

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОЗАВОДСЬКИХ
АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ В УМОВАХ
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконала: студент II курсу, групи T-322м

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

Освітня програма (спеціалізація)
275.03 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»

	Сергій МАРТИНЕНКО (прізвище та ініціали)
Керівник	 Олексій КУЗЬКІН (прізвище та ініціали)
Рецензент	 Олександр АРТЮХ (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.03 «Транспортні технології (на _____
автомобільному транспорті)» _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

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

МАРТИНЕНКО Сергій Миколайович

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення внутрішньозаводських автомобільних перевезень металевих виробів в умовах ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) КУЗЬКІН Олексій Феліксович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №450

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

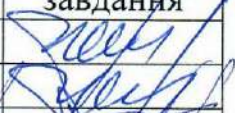
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) статистичні дані про обсяги перевезень металевих виробів зі складів УПВ у цехи ПАТ «Запоріжсталь», існуюча технологія транспортно-складських робіт на складах № 153 та № 173 УПВ, існуючий рухомий склад автомобільного транспорту на перевезеннях, існуючі техніко-економічні показники роботи транспортно-складської підсистеми УПВ

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Удосконалення транспортно-технологічного процесу вантажопереробки та доставки металевих виробів у цехи комбінату. 2.2 Вибір і обґрунтування рухомого складу і тари. 2.3 Розрахунок місячних вантажопотоків і таропотоків. 2.4 Організація доставки металевих виробів споживачам. 2.5 Розрахунок необхідної кількості піддонів. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання завдання
1	КУЗЬКІН О.Ф., проф.		
2	КУЗЬКІН О.Ф., проф.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)


(підпис)

Сергій МАРТИНЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олексій КУЗЬКІН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 82 с., 29 табл., 9 рис., 1 дод., 11 джерел.

ДОДАТКОВІ КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ, КОМПЛЕКТУВАННЯ, МАРШРУТИ РУХУ АВТОМОБІЛІВ, ПІДДОН, РІЧНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, СКЛАД МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ, ЧИСТА ПОТОЧНА ВАРТІСТЬ

Об'єкт дослідження – склади № 153 та № 173 управління підготовки виробництва металургійного підприємства ПАТ «Запоріжсталь».

Мета магістерської роботи – розробка заходів щодо удосконалення організації вантажопереробки та доставки металовиробів зі складів № 153 та № 173 управління підготовки виробництва ПАТ «Запоріжсталь» у виробничі цехи та підрозділи підприємства.

Методи дослідження – аналітичні, графічні, з використанням спеціалізованого програмного забезпечення.

В магістерській роботі розглянуті питання удосконалення організації вантажопереробки та організації доставки вантажів групи металевих виробів з спеціалізованих складів управління підготовки виробництва ПАТ «Запоріжсталь». Проаналізовано існуючу технологію та запропоновано використання на транспортно-технологічних операціях засобів пакетування. Це дозволяє запровадити для групи електродів попереднє комплектування та унеможливити відмови у перевезенні цих виробів у цехи підприємства через погодні умови. Запропоновані проектні рішення передбачають додаткові капітальні вкладення у розмірі 202 500 грн. та дають економію річних експлуатаційних витрат у 200 739,5 грн. Чиста поточна вартість запропонованого варіанту складає 389 682 грн.

ЗМІСТ

	Завдання на магістерську роботу	2
	Реферат	4
	Вступ	7
1	Аналітична частина	8
1.1	Стисла характеристика основного виробництва ПАТ «Запоріжсталь» і його генерального плану	8
1.2	Характеристика управління підготовки виробництва	12
1.3	Характеристика металевих виробів, умови їх зберігання та перевезення	16
1.4	Розрахунок обсягів споживання металевих виробів підрозділами підприємства	19
1.5	Організація доставки металевих виробів у підрозділи підприємства	22
1.6	Недоліки існуючого становища та постановка задач у магістерській роботі	24
2	Основна частина	27
2.1	Удосконалення транспортно-технологічного процесу вантажопереробки та доставки металевих виробів у цехи комбінату	27
2.2	Вибір і обґрунтування рухомого складу і тари	29
2.3	Розрахунок місячних вантажопотоків і таропотоків	36
2.4	Організація доставки металевих виробів споживачам	41
2.4.1	Технічне нормування транспортно-складських операцій	41
2.4.2	Розробка маршрутів руху автомобілів	44
2.5	Розрахунок необхідної кількості піддонів	58
3	Економічне обґрунтування пропонованих рішень	61
3.1	Розрахунок капітальних вкладень	61
3.2	Розрахунок річних експлуатаційних витрат	61

3.3	Розрахунок чистої поточної вартості пропонованого варіанту	66
4	Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях	68
4.1	Заходи з пожежної безпеки та цивільного захисту	68
	Висновки	70
	Перелік посилань	71
	Додаток А Заходи з охорони праці	73

ВСТУП

Транспорт є невід’ємною складовою будь-якого сучасного виробництва. Від його чіткої та злагодженої роботи залежить ритм основних та допоміжних технологічних процесів виробництва, доставки сировини та збуту готової продукції підприємства. Своєчасне та безперебійне постачання всіх необхідних матеріалів забезпечує виконання планових обсягів випуску готової продукції, знижує втрати від простою технологічних агрегатів, зменшує витрати на утримання запасів вантажів на складах та між операціями технологічних процесів виробництва.

Автомобільний транспорт на металургійних підприємствах виконує допоміжні функції, оскільки основні обсяги перевезень технологічних вантажів виконуються залізничним транспортом, однак, питома частка витрат на доставку вантажів з цеху підготовки виробництва, де скупчено основне складське господарство, є досить великою. Тому процесам автомобільних перевезень вантажів зі складів у цехи та підрозділи підприємства слід приділяти достатню увагу.

В даній магістерській роботі розглянуті склади металевих виробів управління підготовки виробництва металургійного підприємства ПАТ «Запоріжсталь». Існуюча технологія доставки окремих видів вантажів є недосконалою та потребує поліпшення. З метою скорочення простою автомобілів під вантажними операціями на складах доцільно використовувати технологію попереднього комплектування транспортних партій вантажів перед їх навантаженням на рухомий склад автомобільного транспорту, однак така технологія використовується не для всіх вантажів. Удосконалення транспортно-технологічного процесу доставки вантажів з розглядуваних складів потребує додаткових засобів пакування, розробки раціональних маршрутів руху автомобілів. Цим питанням і присвячена дана магістерська робота.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Стисла характеристика основного виробництва ПАТ «Запоріжсталь» і його генерального плану

Комбінат «Запоріжсталь» був створений в листопаді 1873 року, його територія складала 16 Га землі, де працювало приблизно 1000 чоловік. Зараз площа комбінату складає 560 Га землі.

На початку 90-х років минулого століття комбінат представляв собою закрите виробництво, яке дозволило значно економити на паливі та матеріалах. За короткий період на його базі була організована зовнішньоторгова фірма. В серпні 1993 року розпочалась підготовка для переходу комбінату до оренди. Це був перший крок до самостійного керівництва комбінатом, коли весь прибуток розподілявся між акціонерами даного товариства. Металургійний комбінат ПАТ «Запоріжсталь» є одним з найбільш потужних промислових підприємств України, продукція якого добре відома і користується попитом у споживачів на внутрішньому ринку й у багатьох країнах світу. Розподіл за регіонами продажу металопродукції: Україна 38,8%; країни колишнього СРСР 16,2%; Середземноморський регіон 15,5%; ЄС 9,9%; Африка 7,4%; Близький Схід 6,2%; Центральна Європа 2,4%; Перська затока 1,8%; Південно-Східна Азія 1,2%; Латинська Америка 0,5%; АСІАН 0,1%.

До складу металургійного виробництва ПАТ «Запоріжсталь» входять агломераційний (6 агломераційних машин), доменний (4 доменних печі), мартенівський (9 печей) цехи і цех підготовки сталерозливних складів. Прокатне виробництво має у своєму складі 4 прокатні цехи, призначених для виробництва гарячекатаної і холоднокатаної листової сталі, сталевих стрічки, білої жерсті і холодно гнутих профілів. Максимальна виробнича потужність по гарячекатаному прокату – до 3,7 млн. тонн, по холоднокатаному прокату – 1,1 млн. тонн, по холодно гнутим профілям – до 500 тис. тонн на рік. Крім цих основних цехів

до складу підприємства входить низка допоміжних, у тому числі цех підготовки виробництва. У агломераційному цеху комбінату виготовляється основний залізорудний агломерат. Практично усі процеси виробництва агломерату автоматизовані.

Доменний цех комбінату містить чотири доменні печі, призначені для виплавки чавуну високої якості для виробництва сталі, великогабаритного чавунного лиття і товарного чавуну в чушках. Фактичне виробництво цеху на трьох доменних печах складає 2736,2 тис. тонн передільного чавуну. Визначною особливістю чавуну виробництва ПАТ «Запоріжсталь» є низький вміст в ньому сірки і фосфору, завдяки чому він має попит на світовому ринку.

У мартенівському цеху комбінату працює 9 печей місткістю 250 і 500 тонн із загальною виробничою потужністю 4,35 млн. т сталі на рік. Сталь виплавляється скрап-рудним процесом на рідкому чавуні. Мартенівські печі опалюються природним газом. Для інтенсифікації виплавки сталі на усіх печах використовується кисень. Сталь продувається аргоном. Сталь, що виплавляється, – маловуглецева і середньовуглецева конструкційна і звичайної якості, низьколегована – розливається в зливки масою до 18,6 т, використовувані для виробництва листового прокату.

На обтискному стані слябінг «1150» зливки можуть прокатуватися на сляби завтовшки 100–200 мм, шириною 855–1520 мм і завдовжки до 12300 мм. Сляби, призначені для подальшого переділу, в гарячому стані передаються на широкосмуговий стан гарячого прокатування НТЛС–1680.

Цех гарячого прокатування тонкого листа (ЦГПТЛ) оснащений агрегатами для забезпечення постачання прокату в листах і рулонах. Безперервний тонколистовий стан гарячого прокатування «1680» максимальною виробничою потужністю 3,7 млн. т на рік призначений для виробництва гарячекатаних смуг завтовшки 2,0–8,0 мм, шириною 860–1500 мм, масою рулону до 16 т. На трьох профілевих агрегатах виробляється понад 500 типорозмірів холодногнутих профілів з вуглецевих і низьколегованих марок сталі завтовшки від 1,0 до 8,0 мм з шириною розгортки профілю до 1440 мм.

У цеху холодного прокатування №1 на безперервному чотирьохклітинному стані «1680», двох одноклітинних реверсивних станах «1680» і «1200» і двох безперервних вузько смугових чотирьохклітинних станах, два-дцятивалковому стані «1700» і двох безперервних вузькосмугових чотирьох-клітинних станах «450» і «650» виробляють холоднокатаний прокат з вуглецевої і низьколегованої сталі. Цех оснащений засобами для дресирування, поперечного різання і подовжнього розпуску, що забезпечують постачання холоднокатаного прокату завтовшки від 0,2 до 2,0 мм, шириною від 10 до 1500 мм і довжиною листа до 3950 мм, а також рулонів масою до 15 т.

У цеху холодного прокатування №3 на стані «2800» виробляється великогабаритний холоднокатаний і гарячекатаний лист завтовшки 1,5–5,0 мм, шириною 1000–2500 мм і завдовжки до 4000 мм з вуглецевих, легованих і неіржавіючих марок сталі.

Основа успіху підприємства – дотримання і постійне удосконалювання технологічних процесів, висока якість продукції, що випускається, чітке виконання договірних зобов'язань, орієнтація на потреби ринку і вміле впровадження ринкових механізмів керування. Стратегією комбінату ПАТ «Запоріжсталь» є подальше технічне переозброєння з використанням сучасних технічних засобів та технологій з метою виробництва високоякісної, конкурентоспроможної металопродукції з високою додатковою вартістю, розширення сортаменту, захисту навколишнього середовища, економії матеріально-сировинних та паливно-енергетичних ресурсів. Для реалізації низки стратегічних задач на комбінаті розроблена програма технічного переозброєння й розвитку, яка передбачає поетапну докорінну реконструкцію основних агрегатів й потужностей всього металургійного и прокатного виробництва. Наймасштабнішим проектом є будівництво киснево-конвертерного цеху з безперервним розливанням сталі в об'ємі 4,7 млн. т литих слябів, що дозволить:

- відмовитися від малоефективного мартенівського способу виробництва сталі з розливанням в злитки з виводом з експлуатації мартенівського цеху, цеху підготовки составів, обтискного цеху;

- забезпечити виплавку сталі з вузькими межами вмісту елементів, поліпшити якість поверхні прокату, однорідність структури і властивостей металу;
- значно розширити марочний сортамент сталей, а також забезпечити вимоги міжнародних стандартів;
- знизити витрати металу в обрізування на 110 кг/т;
- знизити питомі енерговитрати на 1 т виробленої сталі і одержати меншу собівартість литих слябів;
- значно знизити викиди шкідливих речовин у атмосферу, ґрунт та воду за рахунок будівництва сучасних очисних споруд.

Окрім вищевказаного програмою передбачається.

1. Завершення будівництва нової агломераційної машини з площею спікання 75 м² з відсіванням агломерату на вібраційних грохотах та технологічним газоочищенням. Реконструкція дозволить: збільшити виробництво агломерату на 158 тис. т/рік; знизити кількість дрібної фракції 0–5 мм в агломераті на 4,2%; знизити максимальну крупність шматка до 120 мм; отримати агломерат рівного гранулометричного вмісту, який на 85% буде складатися з міцної фракції 8–35 мм, яка добре відновлюється; знизити витрати енергоносіїв (електроенергії, газу на спалювання шихти, твердого палива в шихту); поліпшити умови праці; забезпечити залишкову концентрацію газів, що викидаються у навколишнє середовище з 250 мг/м³ до 50 мг/м³.

2. Постійне удосконалення промислової експлуатації установки вдування пиловугільного палива в доменні печі. Це дозволяє зменшити витрати скіпового коксу та коштовного природного газу комбінатом на 40–45%.

3. Проведення технічного переозброєння безперервного стану гарячої прокатки.

Рельєф існуючої ділянки території промислового майданчика є спланованою терасою, що має середній ухил 5 % з заходу на схід. Промисловий майданчик підприємства розташований у північно-східній частині міста Запоріжжя на лівому березі річки Дніпро у шести кілометрах від острова Хортиця. Зі

сходу та південного сходу комбінат обмежений залізничною магістраллю Придніпровської залізниці, західна та північно-західна частини комбінату обмежені блоком заводів.

Автомобільні магістралі обходять комбінат зі сходу та південного сходу. На територію комбінату ведуть три автомобільних в'їзди.

Залізничним транспортом у вагонах заводського парку перевозяться основні технологічні вантажі, такі як руда, рудні концентрати, пісок, кокс, окатиші. Автомобільним транспортом, що належить комбінату, перевозиться обладнання, лісоматеріали, паливо, сіль, вапно, папір, металеві вироби, дрібні технологічні вантажі. Споживачами цих вантажів є практично всі цехи та ділянки комбінату. Основний пункт відправлення вантажів автотранспортом – управління підготовки виробництва (УПВ), на території якого скупчено практично все складське господарство підприємства. Основне призначення УПВ – раціональна організація складського господарства та виконання комплексу робіт з забезпечення цехів і служб підприємства необхідними матеріальними ресурсами при мінімальній вартості складської вантажопереробки.

1.2 Характеристика управління підготовки виробництва

Територія управління підготовки виробництва розташована в східній частині комбінату «Запоріжсталь» і займає ділянку загальною площею близько 27 Га. Управління підготовки виробництва є структурним підрозділом комбінату, який вирішує задачі з забезпечення виробничих підрозділів основними та допоміжними матеріалами з виробництва продукції згідно затверджених планів і графіків. До складу УПВ входять наступні підрозділи:

а) дільниця централізованих перевезень (ДЦП), складів, технологічної і транспортної тари, яка забезпечує схоронність матеріальних цінностей та своєчасну доставку до цехів-споживачів згідно вимог на постачання тих чи інших необхідних матеріалів;

б) лісопильна діляниця, яка забезпечує підрозділи підприємства пиломатеріалами згідно їх замовлень;

в) ділянка з виробництва паркету, що випускає паркет, піддонів та деревинних деталей;

г) відділення з виробництва деревинно-волокнистих плит та для випуску технологічної щепи;

д) механічна служба, енергетична служба та електрична служба, які здійснюють ремонт та обслуговування обладнання для забезпечення технологічного процесу цеху.

