

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗООВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ І БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ. С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему: **Удосконалення технології автомобільних перевезень металобрухту в межах**
Львівської області

Виконав: студент групи АТ-43Сп
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
Максим КОРЧЕВСЬКИЙ _____

Керівник: Мирослав ОЛІСКЕВИЧ _____

Дубляни 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедри _____
(підпис)

к.т.н., доцент Сукач О.М.

“ ” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
на кваліфікаційну роботу студенту

Корчевському Максиму Романовичу

1. Тема роботи: *Удосконалення технології автомобільних перевезень металобрухту в межах Львівської області*

Керівник роботи: *Оліскевич Мирослав Стефанович, д.т.н., професор*

Затверджена наказом по університету від 25.02.2025 р. № 123/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 06.06.2025 року.

3. Вихідні дані: *Огляд відомих досліджень за 3 останніх роки. Правила перевезення металобрухту. Карта вантажопотоків. Аналоги пресів для формування брикетів металу. Відомі моделі розрахунку допустимого навантаження. Конструкції відомих вантажівок. Експлуатаційні параметри автопоїздів.*

4. Перелік питань, які необхідно розробити: *1. Аналіз стану питання в теорії та практиці. 2. Аналіз чинного процесу перевезення вантажів 3. Розроблення інженерно-технічних заходів щодо вдосконалення транспортного процесу. 4. Охорона праці. 5. Економічна ефективність*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *Слайди №: 1,2. Атрибути досліджень. 3. Особливості чинної організації перевезення металобрухту в області. 4. Транспортна характеристика вантажу 5. Транспортна характеристика вантажу 6. Експлуатаційні показники використання вибраного рухомого складу 7. Конструювання мобільного гідравлічного преса 8. Вузол. 9. Картограма вантажопотоків. 10. Висновки*

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Мирослав ОЛІСКЕВИЧ, д.т.н., професор кафедри автомобілів і тракторів			
4	Іван ГОРОДЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 26 квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «аналіз стану питання в теорії та практиці»</i>	<i>23.04.25-10.05.25</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «аналіз чинного процесу»</i>	<i>10.05.25-23.05.25</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Розроблення інженерно-технічних заходів щодо вдосконалення транспортного процесу»</i>	<i>24.05.25-10.06.25</i>	
4.	<i>Написання розділу «Охорона праці»</i>		
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	<i>10.06.25-13.06.25</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>15.06.25</i>	

Студент _____ Максим КОРЧЕВСЬКИЙ
(підпис)

Керівник роботи _____ Мирослав ОЛІСКЕВИЧ

УДК 638.3.

Корчевський Максим Романович. Удосконалення технології автомобільних перевезень металобрухту в межах Львівської області. Бакалаврська кваліфікаційна робота. – ЛНУЗМБ, кафедра “Автомобілі і трактори”. Дубляни, 2025, 52с., 12 рис., 10 табл. .

Робота присвячена проблемам удосконалення технологічних процесів перевезення металобрухту вантажними автомобілями на збірних маршрутах Львівської області. Досліджено показники діяльності підприємства, яке виконує перевезення металобрухту. Визначено реальні вантажопотоки, які обслуговуються підприємством. Проаналізовано транспортну мережу регіону. Побудовано найкоротшу зв’язуючу мережу. Розроблено раціональні маршрути. Розв’язано задачу оптимізації вантажопотоків у вигляді задачі Кларка-Райта. Вибрано транспортні засоби. Удосконалено технологію підготовки металобрухту для перевезення і складування. Запропоновано технологію використання спеціалізованих транспортних засобів – брухтовозів. Розроблено схему, розклад руху маршруту. Обчислено технічні й економічні показники та дано техніко-економічну оцінку проекту. Розроблено заходи з відшкодування наслідків нещасних випадків водіїв на підприємстві. Проаналізовано ризики підприємства на даних маршрутах. Запропоновано додаткові заходи з підвищення охорони праці виробничників. Обчислено економічну ефективність впровадження розробки.

Об’єктами дослідження в даній роботі є транспортні засоби і процеси перевезення металобрухту на транспортній дорожній мережі Львівської області.

Предмет дослідження – вплив параметрів маршрутів доставки і технології підготовки вантажів на техніко-експлуатаційні показники парку транспортних засобів.

Мета дослідження даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є підвищити продуктивність і вантажообіг автомобілів при перевезенні брухту чорних металів.

Ключові слова: металобрухт, маршрутизація, оптимізація вантажопотоків, пресування брухту.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИЦІ.....	8
1.1 Виробничий та технологічні процеси транспортних підприємств регіону.....	8
1.2. Транспортна характеристика вантажу.....	11
1.3. Аналіз аналогів обладнання для підготовки вантажу.....	12
1.4 Висновки та формулювання задач роботи.....	16
2 АНАЛІЗ ЧИННОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ	17
2.1 Характеристика вантажопотоків та вантажів	17
2.2 Визначення характеристик вантажопотоків	17
2.3 Аналіз заданої транспортної мережі.....	20
3 РОЗРОБЛЕННЯ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	26
3.1 Оптимізація вантажопотоків	26
3.2 Вибір типів та марок АТЗ та їх ефективність.....	28
3.3 Конструювання мобільного гідравлічного преса.....	31
3.4. Розрахунок силових та геометричних параметрів гідроприводу	33
3.5 Обґрунтування вибору схеми синхронізації роботи гідроциліндрів та її аналіз	39
3.6 Вибір основних конструктивних елементів.....	42
3.6 Розрахунок на міцність деталей преса.....	43
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	45
4.1 Загальні положення та вимоги по дотриманню правил безпеки при проведенні операцій з металобрухтом.....	45
4.2 Правила використання спеціалізованого рухомого складу.....	47
4.3 Підготовка до виїзду, рух територією підприємства та робота на лінії	48
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	50
5.1 Розрахунок прямих витрат.....	50
5.2 Непрямі витрати.....	53
5.3 Фінансові результати.....	54

	6
5.4 Розрахунок капіталовкладень	54
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57
ДОДАТКИ.....	58
Додаток А	59
Додаток Б	62

ВСТУП

Попит на експорт транспортних послуг у світі до 2025 р. може досягти показника у 8-9 млрд. дол. на рік. Важливе завдання наших транспортників - бути готовими запропонувати конкурентні, більш вигідні умови потенційним клієнтам на такому перспективному ринку. Кардинальних змін потребують транспортні технології та технічна база, і які використовуються при обслуговуванні сучасних міжнародних транспортних потоків. Мова йде про ідентифікацію функцій головної ланки „коридорної” системи вантажопотоків у сучасній логістичній концепції -логістичних центрів усіх рівнів та вантажних терміналів. Необхідний також комплексний контроль за перевезеннями, заснований на широкому використанні сучасних електронних, комунікаційних, інформаційних технологій. Таким чином актуальним є розроблення даної теми, яка стосується перевезення металобрухту на прикладі ТзОВ "СУПП Іванка", що у м.Рава-Руська Львівської області.

Об’єктами дослідження в даній роботі є транспортні засоби і процеси перевезення металобрухту на транспортній дорожній мережі Львівської області.

Предмет дослідження – вплив параметрів маршрутів доставки і технології підготовки вантажів на техніко-експлуатаційні показники парку транспортних засобів.

Мета дослідження даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є підвищити продуктивність і вантажообіг автомобілів при перевезенні брухту чорних металів.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИЦІ

1.1 Виробничий та технологічні процеси транспортних підприємств регіону

1.1.1 Аналіз передових транспортних технологій перевезення генеральних вантажів, які застосовуються в Львівській області. Світовий досвід показує, що запорукою успішного розвитку комбінованих перевезень є глибоке технічне і технологічне опрацювання всіх етапів логістичного ланцюга (ЛЛ). Для цього необхідна класифікація таких перевезень [1]. Метою її є виділення технічних і технологічних особливостей їх різних видів [2].

Під комбінованими перевезеннями (КП) розуміють вид вантажних перевезень з транспортними ланцюгами між відправниками і одержувачами вантажів при збереженні транспортної упаковки в процесі перевантаження універсальних транспортних засобів з одного виду транспорту на інший [5]. Існують також поняття КП як планомірної взаємодії або систематичної кооперації різних видів транспорту в організації транспортних ланцюгів. З самого визначення комбінованих перевезень виходить наявність системи жорсткого узгодження і відповідності технічних і технологічних аспектів взаємодії. Тому в ньому фактично і закладаються основи класифікації [4].

1.1.2. Основні техніко-експлуатаційні та фінансові показники парку автомобілів. Найбільш поширений тип рухомого складу, які зайняті на перевезенні генеральних вантажів: автомобілі DAF, MERSEDES 1735; MERSEDES 1838; RENAULT 385. В цілому можна назвати такі параметри використання вантажного автотранспорту в області за минулий 2024 рік [3].

Загальний річний обсяг перевезеного вантажу: $Q_p = 72,0$ млн. тон.

Загальна річна кількість відпрацьованих автомобіле-годин: 341600 год.

Загальний річний пробіг усіх автомобілів $L_p = 1377,5$ млн. км.

Загальна річна кількість їздок: $Z_e = 3942$, у т. ч. з вантажем: $Z_g = 3469$.

Середня річна кількість рейсів по одному АТП визначалась із співвідношення:

$$Z_p = A_{\text{сп}} \cdot \Phi_{\partial} / T_p, \quad (1.1)$$

де Асп – спискова кількість автомобілів на підприємстві;

Фд – дійсний фонд часу одного автомобіля на підприємстві, год.:

$$\Phi_d = D_p \cdot t_{zm} \cdot i_{zm} \cdot \alpha_v, \text{ год.}, \quad (1.2)$$

де D_p – кількість робочих днів; t_{zm} – тривалість зміни, год.; i_{zm} – кількість змін, α_v – коефіцієнт випуску (за звітом = 0,7).

$$\Phi_d = 305 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,7 = 2135 \text{ год.}$$

$$Z_p = 16 \cdot 2135 / 13,0 = 2628.$$

Середня фактична вантажність рухомого складу визначалась із виразу:

$$\bar{q}_\phi = \frac{Q_p}{Z_e}, \text{ т}, \quad (1.3)$$

де Z_e – кількість їздок з вантажем; $\bar{q}_\phi = 20,8$ т.

Середній пробіг за одну їздку – за формулою:

$$l_e = \frac{L_p}{Z_e}, \text{ км} \quad (1.4)$$

$$l_e = (1377,5 \cdot 1000) / 3942 = 349 \text{ км.}$$

Середня тривалість їздки одного АТЗ, $t_e = 8,7$ год. Середня тривалість рейсу $T_p = 13,0$ год. Середня кількість їздок за рейс:

$$\bar{z}_e = \frac{T_p}{t_e}, \quad (1.5)$$

$$\bar{z}_e = 13,0 / 8,7 = 1,5.$$

АТП організовують рейси так, що за один рейс автопоїзд виконує 2-4 їздки з вантажем. Максимальний річний пробіг усіх автомобілів з вантажем – $L_v = 1281,1$ тис. км; загальний річний пробіг $L_p = 1377,5$ тис. км.

У середньому за один рейс: тривалість простою під навантаженням-розвантаженням – $t_{н.р} = 4,9$ год.; тривалість простою з організаційних причин – $t_{орг.} = 4,3$ год.; тривалість руху $t_p = 3,7$ год.

Річна кількість автомобіле-годин в експлуатації визначалась з формули:

$$AG_p = Z_p \cdot T_p, \text{ авт.-год.} \quad (1.6)$$

$$A\Gamma_p = 2628 \cdot 13,0 = 34160 \text{ авт.-год.}$$

Середня технічна швидкість визначається із формули:

$$V_t = \frac{l_e}{t_p}, \text{ км/год.}, \quad (1.7)$$

де t_p – середня тривалість руху за їздки = 7,3 год.

$$V_t = 349/7,3 = 47,9 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Середня експлуатаційна швидкість визначалась за формулою:

$$V_e = \frac{l_e}{t_p + t_{н.р.} + t_{орг.}}, \text{ км/год.} \quad (1.8)$$

$$V_e = 524,2/(7,3+4,9+4,3) = 40,3 \frac{\text{км}}{\text{год}};$$

Результати розрахунків зведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.7 – Техніко-економічні показники парку АТЗ підприємства за 2024 рік

Показник	Од. вимір.	Ум. Познач.	Разом по АТП
Середня спискова кількість автомобілів	од	Ас	16
Коефіцієнт випуску	-	α_v	0,7
Середній час в рейсі	год.	Тр	13,0
Середня довжина їздки з вантажем	км	Lв	349
Середня експлуатаційна швидкість	км/год.	Ve	40,3
Середня технічна швидкість	км/год.	Vт	47,9
Середній річний пробіг автомобіля	тис. км	lp	86,1
Середній річний пробіг автомобіля з вантажем	тис. км	lv	80,1
Річний пробіг з вантажем автомобілів	тис. км	Lв	1281,1
у т. ч. по за кордонних маршрутах	тис. км	L'в	576,5
Число рейсів	-	Zp	
загальне	-		2628
по закордонних маршрутах	-		1734

З результатів аналізу видно, що рухомий склад в АТП Львівської області експлуатується не зовсім ефективно. Про це свідчить невисокий коефіцієнт випуску і невеликий сумарний річний пробіг з вантажем за рік. Разом з тим,

потрібно відмітити досить високу середню експлуатаційну швидкість та зовсім невисоку – середню технічну. Це свідчить про те, що маршрути руху АТЗ плануються погано, оскільки автомобілі мають високі затримку в дорозі.

