

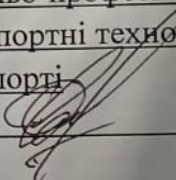
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

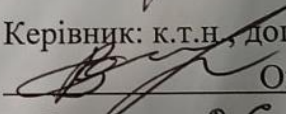
на тему:

«Вдосконалення організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» місто Вінниця»

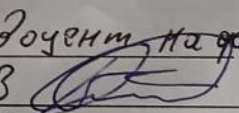
Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ТТ-22мз спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

 Заярський О.С.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

 Огневий В.О.

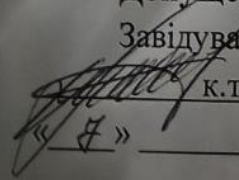
« 3 » 06 2024 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. АТМ
Баканець Д.В. 

« 7 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

 к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 7 » 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)
Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Нимбал С.В.

«12» 03 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Заярському Олесю Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» місто Вінниця,

керівник роботи Огневий Віталій Олександрович, к.е.н., доцент,

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

затверджені наказом ВНТУ від «11» березня 2024 року № 81.

2. Строк подання студентом роботи: 03.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – автомобілі комунального унітарного підприємства «ЕкоВін»; об'єкт дослідження – процеси, збирання та транспортування ТПВ спеціалізованими автомобілями з боковим та заднім завантаженням; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- 1 Сучасні проблеми експлуатації спеціалізованого транспорту
- 2 Теоретичне дослідження роботи спеціалізованого автомобіля під час зважування вантажів
- 3 Експериментальні дослідження з визначення маси вантажу і оперативного управління перевізним процесом комунального унітарного підприємства «ЕкоВін»
- 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях
- 5 Розрахунок економічної ефективності

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

- 1-3 Тема, мета та завдання дослідження.
 4 Класифікація методів непрямого вимірювання маси вантажу який перевозиться автомобілем
 5 Аналіз автоматичних методів вимірювання маси дрібних партій вантажу, довантажують транспортний засіб у процесі роботи
 6 Місця встановлення обладнання для визначення маси ТПВ
 7 Структурна схема алгоритму роботи пристрою визначення маси ТПВ
 8 Методика оперативного управління перевізним процесом ТПВ
 9 Розрахунок економічної ефективності

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання при
Розв'язання основної задачі	Огневий В.О., доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Полішук О.В., доцент кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання « 12 » березня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	12.03-12.04.2024	виконано
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	12.03-12.04.2024	виконано
3	Обґрунтування методів досліджень	12.03-12.04.2024	виконано
4	Розв'язання поставлених задач	15.04-29.04.2024	виконано
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	30.04-14.05.2024	виконано
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	15.05-30.05.2024	виконано
7	Виконання розділу «Економічна частина»	15.05-30.05.2024	виконано
8	Нормоконтроль МКР	31.05-03.06.2024	виконано
9	Попередній захист МКР	04.06-05.06.2024	виконано
10	Рецензування МКР	06.06-10.06.2024	виконано
11	Захист МКР	11.06.2024	

Студент

(підпис)

Заярський О.С.

Керівник роботи

(підпис)

Огневий В.О.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ТРАНСПОРТУ.....	9
1.1 Технологія збирання та вивезення твердих побутових відходів.....	9
1.2 Класифікація спеціалізованих автомобілів для збору та транспортування ТПВ.....	12
1.3 Огляд та аналіз систем визначення маси вантажу, що перевозиться.	17
1.4 Аналіз діяльності комунального унітарного підприємства «ЕкоВін».....	24
1.5 Висновки до розділу 1	32
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО АВТОМОБІЛЯ ПІД ЧАС ЗВАЖУВАННЯ ВАНТАЖІВ.....	33
2.1 Опис пристрою для визначення маси ТПВ	33
2.2 Математичний опис функціонування гідромеханічних систем.....	35
2.3 Побудова логічної схеми математичної моделі.....	41
2.4 Розрахунок просторового положення навантажувального обладнання	44
2.5 Висновки до розділу 2	50
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИЗНАЧЕННЯ МАСИ ВАНТАЖУ І ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВІЗНИМ ПРОЦЕСОМ КОМУНАЛЬНОГО УНІТАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЕКОВІН».....	51
3.1 Результати дослідження впливу факторів на величину тиску робочої рідини.....	51
3.2. Вихідні дані для математичного моделювання.....	54
3.3 Результати аналітичного та експериментального дослідження визначення маси вантажу, що піднімається на сміттєвозі.....	55

3.4 Оцінка адекватності математичної моделі та аналітичне дослідження.....	61
3.5 Інтегрований підхід до організації та оперативне управління перевезенням твердих побутових відходів.....	63
3.6 Висновки до розділу 3	70
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	72
4.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи.....	72
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	74
4.2.1 Мікроклімат.....	74
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	75
4.2.3 Виробниче освітлення.....	76
4.2.4 Виробничий шум.....	77
4.2.5 Вібраційний вплив.....	78
4.2.6 Психофізіологічні фактори.....	79
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	80
4.4 Висновки до розділу 4	83
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	84
Висисновки до розділу 5.....	94
ВИСНОВКИ	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	96
ДОДАТКИ.....	99
Додаток А Ілюстративна частина	
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема збору та вивезення твердих побутових відходів (ТПВ) була і залишається актуальною в Україні та за кордоном. Низька культура поводження з відходами у населення і відсутність належного контролю призводить до того, що в сміттєві баки потрапляють як побутові відходи, так і щільніше сміття, наприклад, будівельне. Щільність ТПВ змінюється у широкому діапазоні значень, тому заповнені баки однакового обсягу можуть значно відрізнятися за масою [23]. Маса баків може перевищувати граничну вантажопідйомність вантажного обладнання спеціалізованого автомобіля для збирання та транспортування ТПВ. Однак, необхідність урахування динамічних навантажень та різних умов експлуатації автомобіля призводить до того, що налаштування запобіжного клапана дозволяє здійснювати підйом баків з масою, що перевищує гранично допустиму. Підйом таких баків призводить до підвищеного зношування деталей, нерідко закінчується виходом з ладу навантажувального обладнання та сходом з лінії автомобіля. Відсутність технічної можливості визначення маси відходів, що завантажуються в спеціалізований автомобіль для збирання та транспортування ТПВ, призводить до того, що рішення про можливість/неможливість підйому бака, про поточне наповнення кузова (коефіцієнт використання вантажопідйомності) інтуїтивно приймає водій. Часто виникають конфліктні ситуації між перевізниками та керуючими компаніями через невчасно вивезене сміття, так як у перевізників немає технічної можливості довести факт перевищення гранично допустимої маси бака, так і оперативно відреагувати, направивши інший транспорт. Застарілі норми обліку ТПВ, їхня не відповідність питомим витратам на вивіз та утилізацію сміття, призводить до того, що більшість тарифів є економічно необґрунтованими. Досі актуальною є проблема несанкціонованих звалищ [17]. Крім того, з 2011 року відходи на полігони приймаються за масою, а не за обсягом [8].

Таким чином, перевищення вантажопідйомності автомобілів, перевищення вантажопідйомності вантажного обладнання при підйомі перевантажених баків і, як наслідок, часті відмови обладнання, відсутність технічної можливості зафіксувати факт перевищення гранично допустимої маси баків, необґрунтоване формування тарифів, а також відсутність оперативних даних для своєчасного прийняття рішень перевізним процесом ТПВ свідчать про актуальність теми дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконувалась у відповідності з напрямками наукових досліджень кафедри автомобілів та транспортного менеджменту.

Метою роботи є підвищення продуктивності та експлуатаційної надійності спеціалізованого автомобільного транспорту, що здійснює збір та транспортування ТПВ за рахунок визначення маси вантажу та оперативного управління перевізним процесом.

Для досягнення зазначеної мети в роботі були поставлені наступні завдання:

1. Провести дослідження сучасних проблем експлуатації спеціалізованих автомобілів для збирання та транспортування ТПВ.
2. Удосконалити математичну модель роботи спеціалізованого автомобіля під час зважування вантажів різної маси з урахуванням просторового розміщення його вантажного обладнання.
3. Розробити комплексний підхід організації та оперативного управління перевізним процесом ТПВ на основі даних про масу вантажу.
4. Підібрати пристрій визначення маси вантажу з можливістю передачі, провести його експлуатаційні випробування.
5. Розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є процеси, збирання та транспортування ТПВ спеціалізованими автомобілями з боковим та заднім завантаженням.

Предметом дослідження є функціональні залежності та параметри, що характеризують перевізний процес ТПВ.

Методи дослідження У роботі використовувалися методи математичного та фізичного моделювання, програмування, чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь, статистична обробка даних, методи планування експерименту, кореляційний та регресійний аналіз, методи натурних спостережень.

Наукова новизна:

- удосконалено математичну модель роботи спеціалізованого автомобіля при зважуванні вантажів різної маси з урахуванням просторового положення його завантажувального обладнання;

- набув подальшого розвитку комплексний підхід організації та оперативного управління перевізним процесом ТПВ з можливістю визначення та контролю маси вантажу, з подальшою передачею даних.

Достовірність результатів підтверджується:

- достатнім числом спостережень досліджуваних параметрів;
- коректністю застосування апробованого математичного апарату теорії ймовірності та математичної статистики, кореляційно-регресійного аналізу.

Практична цінність роботи полягає в тому, що удосконалений комплексний підхід та пристрій для визначення маси вантажів дозволять підвищити продуктивність та експлуатаційну надійність спеціалізованих автомобілів, а також підвищити оперативність прийняття рішень при управлінні перевізним процесом ТПВ на основі даних про масу вантажу.

Апробація результатів роботи. Проміжні результати досліджень були опубліковані серед матеріалів LIII Всеукраїнської науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту, Вінниця 2024 р [15].

Публікації. Матеріали магістерської роботи висвітлені у 1 опублікованій науковій праці, з яких 1 – опублікована праця апробаційного характеру.

РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ТРАНСПОРТУ

1.1 Технологія збирання та вивезення твердих побутових відходів

Істотним чинником погіршення стану довкілля є збільшення кількості відходів. У разі неправильного управління вони стають значним джерелом забруднення. Проблема збору, транспортування та утилізації ТПВ вже давно стала серйозною санітарно-епідеміологічною та екологічною проблемою [4].

За даними міністерства енергетики та департаменту ЖКГ Вінницької області, на території регіону щорічно утворюється понад 20 млн. тонн відходів. Тверді побутові відходи становлять близько 1,6 млн. тонн [32]. Щорічно у місті Вінниці утворюється близько 500 тис. тонн відходів, з яких на вторинну переробку прямує лише близько 5%. При цьому досі залишається актуальною проблема несанкціонованих звалищ.

Величезна кількість відходів, що утворюються, говорить про актуальність проблеми збору і транспортування ТПВ.

Існує кілька способів збирання відходів, але найпоширенішими є два: стаціонарні системи контейнерів та збирання запакованих відходів за графіком у певний час. Схеми збирання відходів діляться за зібраним матеріалом - збирання несорттованих відходів, сорттованих або частково сорттованих відходів.

В Україні, як правило, використовується спосіб збирання відходів у стаціонарні системи контейнерів без сортування. Роздільний збір відходів вводився у низці регіонів країни як експеримент, зокрема й у Вінниці, але досі безуспішно. Для збирання відходів використовують спеціальні контейнери об'ємом 0,75 - 1,1 м³ (баки), контейнери закритого типу об'ємом 6 м³. Місце збору відходів (рис. 1.1) повинно мати тверду основу та можливість встановлення двох контейнерів ємністю від 1,1 до 1,3 куб. м. з профільованими отворами, призначеними для роздільного (селективного) збору ТПВ [4].



Рисунок 1.1 - Місце збору відходів за схемою незмінюваних контейнерів

Схема з використанням незмінних контейнерів є найпоширенішою на всій території України. При цій схемі здійснюється попередній збір ТПВ від населення в контейнери, розташовані на спеціальних майданчиках.

Контейнери вивозяться сміттєвозами з боковим, заднім, іноді з фронтальним завантаженням. Перераховані сміттєвози для підйому та перекидання баків використовують гідроциліндри. Сміття із контейнерів завантажуються у сміттєвоз, потім контейнери встановлюються назад на майданчик.

Необхідно відзначити, що всі види сміттєвозів, що використовуються в Вінниці, здійснюють збір сміття за допомогою виконавчих механізмів, оснащених гідроциліндрами.

Актуальність проблеми збору та вивезення ТПВ підтверджується позицією влади міста Вінниці та увагою до проблеми засобів масової інформації.

Про несанкціоновані звалища постійно повідомляють у газетах, по радіо, в електронних ЗМІ та на місцевому телебаченні. Існує сайт, на якому розміщено мапу з розташуванням несанкціонованих звалищ.

Попередній збір відходів від населення не контролюється, тому в сміттєві баки потрапляють не тільки побутові відходи, а й будівельне сміття, арматура тощо. Щільність будівельного сміття в кілька разів вища за щільність ТПВ, тому заповнені баки однакового обсягу можуть значно відрізнятися за масою. Вантажне обладнання сміттєвозів розраховане на завантаження баків з ТПВ і

підйом більш важких баків неможливий, або може пошкодити маніпулятор. Відповідно до санітарних правил утримання територій населених місць, термін зберігання відходів у баках на контейнерних майданчиках при температурі -5°C та нижче не більше 3 діб, при температурі - понад $+5^{\circ}\text{C}$ не більше доби [23].

Кількість відходів, що вивозяться з майданчиків, завжди різна, залежить від великої кількості факторів які важко прогнозувати. Відсутня актуальна інформація щодо таких важливих показників роботи спеціалізованих автомобілів як: маса ТПВ, що вивозяться з кожного майданчика, кількість майданчиків і контейнерів, що обслуговуються за рейс, зміну, час навантаження контейнерів, середня швидкість переміщення між майданчиками збору та на маршруті, середня відстань між майданчиками.

Відсутність технічної можливості визначення маси відходів, що піднімаються навантажувальним обладнанням, призводить до того, що водій змушений інтуїтивно визначати рівень завантаження кузова. Автомобіль може бути як недовантажений, так і перевантажений. У першому випадку це призводить до збільшення кількості рейсів та, отже, неефективної експлуатації автомобіля. У другому випадку – до підвищеного зносу вузлів та агрегатів автомобіля.

Також часто виникають конфліктні ситуації між перевізниками та керуючими компаніями/ТСЖ міста через неприбране сміття, так як у перевізників немає технічної можливості як довести факт перевищення гранично допустимої маси бака, і оперативно відреагувати, направивши інший транспорт. Застарілі норми обліку ТПВ, їхня не відповідність питомим витратам на вивіз та утилізацію сміття, призводить до того, що більшість тарифів є економічно необґрунтованими.

Ефективне керування перевізним процесом неможливе без актуальної інформації. Збір, обробка та аналіз величезного потоку даних може бути реалізований за рахунок використання автоматизованих інформаційно-обчислювальних систем.

Впливу несанкціонованих звалищ на екологію присвячено роботи дослідників Іванової Ю. С., Мурашова В. Е [23]. Великий внесок у галузі системи управління відходами внесено Сергєєвої В. Г., Тітової А. В., Риб'євим Ст І. [24].

Проблемам підвищення ефективності перевезень ТПВ присвячені роботи Моїсеєвої Н.М., Олімпієва А.В., Сєверовий Є.С., Кожевнікова Є.В..

Контроль завантаження та облік роботи автосамоскидів досліджений у роботі Семенова М. А. [24]. Дослідженню навантажувальних гідроманіпуляторів присвячені роботи Хавроніної Ст Н., Кривельської Н. Ст [32]. У роботі Домницького А. А. [23] розглянуто питання підвищення ефективності сміттевозів та вдосконалення конструкції маніпулятора. Великий внесок у галузі визначення вантажопідйомності сміттевозів виконано Карпухіним П. Г. [17]. Однак, у поданих роботах не розглядається питання визначення маси ТПВ, що завантажуються у сміттевоз у місцях збору. Обсяги відходів щорічно збільшуються, проблеми моніторингу збирання та транспортування відходів є актуальними. Збір відходів проводиться на спеціалізованих контейнерних майданчиках спеціалізованими автомобілями-сміттевозами. Завантаження ТПВ здійснюється за допомогою гідравлічного обладнання. Відсутня актуальна інформація щодо важливих показників роботи сміттевозів, без якої неможливе ефективне управління перевізним процесом.

1.2 Класифікація спеціалізованих автомобілів для збору та транспортування ТПВ

Для збору та вивезення на місця розміщення та знешкодження чи переробки сміття та нечистот від місць накопичення використовуються спеціалізовані комунальні машини – сміттевози.

Класифікувати сміттевози можна за різними параметрами: вантажопідйомність, шасі, обсяг кузова, але практичний інтерес для даного дослідження представляє класифікація за принципом завантаження відходів у кузов.

Можна виділити три основні групи сміттевозів: контейнерні, кузовні та транспортні.

Транспортні сміттевози використовують при двоетапному вивезенні ТПВ.

Як правило, місця розміщення та утилізації відходів знаходяться у віддалених районах або за межами населених пунктів. Як приклад можна навести сміттевоз МКТ-150 вітчизняного виробництва, який має об'єм кузова 46 м^3 , максимальну масу відходів, що завантажуються, 23500 кг [32].

У межах магістерської кваліфікаційної роботи транспортні сміттевози не становлять інтересу, так як вони не здійснюють безпосередній збір ТПВ. Контейнерні сміттевози призначені для збору та транспортування ТПВ разом з тарою (змінні контейнери). Існує кілька типів таких автомобілів [4]:

- машини для перевезення кількох контейнерів-накопичувачів (баків);
- сміттевози з порталним механізмом (самоскиди-бункеровози) для перевезення знімного контейнера;
- сміттевози з кантувачем або гідроманіпулятором для завантаження сміття в спеціальний контейнер закритого типу;
- металовози з гідроманіпулятором для навантаження грейфером скрапу та великого сміття;
- автомобілі та причепа з підйомно-транспортним механізмом типу «мультиліфт» для перевезення змінних контейнерів.

Автомобілі з механізмом «мультиліфт» (рисунки 1.2 а) та сміттевози з порталним механізмом (рисунки 1.2 б) є найпоширенішими серед контейнерних сміттевозів [4].

Дані автотранспортні засоби забезпечені вантажопідйомною системою, що здійснює поздовжнє переміщення бункера з ТПВ щодо шасі. Нахил кузова здійснюється двома гідроциліндрами, вони використовуються для підйому підрамника при зміні кузова. У передній частині надрамника розміщується лебідка з гідроприводом та двома барабанами. При навантаженні кузова надрамник піднімається гідроциліндрами, два троси зачіплюють по вухах кузова, за спеціальними роликами кузов втягується на надрамник. Існують моделі з

ланцюговим навантажувальним механізмом, захоплення здійснюється за допомогою гака та моделі з Г-подібною підйомною балкою та гаковим захопленням.



а)



б)

а) Атлантик МК-53229 з навантажувачем типу «мультиліфт» б) КО-440А з порталним механізмом

Рисунок 1.2 - Контейнерні сміттєвози

Кузовні сміттєвози найбільш поширені в Україні. Існує безліч варіантів технічного виконання кузовних сміттєвозів. Машини можна класифікувати за місцем розташування завантажувального пристрою, об'ємом кузова, ступенем ущільнення відходів [4].

За місцем розташування завантажувального пристрою сміттєвози поділяються на такі групи: з бічним завантаженням, із заднім завантаженням, з фронтальним завантаженням [4].

Сміттєвози з бічним завантаженням відходів в Україні виготовляють кілька заводів, при цьому використовуються інженерні рішення тридцятирічної давності. Модернізацією можна вважати лише адаптацію маніпуляторів для використання "євроконтейнерів". Заводи-виробники вносять невеликі зміни в конструкцію, у зв'язку з чим у різних містах випускають практично однакові сміттєвози [4]. У цьому конструктивні особливості гідравлічного устаткування змінюються (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 - Кузовні смітєвози з бічним завантаженням

До складу спецобладнання смітєвозів з бічним завантаженням входять: маніпулятор, ворошитель і пресуюча плита, які приводяться в рух гідроциліндрами, насос, гідророзподільник, надрамник, кузов. Кузов є зварною конструкцією. Від способу та матеріалу виготовлення кузова залежатиме ступінь ущільнення відходів. Існують моделі смітєвозів, у яких кузов посилено балками чи швелерами, що дозволяє збільшити коефіцієнт ущільнення (пресування) з 2-3 до 6. Кузов встановлюється на надрамнику. Завантаження сміття відбувається через люк у даху кузова, а розвантаження - або за допомогою плити, що штовхає, або самоскидним способом, при підйомі кузова двома гідроциліндрами. Задній борт смітєвоза шарнірно з'єднаний з кузовом і відкривається-закривається за допомогою гідроциліндрів. Гідроманіпулятор завантажує сміття, після чого встановлює бак на місце. Для рівномірного та максимального заповнення кузова встановлюється пресуюча плита. Важелі управління гідравлічним обладнанням, як правило, розташовані біля маніпулятора, під кузовом.

Серед малотоннажних смітєвозів з бічним завантаженням можна відзначити моделі КО-440-3 на базі шасі ГАЗ-3307 із місткістю кузова до 8 м³ та моделі КО-440-4 на базі шасі ЗІЛ-494560 з місткістю кузова до 10 м³ [4]. Великотоннажні смітєвози з бічним завантаженням, як правило, виробляють на базі шасі КАМАЗ, це насамперед КО-415/КО-426 з об'ємом кузова 17-21 м³.

Смітєвози з ручним завантаженням і з бічним завантаженням кантувачем, на території України поширені мало, тому в магістерській кваліфікаційній роботі не розглядаються.

Сміттєвози із заднім механізованим завантаженням успішно використовуються для збору відходів вже понад двадцять років. Сміттєвози мають високу маневреність і можуть працювати в обмеженому просторі. Збір сміття здійснюється так: гідроманіпулятор піднімає і перекидає контейнери, висипаючи сміття в кузов машини. Плита, що штовхає, переміщає сміття до передньої стінки одночасно ущільнюючи його. Вивантаження відходів здійснюється за допомогою штовхаючої плити або самоскидним способом [4].

На відміну від сміттєвозів з бічним завантаженням, сміттєвози із заднім завантаженням мають принципово різні конструкції. Сміттєвоз КО-440-1 на шасі ГАЗ-3307 здійснює завантаження відходів у кузов за допомогою спеціального завантажувального ковша (рисунки 1.4 а).



а)

б)

в)

а) КО-440-1 із завантаженням ТПВ за допомогою ковша б) КО-455 з ручним завантаженням в ківш в) КО-427 із завантаженням ТПВ кантувачем

Рисунок 1.4 - Сміттєвози із заднім завантаженням ТПВ

Оригінальність конструкції полягає в тому, що відходи завантажуються ззаду та подаються вперед до кузова, тобто завантаження здійснюється через люк у верхній передній частині кузова. Кузов аналогічний до моделі, оснащеної бічним маніпулятором [4].

Завантаження ТПВ у сміттєвоз ЗІЛ КО-455 здійснюється вручну в приймальний ківш, що опускається (рисунки 1.4 б). Під час заповнення ковша він піднімається, повертається на осях і заходить між боковинами заднього борту. При цьому відбувається часткове вивантаження сміття з ковша до кузова. Сміття, що залишилося, з ковша перевантажується пресуючою плитою [4].

Великотонажні сміттєвози модельного ряду КО-427 здійснюють завантаження ТПВ за допомогою кантувача і мають високий ступінь ущільнення до 6 об'єм кузова 16-18 м³ (рисунок 1.4 в) [4].

Сміттєвози з фронтальним завантаженням мають кілька переваг: більш комфортні умови роботи водія-оператора, більша місткість до 26-30 м³. Завантаження контейнера здійснюється кантувачем через люк у верхній частині кузова. Кузов розвантажується або самоскидним способом з одночасною подачею пресуючої плити назад, або тільки плитою, що пресує. Усі операції виконуються з кабіни сміттєвозу.

1.3 Огляд та аналіз систем визначення маси вантажу, що перевозиться

Системи, які встановлюються на борті автомобіля визначення маси перевезеного вантажу, як вітчизняні так і зарубіжні основані на використанні різних датчиків, тобто методи виміру є непрямыми. Класифікація методів непрямого виміру маси вантажу який перевозиться сміттєвозами, представлена рисунку 1.5.

Для вимірювання маси вантажу за деформаціями пальців кріплення гідроциліндра до рами використовують тензодатчики типу «вісь», які встановлюються на платформу замість осі перекидача кузова самоскида і поворотну вісь підйомного гідроциліндра.

Недоліком цієї схеми встановлення тензодатчиків є складність монтажу. У процесі експлуатації осі перекидання деформуються та змінюють свої геометричні розміри, тому установка системи є дуже трудомістким процесом.