Характеристика складів управління підготовки виробництва ПАТ «Запоріжсталь» наведена у таблиці 1.1. До складу УПВ входять 18 складів загальною площею 48514 м², з них 25474 м² займають закриті склади, інші – відкриті та накриті майданчики для зберігання вантажів.

Блок складів вогнетривів і феросплавів знаходиться в північно-східній частині складського господарства УПВ. Склади вогнетривкої цегли, що використовується у доменному та мартенівському виробництві, являють собою навіси на металевих опорах висотою 6 м. Зберігання феросплавів виробляється на відкритому майданчику навалом. У блоці складів УПВ є навіс для зберігання для зберігання паперу обсягом 8175 м³ і площею 1635 м².

Склад сипких матеріалів має введення залізничної колії всередину відкритого складу й займає 2193 м² території. У західній частині УПВ знаходяться склади інструмента, тарно-штучних вантажів, спецодягу. Склади лакофарбових матеріалів і кольорових металів перебувають у центрі складського господарства.

Значну територію УПВ займає лісопильна ділянка. Вона містить склад готової продукції розміром 30×18 м. Схема території цеху підготовки виробництва ПАТ «Запоріжсталь» наведена на рисунку 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика складів УПВ

№ складу	Назва складу	Тип будівлі	Основні види вантажів
153	металевих виробів	критий	скоб'яні вироби, цвяхи, шурупи, посуд, тканини, вогнегасники, контрольно-вимірювальна апаратура
159	лісосклад	відкритий	ліс круглий, пиломатеріали
160	палива	закритий	бензин, дизпаливо
161	сипкі вантажі	відкритий	феромарганець, феросиліцій, пісок
163	металобаза	відкритий	металопрокат, труби
165	вогнетриви	критий, відкритий	вогнетриви, цегла, фасонні вогнетривкі вироби
167	спецодяг	критий	спецодяг, головне вбрання,
169	електричні матеріали	критий	лампи, розетки, запобіжники, вимикачі, світильники,
172	інструмент	критий	інструмент різальний, вимірювальний, слюсарний
173	металеві вироби	критий	болти, гайки, троси, ланцюги, папір
174	мастила	критий	мастила, оливи
175	гумовотехнічні вироби	критий	шланги, стропи, миючі засоби, параніт, сода кальцинована
176	лакофарбовий	критий	лаки, фарби, оліфа, клей
180	сантехніка	критий, відкритий	засуви, крани, вентиля, мило, змішувачі, сантехнічна арматура та вироби

1.3 Характеристика металевих виробів, умови їх зберігання та перевезення

До металевих виробів, що зберігаються на складах УПВ відносяться: електроди, болти, гайки, шпильки, шурупи, дюбелі, гвинти, ланцюги, троси, проволока (зберігаються на складі №173), шайби, шурупи, гвинти, шплінти, цвяхи, сітка, відводи, муфти, контргайки, кутники, трійники, хрестовини (зберігаються на складі №153).

Електроди надходять на склад у картонній упаковці (пачці) вагою 5 кг. Покриття електродів характеризується підвищеною чутливістю до механічних дій а також схильне до адсорбції вологи. При навантаженні, транспортуванні не допускається кидати пачки, нагромаджувати їх у купу. Висота штабелю не повинна перевищувати 600 мм [1]. Слід уникати будь-якої механічної дії, що здатна пошкодити цілісність покриття через те, що сколи покриття є причиною таких недопустимих ефектів металу шва, як пори та крупні шлакові включення. Зберігати електроди слід у сухому опалюваному приміщенні при температурі не нижче $+15^{\circ}\text{C}$ та відносній вологості повітря не більше 60% в умовах, що застерігає їх від забруднення, зволоження та механічних пошкоджень.

Болти, гайки, шпильки, шурупи, гвинти, шайби, шурупи, цвяхи надходять на склад у дерев'яних ящиках вагою 50 кг. Кожна упаковка містить метизні вироби одного умовного позначення. Транспортна тара з метизами повинна мати маркування. Для маркування застосовують ярлики. Маркування повинно знаходитися на зовнішньому боці тари і повинно бути видимим при складуванні. Маркування повинно бути міцним та розбірливим. У зміст маркування повинні входити наступні дані: товарний знак чи найменування та товарний знак підприємства-виробника, умовне позначення виробу, маса нетто (кг) чи кількість виробів у штуках.

Сталеві канати надходять на склад на дерев'яних та металевих барабанах. При зберіганні канату, що намотаний на барабан, вісь барабану повинна бути паралельна підлозі, на якій барабан встановлено. Всі канати, що надходять на склад, підлягають негайному огляду та змащенню канатним змащенням оголених при транспортуванні та навантажувально-розвантажувальних роботах ділянок каната. При тривалому зберіганні канати повинні періодично, не рідше ніж через 6 місяців, оглядатися по зовнішньому шару і змащуватися канатним змащенням.

Склади №153 та №173 територіально розташовані у одній будівлі розміром 156х20 м загальною площею 3120 м². У цій же будівлі розташовані приміщення складів №172, 175 та 180. Будівля складу має залізничну рампу для прийому вантажів з залізничного транспорту та автомобільну рампу для видачі скомплектованих замовлень на автомобільний транспорт з подальшою доставкою матеріалів у цехи підприємства. Схема складів №153 та №173 наведена на рисунку 1.2.

Метизні вироби зберігаються у металевій тарі на кліткових стелажах. Стелажі обслуговуються стелажним краном-штабелером [2], технічні характеристики якого наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики стелажного крана-штабелера

Характеристика	Значення
1. Вантажопідйомність, т	1,0
2. Швидкість, м/с:	
моста	0,8
візка	0,3
підйому вантажу	0,2
3. Висота підйому, м	5,2
5. Ширина проходу для штабелювання, м	1,0

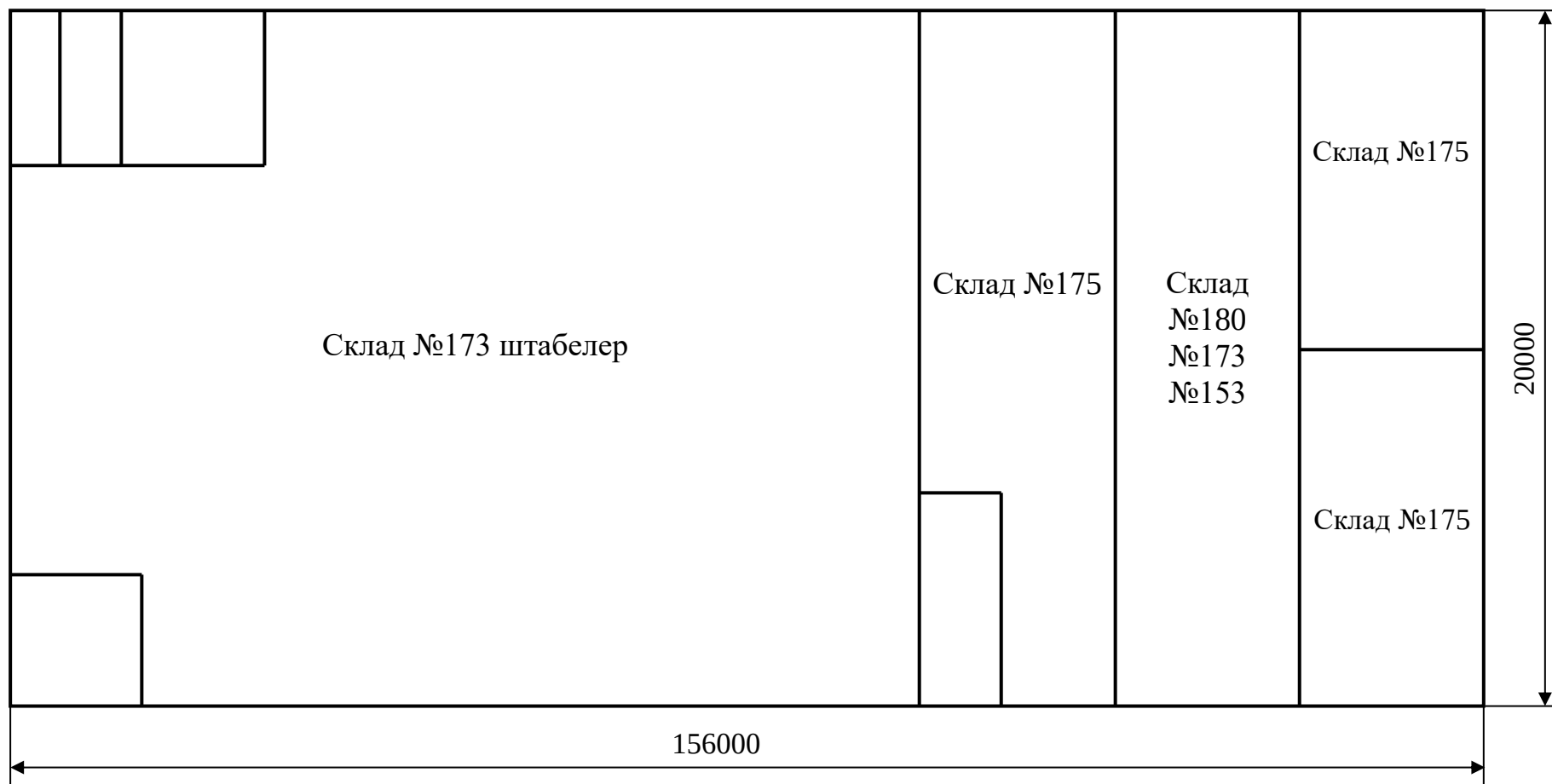


Рисунок 1.2 – Планування складів №173 та №153

Комплектування металевих виробів (болти, гайки) здійснюється за допомогою звичайного відра у металеві багатообігові піддони вантажопідйомністю 1 т. Після зважування відра на вагах метизи висипають до піддону. Окремі види метизів перекладаються папером. Навантаження-розвантаження піддонів з метизами виконується за допомогою кран-балки, що має виліт на навантажувальну автомобільну рампу складу.

Електроди зберігаються навалом у стійкових стелажах. Видаються електроди пачками вручну безпосередньо у кузов рухомого складу. Слід зазначити, що у зв'язку з підвищеними вимогами до транспортування електродів їх не видають у вологих умовах (наприклад, у випадку можливості дощу).

1.4 Розрахунок обсягів споживання металевих виробів підрозділами підприємства

Місячні та добові вантажопотоки за окремими видами вантажів є основою для наступного розрахунку всіх параметрів перевізного процесу (необхідних складських площ, обладнання, кількості засобів механізації, робочої сили, рухомого складу, графіків роботи транспорту). Вони ж визначають завантаження потужностей основного виробництва, обсяги постачань сировини та обсяги внутрішньозаводських та зовнішніх перевезень підприємства.

Вантажопотоки за певний термін можна визначити наступними способами: за коефіцієнтами витрат матеріалів на тону готової продукції, на підставі даних первинної облікової документації, за допомогою одночасного статистичного обліку [3].

При розрахунках вантажопотоків з метою організації перевезень, навантажувально-розвантажувальних та складських робіт враховується коефіцієнт їх нерівномірності. Розрахунковий місячний вантажопотік з урахуванням нерівномірності визначається за формулою

$$Q_{mp} = \frac{Q_p \cdot k_n}{12}, \quad (1.1)$$

де Q_p – річний вантажопотік, т;

k_n – коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку;

Коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку розраховується за формулою

$$k_n = 1 + \nu = 1 + \frac{\sqrt{D}}{\bar{Q}}, \quad (1.2)$$

де ν – коефіцієнт варіації вантажопотоку;

D – дисперсія вантажопотоку, т²;

$\bar{Q}$ – середнє значення вантажопотоку, т.

Вихідні дані про обсяги споживання метизів цехами підприємства по місяцях року наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Обсяги заводу металевих виробів у цехи підприємства по місяцях року

Вантаж	Обсяги заводу металевих виробів по місяцях року, кг											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Болти з гайками	7656	9834	9780	11467	15435	11771	9524	7990	17891	15073	9660	5353
Гайки	622	971	1997	3134	3511	2194	1502	1359	3821	3027	2152	1558
Цвяхи	12322	6828	5931	5509	3719	2776	10994	2668	8357	3771	5040	1663
Шайби	3	70	161	232	105	135	30	261	4716	497	325	37
Електроди	15235	22524	26939	20905	16688	15766	11455	18951	26088	24720	17023	14952

Для кожного з вантажів розраховуємо середньомісячне значення вантажопотоку, дисперсію, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт нерівномірності, розрахункове значення місячного вантажопотоку. Результати розрахунку зводимо до таблиці 1.4. Статистичні дані про місячні вантажопотоки та їх характеристики показані на рисунку 1.3.

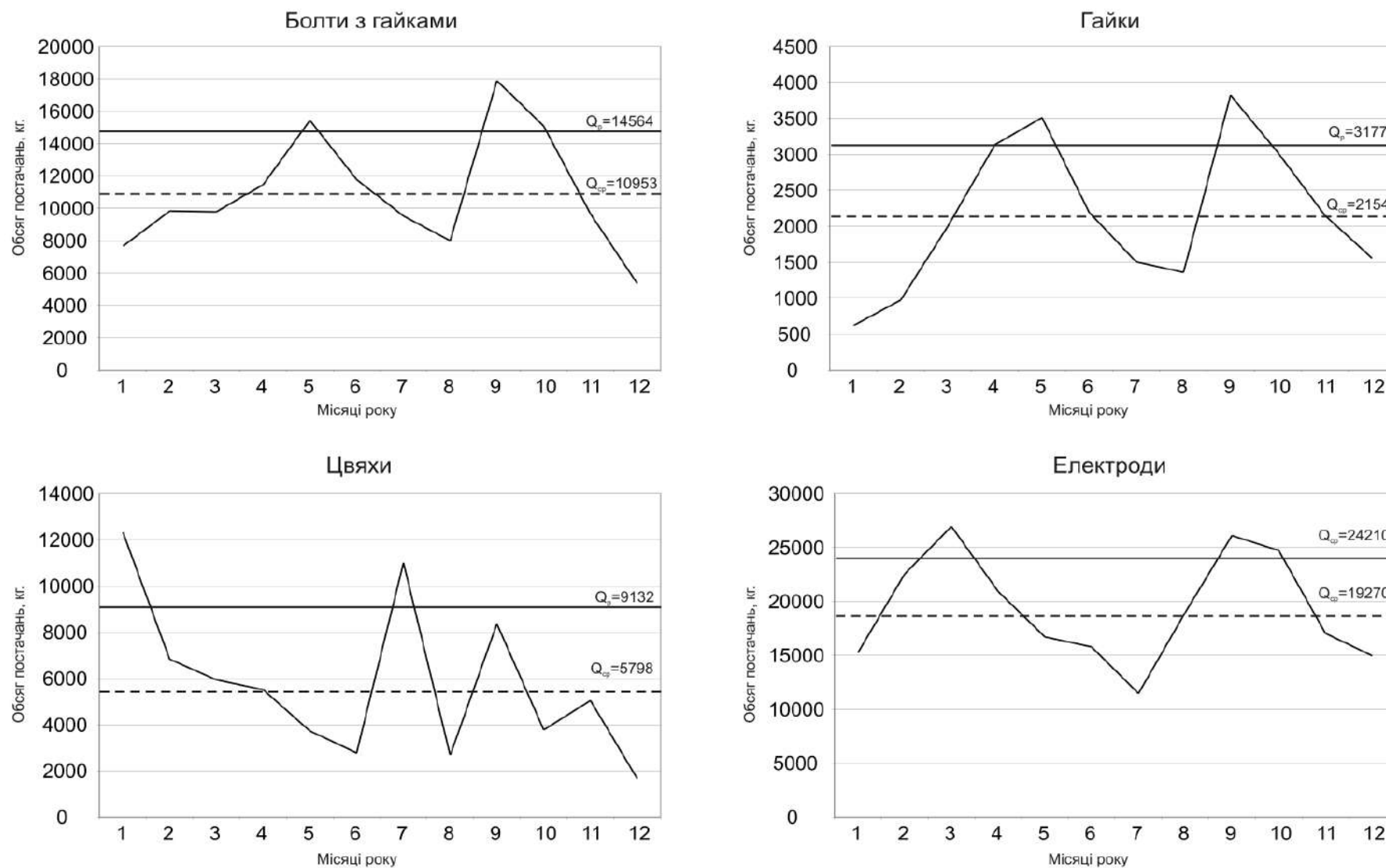


Рисунок 1.3 – Статистичні дані щодо обсягів видачі металевих виробів зі складів УПВ

Таблиця 1.4 – Результати розрахунку місячних вантажопотоків

Вантаж	Розрахункові значення вантажопотоків					
	$\bar{Q}$, кг	D , кг ²	σ , кг	ν	k_n	Q_{mp} , кг
Болти з гайками	10952,83	13043950	3611,64	0,33	1,33	14564,47
Гайки	2154,00	1047998	1023,72	0,48	1,48	3177,72
Цвяхи	5798,17	11118611	3334,46	0,58	1,58	9132,62
Шайби	547,67	1743484	1320,41	2,41	3,41	1868,08
Електроди	19270,50	24396273	4939,26	0,26	1,26	24209,76

1.5 Організація доставки металевих виробів у підрозділи підприємства

На ПАТ «Запоріжсталь» діє централізована система доставки вантажів з управління підготовки виробництва у виробничі підрозділи. Організацією доставки вантажів займається структурний підрозділ УПВ – дільниця централізованих перевезень.

