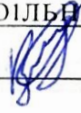


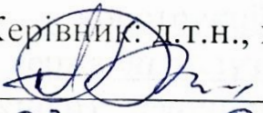
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

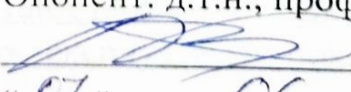
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

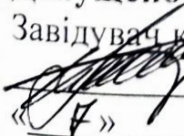
на тему:

«Покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця»

Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-22мз, спеціальності 274
Автомобільний транспорт,
Освітньо-професійна програма –
Автомобільний транспорт
 Ліпчанчук В.І.

Керівник: д.т.н., проф. каф. АТМ
 Кашканов А.А.
«03» 06 2024 р.

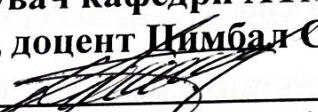
Опонент: д.т.н., проф., зав. каф. ТАМ
 Козлов Л.Г.
«07» 06 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри АТМ
 к.т.н., доц. Цимбал С.В.
«07» 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 – 274 – Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

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

«12» 03 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ліпчанчуку Владиславу Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця,
керівник роботи Кашканов Андрій Альбертович, д.т.н., професор,
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 обслуговувані в СТО AutoClub; об'єкт дослідження – процеси забезпечення безпеки руху АТЗ в умовах експлуатації; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 15%.

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтування розробок з покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця.

2 Діагностування технічного стану транспортних засобів для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки.

3 Підвищення ефективності діагностування технічного стану гальмівної системи для забезпечення безпеки руху автомобілів.

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1-3 Тема, мета та завдання дослідження.

4 Загальна характеристика проблеми безпеки руху на автомобільному транспорті України.

5 Чинники, що безпосередньо впливають на БДР.

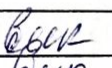
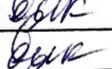
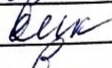
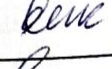
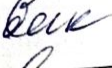
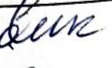
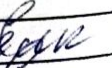
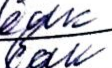
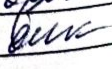


- 6 Гальмівна система як частина загальної конструкційної концепції безпеки автомобіля.
 7 Загальна характеристика діяльності станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця».
 8 Математичні моделі параметрів, що визначають безпеку руху.
 9 Графічне представлення АТЗ як об'єкта діагностування за критеріями безпеки.
 10 Властивості гальмівної системи та рульового керування АТЗ, що діагностуються за критеріями безпеки дорожнього руху.
 11 Схема формування гальмівної сили в системі з гідравлічним приводом і підсилювачем гальмівного приводу.
 12 Математична модель зміни технічного стану гальмівної системи.
 13 Результати перевірки адекватності моделі.
 13 Результати моделювання несправностей у гальмівній системі (стендові випробування).
 15 Основні наукові і практичні результати, викладені в роботі.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кашканов А.А., професор кафедри АТМ	 12.03.24	 31.05.24
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Поліщук 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	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	12.03-12.04.2024	
3	Обґрунтування методів досліджень	12.03-12.04.2024	
4	Розв'язання поставлених задач	15.04-29.04.2024	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	30.04-14.05.2024	
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	15.05-30.05.2024	
7	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	15.05-30.05.2024	
8	Нормоконтроль МКР	31.05-03.06.2024	
9	Попередній захист МКР	04.06-05.06.2024	
10	Рецензування МКР	06.06-10.06.2024	
11	Захист МКР	11.06.2024	

Студент


(підпис)

Ліпчанчук В.І.

Керівник роботи


(підпис)

Кашканов А.А.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.016

Ліпчанчук В.І. Покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – автомобільний транспорт, освітня програма – автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2024. 110 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 46 назв; рис.: 17; табл.: 14.

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено заходи з покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця. Зокрема виконано науково-технічне обґрунтування розробок з покращення безпеки руху; сформовано методичні аспекти діагностування технічного стану транспортних засобів для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки; розроблено методику та практику підвищення ефективності діагностування технічного стану гальмівної системи як основної складової забезпечення активної безпеки АТЗ; розроблено заходи забезпечення охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях; визначено ефективність запропонованих рішень.