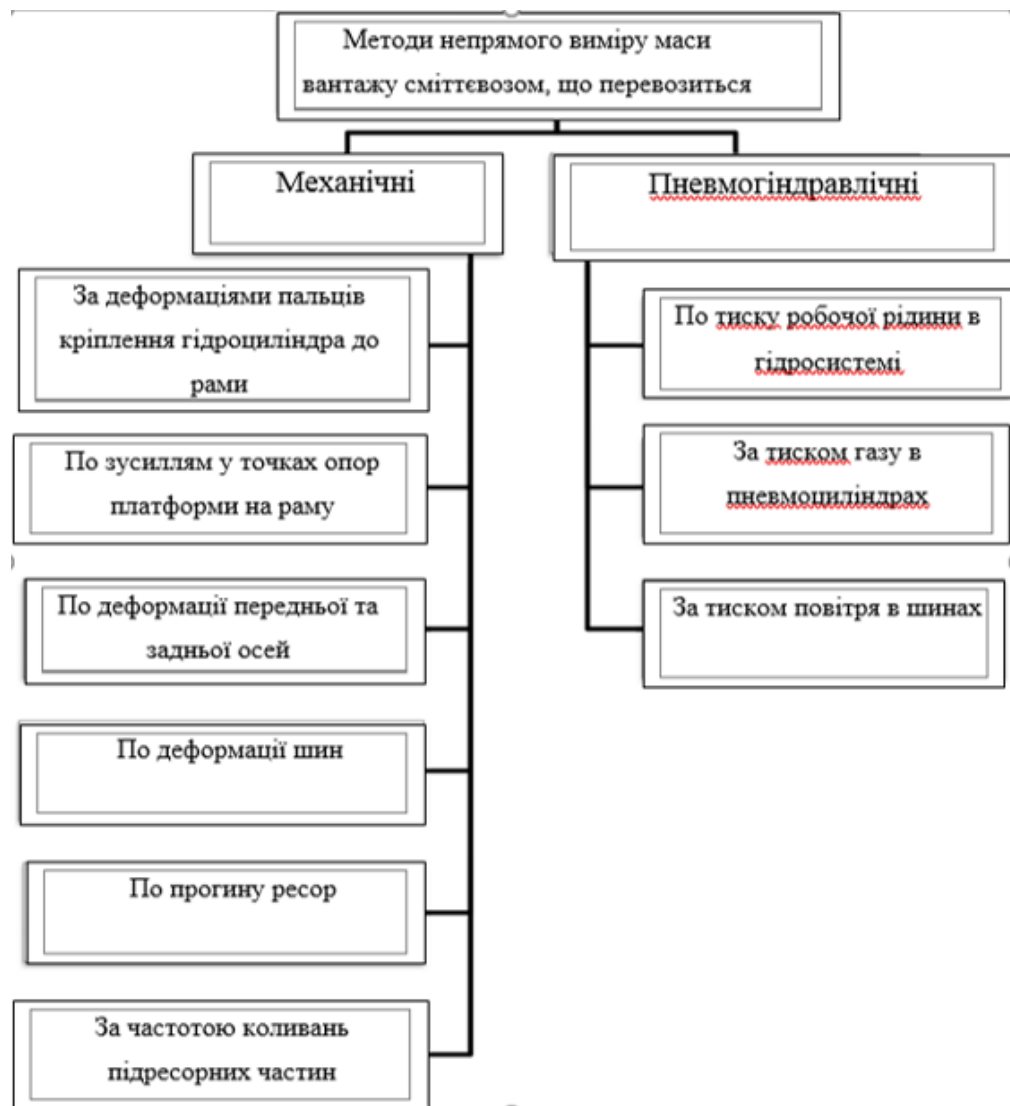


Рисунок 1.5 - Класифікація методів непрямого вимірювання маси вантажу який перевозиться автомобілем

Крім того до точності установки осей пред'являються досить жорсткі вимоги, щоб уникнути перекосів і підвищеного зносу деталей гідроциліндрів.

Бортова система зважування, заснована на методі виміру зусиль у точках опори платформи на раму, розроблена в Швейцарії [17]. Система складається з чотирьох датчиків, встановлених на кінцях надрамника автомобіля-сміттевоза. Для автомобілів-самоскидів застосовують систему з трьома датчиками: один – попереду, два – позаду, після гідроциліндрів підйому кузова.

Недоліком цієї системи є насамперед висока вартість. Крім того, датчики ніяк не захищені від впливу зовнішнього середовища: попадання бруду, механічних ударів, підвищеної вібрації, під час руху нерівними дорогами. Вплив

цих негативних факторів може позначитися на точності вимірювань, а також терміні служби всієї системи.

Визначення ваги автомобіля за деформаціями передньої та задньої осей було здійснено ще 1976 р. у Швеції. Пристрій, названий ATON, приварювали на мости для визначення навантажень. На сьогодні подібні системи продовжують свій розвиток. Однією з останніх розробок у цій галузі є система запатентована Уалкер [22]. Принцип дії цієї системи ґрунтується на вимірі деформації мостів за допомогою тензодатчиків. Датчики є сталевими смужками, вигнутими під великим тиском так, що в горизонтальній площині виходить слабовиражена буква S. Електромагніт, розташований над датчиком, створює електричні імпульси і в проміжках між ними вловлює коливання, які вони викликають. Частота віброколивань, які виникають під дією імпульсів, зростає зі збільшенням розтягування пластини, які в свою чергу пропорційні навантаженню на міст. Сприйнятий датчиком сигнал модулюється за частотою і передається на мікропроцесор.

До переваг даного методу можна віднести високу достовірність виміру, простоту монтажу та обслуговування, простоту конструкції.

Недоліками є висока вартість системи та слабка захищеність від зовнішніх факторів: механічних ударів, впливу агресивних середовищ, вібрації.

Метод визначення навантаження, яке припадає на вісь автомобіля, що рухається, за величиною деформації шин розроблений в США. Емпірично визначається взаємозв'язок між навантаженням на вісь та радіусом кочення шини (при постійному тиску повітря в шині). Додатково визначається взаємозв'язок між тиском та радіусом кочення випробуваної шини (при постійному навантаженні на вісь). Виконується вимірювання швидкості обертання шини, а також проводиться вимірювання тиску оберткової шини за допомогою датчика тиску.

Недоліком систем, заснованих на цьому методі, є невисока точність та необхідність постійного контролю тиску в шинах. Як правило, на задній осі сміттєвозів встановлені здвоєні колеса. Для коректного визначення маси, під час

зважування вони повинні бути на рівній горизонтальній твердій поверхні і повинні мати однаковий тиск, тому експлуатація цих систем дуже складна.

Метод вимірювання маси вантажу по прогину ресор має низьку точність, так як в процесі експлуатації ресори автомобіля зношуються, тому датчик доведеться постійно тарувати. Також на показання датчика впливатимуть навантаження, що виникають під час руху автомобіля нерівними дорогами.

Розроблений у Німеччині метод визначення навантажень на вісь автомобіля заснований на реєстрації вертикальних швидкостей та прискорень балки моста за певних частот коливань [17]. Навантаження розраховується за формулою та залежить від таких параметрів, як жорсткість шин та пневморесор, маса балки осі із закріпленими на ній агрегатами та деталями, кутова швидкість збудження коливань. Після попереднього калібрування проводиться розрахунок маси порожнього транспортного засобу, після чого навантаження на вісь легко та швидко визначається різницею поточного та відкаліброваного значень.

Для коректного визначення маси за допомогою даного методу необхідно точно знати всі параметри автомобіля за якими ведеться розрахунок. Крім того, встановлювати цю систему можна тільки на автомобілі з пневмопідвіскою.

На спеціалізовані автотransпортні засоби, такі як самоскиди, лісовози, сміттєвози оснащені різними механізмами, які мають гідравлічний привід встановлюють системи контролю маси вантажу які базуються на вимірюванні тиску робочої рідини в гідросистемі. Датчик монтується в напірну магістраль гідросистеми та вимірює тиск під час роботи гідроциліндрів. Тиск зростає пропорційно до навантажень, яким піддаються гідроциліндри. Наприклад, для визначення маси вантажу, що у кузові самоскида, необхідно підняти вантажну платформу.

До недоліків даного методу належать невисока точність вимірів.

Існує багато пристроїв для автоматичного зважування автомобілів, що передбачають вимірювання ваги як функції зміни тиску в пневмоциліндрах підвіски, в тому числі і вітчизняних [32]. Пристрої містять вимірювачі тисків у вигляді мембранних датчиків з електричними перетворювачами. Датчики

встановлені у верхніх порожнинах пневмогідроциліндрів підвісок автомобілів. Раніше подібні пристрої мали низьку точність зважування через вплив температури на зміну параметрів пневмогідролічних циліндрів передньої та задньої підвісок автомобілів. Для підвищення точності зважування пропонується пристрій було забезпечено датчиками температури з електричними перетворювачами, розташованими паралельно вимірювачам тисків, причому їх виводи були приєднані до підсумуючого блоку. Подібні системи працюють таким чином: датчики вимірюють тиск який змінюється в залежності від ваги вантажу, яка завантажується в автомобіль. Температурні датчики вимірюють температуру газомасляної суміші у верхніх порожнинах пневмогідроциліндрів підвісок [32].

Головним недоліком цього методу є те, що його можна використовувати тільки для визначення маси автомобілів, оснащених пневмопідвіскою.

Система, заснована на методі вимірювання маси тиску повітря в шинах, розроблена в США. Метод та бортова система контролю тиску повітря в шинах автомобіля дозволяють не тільки визначити масу автомобіля, але й підвищити безпеку руху, зменшити знос шин та витрату палива. У кожному колесі монтується електронний або електромеханічний датчик тиску. Процесор та радіопередавач кодованих сигналів монтуються в блок контролю на панелі приладів автомобіля. Передача контрольних сигналів здійснюється бездротовою мережею з частотою один раз на хвилину, що дозволяє оцінювати зміну тиску в шинах величиною до 1,1 кПа за період 20 с.

Недоліком цієї системи є низька точність так як не враховано вплив температури навколишнього середовища, крім того необхідно підтримувати тиск у шинах однаковим та проводити зважування на рівних майданчиках.

Необхідно, щоб автоматична система зважування була універсальна, тому вибраний метод вимірювання повинен підходити для автомобілів з будь-яким типом підвіски. Методи вимірювання маси, які можуть бути використані тільки на автомобілях з пневмопідвіскою, не підходять. Враховуючи погодні умови, стан доріг у нашій країні, а також вплив агресивних середовищ у процесі

збирання та транспортування ТПВ важливими параметрами також будуть надійність системи та її захищеність від впливу зовнішніх факторів.

У таблиці 1.1 представлені переваги та недоліки розглянутих способів визначення маси.

Таблиця 1.1 - Аналіз автоматичних методів вимірювання маси дрібних партій вантажу, що довантажують транспортний засіб у процесі роботи.

№	Метод виміру	Переваги	Недоліки
1	За деформаціями пальців кріплення гідроциліндра до рами	Низька вартість датчиків, надійність, простота конструкції	Складність монтажу, жорсткі вимоги до точності установки
2	По зусиллям у точках опори платформи на раму	Простота конструкції	Висока вартість, слабка захищеність від зовнішнього середовища, невисока точність
3	По деформації передньої та задньої осей	Висока достовірність вимірів, простота монтажу, простота конструкції	Висока вартість системи, слабка захищеність від зовнішніх факторів
4	За величиною деформації шин	Низька вартість, простота монтажу	Невисока точність, необхідність постійного контролю тиску в шинах
5	Но прогину ресор автомобіля	Низька вартість датчиків, простота конструкції	Низька точність, необхідність частого тарування
6	За частотою коливань підресорених частин	Висока достовірність вимірів	Складність конструкції, можливість використання тільки на автомобілях з пневмопідвіскою
7	По тиску робочої рідини у гідравлічному устаткуванні	Низька вартість датчиків, надійність, простота монтажу та обслуговування, простота конструкції	Невисока точність вимірів
8	По тиску газу в пневмоциліндрах підвіски	Висока достовірність вимірів	Можливість використання тільки на автомобілях з пневмопідвіскою
9	Но тиску повітря в шинах	Низька вартість датчиків, простота монтажу	Низька точність, необхідність однакового тиску в шинах, зважування на рівних майданчиках

З розглянутих методів оптимальним для використання на сміттєвозах є метод вимірювання маси за величиною робочого тиску рідини в гідравлічному обладнанні, як найбільш надійний, простий та дешевий.

Для вирішення завдань моніторингу, контролю збору та транспортування ТПВ, а також визначення маси сміття яке завантажується на борт сміттєвозу в місцях збору, необхідно розробити автоматичну систему зважування для встановлення на борт автомобіля, засновану на методі вимірювання маси за величиною тиску робочої рідини в гідросистемі.

1.4 Аналіз діяльності комунального унітарного підприємства «ЕкоВін»

1.4.1 Загальна характеристика підприємства

Комунальне унітарне підприємство «ЕкоВін» – це підприємство, що є багатофункціональним спеціалізованим підприємством, де діяльність його спрямована на організацію найбільш якісної системи збору та вивезення побутових відходів, санітарного очищення міста, прибирань в місцях громадського відпочинку (площі, сквери, бульвари), прибирання шляхів міста, а також утримання міського полігону побутових відходів.

Комунальне унітарне підприємство «ЕкоВін» (КУП «ЕкоВін») є спеціалізованим підприємством з питань поводження з відходами та забезпечення належного санітарного стану об'єктів благоустрою м. Вінниця.

Підприємство належить до комунальної власності територіальної об'єднаної громади м. Вінниця відповідно до рішення Вінницької міської ради за № 1263 від 05.07.2005 р. «Про створення міського комунального унітарного підприємства із вивезення твердих побутових відходів «ЕкоВін» та управляється своєю діяльністю відповідно до Господарського та Цивільного кодексу України, Законами України «Про місцеве самоврядування в Україні», а також рішенням Вінницької міської ради їх виконавчого комітету і розпорядженням міського голови, та іншими нормативно-правовими актами України.

Засновником та власником комунально унітарного підприємства є територіальна громада міста Вінниці в особі Вінницької міської ради та здійснює керування за діяльності даного підприємства. А також органом, на який покладено функції управління (керування) цим підприємством, є також Департамент комунального господарства та благоустрою Вінницької міської ради. КУП «ЕкоВін» було створено на базі колишнього комунального автотранспортного підприємства КАТП-0128.

Місце знаходження адміністрації підприємства КУП «ЕкоВін» – 21050, м. Вінниця, вул. Соборна, 59. Само підприємство розташоване у мікрорайоні Сабарів, на півдні міста (правого берегу Південного Бугу), за адресою: вул. Сабарівське шосе 7, м. Вінниця. Площа земельної ділянки підприємства складає 2,866 га (гектарів).

Для вивезення вантажів - твердих побутових відходів та забезпечення ряду переліку виконуваних комунально унітарним підприємством робіт залучає свою техніку, яка на підприємстві наявні у кількості 26 транспортних засобів (табл. 1.2) [7].

Таблиця 1.1 – Рухомий склад КУП «ЕкоВін»

Модель транспортного засобу	Кількість транспортних засобів на 28.09.2023 р.	Середньодобовий пробіг, км
ЗИЛ-ММЗ-554	6	120
ЗИЛ-43336	2	190
ЗИЛ-432932	3	203
МАЗ-533702	6	205
МАЗ-5340-B2	2	200
КАМАЗ-43253	2	200
КАМАЗ-55102	1	50
Ford Cargo 1833D «Е-5»	4	205
Всього:	26	

Зараз основну частину рухомого складу складають вантажні спеціалізовані автомобілі, які призначені для механізованого завантаження твердих побутових

відходів з контейнерів в бункер, їх ущільнення в бункері, транспортування та механізованого розвантаження в місцях знешкодження та утилізації. Внаслідок збільшення території та чисельності жителів міста Вінниця, в подальшому планується збільшення обсягів збору та вивезення побутових відходів, санітарного очищення міста та утримання міського полігону в м. Вінниця. Тому, в подальшому планується збільшувати кількість рухомого складу підприємства.

Автомобілі працюють в 3-й категорії умов експлуатації, умови зберігання автомобілів – відкрита стоянка без підігрівання.

Кількість рухомого складу зараз недостатня для того, щоб утримувати виробничі потужності підприємства з ТО і ремонту автомобілів в повному обсязі. Тому, стає гостре питання щодо вдосконалення структури виробничих підрозділів з ТО і ремонту автомобілів в КУП «ЕкоВін».

Виробничо-технічна база підприємства КУП «ЕкоВін» складається із 5-ти постів ТО і ПР, має зону щоденного обслуговування, агрегатну, слюсарно-механічну та зварювально-жерстяницьку ділянки, які призначені для виконання комплексу робіт з обслуговування та ремонту агрегатів і вузлів автомобілів.

На території підприємства розташовані адміністративний корпус, відкрита площадка для зберігання автомобілів, контрольно-пропускний пункт та котельня.

Зона ТО і ПР обладнана оглядовими канавами для обслуговування та ремонту автомобілів, верстаками, стелажми, спеціальним інструментом та технологічним обладнанням для виконання робіт з ТО і ПР.

В агрегатній та слюсарно-механічній ділянках проводиться ремонт агрегатів (двигунів, коробок передач, редукторів задніх мостів, а також виконання слюсарно-механічних робіт). Ділянки мають верстаки, стелажі та шафи, спеціальний інструмент для виконання вказаних робіт.

Зварювально-жерстяницька ділянка обладнана для виконання робіт зі зварювання та жерстяництва. Однак, наявне обладнання не відповідає повному переліку необхідного технологічного обладнання для виконання даних робіт і є частково застарілим, що в свою чергу зменшує якість робіт.

Щоденне обслуговування автомобілів проводиться не в спеціалізовано обладнаній зоні. В наявності є ручна мийка високого тиску. Відсутній повний перелік потрібного обладнання для виконання прибирально-мийних робіт.

Директором комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» – є Гриневич Петро Олександрович, який очолює підприємство, згідно даних з 15.01.2018 року.

Для забезпечення транспортно-виробничої діяльності комунально унітарне підприємство в своєму розпорядженні налічує наявність транспортних засобів, а також додаткове обладнання та їх механізми, що забезпечує виконання та обслуговування великого спектру роботи, що належить виконувати КУП «ЕкоВін». Це відповідає чинному законодавства України у сфері обслуговування та забезпечення, щодо вимог для Вінницької міської територіально об'єднаної громади.

Розміщення комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» наведено на рисунку 1.6

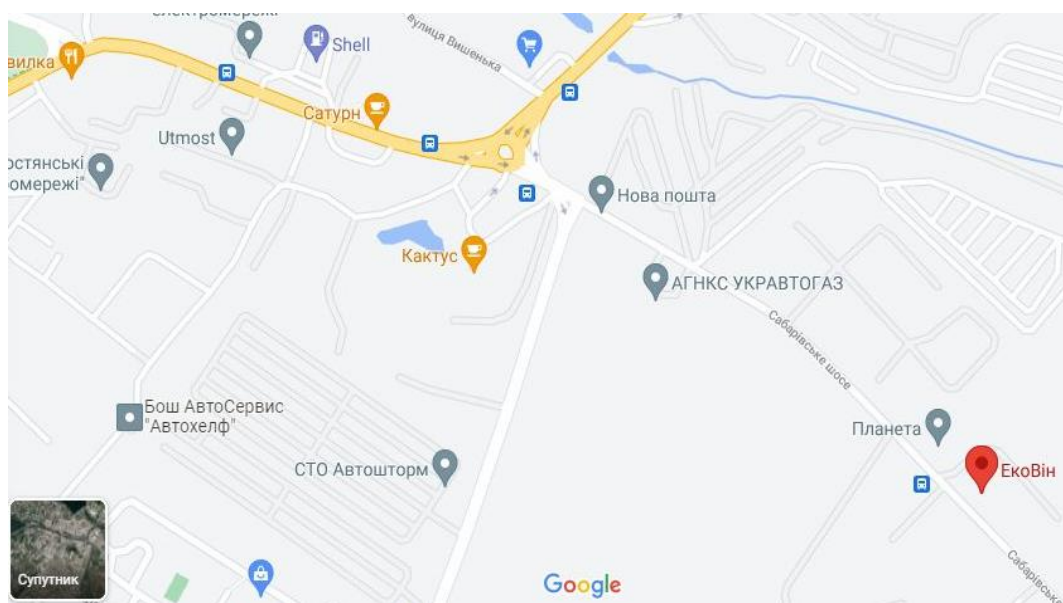


Рисунок 1.6 – Розташування комунально унітарного підприємства «ЕкоВін» міста Вінниця

Метою діяльності підприємства КУП «ЕкоВін» – це здійснення діяльності, що відповідає вимогам законодавству України і правилам благоустрою в

населених пунктах, різного поводження із відходами на території Вінницької міської об'єднаної громади та утримання їх в належному стані. А також приведення до санітарно-гігієнічного стану всіх населених пунктів громади до належного рівня, які відповідають санітарним нормам та правилам санітарної очистки території. Підприємство виконує дії, щодо перевезення, збирання побутових відходів, обробки, утилізації, зберігання, а також знешкодження їх за різними технологічно-контрольними операціями. Сюди ж відноситься і утримання побутових, промислових полігонів та інших їх відходів. Будівництво для переробки заводів або станцій багатьох типів та видів, які можуть залучати інвесторів і інвестиції, як вітчизняні або іноземні капітали.

Також потрібно ще сказати, що комунально унітарне підприємство може надавати консультативні, експертні, інформаційні та інших інтелектуальні послуги, щодо впровадження, розробки та розвитку новітніх технологій на комерційно – посередницькій діяльності, а також використання техніки та обладнання. Надання платних послуг юридичним та фізичним особам по питанням сфери своєї діяльності, що не суперечать чинному законодавству України. Виконання усіх замовлень у повному їх обсязі Вінницької міської ради та уповноважених ними органів та права на відкриття свої поточних розрахунків і затверджувати положення для них.

Підприємство КУП «ЕкоВін» має своє майно, яке складається з основних фондів та оборотних коштів, має цінності, які є на самотійному балансі підприємства. Майно комунального підприємства це є власність, яка належить Вінницькій міській об'єднаній територіальній громаді та передається у користування на правах його господарювання. І для більш кращого забезпечення повноцінної діяльності КУП «ЕкоВін» був створений статутний капітал та їхній розрахунковий рахунок і рахунок коштів для бюджету Вінницької міської територіально-об'єднаної громади.

Плануванням діяльності та розподілом коштів на підприємстві займається заступник директора з економіки та працівники планово-економічного відділу, до складу якого входять: начальник планово-економічного та економіст. А також

здійснюють його облік та керування діяльністю виробничо – господарської частини, дотримуються своєчасної виплати заробітної плати для працівників, що виконують організацію їхньої праці на підприємстві.

Рухомий склад транспортних засобів (сміттєвозів) працює в КУП «ЕкоВін» переважно у 1 – 2 зміни за робочим тижнем, а середній час перебування транспортних засобів у нарядах або при виконанні робіт, може досягати від 8 до 12 годин. Середньодобовий пробіг досягає від 150 до 400 км за добу, в залежності від умов роботи та кількості вивезення вантажів із твердих побутових відходів.

1.4.2 Організаційна структура підприємства

Організаційна структура керівного складу комунального унітарного підприємства – це документ, який відображає склад та ієрархію органів підпорядкування на підприємстві. Організаційна структура встановлюється в зв'язку, яка виходить із діяльності та основних функціонально необхідних цілей комунального унітарного підприємства для його роботи.

Очолює комунально унітарне підприємство «ЕкоВін» – директор, який є керівником унітарного підприємства. На посаду директор призначається для управління унітарним підприємством та виконанням обов'язків, які на нього покладені, і призначається або звільняється за розпорядженням міського голови міста. Із директором підприємства заключається договір або контракт, який вказує на права та його обов'язки, строки роботи, відповідальність та здійснення його господарських операцій, перед трудовим колективом та міською радою. Директор підприємства підконтрольний та підзвітний Органу управління та міському голові міста, а також повинен дотримуватись усіх тих пунктів, що обумовлені у його контракті та чинному законодавстві України.

Директору підприємства підпорядковуються такі посади, як: головний інженер, головний бухгалтер, начальник комерційного відділу, начальник відділу технічного нагляду, начальник відділу «Благоустрій», а також начальник

«Полігону побутових відходів», і є підзвітний начальник колони автомобільної, транспортний відділ, відділ «Сміттесортувальна станція».

Директор підприємства є відповідальною особою, що надає розпорядження за юридичні і кредитні операції та відповідає за виконанням усіх планових показників на комунальному унітарному підприємстві «ЕкоВін». Строго несе відповідальність разом із головним бухгалтером за стан збереженості фінансової звітності та економічні операції на підприємстві. Заступниками директора по різним питанням, можуть бути головний інженер або головний бухгалтер, а також всі начальники та керівники служб, що є на підприємстві.