Дільниця централізованих перевезень в УПВ створена у 1994 році. Основною задачею дільниці є забезпечення безперебійної ритмічної роботи цехів основного виробництва. Дільниця централізованих перевезень є структурним підрозділом УПВ і знаходиться у підпорядкуванні начальника управління. До складу дільниці входять: начальник ДЦП, група планування перевезень (економіст з планування перевезень), диспетчер, майстер ДЦП, комплектувально-експедиційна група (експедитори з перевезення вантажів) та бригади вантажників.

Основними функціями ДЦП є:

- а) оперативне планування доставки матеріалів у цехи-споживачі;
- б) оперативне керівництво виконанням змінного та добового завдання з перевезення вантажів;

в) оперативний облік та контроль за кількістю та номенклатурою перевезених вантажів;

г) контроль за раціональним використанням транспорту та транспортної тари;

д) своєчасне отримання лімітів на окремі групи матеріалів;

е) вжиття заходів щодо забезпечення чіткого кількісного обліку матеріалів, що відправляються у цехи-споживачі;

ж) вжиття заходів щодо зниження транспортних витрат;

з) своєчасне надання замовлень на необхідні транспортні послуги.

Доставка металевих виробів зі складів №153 та №173 у виробничі цехи та підрозділи ПАТ «Запоріжсталь» виконується у такій послідовності:

а) цехи і виробничі підприємства до 25 числа місяця, що передує місяцю доставки, оформляє і візує три екземпляри вимог на необхідні матеріали у відділі матеріально-технічного постачання комбінату;

б) на підставі завізованих вимог на матеріали, матеріально-відповідальна особа цеха-одержувача складає заявку на доставку вантажів, у якій вказується: номер складу, найменування матеріалу, одиниця виміру та замовлена кількість. Оформлена заявка з трьома екземплярами вимог передається у групу планування (економісту) дільниці централізованих перевезень УПВ;

в) на підставі одержаних вимог та заявок від виробничих цехів на місяць економіст дільниці централізованих перевезень УПВ планує календарні дати доставки матеріалів одержувачам. Через те, що металеві вироби потребують комплектування, на кожний день розробляється план комплектування матеріалів у вантажні партії. При цьому економіст передає на склади два екземпляри вимог на матеріали;

г) комірники складів на підставі отриманого плану комплектації спільно з бригадами вантажників комплектують замовлення у багатооборотну металеву тару;

д) напередодні дати завою матеріалів диспетчер дільниці централізованих перевезень згідно плану доставки матеріалів замовляє необхідну кількість автомобілів у автотранспортному цеху комбінату;

е) в день завантаження матеріалів економіст дільниці централізованих перевезень видає експедитору третій екземпляр вимоги, з яким той вирушає на склад. Комірник заповнює три екземпляри вимог, проставляючи в них відпущену кількість матеріалу, їх номенклатурні номери та ставлячи свій підпис. У той же час вантажники виконують навантаження скомплектованих транспортних партій вантажів вручну чи за допомогою кран-балки чи навантажувача;

ж) по прибуттю у цех одержувач експедитор здає прибулий вантаж матеріально-відповідальній особі цеху, яка проставляє свої підписи у всіх трьох екземплярах вимог. Вантаж розвантажується на склад цеху силами власних вантажників і засобів механізації. Один екземпляр вимоги матеріально-відповідальна особа залишає собі;

з) експедитор повертається у УПВ, маючи на руках два екземпляри вимог на матеріали, один з яких повертає комірнику відповідного складу, а інший є звітністю для групи планування дільниці централізованих перевезень.

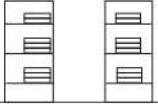
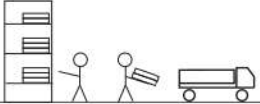
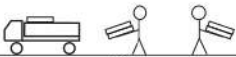
Транспортно-технологічні схеми вантажопереробки та доставки металевих матеріалів зі складів УПВ у цехи основного виробництва показані на рисунку 1.4.

1.6 Недоліки існуючого становища і постановка задач у магістерській роботі

Проаналізувавши існуючу систему вантажопереробки та організації доставки металевих виробів на складах №153 та №173 управління підготовки виробництва ПАТ «Запоріжсталь» можна відзначити такі недоліки:

а) неупорядкованість зберігання окремих видів вантажів на складах. Частина металевих виробів зберігається на стелажах у тарі, частина – без тари, деякі вантажі зберігаються безпосередньо на підлозі складу. При цьому ускладнюється процес пошуку, комплектування, та видачі вантажів на транспортні засоби, неефективно використовується площа складу та складські пристрої;

ІСНУЮЧА

Місце	Склад №173 УПВ			Автомодорога	Одержувачі	Автомодорога
Ілюстрація операцій						
Умовні позначення						
Зміст операцій	Зберігання електродів без тари на стелажах	Подача автомобілів під навантаження	Пошук, відбір та навантаження електродів на автотранспорт вручну	Транспортування електродів споживачам автотранспортом	Розвантаження електродів вручну	Повернення порожнього автомобіля у УПВ

ПРОПОНОВАНА

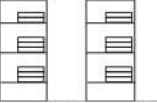
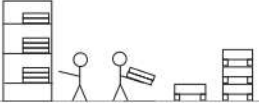
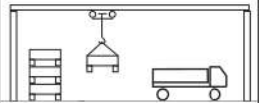
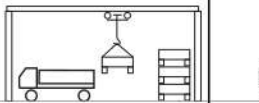
Місце	Склад №173 УПВ				Автомодорога	Одержувачі	Автомодорога	Склад №173 УПВ
Ілюстрація операцій								
Умовні позначення								
Зміст операцій	Зберігання електродів без тари на стелажах	Пошук, відбір та комплектування транспортних партій металевих виробів у піддоні	Прибуття автомобілів під навантаження	Навантаження скмплектованих піддонів на автомобіль кран-балкою	Транспортування металевих виробів у піддонах одержувачам	Розвантаження піддонів з металевими виробами та навантаження порожніх піддонів	Перевезення порожніх піддонів на склад	Розвантаження піддонів на складі

Рисунок 1.4 – Транспортно-технологічні схеми

б) використання на перевезенні вантажів одержувачам існуючих металевих піддонів не забезпечує можливість доступу до окремих номенклатурних груп вантажів, призводить до їх часткового перемішування, ускладнює їх розвантаження та облік на складі одержувачів;

в) непристосованість використовуваної оборотної тари для транспортування електродів. Через особливі вимоги до транспортування електродів щодо їх механічного пошкодження та попадання вологи електроди перевозять безпосередньо у кузові автомобіля, навантажують та розвантажують вручну. Крім того, частими є випадки невиконання плану доставки матеріалів у цехи комбінату через погодні умови. У таких випадках електроди доводиться довозити пізніше запланованого терміну доставки, що погіршує умови використання автомобільного транспорту на внутрішньозаводських перевезеннях. Таким чином, комплектування електродів суміщається з їх навантаженням на автомобілі, що призводить до підвищення тривалості простою рухомого складу під навантаженням.

Для усунення вказаних недоліків у даній магістерській роботі пропонується впровадження багатооборотної транспортно-складської тари для внутрішньозаводського перевезення металевих виробів автомобільним транспортом. Використання такої тари дозволить упорядкувати зберігання частини металевих виробів, що хаотично зберігається на стелажах, забезпечити схоронність металевих виробів на видачу їх на автомобільний транспорт незалежно від погодних умов, поліпшити облік матеріалів на складах, забезпечити можливість комплектування транспортних партій електродів при їх доставці у цехи комбінату.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Удосконалення транспортно-технологічного процесу вантажопереробки та доставки металевих виробів у цехи комбінату

Технологія складської вантажопереробки та перевезень вантажів як підсистема транспортно-технологічної схеми доставки є сукупністю прийомів та способів виконання транспортних, навантажувально-розвантажувальних та складських робіт. Така технологія складається з технології складування вантажу у вантажовідправника та вантажоодержувача, підготування вантажу та завантаження його у рухомий склад у відправника, технології перевезень та технології розвантаження вантажу з рухомого складу у одержувача вантажу. Технологія окремих процесів регламентується стандартами, правилами, нормативно-технічними документами [4].

Технологічний процес вантажопереробки та організації перевезень вантажів повинен забезпечувати [5]:

- організацію неперервного руху вантажу вздовж усього ланцюга постачання вантажів;
- узгодженість операцій з вантажем в часі та у просторі;
- за можливістю, найбільш повне завантаження всіх ланок технологічного процесу;
- мінімальний вантажообіг;
- наявність мінімальної кількості дійсно необхідних операцій з вантажем;
- мінімальну відстань перевезень, підйому та опускання вантажу, кількість перевалок вантажів;
- механізацію кожної операції, а також по можливості автоматизацію управління машинами та механізмами;
- використання для механізації та автоматизації робіт прогресивних високопродуктивних засобів;

– покращення умов праці робітників та культури праці, підвищення вимог безпеки праці.

Навантажувально-розвантажувальні операції, транспортні та складські роботи у вантажовідправників складаються з основних та допоміжних підйомно-транспортних операцій, які виконуються у визначеній послідовності чи комбінації. До основних операцій відносяться захват вантажу, подача його на навантажувально-розвантажувальний механізм, переміщення та видача вантажу, укладання вантажу у штабель чи стелаж, до кузова автомобіля тощо; до допоміжних – операції, що не входять до процесу підйому та переміщення вантажу: накладання та зняття захватних пристроїв, застропування та відстропування сформованих вантажних пакетів, кріплення вантажів у рухомому складі залізничного і автомобільного транспорту, тощо.

Удосконалена технологія вантажопереробки та організації перевезень металевих виробів зі складів № 153 та № 173 УПВ, наведена на рисунку 1.4, включає наступні операції:

а) зберігання болтів, гайок, шайб, цвяхів у складській тарі на стелажах. Зберігання електродів на стелажах без тари;

б) комплектування транспортних партій вантажів у спеціалізовану транспортну тару. Металеві вироби комплектуються у зоні комплектування складу зі зважуванням шляхом відбору зі складської тари після її видачі краном-штабелером. Електроди комплектуються безпосередньо до транспортної тари зі стелажів шляхом переміщення транспортної тари у зоні зберігання за допомогою ручного візка, оскільки при комплектуванні електродів операція зважування відсутня;

в) навантаження скомплектованих транспортних партій вантажів на автомобілі за допомогою кран-балки. Скомплектовані згідно замовлень цехів металеві вироби та електроди переміщуються з майданчику тимчасового зберігання до кузова автомобіля кран-балкою (однобалковим мостовим краном), що має виліт на навантажувальну рампу складу;

г) перевезення скомплектованих транспортних партій матеріалів зі складу до цехів-одержувачів;

д) розвантаження транспортних партій вантажів у одержувачів за допомогою засобів механізації (в якості засобів механізації у цехах зазвичай використовують крани чи навантажувачі) або вручну (у випадку доставки невеликих за розмірами партій вантажів). Розвантаження прибулих матеріалів суміщається з навантаженням порожніх попередньо прибулих піддонів з під металевих виробів;

е) перевезення порожньої транспортної тари на склад;

ж) розвантаження порожньої транспортної тари на складі кран-балкою з встановленням її у штабелі у зоні зберігання порожніх піддонів.

Використання запропонованої транспортно-технологічної схеми вантажо-переробки та організації доставки металевих виробів дозволить скоротити час простою автомобілів під навантаженням, підвищити ступінь механізації праці, зробить процес доставки електродів незалежним від погодних умов в день доставки.

2.2 Вибір і обґрунтування рухомого складу і тари

Пакетування є прогресивним способом зберігання та перевезення вантажів. Основними засобами пакетування є піддони: плоскі, ящичні та стійкові. Конструкція піддонів повинна забезпечувати [6]:

а) схоронність вантажів під час навантаження, транспортування та розвантаження;

б) можливість захоплення піддонів виловними захватами не менш ніж з двох сторін, а для піддонів, що призначені для підвісних вантажооперацій – траверсами, канатними та ланцюговими підвісками та стропами;

в) можливість укладання піддонів однакових номінальних розмірів у штабель не менш ніж чотири яруси по висоті за умови, що навантаження на нижній

піддон не буде перевищувати навантаження від чотирикратної номінальної маси бруто, а також стійкість штабеля;

г) можливість обмеження повздовжніх та поперечних переміщень у штабелі верхніх піддонів відносно нижніх у процесі перевезень;

д) можливість прикладення гранично допустимого навантаження без залишкової деформації рівномірно розподіленого вантажу вагою 1:1,25; 2; 3,2 т в залежності від типу піддону при знаходженні піддону на вилах напільного транспортного засобу.

У конструкції ящикових піддонів з кришками повинні бути передбачені запори та пристрої для їх пломбування. Деталі запорів, пристроїв для пломбування, штабелювання (фіксатори) не повинні виступати за границі зовнішніх та внутрішніх розмірів піддону. Відкидна кришка на передній стінці повинна легко навішуватися, зніматися та повертатися на 180° .

Для комплектування та перевезення металевих виробів пропонується використовувати ящикний піддон власної конструкції, наведений на рисунку 2.1.

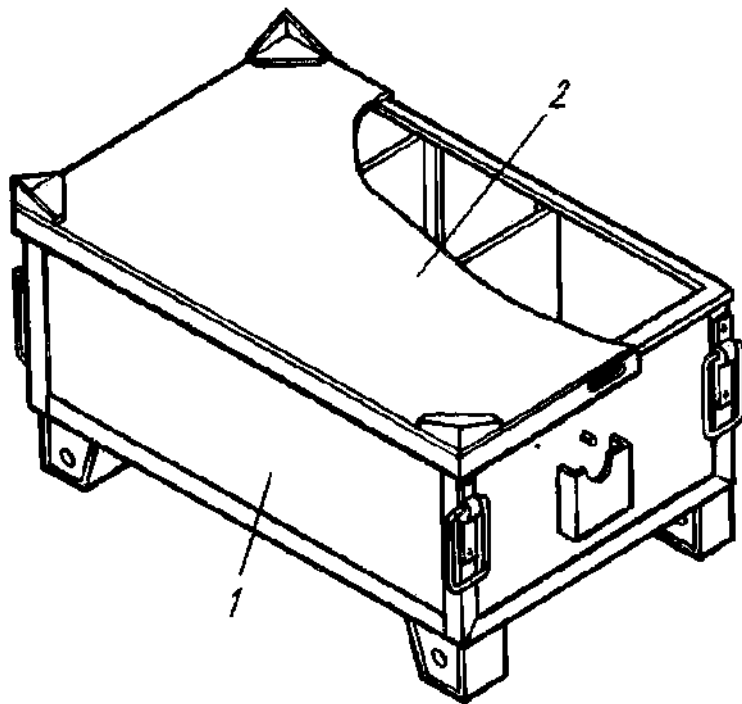


Рисунок 2.1 – Піддон для перевезення металевих виробів

Конструкція піддону складається зі зварного корпусу 1 та кришки 2 для забезпечення металевих виробів від атмосферних опадів. Внутрішньо піддон розділений двома перегородками на три однакові за об'ємом частини, призначені для перевезення різноманітної номенклатури виробів та запобігання її зміщення в процесі транспортування. У нижній частині корпусу по кутах розташовані чотири опори, що забезпечують введення вил навантажувача при навантажувально-розвантажувальних операціях і транспортуванні піддонів.