Графічна частина складається з 15 плакатів із результатами досліджень.

Ключові слова: автотранспортний засіб, ефективність експлуатації, безпека руху, надійність.

ABSTRACT

UDC 629.016

Lipchanchuk V.I. Improvement of traffic safety of motor vehicles of category M1 in the conditions of the service station "AutoClub" city of Vinnytsia. Master's qualification thesis on specialty 274 - road transport, educational program - road transport. Vinnytsia: VNTU, 2024. 110 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 46 titles; Fig.: 17; tab.: 14.

In the master's qualification thesis, measures were developed to improve the traffic safety of motor vehicles of the M1 category in the conditions of the "AutoClub" technical service station in the city of Vinnytsia. In particular, the scientific and technical substantiation of developments to improve traffic safety was carried out; methodical aspects of diagnosing the technical condition of vehicles to ensure operational safety requirements have been formed; the methodology and practice of increasing the efficiency of diagnosing the technical condition of the braking system as the main component of ensuring the active safety of the motor vehicles has been developed; measures to ensure labor protection and safety in emergency situations have been developed; the effectiveness of the proposed solutions is determined.

The graphic part consists of 15 posters with research results.

Keywords: motor vehicle, operational efficiency, traffic safety, reliability.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК З ПОКРАЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ М1 В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ «AUTOCLUB» МІСТО ВІННИЦЯ	7
1.1 Загальна характеристика проблеми безпеки руху на автомобільному транспорті України	7
1.2 Аналіз проблеми безпеки системи людина-автомобіль-дорога	10
1.3 Вплив групи технічних факторів на рівень аварійності	14
1.4 Гальмівна система як частина загальної конструкційної концепції безпеки автомобіля	19
1.5 Характеристика діяльності станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця»	23
Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження	28
РОЗДІЛ 2. ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМОГ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ	30
2.1 Вимоги до експлуатаційної безпеки транспортних засобів	30
2.2 Склад агрегатів і систем що діагностуються для забезпечення безпеки дорожнього руху	38
2.3 Формування раціональної сукупності діагностичних параметрів об'єктів діагностування і обґрунтування діагностичних нормативів безпеки транспортних засобів	43
2.4 Порядок ухвалення рішень за результатами контролю працездатності складових частин транспортних засобів	47
2.5 Розробка технологічних принципів і вимог до технологій діагностування	52

Висновки до розділу 2	55
РОЗДІЛ 3. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОМОБІЛІВ	56
3.1 Обґрунтування та вибір методу визначення технічного стану гальмівної системи	56
3.2 Удосконалена модель гальмівної системи автомобіля з гідравлічним приводом	64
3.3 Результати моделювання та експериментальних досліджень	74
3.4 Розрахунок ефективності запропонованих рішень	87
Висновки до розділу 3	91
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	92
4.1 Аналіз умов праці	92
4.2 Організаційно – технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи	93
4.3 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	94
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	98
Висновки до розділу 4	103
ВИСНОВКИ	104
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	105
ДОДАТОК А (обов’язковий). Ілюстративна частина	111
ДОДАТОК Б (обов’язковий). Протокол перевірки на плагіат	127
ДОДАТОК В (довідниковий). Перелік систем і вузлів АТЗ, що діагностуються за критеріями БДР	129

ВСТУП

Актуальність теми. Пріоритетним напрямком розвитку автомобілебудування є підвищення вимог до ефективності та безпеки використання автотранспортних засобів (АТЗ). Безпека дорожнього руху (БДР) є комплексом правил, засобів та заходів, спрямованих на збереження здоров'я та життя учасників дорожнього руху, захист довкілля, збереження майна. Забезпечення БДР рухомого складу (РС) здійснюється на основі встановлення вимог до конструкції та властивостей АТЗ, які знаходяться в експлуатації, оперативного управління та прогнозування їх технічного стану, формування стратегії оптимізації технічної експлуатації РС тощо. Основними визначниками БДР є: рівень активної та пасивної безпеки АТЗ; якість профілактичних та ремонтних впливів; рівень професійної підготовки та психофізіологічний стан водіїв; якість доріг та дорожньої інфраструктури; система нагляду за дорожнім рухом та її правове забезпечення.