Схема організаційної структури керівного складу КУП «ЕкоВін» зображена на рисунку 1.7, що відображає розташування органів управління, та їх відділів і виконавців, що зв'язані адміністративними зв'язками поміж ними.

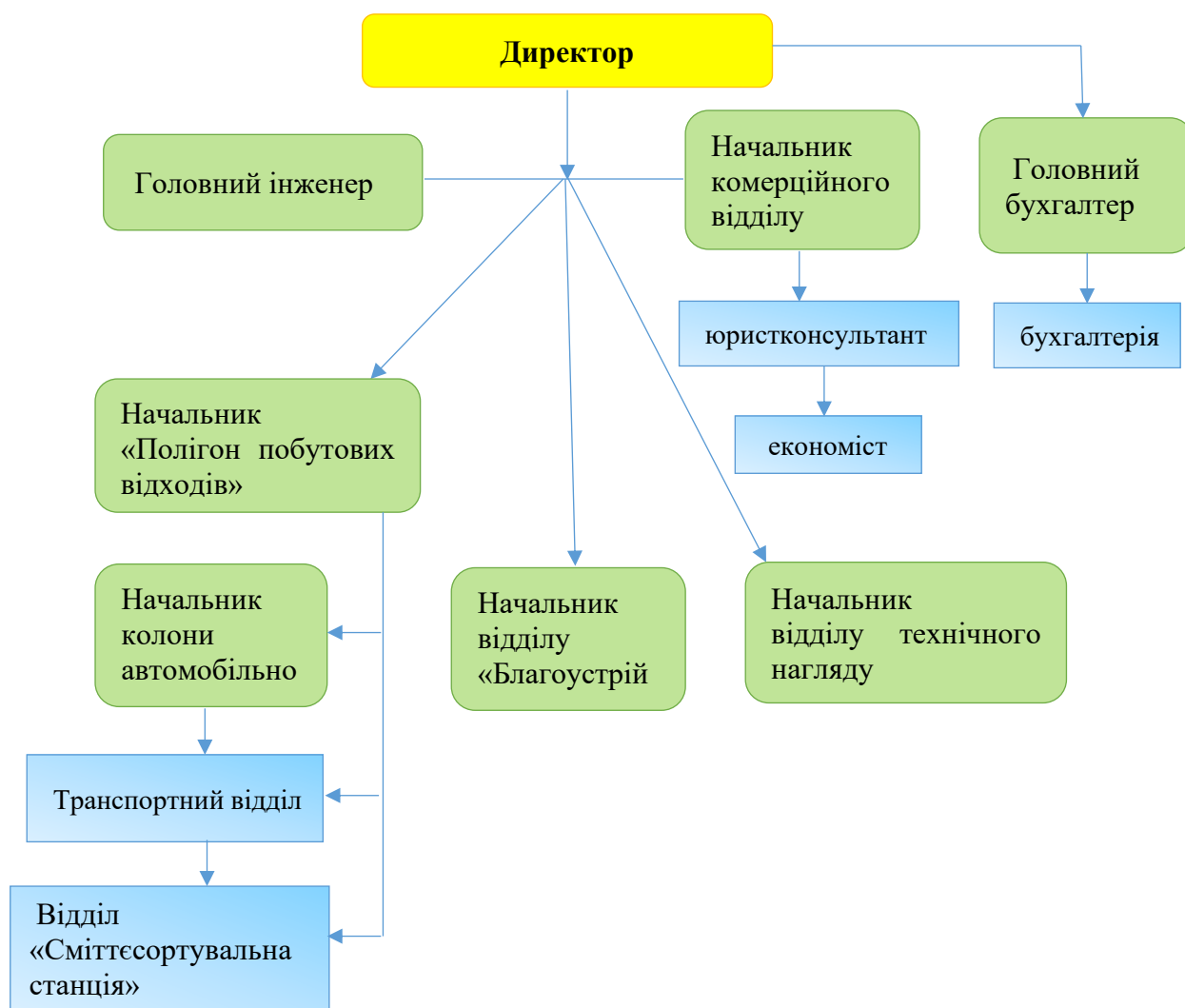


Рисунок 1.7 – Схема організаційної структури керівного складу КУП «ЕкоВін»

Директор підприємства є безпосереднім управлінцем, який представляє інтереси організації та якому підпорядковуються, всі відділи на підприємстві, а також їхні начальники що є у відділах та інших службах підприємства.

Комунальне унітарне підприємство «ЕкоВін» – це підприємство, яке об'єднує в собі складний господарський комплекс робіт під час перевезення побутових відходів та виконує низку функцій робіт, що покладені на підприємство в цілому.

Організаційна структура транспортного відділу до якого відноситься автомобільна колона КУП «ЕкоВін», здійснює перевезення твердих побутових відходів, якісної системи збору і вивезення відходів із місць накопичення та їхньої доставки на місце для переробки і. т. д., зберігання транспортних засобів на транспортних стоянках, технічне обслуговування (ТО) та ремонт (Р) рухомого складу.

Основними задачами та виробничими процесами діяльності транспортного відділу комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» є:

- збирання, заготівля окремих видів відходів, як вторинної сировини;
- утримання побутових полігонів, промислових та інших відходів;
- будівництво нових полігонів для твердих побутових відходів, промислових та інших відходів, виконання рекультивації існуючих;
- операції у сфері поводження із небезпечними відходами;
- ремонт, заправка та миття транспортних засобів, у тому числі спеціального транспорту, який призначений для перевезення твердих побутових відходів;
- переобладнання автомобілів або транспортних засобів, встановлюючи на них засоби спеціального обладнання, які призначені для санітарної очистки міста;
- приймання участі у розробці та виробництві спеціального обладнання, його агрегатів або механізмів;
- організація стоянки для автомобільно-транспортних засобів;
- науково – дослідницька діяльність, лабораторні дослідження;
- зберігання різноманітних товарно-матеріальних цінностей, тощо;
- закупівля, транспортування та реалізація нафтопродуктів (ПММ);

- міжнародні та внутрішні перевезення вантажів та пасажирів автомобільним транспортом;
- торговельно – закупівельна діяльність;
- здійснення технічного нагляду за об'єктами благоустрою;
- здійснення інших видів діяльності, що незаборонені чинним законодавством України.

Для всіх транспортних засобів комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» потрібно вчасно виконувати технічне обслуговування, ремонт та виконувати цілий ряд комплексних та допоміжних робіт для довготривалої їх роботи.

Організаційна структура транспортного відділу комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» представлена на (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Організаційна структура комунально унітарного підприємства «ЕкоВін» для транспортного відділу

Виробничо – технічна база та її структура для комунально унітарного підприємства формується слідуючим чином:

- основна (експлуатаційна) служба – це служба, що організовує перевезення твердих побутових відходів або утримання побутових полігонів і. т. д;
- допоміжне виробництво – це технічна служба;
- обслуговуюче виробництво – це служба начальника колони;
- служба підсобно – допоміжних робіт (технічний нагляд за об'єктами благоустрою, будівель та складських приміщень і. т. д.);
- служби, що належать органам керування.

Для багатьох функціональних підрозділів є потреба в інформації про стан своїх об'єктів, які несуть відповідальність. А отримана інформація їх потребує ретельної обробки та аналізу, та при виникненні надзвичайних ситуацій, потребує швидкої реакції.

1.5 Висновки до розділу 1

1. Обсяги відходів щорічно зростають. Баки нерідко перевантажуються, підйом таких баків закінчується підвищенням зносом або виходом з ладу навантажувального обладнання та сходом з лінії автомобіля..

2. Без технічної можливості визначення маси наповненого бака неможливо визначити коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля, довести факт перевищення маси бака, оперативно вивезти перевантажений бак за допомогою іншого транспорту. Проблеми організації збирання та визначення маси відходів є актуальними.

3. Кузовні сміттєвози з механізованим боковим та заднім завантаженням ТПВ є найбільш поширеними, тому вони обрані для подальших досліджень.

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО АВТОМОБІЛЯ ПІД ЧАС ЗВАЖУВАННЯ ВАНТАЖІВ.

2.1 Опис пристрою для визначення маси ТПВ

Пристрій обліку та контролю маси ТПВ може бути реалізовано у вигляді програмно-апаратного комплексу, який повинен виконувати такі функції:

- визначити масу відходів, завантажених на борт мусоровозу;
- визначати маршрут руху сміттєвозу, швидкість руху на маршруті, пробіг, кількість рейсів;
- передавати інформацію на сервер;
- попереджати водія-оператора про перевищення вантажопідйомності вантажного обладнання;
- попереджати водія-оператора про можливе перевищення вантажопідйомності автомобіля.

Як прототип використовується пристрій для визначення ступеня завантаженості кузова самоскида [23]. Недоліком прототипу є невисока точність вимірів, відсутність можливості визначення координат та передачі на сервер. На величину тиску робочої рідини, а, отже, і на точність вимірювань впливають гідравлічні та механічні фактори. До механічних факторів відносяться положення спеціалізованого автомобіля під час зважування відносно рівної горизонтальної поверхні, а також положення маніпулятора з баком.

Підвищити точність вимірів можна за рахунок збільшення частоти вимірів тиску.

Розроблений пристрій обліку та контролю маси ТПВ складається з наступного обладнання: термінал, індикаторний блок, датчики, проводи.

Термінал призначений для збору та обробки показань датчиків, визначення координат розташування сміттєвозу, зберігання та передачі інформації на віддалений сервер через інтернет, інформування водія про поточну масу

вантажу, що перевозиться, в кузові автомобіля за допомогою індикаторів. При досягненні коефіцієнта вантажопідйомності значення 0,85 на терміналі загоряється помаранчевий індикатор, при значенні 0,95 і вище – червоний. Термінал встановлюється в кабіні сміттєвозу, він здійснює керування індикаторним блоком. До складу терміналу входять: компактний персональний комп'ютер (КПК), аналого-цифровий перетворювач (АЦП), модуль GSM, GPRS модуль, GPS модуль.

Індикаторний блок встановлюється над важелями керування гідравлічним обладнанням. У разі перевищення максимально допустимої маси вантажу, що піднімається, спрацьовує світлова і звукова сигналізація.

При підйомі бака з ТПВ у пам'яті КПК створюється файл, у якому зберігаються дата і час підйому, координати місця підйому (GPS-модуль), показання датчиків зафіксовані за допомогою АЦП. Використання АЦП дозволить фіксувати показання датчиків із частотою 10-20 Гц, завдяки цьому збільшиться точність вимірювань. Зібрана у файл інформація про масу ТПВ зберігається в пам'яті КПК і відправляється через інтернет (GSM/GPRS-модуль) на віддалений сервер. Для кожного нового місця збирання створюється новий файл для запису даних. Після закінчення завантаження ТПВ запис у файл припиняється, і він зберігається у пам'яті терміналу та передається через інтернет на віддалений сервер. Дублювання інформації дозволить уникнути втрати даних, а оперативне відправлення інформації на сервер уможливить моніторинг та управління роботою сміттєвозів у режимі реального часу.

Склад та схема роботи пристрою обліку та контролю маси ТПВ представлена на рисунку 2.1.

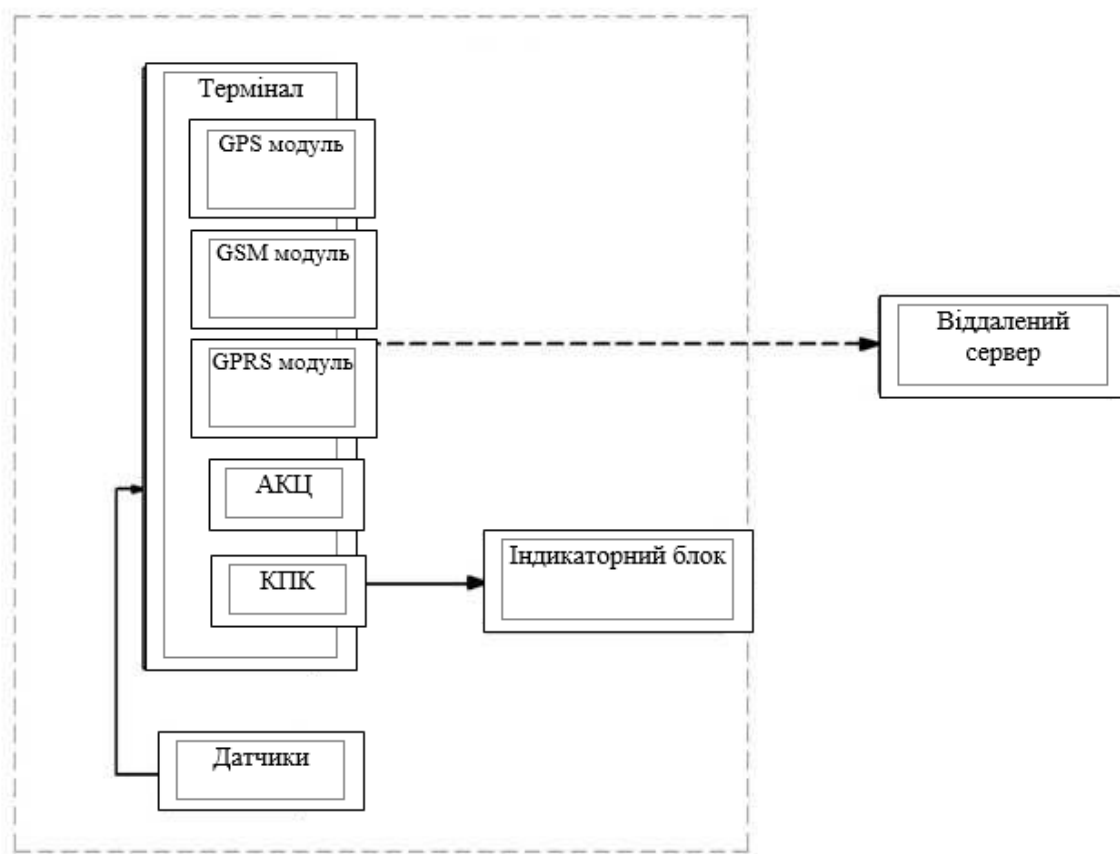


Рисунок 2.1 - Склад та схема роботи пристрою обліку та контролю маси ТПВ

2.2 Математичний опис функціонування гідромеханічних систем

При моделюванні необхідно розглядати роботу вантажного обладнання сміттєвозу, як роботу складної гідромеханічної системи. Функціонування гідромеханічних систем супроводжується переходом механічної енергії у внутрішню теплову чи внутрішньої теплової в механічну. Відмінна риса гідромеханічної системи полягає у взаємозалежному русі твердих тіл та термодинамічних процесів рідких робочих тіл. [17].

Під гідромеханічними системами розуміють сукупності механічних та гідравлічних підсистем (тіл), у яких механічні та теплові процеси взаємопов'язані і не можуть протікати незалежно один від одного. Вивчення функціонування таких систем ґрунтується на системному підході та обліку наступних особливостей [17]:

- системи являють собою сукупність ланок різної фізичної природи (твердих, рідких та ін.);
- при функціонуванні систем має місце комплекс механічних, теплових та інших рухів та процесів.

При розрахунку процесів функціонування гідромеханічних систем враховується вплив довкілля. Результати явищ перенесення маси, роботи, теплообміну, що накладаються, миттєво передаються на всі елементи гідравлічного тіла, яке в усі моменти часу перебуває в стані термодинамічної рівноваги.

Основним елементом системи є робоче тіло. Під гідравлічним робочим тілом розуміється макротіло, виділене з РР за допомогою кордонів. Ці межі можуть бути як реальними (стінки резервуара, що містить робочу рідину, межа розділу рідкої та газоподібної фаз усередині резервуара), так і умовними (контрольні поверхні).

Існує 4 основні параметри робочого тіла, що визначають його стан:

W – об'єм, який займає робоче тіло, м^3 ,

m – маса тіла, кг ,

ρ – щільність, $\text{кг}/\text{м}^3$,

T – температура, К .

Стан гідравлічного робочого тіла в обсязі, що розглядається, можна характеризувати сукупністю 3-х параметрів: p , T і ρ ($\omega=1/\rho$). Фізичними компонентами гідравлічного робочого тіла є питомі теплоємності при постійному тиску C_p та об'ємі C_ω . Взаємодія гідравлічного робочого тіла з іншими тілами, що входять до системи, та довкіллям відбивається такими характеристиками:

G_{np} – секундним масовим приходом рідини в об'єм, що займає гідравлічне тіло по p -му каналу, $p=1,2,3\dots m$.

G_{pq} – секундною масовою витратою рідини з об'єму, займаного гідравлічним тілом, по q -му каналу, $q=1.2.3\dots l$.

Π_{np} – питомим приходом енергії рідини по p -му каналу.

Π_{pq} – питомою витратою енергії рідини по q -му каналу.

d_{Lh} – елементарною роботою розширення (стиснення) рідини внаслідок переміщення робочої поверхні h -го поршня, $h=1,2,3\dots S$.

У гідромеханічних системах механічні підсистеми є плоскі механізми з одним ступенем свободи. Провідні ланки таких підсистем - поршні, що поступально рухаються. Стан кожного поршня в даний момент визначається швидкістю V і координатою X .

Фізичними константами ланок механізму є маса ведучого M , маса v -го веденого M_v ланки ($v=1,2,3\dots\tau$).

Рівняння стану пов'язує між собою параметри системи. При заданому об'ємі залишаються три параметри: тиск, температура, щільність (або питомий об'єм). Кожен з них може бути функцією двох інших. Рівняння стану може бути записано у вигляді як $f(p, T, \omega)=0$. Таким чином, стан робочого тіла визначається двома незалежними параметрами: питомим об'ємом та температурою, або тиском і температурою, або питомим об'ємом та тиском.

Роль рівняння стану для опису фізики явищ у рідині надзвичайно велика, тому відшукування раціональної форми рівняння стану, що дозволяє правильно описувати термодинамічну поведінку речовини в широкій області параметрів стану, набуває великого значення.

Найбільш відомим аналітичним рівнянням стану є рівняння стану Ван-дер-Ваальса. У ньому враховуються сили міжмолекулярної взаємодії робочого тіла. Рівняння стану Ван-дер-Ваальса має вигляд [24]:

$$\left(p + \frac{\beta}{\omega^2}\right)(\omega - a) = RT \quad (2.1)$$

де p – тиск, Па;

T – температура, К;

ω – питомий обсяг, м³/кг;

a, β, R – постійні, що визначаються експериментально для кожної рідини.

З рівняння Ван-дер-Ваальса виводяться більш сучасні та точніші аналітичні рівняння стану, зокрема рівняння Редліха-Квонга та його модифікації (рівняння Грея-Рента-Зудкевича, Шодрона, Соколова тощо).

Рівняння Редліха-Квонг має вигляд:

$$P = \frac{R \cdot T}{V - b} - \frac{a}{T^{0.5} \cdot V \cdot (V + b)} \quad (2.2)$$

де V – мольний обсяг, м³/моль;

a , b , R – постійні, що визначаються експериментально для кожної речовини.

Не існує жодних таблиць, які містили б значення a та b для широкого кола чистих компонентів.

Досить відомим рівнянням стану рідин та газів є рівняння Бенедикта-Вебба-Рубіна:

$$P = R \cdot T \cdot p + \left(B_0 \cdot R \cdot T - A_0 - \frac{C_0}{T^2} \right) \cdot p^2 - (b \cdot R \cdot T - a) \cdot p^3 + a \cdot a \cdot p^6 + \frac{c \cdot p^3}{T^2} \cdot (1 + \gamma \cdot p^2) \cdot \exp(-\gamma p^2) \quad (2.3)$$

де ρ – густина, кг/м³;

A_0 , B_0 , C_0 , a , b , c , α , γ – константи, що визначаються експериментально для кожної речовини.

Також існують інші рівняння стану Барнера-Адлера, Суги-Лю і т. д. Але в усіх цих рівняннях стану присутні константи, які визначаються експериментально. Вони, як правило, розраховані для обмеженої кількості найпоширеніших речовин, таких як кисень, азот, метан, бутан та ін. Враховуючи, що в рівнянні стану Бенедикта-Вебба-Рубіна таких констант вісім, добір деяких середніх значень, для задовільної збіжності розрахункових та експериментальних даних недоцільний і дуже трудомісткий.

Незважаючи на те, що перераховані рівняння стану є більш точними, необхідно зазначити, що рівняння Ван-дер-Ваальса досі корисне для створення хоч і наближеного, проте досить простого опису поведінки робочого тіла. Крім того, у роботі [24] наводяться експериментальні дані теплофізичних властивостей мінеральної олії АМГ-10. Дане мастило за своїми властивостями схоже з мастилами, рекомендованими в посібнику з експлуатації сміттєвозу, що дозволяє використовувати рівняння Ван-дер-Ваальса при створенні математичної моделі гідросистеми сміттєвозу з бічним завантаженням.

У математичній моделі гідроприводу витрата/прихід рідини розраховується лише через отвори, що з'єднують елементи гідросистеми. При цьому розрахунки базуються на законі збереження речовини та на припущенні про суцільність (нерозривність) потоку рідини.

В даний час при розрахунку гідравлічних пристроїв широко використовується спрощена формула:

$$G = \mu \cdot S \sqrt{\frac{2}{\omega_0}} \sqrt{p_0 - p} \quad (2.4)$$

де μ – коефіцієнт витрати,

S – площа отвору, м²;

ω_0 – питомий об'єм рідини в замкнутому обсязі, з якого походить закінчення рідини, м³/кг;

p_0 – тиск рідини в замкнутому об'ємі, з якого відбувається витікання рідини, Па;

p – тиск рідини у замкнутому обсязі, в який відбувається закінчення рідини, Па.

Розрізняють питому теплоємність отриману при постійному об'ємі C_w , і питому теплоємність отриману при постійному тиску C_p .

Емпіричні значення ізобарної теплоємності C_p для мастила АМГ-10 наведені у роботі [8]. Враховуючи, що емпіричні значення визначені в

ймовірному діапазоні зміни температури РР в гідросистемі з кроком 20⁰С, для розрахунків проміжних значень теплоємності C_p моделі можна використовувати формулу, отриману за допомогою апроксимації емпіричних даних [17]:

$$C_{p(t)} = C_{p(20)} + 0,097 \cdot \left(\frac{t}{20} - 1 \right) \quad (2.5)$$

де $C_{p(t)}$ - питома ізобарна теплоємність мастила за температури t ⁰С, Дж/(кг·К);

$C_{p(20)}$ - питома ізобарна теплоємність мастила за температури 20 ⁰С, Дж/(кг·К);

t – температура мастила, ⁰С.

Питому ізохорну теплоємність можна отримати, користуючись відомими термодинамічними співвідношеннями. Для рідини, що підпорядковується рівнянню стану Ван-дер Ваальса, рівняння матиме вигляд [17]:

$$C_\omega = C_p - \frac{R}{1 - \frac{2 \cdot \beta}{R \cdot T \cdot \omega^3} \cdot (\omega - a)^2} \quad (2.6)$$

де a, β, R – постійні, що визначаються експериментально для кожної рідини.

Математичний опис зміни стану гідравлічного тіла, що підпорядковується рівнянню стану Ван-дер-Ваальса, представлено у вигляді системи рівнянь [8]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\omega}{dt} = -\frac{\omega^2}{W} \cdot \left[\sum_{p=1}^{p=i} G_{np} - \left(\sum_{q=i}^{q=i} G_{pq} + \frac{1}{\omega} \cdot \frac{dW}{dt} \right) \right]; \\ \frac{dp}{dt} = \frac{R \cdot \omega}{W \cdot C_\omega \cdot (\omega - a)} \cdot \left(\sum_{p=1}^{p=i} G_{np} \left[\Pi_{np} + \frac{C_\omega}{R} \cdot (a \cdot P + \frac{R - C_\omega}{C_\omega} \cdot \frac{2 \cdot \beta}{\omega} + \frac{3 \cdot a \cdot \beta}{\omega^2}) \right] - \right. \\ \left. - \sum_{p=1}^{p=i} G_{pq} \left[\Pi_{np} + \frac{C_\omega}{R} \cdot (a \cdot P + \frac{R - C_\omega}{C_\omega} \cdot \frac{2 \cdot \beta}{\omega} + \frac{3 \cdot a \cdot \beta}{\omega^2}) \right] - \right. \\ \left. - \frac{dW}{dt} \cdot \left[\frac{C_\omega + R}{R} \cdot P + \frac{R - C_\omega}{R} \cdot \frac{\beta}{\omega^2} + \frac{C_\omega}{R} \cdot \frac{2 \cdot a \cdot \beta}{\omega^3} \right] \right); \end{array} \right.$$

Де

$$\begin{aligned} \Pi_{пр} &= \left(P_p + \frac{\beta}{\omega_p} \right) \cdot (\omega_p - a) \cdot \left(\frac{R+C\omega}{R} + \frac{a}{\omega_r - a} \right) - \frac{2 \cdot \beta}{\omega_r}; \\ \Pi_{pq} &= \left(P + \frac{\beta}{\omega} \right) \cdot (\omega - a) \cdot \left(\frac{R+C\omega}{R} + \frac{a}{\omega - a} \right) - \frac{2 \cdot \beta}{\omega}; \end{aligned} \quad (2.7)$$

Система рівнянь (2.7) найбільш зручна для опису зміни стану гідравлічного тіла, що підпорядковується рівнянню стану Ван-дер-Ваальса. Секундні масові приходи рідини $G_{пр}$ та секундні масові витрати рідини G_{pq} , що входять до системи рівнянь (2.7), визначаються за формулою (2.4).