Кришку піддону встановлюють ребром на одну з торцевих стінок таким чином, щоб спрямовуючі напівкруглі скоби увійшли до пазів торцевої стінки. Після цього кришку повертають таким чином, щоб вона закривала корпус та фіксувалася замком, що розташований на протилежній торцевій стінці. На кришці по кутах розташовані чотири фіксатори, що запобігають зміщенню піддонів верхніх ярусів при штабелюванні на складі та перевезенню на автомобільному транспорті. При цьому опори верхнього ярусу входять у фіксатори піддону нижнього ярусу. Для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт з окремими піддонами по боках у верхній частині корпусу передбачені вантажозахватні кільця.

Для обґрунтування місткості піддонів проведемо статистичний аналіз розмірів вантажних партій, що замовляються цехами підприємства на складі. Для цього за даними карток складського обліку матеріалів на складі сформуємо статистичні вибірки розмірів партій матеріалів, що замовляються одержувачами, згрупувавши їх у три групи: болти (болти з гайками, гайки), електроди, цвяхи (цвяхи, гвинти, шайби, шурупи). Статистичні вибірки наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Статистичні вибірки розмірів партій вантажу

Група 1 – болти	Група 2 – електроди	Група 3 – цвяхи
7172	1600	1450
430	840	10
280	470	8
1010	2450	50

Продовження таблиці 2.1.

Група 1 – болти	Група 2 – електроди	Група 3 – цвяхи
20	615	3
1490	210	1080
1045	1150	380
70	2800	480
160	840	1
2170	800	4
294	200	1
245	230	80
60	180	160
18	875	20
110	60	1760
610	1490	22
8434	4230	9
1230	500	40
130	1710	840
210	210	66
1350	200	10
420	400	40
138	30	160
420	765	200
290	210	600
3	230	80
100	1100	200
1875	150	1460
250	10	10
420	600	10
50	2780	40

Кінець таблиці 2.1.

Група 1 – болти	Група 2 – електроди	Група 3 – цвяхи
2245	620	10
9	800	115
145	150	20
45	190	480
6	420	80
20	80	80
35	1500	23
4020	2907.5	1860
260	400	58
180	300	

Для кожної вибірки розраховуємо середнє значення, стандартне відхилення та медіану. Медіана це значення, що є серединою множини значень, тобто, коли половина значень мають значення більші ніж медіана, а половина чисел мають значення менші ніж медіана. Розрахунки виконуємо на ЕОМ у пакеті Statistica. Результати розрахунків наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Статистичні характеристики розмірів замовлених партій вантажів

Група вантажів	Статистичні характеристики		
	середнє значення $\bar{q}$, кг	стандартне відхилення σ , кг	медіана M_q , кг
Болти, гайки	879,4	1747,0	245,0
Електроди	782,45	916,5	410,0
Цвяхи	300,0	511,8	62,0

За даними статистичних вибірок будемо гістограми розподілу даних випадкових величин, прийнявши для групування крок 200 кг. Гістограми розподілу наведені на рисунку 2.2.

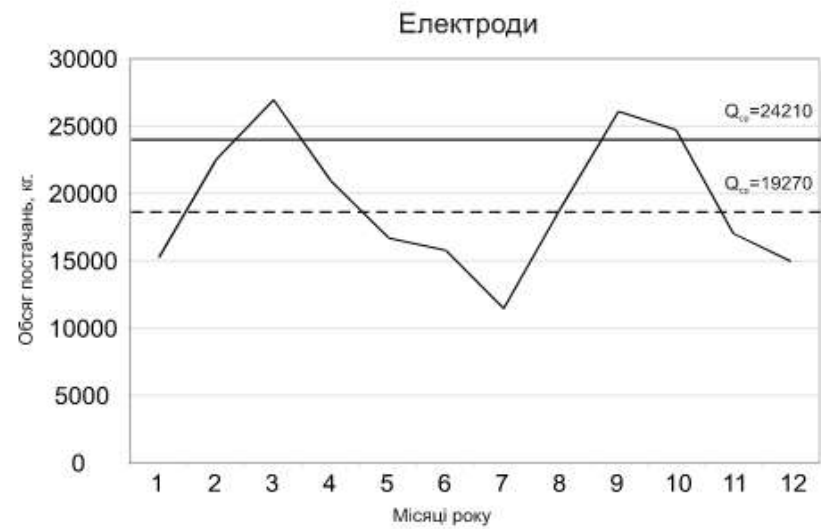
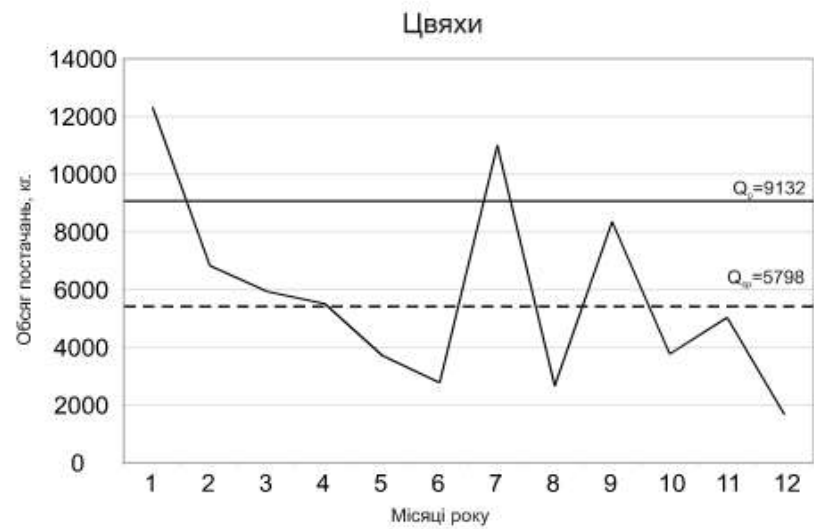
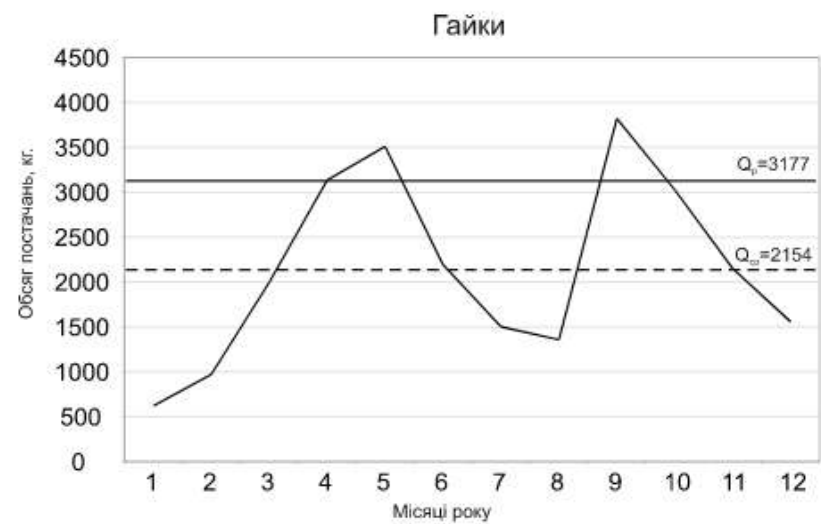
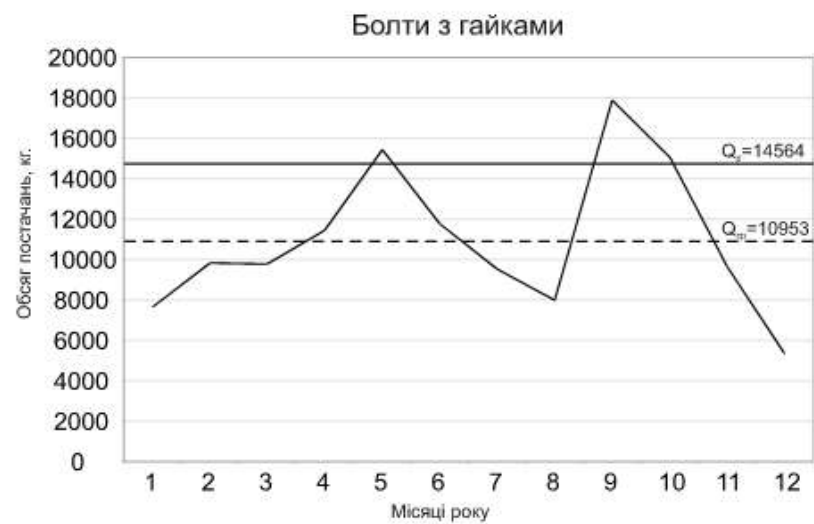


Рисунок 2.2 – Гістограми розподілу розмірів вантажних партій

За розрахованими статистичними характеристиками вибірок та побудованими гістограмами бачимо, що переважна кількість спостережень припадає на розміри вантажних партій до 500 кг. Тому для внутрішньозаводського транспортування металевих виробів приймаємо пропонований спеціалізований транспортний піддон масою брутто 500 кг. Це дозволяє максимально наблизити розміри замовлених партій вантажів до вантажомісткості піддону. Крім того, така маса брутто піддону дозволяє проводити з ним навантажувально-розвантажувальні роботи за допомогою засобів малої механізації [7]. Порожній піддон за власної ваги можна переносити вручну двома вантажниками. За необхідності у піддон можуть також укладатися дрібні сантехнічні вироби (трійники, хрести тощо), що зберігаються на складі №153. Технічна характеристика піддону наведена у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика піддону для перевезення металевих виробів

Характеристика	Значення
1. Розміри зовнішні, мм	
довжина	1240
ширина	835
висота	395
2. Розміри внутрішні, мм	
довжина	1155
ширина	785
висота	235
3. Маса брутто, кг	500
4. Місткість, м ³	0,21
5. Власна вага, кг	85
6. Висота штабелювання, ярусів	6

Для транспортування піддонів з вантажем одержувачам можна використувати наявні в парку вантажної автоколонни №1 ПАТ «Запоріжсталь» універсальні бортові автомобілі: ГАЗ-53 та КАМАЗ-5320, технічні характеристики яких наведені у таблиці 2.4. Враховуючи масу брутто піддонів, до кузова автомобіля ГАЗ-53 можна встановити 8 піддонів загальною масою 4000 кг, а до кузова автомобіля КАМАЗ-5320 можна встановити 16 піддонів у два яруси загальною масою 8000 кг. Схеми встановлення піддонів до кузовів автомобілів наведені на рисунку 2.3.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики автомобілів

Характеристика	Значення для автомобілів	
	ГАЗ-53	КАМАЗ-5320
1. Номінальна вантажопідйомність, т	4000	8000
2. Габаритні розміри, мм	6395x2380x2220	7435x2500x2720
3. Внутрішні розміри кузова, мм	3740x2170x680	5200x2320x500
4. Лінійна норма витрат палива, л/100 км.	25,0	25,0

2.3 Розрахунок місячних вантажопотоків і таропотоків

Одержувачами металевих виробів є більшість цехів комбінату. Статистичні дані про обсяги перевезень металевих виробів з УПВ у виробничі цехи ПАТ «Запоріжсталь» по видам наведені у таблицях 2.5–2.6. Середньомісячний вантажопотік та коефіцієнт нерівномірності перевезень розраховувались за формулами (1.1)-(1.2).

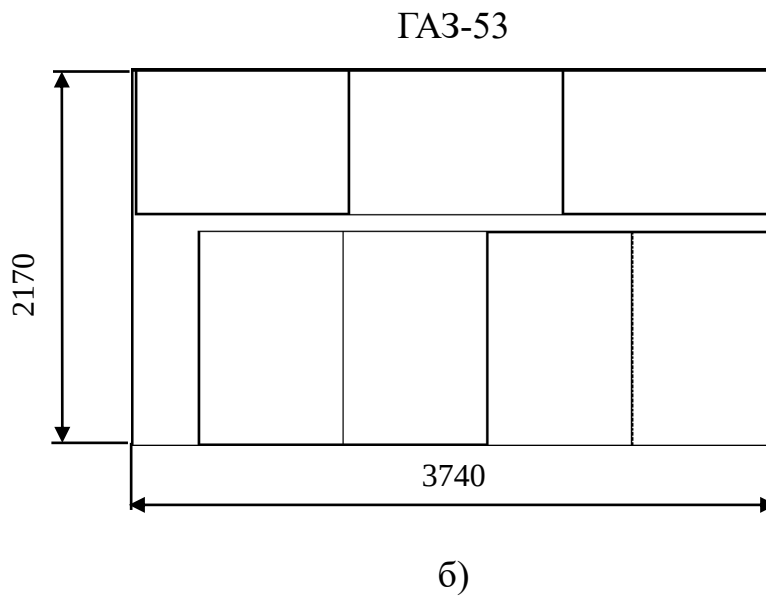
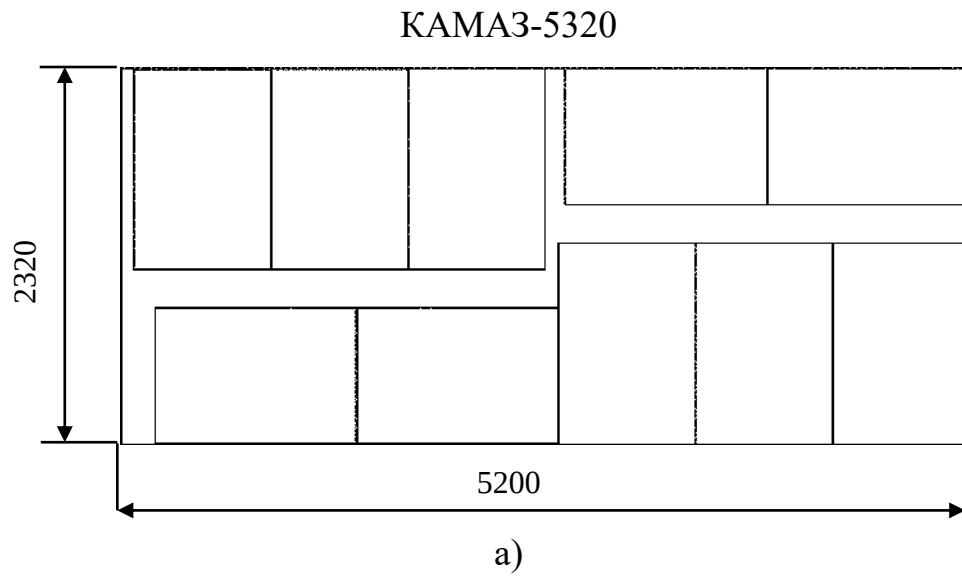


Рисунок 2.3 – Схеми встановлення піддонів до автомобілів

Таблиця 2.5 – Розрахунок місячних вантажопотоків (склад №173)

Одержувач	Місяці року												$Q_{\text{ср}},$ кг	$k_{\text{н}}$	$Q_{\text{р}},$ кг
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Аглоцех	3510	3520	17491	8772	1800	2492	11140	2260	6850	4350	3820	1540	5628,8	1,85	10385,3
Водопостач	440	430	840	1270	500	610	600	930	1440	1580	550	200	782,5	1,56	1220,3
Газовий	250	602	280	470	1250	971	917	650	398,5	1175	1282	188	702,8	1,57	1105,5
Доменний	5665	4815	6100	2730	10734	9287	6025	5745	9744	6134	5500	4988	6455,6	1,36	8758,1
УЗТ	713	2150	2047	1625	2010	1730	1733	3020	1068	840	2411	1963	1775,8	1,37	2435,6
ККЦ	0	210	280	230	130	200	200	555	270	300	100	278	229,4	1,52	348,4

Кінець таблиці 2.5.