На основі дорожніх чи стендових випробувань можна встановити загальний технічний стан АТЗ та його відповідність вимогам Правил дорожнього руху, іншим технічним регламентам. Відхилення величин від норми вказує на наявність несправності, але конкретна причина та місце її появи залишаються невідомими. Розробка чи удосконалення методів швидкого та достовірного визначення несправностей для подальшого їх усунення є запорукою забезпечення безпеки експлуатації АТЗ взагалі та активної безпеки зокрема. В цьому полягає актуальність реалізації теоретичних та практичних питань за обраною тематикою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційне дослідження виконувалось відповідно до Законів України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки», № 2623-14, «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», № 19-20 (редакція від 21.12.2023);

тематика МКР належить до основних напрямків наукових досліджень кафедри АТМ ВНТУ, затверджених у плані науково-дослідних робіт на 2023-2024 н.р.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця.

Досягнення мети роботи забезпечується вирішенням таких задач:

– науково-технічне обґрунтування розробок з покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «Autoclub» місто Вінниця;

– формування методичних аспектів діагностування технічного стану транспортних засобів для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки;

– розробка методики та практики підвищення ефективності діагностування технічного стану гальмівної системи як основної складової забезпечення активної безпеки АТЗ;

– розробка заходів забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях і з охорони праці;

– дослідження ефективності запропонованих рішень.

Об’єкт дослідження – процеси забезпечення безпеки руху АТЗ в умовах експлуатації.

Предмет дослідження – показники функціонування вузлів, агрегатів і систем АТЗ, які забезпечують їх активну безпеку.

Методи досліджень. Розв’язання поставлених задач здійснювалось шляхом використання методів дослідження заснованих на застосуванні системного аналізу, математичного, фізичного та імітаційного моделювання, при експериментальних дослідженнях застосовувались методи реєстрації та обробки вимірюваних параметрів.

Наукова новизна одержаних результатів.

Отримали подальший розвиток методи проведення діагностування за критерієм забезпечення безпеки руху, метод оцінки технічного стану гальмівної

системи в залежності від умов експлуатації та індивідуальних особливостей конкретного АТЗ.

Практична значимість отриманих результатів.

Основні результати дослідження:

- покращують показники безпеки експлуатації автотранспортних засобів категорії М1 забезпечені в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця;
- покращують якість технічної підготовки автомобілів;
- дозволяють підвищити ефективність системи організації технічного обслуговування та ремонту АТЗ на підприємстві.

Теоретичні положення магістерської кваліфікаційної роботи є **достовірними** внаслідок строгої постановки задач, коректного застосування методів математичного, фізичного та імітаційного моделювання, порівняння отриманих результатів з експериментальними даними та іншими відомими методами.

Результати апробації роботи. Окремі положення та результати досліджень були представлені та обговорені в рамках міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)», робота якої була завершена 20 травня 2024 року у Вінницькому національному технічному університеті.

Публікації. Результати досліджень за участі автора опубліковані в роботі [1].

РОЗДІЛ 1.
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК З
ПОКРАЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
КАТЕГОРІЇ М1 В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ «AUTOSLUB» МІСТО ВІННИЦЯ

1.1 Загальна характеристика проблеми безпеки руху на автомобільному транспорті України

Забезпечення БДР є проблемою світового масштабу. Вона є характерною і для України. Результати аналізу статистичних даних за 2023 рік свідчать, що в Україні за добу відбувається близько 65 дорожньо-транспортних пригод (ДТП), в яких порядки 80 людей отримують травми та гине щонайменше 9 чоловік [2]. Така ситуація є наслідком роботи недостатньо ефективної державної системи управління БДР та реалізації заходів (зазвичай суто адміністративних), спрямованих на поліпшення ситуації. Високий рівень ДТП спричиняється недосконалою технічною політикою на автомобільному транспорті (АТ), яка не забезпечує безпеку, експлуатаційну надійність та якість рухомого складу. Україна вже давно досягла критичного рівня зносу АТЗ, оскільки їх середній вік складає близько 23 років, а 83% АТЗ (рис. 1.1) мають вік понад 11 років [3]. У цей же час, середній віковий показник АТЗ у Сполучених штатах Америки (США) та в ЄС майже у двічі менше – близько 11 років [4, 5, 6]. Середній вік АТЗ чинить суттєвий вплив на екологію та БДР: новітні моделі мають досконалішу архітектуру безпеки, кращі екологічні показники. Через старіння парку АТЗ зростає час простою в технічному обслуговуванні та ремонті [7], що знижує ефективність використання РС.