Малі за розміром парку (10-20 АТЗ) автотранспортні підприємства становлять більшість в області (76%) [3]. Кожне з них не повністю використовує вантажність власних транспортних засобів. Багато їздок виконується з 1/3-2/3 номінальної вантажності. АТП, особливо в останні місяці 2021 року, виконують будь-яке завдання, не дивлячись на його рентабельність і прибутковість. Це робиться з метою утримувати ринок перевезень.

1.2. Транспортна характеристика вантажу

Металобрухт – непридатні для прямого використання виробу або частини виробів, які втратили експлуатаційну цінність і містять чорні або кольорові метали чи їх сплави, а також вироби з непоправним металевим браком, залишки від виробництва та обробки чорних і кольорових металів та їх сплавів.

1.2.1. Класифікація металобрухту

1. Габаритний сталевий брухт
2. Негабаритний сталевий брухт
3. Брухт для подальшої переробки
4. Залізничний брухт
5. Брухт для пресування, брухт під порізку
6. Судновий брухт
7. Змішаний брухт
8. Сталеві канати і дріт
9. Сталева стружка
10. Чавунний брухт
11. Габаритний чавунний брухт
12. Негабаритний чавунний брухт
13. Брикети з чавунної стружки
14. Чавунна стружка

- 15.Доменний присад
- 16.Габаритний доменний присад
- 17.Негабаритний доменний присад
- 18.Окалина прокатного і ковальського виробництва
- 19.Зварювальний шлак
- 20.Однорідний металобрухт з відомим хімічним складом

Ліцензії на заготівлю та переробку металобрухту кольорових і/або чорних металів можуть видаватися лише спеціалізованим підприємствам. Ліцензії на заготівлю, переробку *та* металургійну переробку *металобрухту* кольорових і/або чорних металів можуть видаватися лише спеціалізованим металургійним переробним підприємствам.

1.2.2. Аналіз процесів підготовки вантажів. Для переробки металобрухту на підприємстві використовуються: Чехословацький гідравлічний прес міцністю 450 тон, алігаторні ножиці, копер, грохот, вогнева порізка. На транспортних підприємствах встановлено сучасне брухтопереробне обладнання, функціонують автомобільні ваги. Для відвантаження брухту в цеху наявні: три крана ГПК-5, укомплектований магнітними шайбами та поліп грейферами, самостійно розчинними коробами. Для відбору та переробки брухту та відходів легованих сталей створена ділянка, на якій методом спектрального аналізу визначається вид і марка сталі.

Транспортні компанії (ТК) у стані переробити та відвантажити до 5 тис. тон металобрухту на рік [3]. Для самовивозу металобрухту на ТК діє транспортний цех, який налічує 16 вантажних автомобілів, проте немає брухтовозів, які були б оснащені маніпуляторами для завантаження. У транспортному цеху встановлена киснева установка, яка забезпечує цехи кисневими балонами. На підприємстві створений відділ оперативного обліку, що надає більш ефективно опрацьовувати інформацію, постійно запроваджуються нові технології, підвищується інтелектуальний потенціал підприємства.

1.3 Аналіз аналогів обладнання для підготовки вантажу

Прес пакетування подвійного пресування металобрухту HP2 (рис.1.1) застосовується для пресування побутових відходів, легковагового металобрухту, переробки лому в автомобільній промисловості. Штоки циліндра, із спеціально нанесеним хромом для стійкості до будь-яких пошкоджень, зміцнені для підтримки максимальної міцності [7]. Стінки робочої камери виготовлені з твердих стійких до тертя металів, що дозволяє збільшити термін служби. Готове устаткування, використовуване в електронних і гідравлічних системах, представлене відомими світовими брендами, і відповідає європейським стандартам. Корпуси пресів виготовлені із сталі DIN St52.

Технічні дані
прес пакетування подвійного пресування металобрухту модель hp2 (50x30)
габарити пакету см 50 x 30 х... 50 x 40 х... 62 x 40 х... 80 x 40 х..80 x 45.
продуктивність преса т/год. 1 – 1,6
вага пакету кг 35 - 70 40 - 80 40 - 100 110 – 160
сила верхнього притиску тонн 45 45 70 85
потужність електродвигуна квт 11
робочий тиск кпа – 225
габарити преса. мм 1220x4100x1900
габарити корита мм 500x1200x560
вага преса кг 4000 5000 6000 10000



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд преса для виготовлення пакетів брухту чорного металу [10]



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд мобільного преса, який використовують при зборі металобрухту

В ході технологічного процесу весь корпус виготовляється із знятими деформаціями, і піскоструминний обробляється. Гідравлічна система охолодження – стандартна у всьому устаткуванні. Ножі, виготовлені з матеріалу DIN2379, твердість 55HRC розташовуються на межі корита і верхньої кришки. Зростаючий попит на ринку металопрокату і збільшення виробничих потужностей промислових підприємств України, викликає підвищений інтерес до лому чорних металів, адже він виступає як повноцінний замітник природної

сировини, що пройшов стадії збагачення і доменної плавки. Не варто забувати і про те, що при переробці металобрухту зменшуються витрати енергії, скорочується кількість стічних вод і шкідливих викидів у атмосферу, що є дуже важливим з точки зору екологічної безпеки (рис.1.3).



Рисунок 1.3 – Навантаження брухту з допомогою магнітного захоплювача

Завдяки багатолітньому досвіду співпраці з лідерами металургійної галузі, використанню в роботі вантажопідійомної техніки, спеціальних транспортних засобів, потужних пресів пакування і новітнього демонтажного устаткування світових виробників «СУПП Іванка» займає стійку конкурентоздатну позицію на ринку вторинних ресурсів.



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд підготовленого пакета металобрухту

Окрім цього компанія постійно підвищує кваліфікацію своїх співробітників, шукає ефективні методи удосконалення процесів збору і переробки металобрухту (рис.1.4).

1.4 Висновки та формулювання задач роботи

За передостанні два роки спостерігалось стійке зростання виробництва на підприємстві основних видів продукції. У 2024 році зазначена тенденція, нажаль, не зберігається. За підсумками останнього місяця 2025 року, порівняно з 2024, виробничі показники значно знизились.

2. Фінансові показники роботи транспортних компаній в 2024 році погіршилися за рахунок зростання цін на енергоносії та конкуренції на ринку транспортних послуг.

3. Перспективи розвитку підприємств є сприятливі, тому що споживання сталеної продукції у світі повинне зрости у післякризовий період (за прогнозами після 2025 року – до 800 млн. тонн)

4. Рухомий склад ТК експлуатується не зовсім ефективно. Про це свідчить невисокий коефіцієнт випуску і невеликий сумарний річний пробіг з вантажем за рік.

2 АНАЛІЗ ЧИННОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

2.1 Характеристика вантажопотоків та вантажів

2.1.1. Аналіз вантажопотоків. Номенклатура вантажів, які перевозяться фірмою є досить різноманітна. Так з України в основному везуть сировину (металопрокат, металобрухт, пиломатеріали, палети), з Польщі і Чехії – готову продукцію (засоби гігієни, продукти харчування, обладнання), з Голландії, Німеччини, Данії, Фінляндії – обладнання, одяг. Кожна машина виконує в середньому 2-3 рейси в місяць, отже на міжнародні перевезення підприємство отримує в місяць приблизно 30 заявок. За рік, приблизно, – 2600 рейсів.

Металобрухт перевозять, в основному, на металургійні підприємства Молдови, Македонії, Греції.

Тара в якій перевозять вантажі – це коробки, ящики, бочки, піддони. Власне, брухт перевозять без тари, але у підготовленому вигляді.

Вартість перевезень формується ринком на основі пропозиції і попиту. Через низьку платоспроможність українських фірм, ціна перевезення вантажів з України майже прирівнюється до собівартості перевезень, а ціна перевезень з Чехії і Польщі формується з собівартості і прибутку. Приблизна вартість фрахту за 1 км лежить в межах від 0,8 до 1,2 Євро.

АТП у стані переробити та відвантажити до 5 тис. тон металобрухту на рік. Для самовивозу металобрухту на підприємстві діє транспортний цех, який налічує 16 вантажних автомобілів, проте немає бруктовозів, які були б оснащені маніпуляторами для завантаження. У транспортному цеху встановлена киснева установка, яка забезпечує цехи кисневими балонами.

2.2 Визначення характеристик вантажопотоків

2.2.1. Методика збору і опрацювання статистичних даних. Обсяг пробігу з вантажем знаходиться в прямій залежності від величини вантажопотоків і характеру їхнього коливання [4]. Для дослідження вантажопотоків використано *статистичний* метод, що спирається на дані прямого обліку – безпосереднього

дослідження вантажоутворювальних і вантажоспоживчих пунктів і минулих транспортних документів, заповнюваних водіями автомобілів [5].

2.2.2. Подання статистичних даних. Кількісна оцінка провізних можливостей підприємства була проведена з використанням методу прогнозування по динамічних рядах об'єму перевезень (Q_i) і пробігу з вантажем. Даний метод прогнозування провізних можливостей володіє певними перевагами і недоліками з погляду їх точності і достовірності [12]. Для виявлення ступеня впливу окремих факторів на вантажопотоки використано початкові часові ряди (аркуш 1).

Таблиця 2.1 – Початкові дані для прогнозування 2026 року

Місяць	Змінна x	Обсяг перевезень, т	Пробіг з вантажем, км	Загальний пробіг, км
січень	1	12	26	32
лютий	2	25	51	60
березень	3	37	77	118
квітень	4	74	154	229
травень	5	68	141	204
червень	6	78	161	190
липень	7	93	160	182
серпень	8	84	174	200
вересень	9	78	192	209
жовтень	10	53	109	115
листопад	11	11	23	25
грудень	12	7	14	16

Прогнозування обсягу перевезень здійснювалось на основі кореляційно-регресійного аналізу [11]. Значення аргументу відповідають рокам (табл.2.2, аркуш 2), або місяцям (табл.2.1) що враховуються за прогнозуванням. Значення функції – обсяг перевезень, або пробіг з вантажем.

Таблиця 2.2 – Початкові дані для прогнозування (динамічні часові ряди)

Рік	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Змінна x	1	2	3	4	5	6	7	8
Пробіг, тис.км	11620	14456	15200	20198	23568	44205	71972,5	62691
Обсяг перевезень, тис. тон	1245	9703	10036	10192	11623	13156	265220	117348

Аналіз динаміки певних техніко-економічних і техніко-експлуатаційних показників роботи підприємства дозволяє описати характер їх зміни аналітичними залежностями (аркуш 2). Згідно отриманих значень функції будуються графіки, а за вихідними даними – гістограма зміни обсягу перевезень (див. аркуш 2).

Поліноміальна формула для розрахунку ліній тренда використовується для апроксимації даних по методу найменших квадратів відповідно до рівняння:

$$y = b + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3, \quad (2.1)$$

де y – залежна змінна (обсяг перевезення, або пробіг з вантажем); x – незалежна змінна (місяць календарного періоду, або рік); c – постійний коефіцієнт, що визначається обчисленнями.

Величина R -квадрат визначалась з виразу [4]:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}, \quad (2.2)$$

$$\text{де} \quad SSE = \sum_i (Y_i - \tilde{Y}_i)^2, \quad (2.3)$$

$Y, \tilde{Y}$ – відповідно теоретичне й емпіричне значення залежної змінної;

$$SST = \sum_i (Y_i)^2 - \frac{\sum_i (\tilde{Y}_i)^2}{n}, \quad (2.4)$$

n – кількість емпіричних даних.

Оскільки найбільшому коефіцієнту кореляції відповідає функція, яка найкраще відображає зміну приросту обсягу перевезень, то приймаємо за основну залежність ту, для якої коефіцієнт кореляції дорівнює 0,91, і відповідає тісному зв'язку.

2.2.3. Аналіз результатів статистичних досліджень. Прогнозований обсяг перевезень вантажів автомобілями на планований 2026 рік становитиме 117,3 тис. тон, а плановий пробіг з вантажем – 62691 тис. км. В розрізі поточного 2025 року обсяг перевезення також має коливання, що не пов'язано із сезонними особливостями (табл.2.3.).

Коефіцієнт нерівномірності обсягів перевезень обчислюють за формулою:

$$\eta_Q = \frac{Q_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}, \quad (2.5)$$

де $Q_{\max}$, $Q_{\min}$ – відповідно, максимальний і мінімальний обсяги перевезення, тон.
Для минулого, звітнього 2024-го року коефіцієнт нерівномірності становив $\eta_Q = 1,68$, а для прогнозованого 2023 – 1,52. Діаграма прогнозованих даних – на арк. 2.

2.3 Аналіз заданої транспортної мережі

2.3.1. Віддалі між транспортними пунктами. У цій роботі розглядалась транспортна мережа, яку обслуговує підприємство – транспортні пункти Яворівського і Жовківського районів. Аналіз цієї мережі проводився за такою методикою [13]. Задана транспортна мережа, кожен пункт якої можна описати координатами, добовим вантажопотоком (табл.2.3). Характеристика транспортних пунктів як відправників/споживачів фізичного вантажу подано в додатку А.

Таблиця 2.3 – Характеристика транспортних пунктів

Населений пункт	Позначення	Координати, км		Вантажопотік, т/добу, q_i
		x_i	y_i	
Новояворівськ	О	38,0	20,0	+
Яворів	А	34,0	22,0	200
Янів	Б	46,0	18,0	500
Львів	В	60,0	9,0	700
Жовква	Г	61,0	35,0	800
Городок	Д	42,0	0,0	300
Шегині	Е	0,0	5,0	300
Краківець	Є	13,0	25,0	500
Червоноград	Ж	70,0	75,0	400
Великі Мости	З	72,0	58,0	200
Рава-Руська	К	40,0	59,0	900
Мостиська	Л	13,0	2,0	125
Судова Вишня	М	1,0	0,0	130

Примітка: знак „-“, означає, що транспортний пункт є споживачем вантажопотоків, знак „+” – відправником.