Одержувач	Місяці року												$Q_{\text{ср}},$ кг	$k_{\text{н}}$	$Q_{\text{р}},$ кг
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Копровий	300	1359	850	1150	810	500	840	1280	779	540	1235	1475	926,5	1,40	1299,5
Мартен	4070	7360	4820	4290	4130	6750	3634	3508	3355	2334	3005	3745	4250,1	1,34	5711,8
ЛМЗ-1	450,5	689,5	1990	840	1040	490	740	432,5	1013	1060	1331	310	865,6	1,54	1335,5
Обтиску	1834	690	1675	1845	938	1441	1190	1121	1793	7095	1555	1020	1849,8	1,92	3545,5
Будівельний	0	25,52	225	200	0	0	300	467,9	300	300	200	150	180,7	1,68	303,3
ТЕЦ	620	665	440	390	440	265	220	470	483,5	320	435	370	426,5	1,30	556,0
ЛМЗ	970	1085	1080	875	520	295	845	665	642	830	575	465	737,3	1,34	987,6
ЦГПТЛ	1450	5060	7219	3660	3375	5420	4041	4112	5213	21594	4391	2326	5655,2	1,93	10891,9
ЛМЗ-2	2520	3110	6140	4230	2907	3689	2550	2756	3100	2500	220	4050	3147,8	1,44	4535,7
ЦПС	200	390	800	500	250	0	350	200	620	0	200	400	325,8	1,62	526,6
ЦРМО-2	670	990	3250	1710	400	1910	700	1060	1400	1150	600	550	1199,2	1,67	1998,4
ЦРМП	530	200	330	200	200	440	206	200	300	200	200	200	267,2	1,42	379,7
ЦРМПО	400	500	400	400	500	400	400	400	550	600	300	600	454,2	1,21	548,2
ЦХП-1	1440	3140	1520	765	4295	1330	1890	1460	13607	1490	939	856	2727,7	2,31	6301,1
ЦХП-3	190	270	295	270	190	297	640	240	547,5	330	210	295	314,5	1,44	453,7
ЦЕЛАМ	98	182	120	248	169	288	163	230	320	240	230	150	203,2	1,33	270,4
Ширспожив	200	220	1510	1100	100	440	400	0	320	200	300	200	415,8	2,06	857,5
ЦШП	270	240	0	260	290	250	345	320	135	75	170	240	216,3	1,37	296,4
Електрорем.	190	155	150	10	345	201	801	0	225	728	240	192	269,8	1,91	516,0

Таблиця 2.6 – Розрахунок місячних вантажопотоків (склад №153)

Отримувач	Місяці року												$Q_{\text{ср}},$ кг	$k_{\text{н}}$	$Q_{\text{р}},$ кг
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Агломератн			100	1490						1	10		133,4	6,46	861,3
Водопостач		60											5,0	–	5,0
Газовий					40								3,3	–	3,3
Доменний		42	42		933				102	203	164	20	125,5	3,58	449,3
УЗТ	200	25	83	20	72	38	11		4547	309	42	293	470,0	3,86	1812,4
ККЦ		11	10,5			40	10						6,0	3,48	20,7
Копровий		2	120	30		10			10			22	16,2	3,73	60,2
Мартен	20	317	7			125	30				75	27	50,1	3,19	159,8
ЛМЗ-1						80			48		2	25	12,9	3,58	46,2
Обтиску	13	130		128		20	2		12	205	162	10	56,8	2,40	136,4
Будівельний	9120	3480	2535	1085	160	15	8040	12	6776		1600		2735,3	2,27	6204,1

Кінець таблиці 2.6.

Отримувач	Місяці року												$Q_{\text{ср}},$ кг	$k_{\text{н}}$	$Q_{\text{р}},$ кг
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
ТЕЦ			30									40	5,8	2,21	12,9
ЛМЗ			10				3						1,1	5,57	6,0
ЦГПТЛ	80	7		380	200		80		115	340		60	105,2	2,30	241,8
ЛМЗ-2	481	560	653	480	600	480	480	608	830	1370	967	700	684,1	1,39	948,2
ЦПС		1		4			2						0,6	3,62	2,1
ЦРМО-2			20						40		10		5,8	3,62	21,1
ЦРМП	80		90	82	95	80		80	106	81,5	80	100	72,9	1,13	82,6
ЦРМПО	160	200	206	160	200	80	160	280	230	240	240	200	196,3	1,26	248,2
ЦХП-1	40										40		6,7	1,00	6,7
ЦХП-3	2125	1766	1970	1760	1460	1910	1992	1625	42	880	1800	2	1444,3	1,51	2181,9
ЦЕЛАМ						58	120	120	200	280	170	120	89,0	1,81	160,8
Ширспожив	5			22	12					17	5		5,1	2,47	12,5
ЦШП	2									3			0,4	2,70	1,1
Електрорем.	5		11		10,5							5	2,6	2,27	6,0

Місячний таропотік металовиробів знайдемо за формулою

$$n_{\text{тм}} = \frac{Q_{\text{рм}}}{k_{\text{з}} \cdot q_{\text{н}}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{рм}}$ – розрахунковий місячний вантажопотік металевих виробів по складах №153 та №173, кг;

$k_{\text{з}}$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності піддону, приймаємо $k_{\text{з}} = 0,85$;

$q_{\text{н}}$ – номінальна вантажопідйомність піддону, $q_{\text{н}} = 415$ кг.

Результати розрахунків місячних таропотоків металовиробів наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Місячні таропотоки

Одержувач	Розрахунковий вантажопотік, кг			Місячний таропотік, од.
	склад №173	склад №153	Разом, кг	
Аглоцех	10385,3	861,3	11246,5	32
Водопостач	1220,3	5,0	1225,3	4
Газовий	1105,5	3,3	1108,8	3
Доменний	8758,1	449,3	9207,4	26
УЗТ	2435,6	1812,4	4248,0	12
ККЦ	348,4	20,7	369,1	1
Копровий	1299,5	60,2	1359,8	4
Мартен	5711,8	159,8	5871,6	17
ЛМЗ-1	1335,5	46,2	1381,7	4
Обтиску	3545,5	136,4	3681,9	10
Будівельний	303,3	6204,1	6507,4	18
ТЕЦ	556,0	12,9	569,0	2
ЛМЗ	987,6	6,0	993,6	3
ЦГПТЛ	10891,9	241,8	11133,6	32
ЛМЗ-2	4535,7	948,2	5483,9	16
ЦПС	526,6	2,1	528,7	2
ЦРМО-2	1998,4	21,1	2019,5	6
ЦРМП	379,7	82,6	462,3	2
ЦРМПО	548,2	248,2	796,4	2
ЦХП-1	6301,1	6,7	6307,8	18
ЦХП-3	453,7	2181,9	2635,6	8
ЦЕЛАМ	270,4	160,8	431,2	1
Ширспожив	857,5	12,5	870,1	3
ЦШП	296,4	1,1	297,6	1
Електрорем.	516,0	6,0	521,9	2

2.4 Організація доставки металевих виробів споживачам

2.4.1 Технічне нормування транспортно-складських операцій

Згідно запропонованої транспортно-технологічної схеми нормуванню підлягають наступні транспортно-складські операції:

- а) навантаження-розвантаження піддонів на автотранспорт за допомогою крану-балки;
- б) комплектування транспортних партій електродів у тару.

Навантаження-розвантаження піддонів на автотранспорт за допомогою крану.

Зміст операції: навантажити (розвантажити) транспортну тару з металевими виробами вагою 0,5 т з майданчику складу у кузов автомобіля за допомогою крану. Роботу виконують два вантажники.

Розрахунок тривалості циклу при навантаженні-розвантаженні тари наведений у таблиці 2.8 [8].

Таблиця 2.8 – Розрахунок тривалості циклу при навантаженні-розвантаженні тари

Зміст роботи	№ позиції нормативів	Час, хв.	
		суміщений	несуміщений
1. Застропити тару стропами	2-4а		0,17
2. Підняти тару на висоту 1 м	9-4а		$1 \times 0,472 = 0,472$
3. Перемістити тару краном на 12 м	10-6д		0,502
4. Опустити тару на висоту 1 м	9-4а		$1 \times 0,472 = 0,472$
5. Відстропити тару	2-4б		0,12
6. Перемістити кран на 12 м.	10-6д		$0,502 \times 0,95 = 0,477$
Тривалість циклу, хв			2,213

Комплектування транспортних партій електродів в тару.

Зміст операції: подати порожню тару ручним візком у зону зберігання. Відібрати необхідну кількість електродів у пачках по 5 кг. до піддону. Перемістити завантажену тару ручним візком у зону тимчасового зберігання.

Роботу виконує один вантажник.

Розрахунок норми часу на комплектування піддону з електродами наведений у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Розрахунок норми часу на комплектування піддону

Зміст роботи	№ позиції нормативів	Час, хв.	
		суміщений	несуміщений
1. Захопити порожню тару візком	11-2а		0,16
2. Перемістити порожню тару у зону зберігання на відстань 20 м.	40-7а		$0,804 : 2 = 0,402$
3. Взяти вантаж зі стелажу та укласти його у тару	29-7в,д		$1,1 \times 42 \times (0,042+0,206) = 11,46$
4. Перемістити скомплектований піддон у зону тимчасового зберігання на відстань 20 м	40-7а		$0,804 : 2 = 0,402$
5. Встановити та віддати завантажену тару	11-4а		0,116
Тривалість операції, хв			12,54

Норми штучного часу на складські та навантажувально-розвантажувальні роботи, що виконуються вручну чи за допомогою підйомно-транспортних машин періодичної дії встановлюються у вигляді нормованої трудомісткості на навантаження-розвантаження вантажної одиниці чи 1 т вантажу.

Норма штучного часу на навантаження-розвантаження вантажної одиниці визначається за формулою [9]:

$$H_{\text{вр.р.}} = \frac{m \cdot T_{\text{ц}} \cdot k_{\text{дон}}}{60}, \quad (2.2)$$

де m – кількість робітників, що виконують роботи, чол.;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу підйомно-транспортної машини, хв.;

$k_{\text{дон}}$ – коефіцієнт до тривалості циклу, що враховує підготовчо-заклучний час, обслуговування робочого місця та перерви на відпочинок та особисті потреби. При навантаженні-розвантаженні вантажу за допомогою крану $k_{\text{дон}} = 1,14$, при використанні ручного візка $k_{\text{дон}} = 1,18$.

Норма штучного часу на комплектування 1 т вантажу визначається за формулою

$$H_{\text{вр.р.}} = \frac{m \cdot T_{\text{ц}} \cdot k_{\text{дон}}}{60P}, \quad (2.3)$$

де P – маса вантажної одиниці, т.

Таким чином, норма штучного часу на навантаження-розвантаження піддону складає

$$H_{\text{вр.р.}} = \frac{2 \cdot 2,213 \cdot 1,14}{60} = 0,084 \text{ чол.-год/од.}$$

Норма штучного часу на комплектування одного піддону складає

$$H_{\text{вр.р.}} = \frac{1 \cdot 12,54 \cdot 1,18}{60} = 0,2465 \text{ чол.-год/од.}$$

Норма штучного часу на комплектування тонни вантажу складе

$$H_{\text{вр.р.}} = \frac{1 \cdot 12,54 \cdot 1,18}{60 \cdot 0,415} = 0,595 \text{ чол.-год/т.}$$

2.4.2 Розробка маршрутів руху автомобілів

Розробку маршрутів руху автомобілів виконуємо на підставі розрахункових місячних таропотоків (таблиця 2.7). В першу чергу виділяємо маятникові маршрути для одержувачів, таропотік до яких значно перевищує вантажомісткість використовуваних автомобілів. Цю групу одержувачів (Аглоцех, Доменний цех, Мартенівський цех, ЦГПТЛ, Будівельний цех, ЛМЗ-2, ЦХП-1) обслуговуємо маятниковими маршрутами зі зворотним порожнім пробігом.

Тривалість обороту автомобіля на маятникових маршрутах визначаємо за формулою

$$t_0 = t_{\text{пyx}} + t_{\text{нр}} + t_{\text{од}}, \quad (2.4)$$

де $t_{\text{пyx}}$ – тривалість руху, год;

$t_{\text{нр}}$ – тривалість виконання навантажувально-розвантажувальних операцій на маршруті, год.;

$t_{\text{од}}$ – додатковий час, що враховує витрати часу на оформлення перевізних та звітних документів, год. Приймаємо $t_{\text{од}} = 0,25$ год.

Тривалість руху автомобіля на маршруті знаходимо за формулою

$$t_{\text{пyx}} = \frac{2 \cdot l_n}{v_c}, \quad (2.9)$$

де l_n – відстань між складами УПВ та цехом-одержувачем, км;

v_c – середня швидкість руху автомобіля територією комбінату, км/год.

Приймаємо $v_c = 15$ км/год.

Тривалість виконання навантажувально-розвантажувальних операцій визначаємо за формулою

$$t_{\text{нр}} = 3 \cdot n_k \cdot H_{\text{вр.м.}}, \quad (2.10)$$

де β – коефіцієнт, що визначає кількість тарооперацій, що виконуються на маршруті (навантаження завантаженої тари у УПВ; розвантаження завантаженої тари у одержувача, що суміщається з завантаженням завезеної раніше порожньої тари; розвантаження порожньої тари у УПВ);

n_k – кількість піддонів у кузові автомобіля, од;

$H_{вр.м.}$ – штучна норма часу на завантаження-розвантаження одного піддону, год/од. $H_{вр.м.} = 0,084$ год/од.

Результати розрахунку тривалості обороту на маятникових маршрутах зводимо до таблиці 2.10. Маятникові маршрути виконуються автомобілем КАМАЗ-5320. У дужках вказано кількість їздок, яка виконується на місяць. Схеми маятникових маршрутів наведені на рисунку 2.4.

Таблиця 2.10 – Маятникові маршрути

Маршрут	Відстань, км	Тривалість, год.			Всього, год. t_0
		$t_{пух}$	$t_{нр}$	$t_{од}$	
УПВ – Аглоцех – УПВ (2)	6,2	0,83	1,77	0,25	2,85
УПВ – Доменний – УПВ (2)	5,6	0,75	1,77	0,25	2,77
УПВ – Мартенівський – УПВ (1)	7,9	1,05	1,77	0,25	3,07
УПВ – Будівельний – УПВ (1)	3,4	0,45	1,77	0,25	2,47
УПВ – ЦГПТЛ – УПВ (2)	2,6	0,35	1,77	0,25	2,37
УПВ – ЛМЗ-2 – УПВ (1)	1,1	0,15	1,77	0,25	2,17
УПВ – ЦХП-1 – УПВ (1)	3,5	0,47	1,77	0,25	2,49

Іншим одержувачам доставляємо піддони розвізними маршрутами. Розвізні маршрути розробляємо за методом Кларка-Райта [10]. Вихідними даними до розрахунку є розрахунковий таропотік, матриця найкоротших відстаней між пунктами, вантажомісткості використовуваних автомобілів.