Рівень смертності внаслідок виникнення аварійних ситуацій в Україні також приблизно у 2 рази вищий за середній показник у Євросоюзі (ЄС), при рівні автомобілізації меншому у 2,6 рази [8].

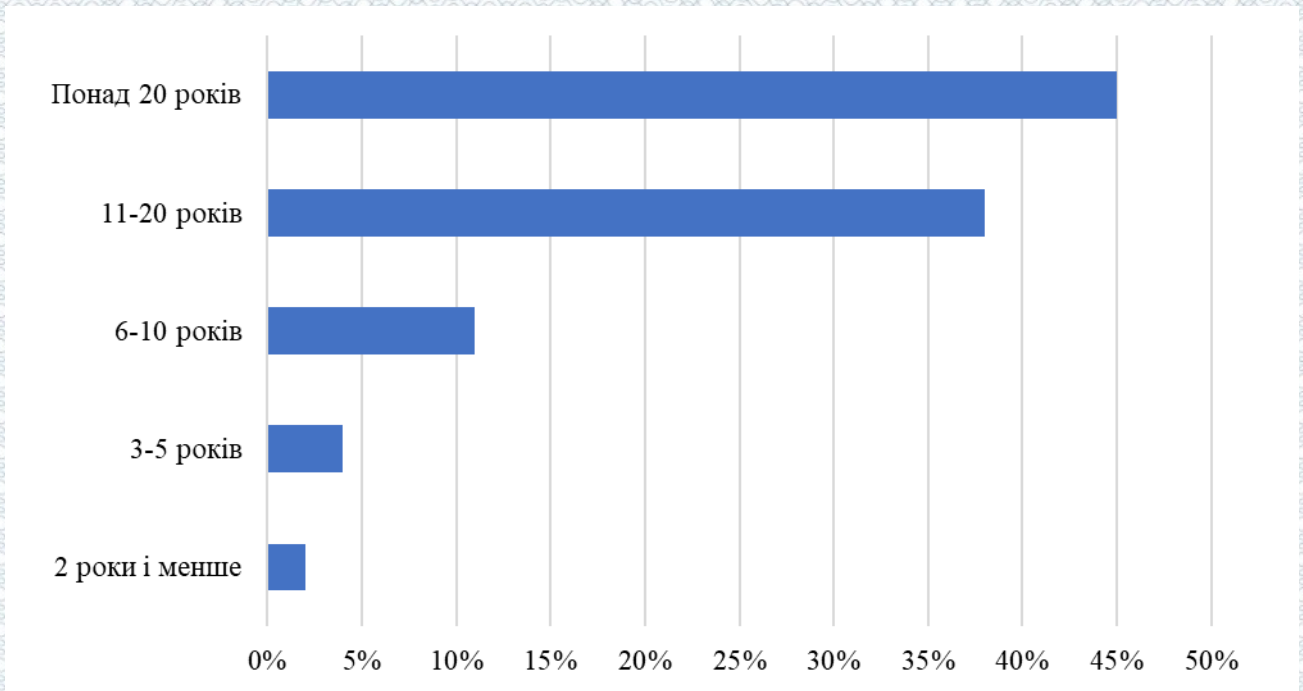


Рисунок 1.1 – Структура автопарку України за віком [3]

Зафіксовані причини виникнення ДТП можна згрупувати так:

- 1) порушення Правил дорожнього руху та помилки в керуванні АТЗ;
- 2) несправності АТЗ, порушення правил їх експлуатації;
- 3) незадовільна якість доріг та організації дорожнього руху.

Удосконалення системи управління БДР повинно базуватись на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я людини перед комерціалізацією і бажанням вільнішого пересування;
- відповідності функцій і відповідальності учасників системи, розумного балансу і рівноцінності прав усіх органів державного управління, відсутності монополізму в управлінні БДР;
- захищеності від надмірного бюрократизму;
- соціальній спрямованості мотивації учасників дорожнього руху і інших осіб, що мають відношення до забезпечення дорожнього руху.