Визначаю відстані між заданими пунктами, скориставшись їх координатами по осі x , та y (табл.2.3). Для цього потрібно визначити коефіцієнт криволінійності. [12]. Знайдені таким чином довжини доріг подані в табл. Д.А1.

2.3.2. Побудова найкоротшої зв'язуючої мережі. Сформуємо найкоротшу зв'язуючу мережу, вибравши найкоротший шлях, який починається в початковому пункті – м.Рава-Руська, парк ТзОВ „СУПП Іванка”, обходить усі задані пункти і закінчується в пункті Рава-Руська. Для цього використано алгоритм лінійного програмування, який служить для розв'язання задач комівояжера [16].

Для подальшого розв'язання складено табл. 2.4 і записано в неї початкові дані. В таблиця показано приклад пошуку найкоротшої відстані від пункту м.Рава-Руська, через усі пункти-споживачі – до пункту м.Рава-Руська.

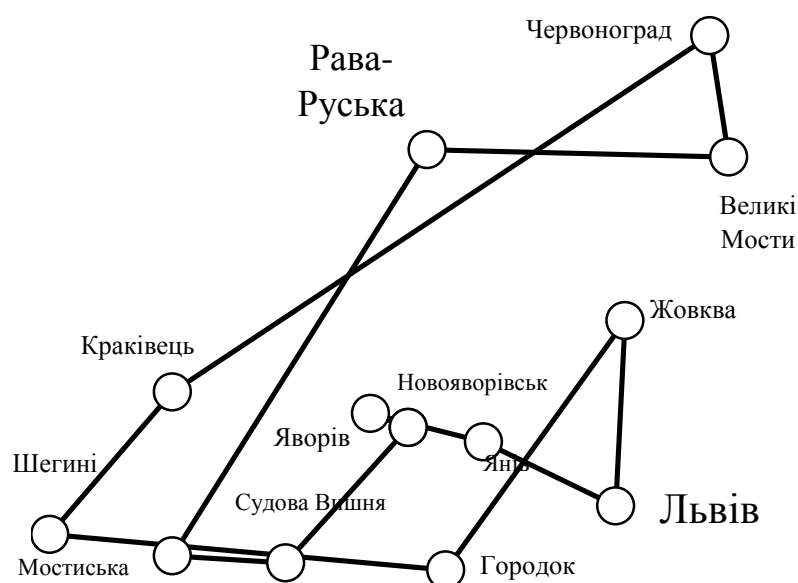


Рисунок 2.1 – Найкоротша зв'язуюча мережа

Таким чином, застосувавши алгоритм, знаходимо, що шлях, що утворює найкоротшу зв'язуючу мережу – це: Рава-Руська-Новояворівськ- Судова Вишня- Мостиська- Рава-Руська- Великі Мости- Червоноград- Краківець- Шегині- Городок- Жовква- Львів- Янів- Яворів (рис.2.1).

Цю задачу розв'язано з допомогою прикладної програми *Solver* в електронних таблицях *Excel*.

Знайдена найкоротша зв'язуюча мережа, насправді не є безпосереднім засобом для складання маршрутів. Реальні розвізні маршрути складають з врахуванням фактичної вантажності транспортних засобів, параметрів вантажопотоків. Проте задана черговість об'їзду пунктів вважається обмеженням для розв'язування усіх наступних задач.

2.3.3. Розрахунок маршрутів за методом Кларка-Райта. Перевагами методу є його простота, надійність і гнучкість, що дозволяє враховувати цілий ряд додаткових чинників, які впливають на кінцеве рішення задачі. Суть методу полягає в тому, щоб, відштовхуючись від початкової схеми доставки (рис. 2.2), яка являє собою систему маятникових маршрутів, по кроках можна перейти до оптимальної схеми доставки на кільцевих маршрутах. З цією метою вводиться таке поняття, як покілометровий виграш, який обчислюємо за формулою:

$$s_{ij} = l_{*i} + l_{*j} - l_{ij}, \text{ км}, \quad (2.8)$$

де l_{*i}, l_{*j} – відстань, по маятникових маршрутах між гуртовою базою * і пунктами i та j відповідно, км.; l_{ij} – відстань між пунктами i та j , км.

Маятникові маршрути використовуються в тих випадках, коли обсяг попиту у одержувача співставимий або навіть перевищує вантажність автомобіля. Насправді, як бачимо з табл.2.4, так не є. Кільцеві маршрути використовуються в тих випадках, коли обсяг попиту істотно менше вантажомісткості автомобіля. В цьому випадку в кузовному відсіку транспортного засобу формується збірний вантаж, призначений відразу для декількох споживачів.

Для прикладу розрахуємо покілометровий виграш від об'єднання двох маятникових маршрутів: Новояворівськ– Яворів –Новояворівськ, та Яворів – Судова Вишня – Яворів. Потенційний виграш при цьому становитиме: $s_{ij} = 17,42 + 14,2 - 12,0 = 19,62$ км.

Усі інші отримані за формулою (2.8) значення заносимо в ДА.2, де представлені потенційні покілометрові виграші з об'єднання усіх можливих

маятникових маршрутів. Тепер, коли проведена вся необхідна підготовча робота, приступимо безпосередньо до рішення задачі.

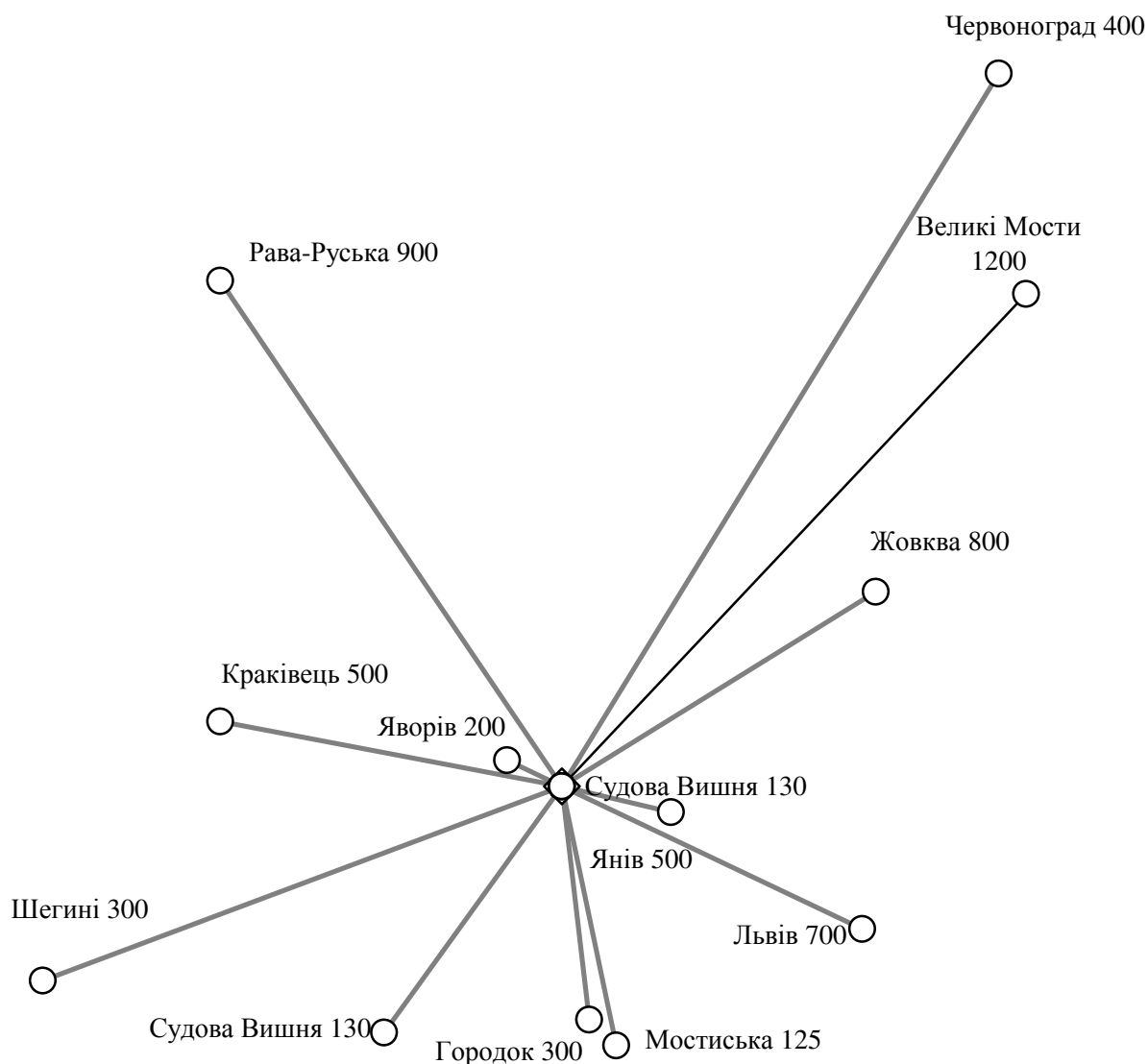


Рисунок 2.2 – Схема початкових маятникових маршрутів: цифри біля назв транспортних пунктів означають добовий обсяг вантажопотоку (тон)

Скористаємося алгоритмом Кларка-Райта. Координати транспортних пунктів подані на аркуші 3 графічної частини. Картограма зображена на аркуші 4 графічної частини. Потрібно знайти найкоротшу віддаль між будь-якими двома заданими вершинами. Задача розв'язується методами лінійного програмування [13].

В результаті складено маршрути дрібногуртових перевезень, які виконуються ТЗОВ „СУПП Іванка” по території Яворівського та Жовківського районів з

врахуванням реальних вантажопотоків та вантажності наявних транспортних засобів (табл.2.4), (аркуш 4 графічної частини).

Таблиця 2.4 – Параметри складених кільцевих маршрутів ТзОВ „СУПП Іванка”

Показник	Автомобіль	
	Мерседес	ГАЗ
Номінальна вантажність, кг	10000	13500
Фактична вантажність, кг	10000	13500
Коефіцієнт статичного використання вантажності	1,00	1,00
Коефіцієнт динамічного використання вантажності	0,03	0,12
Пробіг з вантажем, км	200	166
Довжина маршруту, км	225	180
Коефіцієнт використання пробігу	0,89	0,92
Пробіг без вантажу, км	25	14
Середня технічна швидкість, км/год.	22	22
Тривалість вантажних робіт, год.	1	1
Транспортна робота т-км	128,8	401,3
Перевезено на маршрутах, тон	6055	6055
Продуктивність		
т-км/год	2,5365	3,390
т/год	4,188	10,412

Таблиця 2.5 – Позначення і характеристика транспортних пунктів при розв’язуванні задачі маршрутизації великогуртових перевезень

Назва пункту	Позначення	Добові вантажопотоки, тон
Рава-Руська	АТП	–
Яворів	В1	400
Львів	В2	800
Жовква	В3	200
Краківець	В4	1200
Янів	С1	600
Городок	С2	300
Шегині	С3	400
Великі Мости	С4	700
Мостиська	С5	500
Судова Вишня	С6	600

Алгоритм розв'язання застосовано такий [13].

2.3.4. Пошук найкоротших відстаней між будь-якими двома транспортними пунктами. Метою розв'язування цієї задачі було складання раціональних маршрутів перевезення ТзОВ „СУПП Іванка” продукції інших виробників за замовленням. При цьому деякі з транспортних пунктів стають відправниками, інші – споживачами вантажів (табл.2.5).

Визначаємо найкоротшу відстань від першого транспортного пункту до всіх інших (табл.2.6).

Таблиця 2.6 – Найкоротші відстані та маршрути транспортної мережі

Споживачі	Відправники			
	B1	B2	B3	B4
C1	19,2	29,9	30,2	6,3
C2	30,6	33,3	39	36,9
C3	13,6	16,3	33,8	19,9
C4	38,8	32,8	7,6	44,1
C5	28	6,1	46,5	42,3
C6	40,3	13,8	27,6	47
C7	35	7,8	32,6	42
C8	4	31,5	49,8	13,3

3 РОЗРОБЛЕННЯ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Оптимізація вантажопотоків

3.1.1. Формулювання задачі. Мета даного етапу – розробити такі вантажопотоки, щоб сумарний вантажообіг при виконанні поставленого змінного завдання для перевезень був мінімальним. Для розв’язування потрібно використати один з методів лінійного програмування, або ж прикладну комп’ютерну програму, де ці методи є закладеними (Solver) [13]. У кожному випадку потрібно занести потрібні обсяги відправок B_i і споживання C_j в табл.3.1, яку називають матрицею перевезень. Матрицю перевезень складають для однорідних вантажів (ті, що відносяться до одного класу за ознакою γ_c . У горішніх правих кутах кожної з клітин записуємо на основі табл. ДА.1 змінного завдання, та відстані l_{ij} між відповідними відправниками та споживачами.

Таблиця 3.1 – Матриця перевезень

Споживачі	Відправники					Разом	Задано
	B1	B2	B3	B4	Фікт		
C1	0	100	0	0	100	200	600
C2	0	0	0	300	0	300	300
C3	0	0	0	400	0	400	400
C4	100	100	0	500	0	700	700
C5	300	0	200	0	0	500	500
C6	0	600	0	0	0	600	600
Разом	400	800	200	1200	100		2700
Задано	400	800	200	1200	100	2700	

Визначимо для нього обсяг транспортної роботи $P^* = 27208$ т·км.

