засобами підрозділу. Щомісяця всі основні цехи подають заявки на електротранспорт. Протягом місяця цехи самі організують вивезення і завезення вантажу для технологічного процесу без узгодження черговості перевезень, роботи вантажно-розвантажувальних механізмів і роботи електротранспорту інших підрозділів.

У цехах через недостатню оснащеність вантажних фронтів вантажно-розвантажувальними механізмами, відсутності попередньої підготовки виробів спостерігається скупчення транспортних засобів, що простоюють у черзі на одержання вантажів.

Зі складів УМТС у виробничі цехи матеріали доставляються без тари. Це приводить до тривалих простоїв транспортних засобів внутрішньозаводського транспорту під вантажними операціями.

Для усунення недоліків в роботі були розроблені наступні заходи:

- для внутрішньозаводських перевезень матеріалів зі складів УМТС у виробничі цехи запропоновано використати внутрішньозаводську транспортну тару – сітчасті піддони. Після надходження матеріалів на склади УМТС, перевірки їхньої якості й стану, вони укладаються у внутрішньозаводську сітчасту тару. У цій тарі вантажі зберігаються на складі УМТС і доставляються у виробничі цехи;

- запропоновано внутрішньозаводську тару використати також і для перевезення габаритної продукції підприємства між цехами й складом готової продукції; вантажні операції із запропонованою тарою можна виконувати як навантажувачами, так і крановими механізмами;

- виконано розрахунок технічної оснащеності складів УМТС;

- для завезення матеріалів для основного виробництва з підприємств-постачальників автотранспортом запропоновано застосувати автопоїзд у складі тягача SCANIA та напівпричепа Kögel Cargo;

- розроблені збірно-розвізні маршрути внутрішньозаводських перевезень вантажів підприємства, які дозволяють виключити або звести до мінімуму холості пробіги транспортних засобів;

- запропоновано для внутрішньозаводських централізованих перевезень вантажів між основними цехами й складом УМТС використовувати електрокари BD-6 підвищеної вантажопідйомності.

Як показали техніко-економічні розрахунки, запропоновані заходи дозволять знизити загальні логістичні витрати на перевезення та вантажопереробку вантажів електровозоремонтного заводу.

Загальні річні експлуатаційні витрати у порівнянні з існуючим положенням зменшилися на 4930171 грн., за рахунок чого можна отримати дисконтований дохід від впровадження пропозицій в розмірі 1223462 грн.

Строк окупності додаткових капітальних вкладень становить 3 роки.

В роботі також розроблені заходи щодо охорони праці й безпеки в надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт на складах й у процесі внутрішньозаводських перевезень вантажів Запорізького електровозоремонтного заводу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ПрАТ «Запорізький електровозоремонтний завод» : Офіційний сайт. – URL: <https://zerz.com.ua>.
2. Крановщик / Специализированный портал о подъемных кранах : веб-сайт. – URL: <http://kranovshik.com.ua>.
3. ДСТУ 3058-95 Металлопродукция. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение. – Введ. 1996-01-01: веб-сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=51188.
4. DLIGHT : Ведущий производитель спецтехники в Украине : веб-сайт. – URL: <https://dlight.com.ua>.
5. МАЗ. Минский автомобильный завод : Офіційний сайт. – URL: <http://maz.by>.
6. Техника для склада / Платформенные электрокары: веб-сайт. – URL: <http://bulgarcar.ua>.
7. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : учебное пособие / Г.Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 192 с.
8. Грузовики.com : Каталог седельных тягачей SCANIA: веб-сайт. – URL: <http://gruzoviki.com>.
9. Когель Украина : Автомобильные полуприцепы Kögel : веб-сайт. – URL: <http://koegel.ua>.
10. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів-бакалаврів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 47 с.
11. Складское оборудование и тара / Каталог ГК «Укрспецконструкция» : веб-сайт. – URL: <http://ussk.com.ua>. –
12. Электрооборудование внутризаводского транспорта : веб-сайт. – URL: <http://leg.com.ua>.

13. Киреев В. С. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ / В. С. Киреев. – М. : Транспорт, 1991. – 352 с.
14. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Транспортно-експедиторська діяльність» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» спеціалізації 275.03 «Транспортні технології» (на автомобільному транспорті) / Укл.: ст. викл. Васильєва Л. О. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 57 с.
15. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Вантажні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275.3 Транспортні технології (на автомобільному транспорті) / Укл. Г. Ф. Бабускін, Г. О. Лебідь – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 66 с.
16. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Кузькін О.Ф., Харченко Т.В., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 34 с.
17. Тарифное руководство № 4 железных дорог Украины. – К. : Транспорт Украины, 1997. – 194 с.
18. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги. Тарифне керівництво № 1. – К. : Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2009. – 180 с.
19. Офіційний веб-сайт Укрзалізниці : Коефіцієнти до Збірника тарифів від 16.08.2021 р. – URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/the_coefficients_of_the_collection_rates/.
20. НПАОП 0.00-1.75-15 Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. – Введ. 2015-02-03. Офіційний сайт. – URL: <https://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15#Text>.
21. НПАОП 0.00-1.83-18 Правила охорони праці під час експлуатації навантажувачів. – Введ. 2018-10-12. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1082-18#Text>.

22. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. – Введ. 2020-07-01. Офіційний сайт. – URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_en_iso_7010_2019.pdf.
23. НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання й перевірки знань з питань охорони праці. – Введ. 2017-04-14. Офіційний сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=24622.
24. НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок. – Введ. 2000-02-25. Офіційний сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=21826.
25. ПУЕ 2021. Правила улаштування електроустановок: веб-сайт. – URL: <http://art-energetyka.com.ua/>.
26. НПАОП 0.00-1.62-12. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. – Введ. 2011-04-06. Офіційний сайт. – URL: https://dnaop.com/html/32-443/doc-НПАОП_0.00-1.62-12.
27. ДСН 3.3. 6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : веб-сайт. – Введ. 1999-12-01. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=6372.
28. ДСН 3.3. 6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : веб-сайт. – Введ. 1999-12-01. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48147.
29. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. – Введ. 2018-04-10. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>.
30. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення – Введ. 2019-03-01. Офіційний сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885.
31. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – Введ. 1999-12-01. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.

32. Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 01.08.1992 р. № 44 зі змінами згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 05.10.2016 р. № 741. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/442-92п#Text>.
33. ДБН В.2.5-67-2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання». – Введ. 2014-01-01. Офіційний сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=50154.
34. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки адміністративного та побутового призначення. – Введ. 2011-10-30. Офіційний сайт. – URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-806>.
35. ДСТУ Б.А.3.2-12:2009. Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги. – Введ. 2011-08-01. Офіційний сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=25348.
36. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою: веб-сайт. – Введ. 2017-12-11. – URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.
37. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпеку об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Введ. 2017-01-16. Офіційний сайт. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456.
38. НАПБ Б.01.008-2018 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. – Введ. 2018-03-30. Офіційний сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.
39. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»: веб-сайт. – Введ. 2001-06-21. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=47257.
40. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : веб-сайт. – Введ. 1998-02-20. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48644.

Додаток А

Розрахунок коефіцієнтів нерівномірності

Таблиця А.1 – Результати розрахунку коефіцієнту нерівномірності з надходження матеріалів на склад УМТС від зовнішніх постачальників

Файл : ZERZ – 1.

Вариационный ряд									
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	3.00	3.15	3.20	3.33	3.33	3.40	3.40	3.42	3.50
3.50	4.00	4.00	4.60	4.60	4.60	4.80	4.80	6.00	6.00
6.00	6.55	6.55	6.55	7.00	7.00	7.00	7.00	7.10	7.10
7.40	7.40	7.80	8.20	8.20	8.20	8.50	8.50	8.50	8.50
8.50	8.50	8.50	8.60	8.60	8.65	8.80	8.80	8.80	8.80
8.80	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.10	9.20	9.20	9.20
10.20	10.25	10.40	10.45	10.50	10.50	10.60	10.60	10.60	10.60
12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	13.60	13.60	13.60	13.60
14.00	14.50	14.80	14.80	15.00	15.30	15.80	15.95	16.00	16.20
16.40	16.42	16.58	16.80	17.00	17.00	17.20	17.20	41720	17.50
17.80	17.80	18.60	18.65	18.97	19.15	19.15	19.25	19.30	19.30

РАССЧИТАНО

Объем выборки	:	120
Математическое ожидание	:	3.503
Дисперсия	:	9.85
Среднеквадратичное отклонение	:	3.138
Коэффициент вариации	:	0,896
Коэффициент неравномерности	:	1.896

RKWL - версия 2.1

Таблица А.2 – Результаты расчета коэффициента неравномерности з выдачі матеріалів зі складів УМТС в основне виробництво

Файл : ZERZ – 2.

Вариационный ряд									
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.15	0.20	0.33	0.33	0.40	0.40	0.42	0.50
0.50	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80	0.80	1.00	1.00
1.00	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.10	1.10
1.10	1.10	1.11	1.20	1.20	1.20	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.60	1.60	1.65	1.80	1.80	1.80	1.80
1.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.07	2.20	2.20	2.20
2.20	2.25	2.40	2.45	2.47	2.50	2.60	2.60	2.60	2.60
2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
2.60	2.60	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.95	3.00	3.20
3.40	3.42	3.58	3.80	3.80	3.80	3.80	4.00	4.20	4.50
4.80	4.80	7.60	7.65	7.97	9.15	9.15	9.15		

РАССЧИТАНО

Объем выборки	:	118
Математическое ожидание	:	2.10
Дисперсия	:	3.55
Среднеквадратичное отклонение	:	1.88
Коэффициент вариации	:	0,216
Коэффициент неравномерности	:	1.216
Расчетное значение показателя	:	3.98

RKWL - версия 2.1