Безпека конструкції колісних транспортних засобів, що істотно впливає на ризик виникнення ДТП і тяжкість їх наслідків, є предметом строгого законодавчого регулювання в більшості розвинених країн світу. Але згідно з офіційною статистикою в Україні рівень ДТП унаслідок технічної несправності складає менше 1 % від загальної кількості потерпілих. Очевидно, що ці дані не можуть бути об'єктивними, оскільки значно нижче за аналогічні показники розвинених європейських країн. За результатами зарубіжних досліджень доля подій, в яких несправності автомобілів стали їх причиною, складала: 15-25 % в США, 20 % у Франції, 18 % в Німеччині, 12 % в Данії [4]. На підставі офіційних даних робиться помилковий висновок про необхідні заходи щодо забезпечення безпеки дорожнього руху, які повинні знаходитися в площині суто адміністративної відповідальності за порушення правил дорожнього руху.

Найвища вірогідність виникнення аварійної обстановки спостерігається при експлуатації транспортних засобів з несправностями шин, освітлювальних і світлосигнальних приладів і гальмівних систем (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Розподіл ДТП в Україні за видами несправностей АТЗ [9]

Несправні елементи і системи	Доля ДТП, %
Робоча і стоянкова гальмівні системи	24,2-25,8
Шини (розрив, знос протектора)	23,1-24,9
Освітлювальні і світлосигнальні прилади	17,5-16,5
Рульове керування	14,1-14,4
Колеса (заклинювання, відриви)	4,2-4,6
Зчіпний пристрій	1,2-1,6
Інші	7,0-6,8

Із сказаного можна зробити висновок, що одним з основних чинників, що впливають на безпеку дорожнього руху, є технічний стан транспортних засобів.

1.2 Аналіз проблеми безпеки системи людина-автомобіль-дорога

Розглянемо вирішення проблеми попередження ДТП за допомогою методів експертних оцінок. Методи експертних оцінок використовуються для аналізу об'єктів і проблем, непіддатливих досить точному математичному опису, тобто для яких важко або неможливо розробити адекватну модель. Завдання аналізу аварійності - встановлення причин виникнення ДТП, прогнозування аварійності, оцінка ефективності планованих і проведених заходів і інших завдань. Використання математичних методів дозволяє краще розуміти процеси, що відбуваються, але недостатньо для ухвалення остаточного рішення. Як правило, для ухвалення рішення потрібна упевненість, що підтверджується колективною думкою фахівців.

Ключова роль у визначенні номенклатури коефіцієнтів повинна належати співробітникам Патрульної поліції. Відповідно до законодавства саме вони стежать за дотриманням Закону України «Про дорожній рух», узагальнюють і аналізують статистично цю аварійність в країні і, через свої службові обов'язки, відповідають за стан транспортної дисципліни на дорогах.

У найпростішому виді методи експертних оцінок виражаються в колегіальності ухвалення рішення : працівник Патрульної поліції при оформленні первинних документів вказує свою думку про причину виникнення ДТП, слідчий в ході огляду місця здійснення ДТП і розслідування підтверджує, а суд своєю постановою узаконює. Так, встановлюється причина виникнення конкретного ДТП, але ця процедура не може служити науковим інструментом аналізу складних проблем.

Існує декілька особливостей, які відрізняють метод експертних оцінок від звичайної експертизи:

- підготовка спеціального документу, в якому чітко сформовані цілі, предмет і сфера застосування методу. Сфера застосування, контингент випробовуваних має бути чітко позначені. Необхідно також чітко позначити

цілі використання результатів. Інструкція по застосуванню забезпечується вказівками на необхідну кваліфікацію експертів, їх необхідна кількість для отримання надійних даних по методу незалежних оцінок;

- розробка методики опитування, маючи на увазі підготовку опитних документів, визначення місця, часу процедури проведення опитування. Інструкції проведення методики опитування повинні пройти спеціальні випробування на однозначність їх виконання експертами по відношенню до деякого еталонного набору даних (тестів, малюнків, звуко - і відеозаписів);

- процедура обробки результатів повинна включати протоколювання проміжних етапів обробки даних, яке дало б можливість перевірити ще раз кінцевий результат іншим експертом;

- користувачі і розробники повинні мати можливість повторити нормативне дослідження по виміру експертної узгодженості на еталонному наборі даних;

- підготовка завершального документу з висновками і пропозиціями;

- головна організація повинна вести банк даних, забезпечуючи підготовку і перепідготовку експертів відповідно до переглянутих стандартів методики.