3.1.2. Оптимізація марних пробігів. Зміст задачі полягає в тому, що для початкових даних задачі, сформульованої в п. 3.1.1 знайти оптимальні автомобілепотоки за мінімальним марним пробігом. В цьому випадку приймається, що перевезення виконують умовні АТЗ з вантажністю 1 т. На даному етапі критерієм оптимізації є:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij} \cdot q_{ji} \rightarrow \min \quad (3.1)$$

де l_{ij} – марний пробіг автомобілів, км;

q_{ji} – кількість подач порожніх умовних однотонних автомобілів до пункту завантаження.

Для розв'язання цієї задачі спочатку, враховуючи оптимальне закріплення, споживачів за відправниками однорідного вантажу (табл. 3.1), складемо табл. 3.2 заявок на перевезення. Кількість циклів Z_o дорівнює запланованому обсягу перевезень.

Таблиця 3.2 – Матриця марних пробігів, км

	B1	B2	B3	B4
C1	0	0	0	600
C2	0	500	200	0
C3	0	0	0	400
C4	100	0	0	300
C5	300	0	0	200
C6	0	0	0	500

Сумарний марний пробіг автомобілів, згідно з оптимальним розв'язком становить 27208 км.

3.1.3. Компонування маршрутів. Для обґрунтування раціональних маршрутів перевезення вантажів складають так звану суміщену матрицю (табл. 3.3), для чого вносять в оптимальний розв'язок марних пробігів (цифри праворуч в клітинах) раніше наведену таблицю заявок (цифри ліворуч в клітинах). Перш, ніж розпочати складання маршрутів руху, потрібно переконатись у тому, що всі дані занесені в табл. 3.3 правильно. Для цього потрібно, щоб суми пробігів з вантажем дорівнювали сумам марних пробігів по всіх рядках та стовпцях.

Складання маршрутів починають з виписування найпростіших, тобто маятникових. Маятниковим маршрут буде тоді, коли в одній клітині знаходяться одночасно як поїздки з вантажем, так і марні. Прикладом є єдиний маятниковий маршрут B_1C_4 , по якому здійснюється 400 циклів. Параметри запроектованих

маршрутів потрібно звести в окрему таблицю (табл. 3.4). Дані табл. 3.5 використовуються в подальшому для наступних розрахунків.

Таблиця 3.3 – Суміщена матриця

Споживачі	Відправники							
	Яворів		Львів		Жовква		Рава-Руська	
	марний	вантаж	марний	вантаж	марний	вантаж	марний	вантаж
Янів	0	0	0	100	0	0	600	0
Городок	0	0	500	0	200	0	0	300
Шегині	0	0	0	0	0	0	400	400
Городок	0	100	0	100	0	0	300	500
Мостиська	0	300	0	0	0	200	200	0
Судова Вишня	0	0	0	600	0	0	500	0

Таблиця 3.4 – Перевезення на кільцевих маршрутах

Споживачі	Відправники							
	Яворів		Львів		Жовква		Рава-Руська	
	з вантажем	марний	з вантажем	марний	з вантажем	марний	з вантажем	марний
Янів	0	0	0	100	0	0	600	0
Городок	0	0	500	0	200	0	0	300
В. Мости	0	100	0	100	0	0	0	200
Мостиська	0	300	0	0	0	200	200	0
С. Вишня	0	0	0	600	0	0	500	0

3.1.4. Розроблення картограми вантажопотоків та її аналіз. На карті району (М 1:20000), територію якого попередньо поділимо координатною сіткою, визначаємо вантажовідправників і складаємо ситуаційний план, за методикою, викладеною в [11] . По карті з врахуванням коефіцієнта нелінійності $k=1,3$ визначаємо відстані між вантажовідправниками і заносимо отримані дані. Ситуаційний план транспортного процесу показано на аркуші 5 графічної частини.

3.2 Вибір типів та марок АТЗ та їх ефективність

3.2.1. Порівняння автомобілів. Для перевезення вантажів необхідно вибирати автомобіль такої вантажності, за якої транспортна робота виконувалась би з

мінімальними витратами. Вибір автомобіля буде проводитися серед автомобілів, як найбільш прийнятні з точки зору забезпечення економічності і вантажності для задоволення заданого вантажообігу. В табл. 3.5 вказані їх економічні показники.

Таблиця 3.5 – Характеристика рухомого складу, який можна використовувати на заданих перевезеннях

Тип та марка	Вантажність, т	Річні витрати на утримання, грн.	Змінні витрати $C_{км}$, грн./км	Постійні витрати C_n , грн./год
MERSEDES 1735	7,2	2680	10,529	149
MAN TGA 18.480	8,5	2740	10,142	154
КРАЗ 256 Б1	10,5	3730	12,028	168

Визначимо оптимальний автомобіль для виконання перевезень за мінімумом витрат на перевезення, врахуванням індексації цін:

$$C_{км_j} = k_{зм} \cdot C_{зм_j} + \frac{k_{нос} \cdot C_{нос_j}}{V_T}; \text{ грн.} \quad (3.2)$$

$$C_{км_1} = 10 \cdot 0,08218 + \frac{4 \cdot 1,49}{25,625} = 1,06 \text{ грн./км.}$$

$$C_{км_2} = 10 \cdot 0,105 + \frac{4 \cdot 1,64}{25,625} = 1,32 \text{ грн./км}$$

Час простою автомобіля під навантаженням і розвантаженням:

$$t_{нв_j} = t_{T_j} \cdot q_j \cdot \gamma_p \cdot (1 + k_z) + t_{нз}, \text{ год.} \quad (3.3)$$

де t_T – витрати часу на навантаження-розвантаження 1 т вантажу [5];

k_z – коефіцієнт супутнього збору $k_z = 0,14$;

γ_p – коефіцієнт вантажності $\gamma_p = 0,784$;

$t_{нз}$ – затрати часу на підготовчо-заклучні операції $t_{нз} = 0,15$ год.

Наприклад, для першого автомобіля:

$$t_{нв_1} = 0,34 \cdot 2 \cdot 0,784 \cdot (1 + 0,14) + 0,15 = 0,758 \text{ год.}$$

Для інших автомобілів час навантаження-розвантаження подано в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Тривалість навантаження і розвантаження автомобілів

Марка	Вантажність, т	Норма часу на 1 т вантажу, год.	Час нав.-розвантаження, год.
MERSEDES 1735	7,2	0,34	0,41
MAN TGA 18.480	8,5	0,34	2,89
КРАЗ 256 Б1	10,5	0,34	3,57

Середній розмір партії вантажу:

$$g_p = \frac{\sum_{i=1}^n q_{pi}}{n_3} = (2+3+4+6+7+2,5+1+4,5+4+4+7+4+2+6+3)/15=4 \text{ т.}$$

Середня відстань доставки:

$$l_i = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n_3} = (0,46+0,88+0,78+1,1+1,35+0,96+0,99+0,65+1,2+0,92+1,03+0,78+0,54+0,39+0,3)/15=0,822 \text{ км,}$$

де l_i – відстані доставки вантажу в i -ий пункт завою.

Середня відстань пробігу автомобіля між суміжними пунктами вивозу вантажу

$$l_{(i-1)-1} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{(i-1)-1}}{n_3} = (0,16+0,2+0,31+0,3+0,33+0,2+0,47+0,52+0,4+0,34+0,52+0,6)/12=0,33 \text{ км,}$$

3.2.3. Техніко-експлуатаційна характеристика вибраного АТЗ. Технічна характеристика вибраного автомобіля MAN TGA 18.480 наведена в табл. 3.7 [1].

Таблиця 3.7 – Коротка технічна характеристика автомобіля MAN TGA 18.480

Показник	Значення
Вантажність, т	8,5
Повна маса, т	17,45
Максимальна швидкість, км/год.	85
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	8525
- ширина	2470
- висота	3205
Розміри кузова, мм:	
- довжина	6500
- ширина	2230

3.3 Конструювання мобільного гідравлічного преса

Принцип завантажувальної камери преса заснований на роботі 3-х плоских компресійних кришок (рис.3.1). Унікальна конструкція кришок дає Користувачеві додатковий простір при завантаженні металобрухту.

Таблиця 3.8 – Експлуатаційні показники використання вибраного рухомого складу

Показник	Маршрут					
	M1	K1	K2	K3	K4	K5
Середня технічна швидкість, км/год.	80	75	80	80	60	80
Довжина маршруту, км	40	300	210	350	270	160
Нульовий пробіг, км	25	12	20	8	18	28
Тривалість вантажних робіт, год	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Розмір партії вантажу, т	200	300	400	700	500	600
Коефіцієнт використання вантажності	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Час однієї їздки, год.	2,10	5,60	4,23	5,98	6,10	3,60
Кількість їздок за добу	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00
Тривалість роботи автомобіля, год	6,61	5,76	8,70	6,08	6,40	7,55
Добова продуктивність автомобіля, ткм/т	77	192	269	224	173	205
Кількість автомобілів на маршруті	5	13	15	13	18	13
Автомобіле-години в експлуатації	33,1	132,5	130,5	322,0	243,2	173,7
Загальний пробіг автомобіля, км	145	312	440	358	288	348
Фактичний добовий обсяг перевезень, т						
вантажу	9,6	14,7	19,2	33,9	24,3	29,4
тари	1,44	2,21	2,88	5,09	3,65	4,42
Фактичний вантажообіг, ткм						
вантажу	1392	4593	8448	12143	7004	10245
тари	209	689	1267	1822	1051	1537

Кут закриття лівої кришки 120°, замість стандартних 90° - металобрухт спресовується сильніше звичайного, унаслідок чого проходження готового пакету зменшує знос конструкції. У відмінності від більшості конструкцій, всі компресійні кришки мають плоскі поверхні, що позитивно впливає на рівномірний розподіл навантажень, а так само сприятливо позначається на таких важливих чинниках, як простота і вартість обслуговування. Завдяки особливій конструкції завантажувальної камери відсутній контакт металобрухту, що

переробляється, з валами кришок, що дозволяє Користувачеві практично забути про такий трудомісткий і дорогий процес як заміна валів. Спеціально передбачені жолоби під петлями стулок приймальної камери дозволяють збирати всю рідину з камери в ємкості, що, по-перше, зменшує ризик спалаху легкозаймистих рідин при їх попаданні в приймальну камеру при пресуванні, по-друге, оберігає забруднення ґрунту і самої машини. Мобільний прес повністю відповідає європейським дорожнім стандартам [13]. Мобільні преси, встановлені безпосередньо на шасі, легко перевозити порівняно з тими, що транспортуються або стаціонарними. Для їх перевезення буде потрібно тільки тягач. Після приїзду на майданчик тягач можна залишити прикріпленим до устаткування, що додасть їй більше стійкості, або використовувати в інших цілях. Особливістю серії AL 5000 є величезна сила пресування:

- крім 3-х кришок із зусиллям 130 т кожна, лом пресується двома циліндрами остаточного стиснення 150 т + 150 т, зусилля яких направлені по тій, що горизонтальній направляє назустріч один одному.

Дана особливість скорочує час циклу, а також позитивним чином впливає на щільність пакету. Щільність пакету до 1800!

Робота в режимі "прес" може здійснювати як в ручному, так і в автоматичному режимі. Продуктивність від 8 до 15 т/час залежно від характеристик лому, що поступає, швидкості завантаження і кваліфікації оператора. Дані по продуктивності т/ч є нормативними показниками, які припускають безперервне завантаження матеріалу, і залежать від ступеня наповнення приймальної камери.