2.3 Побудова логічної схеми математичної моделі

Модель роботи вантажного обладнання складається з кількох елементів, які представлені у вигляді структурної схеми (рисунок 2.2).



Д – двигун, Н – насос, ПК – запобіжний клапан, ГЦ1, ГЦ2, ГЦ3 – гідроциліндри маніпулятора.

Рисунок 2.2 – Структурна схема моделі

Двигун внутрішнього згоряння (Д) рухає вал насоса (Н), (для спрощення схеми коробка відбору потужності не показана). Насос нагнітає РР із бака в гідророзподільник. Рідина зливається з гідророзподільника назад у бак, якщо не задіяний ні один із гідроциліндрів, або якщо тиск рідини перевищує 12 МПа (через запобіжний клапан). Якщо задіяний хоча б один гідроциліндр, рідина під

тиском надходить до нього. У разі коли одночасно працюють кілька гідроциліндрів, потік рідини ділиться.

Для кожного елемента структурної схеми моделі необхідно скласти математичний опис.

Від моделювання динаміки системи двигун внутрішнього згоряння – насос було вирішено відмовитись. Насос споживає не більше 30-35% потужності двигуна [32], таким чином, протитиск у порожнинах насоса не впливає на роботу двигуна. Як вхідні дані задається лише кількість обертів двигуна.

Математичне опис функціонування насоса складається з двох підсистем рівнянь:

а) підсистема, що описує зміну стану робочого тіла, включає:

- рівняння швидкості зміни щільності (питомого об'єму) робочого тіла (2.7)

- рівняння швидкості зміни тиску робочого тіла (2.7)

- швидкість зміни температури отримана за допомогою рівняння стану

Ван-дер-Ваальса (2.1);

б) підсистема, що описує рух твердих ланок, включає:

- рівняння переміщення поршня насоса:

$$X_n = \frac{D}{2} \cdot \sin(\gamma) \cdot (1 - \cos(\beta)) \quad (2.8)$$

- рівняння швидкості поршня насоса:

$$V_n = \Omega \cdot \frac{D}{2} \cdot \sin(\gamma) \cdot \sin(\beta) \quad (2.9)$$

де X_n – координата переміщення поршня насоса, м;

V_n – швидкість переміщення поршня насоса, м/с;

D – діаметр диска насоса, м;

Ω – кутова швидкість обертання валу насоса, м/с;

γ – кут нахилу диска, град;

β - кут повороту диска, град.

Математичний опис функціонування гідроциліндрів аналогічний за структурою опису насоса і складається з двох підсистем рівнянь:

а) підсистема, що описує зміну стану робочого тіла, включає:

- рівняння швидкості зміни густини (питомого об'єму) робочого тіла (2.7);
- рівняння швидкості зміни тиску робочого тіла (2.7);
- швидкість зміни температури отримана за допомогою рівняння стану

Ван-дер-Ваальса (2.1).

б) підсистема, що описує рух твердих ланок, включає:

- рівняння руху поршня гідроциліндра

$$\frac{dV_g}{dt} = \frac{1}{m_p} \cdot (S_p \cdot \Delta p - R_n - v \cdot V_g) \quad (2.10)$$

- рівняння координати переміщення поршня гідроциліндра

$$\frac{dX_g}{dt} = V_g \quad (2.11)$$

де X_g – координата переміщення поршня гідроциліндра, м;

V_g - Швидкість переміщення поршня гідроциліндра, м/с;

m_p – маса штока з поршнем гідроциліндра, кг;

S_p – площа поршня, м²;

R_n - Навантаження на шток, Н;

v – коефіцієнт тертя;

Δp – перепад тисків у лівій та правій порожнині (щодо поршня) гідроциліндра, Па.

Гідророзподільник не має рухомих частин, є проточною порожниною постійного об'єму, тому математичний опис його функціонування базується тільки на зміні стану робочого тіла, що включає:

- рівняння швидкості зміни щільності (питомого об'єму) робочого тіла (2.7);

- рівняння швидкості зміни тиску робочого тіла (2.7);

- швидкість зміни температури отримана за допомогою рівняння стану Ван-дер-Ваальса (2.1).

Запобіжний клапан характеризується двома параметрами: площа прохідного перерізу клапана та тиск спрацьовування (12 МПа). Масова секундна витрата рідини через клапан розраховується за формулою (2.4). Через малу масу деталей клапана прийнято припущення, що клапан спрацьовує миттєво.

Одним із важливих етапів при чисельному моделюванні є постановка початкових та граничних умов [17]. Це дозволяє здійснити спільний розрахунок процесів в основних елементах гідросистеми, до яких належать: насос, гідророзподільник, запобіжний клапан та гідроциліндри.

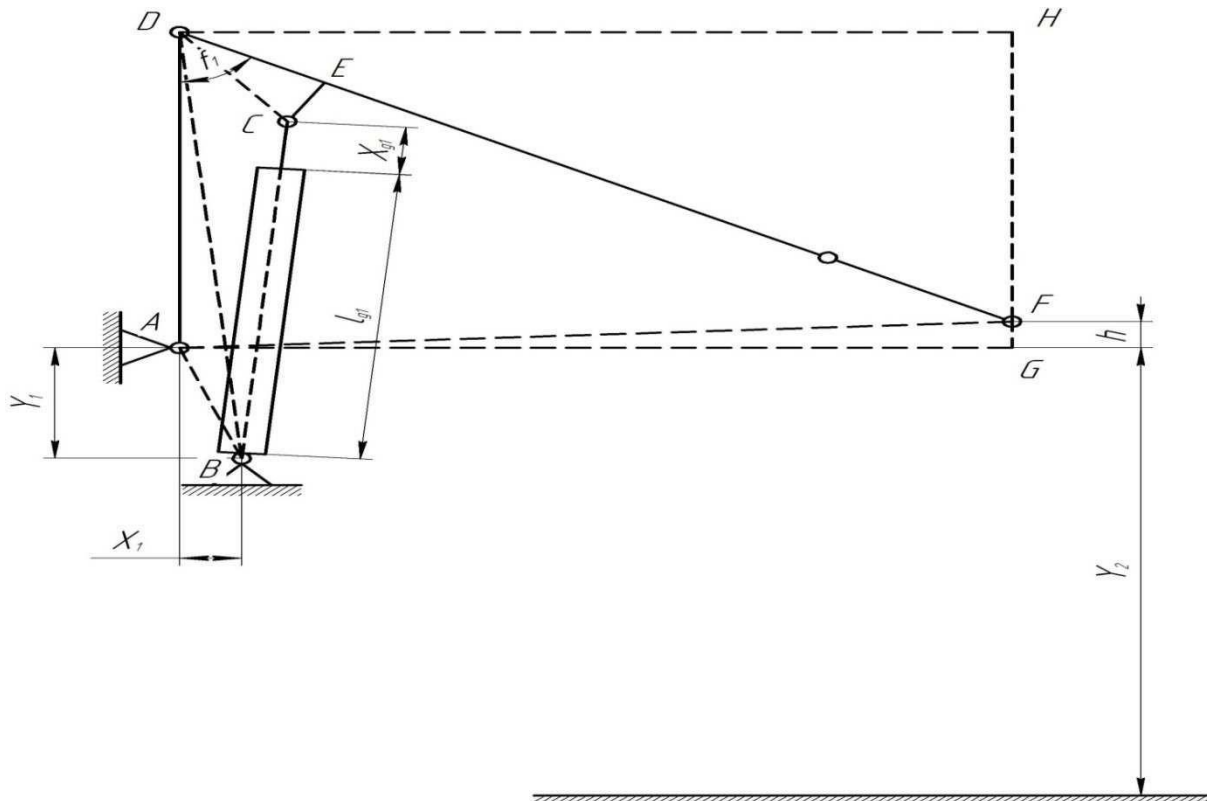
Початкові умови задаються у вигляді значень частоти обертання валу насоса, тиску та питомого об'єму РР у баку гідросистеми у початковий момент часу. Також задані просторові фізичні межі, ними є стінки робочих порожнин, поверхні деталей, що рухаються (поршні гідроциліндрів, насоса). Визначення параметрів стану при розрахунку перебігу рідини із порожнини в порожнину здійснюється за допомогою приходу (витрати) робочого тіла.

У розробленій математичній моделі навантаження на штоку гідроциліндра R_n визначається без урахування просторового положення маніпулятора, тому модель необхідно доповнити відповідним розрахунком.

2.4 Розрахунок просторового положення навантажувального обладнання

Розрахунок просторового положення маніпулятора проводиться гідроциліндра зламу стріли, так як даний гідроциліндр є найбільш навантаженим під час підйому баків. Необхідно визначити зміну навантаження на штоку гідроциліндра, залежно від просторового положення маніпулятора. Для вирішення задачі визначення маси вантажу, що піднімається, інтерес

представляють не всі можливі траєкторії руху маніпулятора, а лише траєкторія руху, коли його ланка AD (рисунок 2.3) розташована перпендикулярно поверхні землі. Також прийнято припущення, що ланка DF представляє єдине ціле, тобто рух захоплення не враховується.



де X_1, Y_1 – відстань між місцями кріплення рами маніпулятора та гідроциліндра зламау стріли; l_{g1} – довжина гільзи гідроциліндра зламау стріли; X_{g1} – переміщення поршня гідроциліндра зламау стріли; Y_2 – відстань від місця кріплення рами маніпулятора до землі; h – висота підйому бака з відходами щодо місця кріплення рами маніпулятора, $\varphi_1 = \angle ADE$.

Рисунок 2.3 – Кінематична схема руху маніпулятора

Навантажувальне обладнання сміттєвозу з бічним завантаженням є складною механічною системою, тому визначення реакцій зв'язків за допомогою рівнянь рівноваги є надто громіздким і малоприматним. В даному випадку доцільніше використовувати принцип можливих переміщень, згідно з яким умовою рівноваги системи сил, прикладених до маніпулятора, що піднімає вантаж і підпорядкованому стаціонарним двостороннім і ідеальним зв'язкам, полягає в рівності нулю суми елементарних робіт навантаження на штоку гідроциліндра зламау стріли і ваги системи з положення, що розглядається [17]:

$$m_b = \frac{p_1 \cdot S_{p1} \cdot \delta X_{g1}}{g \cdot \delta h} \quad (2.12)$$

де p_1 – тиск у підпоршневій порожнині гідроциліндра зламу стріли, Па;

S_{p1} – площа поршня гідроциліндра зламу стріли, м²;

δX_{g1} – можливе переміщення поршня гідроциліндра зламу стріли, м;

m_b – маса бака із відходами, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

δh – можливе переміщення бака з відходами, м.

Тоді з рівняння (2.12), вага бака з відходами дорівнюватиме:

$$h = Y_2 + I_{AD} - I_{DF} \cdot \cos(\varphi_1) \quad (2.13)$$

Необхідно зв'язати можливе переміщення бака з відходами δh із можливим кутом переміщення маніпулятора $\delta\varphi_1$:

$$\delta h = I_{DF} \cdot \sin(\varphi_1) \cdot \delta\varphi_1 \quad (2.14)$$

де Y_2 – відстань від місця кріплення рами маніпулятора до поверхні землі, м;

I_{DF} - довжина ланки маніпулятора, м;

φ_1 – кут нахилу ланки маніпулятора щодо горизонтальної осі, град;

Продиференціювавши ліву та праву частину рівняння (2.14) виходить:

$$\delta h = I_{DF} \cdot \sin(\varphi_1) \cdot \delta\varphi_1 \quad (2.15)$$

Кут φ_1 можна знайти як суму кутів:

$$\varphi_1 = \varphi_{01} + \varphi_{02} + \varphi_{03} \quad (2.16)$$

де φ_{01} – це $\angle ADB$, град;

φ_{02} – це $\angle BDC$, град;

φ_{03} – це $\angle CDE$, град.

У трикутнику CDE відомі довжини всіх сторін, тому кут φ_{03} може бути знайдений за теоремою косинусів:

$$\varphi_{03} = \arccos \frac{I_{ED}^2 + I_{CD}^2 - I_{EC}^2}{2 \cdot I_{ED} \cdot I_{EC}} \quad (2.17)$$

Аналогічно можна знайти кут ADB:

$$\varphi_{01} = \arccos \frac{I_{AD}^2 + I_{BD}^2 - I_{AB}^2}{2 \cdot I_{AD} \cdot I_{BD}} \quad (2.18)$$

Сторони трикутника ADB розраховуються за формулами:

$$I_{AB} = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} \quad (2.19)$$

$$I_{BD} = \sqrt{x_1^2 + (Y_1 + I_{AD})^2} \quad (2.20)$$

де X_1 , Y_1 – відстань між місцями кріплення рами маніпулятора та гідроциліндра зламу стріли, м;

Продиференціювавши ліву та праву частину рівняння (2.16), враховуючи, що $\varphi_{01} = \text{const}$ и $\varphi_{03} = \text{const}$:

$$\delta \varphi_1 = \delta \varphi_{02} \quad (2.21)$$

У трикутнику BDC, довжина сторони BC дорівнює сумі довжини гільзи гідроциліндра та переміщення поршня гідроциліндра зламу стріли:

$$I_{BC} = I_1 + X_{g1} \quad (2.22)$$

де I_1 - Довжина гільзи гідроциліндра зламу стріли, м.

Для того, щоб зв'язати зміни кута нахилу маніпулятора з переміщенням поршня гідроциліндра необхідно скористатися теоремою косінусів:

$$I_{BC}^2 = I_{BD}^2 + I_{CD}^2 - 2 \cdot I_{BD} \cdot I_{CD} \cdot \cos(\varphi_{02}) \quad (2.23)$$

або використовуючи формулу (2.22):

$$(I_1 + X_{g1})^2 = I_{BD}^2 + I_{CD}^2 - 2 \cdot I_{BD} \cdot I_{CD} \cdot \cos(\varphi_{02}) \quad (2.24)$$

Продиференціювавши ліву та праву частину рівняння (2.24):

$$2 \cdot (I_1 + X_{g1}) \cdot \delta X_{g1} = 2 \cdot I_{BD} \cdot I_{CD} \cdot \sin(\varphi_{02}) \cdot \delta \varphi_{02} \quad (2.25)$$

тоді

$$\delta \varphi_{02} = \frac{(I_1 + X_{g1}) \cdot \delta X_{g1}}{I_{BD} \cdot I_{CD} \cdot \sin(\varphi_{02})} \quad (2.26)$$

Якщо підставити рівняння (2.15) рівняння (2.26) з урахуванням рівності (2.21), то:

$$\delta h = I_{DF} \cdot \sin(\varphi_1) \cdot \frac{(I_1 + X_{g1}) \cdot \delta X_{g1}}{I_{BD} \cdot I_{CD} \cdot \sin(\varphi_{02})} \quad (2.27)$$

Тоді знайти масу бака з відходами можна за формулами:

$$m_b = \frac{p_1 \cdot S_{p1} \cdot \delta X_{g1}}{g \cdot I_{DF} \cdot \sin(\varphi_1) \cdot \frac{(I_1 + X_{g1}) \cdot \delta X_{g1}}{I_{BD} \cdot I_{CD} \cdot \sin(\varphi_{02})}} \quad (2.28)$$

або

$$m_b = \frac{p_1 \cdot S_{p1} \cdot I_{BD} \cdot I_{CD} \cdot \sin(\varphi_{02})}{g \cdot I_{DF} \cdot \sin(\varphi_1) \cdot (I_1 + X_{g1})} \quad (2.29)$$

Визначити коефіцієнт зміни навантаження на штоку гідроциліндра в залежності від просторового положення маніпулятора можна з рівняння (2.29):

$$p_1 = \frac{m_b \cdot g \cdot I_{DF} \cdot \sin(\varphi_1) \cdot (I_1 + X_{g1})}{S_{p1} \cdot I_{BD} \cdot I_{CD} \cdot \sin(\varphi_{02})} \quad (2.30)$$

Коефіцієнт k можна подати як відношення поточного тиску p_1 до максимального тиску p_{1max} при підйомі вантажу однієї і тієї ж маси, але при різних кутах нахилу маніпулятора φ_1 :

$$k = \frac{p_1}{p_{1max}} \quad (2.31)$$

На рисунку 2.4 представлено зміну коефіцієнта k залежно від кута нахилу маніпулятора.

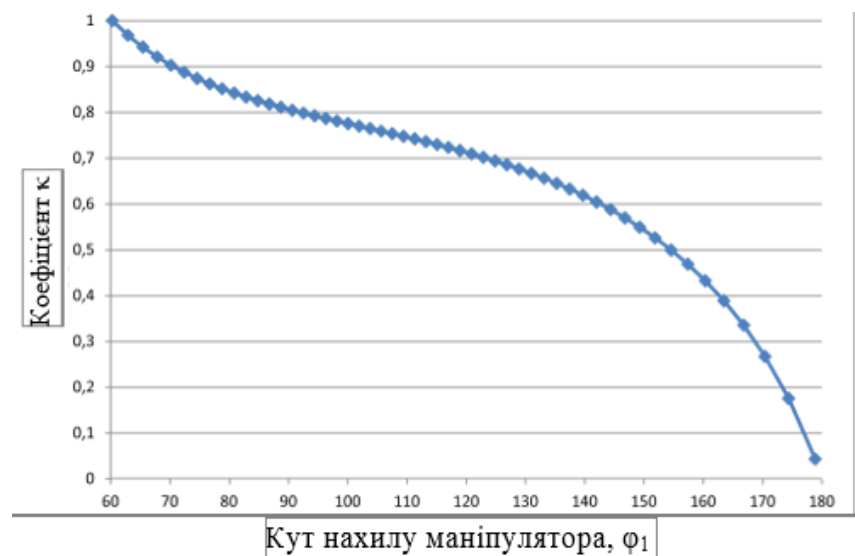


Рисунок 2.4 - Зміна навантаження на штоку гідроциліндра при різному положенні маніпулятора

Для попередження поломок гідравлічного устаткування під час підйому баків, маса яких перевищує гранично допустиму, зважування необхідно

проводити при мінімально можливому підйомі бака, тобто на висоту 100–150 мм над рівнем майданчика. Враховуючи, що висота стандартного бака 900 мм, а також висоту підйому 100-150 мм, кут φ_1 складе 60-63°, відповідно коефіцієнт змінюватиметься в діапазоні 0,97-1.

2.5 Висновки до розділу 2

1. Розроблено схему пристрою обліку та контролю маси ТПВ, заснованого на методі вимірювання маси за величиною тиску робочої рідини в гідросистемі.

2. З допомогою розрахункових методів доведено, що при завантаженні ТПВ відбувається зміна тиску РР в гідроциліндрі навантажувального устаткування автомобіля збирання і транспортування ТПВ, тобто існує прямий взаємозв'язок з досліджуваним процесом.

3. Вибрано параметри та математичні залежності, що характеризують роботу спеціалізованого автомобіля при зважуванні вантажів, удосконалено математичну модель.

4. Виконано розрахунок просторового положення навантажувального обладнання, визначено залежність зміни навантаження на штоку гідроциліндра залежно від положення навантажувального обладнання. Математична модель доповнена відповідним коефіцієнтом k , що враховує просторове положення маніпулятора під час зважування.

РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИЗНАЧЕННЯ МАСИ ВАНТАЖУ І ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВІЗНИМ ПРОЦЕСОМ КОМУНАЛЬНОГО УНІТАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЕКОВІН»

3.1 Результати дослідження впливу факторів на величину тиску робочої рідини

Експериментальні дослідження впливу факторів на величину тиску робочої рідини проводили на фізичній моделі. Отримана оцінка впливу кожного з факторів (маси вантажу, кута нахилу автомобіля) на величину тиску РР. Вплив просторового становища оцінювалося на сміттєвозі з бічним завантаженням відходів. Експеримент проводився за класичним планом, тобто дві змінні були постійними, а одна – змінною. Змінна величина змінювалася у всьому інтервалі значень. Результатом дослідження стали три залежності тиску РР від кожного фактора. Класичний експеримент був незбалансованим, так як для більш важливої залежності (тиск РР від маси вантажу, що піднімається гідроциліндром) було отримано сім рівнів, для залежності тиску РР від кута нахилу автомобіля відносно рівної горизонтальної поверхні - чотири рівні, для просторового положення маніпулятора - три рівні. Було прийнято гіпотезу у тому, що вихідна величина має лінійну залежність від кожного з чинників.

На рисунку 3.1 представлено зміну тиску РР у гідросистемі фізичної моделі під час проведення експерименту.

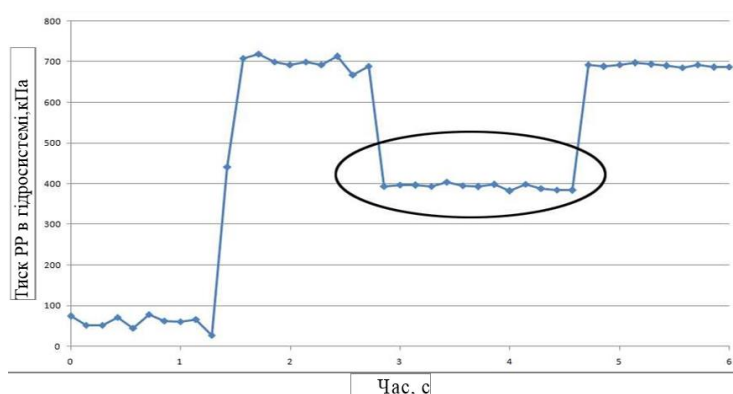


Рисунок 3.1 - Зміна тиску РР у гідросистемі фізичної моделі

Після холостого ходу здійснювався підйом вантажу за допомогою гідроциліндра, потім гідроциліндр зупинявся, і в статичному положенні проводилося зважування вантажу (ділянка відмічена на рисунку), далі підйом тривав. За 2 із зважування прилад зчитував 20 значень тиску РР, що дозволяло при обробці отримати більш точну інформацію.

Крім зважування, за даними можна діагностувати стан внутрішніх ущільнень в гідроциліндрі. Якщо протягом 2 - 3 с тиск знижується, то гідроциліндр несправний, його експлуатація та коректне зважування неможливе, так як внутрішні витоки не допускаються.

На рисунку 3.2 представлено роботу несправного гідроциліндра, штриховими лініями показано зміну тиску під час статичного навантаження. За 2 с тиск змінився на 40 кПа (10%), що означає значні витоки всередині циліндра.

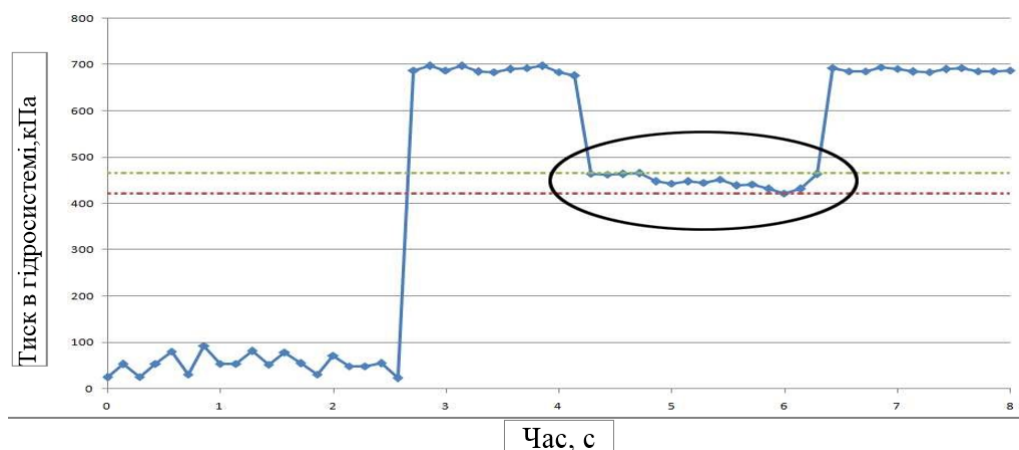


Рисунок 3.2 - Внутрішні витоки РР у несправному гідроциліндрі

На рисунках 3.3 - 3.5 представлені залежності тиску РР від кожного фактора.