Залежно від того, як були сформульовані питання, існують різні методи обробки результатів експертного опитування. Ці методи викладені в спеціальній літературі і реалізовані ввиді стандартних програм. Відмітимо необхідність оцінки узгодженості думок експертів. Існує декілька кількісних показників, що характеризують узгодженість думок, і їх розрахунок в процесі обробки результатів експертного опитування є абсолютно необхідним.

Слід зазначити, що збіжність оцінок окремих експертів не завжди свідчить про точність опитування, оскільки можливі «колективні помилки» в результаті суб'єктивного розуміння досліджуваної проблеми або неправильного підбору експертів. Відсутність ясності відносно причин

узгодженості або неузгодженості оцінок може привести до невірних висновків і оцінок.

Довіра, на яку об'єктивно заслуговує судження експертів, тобто валідності експертних оцінок, природним чином залежить від рівня професійної компетентності фахівців і від реальної труднощі вирішуваної ними задачі. В той же час, навіть включення в експертну групу фахівців високого рангу само по собі ще не гарантує такої високої якості їх інформаційної продукції.

Як експерти були запрошені співробітники Патрульної поліції семи областей України (Вінницької, Житомирської, Київської, Одеської, Хмельницької, Чернівецької, Львівської і Рівненської), що беруть безпосередню участь в забезпеченні безпеки дорожнього руху. Експертне опитування здійснювалося методом групового консультування у формі відкритих питань з ранжируванням результатів за десятибальною шкалою. Десять балів привласнювалося чиннику, який, на думку експертів, найбільш впливає на безпеку дорожнього руху, і потім у міру убавання значущості. Результати опитування приведені в таблицю 1.2.

За результатами опитування експертів можна зробити важливі висновки:

1. Чинники, що впливають на безпеку дорожнього руху, були розбиті експертами на три основні групи: дорожні (включаючи атмосферно-кліматичні), технічні і соціально-економічні.

2. Жодному з чинників не було віддано явної переваги, що дозволяє рахувати їх однаково значимими.

На підставі отриманих результатів визначаємо пріоритетні напрями забезпечення безпеки дорожнього руху і встановлюємо взаємний зв'язок чинників, що безпосередньо впливають на цей процес.

Взаємозв'язок чинників, що безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху, приведений на рис. 1.2.

Таблиця 1.2 – Результати опитування експертів про вплив різних чинників на стан аварійності на дорогах України

Області України	Чинники, що впливають на безпеку дорожнього руху									
	Незадовільні дорожні умови	Незадовільний технічний стан транспортних засобів	Низька транспортна дисципліна на дорогах	Незадовільна організація дорожнього руху	Недостатність діючої системи техконтролю ТС	Низька якість підготовки водіїв	Вплив соціально-правових і економічних чинників	Вплив атмосферно-кліматичних умов	Недостатність діючої законодавчої бази у сфері дорожнього руху	Низький рівень оплати праці співробітників поліції
Житомирська	50	46	50	32	28	36	24	16	25	12
Київська	40	25	18	24	16	18	12	10	20	9
Вінницька	40	27	27	22	12	12	8	8	25	9
Хмельницька	50	27	30	16	20	24	16	12	35	10
Чернівецька	60	32	56	46	8	12	8	6	20	5
Рівненська	60	30	50	32	12	18	4	6	30	4
Львівська	30	28	37	18	16	18	16	12	25	8
Сума балів	330	215	268	190	112	138	88	70	180	57



Рисунок 1.2 – Чинники, що безпосередньо впливають на БДР

1.3 Вплив групи технічних факторів на рівень аварійності

Ефективність роботи автомобільного транспорту і її основні показники (продуктивність, собівартість, безпека руху) значною мірою залежать від рівня організації робіт по підтримці рухомого складу в технічно справному стані.

Профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу тісним чином пов'язані з транспортним процесом, безпекою руху, витратою палива і викидом шкідливих речовин в атмосферу. Чим інтенсивніше експлуатуються автомобілі і вище їх виробіток в тоннах і тонно-кілометрах, тим сильніше зношуються агрегати автомобіля, збільшується витрата палива і викид шкідливих речовин.

Існують тісні кореляційні зв'язки між пробігом автомобіля до капітального ремонту, виконаною транспортною роботою і витратою палива, оскільки ці параметри в основному залежать від потужності (середнього ефективного тиску), що розвивається двигуном. Отримання таких аналітичних залежностей має важливе практичне значення.

Схемний взаємозв'язок окремих підсистем з умовами експлуатації представлений на рис. 1.3.

До технічних чинників, що чинять безпосередній вплив на рівень аварійності в Україні, на думку експертів, слід віднести:

- незадовільний технічний стан транспортних засобів;
- недосконалість діючої системи технічного огляду транспортних засобів.

Несправності автомобілів, як правило, призводять до раптового порушення стійкості їх руху, втраті управління і, як наслідок, до виїзду на узбіччя дороги і перекидання. Водіям в таких випадках рідко вдається понизити швидкість руху. Цим пояснюється висока тяжкість отриманих травм учасників руху в результаті ДТП, пов'язаних з технічною несправністю.

Нерідко технічні несправності призводять до зустрічного зіткнення транспортних засобів. Небезпека таких подій полягає в тому, що при зіткненні автомобілів можливе їх займання. Тяжкість наслідків при цьому різко зростає.