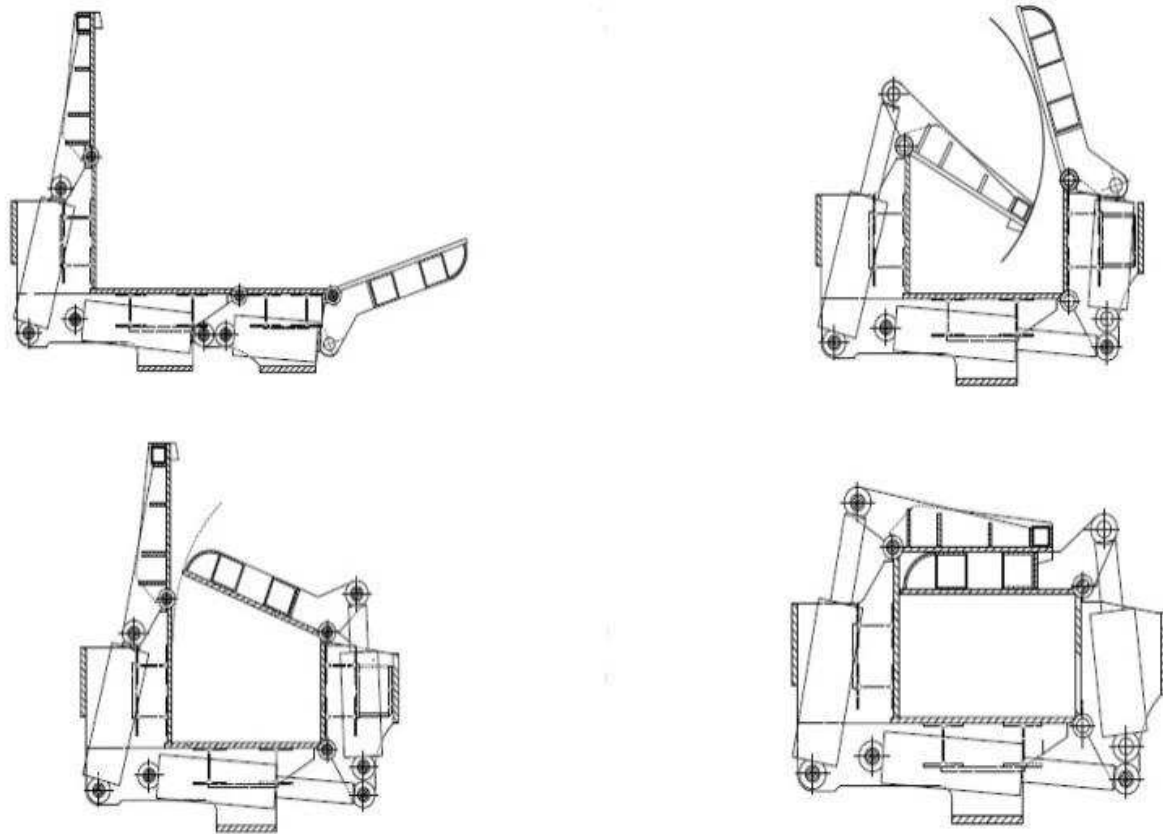


Рисунок 3.1 – Схема роботи преса

3.4 Розрахунок силових та геометричних параметрів гідроприводу

Вибір робочої рідини виконуємо залежно від температурних умов (від -30°C до $+40^{\circ}\text{C}$), режиму роботи гідроприводу (без перевантажень тощо) і його робочого тиску (16 МПа). Приймаємо робочу рідину: масло індустріальне 30 з густиною $\rho = 890 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, кінематичною в'язкістю $\nu = 28 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$. Значення робочого тиску (МПа) вибираємо з ряду нормативних даних. Для умов роботи досліджуваного гідроприводу приймаємо значення тиску $P = 16$ МПа.

3.4.1. Розрахунок розмірів гідроциліндра. Площу поршня гідроциліндра визначаємо за вибраним тиском і розрахунковим навантаженням із співвідношення:

$$S_e = \frac{F}{P \cdot \eta_{\text{МЦ}} \cdot \eta_{\text{ГА}}}, \quad (3.4)$$

де S_e – ефективна площа поршня гідроциліндра, м^2 ; F – зусилля на штоку, Н, (вибираємо зусилля, яке приблизно рівне половині ваги платформи); P – робочий

тиск, Па; $\eta_{\text{мц}}$ - механічний к.к.д. гідроциліндра; $\eta_{\text{ГА}}$ – гідравлічний к.к.д. гідроапаратури.

Гідравлічний к.к.д. гідроапаратури $\eta_{\text{ГА}}$ визначає втрати тиску в трубопроводах і гідроапаратурі, що входить до складу привода. Приймаємо $\eta_{\text{ГА}} = 0,85$. Площа поршня гідроциліндра дорівнює

$$S_e = \frac{10 \cdot 10^4}{16 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,85} = 0,00817 \text{ (м}^2\text{)}.$$

За отриманою ефективною площею поршня гідроциліндра визначаємо діаметр поршня за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S_e}{\pi}}, \quad (3.5)$$

$$\text{Отримаємо діаметр поршня } D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00817}{\pi}} = 0,102 \text{ (м)}.$$

Одержане значення діаметра поршня округлюємо згідно з [14] відповідно до ряду розмірів діаметрів. Приймаємо діаметр поршня 100 (мм).

Діаметр штока визначаємо за формулою

$$d = D \cdot \alpha. \quad (3.6)$$

де α – відношення діаметра штока до діаметра поршня ($\alpha = \frac{d}{D}$).

При цьому α вибираємо залежно від величини робочого тиску ($P > 10$ МПа): $\alpha = 0,8$. Діаметр штока дорівнює $d = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08$ (м). Округлюємо значення штока до нормативного: $d = 80$ (мм). За вибраними стандартними значеннями діаметрів поршня D і штока d уточнюємо ефективні площі напірної S_e і зливної $S_{\text{зл}}$ порожнин гідроциліндра. Ефективну площу напірної порожнини гідроциліндра знаходимо за формулою

$$S_e = \frac{\pi \cdot D^2}{4}. \quad (3.7)$$

$$\text{Ефективна площа дорівнює } S_e = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,00785 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Зливну площу напірної порожнини гідроциліндра знаходимо за формулою

$$S_{3л} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}. \quad (3.8)$$

Зливна площа дорівнює

$$S_{3л} = \frac{3,14 \cdot (0,1^2 - 0,08^2)}{4} = 0,00283 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Розрахунок гідроциліндра на міцність та стійкість. При розрахунку гідроциліндрів на міцність та стійкість визначають товщину стінок циліндра, товщину кришок (головок), діаметр штока, діаметри шпильок або болтів для кріплення кришок, ширину поршнів тощо. У залежності від співвідношення зовнішнього D_H та внутрішнього D діаметрів циліндри поділяються на товстостінні й тонкостінні. Товстостінними називають циліндри, в яких $D_H / D > 1,2$, а тонкостінними – циліндри, у яких $D_H / D < 1,2$. Товщину стінки товстостінного гідроциліндра визначаємо за формулою:

$$\delta = \frac{D}{2} \left[\sqrt{\frac{[\sigma] + P_y(1 - 2\mu)}{[\sigma] - P_y(1 + 2\mu)}} - 1 \right], \quad (3.9)$$

де P_y – умовний тиск, рівний $(1,2 \dots 1,3) \cdot P = 1,25 \cdot 16 = 20 \text{ (МПа)}$;

$[\sigma]$ – допустиме напруження на розтяг (для легованої сталі $16 \cdot 10^7 \text{ Па}$);

μ – коефіцієнт поперечної деформації (коефіцієнт Пуассона), рівний для сталі 0,29.

До визначеної за цією формулою товщини стінки гідроциліндра додається припуск на обробку матеріалу. Для $D = 30 \dots 180 \text{ мм}$ припуск приймаємо рівним 0,5...1 мм.

$$\delta = \frac{0,1}{2} \left[\sqrt{\frac{16 \cdot 10^7 + 2 \cdot 10^7 \cdot (1 - 2 \cdot 0,29)}{16 \cdot 10^7 - 2 \cdot 10^7 \cdot (1 + 2 \cdot 0,29)}} - 1 \right] + 0,000739 = 0,008 \text{ (м)} = 8 \text{ (мм)}.$$

Ширину поршня гідроциліндра визначаємо із залежності:

$$B \approx 0,5 \cdot D. \quad (3.10)$$

$$B \approx 0,5 \cdot 0,1 = 0,05 \text{ (м)} = 50 \text{ (мм)}.$$

Товщину кришки циліндра визначаємо за формулою:

$$\delta_K = 0,433 \cdot d_K \cdot \sqrt{\frac{P_y}{[\sigma]}}, \quad (3.11)$$

де d_K – діаметр кришки ($d_K \approx 0,925 \cdot D = 0,093$ м).

$$\delta_K = 0,433 \cdot 0,093 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10^7}{16 \cdot 10^7}} = 0,014 \text{ (м)} = 14 \text{ (мм)}.$$

Діаметр болтів для кришок гідроциліндрів:

$$d_{\sigma} = D \cdot \sqrt{\frac{P}{1,2 \cdot n \cdot [\sigma_p]}}, \quad (3.12)$$

де n – кількість болтів; $[\sigma_p]$ – допустиме напруження на розтяг болтів.

$$d_{\sigma} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{16 \cdot 10^6}{1,2 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 10^7}} = 0,014 \text{ (м)} = 14 \text{ (мм)}.$$

Хід поршня і довжина гідроциліндра прийняті із конструктивних міркувань і дорівнюють відповідно:

$$S = 1000 \text{ мм}; L = B + 2 \cdot \delta_K + S. \quad (3.13)$$

$$L = 1 + 2 \cdot 0,014 + 0,5 = 1,078 \text{ (м)} = 1078 \text{ (мм)}.$$

Перевіримо, чи задовольняє розраховане вище значення діаметра штока умову міцності на стиск:

$$d > D \sqrt{\frac{F}{[\sigma_c]}}, \quad (3.14)$$

де $[\sigma_c]$ – допустиме напруження на стиск штока, МПа.

$$d = 0,08 > 0,1 \sqrt{\frac{100000}{77800000}} = 0,036.$$

Отже умова міцності на стиск задовольняється.

Штоки, довжина яких більша 10 діаметрів і які працюють на стиск, розраховують також на поздовжній згин (стійкість) за формулою Ейлера:

$$\frac{F}{f} < \sigma_{кр}, \quad (3.15)$$

де $\sigma_{кр}$ – критичне напруження при поздовжньому згині,

f – площа поперечного перерізу штока.

Перевіримо, чи задовольняє розраховане вище значення діаметра штока умову міцності на стійкість (поздовжній згин):

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,08}{4} = 0,00503 \text{ м}^2; \frac{100000}{0,00503} = 19,89 \text{ МПа} < \sigma_{кр} = 464 \text{ МПа}.$$

Отже, умова міцності на стійкість (поздовжній згин) виконується.

Розрахунок необхідної витрати рідини. Необхідну витрату рідини $Q_{НОМ}$ ($\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$), що надходить у гідроциліндр, знаходимо за формулою:

$$Q_{НОМ} = V_n \cdot S_e, \quad (3.16)$$

де V_n – швидкість руху поршня, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$;

S_e – ефективна площа поршня гідроциліндра, м^2 ;

Необхідна витрата рідини дорівнює:

$$Q_{НОМ} = 0,06 \cdot 0,0785 = 0,00047 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) = 28,27 \left(\frac{\text{л}}{\text{хв}} \right).$$

Необхідна подача насоса буде дорівнювати (для двох гідроциліндрів):

$$Q_H = 2 \cdot k \cdot Q_{НОМ}, \quad (3.17)$$

де коефіцієнт втрат $k = 1,05-1,15$; приймаємо $k = 1,1$.

Одержимо значення необхідної подачі насоса

$$Q_H = 2 \cdot 1,1 \cdot 0,00047 = 0,00104 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) = 62,2 \left(\frac{\text{л}}{\text{хв}} \right).$$

Необхідну витрату рідини $Q_{зл} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, що виходить із зливної порожнини гідроциліндра, знаходять за формулою:

$$Q_{зл} = V_n \cdot S_{зл}. \quad (3.18)$$

Визначаємо витрати рідини зливної лінії

$$Q_{зл} = 0,06 \cdot 0,00283 = 0,00017 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) = 10,2 \left(\frac{\text{л}}{\text{хв}} \right).$$

Тип і марку гідророзподільника вибираємо за робочим тиском $P = 16$ МПа

і максимальною витратою через розподільник $Q_p = 2 \cdot Q_{НОМ} = 56,55 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$.

Вибираємо із [14] гідророзподільник типу 1Р203, для якого $Q_{НОМ}^P = 120 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$,

$$\Delta p_{НОМ}^P = 0,3 \text{ МПа}.$$

Типорозмір дроселя вибираємо за робочим тиском $P = 16$ МПа і витратою через дросель $Q_{ДР} = Q_{ЗЛ} = 10,2 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$. Вибираємо дросель типу ДК-12, для якого

$$Q_{НОМ}^{ДР} = 25 \frac{\text{л}}{\text{хв}}, \Delta p_{НОМ}^{ДР} = 0,3 \text{ МПа}.$$

Фільтр і його типорозмір вибираємо за витратою робочої рідини в гідролінії $Q_{\Phi} = 2 \cdot Q_{ЗЛ} = 20,4 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$ і необхідною для даного гідроприводу тонкістю фільтрації,

яка із [2] дорівнює 5 – 10 мкм. Вибираємо фільтр марки 0,08 АС42-53, для якого

$$Q_{НОМ}^{\Phi} = 32 \frac{\text{л}}{\text{хв}}, \Delta p_{НОМ}^{\Phi} = 0,1 \text{ МПа}.$$

Розрахунок трубопроводів виконується на ділянках і полягає у визначенні їх діаметрів. Діаметри трубопроводів визначають, виходячи із забезпечення допустимої швидкості течії $V_{ДОП}$, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$, що повинні бути в рекомендованих межах [2]. Діаметри трубопроводів визначаємо за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V_{ДОП}}}, \quad (3.19)$$

де Q – витрата рідини на даній ділянці гідромережі, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$.

Для всмоктувальної гідролінії $Q_{ВС} = Q_{Н} = 0,00104 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$.

$$d_{ВС} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00104}{3,14 \cdot 1}} = 0,036 \text{ (м)} = 36 \text{ (мм)}.$$

Отримані діаметри округлюють. Приймаємо $d_{ВС} = 40$ мм.

Для напірної гідролінії $Q_{\text{НАП}} = 2 \cdot Q_{\text{НОМ}} = 0,00094 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$.

$$d_{\text{НАП}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00094}{3,14 \cdot 4}} = 0,017 \text{ (м)} = 17 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо $d_{\text{НАП}} = 20 \text{ мм}$.