При розрахунку матриці найкоротших відстаней враховуємо наступне блокування цехів на території підприємства:

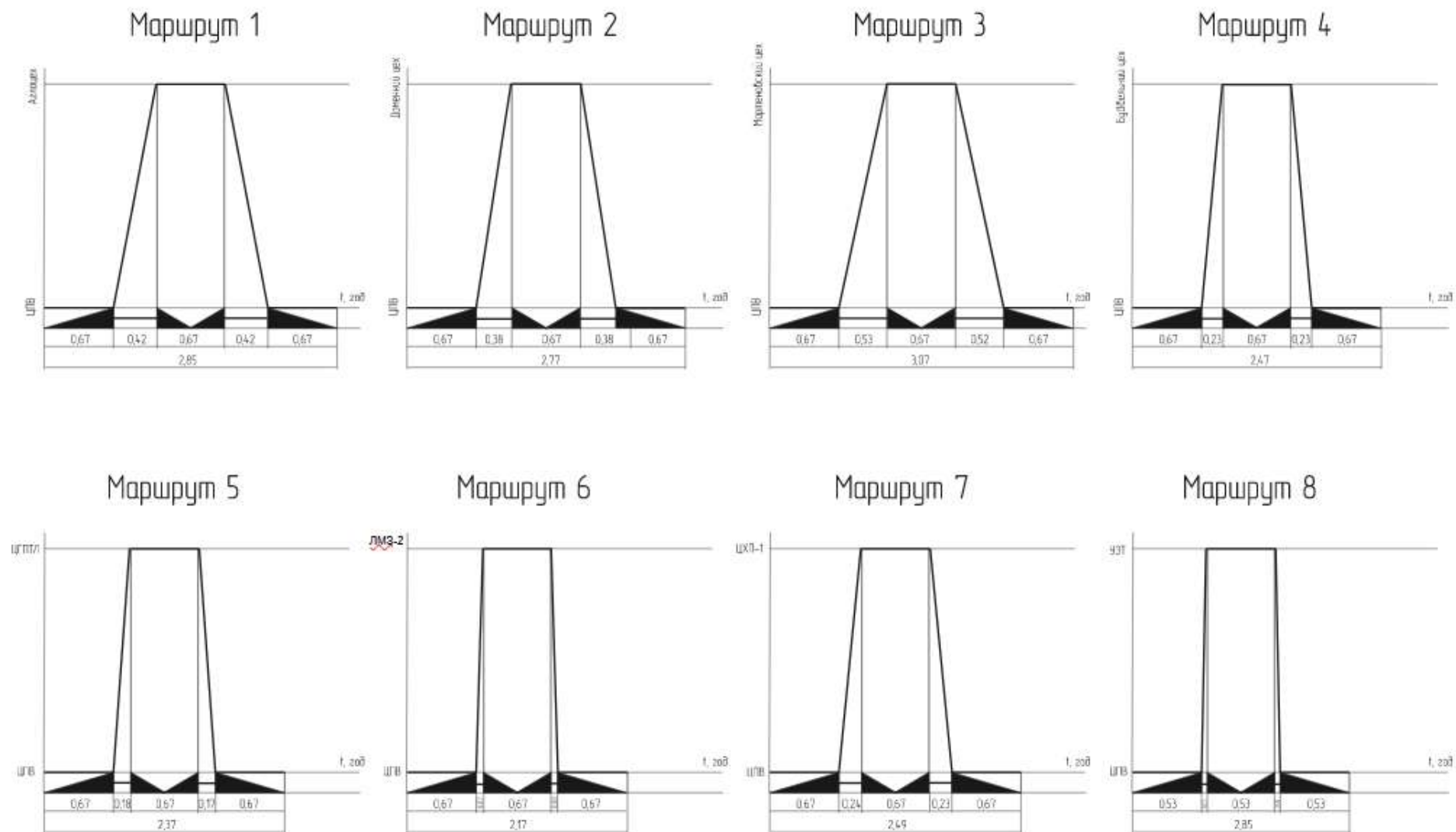


Рисунок 2.4 – Маятникові маршрути доставки вантажів автомобільним транспортом

- а) цех водопостачання, газовий цех, ТЕЦ;
- б) ККЦ, ЦРМП;
- в) УЗТ;
- г) копровий цех;
- д) ливарно-механічний завод, ділянка № 1 (ЛМЗ-1);
- е) цех обтиску;
- ж) ливарно-механічний завод, центральний склад (ЛМЗ);
- з) ЦПС;
- і) ЦРМПО;
- к) ЦРМО-2;
- л) ЦХП-3;
- м) ЦЛАМ;
- н) Ширспожив;
- п) ЦШП;
- р) електроремонтний.

Матриця найкоротших відстаней між цехами-одержувачами наведена у таблиці 2.11. Нуль відповідає управлінню підготовки виробництва.

Для кожної пари пунктів $i-j$, вважаючи пункт 0 (УПВ) відправником визначаємо виграші за формулою

$$\Delta_{ij} = l_{i0} + l_{0j} - l_{ij}. \quad (2.11)$$

Матриця виграшів наведена у таблиці 2.12.

Формуємо початкову систему маршрутів (таблиця 2.13). Зблокованих одержувачів включаємо до одного маршруту (). На кожний з маршрутів призначаємо автомобіль мінімально можливої вантажомісткості, спроможний виконати перевезення. У таблиці 2.13 для кожного маршруту вказуємо пункти, що включені до нього, кількість вантажних одиниць, що перевозяться на маршруті та тип автомобіля, що використовується для виконання перевезень на маршруті.

Таблиця 2.11 – Матриця найкоротших відстаней між одержувачами, км.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	×															
1	5,3	×														
2	3,6	0,8	×													
3	0,7	4,2	2,9	×												
4	2,5	6,7	3,3	1,8	×											
5	1,3	3,6	2,3	0,6	1,2	×										
6	2,6	2,1	1,3	1,9	2,0	1,7	×									
7	1,9	5,5	2,5	1,2	0,8	0,2	1,2	×								
8	4,0	1,5	0,9	3,3	2,9	2,7	0,9	1,9	×							
9	2,6	1,8	1,7	1,9	2,0	1,6	2,6	1,2	1,5	×						
10	2,0	2,9	1,6	1,3	1,7	0,7	0,8	1,1	2,0	1,1	×					
11	3,3	3,5	2,2	2,6	3,2	2,2	2,1	2,0	2,0	1,0	2,0	×				
12	3,3	0,8	0,3	2,6	2,3	2,0	1,2	2,2	0,3	1,4	1,7	1,6	×			
13	1,1	3,8	2,5	0,4	1,4	0,2	1,5	0,6	2,9	1,8	0,9	2,4	2,2	×		
14	4,0	4,7	3,7	3,3	3,4	3,1	2,6	2,6	3,4	2,6	2,5	3,5	3,2	2,0	×	
15	2,9	0,8	0,5	2,2	2,5	1,8	1,4	2,4	0,5	1,2	1,9	1,2	0,2	2,0	3,0	×

Таблиця 2.12 – Матриця виграшів

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	×														
2	8,1	×													
3	1,8	1,4	×												
4	1,1	2,8	1,4	×											
5	3	2,6	1,4	2,6	×										
6	5,8	4,9	1,4	3,1	2,2	×									
7	1,7	3	1,4	3,6	3	3,3	×								
8	7,8	6,7	1,4	3,6	2,6	5,7	4	×							
9	6,1	4,5	1,4	3,1	2,3	2,6	3,3	5,1	×						
10	4,4	4	1,4	2,8	2,6	3,8	2,8	4	3,5	×					
11	5,1	4,7	1,4	2,6	2,4	3,8	3,2	5,3	4,9	3,3	×				
12	7,8	6,6	1,4	3,5	2,6	4,7	3	7	4,5	3,6	5	×			
13	2,6	2,2	1,4	2,2	2,2	2,2	2,4	2,2	1,9	2,2	2	2,2	×		
14	4,6	3,9	1,4	3,1	2,2	4	3,3	4,6	4	3,5	3,8	4,1	3,1	×	
15	7,4	6	1,4	2,9	2,4	4,1	2,4	6,4	4,3	3	5	6	2	3,9	×

З матриці виграшів вибираємо пару пунктів з найбільшим значенням виграшу. Це пара пунктів (1,2) з виграшем $\Delta_{12} = 8,1$.

Таблиця 2.13 – Початкова система маятникових маршрутів

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 1 – 0	9	КАМАЗ-5320
2) 0 – 2 – 0	3	ГАЗ-53
3) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
4) 0 – 4 – 0	4	ГАЗ-53
5) 0 – 5 – 0	4	ГАЗ-53
6) 0 – 6 – 0	10	КАМАЗ-5320
7) 0 – 7 – 0	3	ГАЗ-53
8) 0 – 8 – 0	2	ГАЗ-53
9) 0 – 9 – 0	2	ГАЗ-53
10) 0 – 10 – 0	6	ГАЗ-53
11) 0 – 11 – 0	8	ГАЗ-53
12) 0 – 12 – 0	1	ГАЗ-53
13) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53
14) 0 – 14 – 0	1	ГАЗ-53
15) 0 – 15 – 0	2	ГАЗ-53

Пункт 1 належить маршруту №1, пункт 2 належить маршруту №2. При об'єднанні цих двох маятникових маршрутів у один розвізний маршрут отримаємо кільцевий (розвізний) маршрут 0 – 1 – 2 – 0, на якому необхідно буде перевезти $9 + 3 = 12$ одиниць вантажу. Оскільки ця кількість не перевищує вантажомісткість автомобіля КАМАЗ-5320, то фіксуємо отриманий маршрут (таблиця 2.14).

Наступною з матриці виграшів вибираємо пару пунктів (1,12) з виграшем $\Delta_{1,12} = 7,8$. Об'єднання маршрутів №1 та №11 призводять до утворення розвізного маршруту 0 – 12 – 1 – 2 – 0, на якому необхідно перевезти $12 + 1 = 13$ одиниць вантажу. Фіксуємо відповідний маршрут, автомобіль для виконання перевезень на цьому маршруті не змінюється (таблиця 2.15).

Таблиця 2.14 – Система маршрутів (1 крок)

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 1 – 2 – 0	12	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 4 – 0	4	ГАЗ-53
4) 0 – 5 – 0	4	ГАЗ-53
5) 0 – 6 – 0	10	КАМАЗ-5320
6) 0 – 7 – 0	3	ГАЗ-53
7) 0 – 8 – 0	2	ГАЗ-53
8) 0 – 9 – 0	2	ГАЗ-53
9) 0 – 10 – 0	6	ГАЗ-53
10) 0 – 11 – 0	8	ГАЗ-53
11) 0 – 12 – 0	1	ГАЗ-53
12) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53
13) 0 – 14 – 0	1	ГАЗ-53
14) 0 – 15 – 0	2	ГАЗ-53

Таблиця 2.15 – Система маршрутів (2 крок)

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 12 – 1 – 2 – 0	13	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 4 – 0	4	ГАЗ-53
4) 0 – 5 – 0	4	ГАЗ-53
5) 0 – 6 – 0	10	КАМАЗ-5320
6) 0 – 7 – 0	3	ГАЗ-53
7) 0 – 8 – 0	2	ГАЗ-53
8) 0 – 9 – 0	2	ГАЗ-53

Кінець таблиці 2.15.

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
9) 0 – 10 – 0	6	ГАЗ-53
10) 0 – 11 – 0	8	ГАЗ-53
12) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53
13) 0 – 14 – 0	1	ГАЗ-53
14) 0 – 15 – 0	2	ГАЗ-53

Наступною парою пунктів з максимальним значенням виграшу є пара пунктів (1,8), але пункт 1 вже знаходиться всередині розвізного маршруту №1, тому цю пару пунктів відкидаємо. Аналогічні дії виконуємо з парою пунктів (1,15), яка не приймається в рішення.

Наступною парою пунктів, що приймається у рішення є пара пунктів (8,12) з виграшем $\Delta_{8,12} = 7$. Після перевірки фіксуємо маршрут 0 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0 з 15 одиницями вантажу (таблиця 2.16).

Таблиця 2.16 – Система маршрутів (3 крок)

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0	15	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 4 – 0	4	ГАЗ-53
4) 0 – 5 – 0	4	ГАЗ-53
5) 0 – 6 – 0	10	КАМАЗ-5320
6) 0 – 7 – 0	3	ГАЗ-53
7) 0 – 9 – 0	2	ГАЗ-53
8) 0 – 10 – 0	6	ГАЗ-53
9) 0 – 11 – 0	8	ГАЗ-53

Кінець таблиці 2.16.

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
10) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53
11) 0 – 14 – 0	1	ГАЗ-53
12) 0 – 15 – 0	2	ГАЗ-53

Пара (2,8) у з виграшем $\Delta_{28} = 6,7$ у рішення не приймається, оскільки пункти 2 та 8 вже належать одному і тому ж маршрутові. Аналогічно з тієї ж причини належності пунктів одному й тому ж маршрутові не приймається у рішення пара пунктів (2,12) з виграшем $\Delta_{2,12} = 6,6$.

Пара (8,15) не приймається у рішення, оскільки отриманий при об'єднанні маршрутів №1 та №12 розвізний маршрут 0 – 15 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0 має таропотік у 17 одиниць, що перевищує вантажомісткість автомобіля КАМАЗ-5320.

З міркувань, аналогічним вищезазначеним, не включаємо до рішення пари пунктів (1,9); (12,15); (2,15); (1,6); (6,8); (8,11); (1,11); (8,9); (11,12).

Наступною перевіряємо на можливість введення у рішення пару пунктів (11,15) з виграшем $\Delta_{11,15} = 5$. Обсяг перевезень при об'єднанні маршрутів №9 та №12 у маршрут 0 – 11 – 15 – 0 складає $8+2 = 10$ одиниць, що в змозі виконати автомобіль КАМАЗ-5320. Фіксуємо отриманий розвізний маршрут (таблиця 2.17).

Таблиця 2.17 – Система маршрутів (4 крок)

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0	15	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 4 – 0	4	ГАЗ-53
4) 0 – 5 – 0	4	ГАЗ-53

Кінець таблиці 2.17.

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
5) 0 – 6 – 0	10	КАМАЗ-5320
6) 0 – 7 – 0	3	ГАЗ-53
7) 0 – 9 – 0	2	ГАЗ-53
8) 0 – 10 – 0	6	ГАЗ-53
9) 0 – 11 – 15 – 0	10	КАМАЗ-5320
10) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53
11) 0 – 14 – 0	1	ГАЗ-53

Наступну пару пунктів (2,6) після перевірки відкидаємо. Пару пунктів (9,11) вводимо у рішення та фіксуємо отриманий розвізний маршрут 0 – 9 – 11 – 15 – 0 з обсягом перевезень $10+2=12$ одиниць (об'єднано маршрути №7 та №9). Результат операції показаний в таблиці 2.18.

Таблиця 2.18 – Система маршрутів (5 крок)

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0	15	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 4 – 0	4	ГАЗ-53
4) 0 – 5 – 0	4	ГАЗ-53
5) 0 – 6 – 0	10	КАМАЗ-5320
6) 0 – 7 – 0	3	ГАЗ-53
7) 0 – 10 – 0	6	ГАЗ-53
8) 0 – 9 – 11 – 15 – 0	12	КАМАЗ-5320
9) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53
10) 0 – 14 – 0	1	ГАЗ-53

Надалі після перевірки відкидаємо пари пунктів (2,11); (6,12); (1;14) та вводимо до рішення пару пунктів (8;14), об'єднуючи маршрути №1 та №10 у розвізний маршрут 0 – 14 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0 з таропотоком 16 одиниць. Фіксуємо отриманий маршрут (таблиця 2.19).

Таблиця 2.19 – Система маршрутів (6 крок)

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 14 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0	16	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 4 – 0	4	ГАЗ-53
4) 0 – 5 – 0	4	ГАЗ-53
5) 0 – 6 – 0	10	КАМАЗ-5320
6) 0 – 7 – 0	3	ГАЗ-53
7) 0 – 10 – 0	6	ГАЗ-53
8) 0 – 9 – 11 – 15 – 0	12	КАМАЗ-5320
9) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53

Надалі відкидаємо пари пунктів (2,9); (9,12); (1,10); (9,15); (6,15); (12;14); (2,10); (6,14); (7,8); (8,10); (9,14); (2,14); (14,15) та вводимо до рішення пару пунктів (6,10) з вигодою $\Delta_{6,10} = 3,8$. Об'єднуємо маятникові маршрути №5 та №7 у розвізний маршрут 0 – 6 – 10 – 0 з обсягом перевезень $10+6=16$ одиниць тари. Фіксуємо отриманий маршрут, призначаючи на нього автомобіль КАМАЗ-5320 (таблиця 2.20).

Після цього відкидаємо наступні пари пунктів (6,11); (11;14) та вводимо у рішення пару пунктів (4,7). Об'єднуємо маятникові маршрути №3 та №6 у розвізний маршрут 0 – 4 – 7 – 0 з обсягом перевезень $4+3=7$ одиниць тари. Фіксуємо отриманий розвізний маршрут та призначаємо на нього автомобіль ГАЗ-53 (таблиця 2.21).

Таблиця 2.20 – Система маршрутів (7 крок)

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 14 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0	16	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 4 – 0	4	ГАЗ-53
4) 0 – 5 – 0	4	ГАЗ-53
5) 0 – 6 – 10 – 0	16	КАМАЗ-5320
6) 0 – 7 – 0	3	ГАЗ-53
7) 0 – 9 – 11 – 15 – 0	12	КАМАЗ-5320
8) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53

Таблиця 2.21 – Система маршрутів (8 крок)

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 14 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0	16	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 4 – 7 – 0	7	ГАЗ-53
4) 0 – 5 – 0	4	ГАЗ-53
5) 0 – 6 – 10 – 0	16	КАМАЗ-5320
6) 0 – 9 – 11 – 15 – 0	12	КАМАЗ-5320
7) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53

Надалі після перевірки можливості введення у рішення відкидаємо пари пунктів (4,8); (10,12); (4,12); (10,14); (9,10); (6,7); (7,9); (7,14); (10,11); (7,11); (4,6); (4,9); (4,14); (13,14); (1,5); (2,7); (7,12); (10,15).