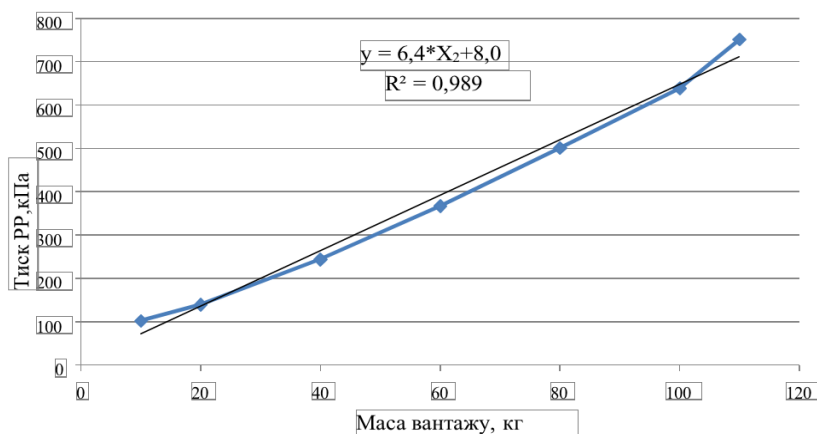


Рисунок 3.3 - Графік залежності тиску РР від маси піднімаємого вантажу гідроциліндром

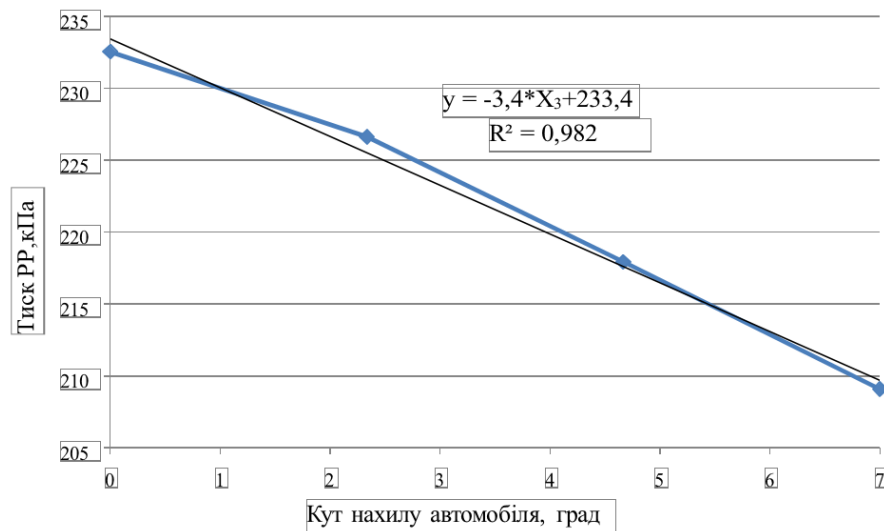


Рисунок 3.4 - Графік залежності тиску РР від кута нахилу автомобіля

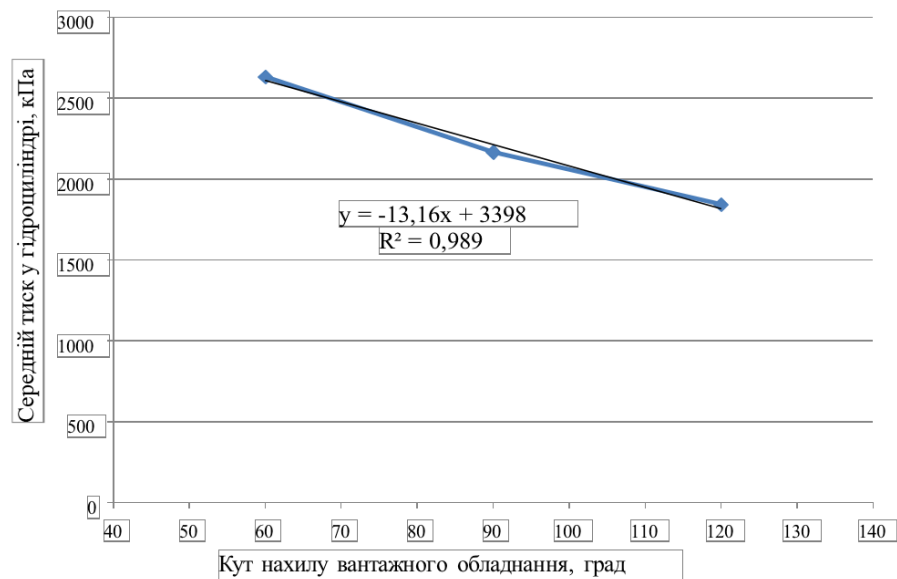


Рисунок 3.5 - Графік залежності тиску РР від просторового становища навантажувального обладнання

Отримані значення були оброблені і була визначена значущість кожного з трьох факторів. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати обробки експериментальних даних

Чинники	Рівняння	n	Γ_B	$T_{\text{набл}}$	$t(0,05;n-2)$
Маса вантажу	$y=6,42 \cdot x+4,31$	7	0,989	14,59	2,57
Просторове положення навантажувального обладнання	$y=-13,16 \cdot x+3398$	3	0,989	20,66	12,70
Кут нахилу автомобіля	$y=2,11 \cdot x+352,4$	4	0,982	4,90	4,30

При обробці експериментальних даних були отримані коефіцієнти лінійного рівняння (стовпець 2), потім розраховані вибіркові коефіцієнти кореляції (стовпець 4). Усі три коефіцієнти кореляції виявилися приблизно ± 1 , це означає, що величини X і Y пов'язані залежністю. Всі три розраховані випадкові величини $T_{набл}$ (стовпець 5) по модулю виявилися більшими за критичні точки розподілу Стюдента при заданому рівні значущості $\alpha=0,05$ (стовпець 6). Це означає, що у всіх трьох випадках величини X та Y залежні.

За отриманими результатами можна зробити такі висновки: початкова гіпотеза про лінійну залежність вихідної величини від кожного із трьох параметрів підтвердилася; всі три чинники є значущими. Найбільш значущим фактором, що впливає на величину тиску PP , є маса вантажу, яка піднімається, на другому місці за значимістю - просторове положення навантажувального обладнання, на третьому - кут нахилу автомобіля.

Однак, необхідно враховувати, що кут нахилу автомобіля відносно рівної горизонтальної поверхні навіть за максимального значення змінює величину тиску PP не більше ніж на 10%. За результатами дослідження більшість місць збору ТПВ у місті з мільйонним населенням є впорядкованими рівними майданчиками, тому вплив цього фактору можна знехтувати..

Таким чином, для визначення маси вантажу достатньо вимірювати тиск PP та враховувати просторове положення навантажувального обладнання.

3.2. Вихідні дані для математичного моделювання

Аналітичне дослідження процесів, які у гідросистемі сміттєвозу, проводилося з допомогою математичної моделі, описаної у другому розділі. Логічна схема побудови математичної моделі було представлено у розділі 2.3. Модель складається з наступних основних елементів: насос, гідророзподільник, гідроциліндр, а також робоче тіло – мастило.

Для проведення аналітичного дослідження було використано такі вихідні дані:

1.Робоча рідина - масло ВМГЗ [8]:

- питомий обсяг $\omega=1,19 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$ (густина $\rho=840 \text{ кг/ м}^3$);
- коефіцієнти рівняння стану Ван-дер-Ваальса:
 - $\alpha=9,86 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{кг};$
 - $\beta=339,68 \text{ м}^2/\text{с}^2;$
 - $R=168,12 \text{ м}^2/(\text{К} \cdot \text{с}^2);$
- питома ізобарна теплоємність $C_p=1,844 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ за температури $t=20^\circ\text{C};$

2.Нерегульований аксіально-поршневий насос 310 [32]:

- кут нахилу диска насоса $\gamma=25,4^\circ;$
- діаметр диска $D=0,1219 \text{ м};$
- діаметр поршня $d_{pn}=0,026 \text{ м};$
- частота обертання валу $n=800 \text{ об/хв};$

3.Гідроциліндр зламу стріли:

- діаметр поршня $D_c=0,08 \text{ м};$
- довжина ходу поршня $L_c=0,693 \text{ м};$
- маса поршня, штока та маніпулятора (ту частину маніпулятора, яка знаходиться після гідроциліндра) $m_p=100 \text{ кг};$
- коефіцієнт тертя поршня об стінки гідроциліндра $h=0,94 [24];$
- маса пустого бака $90 \text{ кг};$
- маса вантажу $20 \text{ кг};$

4.Гідророзподільник:

- коефіцієнт витрати рідини через отвори $M_u=0,85;$
- діаметр вхідних/вихідних отворів $d=0,008 \text{ м};$
- обсяг гідророзподільника та трубопроводів $W=0,00174 \text{ м}^3.$

3.3 Результати аналітичного та експериментального дослідження визначення маси вантажу, що піднімається на сміттєвозі

Моделювання процесів, що відбуваються під час роботи вантажного обладнання сміттєвозів, проводилося за допомогою комп'ютерної програми.

Комп'ютерна програма під час розрахунку дозволяє керувати процесом роботи гідроциліндра – відкривати/закривати золотники гідророзподільника. Імітація зважування вантажу проходила так: холостий хід, підйом вантажу гідроциліндром, зупинка на 2 секунди, продовження підйому.

Результатом аналітичного дослідження процесів, що відбуваються під час підйому вантажу, стала залежність тиску РР від часу (рисунок 3.6).

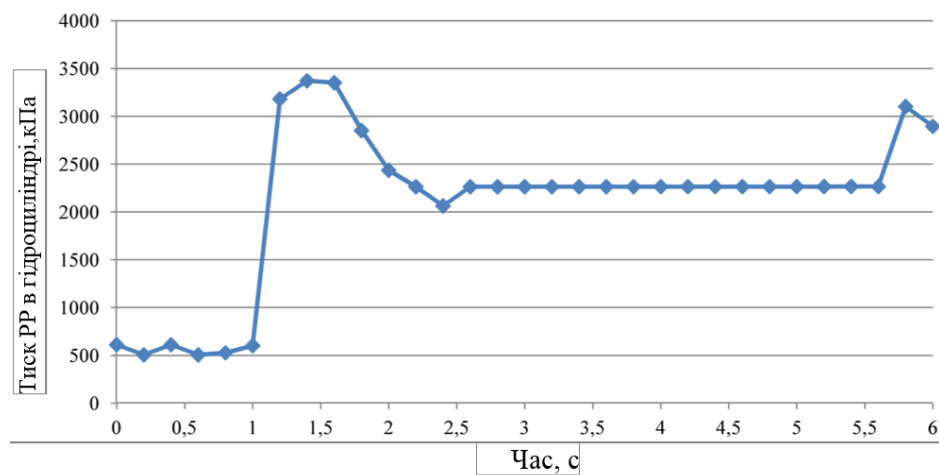


Рисунок 3.6 - Результат моделювання роботи гідроциліндра зламу стріли

У початковий момент часу бак стоїть на майданчику та захоплений маніпулятором сміттєвозу. Наявність тиску в системі з 0 по 0,8, коли бак ще стоїть на майданчику, можна пояснити власною масою навантажувального обладнання, що навантажує гідроциліндр. Далі починається підйом бака, при цьому відбувається підвищення тиску через збільшення навантаження на штоку гідроциліндра, потім стабілізується тиск. З другої секунди відбувається зупинка маніпулятора з баком та здійснюється статичне зважування вантажу. Після зупинки тиск спочатку знижується, так як золотники закриваються не миттєво, створюється протитиск шляхом дроселювання РР через закритий золотник. Потім, за відсутності витоків, тиск стабілізується. Просторове становище навантажувального устаткування під час зважування завжди однакове і враховується з допомогою додаткового коефіцієнта, при цьому тиск у гідросистемі нижчий, ніж при підйомі, так як відсутній опір сил тертя та інерції.

Після п'ятої секунди підйом бака триває, тиск знижується через відкриття золотників на злив, потім підвищується та стабілізується.

Склад обладнання, яке використовується для експериментальних досліджень на спеціалізованому автомобілі з бічним завантаженням ТПВ: термінал та індикаторний блок (пристрій визначення маси вантажів); датчик тиску; датчик температури; сполучні дроти. Термінал, що виконує функції збору, зберігання, обробки та передачі даних на віддалений сервер, встановлювався в панелі приладів кабіни автомобіля (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 - Місце встановлення терміналу на сміттєвозі

Індикаторний блок, що повідомляє водія-оператора про перевищення гранично допустимої маси вантажу, був розміщений біля важелів управління навантажувальним обладнанням сміттєвозу (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Розташування індикаторного блоку під час експерименту

Датчик тиску робочої рідини був розміщений у штуцері гідроциліндра зламу стріли. (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 - Місце встановлення датчика тиску на сміттєвозі

Датчик температури робочої рідини встановлений у масляному баку.

Дані, отримані під час випробувань, зберігалися на карту пам'яті, встановлену в терміналі, і навіть передавалися через інтернет на віддалений сервер. Обробка зібраної інформації проводилась за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення. На рисунку 3.10 представлена залежність зміни тиску РР у гідросистемі сміттєвозу під час завантаження бака з ТПВ.

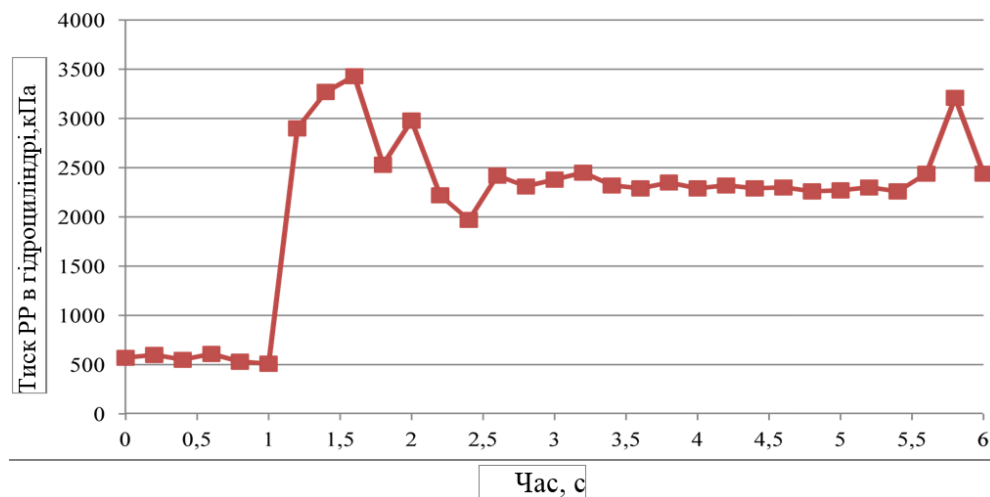


Рисунок 3.10 - Зміна тиск у гідросистемі під час підйому бака

Стрибкоподібну зміну тиску РР (друга та четверта секунда, з шостою по восьму секунди) можна пояснити відкриттям/закриттям золотників гідророзподільника, тобто у ці моменти часу водій-оператор керував

гідроциліндром. З 4 по 6с проводилася зупинка маніпулятора для статичного зважування вантажу, що піднімається. Ця ділянка графіка представляє інтерес для отримання інформації про масу бака з ТПВ. Для того, щоб спростити фільтрацію даних, момент початку і кінця зважування фіксувався за допомогою натискання кнопки на індикаторному блоці пристрою.

Було проведено тарування з метою отримання залежності зміни тиску РР у гідроциліндрі від величини маси вантажу. Під час тарування замість сміття стандартний бак навантажувався еталонними вантажами (рисунок 3.11). Для підвищення точності маса вантажу змінювалася наступним чином (рандомізовано): 400 кг, 160 кг, 320 кг, 240 кг, 80 кг. Маса стандартного бака – 90 кг. Температура мастила під час проведення тарування була $+20^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 3.11 - Положення маніпулятора під час тарування



Продовження рисунка 3.11 - Положення маніпулятора під час тарування

Дані зібрані під час тарування представлені на рисунку 3.12.

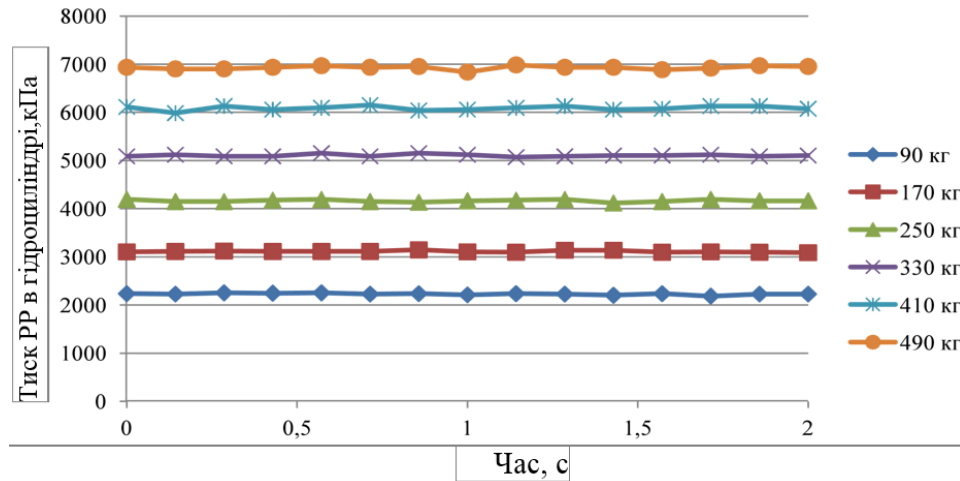


Рисунок 3.12 - Тиск РР у гідроциліндрі під час підйому баків з вантажами різної маси

За 2с зважування тиск у гідроциліндрі практично не змінювався. Невеликі коливання можна пояснити впливом зовнішніх факторів, таких як погодні умови, пориви вітру, вібрації від двигуна та ін. Відсутність пульсацій, стрибкоподібної зміни тиску дозволить коректно визначати масу вантажу, що піднімається, що підтверджує правильність зважування в статичному положенні маніпулятора. Також необхідно зазначити, що під час вимірювань тиск РР не знижувався, отже, відсутні внутрішні витоки рідини.

На рисунку 3.13 подано залежність середнього тиску в гідроциліндрі під час зважування від маси бака з вантажами.

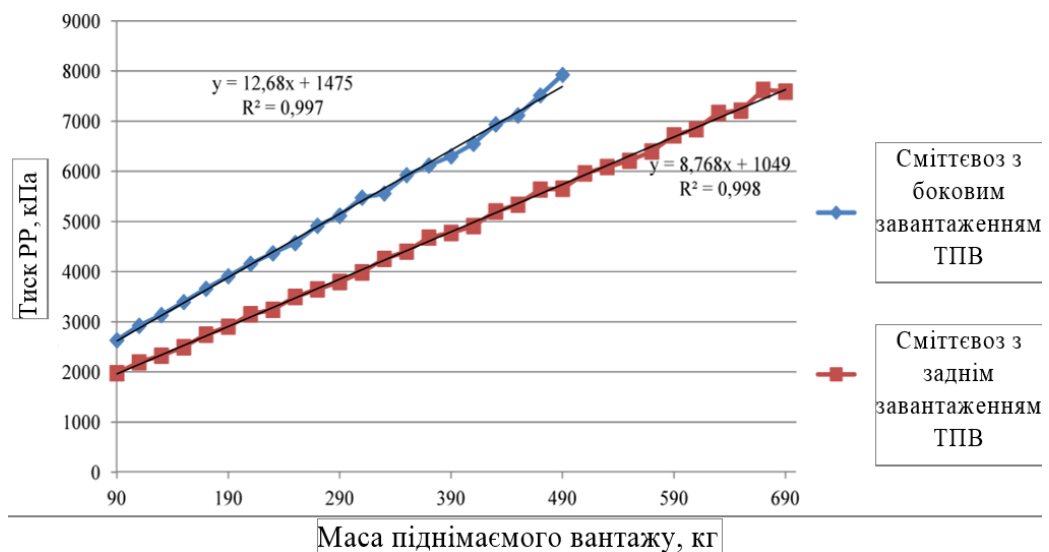


Рисунок 3.13 - Залежність тиску РР від маси вантажу під час підйому бака від землі на висоту 100-150 мм.

Експериментальні дані оброблялися, при цьому визначалася значимість впливу величини маси вантажу на тиск РР. Результати розрахунків представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати обробки експериментальних даних

Чинник	Рівняння	n	r_b	$T_{набл}$	$t(0,05;n^2)$
Маса вантажу (бічне завантаження)	$y=12,68 \cdot x+1475$	21	0,99	30,19	2,09
Маса вантажу (задня завантаження)	$y=8,768 \cdot x+1049$	31	0,99	28,72	2,05

При обробці даних були отримані коефіцієнти лінійного рівняння (стовпець 2), потім розрахований вибірковий коефіцієнт кореляції (стовпець 4), який виявився приблизно рівним 1, це означає, що величини X та Y пов'язані залежністю. Випадкова величина $T_{набл}$ (стовпець 5) за модулем більше критичної точки розподілу Стюдента при заданому рівні значимості $\alpha=0,05$ (стовпець 6). Це означає, що величини X та Y залежні.

Результати тарування підтверджують, що для коректного визначення маси вантажу піднімається на борт сміттєвозу буде достатньо середнього значення тиску РР в гідроциліндрі за 1-2 с статичного зважування.

3.4 Оцінка адекватності математичної моделі та аналітичне дослідження

Адекватність математичної моделі гідросистеми сміттєвозу з бічним завантаженням ТПВ реальному об'єкту перевірялася шляхом порівняння даних отриманих розрахунковим та експериментальним шляхом.

На рисунку 3.14 представлено порівняння розрахункових та експериментальних даних.

Порівняння розрахункових та експериментальних даних проводилося з допомогою критерію Фішера (F-критерій), тобто порівнювалися відношення більшої дисперсії до меншої та табличне значення F-критерію, при заданому рівні значущості $\alpha=0,05$.

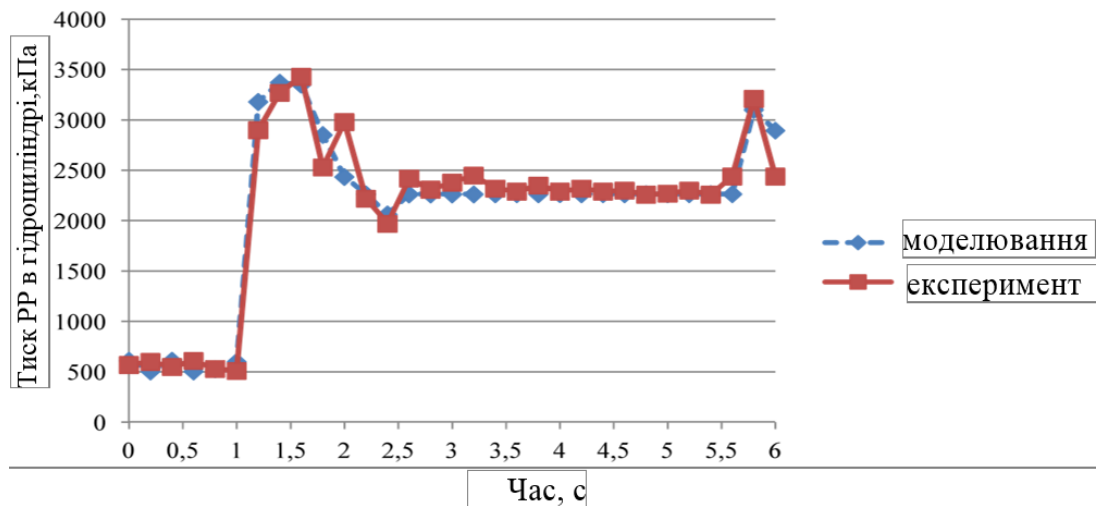


Рисунок 3.14 - Порівняння розрахункових та експериментальних даних

Результати розрахунків представлені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Оцінка адекватності математичної моделі

Дисперсія відтворюваності	Дисперсія адекватності	Кількість точок	Критерій Фішера (F)	Табличне значення критерію Фішера ($F_{кр}$)
812708,78	474873,34	31	1,71	1,84

Розрахункове значення критерію Фішера виявилося меншим табличного значення, тобто умова (3.14) виконується, в такий спосіб, модель роботи вантажного устаткування сміттевозу точно визначає результати експериментальних досліджень, тобто адекватна реальним процесам. Математична модель може бути використана для аналітичних досліджень процесів, що відбуваються у гідросистемі. За допомогою моделі були отримані залежності зміни тиску РР від маси вантажу, що піднімається (рисунок 3.15).