Для напірної гідролінії до кожного гідроциліндра

$$Q_{\text{НАП(Г)}} = Q_{\text{НОМ}} = 0,00047 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

$$d_{\text{НАП(г)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00047}{3,14 \cdot 4}} = 0,012 \text{ (м)} = 12 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо $d_{\text{НАП(г)}} = 12 \text{ мм}$.

$$\text{Для зливної гідролінії } Q_{\text{ЗЛ}} = 2 \cdot 0,00017 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 0,00034 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

$$d_{\text{ЗЛ}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00034}{3,14 \cdot 1,7}} = 0,016 \text{ (м)} = 16 \text{ (мм)}.$$

Необхідний тиск насоса P_H обчислюють за рівнянням

$$P_H = \sum \Delta P + \frac{F}{S_e \cdot \eta_{\text{МЦ}}}, \quad (3.20)$$

де $\sum \Delta P$ – сумарні втрати тиску в гідромагістралях, Па (сумарні втрати тиску в гідромагістралі не повинні перевищувати 20% тиску, що розвивається насосом);

F – зусилля на штоку гідроциліндра, Н, (сумарне зусилля для двох гідроциліндрів);

S_e – ефективна площа поршня, м^2 , (для двох гідроциліндрів); $\eta_{\text{МЦ}}$ – механічний ККД циліндра.

$$P_H = 1,2 \cdot \frac{2 \cdot 1000000}{2 \cdot 0,00785 \cdot 0,9} = 16,1 \cdot 10^6 \text{ (Па)} \approx 16,1 \text{ (МПа)}.$$

3.5 Обґрунтування вибору схеми синхронізації роботи гідроциліндрів та її аналіз

Як уже зазначалося у п. 3.2 для приводу преса доцільно було б застосувати гідравлічний привід замість існуючого механічного від ДВЗ. Проте, як відомо, при використанні у приводі двох або більше гідроциліндрів їх роботу необхідно синхронізувати. Синхронізаторами називають пристрої, які дозволяють погоджувати в часі переміщення, швидкість та пришвидшення одразу декількох гідроциліндрів. На наш погляд найефективнішою схемою синхронізації роботи гідроциліндрів пристроєм низькорамної платформи є схема із застосуванням пристрою «дросель – зворотній клапан», зображена на рис. 3.2. При дросельному регулюванні синхронізація забезпечується незалежним дозуванням рідини за допомогою дроселів. На рис. 3.3 показана схема приводу, в якій синхронізація гідроциліндрів 3 і 4 забезпечується дроселями 6 і 8, що встановлюються у зливній магістралі. За допомогою регулювання дроселів забезпечуються приблизно рівні опори руху гідроциліндрів 3 і 4. Рідина від насоса 1 через розподільник 2 надходить у камери I та II гідроциліндрів 3 і 4 відповідно, переміщуючи поршень зі штоком. Гідроциліндри 3 і 4 встановлюються у спеціальних канавах, а гідронасос 1 приводиться в рух від електродвигуна. При синхронізації за такою схемою рідина надходить одразу в обидва гідроциліндри 3 і 4. Якщо б не було дроселів 6 і 8, то при неоднакових навантаженнях на штоки у системі встановився б тиск, який відповідав би тиску в менш навантаженому гідроциліндрі, причому більш навантажений гідроциліндр був би нерухомим. Синхронізація при такій схемі забезпечується, якщо на дроселях 6 і 8 системи є значний перепад тисків, який значно більший, ніж тиск, що відповідає різниці навантажень на штоках гідроциліндрів. Система забезпечує тим вищу синхронність, чим менша різниця навантажень на штоках гідроциліндрів. Що ж стосується низькорамних платформ та вантажів, які ними транспортуються, то така різниця здебільшого буде незначною. В нашому випадку навантаження на платформу, а отже і на прес, будуть або статичними, або змінюватимуться в часі досить повільно. Тому розраховувати та аналізувати характеристики синхронізаторів будемо за наступною методикою, враховуючи такі припущення: температура та в'язкість рідини у процесі роботи синхронізаторів залишаються незмінними; тертя в

рухомих елементах системи немає; перетікання рідини із камер високого тиску до камер низького тиску не відбувається.

Витрати рідини через дроселі можна виразити як

$$Q_1 = v_1 \cdot F' = \mu \cdot S_1 \cdot \sqrt{(2/\rho) \cdot p_1}; Q_2 = v_2 \cdot F' = \mu \cdot S_2 \cdot \sqrt{(2/\rho) \cdot p_2}, \quad (3.21)$$

де S_1, S_2 – площі прохідних перерізів дроселів 6 і 8;

v_1, v_2 – швидкості переміщення гідроциліндрів 3 і 4.

Тиски p_1 і p_2 визначимо із умови рівноваги гідроциліндрів:

$$p_1 = p_H \left(F / F' \right) - \left(P_1 / F' \right); p_2 = p_H \left(F / F' \right) - \left(P_2 / F' \right). \quad (3.22)$$

Підставляючи значення p_1 і p_2 у рівняння (3.21) і поділивши їх одне на інше, отримуємо співвідношення швидкостей v_1 і v_2 , яке для точної синхронізації повинно бути рівним одиниці:

$$v_1 / v_2 = \left(S_1 / S_2 \right) \cdot \sqrt{p_1 / p_2} = \left(S_1 / S_2 \right) \cdot \sqrt{\left(p_H \cdot F - P_1 \right) / \left(p_H \cdot F - P_2 \right)} = 1. \quad (3.23)$$

Звідси отримуємо співвідношення площ прохідних перерізів дроселів 6 і 8:

$$\left(S_1 / S_2 \right) = \sqrt{\left(p_H \cdot F - P_1 \right) / \left(p_H \cdot F - P_2 \right)}.$$

Налаштовані за цим співвідношенням дроселі 6 і 8 дозволяють отримати досить високу степінь синхронізації, але тільки при постійних навантаженнях $R_1 = \text{const}$ і $R_2 = \text{const}$.

При повільній зміні навантажень перепад тисків на дроселях змінюється, погіршуючи синхронізацію. Тому для реальних приводів, у яких навантаження змінні, доцільно застосовувати для синхронізації постійні нерегульовані дроселі однакового січення $S_1 = S_2$. При цьому співвідношення швидкостей (степінь синхронізації) буде залежати від різниці навантажень на синхронізовані гідроциліндри. Максимальне значення співвідношення швидкостей, згідно із рівнянням (3.23):

$$\left(v_1 / v_2 \right)_{\max} = \sqrt{p_{1\max} / p_{2\min}}. \quad (3.24)$$

Із отриманого виразу видно, що найбільша точність синхронізації забезпечується при мінімальному значенні величини

$1 + (P_2 - P_1)_{\max} / (F \cdot p_{2\min})$. Для цього необхідно, щоб величина $(F \cdot p_{2\min})$

була значно більшою, ніж величина $(P_2 - P_1)_{\max}$. Внаслідок цього, така схема синхронізації може застосовуватися тільки при досить невеликих різницях навантажень $(P_2 - P_1)$ і великому значенні $p_{2\min}$, тобто при досить малих відкриттях дроселів. Що ж стосується пресів, то при їх роботі така різниця здебільшого буде незначною.

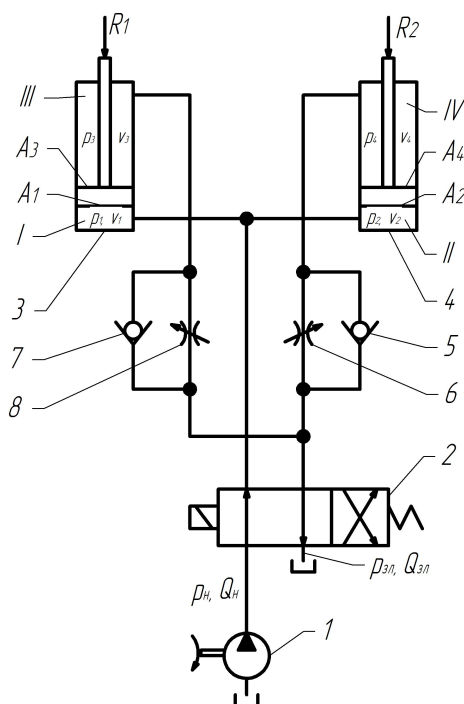


Рисунок 3.3 – Схема синхронізації роботи гідроциліндрів за допомогою пристрою «дросель – зворотній клапан»: 1 – гідронасос; 2 – розподільник; 3, 4 – гідроциліндри; 5, 7 – зворотні клапани; 6, 8 – дроселі

3.6 Вибір основних конструктивних елементів

На основі аналізу існуючих конструкцій беремо наступні конструктивні елементи пристрою. Вони зображені на складальному кресленні (лист 4).

На опорних плитах з пазами закріплена зварена з швелера рама з системою отворів. Платформи кріпляться до цієї рами за допомогою опорних стійок. Ці стійки кріпляться до передньої опори рами автомобіля. Кожному автомобілю відповідає свій установочний отвір у рамі. Задньою опорою служить опорна плита, що кріпиться за допомогою шпильок до торця. Система отворів у ній

робить її універсальною для всіх типів автомобілів. Ця плита кріпиться у підрамнику з пружними елементами. Підрамник у свою чергу монтується на спеціальній рамі, також звареній зі швелера. На цій же рамі кріпиться ще один підрамник. Установка з'єднується з гідравлічною системою автомобіля.

3.7 Розрахунок на міцність деталей преса

Оскільки кожен вал преса не зазнав суттєвих змін в конструкції, то проводити повний його розрахунок не доцільно. Тому проведемо лише перевірку на витривалість у характерному перетині А-А. Запас міцності вала в січенні А-А визначаємо за формулою:

$$S = S_0 + \frac{t-1}{\frac{K_t}{K_d} t_q + \phi + t_m} \geq S_{\min} \quad (3.25)$$

де $S_{\min}$, S_0 – коефіцієнти запасу міцності, відповідно, розрахунковий і гранично допустимий; K_t – коефіцієнт концентрації напружень; K_d – масштабний коефіцієнт.

Оскільки вал виконано з сталі 30ХМ, то витривалості вала при крученні:

$$T_q = t_m = \frac{10^3 T}{2W_{pu}} = \frac{10^3 \cdot 186}{2 \cdot 2,85 \cdot 10^3} = 36 \text{ МПа}$$

Тут полярний момент перерізу вала при шлицьовому з'єднанні $W_{pu} = 2,85 \times 10^3 \text{ мм}^3$. Концентратором напружень в перерізі А-А є шліци. Коефіцієнт концентрації напружень $K_t = 1,54$. Коефіцієнт впливу абсолютних розмірів $K_d = 0,79$. Коефіцієнт чутливості до асиметрій циклу напружень $\phi_t = 0,05$. Мінімально допустимий коефіцієнт запасу міцності $S_{\min} = 1,5$.

$$S = S_t = \frac{209}{\frac{1,54}{0,79} \cdot 36 + 0,05 \times 36} = 2,9 > S_{\min} = 1,5.$$

Умова міцності виконується.

По зусиллю згину яке виникає в осях 1;3 вибираємо матеріал, який при даних навантаженнях забезпечить міцність та стійкість конструкції. При діаметрі осі 8 мм та навантаженні на неї 92,16 МПа вибираємо сталь 40.

Ланкою, що з'єднуватиме шарніри 1;3 буде шпилька з метричною різьбою М6 (з внутрішнім діаметром різьби $d_1=5$ мм). Величина R (що рівна 428,6 Н) є заданою розтягуючою силою в стержні шпильки.

$$\delta_p = \frac{4R}{\pi \cdot d_1^2}, \quad (3.26)$$

де d – діаметр вихідного валу редуктора, $d = 25\text{мм} = 0,025$ м.

Підставивши у формули значення знайдемо діючі напруження:

а) зминання

$$\delta_{3M} = \frac{2 \cdot 71,3 \cdot 10^{-6}}{0,026 \cdot 0,04 \cdot 0,008} = 48,74 \text{ МПа} < [90]$$

$$\tau_c = [\tau_c] \quad \delta_{3M} = [\delta_{3M}]$$

б) зрізу $\tau_3 = \frac{2 \cdot 71,3 \cdot 10^{-6}}{0,025 \cdot 0,04 \cdot 0,008} = 17,825 < [85]$

$$\tau_c < [\tau_c]$$

З розрахунків бачимо, що умова міцності деталей виконується.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні положення та вимоги по дотриманню правил безпеки при проведенні операцій з металобрухтом

Введення в експлуатацію нових та реконструйованих підприємств (цехів або дільниць) по заготівлі і переробці брухту та відходів чорних і кольорових металів, впровадження нових технологій без дозволу органів державного нагляду за охороною праці забороняється.

На основі цих Правил повинні бути складені або переглянуті інструкції: з охорони праці для працівників за усіма професіями та видами робіт; технологічні;

- щодо обслуговування устаткування;
- з пожежної безпеки;
- посадові для спеціалістів.

Інструкції з охорони праці треба складати відповідно до вимог статті 13 Закону України «Про охорону праці», ДНАОП 0.00-4.15-98 "Положення про розробку інструкції з охорони праці" та ДНАОП 0.00-8.03-93 «Порядок опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві», НПАОП 00.0-6.01-04 "Порядок побудови, викладу та оформлення нормативно-правових актів з охорони праці", типових технологічних інструкцій.

Щороку до 1 січня наказом по підприємству визначається перелік діючих інструкцій з визначенням термінів їх перегляду і відповідальних осіб.

У підприємства (цеху або дільниці по заготівлі і переробці брухту та відходів чорних і кольорових металів) повинні бути складені плани ліквідації аварій відповідно до інструкції із складання планів ліквідації аварій, затвердженої Держнаглядохоронпраці України.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою на підприємстві (цеху або дільниці по заготівлі і переробці брухту та відходів чорних і кольорових металів), передбачених ДНАОП 0.00-8.02-93 "Перелік робіт з підвищеною небезпекою", повинні проходити попереднє спеціальне навчання і один раз на рік перевірку знань відповідних нормативних актів про охорону праці.