Вводимо у рішення пару пунктів (5,7) з виграшем $\Delta_{5,7} = 3$. Об'єднуємо маятникові маршрути № 3 та №4 у розвізний маршрут 0 – 4 – 7 – 5 – 0 з обсягом перевезень $7+4=11$ одиниць тари. Фіксуємо отриманий маршрут та призначаємо на нього автомобіль КАМАЗ-5320 (таблиця 2.22).

Таблиця 2.22 – Система маршрутів (9 крок)

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 14 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0	16	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 4 – 7 – 5 – 0	11	КАМАЗ-5320
4) 0 – 6 – 10 – 0	16	КАМАЗ-5320
5) 0 – 9 – 11 – 15 – 0	12	КАМАЗ-5320
6) 0 – 13 – 0	3	ГАЗ-53

Аналізуючи поточну систему маршрутів бачимо, що залишилась можливість об'єднати маршрут №6 з маршрутами №№2, 3 та 5. Відповідні виграші становлять $\Delta_{3,13} = 1,4$, $\Delta_{4,13} = 2,2$; $\Delta_{5,13} = 2,2$; $\Delta_{9,13} = 1,9$; $\Delta_{15,13} = 2$. Максимальне значення виграшів має пара (4,13) тому об'єднуємо маршрути №3 та №6. Остаточна система маршрутів наведена у таблиці 2.23.

Таблиця 2.23 – Остаточна система маршрутів

Маршрут	Кількість вантажних одиниць	Тип автомобіля
1) 0 – 14 – 8 – 12 – 1 – 2 – 0	16	КАМАЗ-5320
2) 0 – 3 – 0	12	КАМАЗ-5320
3) 0 – 13 – 4 – 7 – 5 – 0	14	КАМАЗ-5320
4) 0 – 6 – 10 – 0	16	КАМАЗ-5320
5) 0 – 9 – 11 – 15 – 0	12	КАМАЗ-5320

Таким чином бачимо, що в результаті розрахунку отримані 4 розвізних маршрути та один маятниковий маршрут, на яких слід використовувати автомобілі КАМАЗ-5320.

Для кожного розвізного маршруту розраховуємо тривалість руху, навантаження та розвантаження у кожному пункті. У нижче наведених маршрутах число під лінією позначає тривалість руху у хвилинах, число над лінією – відстань перевезень у кілометрах.

Маршрут №1.

$$\begin{array}{c} \text{УПВ} \frac{3,6}{15} \text{ККЦ} \frac{0,5}{2} \text{ЦРМП} \frac{0,8}{3} \text{Водопост.} \frac{0,5}{2} \text{Газовий} \frac{0,5}{2} \text{ТЕЦ} \frac{0,8}{3} \text{ЦЛАМ} - \\ \frac{0,3}{1,2} \text{ЦПС} \frac{3,4}{14} \text{ЦШП} \frac{4,0}{16} \text{УПВ} \end{array}$$

Тривалість руху $t_{\text{рух}} = 58,2 \text{ хв.} = 0,97 \text{ год.}$, тривалість навантажувально-розвантажувальних операцій $t_{\text{нр}} = 1,77 \text{ год.}$, додатковий час $t_{\text{доод}} = 0,25 \text{ год.}$, тривалість обороту $t_0 = 2,99 \text{ год.}$

Маршрут №2.

$$\text{УПВ} \frac{0,7}{2,8} \text{УЗТ} \frac{0,7}{2,8} \text{УПВ}$$

Тривалість руху $t_{\text{рух}} = 5,6 \text{ хв.} = 0,093 \text{ год.}$, тривалість навантажувально-розвантажувальних операцій $t_{\text{нр}} = 1,33 \text{ год.}$, додатковий час $t_{\text{доод}} = 0,25 \text{ год.}$, тривалість обороту $t_0 = 1,67 \text{ год.}$

Маршрут №3.

$$\text{УПВ} \frac{1,1}{4,4} \text{Ширспож.} \frac{1,4}{5,6} \text{Конровий} \frac{0,8}{3,2} \text{ЛМЗ} \frac{0,2}{0,8} \text{ЛМЗ1} \frac{1,3}{5,2} \text{УПВ}$$

Тривалість руху $t_{\text{рух}} = 19,2 \text{ хв.} = 0,32 \text{ год.}$, тривалість навантажувально-розвантажувальних операцій $t_{\text{нр}} = 1,22 \text{ год.}$, додатковий час $t_{\text{доод}} = 0,25 \text{ год.}$, тривалість обороту $t_0 = 1,79 \text{ год.}$

Маршрут №4.

$$УПВ \frac{2,6}{10,4} Обтиску \frac{0,8}{3,2} ЦРМО2 \frac{2,0}{8,0} УПВ$$

Тривалість руху $t_{\text{рух}} = 21,6 \text{ хв.} = 0,36 \text{ год.}$, тривалість навантажувально-розвантажувальних операцій $t_{\text{нр}} = 1,77 \text{ год.}$, додатковий час $t_{\text{дод}} = 0,25 \text{ год.}$, тривалість обороту $t_0 = 2,38 \text{ год.}$

Маршрут №5.

$$УПВ \frac{2,6}{10,4} ЦРМПО \frac{1,0}{4,0} ЦХПЗ \frac{1,2}{4,8} Електрорем. \frac{2,9}{11,6} УПВ$$

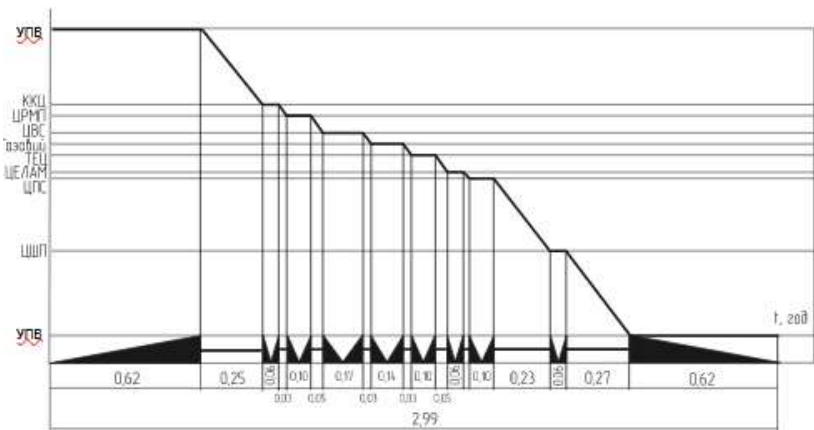
Тривалість руху $t_{\text{рух}} = 30,8 \text{ хв.} = 0,51 \text{ год.}$, тривалість навантажувально-розвантажувальних операцій $t_{\text{нр}} = 1,33 \text{ год.}$, додатковий час $t_{\text{дод}} = 0,25 \text{ год.}$, тривалість обороту $t_0 = 2,09 \text{ год.}$

Підсумовуючи час обороту на кожному маршруті з врахуванням для маятникових маршрутів кількості їздок на місяць отримаємо необхідний місячний фонд робочого часу автомобіля КАМАЗ-5320 $\Phi_{\text{pm}} = 37,1 \text{ год.}$, відповідно, необхідний річний фонд робочого часу автомобіля КАМАЗ-5320 складе $\Phi_{\text{pp}} = 445,2 \text{ год.}$ За проведеними розрахунками будуємо графіки руху автомобіля на розроблених маршрутах на годинній сітці, що наведені на рисунку 2.5 окремо для маятникових та розвізних маршрутів. Кожну операцію на графіку показуємо умовним позначенням. Вказуємо тривалість виконання окремих елементів транспортного процесу та загальний час обороту автомобіля на маршруті.

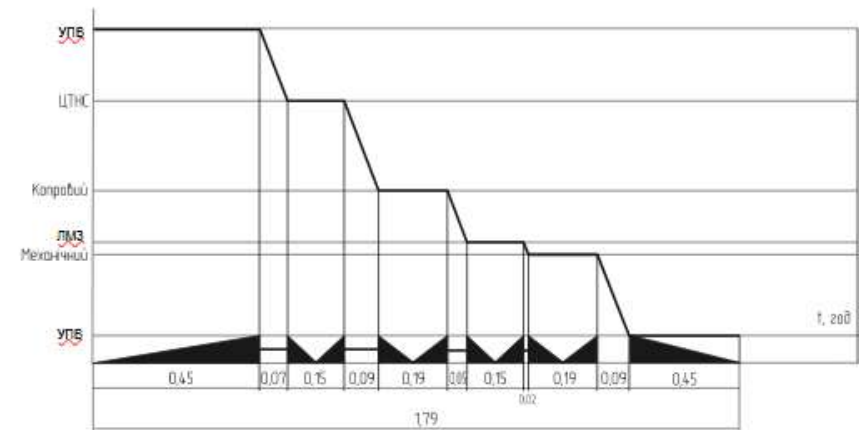
2.5 Розрахунок необхідної кількості піддонів

Необхідну кількість піддонів для перевезення металевих виробів визначимо за формулою [11]:

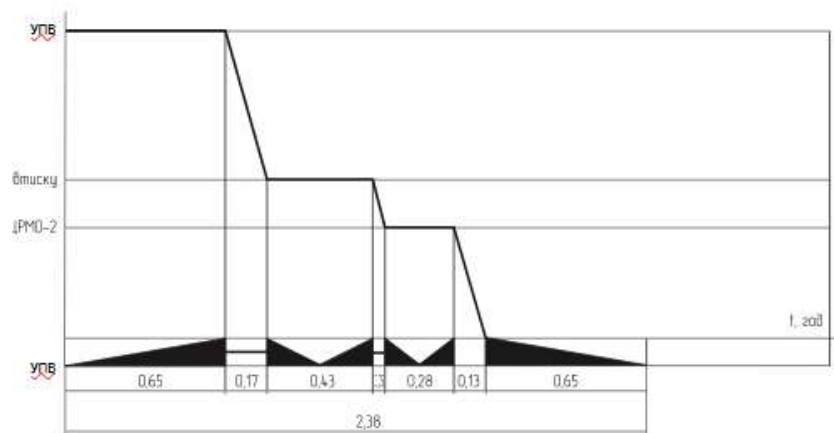
Маршрут 1



Маршрут 2



Маршрут 3



Маршрут 4

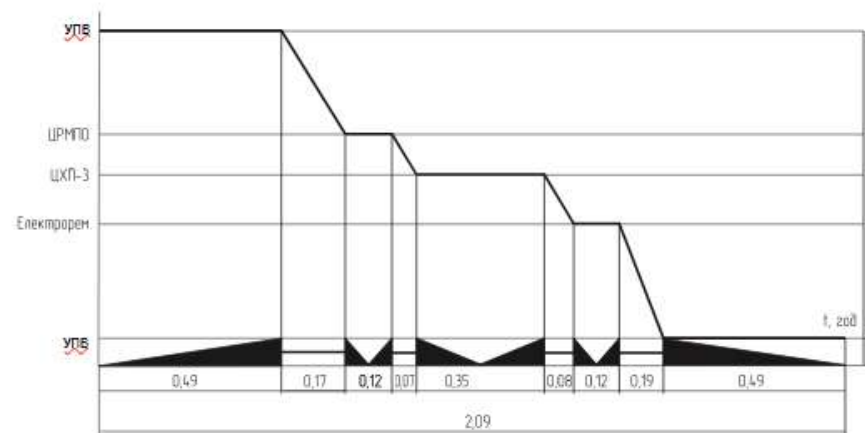


Рисунок 2.5 – Збірно-розвізні маршрути доставки металевих виробів у цехи та підрозділи ПАТ «Запоріжсталь»

$$N_n = N_{nep} + N_{оф}, \quad (2.12)$$

де N_{nep} – необхідна кількість піддонів для забезпечення перевезень вантажів споживачам;

$N_{оф}$ – необхідна кількість піддонів, для створення обмінного фонду.

Необхідну кількість піддонів для перевезення вантажів знаходимо за формулою

$$N_{nep} = \frac{Q_p \cdot t_{об} \cdot k_p}{q_n \cdot T_p}, \quad (2.13)$$

де $t_{об}$ – час обороту піддону, діб. Приймаємо $t_{об} = 7$ діб;

k_p – коефіцієнт, що враховує піддони, що знаходяться у ремонті. Приймаємо $k_p = 1,05$;

q_n – вага вантажу у піддоні, кг;

T_p – кількість діб роботи складів на рік по видачі матеріалів, приймаємо $T_p = 250$ діб.

Таким чином, необхідна кількість піддонів для забезпечення перевезення матеріалів зі складів №153 та №173 становить

$$N_{nep} = \frac{951108 \cdot 7 \cdot 1,05}{412 \cdot 250} = 68 \text{ одиниць.}$$

Кількість піддонів, необхідну для створення обмінного фонду, приймаємо у розмірі найбільшої одноразової поставки матеріалів, тобто $N_{оф} = 32$ одиниці.

Таким чином, загальна потреба у засобах пакетування складе

$$N_n = 68 + 32 = 100 \text{ одиниць.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних вкладень

Додаткові капітальні вкладення за пропонованим варіантом передбачають придбання транспортної тари для тимчасового зберігання та внутрішньозаводських перевезень металевих виробів у кількості 100 одиниць. При вартості одного ящикового піддону 2025 грн. загальні додаткові капітальні вкладення складуть $K_{\text{доп}} = 202\,500$ грн.

3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати по варіантах розраховуємо за формулою

$$C = Z + A + C_p + C_{ag} + C_n, \quad (3.1)$$

де Z – річний фонд заробітної плати основної та додаткової з врахуванням єдиного соціального внеску, грн.;

A – річні амортизаційні відрахування, грн.;

C_p – витрати на ремонт тарних засобів, грн.;

C_{ag} – витрати на доставку металопродукції на склад та одержувачам автомобільним транспортом, грн.;

C_n – інші (накладні) витрати, грн.

Оплата праці робітників на ділянці централізованих перевезень УПВ ПАТ «Запоріжсталь» є відрядно-преміальною. Заробітна плата нараховується для комплексно-механізованої бригади згідно затверджених норм та розцінок. Річний фонд заробітної плати комплексно-механізованої бригади, що виконує

комплектування замовлень одержувачів та навантаження транспортних партій вантажів на автомобілі на складах №153 та №173 розраховуємо за формулою

$$Z = c_{\text{шт}} \cdot k_{\text{шк}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot k_c \cdot (H_{\text{вр.к.}} \cdot Q_{\text{р.к.}} + H_{\text{вр.н.}} \cdot Q_{\text{р.н.}}), \quad (3.2)$$

де $c_{\text{шт}}$ – годинна тарифна ставка працівника даної кваліфікації, грн/год., яка визначається тарифним розрядом працівника. Для вантажників і водіїв навантажувачів встановлено $c_{\text{шт}} = 123,80$ грн/год.;

$k_{\text{шк}}$ – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах праці. Приймаємо $k_{\text{шк}} = 1,11$;

$k_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, який враховує преміальні виплати. Приймаємо $k_{\text{пр}} = 1,3$;

k_c – коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату (єдиний соціальний внесок). Приймаємо $k_c = 1,22$;

$H_{\text{вр.к.}}$ – норма часу на виконання комплектувальних робіт з вантажами на складах, чол-год/т.

$Q_{\text{р.к.}}$ – річний обсяг перевезень транспортних партій вантажів, що підлягають комплектуванню, т. По базовому варіанту $Q_{\text{р.к.}} = 344,9$ т; по проектному варіанту $Q_{\text{р.к.}} = 635,4$ т.

$H_{\text{вр.н.}}$ – норма часу на виконання навантаження вантажів на автотранспорт на складах, чол.-год/т;

$Q_{\text{р.н.}}$ – річний обсяг навантаження вантажів до автомобілів, т.;

За існуючим варіантом встановлена норма часу на ділянці централізованих перевезень УПВ на операціях комплектування і навантаження встановлена $H_{\text{вр.н.}} = 1,12$ чол-год./т. За пропонованим варіантом розрахункова норма часу на комплектування вантажів становить $H_{\text{вр.к.}} = 0,595$ чол.-год/т, розрахункова норма часу на навантаження тонни вантажу на автотранспорт становить $H_{\text{вр.н.}} = 0,204$ чол.-год/т.

Враховуючи, що у нормі часу на навантаження вантажів за існуючим варіантом врахована трудомісткість комплектування транспортних партій вантажів, приймаємо $Q_{p.к.} = 0$, $Q_{p.н.} = 951,12$ т.