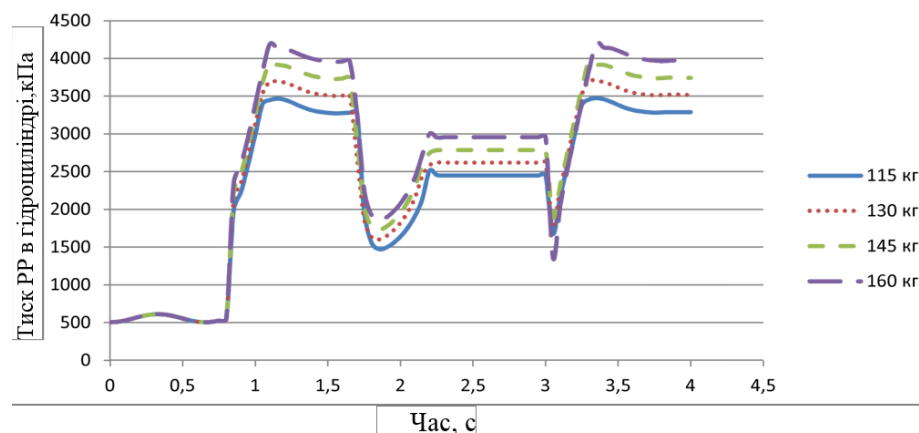


Рисунок 3.15 - Зміна тиску рідини залежно від ваги піднятого навантаження

3.5 Інтегрований підхід до організації та оперативне управління перевезенням твердих побутових відходів

3.5.1 Методика визначення маси побутових відходів які завантажуються у сміттевоз у місцях збору

Комплексний підхід до організації і оперативного управління перевізним процесом ТПВ на основі даних про масу вантажу складається з методики завантаження ТПВ у спеціалізований автомобільний транспорт, алгоритму збору, обробки та передачі даних про масу, дату, час і місце завантаження ТПВ, методики оперативного управління перевізним процесом ТПВ.

Зважування баків, що завантажуються на борт сміттєвозу у місцях збору, здійснювалося за допомогою пристрою визначення маси вантажу, що завантажується у транспортний засіб. Методика визначення маси побутових відходів виглядає так:

- 1.провести підготовчі операції;
- 2.захопити бак з ТПВ за допомогою вантажного обладнання;
- 3.почати підйом,

3.1 якщо загорівся червоний індикатор на індикаторному блоці пристрою і пролунав звуковий сигнал, припинити підйом, перейти до завантаження іншого контейнера;

3.2 якщо індикатори не горять і відсутній звуковий сигнал, виставити ланку а (рисунок 3.16) у вертикальне положення, при цьому бак повинен знаходитися на висоті 100-150 мм. від площадки;

4.зупинити навантажувальне обладнання, потім за допомогою кнопки на індикаторному блоці перевести пристрій визначення маси в режим вимірювань;

- 5.провести статичне зважування протягом 1-2 с:

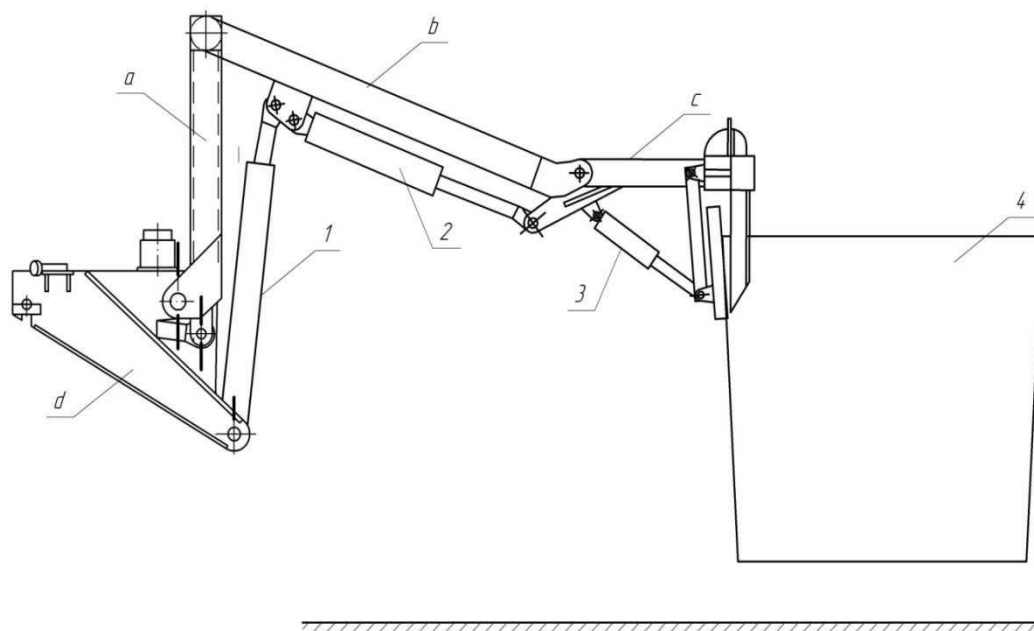
5.1 якщо на блоці загорівся зелений індикатор, продовжити підйом;

5.2 якщо на блоці загорівся червоний індикатор, опустити бак;

6. за допомогою кнопки на індикаторному блоці перевести пристрій у режим моніторингу;

7.продовжити завантаження ТПВ у сміттєвоз/піднімати наступний бак.

Для правильного визначення маси ємності з твердими побутовими відходами необхідно, щоб при зважуванні завантажувальна техніка завжди знаходилася в одному положенні.



1 - гідроциліндр зламу стріли, 2 - гідроциліндр перекидання бака, 3 - гідроциліндр захоплення, 4 - бак; a, b, c, d – ланки маніпулятора

Рисунок 3.16 - Просторове положення навантажувального обладнання при зважуванні бака з ТПВ

Для реалізації розробленої методики навантаження ТПВ був створений алгоритм, який складається з декількох операцій (рисунок 3.17): ініціалізація контролера після включення, перевірка параметрів РР, якщо параметри в нормі - визначення маси ТПВ і відправка даних на сервер, якщо один з параметрів РР не в нормі – світлова та звукова сигналізація несправності.

Під час ініціалізації контролера відбувається тестування периферії АЦП, датчиків, SD-карти, пошук мережі GSM, пошук супутників GPS/ГЛОНАСС. Якщо будь-яке обладнання несправне, то лампочки на індикаторному блоці не спалахують, якщо немає мережі GSM, запис даних ведеться тільки на карту пам'яті приладу.

Після успішної ініціалізації прилад переводиться на робочий режим. У робочому режимі триває перевірка параметрів рідини: температури та тиску.

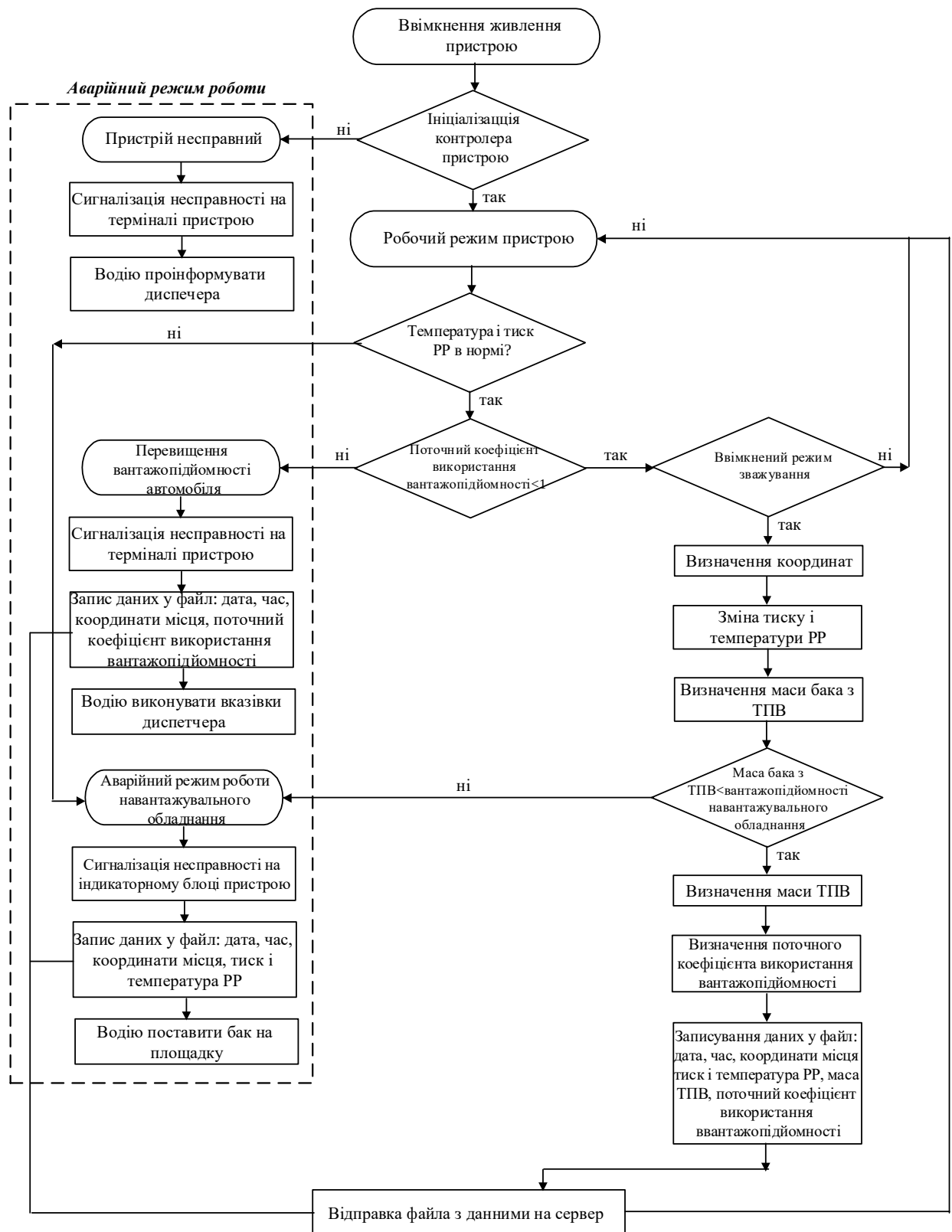


Рисунок 3.17- Структурна схема алгоритму роботи пристрою визначення маси ТПВ

Експлуатація гідравлічного обладнання сміттєвозу не рекомендується при температурі РР нижче – 25⁰С, тому якщо температура нижча, то на

індикаторному блоці блимає червоний індикатор «Аварія», визначення маси не проводиться, необхідно прогріти систему. Якщо температура в нормі, то далі перевіряється величина тиску РР. Це необхідно для того, щоб у разі перевищення гранично допустимої маси бака негайно сповістити водія та опустити бак на майданчик. В разі перевищення тиску РР, на індикаторному блоці загоряється червоний індикатор «Аварія» і звучить звуковий сигнал, при цьому у файл зберігаються дані про дату, час, координати місця, температуру і тиск РР, після чого файл відправляється через інтернет на сервер. Зібрані дані дозволять довести факт перевищення гранично допустимої маси бака з ТПВ.

Якщо після початку підйому бака всі параметри в нормі, то, виставивши навантажувальне обладнання в положення зазначене в методиці (рисунок 3.16), оператор повинен натиснути на кнопку, розташовану на індикаторному блоці. На блоці світиться індикатор «Вимірювання». Створюється новий файл, в який зберігаються дані про дату, час, координати місця, температуру і тиск РР.

Записані дані оброблялися за алгоритмом:

Алгоритм розрахунку маси ТПВ:

1.Розраховується середнє арифметичне з перших X значень тиску (X задається в програмному забезпеченні, наприклад, 20).

2.Визначається маса бака з ТПВ за заздалегідь заданою формулою виду:

$$m_b = \frac{1}{k} \cdot \frac{\bar{p} \cdot S_{p1} \cdot I_{BD} \cdot I_{CD} \cdot \sin(\varphi_{02})}{g \cdot I_{DF} \cdot \sin(\varphi_1) \cdot (I_1 + X_{g1})} \quad (3.2)$$

3.З отриманого значення віднімається маса бака M_{bak} .

4.Розраховується поточний коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля.

5.Дані зберігаються в пам'яті пристрою і одночасно передаються через інтернет на віддалений сервер.

На індикаторному блоці світиться індикатор «Тиск у нормі». Необхідно вимкнути кнопку, далі прилад переходить у робочий режим.

За викладеною методикою був проведений експеримент, результати представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Експериментальне визначення маси ТПВ

	Тиск РР, кПа	Маса за методикою	Маса бака з ТПВ	Маса ТПВ
Маніпулятор без бака	1079,44	3,25	0	0
	1093,95	4,42	0	0
	1090,91	4,1	0	0
Порожній бак	2188,72	94,22	90	0
	2197,54	92,63	90	0
	2145,26	86,33	90	0
Бак №1	3449,18	175,89	184	94
	3693,95	189,57	184	94
	3652,49	178,83	184	94
Бак №2	3195,32	141,6	146	56
	3450,72	152,31	146	56
	3392,94	145,85	146	56
Бак №3	3839,75	167,27	165	75
	3769,91	157,37	165	75
	4082,93	172,41	165	75

Під час проведення експериментальних досліджень бак з ТПВ зважувався на повірених складських вагах з діапазоном вимірів від 0 до 500 кг. Відносна похибка вимірювань приладу становила трохи більше 5%.

3.5.2 Методика оперативного управління перевізним процесом твердих побутових відходів

Мета створення системи диспетчерського керування транспортом із вивезення ТПВ полягає у вдосконаленні управління процесами збору та транспортування ТПВ на основі актуальної інформації та в концентрації керуючих функцій.

Розробка диспетчерського управління розроблялася на підставі стандарту ГОСТ Р54029-2010 «Глобальна супутникова навігаційна система. Системи диспетчерського управління спеціальним автомобільним транспортом муніципальних служб. Вимоги до архітектури, функцій та завдань системи диспетчерського керування транспортом з вивезення твердих побутових відходів» [32].

Доцільно використовувати запропоновану систему управління транспортним відправленням [32] з дещо модифікованими функціями кожного рівня, враховуючи специфіку апаратного та програмного комплексу. Системна архітектура показана на рисунку 3.18 [32].

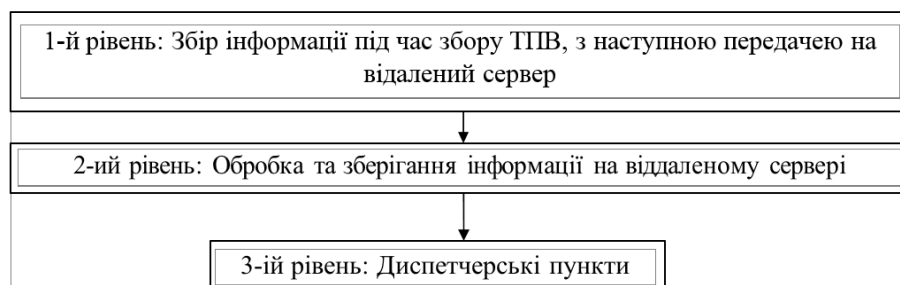


Рисунок 3.18 - Архітектура системи диспетчерського керування транспортом

На першому рівні за допомогою пристроїв визначення маси, встановлених на автомобілях здійснюється збір і передача на віддалений сервер наступної інформації: дата і час, маршрут руху, координати місць збору відходів, маса відходів на кожному баку, завантаженому на борт, поточний коефіцієнт вантажопідйомності автомобіля. У разі перевищення допустимої маси бака або перевищення вантажопідйомності автомобіля негайно на сервер надсилається інформація про аварійний режим роботи.

На іншому рівні проводиться збір, обробка та зберігання інформації на віддаленому сервері.

На третьому рівні диспетчерські пункти, організовані підприємствами, чи групами підприємств, використовуючи інформацію з віддаленого сервера, здійснюють управління перевізним процесом ТПВ.

Для швидкого прийняття рішень диспетчером у разі аварійних режимів роботи розроблено методику оперативного управління перевізним процесом твердих побутових відходів на основі даних, отриманих через інтернет від пристрою зважування вантажів (рис.3.19).

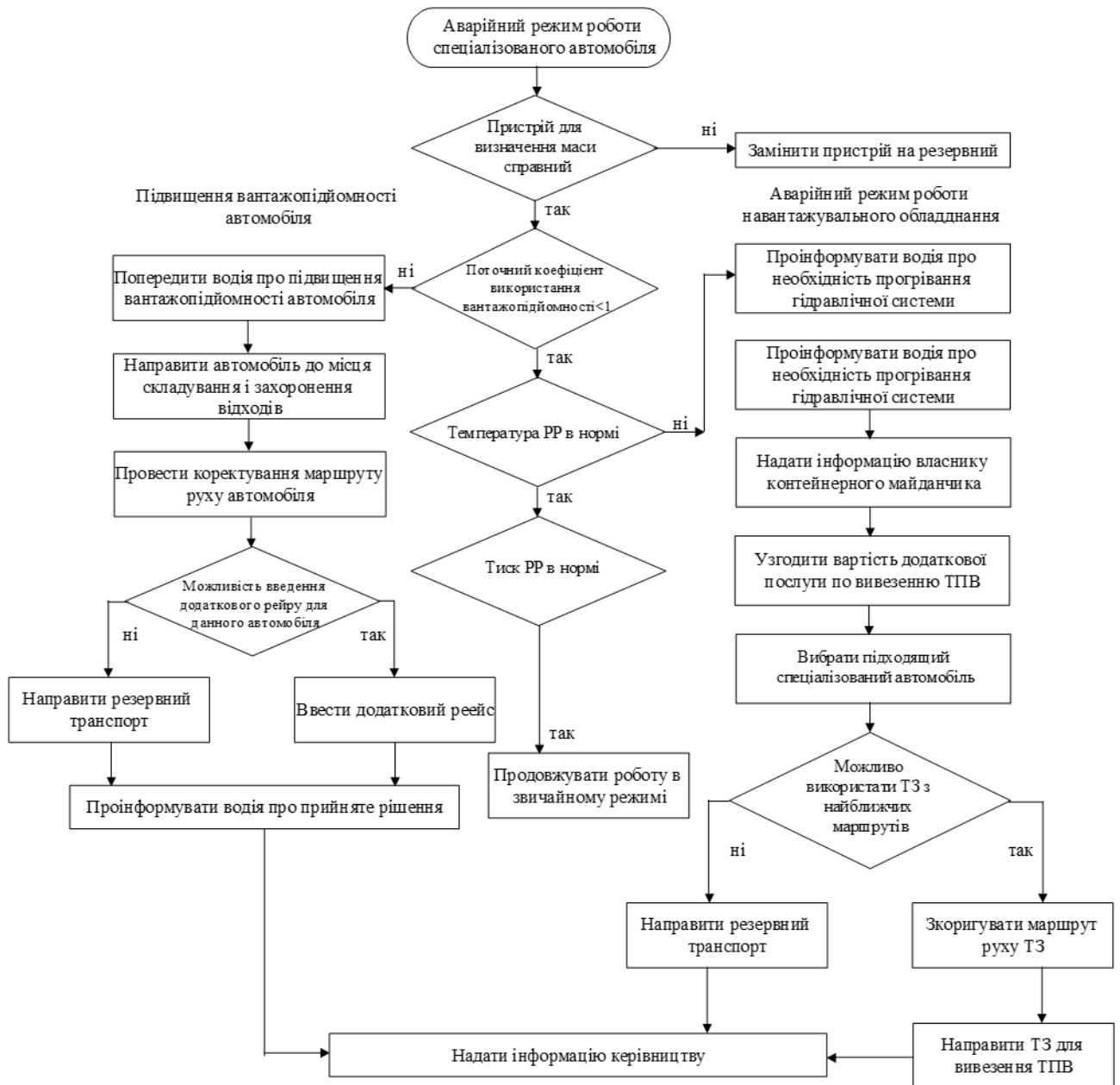


Рисунок 3.19 – Методика оперативного управління перевізним процесом ТПВ

У методиці розглядаються 2 аварійні режими роботи: перевищення вантажопідйомності вантажного обладнання при підйомі баків і перевищення вантажопідйомності автомобіля. Для перевірки ефективності методики було проведено експлуатаційні випробування.

Збір та транспортування побутових відходів здійснюється спеціалізованими підприємствами. Усі майданчики, які обслуговує дане підприємство, діляться на маршрути, а маршрути, своєю чергою, на рейси. Як правило, за кожним маршрутом закріплений спеціалізований автомобіль для збирання та транспортування ТПВ, проте, враховуючи часті несправності рухомого складу, нерідко задіяні резервні автомобілі.

Для проведення спостережень, а також для перевірки коректності показань пристрою контролю та обліку маси ТПВ було обстежено 6 маршрутів. Спостерігач протягом усього робочого дня фіксував дані в бланк, при цьому дані паралельно записувалися за допомогою пристрою.

Кожен маршрут обстежувався протягом 7 днів без пристрою та 7 днів з пристроєм. Зібрані дані було опрацьовано та проаналізовано.

Встановлено, що 1-2 % баків на маршрутах мають масу, що перевищує гранично допустиму для вантажного обладнання автомобіля, що обслуговує цей маршрут. Для вивезення таких баків прямував інший транспорт.

На двох маршрутах спеціалізовані автомобілі систематично перевантажуються, причому більш як на 40%. За допомогою пристрою обліку та контролю маси ТПВ запобігали спробам перевищення гранично допустимої маси вантажу, що перевозився автомобілем. Коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля був знижений до значення, що не перевищує 1.

Завдяки використанню оперативних даних від пристроїв визначення маси вантажу та методики вдалося підвищити оперативність вивезення перевантажених баків з кількох днів до кількох годин, нормалізувати завантаження автомобілів, запобігти перевищенню вантажопідйомності автомобілів..

3.6 Висновки до розділу 3

1. За допомогою фізичної моделі досліджено вплив факторів на величину тиску РР, отримано коефіцієнти, що доповнюють математичну модель.

Проведено оцінку адекватності математичної моделі реальному об'єкту. Проведено аналітичне дослідження.

2. Отримано експериментальні залежності зміни тиску РР від маси вантажу, що піднімається, на сміттевозі з бічним завантаженням ТПВ і на сміттевозі з заднім завантаженням ТПВ.

3. Розроблено комплексний підхід організації та оперативного управління перевізним процесом ТПВ на основі даних про масу вантажу. Використання комплексного підходу дозволило підвищити експлуатаційну надійність вантажного обладнання, обмежити завантаження кузова автомобіля та підвищити оперативність вивезення перевантажених баків.

4. Розроблено пристрій визначення маси вантажів, що завантажуються в автомобіль вантажним обладнанням та програмне забезпечення до пристрою. Пристрій може бути встановлений на автомобіль додатково в умовах АТП. Проведено ходові випробування.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У сучасній Україні, в умовах соціально-політичних та соціально-економічних змін, відбувається переосмислення ролей основних учасників підприємницької діяльності, що безпосередньо впливає на систему управління охороною праці. Це вимагає не лише адаптації існуючих нормативних актів, але й розробки нових підходів до забезпечення безпеки праці. Підприємства та організації активно працюють над покращенням умов праці та впровадженням сучасних технологій для запобігання нещасним випадкам, що включає постійне навчання персоналу та вдосконалення системи контролю.

На виконавця робіт щодо вдосконалення організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» місто Вінниця впливають такі небезпечні та шкідливі фактори:

1. Фізичні: підвищена та понижена температура повітря робочої зони; підвищена та понижена рухливість повітря робочої зони; підвищена запиленість повітря робочої зони; недостатня освітленість робочої зони; недостатність природного освітлення; небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищений рівень вібрації; підвищена та понижена вологість повітря.

2. Психофізіологічні: фізичні перевантаження (динамічні); нервово – психічні перевантаження (монотонність праці, емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів).

4.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи

В транспортній галузі, де працівники часто виконують інтелектуальну роботу з використанням ПК, впровадження технічних рішень з охорони праці є необхідним для забезпечення безпеки та ефективності роботи.

Ефективність виконання багатьох робіт і, зокрема, робіт щодо вдосконалення організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» залежить від:

Організації робочих зон, а саме забезпечення працівників ергономічними кріслами з регульованою висотою та нахилом спинки, підставками для ніг, клавіатурами з підставкою для зап'ясть та мишками з вертикальним розташуванням дозволить зменшити навантаження на хребет, шию, руки та зап'ястя, запобігаючи розвитку професійних захворювань.

Використання моніторів з високою роздільною здатністю та антибліковим покриттям зменшить навантаження на очі, запобігаючи втомі та головному болю. Регулювання яскравості та контрастності екрану відповідно до освітлення в приміщенні також сприятиме комфорту зору.

Впровадження програмного забезпечення, яке автоматизує рутинні завдання, надає підказки та попередження, допомагає організувати робочий процес та зменшити кількість помилок, сприятиме зниженню розумового навантаження та стресу.

Використання систем, які відстежують рівень стресу, втоми та концентрації уваги працівника, дозволить вчасно виявляти ознаки перевантаження та вживати заходів для їх запобігання. Такі системи можуть включати датчики пульсу, дихання, активності мозку, а також програмне забезпечення для аналізу даних.