Особи віком до вісімнадцяти років не допускаються до робіт на підприємстві (цеху або дільниці по заготівлі і переробці брухту та відходів чорних і кольорових металів), передбачених ДНАОП 0.03-8.07-94 "Переліком важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх.

Працівники підприємства (цеху або дільниці по заготівлі і переробці брухту та відходів чорних і кольорових металів) згідно зі статтею 5 Закону України «Про охорону праці» повинні бути під розпис ознайомлені з, умовами праці на підприємстві, наявності на робочому місці, де вони будуть працювати, небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунені, і можливих наслідків їх впливу на здоров'я, а також про їхні права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах.

Інженерно-технічні працівники і робітники, пов'язані з експлуатацією і обслуговуванням вантажопідіймальних машин, посудин, що працюють під тиском, проходять навчання і допускаються до роботи відповідно до вимог ДНАОП 0.00-1.03-02 "Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів" і ДНАОП 0.00-1.07-94 "Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском" із змінами від 11.07.97 і 22.03.02.

Працюючі на підприємствах (цехах або дільницях) по заготівлі і переробці брухту та відходів чорних і кольорових металів повинні забезпечуватися спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними захисними засобами і запобіжними пристроями відповідно до встановлених норм.

Спецодяг і спецвзуття, що видаються працюючим згідно ДНАОП 0-05-3.03-81, повинні підходити за розміром тій особі, яка одержує їх.

Забороняється допускати до роботи осіб без відповідного спецодягу, спецвзуття та індивідуальних захисних засобів.

При влаштуванні на роботу на підприємства (цехи або дільниці) по заготівлі і переробці брухту та відходів чорних і кольорових металів працівники повинні пройти медичний огляд, а ті, хто працює, - періодичний медичний огляд

відповідно до порядку і строків, встановлених Мінохорони здоров'я, "Положення про медичний огляд робітників певних категорій" (ДНАОП.0.03-4.02-94).

4.2 Правила використання спеціалізованого рухомого складу

Усі спеціалізовані транспортні засоби повинні відповідати технічній документації на їх виготовлення та експлуатацію. Всі драбини, поручні, перехідні містки та робочі площадки на транспортних засобах повинні утримуватися в справному стані. Опорні поверхні зазначених елементів мають бути рифлені. Робочі площадки, що знаходяться на висоті більше 0,7 м, повинні бути обладнані справним огородженням (поруччям).

Кожний панелевіз повинен бути укомплектований двома козелками для підставки під раму напівпричепа при вантажно-розвантажувальних роботах. Для закріплення вантажів на панелевозах повинні бути справними лебідка, страхувальні, ланцюги з крюками, а також троси з косинцями. Автоцистерни для перевезення легкозаймистих та горючих рідин, а також бітуму повинні мати «дихальні» клапани, що забезпечують герметичність цистерн у заданих межах.

Зливна арматура автоцистерн повинна виключати можливість підтікання рідин під час транспортування. Автоцистерни повинні мати справні пристрої для контролю рівня рідини. Автоцистерни для перевезення рідин та сипучих вантажів повинні, мати пристрої для заземлення. Автоцистерни для перевезення сипучих матеріалів з пневматичним розвантаженням повинні бути обладнані справними манометрами, які добре видно з пульта керування. Пульти керування повинні мати освітлення

На повітроводах автоцистерн, що заповнюються за допомогою вакууму, повинні бути справними запобіжний та зворотний клапани. Кришки завантажувальних люків повинні мати справні швидкодіючі запори, що забезпечують герметичність цистерн.

Автоцистерни, що перебувають під тиском більше $0,7 \text{ кг/см}^2$, повинні відповідати вимогам Правил будови і експлуатації посудин, що працюють під тиском.

Внутрішні стінки кузовів автомобілів або напівпричепів-рефрижераторів не повинні мати задирок та гострих кромek.

Напівпричеми з кузовом типу «фургон» повинні мати справне освітлення всередині кузова, що забезпечує освітленість не менше 5 лк.

Підйомні механізми, обладнання керування підйманням (опусканням) кузова, бортів тощо на спеціалізованих транспортних засобах повинні бути справними. Рухомі деталі (шестерні, ланцюги, паси тощо) повинні мати справне огороження.

Органи керування повинні виключати можливість їх самочинного включення або виключення. Органи керування, дія на які одночасно або не в установленій черговості може призвести до аварії, повинні взаємно блокуватися.

4.3 Підготовка до виїзду, рух територією підприємства та робота на лінії

При експлуатації транспортних засобів на лінії можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- наїзди проїжджаючих транспортних засобів;
- наїзди при зчепленні або розчепленні автомобілів з причепом (напівпричепом), запуску двигуна, самовільному русі транспортних засобів;
- термічні фактори (пожежі, вибухи при подачі палива в карбюратор двигуна самопливом, перевірці наявності палива в баку з використанням відкритого полум'я, витіканні газу з газобалонної установки; опіки паром, водою з радіатора);
- злочинні дії пасажирів та інших осіб;
- падіння піднятого кузова автомобіля-самоскида, перекидної кабіни вантажного автомобіля, підвішених на домкраті частин автомобілів;
- підвищені рівні шуму і вібрації;
- підвищена температура і швидкість руху повітря в теплий період року;

наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (вуглецю і азоту оксидів, акролеїну, вуглеводнів, аліфатичних граничних, формальдегіду, детилмеркаптанів).

Перед запуском двигуна необхідно переконатися, що автомобіль загальмований стоянковим гальмом, а важіль перемикання передач (контролера) поставлений у нейтральне положення. Запуск двигуна має здійснюватися за допомогою стартера. Використовувати пускову рукоятку дозволяється тільки у виняткових випадках.

При запусканні двигуна автомобіля пусковою рукояткою слід додатково додержуватися таких вимог:

- встановити упорні колодки з обох боків колеса;
- пускову рукоятку прокручувати знизу догори;
- не брати рукоятку в обхват;
- при ручному регулюванні випередження запалювання встановлювати пізніе запалювання;
- не включаючи запалювання, повернути колінчастий вал, переконавшись, що важіль перемикання передач знаходиться у нейтральному положенні, включити запалювання;
- не застосовувати будь-яких важелів та підсилювачів, що діють на пускову рукоятку або храповик колінчастого вала.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок прямих витрат

5.1.1 Витрати на матеріально-технічне постачання. Потреба у паливі:

$$Q_n = \frac{Q_n \cdot K_3 \cdot L_{заг}}{100}, \text{ літрів} \quad (5.1)$$

де Q_n – норма витрат палива на 100 км пробігу,

K_3 – коефіцієнт коригування норм витрат палива під час руху.

$$Q_n = 26,0 \cdot 1,1 \cdot 59928 / 100 = 15581 \text{ літрів.}$$

Збільшення витрат палива у зимовий період:

$$Q_{зп} = N_a \cdot Q_n \cdot 0,01, \text{ літрів,} \quad (5.2)$$

$$Q_{зп} = 1 \cdot 15581 \cdot 0,01 = 187 \text{ літрів.}$$

Внутрішньо-гаражні витрати палива:

$$Q_{вг} = 0,005 \cdot (Q_n + Q_{зп}) = 0,005 \cdot (15581 + 187) = 79 \text{ л} \quad (5.3)$$

Загальні витрати палива:

$$Q_{заг} = Q_n + Q_{зп} + Q_{вг} = 15847 \text{ літрів}$$

Таким чином, витрати палива за рік становлять 11885 л;

Витрати коштів на паливо обчислюємо за формулою:

$$Z_n = \sum_i C_{n,i} \cdot Q_{n,i} \text{ тис. грн.} \quad (5.4)$$

де $C_{n,i}$ – ціна палива в i -й АЗС, грн.;

$Q_{n,i}$ – кількість палива, заправленого на маршруті в i -й АЗС, тис. л.

$$Z_n = 11885 \cdot 5,4 + 0 \cdot 8,16 + 3962 \cdot 6,5 = 64181 + 0 + 25752 + 0 + 0 \approx 89,9 \text{ тис. грн.}$$

Витрати коштів на паливо за один рік становлять $Z_n = 89,9$ тис. грн.

Витрати оливи:

$$Q_{мо} = \frac{n_{мо} \cdot Q_n}{100} = 0,0120 \cdot 15847 = 190 \text{ літри,} \quad (5.5)$$

де $n_{мо}$ – норма витрат оливи на 100 л використаного палива.

Витрати коштів на оливу:

$$Z_{мо} = C_{мо} \cdot P_{мо} = 45,0 \cdot 190 = 8,6 \text{ тис. грн.} \quad (5.6)$$

Витрати на шини. Потреба в шинах за рік:

$$N_{\text{ш}} = \frac{N \cdot L_{\text{заг}}}{L_{\text{ш}}} = 12 \cdot 59928 / 40000 = 18, \quad (5.7)$$

де N – кількість шин на автомобілі, без урахування запасного колеса, $L_{\text{ш}}$ – нормативний пробіг однієї шини, км.

Витрати на придбання шин (крім шин, що є на нових автомобілях):

$$З_{\text{ш}} = C_{\text{ш}}(N_{\text{ш}} - N \cdot A_{\text{сн}}) = 1000,0 \cdot (18 - 1 \cdot 12) = 3,8 \text{ тис. грн.}, \quad (5.8)$$

де $C_{\text{ш}}$ – ціна однієї шини.

Витрати на відновлення і ремонт шин:

$$З_{\text{вш}} = \frac{C_{\text{ш}} \cdot n' \cdot L_{\text{заг}} \cdot N}{100 \cdot 1000}, \quad (5.9)$$

де n' – норма відрахувань на відновлення і ремонт шин на 1000 км пробігу, %.

$$З_{\text{вш}} = 1000,0 \cdot 0,75 \cdot 59928 \cdot 12 / 10^5 = 5,4 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на запасні частини:

$$З_{\text{зч}} = \frac{L_{\text{заг}} \cdot n_{\text{зч}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{1000} = 59928 \cdot 16,0 \cdot 1,1 \cdot 1,09 \cdot 1,0 / 1000 = 1,1 \text{ тис. грн.}, \quad (5.10)$$

де $n_{\text{зч}}$ – норма витрат на запасні частини на 1000 км пробігу.

Загальні витрати на паливо-мастильні матеріали:

$$З_{\text{пмм}} = З_{\text{п}} + З_{\text{мо}} = 95,1 + 8,6 = 98,5 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на матеріально-технічне постачання в цілому:

$$З_{\text{мтп}} = З_{\text{пмм}} + З_{\text{п}} + З_{\text{ш}} + З_{\text{зч}} = \quad (5.11)$$

$$З_{\text{мтп}} = 98,5 + 3,8 + 5,4 = 108,9 \text{ тис. грн.}$$

Чисельність і заробітна плата водіїв. Фонд робочого часу одного водія протягом року [13]:

$$\Phi_{\text{рч}} = (D_{\text{к}} - (D_{\text{вих}} + D_{\text{від}} + D_{\text{св}} + D_{\text{хв}})) \cdot t_{\text{зм}} - D_{\text{всв}} \cdot t_{\text{ск}}, \text{ год.}, \quad (5.12)$$

де $D_{\text{к}}$ – календарні дні року, $D_{\text{вих}}$ – вихідні дні, $D_{\text{св}}$ – святкові дні, $D_{\text{хв}}$ – дні хвороби, $t_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, $t_{\text{ск}}$ – скорочення тривалості робочої зміни у передсвяткові дні.

$$\Phi_{\text{рч}} = (365 - 103 - 16 - 10 - 7) \cdot 8,24 - (10 - 1) \cdot 1 = 1869,72 \approx 1870 \text{ год.}$$

$$\text{Чисельність водіїв: } N_{\text{в}} = \frac{1,04 \cdot A\Gamma_{\text{роб}}}{\Phi_{\text{рч}}} = 1,04 \cdot 3216 / 1870 = 2 \text{ водії.} \quad (5.13)$$

Заробітна плата водіїв при погодинній формі оплати праці:

$$ЗП_{\text{г}} = C_{\text{г}} \cdot A\Gamma_{\text{роб}} = 8 \cdot 3216 = 25728 \text{ грн.}, \quad (5.14)$$

де $C_{\text{г}}$ – годинна ставка водія, грн.