За пропонованим варіантом обсяг комплектування та навантаження всіх вантажів, окрім електродів, складає $Q_{p.н.} = 513,7$ т, обсяг комплектування і навантаження електродів складає $Q_{p.к.} = 437,5$ т.

Річний фонд заробітної плати за базовим варіантом складе

$$З_б = 123,80 \cdot 1,11 \cdot 1,3 \cdot 1,22 \cdot 951,12 \cdot 1,12 = 232167 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати за пропонованим варіантом складе

$$З_{пр} = 123,80 \cdot 1,11 \cdot 1,3 \cdot 1,22 [513,7 \cdot 1,12 + 437,5 \cdot (0,595 + 0,204)] = 201589 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на інвентарну транспортну тару знаходимо виходячи з норми амортизаційних відрахувань 16,67 % від балансової вартості тари, оскільки інвентарна тара відноситься до 14 групи основних фондів з мінімальним нормативним терміном експлуатації 6 років.

За існуючим варіантом маємо 45 металевих ящикних піддонів загальною балансовою вартістю $B = 36\,450$ грн. Річні амортизаційні відрахування за базовим варіантом складуть

$$A_б = 0,1667 \cdot 36450 = 6076 \text{ грн.}$$

За пропонованим варіантом маємо 100 металевих ящикних піддонів загальною балансовою вартістю $B = 202\,500$ грн. Річні амортизаційні відрахування за проектним варіантом складуть

$$A_{пр} = 0,1667 \cdot 202500 = 33757 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт піддонів приймаємо у розмірі 5% від їх балансової вартості. Витрати на ремонт піддонів на рік складуть:

– за існуючим варіантом

$$C_{pb} = 0,05 \cdot 36450 = 1822,5 \text{ грн};$$

– за пропонованим варіантом

$$C_{pp} = 0,05 \cdot 202500 = 10125 \text{ грн.}$$

Витрати на доставку металевих виробів зі складів УПВ у цехи комбінату автомобільним транспортом знайдемо за формулою

$$C_{az} = c_{az} T_{az}, \quad (3.3)$$

де c_{az} – вартість автомобіле-години на внутрішньозаводських перевезеннях вантажів, грн.;

T_{az} – кількість автомобіле-годин при доставці металевих виробів одержувачам. За базовим варіантом $T_{az.3} = 823,2$ год., за проектним варіантом $T_{az} = 445,2$ год.

Для автомобілів автотранспортного цеху ПАТ «Запоріжсталь» вартість автомобіле-години приймаємо на підставі калькуляції транспортних послуг цеху, виконаних по групах автомобілів (автомобілі згруповані за вантажопідйомністю та спеціалізацією). У відповідності до калькуляції вартість автомобіле-години автомобілів КАМАЗ-5320, які виконують доставку металевих виробів споживачам та входять до групи вантажних автомобілів вантажністю 5–10 т. дорівнює $c_{ar} = 513$ грн/год.

Тоді витрати на доставку металевих виробів автотранспортом складуть:

– за існуючим варіантом

$$C_{\text{аг.б.}} = 513 \cdot 823,2 = 422302 \text{ грн.};$$

– за пропонованим варіантом

$$C_{\text{аг.б.}} = 513 \cdot 445,2 = 228388 \text{ грн.}$$

Загальноцехові накладні витрати приймаємо у розмірі 40% від річного фонду заробітної плати з нарахуваннями.

За існуючим варіантом

$$C_{\text{нб}} = 0,4 \cdot 232167 = 92867 \text{ грн.}$$

За пропонованим варіантом

$$C_{\text{нп}} = 0,4 \cdot 201589 = 80636 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку річних експлуатаційних витрат по варіантах зводимо у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Річні експлуатаційні витрати по варіантах

Стаття витрат	Витрати по варіантах, грн.	
	існуючий	пропонований
1. Заробітна плата	232 167	201 589
2. Амортизація тарних засобів	6 076	33 757
3. Ремонт інвентарної тари	1 822,5	10 125
4. Доставка метизів автотранспортом	422 302	228 388
5. Накладні витрати	92 867	80 636
Разом	755 234,5	554 495

Економію річних експлуатаційних витрат знайдемо за формулою

$$\Delta C_p = C_{\text{б}} - C_{\text{п}}. \quad (3.4)$$

Економія річних експлуатаційних витрат складає

$$\Delta C_p = 755234,5 - 554495 = 200739,5 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок чистої поточної вартості пропонованого варіанту

Чисту поточну вартість (NPV) пропонованого варіанту виконання транспортних і складських робіт з доставки металевих виробів зі складів № 153 та № 173 УПВ у виробничі цехи ПАТ «Запоріжсталь» автомобільним транспортом визначаємо за формулою

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (3.5)$$

де B_t – річні економічні вигоди від реалізації пропонованих заходів у термін t , грн;

C_t – витрати на реалізацію пропонованих заходів на рік t , грн;

i – ставка дисконту, приймаємо $i=0,25$;

n – тривалість (термін життя пропонованих заходів). Приймаємо $n = 4$ роки.

Розрахунок чистої поточної вартості пропонованого варіанту наведений у таблиці 3.1. У перший рік реалізації пропонованих рішень передбачаємо додаткові капітальні вкладення у багатооборотну транспортну тару у кількості 100 одиниць. Аналіз результатів розрахунку свідчить, що пропоновані заходи щодо удосконалення складської вантажопереробки металевих виробів і їх доставки зі складів УПВ у цехи ПАТ «Запоріжсталь» автомобільним транспортом є економічно доцільними.

Таблиця 3.1 – Розрахунок чистої поточної вартості пропонованого варіанту

Рік	Витрати, грн.	Доходи, грн.	Вигоди, грн.	Чисті вигоди, грн.	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтовані чисті вигоди, грн,
1	202 500	–	200 739,5	– 1760,5	1,00	– 1760,5
2	–	–	200 739,5	200 739,5	0,80	160 592
3	–	–	200 739,5	200 739,5	0,64	128 473
4	–	–	200 739,5	200 739,5	0,51	102 377
Чиста поточна вартість пропонованого варіанту, грн.						389 682

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі на тему «Удосконалення внутрішньозаводських автомобільних перевезень металевих виробів в умовах ПАТ «Запоріжсталь» розглянуто аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню.

При перевезенні продукції ПАТ «Запоріжсталь» виявлені наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- при завантаженні металовиробів на автотранспорт, можливо їх падіння з-за несправності стропів, траверс, гаку та через перевищення вантажу від номіналу ;
- при невірному складуванні металопродукції на накопичувальному майданчику, можливо обрушення виробів, що приводить до травмування робітників;
- при перевезенні металовиробів можливе падіння рулонів з кузова через невірне його кріплення, що призведе до травмування сторонніх людей;

Інші потенційні небезпеки, заходи щодо їх усунення, розрахунки по шкідливості заміряних величин в лабораторії дослідника та визначені класи та розряди умов паці дослідника в лабораторії наведені у додатку А.

4.1 Заходи з пожежної безпеки та цивільного захисту

Комплекс заходів з пожежної безпеки для накопичувального майданчика , розроблений відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Для попередження займання ізоляції на майданчику необхідно захистити електропроводку від пошкодження, розмістивши її в товстостінні

труби або зробити повітряний підвіс, відповідно вимогам ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека». Клас можливої пожежі буде визначено як «В», а категорія приміщення складу по пожежній безпеці – до «Г». Площа складу складає – 1350 кв.м. Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обираються 6 порошкових вогнегасників ВП-8. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при майданчику на пожежному щиті.

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 37 кв.м треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 2 шт.

Ядерні вибухи в атмосфері й більш високих шарах призводять до виникнення потужних електромагнітних полів з довжиною хвиль від 1 до 1000 м і більше. Ці поля через короткочасне існування називають електромагнітним імпульсом (ЕМІ). ЕМІ виникає при ядерному вибуху у воєнний час, у мирний час - при випробуванні ядерної зброї або ядерних аваріях і катастрофах в атмосфері й космосі.

Найбільш уразливими елементами При наземному і низькому повітряному вибуху вражаюча дія ЕМІ спостерігається на відстані кількох кілометрів від центру вибуху. Під час ядерного вибуху на висотах від 3 до 25 км утворюється симетричне джерело генерації, але радіус поширення ЕМІ залишається обмеженим внаслідок сильного поглинання гамма-випромінювання в щільних шарах атмосфери.

Вражаюча дія ЕМІ в приземній області й на землі пов'язана з акумулюванням його енергії довгими металевими предметами, рамними і каркасними конструкціями, антенами, лініями електропередачі та зв'язку, в них виникають сильні наведені струми, які руйнують підключене електронне та інше чутливе устаткування. У районі дії ЕМІ безпосередній контакт людини зі струмопровідними предметами небезпечний.

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської роботи була проаналізована транспортно-технологічна схема вантажопереробки та організації перевезень металевих виробів з складів №153 та №173 цеху підготовки виробництва у виробничі підрозділи металургійного підприємства ВАТ «Запоріжсталь».

Проведений аналіз виявив, що для деяких видів штучних металевих виробів відсутні операції з попереднього комплектування транспортних партій вантажів, оскільки на внутрішньозаводських перевезеннях застосовується відкрита транспортна тара, що не забезпечує схоронність металевих виробів під час перевезень в умовах атмосферних опадів. Це призводить до значних простоїв автомобілів під операціями навантаження-розвантаження у цеху підготовки виробництва та у споживачів.

Запропоновано використати на перевезеннях металевих виробів спеціалізований ящикний закритий піддон, впровадження якого дозволяє зробити процес перевезень таким, що не залежить від погодних умов та впровадити технологію попереднього комплектування електродів.

Виконано нормування транспортних та складських операцій, розроблені маятникові та збірно-розвізні маршрути руху автомобілів при доставці вантажів, визначена необхідна кількість спеціалізованих піддонів для металевих виробів.

Запропоновані проектні рішення потребують додаткових капітальних вкладень у розмірі 202500 грн. на піддони. Річні експлуатаційні витрати за пропонованим варіантом скоротилися у порівнянні з базовим на 200739,5 грн. Чиста поточна вартість проектного варіанту при коефіцієнті дисконтування 0,2 та тривалості життя проекту 4 роки склала 389682 грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Маликов О.Б. Склады промышленных предприятий : справочник / О. Б. Маликов, А. Р. Малкович. – Л. : Машиностроение, 1989. – 672 с.
2. Голубков В. В. Механизация погрузочно-разгрузочных работ и грузовые устройства / В. В. Голубков, В. С. Киреев. – М. : Транспорт, 1981.
3. Бабушкин Г. Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте : уч. пособие / Г. Ф. Бабушкин. – К. : ИСДО, 1993. – 200 с.
4. Ковалик А. Г. Формирование рациональных транспортно-технологических систем автомобильной доставки грузов / А. Г. Ковалик. – К. : УМК ВО, 1989. – 120 с.
5. Заенчик Л. Г. Проектирование технологических карт доставки грузов автомобильным транспортом / Л. Г. Заенчик, Р. Н. Кисельман, А. Л. Смицкий. – К. : Техника, 1990. – 152 с.
6. Шкурин В. А. Технические средства и оборудование для пакетирования продукции : справочник / В. А. Шкурин, Ф. А. Пладис, Г. Э. Сурмаев. – М. : Машиностроение, 1987. – 256 с.
7. Дегтярев Г. Н. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте / Г. Н. Дегтярев. – М. : Транспорт, 1980. – 263 с.
8. Отраслевые нормативы времени на погрузочно-разгрузочные и транспортные работы на внутризаводском транспорте.— Ульяновск: ВНИИПТИМАШ, 1973. – 69 с.

9. Единые нормы выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузочно-разгрузочные работы. – М. : Транспорт, 1973.
10. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. – К. : Вища школа, 1986. – 447 с.
11. Радомский С. И. Организация, планирование и управление внутризаводским транспортом / С. И. Радомский, В. Н. Гончаров, А. П. Осыка. – К. : Вища школа, 1980. – 144 с.

ДОДАТОК А

ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

А.1 Аналіз потенційних небезпек

При перевезенні продукції ПАТ «Запоріжсталь»: виявлені наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, здатні привести до травм або ушкодження здоров'я працівників:

- при завантаженні металовиробів на автотранспорт, можливо їх падіння з-за несправності стропів, траверс, гаку та через перевищення вантажу від номіналу ;
- при невірному складуванні метало продукції на накопичувальному майданчику, можливо обрушення виробів, що приводить до травмування робітників;
- при перевезенні металовиробів можливе падіння рулонів з кузова через невірне його кріплення, що призведе до травмування сторонніх людей;
- при перевезенні металевого профілю, можливо його падіння з кузова автомобіля, що призведе до аварії;
- при завантаженні металовиробів при не достатньому освітлені, можливо порушення технології навантаження вантажу, що призведе до зсуву металу з кузова, і, як наслідок, до аварій;
- при подачі автомобіля до навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування;
- при вантажних роботах можливо переохолодження робітників в холодний час року, що призводить до простудних захворювань;
- травмування водія під час навантаження металевої продукції, що може обрушитися на кабінку;
- ураження робітників електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми чи виникненню пожежі;

А.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання травмування водія при вантажних роботах, необхідно щоб водій покинув кабінку й відійшов від неї на безпечну відстань. Водій повинен знаходитися поза зоною дії вантажного механізму НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

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

Для запобігання падіння вантажу, необхідно повірити стропи, траверси, гаки кранів. При завантаженні вантажу необхідно проводити звірку ваги вантажу з номіналом підймання кранами. На кожному виробі є «бірка» з визначенням його ваги.

Для запобігання травмування на накопичувальному майданчику, необхідно строго дотримуватися правил технологічної карти розміщення вантажу на накопичувальному майданчику.

Рулони металопрокату перевозяться у кузові автомобіля з підкладанням під вантаж упорів з закріпленням спеціальними розтяжками. При перевезенні такого вантажу, швидкість транспортного засобу повинна бути відповідна небезпечному вантажу – мінімальна.

Профіль металевий повинен бути добре зкріплений металевими дротами, щоб не допустити розсипання профілю.

Задній хід автомобіля у зоні робіт повинен виконуватися водієм тільки за сигналом одного з працівників, зайнятих на цих роботах та з обов'язковою подачею сигналу. «Правила охорони праці під час навантажувальних-розвантажувальних робіт» Наказ № 21 від 19.01.2015.

А.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на накопичувальних майданчиках, при навантаженні вантажу, передбачається, відповідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення», застосування лампи типу ДРЛ-400, які мають високу світлову віддачу, тривалий термін служби та стійкість до коливань мережевої напруги міцністю 80 кВт. Висота підвісу буде більш 6 м. Робоча освітленість становить 50 лк.

Для запобігання переохолодження в холодний період часу, робітники повинні бути одягнуті в теплий одяг та взуття. Обов'язково повинні бути спеціальні кімнати для обігріву робітників, сушіння одягу. відповідно ДСТУ 7339:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

На робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК, були проведені дослідження та виміри показників шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, результати яких занесені до таблиці 41.

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [12], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [12], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця А.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,9	7	22,9-25,8	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, лк$	180	7	200	—	1-2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	94	6	50	—	3.2	1,25
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	290	7	290	0,88	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	49000	7	40000	1,07		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	86	7	75	1,0		
Тривалість робочого дня, $год.$	7	7	8	0,11		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [12]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 7}{7} = 3$$

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2:

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{290 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,88;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{49000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,07;$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{80 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,0;$$

г) тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{7 \cdot 7 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,11;$$

5. Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [12] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 180$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [12] – 2 клас ;

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 94$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [12] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{вим}$ за формулою 7.3 [12]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,88 + 1,07 + 1,0 + 0,11 = 3,07$$

З таблиці 7.3 [12] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,07$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

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

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх

значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

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

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає умовам праці та діє протягом 7 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 0$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 5 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [12]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{8} = 1,25$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [12]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 0 + 1,25 + 3 = 7,25$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 7,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [12]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 16 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії 1б, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1б, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 20,2-22,8°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду здорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 50 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

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

- для забезпечення нормованої освітленості – відповідає нормованим умовам

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;
- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня 6 або 7 год
- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;
- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [25], у розмірі 16%

А.4 Перелік додаткових джерел посилання

12. Лазуткін М. І. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) : зі спеціальності 275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; «275.03 – Транспортні технології на автомобільному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» : Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. 35 с.

13. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний

захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018. 44 с.

14. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист : навчальний посібник для вузів. К. : Знання, 2013. 487 с.