Забезпечення регулярних перерв протягом робочого дня та можливості виконання фізичних вправ допоможе зняти напругу з м'язів, покращити кровообіг та зменшити втому.

Проведення регулярних навчань та консультацій з питань ергономіки, гігієни праці та психологічної підтримки допоможе працівникам усвідомити важливість дотримання правил безпеки, навчитися правильно організовувати робочий процес та ефективно справлятися зі стресом.

Впровадження цих технічних рішень та заходів сприятиме створенню безпечних та комфортних умов праці для розробників, що позитивно вплине на їхнє здоров'я, продуктивність та задоволеність роботою.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

В даному пункті розглянуто організацію праці під час вдосконалення організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» та умови виробничого приміщення, де здійснювалась розробка.

4.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат у робочому приміщенні є важливим чинником, що визначається рівнем температури, вологості, швидкості руху повітря та інших параметрів навколишнього середовища. Він впливає на комфорт працівників, їхнє самопочуття та продуктивність. Забезпечення відповідного мікроклімату в кабінеті сприяє запобіганню перегріву або переохолодженню, зниженню ризику теплових стресів або застуд, а також сприяє збереженню робочої ефективності та здоров'я працівників.

У робочих кабінетах, де активно використовується комп'ютерна техніка, важливо забезпечити стабільні параметри мікроклімату, щоб уникнути впливу змін температури та вологості на роботу обладнання та збереження документів. Наприклад, підвищена вологість може призвести до пошкодження електронних компонентів або паперових носіїв інформації.

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99. Роботи з удосконалення організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства передбачає переважно розумову працю,

роботу з документацією та комп'ютером, що відповідає критеріям категорії Па. Енерговитрати за цією категорією становлять - до 120-160Вт.

Допустимі параметри мікроклімату наведені в табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С Допустима		Відносна вологість	Швидкість руху, X
		Верхня межа	Нижня межа	Допустима	Допустима
Холодний	Па	18	22	60	не більше 0,1
Теплий		22	25	55 при 27 °С	0,1-0,2

На підприємстві для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату використовується комплексний підхід, що включає архітектурно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні та технічні заходи. Для захисту працівників від перегріву або переохолодження застосовуються як колективні, так і індивідуальні засоби захисту.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

У повітрі робочого приміщення можуть бути присутні різноманітні речовини, включаючи пил від паперу та офісної техніки, а також хімічні речовини, що виділяються з будівельних матеріалів, меблів, чистячих засобів тощо. Крім того, через систему вентиляції та провітрювання приміщення можуть надходити пил та інші речовини ззовні.

Для забезпечення здоров'я та комфорту працівників важливо контролювати склад повітря в приміщенні та дотримуватися встановлених нормативів щодо його якості. Навіть нетоксичний пил, якщо його концентрація перевищує допустимі норми, може викликати алергічні реакції, подразнення дихальних шляхів та інші проблеми зі здоров'ям. Допустимі концентрації пилу та інших речовин, що можуть бути присутні в повітрі робочого приміщення, зазначені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери в робочій зоні

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	1	0,15	4
Оксид вуглецю	5	3	3
Оксид азоту	0,4	0,06	2
Формальдегід	0,4	0,02	2

Для забезпечення чистоти повітря в робочому приміщенні передбачені такі рішення:

- Використання очищувачів повітря з HEPA-фільтрами для видалення пилу та інших забруднень.
- Регулярне провітрювання приміщення для забезпечення припливу свіжого повітря.
- Контроль за рівнем шкідливих речовин у повітрі за допомогою спеціальних приладів або лабораторних досліджень.

Ці заходи допоможуть підтримувати якість повітря в робочому кабінеті на належному рівні, сприяючи здоров'ю та продуктивності працівників.

4.2.3 Виробниче освітлення

У робочих приміщеннях система освітлення відіграє важливу роль у забезпеченні комфортних умов праці та збереженні здоров'я очей працівників. Вона зазвичай включає в себе різні джерела світла, такі як стельові світильники, настільні лампи або комбіноване освітлення, з урахуванням потреб конкретного приміщення та характеру виконуваної роботи. У досліджуваному приміщенні застосовується бокове природне освітлення, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-28:2018, та штучне освітлення, що забезпечує достатній рівень освітленості для виконання зорових робіт середньої точності.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО при природному та сумісному освітленні зазначені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнювання	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнювання з фоном	Характеристика фону	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0	IV	б	середній	середній	200	500	4	1,5	2,4	0,9

При експлуатації штучного освітлення здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.2.4 Виробничий шум

У робочих приміщеннях джерелами шуму можуть бути різноманітні прилади та обладнання, такі як комп'ютери, принтери, сканери, кондиціонери, а також зовнішні фактори, такі як вуличний шум, розмови колег, телефонні дзвінки.

Тривалий вплив шуму на працівників приміщення, де здійснюється розробка, може призвести до появи проблем зі слухом, включаючи загострення або втрату слуху. Постійний шум може спричиняти стрес, втому та психологічний дискомфорт, що може впливати на їх працездатність та самопочуття. Довготривалий вплив шуму може спричиняти підвищений кров'яний тиск та інші проблеми із серцево-судинною системою. Крім того, постійний рівень шуму негативно впливає на концентрацію та увагу, що може призвести до помилок у роботі. Нормативним документом, який регламентує

рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є ДСН 3.3.6.037-99.

Таблиця 4.4 - Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допуст-мий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Службові приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Зниження рівня шуму в робочому приміщенні можна досягти за допомогою комплексу організаційних та технічних заходів. По-перше, слід встановити правила поведінки в приміщенні, які обмежують гучні розмови, використання мобільних телефонів та інших пристроїв, що створюють шум.

Технічні рішення включають використання звукопоглинальних матеріалів для обробки стін, стелі та підлоги. Це можуть бути спеціальні акустичні панелі, килимові покриття, штори та інші матеріали, що поглинають звукові хвилі. Також можна встановити перегородки між робочими місцями, які допоможуть зменшити поширення шуму.

Використання тихої оргтехніки, такої як принтери з низьким рівнем шуму, ноутбуки замість стаціонарних комп'ютерів, бездротові клавіатури та миші, також сприятиме зниженню загального рівня шуму в кабінеті.

У випадку, якщо джерелом шуму є зовнішні фактори, такі як вуличний шум або шум від сусідніх приміщень, можна встановити звукоізоляційні вікна та двері, а також використовувати системи шумозаглушення, такі як білий шум або звукові маски.

4.2.5 Вібраційний вплив

Джерелами вібрацій у робочому приміщенні можуть бути різноманітні прилади та обладнання, такі як комп'ютери, принтери, сканери, кондиціонери,

вентиляційні системи, а також зовнішні фактори, наприклад, вібрації від транспорту, будівельних робіт чи промислових підприємств поблизу.

Вплив вібрацій на організм людини може бути різним залежно від їх частоти, амплітуди та тривалості впливу. Низькочастотні вібрації (до 30 Гц) можуть викликати дискомфорт, нудоту, головний біль, порушення координації рухів, а також негативно впливати на серцево-судинну та нервову системи. Високочастотні вібрації (понад 30 Гц) можуть призвести до погіршення кровообігу, оніміння та поколювання в кінцівках, а також до розвитку вібраційної хвороби.

Для боротьби з вібраціями в робочому приміщенні можна застосувати такі методи:

- Усунення джерела вібрації (якщо можливо).
- Віброізоляція (встановлення віброізоляційних опор під обладнання).
- Вібропоглинання (використання вібропоглинаючих матеріалів).
- Балансування (балансування обертових частин обладнання наприклад, вентиляторів).
- Заміна жорстких з'єднань на еластичні.
- Регулярне технічне обслуговування та ремонт обладнання.

4.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори безпеки – це аспекти оточуючого середовища або умов праці, які впливають на психічний та фізіологічний стан людини під час виконання роботи.

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

При виконанні робіт з удосконалення організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства, працівник може зазнавати наступних психофізіологічних навантажень:

1. Інтелектуальні навантаження:

- Аналіз великих обсягів інформації (дані про маршрути, графіки руху, технічний стан транспорту).

- Прийняття рішень в умовах обмеженого часу та невизначеності.

- Планування та оптимізація складних логістичних процесів.

- Вирішення конфліктних ситуацій з колегами або клієнтами.

2. Сенсорні навантаження:

- Тривала робота за комп'ютером, що може призвести до перенапруження зору та синдрому сухого ока.

- Необхідність сприймати та обробляти інформацію з різних джерел (документи, монітор, телефонні дзвінки).

3. Емоційні навантаження:

- Відповідальність за своєчасність та безпеку доставки вантажів.

- Стрес, пов'язаний з непередбачуваними ситуаціями на дорогах, затримками, аваріями.

- Необхідність спілкування з різними людьми, включаючи колег, клієнтів, представників контролюючих органів.

Для зниження негативного впливу психофізіологічних навантажень та збереження здоров'я працівників рекомендується дотримуватися наступного режиму праці:

- Тривалість робочого дня: не більше 8 годин.

- Перерви:

- Короткі перерви (5-10 хвилин) кожні 1-1,5 години роботи.

- Обідня перерва (не менше 30 хвилин) через 4 години роботи.

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Аварією вважається вихід із ладу, ушкодження якогось апарата, машини, установки під час роботи, руху. У більшості випадків аварії, незалежно від їхнього характеру, є наслідком помилок, допущених на стадіях розробки,

проектування, виготовлення, монтажу, експлуатації, обслуговування та ремонту виробничого обладнання.

Причини аварій на транспорті можуть бути різноманітними, включаючи:

- Технічні несправності або поломки транспортних засобів (несправність гальмівної системи, рульового управління, шин, двигуна тощо).

- Помилки водіїв або інших працівників транспортної галузі (недотримання правил дорожнього руху, перевищення швидкості, втома, вживання алкоголю або наркотичних речовин).

- Несприятливі погодні умови (ожеледиця, туман, сильний дощ, снігопад).

- Незадовільний стан дорожнього покриття (ями, вибоїни, нерівність).

- Недостатнє технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів.

- Перевантаження транспортних засобів або неправильне розміщення вантажу.

- Недотримання графіків руху та відпочинку водіїв.

- Недостатня організація дорожнього руху (відсутність дорожніх знаків, розмітки, світлофорів).

- Порушення правил перевезення небезпечних вантажів.

- Аварії за участю інших учасників дорожнього руху (пішоходів, велосипедистів, тварин).

- Недоліки в організації роботи транспортного підприємства (недостатній контроль за технічним станом транспортних засобів, недостатня кваліфікація персоналу, відсутність належного медичного контролю за водіями).

- Терористичні акти або інші навмисні дії, спрямовані на спричинення аварій.

Дослідження безпеки, що виникає при пошкодженні транспортних засобів та інфраструктури, є одним із найскладніших завдань у транспортній галузі. При розслідуванні аварій необхідно з'ясувати місце, час, причини, вид і ступінь пошкодження, а також масштаби та тривалість наслідків.

Для забезпечення безпеки та ефективності транспортної системи ключовим є стійкість транспортних засобів та інфраструктури, тобто їхня здатність витримувати робочі навантаження без руйнування та деформації. Вибір матеріалів та конструкцій здійснюється з урахуванням найнесприятливіших умов експлуатації, таких як екстремальні погодні умови, перевантаження, зіткнення.

Незважаючи на всі запобіжні заходи, пошкодження та аварії транспортних засобів та інфраструктури все ж трапляються. Це може бути пов'язано з технічними несправностями, помилками персоналу, непередбачуваними обставинами чи іншими факторами. Тому важливо постійно вдосконалювати технології, підвищувати кваліфікацію персоналу та проводити регулярні перевірки для мінімізації ризиків та забезпечення безпеки на транспорті.

Для мінімізації ризиків аварій на транспорті необхідно здійснювати ряд заходів:

- Регулярне технічне обслуговування та перевірки транспортних засобів, що дозволить запобігти аваріям, пов'язаним з технічним станом транспорту.

- Постійне підвищення кваліфікації водіїв, механіків та іншого персоналу з питань безпеки дорожнього руху, правил експлуатації транспортних засобів та надання першої допомоги сприятиме зниженню ризику людського фактору в аварійних ситуаціях.

- Суворе дотримання всіх нормативних документів, що стосуються безпеки дорожнього руху, технічного стану транспортних засобів, режиму праці та відпочинку водіїв, є обов'язковою умовою для запобігання аваріям.

- Постійний моніторинг стану доріг, погодних умов, інтенсивності руху та інших факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху, дозволить виявляти потенційні ризики та вживати заходів для їх усунення.

- Розробка та впровадження комплексної системи управління безпекою, що включає планування, контроль, аналіз ризиків та розслідування інцидентів, допоможе систематично підвищувати рівень безпеки в транспортній галузі.

- Встановлення системи контролю за дотриманням правил безпеки та

оперативне реагування на будь-які виявлені порушення дозволить запобігти аваріям на ранніх стадіях.

- Впровадження сучасних систем безпеки, таких як системи контролю швидкості, системи попередження зіткнень, системи моніторингу стану водія, а також використання автоматизованих систем управління дорожнім рухом, сприятиме підвищенню безпеки на дорогах.

- Ретельний аналіз кожної аварії чи інциденту з метою виявлення причин та впровадження коригувальних заходів дозволить запобігти повторенню подібних ситуацій у майбутньому.

- Формування культури безпеки: Створення атмосфери, в якій безпека є пріоритетом для всіх працівників транспортної галузі, сприятиме підвищенню відповідальності та усвідомлення важливості дотримання правил безпеки.

4.4 Висновки до розділу 4

В даному розділі на основі аналізу умов праці при виконанні роботи по вдосконаленню організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи. Отже поставлені завдання виконані.

РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Установка на борт автомобіля пристрою для зважування баків з ТПВ дозволяє здійснювати контроль роботи гідравлічного обладнання, зменшити ризик поломки гідроциліндрів, покращити умови праці та підвищити безпеку оператора. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що використання системи дозволить знизити кількість відмов вантажного обладнання на 17,6-20,5%, прийемо для розрахунків по нижній межі на 17,6%.

Найбільш важливими показниками роботи сміттевозу, як і будь-якого іншого автомобіля, є економічна ефективність та вимоги соціального характеру. Обидва показники є наслідком технічного рівня конструкції. Модернізація сміттевозу шляхом встановлення на його борт системи зважування баків з ТПВ дозволить підвищити як безпеку роботи оператора, так і економічні показники роботи машини. Ефективність роботи машини безпосередньо залежить від прибутку від її використання, тому критерієм оцінки було обрано річні питомі витрати. Розрахунки проводилися для двох ідентичних сміттевозів з бічним завантаженням відповідно необладнаного пристроєм для зважування та оснащеного.

Річні питомі витрати B_n (грн/м³ ТПВ) визначалися за формулою [5]:

$$B_n = \frac{B_e}{\Pi \cdot T} + E_n \cdot \frac{C_m}{\Pi \cdot T}, \quad (5.1)$$

де B_e – експлуатаційні витрати сміттевозу протягом року грн/рік;

Π – середня річна продуктивність сміттевозу, м³/год.;

T – річний фонд роботи сміттевозу, год.;

C_m – собівартість сміттевозу, грн;

E_n – галузевий нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Галузевий нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень прийнято рівним 0,65.

Річний фонд роботи сміттевозу [5]:

$$T = (365 - t_c - t_n) \cdot t_c / (1 + t_c \cdot t_{рем}), \quad (5.2)$$

де t_c - час простою сміттевозу за умовами роботи та сезонними особливостями застосування, діб;

t_n - тривалість вихідних та святкових днів та днів простоїв;

$t_{рем}$ - тривалість простою сміттевозу під час ремонту та обслуговування яке припадає на 1 годину роботи.

Час простою сміттевоза під час ремонту та технічного обслуговування визначається за формулою [5]:

$$t_{рем} = \frac{PP_{TOiP}}{P}, \quad (5.3)$$

де PP_{TOiP} - тривалість простою автомобіля під час ТО та Р на рік, год;

P - тривалість роботи протягом доби, год.

Тривалість простою автомобіля в ТО та Р розраховується за формулою:

$$PP_{TOiP} = PP_{TO-1} \cdot n_{TO-1} + PP_{TO-2} \cdot n_{TO-2} + PP_{IP} \cdot n_{IP} + PP_{KP} \cdot n_{KP}, \quad (5.4)$$

де PP_{TO-1} - тривалість простою автомобіля при ТО-1, год;

PP_{TO-2} - тривалість простою автомобіля при ТО-2, год;

PP_{IP} - тривалість простою автомобіля при IP, год;

PP_{KP} - тривалість простою автомобіля при KP, год;

n_{TO-1} - кількість ТО-1 на рік;

n_{TO-2} - кількість ТО-2 на рік;

$n_{ПР}$ - кількість ПР на рік;

$n_{КР}$ - кількість КР на рік;

При розрахунку річного фонду роботи сміттєвозу враховувалося, що автомобіль працює щодня, включаючи вихідні та святкові дні. Експлуатаційні витрати (грн/рік) [5]:

$$B_e = B_{зп} + B_a + B_{ГО} + B_{нмм} + B_{тм} + B_{заг}, \quad (5.5)$$

де $B_{зп}$ – витрати на заробітну плату основного персоналу, грн./рік;

B_a – амортизаційні відрахування, грн./рік;

$B_{ГО}$ – витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт, грн./год.;

$B_{нмм}$ – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./рік;

$B_{тм}$ – вартість технологічних матеріалів, грн./рік;

$B_{заг}$ – загальногосподарські витрати, грн./рік.

Для розрахунку витрат на заробітну плату необхідно визначити розміри ставок працівників на 1 автомобіль.

Розрізняють явочний та обліковий склад співробітників. До спискового складу включено частину співробітників з тих чи інших причин, які відсутні на роботі. Кількість працівників у списковому складі можна визначити за формулою [5]:

$$K_{сп} = K_{яв} \cdot \kappa_{зам}, \quad (5.6)$$

де $K_{сп}$ – чисельність працівників за списком, чол;

$K_{яв}$ – кількість співробітників у явочному складі, чол;

$\kappa_{зам}$ - коефіцієнт заміщення.

Візьмемо коефіцієнт заміщення $\kappa_{зам}=1,12$.

Явочним складом основного персоналу сміттєвозу є 2 водії-оператори, тому витрати на заробітну плату основного персоналу можна знайти за формулою [5]:

$$B_{\text{зн}} = K_{\text{яв}} \cdot K_{\text{зам}} \cdot 3П_{\text{сер}} + B_{\text{сп}}, \quad (5.7)$$

де $3П_{\text{сер}}$ - середня річна зарплата по області, грн;

$B_{\text{сп}}$ – відрахування на соціальні потреби, грн.

До витрат на заробітну плату також слід віднести відрахування на соціальні потреби.

Для розрахунку амортизаційних відрахувань було обрано лінійний метод:

B_a – амортизаційні відрахування, грн/рік;

$$B_a = \frac{B_{\text{м}}}{TKB}, \quad (5.8)$$

де TKB – термін корисного використання, років.

Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт $B_{\text{ТОіР}}$ включають заробітну плату ремонтних робітників, включаючи соціальні відрахування, а також вартість матеріалів та запасних частин.

Явочна чисельність ремонтних робітників, зайнятих технічним обслуговуванням та ремонтом визначається за формулою [5]:

$$K_{\text{ТО}} = \frac{t_{\text{ТО}}}{T}, \quad (5.9)$$

де $K_{\text{ТО}}$ – кількість ремонтних робітників, зайнятих технічним обслуговуванням та ремонтом у явочному складі, чол;

$t_{\text{ТО}}$ – час простою сміттєвозу під час технічного обслуговування та ремонту, год.

Кількість та вартість матеріалів та запасних частин для технічного обслуговування та ремонту сміттевозу залежить від обсягу перевезень. У свою чергу, обсяг перевезень залежить від провізної здатності ПЗ, яку можна визначити за формулою. [5]:

$$ПЗ = g \cdot y \cdot z \cdot \left(365 - t_c - t_n - \frac{t_{TO}}{24} \right), \quad (5.10)$$

де g – вантажопідйомність автомобіля, т;

y – коефіцієнт використання вантажопідйомності;

z – кількість їздок автомобіля за добу.

Розрахуємо річний вантажообіг сміттевозу за формулою [5]:

$$W_p = ПЗ \cdot l_{cp}, \quad (5.11)$$

де l_{cp} – середній пробіг сміттевозу за одну поїздку, км.

Пробіг, км визначається за формулою [5]:

$$L = \frac{W_p}{g \cdot y}, \quad (5.12)$$

Вартість матеріалів та запасних частин для технічного обслуговування та ремонту сміттевозу [32]:

$$B_{TO} = \frac{L}{1000} \cdot H_{pm}, \quad (5.13)$$

де H_{pm} – норма витрати матеріалів на технічне обслуговування та ремонт, грн./1000 км.

Окремим пунктом йдуть витрати на заміну та ремонт автомобільних шин. Розрахунок кількості автомобільних шин ведеться на основі інформації про пробіг сміттевозу та норми пробігу шин.

Витрати на автомобільні шини розраховуються за формулою [5]:

$$B_{ш} = \frac{L \cdot n_{ш}}{L_{ш}} \cdot C_{ш}, \quad (5.14)$$

де $n_{ш}$ – число коліс автомобіля;

$L_{ш}$ – норма пробігу шини;

$C_{ш}$ – вартість шини, грн.

У вартість паливно-мастильних матеріалів $B_{пмм}$ входить вартість палива, мастил. Вона визначається за формулою [5]:

$$B_{пмм} = C_{пал} \cdot C_{пал} + \frac{L}{100} \cdot (C_{м.м} \cdot C_{м.м} + C_{тр.м} \cdot C_{тр.м} + C_{к.м} \cdot C_{к.м}), \quad (5.15)$$

де $C_{пал}$ – річна норма витрати пального, л;

$C_{пал}$ – вартість 1 літра палива, грн;

$C_{м.м}$ – норма витрати моторного мастила на 100 км, л;

$C_{м.м}$ – вартість 1 літра моторного мастила, грн;

$C_{тр.м}$ – норма витрати трансмісійного мастила на 100 км, л;

$C_{тр.м}$ – вартість 1 літра трансмісійного мастила, грн;

$C_{к.м}$ – норма витрати консистентних мастил на 100 км, кг;

$C_{к.м}$ – вартість 1 кг консистентних мастил, грн.

Для сміттевозів витрата палива $B_{пал}$ визначається за формулою [5]:

$$B_{пал} = 0,01 \cdot (L \cdot C_{пал,км} + W_p \cdot C_{пал,т.км}) \cdot (1 + k_n), \quad (5.16)$$

де $C_{нал,км}$ – норма витрати палива у літрах на 100 км пробігу;

$C_{нал,т.км}$ – норма витрати палива у літрах на 100 тонно-кілометрів;

k_n – поправочний коефіцієнт.

Розрахунки загальногосподарських витрат здійснюються для автопідприємства з парком сміттєвозів, що складається з 26 автомобілів.

Витрати на воду для миття сміттєвозу визначаються за формулою [5]:

$$B_{вод} = \frac{N_{річ} \cdot C_{вод} \cdot Ц_{вод}}{1000}, \quad (5.17)$$

де $N_{річ}$ – річна програма щоденного огляду;

$C_{вод}$ – норма витрати води на миття автомобіля, л;

$Ц_{вод}$ – ціна кубічного метра води, грн.

На щоденний огляд автомобіля відводиться 1 год, таким чином, річна програма щоденного огляду дорівнює добутку кількості робочих днів на рік на 1 год і на поправочний коефіцієнт. Коефіцієнт рівний 1,15 необхідний обліку миття автомобіля перед технічним обслуговуванням та ремонтом.

Витрати на воду для господарських потреб [32]:

$$B_{вод.госп} = \frac{(C_{вод.люд} \cdot K_{яв} + C_{вод.госп} \cdot S_{госп}) \cdot D_{роб} \cdot Ц_{вод}}{1000}, \quad (5.18)$$

де $C_{вод.люд}$ – норма витрати води на людину за зміну, л;

$C_{вод.госп}$ – норма витрати води на 1 м² площі, що дорівнює 1,5 літра;

$S_{госп}$ – виробнича площа 1600м²;

$D_{роб}$ – кількість робочих днів у році.

Електроенергія витрачається на технологічні цілі (силова електроенергія) та на освітлення.

Витрати на електроенергію для технологічних цілей розраховуються за формулою [5]:

$$B_{ел} = P \cdot T_{ел} \cdot K_{ноп} \cdot K_{зав} \cdot K_{втр} \cdot \Pi_{ел} \quad (5.19)$$

де P – потужність обладнання, кВт;

$T_{ел}$ – тривалість використання силового навантаження протягом року, год;

$K_{ноп}$ – коефіцієнт попиту;

$K_{зав}$ – коефіцієнт завантаження обладнання;

$K_{втр}$ – коефіцієнт, що враховує втрати у мережах;

$\Pi_{ел}$ – ціна кВт-години електроенергії, грн./кВт-год.