Основна заробітна плата водіїв: $ЗП_{\text{осн}} = 25728$ грн.;

Доплата за класність і стаж становить до 40% від основної заробітної плати:

$$ДП_{\text{осн}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot 0,393 = 10291 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 – Результати обчислення витрат на матеріально-технічне постачання

Вид матеріальних ресурсів	Найменування показника	Значення
Паливо	Норма витрати на 100 км,	26,0
	Норма витрати на один цикл, л	850
	Витрати на паливо, тис. грн	89,9
Моторна олива	Норма витрати на 100 км,	0,0120
	Загальна витрата моторної оливи, л	190
	Ціна 1л моторної оливи, грн	45,0
	Затрати на моторну оливу, т грн	8,6
Запасні частини	Норми витрат на запасні частини,	16,0
	Витрати на запасні частини, тис. грн.	1,1
Шини	Вартість одної шини, грн.	1000,0
	Кількість шин в комплекті	12
	Кількість зношених шин	18
	Нормативний пробіг 1 шини, км	40000
	Витрати на ремонт шин, тис. грн.	5,4
	Витрати на придбання шин, тис. грн.	3,8
Загальні витрати на ПММ, тис. грн.		98,5

Додаткова заробітна плата водіїв:

$$ЗП_{\text{дод}} = ЗП_{\text{осн.}} \cdot k_{\text{дод.}} = 25728 \cdot 0,22 = 5660 \text{ грн.} \quad (5.15)$$

Фонд заробітної плати водіїв:

$$\Phi_{\text{зпв}} = ЗП_{\text{осн.}} + ДП_{\text{осн.}} + ЗП_{\text{дод.}} = 25728 + 10291 + 5660 = 41,7 \text{ тис. грн.}$$

5.1.3. Витрати на ремонт і ТО рухомого складу. ТО і ремонт виконується власними силами. Тому в цій статті витрат враховується оплата праці ремонтників при погодинній формі оплати праці:

$$ЗП_{\text{рем}} = C_{\text{рем}} \cdot T_{\text{заг}}, \text{ грн.}, \quad (5.16)$$

де $C_{\text{рем}}$ – годинна ставка ремонтника, грн.; $T_{\text{заг}}$ – загальна тривалість ТО і ремонту АТЗ.

$$ЗП_{\text{рем}} = 6 \cdot 27253 = 163515 \text{ грн.}$$

Додаткова плата ремонтників:

$$ЗП_{\text{дод}} = ЗП_{\text{рем}} \cdot \left(\frac{D_{\text{від}}}{D_{\text{роб}}} + 0,01 \right) = 50690 \text{ грн.} \quad (5.17)$$

Загалом фонд оплати ТО і ремонту:

$$\Phi_{\text{зпр}} = ЗП_{\text{рем}} + ЗП_{\text{дод}} = 163515 + 50690 = 214205 \text{ грн.}$$

5.2 Непрямі витрати

Амортизаційні відрахування. Залишкова основних фондів, які використовуються на заданому маршруті, на перше число планового року: $C_{\text{зал}}^{\text{pc}} = 920$ тис. грн. Амортизаційні відрахування за 4 роки повної реалізації проекту:

$$A_{\text{нв}}^{\text{pc}} = \sum_{i=1}^k \frac{C_{\text{зал}i}^{\text{pc}} \cdot 25\%}{k} = A_1^{\text{pc}} + A_2^{\text{pc}} + A_3^{\text{pc}} + A_4^{\text{pc}}, \text{ грн.}, \quad (5.18)$$

де $i=1 \dots k$ – кількість звітних періодів (років).

Амортизаційні відрахування на відновлення рухомого складу:

$$A_{\text{пв}}^{\text{pc}} = 230,00 + 172,5 + 129,4 + 97,0 = 628,9 \text{ тис. грн.}$$

Накладні витрати підприємства визначаємо як відсоток від прямих витрат за формулою:

$$НВ = (З_{\text{МТП}} + \Phi_{\text{зп}} + H_{\text{зп}}) \cdot k_{\text{нв}}, \text{ тис. грн.} \quad (5.19)$$

де $k_{\text{нв}} = 0,15$ – коефіцієнт накладних витрат.

$$НВ = (108,9 + 255,9 + 87,79) \cdot 0,15 = 67,9 \text{ тис. грн.}$$

5.3 Фінансові результати

При перевезеннях на великі відстані застосовується договірний тариф – чим більша відстань – тим дешевше. У цьому проекті застосовано ставку 17 грн./км. Валові надходження підприємства за перший рік реалізації проекту:

$$ВН = L_{\text{в}} \cdot Ц \text{ тис. грн.}, \quad (5.20)$$

де $L_{\text{в}}$ – плановий пробіг з вантажем за рік, тис. км;

$Ц$ – тариф на 1 км пробігу АТЗ з вантажем, грн.

$$ВН = 57744 \cdot 17 = 981,6 \text{ тис. грн.}$$

Валові витрати за перший рік реалізації проекту:

$$ВВ = З_{\text{пмм}} + \Phi_{\text{зп}} + \Sigma H_{\text{зп}} + C_{\text{орг.}} + НВ, \text{ тис. грн.} \quad (5.21)$$

$$ВВ = 108,9 + 255,9 + 87,79 + 64,5 + 67,9 = 633,0 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток підприємства до оподаткування:

$$П_n = ВН - ВВ + ПДВ_{\text{к}} - ПДВ_{\text{з}}, \text{ грн.} \quad (5.22)$$

де $ПДВ_{\text{к}}$ – кредит із сплати податку за додану вартість, тис. грн.;

$ПДВ_{\text{з}}$ – зобов'язання по сплаті податку з доданої вартості, тис. грн.

$$П_n = 981,6 - 633,0 + 18,1 - 163,6 = 115,4 \text{ тис. грн.}$$

Скоригований прибуток:

$$П_{\text{к}} = П_n - A_{\text{рс}}, \text{ тис. грн.} \quad (5.24)$$

За перший рік проекту: $П_{\text{к}} = 115,4 - 230,00 = -114,6 \text{ тис. грн.}$

Чистий прибуток підприємства за перший рік: $П_1 = 115,4 \text{ тис. грн.}$

5.4 Розрахунок капіталовкладень

Капіталовкладення призначені на оновлення рухомого складу – автомобіля-тягача, автомобіля для збору металобрухту, напівпричепа і на виготовлення преса. Крім того, потрібні додаткові засоби для пакетування, навантаження-розвантаження, зберігання і кріплення вантажів.

Дані розрахунків інвестицій подано в табл. 5.5. Термін окупності капіталовкладень визначався наступним чином Оскільки дисконтований економічний ефект за перший рік від'ємний тоді

$$T_{OK} = T + \frac{S_m}{S_{m+1} + S_m}, \text{ років} \quad (5.26)$$

Інвестиції за цим проектом становлять $K = 1482,7$ тис. грн.

Таблиця 5.5 – Капітальні вкладення за проектом та джерела їх фінансування

	Період				Разом за проектом
	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-й рік	
Видатки	445,0	451,7	367,4	218,6	1482,7
Основні засоби, в т. ч.	342	250	200	140	932,0
автомобіль-тягач	250	200	180	140	770,0
прес мобільний	5,5				
навантажувач	12,5				
автомобіль для збору м.б.	80	50	20	12	162,0
Оборотні засоби	34,2	17,5	14,0	9,8	75,5
Джерела фінансування	445,0	115,4	115,4	115,4	791,2
Власні кошти	245,0	0,0	0,0	0,0	245,0
Нерозподілений прибуток		115,4	115,4	115,4	346,2

Термін їх окупності можна визначити за формулою (5.27):

$$T_{ок} = 2,6 \text{ років}$$

ВИСНОВКИ

1. Резерви покращення технологічного процесу на підприємстві: 1) скорочення простоїв рухомого складу як під операціями, так і в очікуванні на них; 2) підвищення рівня використання вантажопідйомності і місткості автомобілів; 3) підвищення продуктивності праці комерційних робітників, механізаторів, вантажників; 4) поліпшення використання засобів механізації та автоматизації вантажних і комерційних операцій. Одна з головних умов успішного виконання технологічного процесу — суміщення операцій і по можливості не послідовне, а паралельне їх виконання.

2. Великим резервом підвищення продуктивності праці є вміле суміщення професій і повне завантаження усіх робітників протягом дня, паралельне заведення і вивезення вантажу.

3. Як видно з наведеного, підприємство не володіє жодним спеціалізованим засобом для перевезення металу та металобрухту, що б знижувало його вартість і можливі втрати.

4. Рухомий склад експлуатується не зовсім ефективно. Про це свідчить невисокий коефіцієнт випуску і невеликий сумарний річний пробіг з вантажем

5. В результаті розв'язання декількох задач вдалося розробити такі вантажопотоки, щоб сумарний вантажообіг при виконанні поставленого змінного завдання для перевезень металобрухту був мінімальним.

5. Оптимальною вантажністю для збору обробленого металобрухту володіє автомобіль MAN TGA, який вибрано за мінімальними витратами

7. Необхідна для виконання перевезень кількість автомобілів, обчислена за продуктивністю – 1.

8. Для обробки вантажу у пунктах відправки пропонується мобільний прес, який має адаптовану конструкцію.

9. Зроблено перерахунок гідроприводу преса, так що він може використовуватись для автомобілів малої вантажності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вільковський Є.К., Кельман І.І., Бакуліч О.О. Вантажознавство. – Львів: "Інтелект-Захід", 2007. 234 с.
2. Розвиток транспорту з метою відновлення і зростання української економіки : наукова доповідь / за ред. О.І. Никифрук; НАН України, ДУ Ін-т екон. та прогнозів. НАН України. Київ, 2018. 200 с.
3. Транспорт і зв'язок України. Статистичний збірник. 2018. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/08/zb_tr2018pdf.pdf
4. Шуліка О. О. Оцінка попиту на транспортні послуги в міжміському сполученні. *Вісник Східноукраїнського нац. ун-ту ім. В. Даля*. Сєверодонецьк, 2015. №2(219). С. 53–57.
5. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. Київ. Вища шк., 1985. 447с.
6. Збірник законодавчих та нормативних документів, що регламентують діяльність підприємств автомобільного транспорту всіх форм власності, випуск 2. К. Юмана, 1998. 528с.
7. Зеркалов Д.В., Коцюк О.Я. Нормативно-організаційна основа вантажних перевезень. Київ. Науковий світ, 2001. 64 с.
8. Довідник по нормуванню праці на ремонтних роботах. К.: Урожай, 1988.- 264 с.
9. Щербанін Ю. Евразійський транзит: Порти України. 2001. №5
10. Про металобрухт – <http://metalcourier.dp.ua/zagalne/metalobruxt/>
11. <http://metalcourier.dp.ua/zagalne/metalobruxt-na-ukrajini-zakinchytsya-do-2012-roku/>
12. <http://yandex.ru/yandsearch?text=%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5+-+%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D1%80%D1%83%D1%85%D1%82+metalcourier.dp.ua>

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця Д.А1 – Характеристика регулярних відправлень дрібногуртових вантажів ТзОВ „СУПП Іванка”

Позна-чення	Добовий обсяг відправки (,-,,) /споживання (,+,,), кг	Назва, адреса вантажовласника	Назва вантажу	Вид пакування вантажу	Кільк. вантажн місць
**	-3600	ТзОВ, „СУПП Іванка”	Металобрухт	Піддони	4
А	+200	ЯДГХП „Сірка” Яворів	Металобрухт	Мішки на піддонах	4
Б	+500	ТзОВ „Будмікс” смт.Янів	Фарби, шпатлівки	Відра	4
В	+700	Львів, ТзОВ „Технодім”	Буд матеріали	л-піддони	5
Г	+800	ТзОВ „Дельфін” Жовква			6
Д	+300	ЗАТ „Металопластмас” Городок	Металопрофіль, металобрухт	–	7
Е	+300	ТзОВ „Єврошпон” Шегині	Металобрухт	піддони	9
Є	+500	ТзОВ „Йоха-Україна” Краківець	Металобрухт	Відра	8
Ж	+100	ЗАТ „УКР ПАК” Червоноград	Фарби, шпатлівки	Відра	11
З	+300	Фабрика з пошиття верхнього трикотажного одягу, Червоноград	Сухі буд. суміші	Мішки на піддонах	
К	+1200	ТзОВ „Про Пет” Великі Мости	Металобрухт	Відра	11
Л	+900	Рава-Руська, АТП	Металобрухт	Мішки на піддонах	9
М	+125	ТПК Профіль ГП Мостиська	Металобрухт	піддони	6
Н	+130	ТзОВ „Віконт-П” С. Вишня	Євробрус	піддони	

Таблиця ДА.2 – Матриця відстаней між транспортними пунктами, км

	Яворі в	Янів	Львів	Жовкв а	Город ок	Шеги ні	Краків ець	Червон оград	Великі Мости	Новояв орівськ	Мости ська	Судова Вишня	Рава- Руська
Рава-Руська	4	8	25	27	20	####	25	####	51	####	31	100000	###
Яворів	####	13	29	####	####	####	21	####	####	####	####	40	4
Янів	13	####	17	23	18	####	####	####	####	####	####	####	8
Львів	####	17	####	26	20	####	####	####	####	####	####	####	####
Жовква	####	23	26	####	40	####	####	41	25	32	####	####	####
Городок	23	18	20	40	####	42	38	80	65	59	29	41	####
Шегині	38	48	60	68	42	####	24	99	89	67	13	5	####
Краківець	21	34	50	49	38	24	####	####	68	43	23	28	25
Червоноград	####	####	67	41	80	####	####	####	####	####	####	102	###
Великі Мости	52	48	50	25	65	89	68	17	####	32	81	92	####
Новояворівс ьк	37	41	54	32	####	67	43	34	32	####	63	10000	####
Мостиська	29	37	48	58	29	13	23	93	81	63	####	####	####
Судова Вишня	40	48	60	69	41	5	28	102	92	71	12	####	####

Примітка: знаки #### означають, що між транспортними пунктами немає найкоротшої безпосередньої дороги

Додаток Б

Таблиця ДБ.1 – Зведені дані про проектні маршрути

Маршрут	Обсяг перевезення, т	Загальний пробіг з нульовим, км	Коефіцієнт використання пробігу	Середнє значення довжини поїздки з вантажем	Кількість поїздок за зміну	Тривалість циклу, год.	Нульовий пробіг, км	Середня технічна швидкість, км/год.
М1	400	140	0,5	54	2	3,2	32	36,2
М2	300	98	0,5	40	2	3,6	18	34,2
К1	200	134	0,75	94	2	3,7	8,2	38,6
К2	300	120	0,68	73	2	2,85	12,0	37,0
К3	400	75	0,64	45	3	1,65	4,5	35,8
К4	100	95	0,79	69	3	2,25	7,5	39,0
К5	500	40	0,72	26	6	0,85	3,6	39,1