Витрати на електроенергію для освітлення визначаються за формулою [32]:

$$B_o = P_{кв.м} \cdot S_{зосп} \cdot T_{ел} \cdot \Pi_{ел}, \quad (5.20)$$

де $P_{кв.м}$ – потужність необхідна для освітленості одного квадратного метра площі, 0,020 кВт.

Для розрахунку амортизаційних відрахувань та витрат на утримання та ремонт за основними фондами (крім автомобілів) необхідно помножити вартість основних засобів на норму амортизації. Для будівель норма амортизації складає 2%, утримання та ремонт 2,5%, для обладнання – 5% та 4% відповідно.

Витрати підприємства на охорону праці прийняти рівними 3% загального фонду оплати праці.

Витрати на опалення визначаються за формулою [5]:

$$B_{оп} = S_{зосп} \cdot \Pi_{оп}. \quad (5.21)$$

де $\Pi_{оп}$ – вартість опалення квадратного метра площі, грн.

Транспортний податок $\Pi_{тр}$ стягується з власників транспортних засобів за ставками, в одиниці потужності двигуна – кінським силам і визначається за формулою [5]:

$$\Pi_{тр} = P_{кс} \cdot C_{тп}. \quad (5.22)$$

де $P_{кс}$ – потужність двигуна, к.с.;

$C_{тп}$ – ставка транспортного податку, грн/к.с.

Інші витрати на 1 автомобіль прийняти рівними 30 тис. грн. У тому числі матеріали - 40%, інші - 60%. У тому числі, до інших витрат входить зарплата керівника та адміністративного персоналу.

Загальногосподарські витрати, що належать до парку сміттєвозів (вода для господарських потреб, освітлення тощо) необхідно розділити на кількість автомобілів, так як розрахунок ведеться для 1 автомобіля.

Продуктивність сміттєвозу [5]:

$$P = \frac{Q_{куз} \cdot K_{зан} \cdot K_{ут} \cdot K_{вик} \cdot 60}{\left[t_{пер} \cdot (n_z - 1) + (t_{ман} + t_{пз}) \cdot n_z + t_{зав} \cdot n + t_{пз}' + t_{розв} + \frac{2 \cdot 60 \cdot l}{V_{сер}} \right]}, \quad (5.23)$$

де $Q_{куз}$ – місткість кузова сміттєвозу, м³;

$K_{зан}$ – коефіцієнт заповнення кузова сміттєвозу;

$K_{ут}$ – коефіцієнт ущільнення відходів у кузові;

$K_{вик}$ – коефіцієнт використання сміттєвозу на лінії;

$t_{пер}$ – середня тривалість переїздів сміттєвозу від одного місця збору відходів до іншого, хв;

$t_{ман}$ – середня тривалість маневрування сміттєвозу при в'їзді в двори та під'їзді до контейнера, хв;

$t_{пз}$ - середня тривалість підготовчо-заключних операцій при завантаженні контейнерів, хв;

$t_{зав}$ - середня тривалість завантаження одного контейнера, хв;

$t'_{пз}$ – середня тривалість підготовчо-заключних операцій з розвантаження сміттєвозу на полігоні, хв;

$t_{розв}$ – середня тривалість розвантаження сміттєвозу на полігоні, хв;

n_3 – кількість заїздів сміттєвозу у двори протягом одного циклу завантаження;

n – кількість контейнерів, що завантажуються в кузов сміттєвозу за один цикл;

l – середня відстань від місця збирання відходів до місця їх знешкодження та утилізації, км;

$V_{сер}$ – середня транспортна швидкість, км/год.

У зведеній таблиці 5.1 представлені отримані показники роботи сміттєвозу та розраховані річні питомі витрати.

Таблиця 5.1 - Річні питомі витрати сміттєвозу

№	Показник	Од. вим.	Сміттєвоз з бічним завантаженням ТПВ	
			без пристрою	з пристроєм
1	Річний фонд роботи автомобіля, Т	Авт./год	3540,48	3727,44
2	Експлуатаційні витрати, Ве	грн	1891613,42	1908193,30
3	Продуктивність сміттєвозу, Р	м³/год	5,57	5,57
4	Вартість сміттєвозу,	грн	2780000,00	2815000,00
5	Галузевий нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, Ен		0,65	0,65
6	Річні питомі витрати, B_n	грн/м³	187,71	180,79

Таким чином, застосування пристрою дозволить за рахунок зниження трудомісткості поточного ремонту та економії на запасних частинах автомобіля знизити питомі річні витрати на 4%. При цьому за рахунок зниження тривалості

простоїв у поточному ремонті експлуатаційна продуктивність автомобіля підвищиться на 5%. При тарифі, що діє, в 199,91 грн/м³ річний прибуток від експлуатації автомобіля збільшиться на 168 тис. грн.

5.1 Висисновки до розділу 5

Впровадження пристрою визначення маси та розробленого комплексного підходу, дозволило підвищити прибуток від експлуатації спеціалізованого автомобіля на 168 тис. грн, за рахунок збільшення продуктивності на 5% та зниження питомих річних витрат на 4%.

ВИСНОВКИ

1. На основі розроблених експериментально-розрахункових залежностей та методу роботи пристрою обліку та контролю маси ТПВ з'явилася можливість вирішити важливе науково-практичне завдання підвищення експлуатаційної продуктивності та надійності вантажного обладнання автомобільного транспорту, що здійснює збір та транспортування твердих побутових відходів.

2. Аналіз організації збору відходів показав, що у деяких маршрутах коефіцієнт використання вантажопідйомності сміттєвозів становить від 0,8 до 1,47. Встановлено, що в середньому 1-2% баків перевантажені, і відсутність оперативної інформації не дозволяє організувати своєчасне вивезення таких баків.

3. Розроблено комплексний підхід організації та оперативного управління перевізним процесом ТПВ на основі даних про масу вантажу. Використання комплексного підходу дозволило підвищити експлуатаційну надійність вантажного обладнання, обмежити завантаження кузова автомобіля та підвищити оперативність вивезення перевантажених баків.

4. Використання пристрою визначення маси та комплексного підходу дозволило знизити інтенсивність відмов вантажного обладнання та підвищити середнє напрацювання на відмову гідравлічного обладнання на 20%, металевої конструкції на 18%.

5. Впровадження пристрою визначення маси та розробленого комплексного підходу, дозволило підвищити прибуток від експлуатації спеціалізованого автомобіля на 168 тис. грн. за рахунок збільшення продуктивності на 5% і зниження питомих річних витрат на 4%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика. Монографія / М. Н. Бідняк, В. В Біліченко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006 – 176 с.
2. Березюк О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація спеціалістів, магістрів в галузях електроніки, радіотехніки, радіоелектронних апаратів та зв'язку : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 104 с.
3. Бондаренко Є. А. Освітлення виробничих приміщень : довідник / Є. А. Бондаренко, В. О. Дрончак. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 61 с.
4. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення: навчальний посібник для студентів спеціальності 7.100403 «Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)» / М.Г. Босняк. – К.: Видавничий Дім "Слово", 2010. – 408 с.
5. Буренніков Ю.Ю. Економіка транспорту: навчальний посібник / Ю.Ю. Буренніков – Вінниця: ВНТУ, 2019 – 121 с.
6. Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту. Навчальний посібник / [В.В. Біліченко, В.Л. Крещенецький, С.О. Романюк, Є.В. Смирнов]. – Вінниця, ВНТУ, 2013. – режим доступу : <http://posibnyky.vntu.edu.ua/newauto/5/index.html>.
7. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною: НАПБ Б.03.002-2007. – Київ : ДЕРЖПОЖБЕЗПЕКИ МНС УКРАЇНИ, 2007.
8. Дмитриченко М.Ф. Основи теорії транспортних процесів і систем. Навчальний посібник для ВНЗ / М.Ф. Дмитриченко, Л.Ю. Яцківський, С.В. Ширяєва, В.З. Докуніхін – К.: Видавничий Дім «Слово», 2009 – 336 с.
9. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
10. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.

11. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
12. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
13. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
14. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
15. Заярський О.С., Огневий В.О. Аналіз методів визначення маси перевезеного вантажу // Матеріали ЛІІІ Всеукраїнської науково-технічної конференції факультету машинобудування та транспорту, Вінниця 2024 р. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2024/paper/view/20798>
16. Кужель В.П. Основи ліцензування та сертифікації на автомобільному транспорті : навчальний посібник / В.П. Кужель, А.А. Кашканов – Вінниця : ВНТУ, 2018 – 121 с.
17. Левковець П.Р. Перевезення небезпечних вантажів. Навчальний посібник. / П.Р. Левковець, О.І. Мельниченко, Д.В.Зеркалов; за редакцією Д.В.Зеркалова. – К.: Основа, 2005. – 239 с.
18. Левковець П.Р. Управління автомобільним транспортом. Навчальний посібник. За редакцією Д.В. Зеркалова / Левковець П.Р., Зеркалов Д.В. Мельниченко О.І., Казаченко О.Г. – К.: Арістей, 2006.– 416 с.
19. Нагорний Є.В. Комерційна робота на транспорті : Підручник / Є. В. Нагорний, Н. Ю. Шраменко, Г. І. Переста – Х.: Видавництво ХНАДУ. 2011. – 298 с.
20. Правила охорони праці на автомобільному транспорті : ДНАОП 0.00-1.28-97. – К. : Держнагляд охорони праці, 1997.
21. Сорока В. С. Транспортно-експедиційна робота : Навчальний посібник [За редакцією д-ра економ, наук, професора Е. А. Зіня] / В. С. Сорока, О. О. Гладковська – Рівне : НУВГП. 2013. – 347 с.
22. Редзюк А.М. Сучасний стан і перспективи розвитку автотранспорту/ А.М. Редзюк, В.Ф. Штанов //Автошляховик України. – 2018. –№ 1. – С.2-7.

23. A load on the road / Nelson Lee J. // Traffic Technol. Int. – 2002. – June/July. – c. 24-26, 28.

24. Liu Ming, Zhu Qi-gang, Gao Li-li, Yin Yan-fang // Shandong keji daxue xuebao. Ziran kexue ban = J. Shandong Univ. Sci. and Technol. Natur. Sci. – 2006. – 25, №3. – c. 39-41.

25. Method and apparatus for monitoring tire pressure: General Motors Corp., Buck M. Scott, Tu Thomas H., Frakes Ryan M., Osinski David A. – N 10/691104

26. Method for determining axle load of a moving vehicle: MIIK7 G 01 M 15\00; Delphi Technologies, Inc/ - N 10/299348.

27. On-board scale sensor with mechanical amplification and improved output signal apparatus and method: Patent Application Publication US2006/070464 A1/R/R/ Walker.

28. Validity check / Barz Dieter, Jagau Reinhard // Traffic Tecmol. Int. – 2003. – Febr.-March.- c. 40-41.

29. VanWeigh for LCVs// Veh. Elec. Electron.: Diagnostics and Emission. – 2007. – 15, №2. – c. 10. – АНГЛ.

30. Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Gewichts der Masse eines Fahrzeugs. Robert Bosch GmbH. - № 19963402.5.

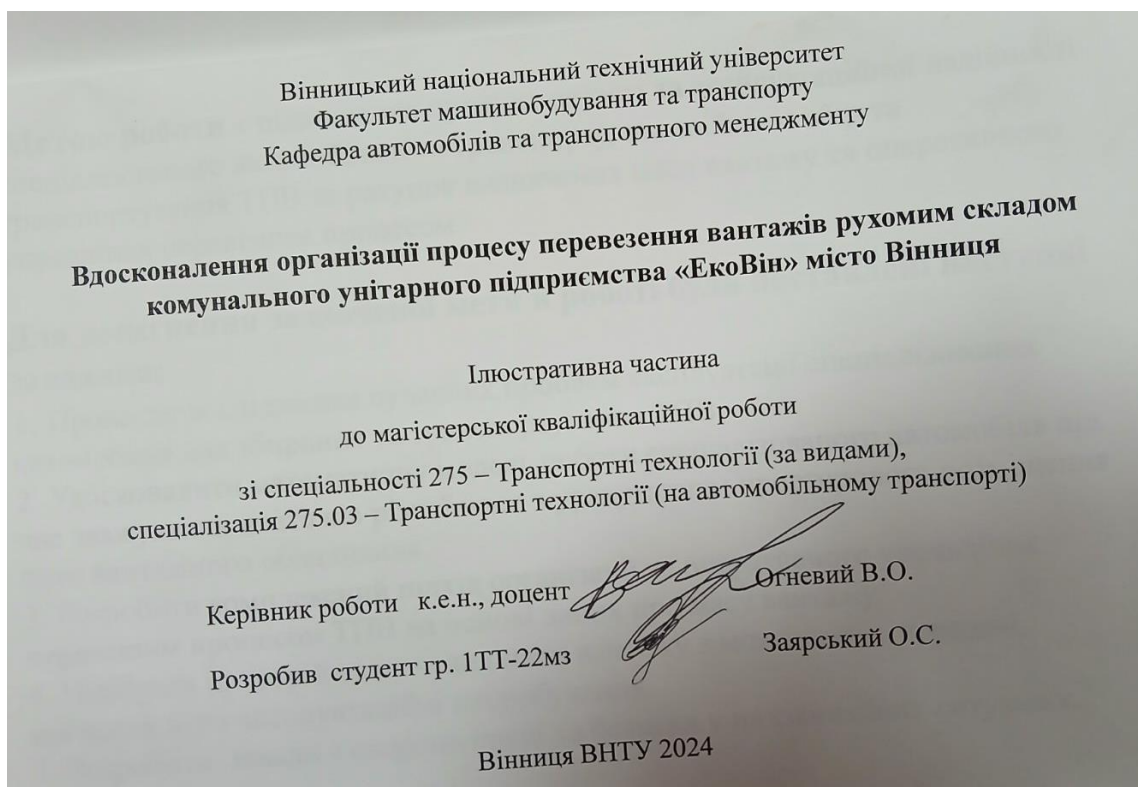
31. Verfahren zur Feststellung der Gewichtsbelastung einer gegenueber dem Fahrzeugaufbau gefederten, luftbereiften Fahrzeugachse: BPW Bergische Achsen KG. – N 10127567.6.

32. Will Dieter Hydraulik: Grundlagen, Komponenten, Schaltungen/ Dieter Will, Norbert Gebhardt. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. – 506 c.

ДОДАТКИ

Додаток А Ілюстративна частина

Вдосконалення організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» місто Вінниця



2

Метою роботи є підвищення продуктивності та експлуатаційної надійності спеціалізованого автомобільного транспорту, що здійснює збір та транспортування ТПВ за рахунок визначення маси вантажу та оперативного управління перевізним процесом.

Для досягнення зазначеної мети в роботі були поставлені наступні завдання:

1. Провести дослідження сучасних проблем експлуатації спеціалізованих автомобілів для збирання та транспортування ТПВ.
2. Удосконалити математичну модель роботи спеціалізованого автомобіля під час зважування вантажів різної маси з урахуванням просторового розміщення його вантажного обладнання.
3. Розробити комплексний підхід організації та оперативного управління перевізним процесом ТПВ на основі даних про масу вантажу.
4. Підібрати пристрій визначення маси вантажу з можливістю передачі, провести його експлуатаційні випробування.
5. Розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є процеси, збирання та транспортування ТПВ спеціалізованими автомобілями з боковим та заднім завантаженням. Предметом дослідження є функціональні залежності та параметри, що характеризують перевізний процес ТПВ.

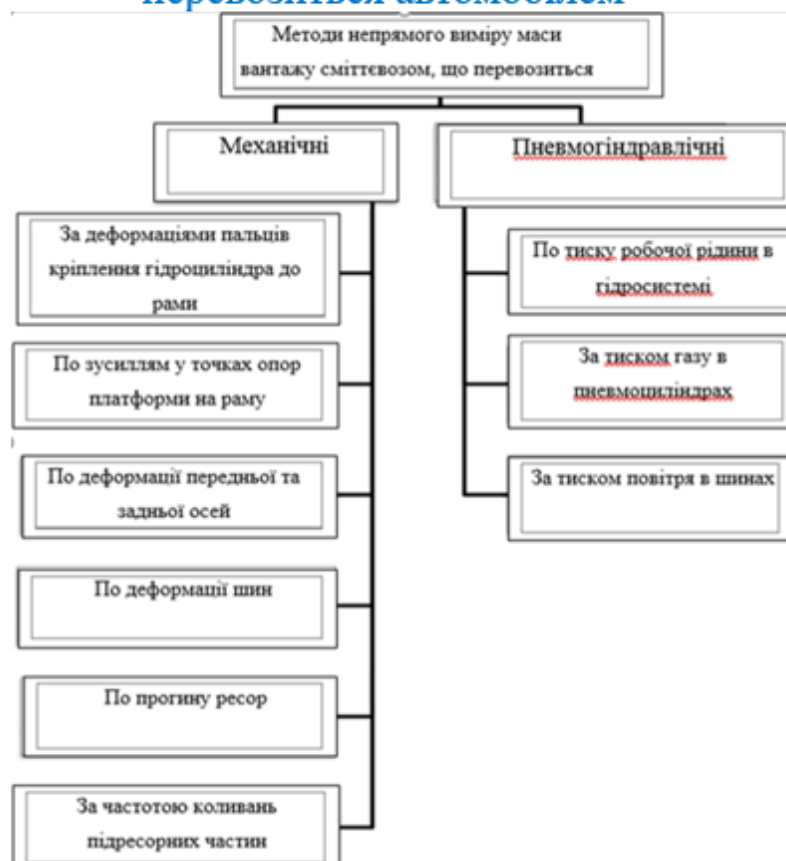
Наукова

новизна.

- удосконалено математичну модель роботи спеціалізованого автомобіля при зважуванні вантажів різної маси з урахуванням просторового положення його завантажувального обладнання;
- набув подальшого розвитку комплексний підхід організації та оперативного управління перевізним процесом ТПВ з можливістю визначення та контролю маси вантажу, з подальшою передачею даних.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що удосконалений комплексний підхід та пристрій для визначення маси вантажів дозволять підвищити продуктивність та експлуатаційну надійність спеціалізованих автомобілів, а також підвищити оперативність прийняття рішень при управлінні перевізним процесом ТПВ на основі даних про масу вантажу.

Класифікація методів непрямого вимірювання маси вантажу який перевозиться автомобілем ⁴



Аналіз автоматичних методів вимірювання маси дрібних партій вантажу, що довантажують транспортний засіб у процесі роботи

№	Метод виміру	Переваги	Недоліки
1	За деформаціями пальців кріплення гідроциліндра до рами	Низька вартість датчиків, надійність, простота конструкції	Складність монтажу, жорсткі вимоги до точності установки
2	По зусиллям у точках опори платформи на раму	Простота конструкції	Висока вартість, слабка захищеність від зовнішнього середовища, невисока точність
3	По деформації передньої та задньої осей	Висока достовірність вимірів, простота монтажу, простота конструкції	Висока вартість системи, слабка захищеність від зовнішніх факторів
4	За величиною деформації шин	Низька вартість, простота монтажу	Невисока точність, необхідність постійного контролю тиску в шинах
5	По прогину ресор автомобіля	Низька вартість датчиків, простота конструкції	Низька точність, необхідність частого тарування
6	За частотою коливань підресорених частин	Висока достовірність вимірів	Складність конструкції, можливість використання тільки на автомобілях з пневмопідвіскою
7	По тиску робочої рідини у гідравлічному устаткуванні	Низька вартість датчиків, надійність, простота монтажу та обслуговування, простота конструкції	Невисока точність вимірів
8	По тиску газу в пневмоциліндрах підвіски	Висока достовірність вимірів	Можливість використання тільки на автомобілях з пневмопідвіскою
9	По тиску повітря в шинах	Низька вартість датчиків, простота монтажу	Низька точність, необхідність однакового тиску в шинах, зважування на рівних майданчиках

Місце встановлення терміналу на сміттевозі



Місце встановлення датчика тиску на сміттевозі



Розташування індикаторного блоку під час експерименту



Просторове положення навантажувального обладнання при зважуванні бака з ТПВ



1 - гідроциліндр зламів стріли, 2 - гідроциліндр перекидання бака, 3 - гідроциліндр захоплення, 4 - бак;
a, b, c, d - ланки манипулятора

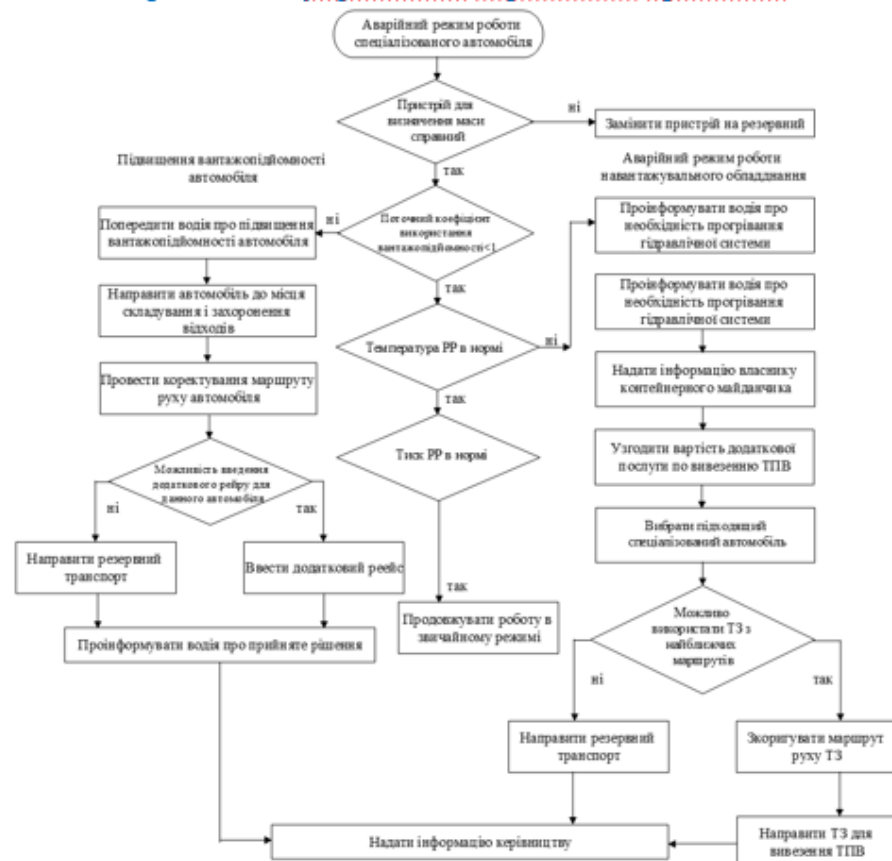
Структурна схема алгоритму роботи пристрою визначення маси ТПВ

7



Методика оперативного управління перевізним процесом ТПВ

8



Розрахунок економічної ефективності

9

Річні питомі витрати сміттєвозу

№	Показник	Од. вим.	Сміттєвоз з бічним завантаженням ТПВ	
			без пристрою	з пристроєм
1	Річний фонд роботи автомобіля, Т	Авт./год	3540,48	3727,44
2	Експлуатаційні витрати, V_e	грн	1891613,42	1908193,30
3	Продуктивність сміттєвозу, Р	м³/год	5,57	5,57
4	Вартість сміттєвозу,	грн	2780000,00	2815000,00
5	Галузевий нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, Ен		0,65	0,65
6	Річні питомі витрати, V_d	грн/м³	187,71	180,79

Таким чином, застосування пристрою дозволить за рахунок зниження трудомісткості поточного ремонту та економії на запасних частинах автомобіля знизити питомі річні витрати на 4%. При цьому за рахунок зниження тривалості простоїв у поточному ремонті експлуатаційна продуктивність автомобіля підвищиться на 5%. При тарифі, що діє, в 199,91 грн/м³ річний прибуток від експлуатації автомобіля збільшиться на 168 тис. грн.

Додаток Б

Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Вдосконалення організації процесу перевезення вантажів рухомим складом комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» місто Вінниця

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

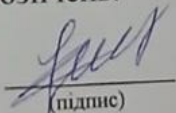
Оригінальність 93 % Схожість 7 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

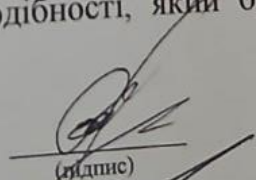
☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

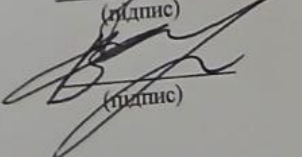
☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  (підпис) Цимбал О.В. (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи  (підпис) Заярський О.С. (прізвище, ініціали)

Керівник роботи  (підпис) Огневий В.О. (прізвище, ініціали)