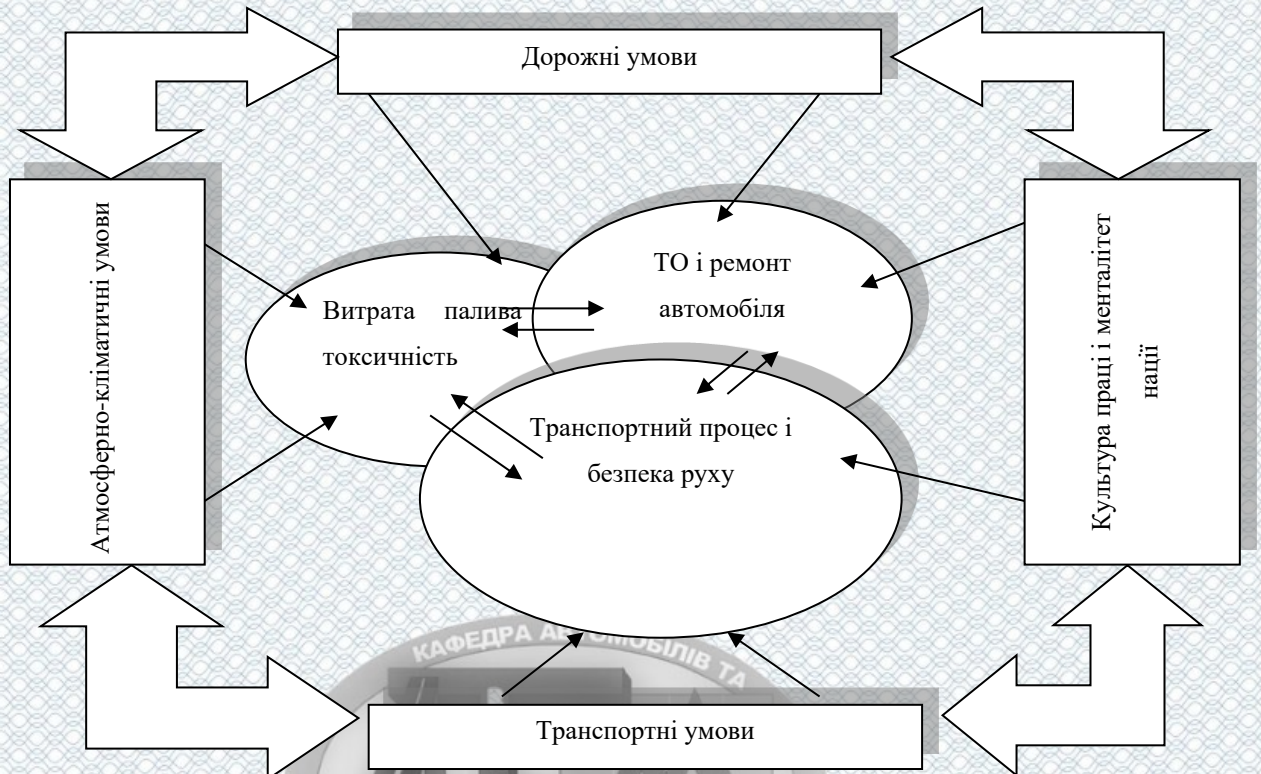


Рисунок 1.3 – Схема взаємодії основних підсистем автомобільного транспорту

Висока вірогідність виникнення аварійної обстановки спостерігається при експлуатації транспортних засобів з несправними гальмівними системами. Від технічного стану гальмівної системи залежить не лише можливість запобігання ДТП, але і тяжкість їх наслідків.

Дослідження реальних пригод показують, що, застосовуючи гальмування, водії до моменту наїзду на пішохода зменшують швидкість автомобіля приблизно в 2,3 рази. При цьому доля пішоходів і велосипедистів, що отримали легкі травми і травми середньої тяжкості, складають близько 40 %. Відповідно на 30 % знизилася доля цих категорій учасників дорожнього руху, що отримали тяжкі і смертельні тілесні ушкодження. Звідси можна зробити висновок, що чим з більшою ефективністю відбувається гальмування автомобіля, тим менш вірогідна смерть людини в ДТП.

Цими ж дослідженнями встановлено, що причини виникнення несправностей транспортних засобів в 92 випадках з 100 відносяться до сфери експлуатації. Майже третина усіх ДТП пов'язано з несправністю, викликаною поганою якістю технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів.

Аналіз аварійності заснований на діючій в Україні системі обліку і збору відомостей про ДТП. Проте недосконалість цієї системи не дозволяє отримати досить точні відомості про стан і причини аварійності. Наприклад, в переважній більшості випадків, технічний стан автомобілів, що беруть участь в ДТП, працівниками поліції контролюється візуально і не в повному об'ємі. В основному виявляються явні відхилення від встановлених норм, наприклад, повна відмова гальмівної системи, розрив рульової тяги, відрив коліс та ін.

Дуже рідко гальмівну систему автомобіля перевіряють (при русі або за допомогою спеціального діагностичного устаткування) на місці ДТП. Тому такі чинники, як перевищення гальмівного шляху і нерівномірність спрацьовування гальмівних механізмів коліс, зазвичай не виявляються. Більшість автомобілів і елементів їх конструкції (наприклад, світлотехнічні прилади) в результаті ДТП виявляються сильно пошкодженими. Їх роль у виникненні ДТП залишається невиясненою. Усе це утрудняє виявлення усіх несправностей при контролі технічного стану автомобілів, що беруть участь в ДТП.

Неповний облік несправностей як причинний чинник ДТП може бути пояснений відсутністю чітких критеріїв віднесення несправностей автомобілів до причин і умов пригоди. Найбільша частина помилок статистичної звітності виникає через недостатню корекцію карток обліку ДТП за результатами огляду автомобілів або автотехнічної експертизи.

Щоб відповісти на питання, наскільки велика похибка статистичних даних аварійності, за кордоном проводяться спеціальні дослідження вибірковою сукупності подій. Дослідження передбачають виїзд на місце ДТП групи методично і технічно підготовлених фахівців, у тому числі ведучих учених з вищих і спеціальних навчальних закладів.

Слід зазначити такий важливий момент, що ДТП класифікуються, передусім, залежно від можливості покладання провини на учасників події. Це багато в чому полегшує наступне судочинство, залишаючи в тіні "проміжні" з позиції юристів питання ролі техніки у виникненні ДТП. При експертизі, як правило, ДТП, пов'язані з явними грубими порушеннями правил технічної експлуатації транспортних засобів, відносять до категорії подій "з вини водія".

Крім того, ДТП, де незадовільний технічний стан був визнаний не основною (другою, третьою і так далі за значимістю) причиною, класифікують по характеру головної з вказаних причин. Але число таких ДТП, де технічний стан фігурує у ряді причин його виникнення, приблизно вчетверо більше, ніж тих, де воно визнане як головна причина. Виходячи з такої логіки, незадовільний технічний стан слід було б вказувати головною або супутньою причиною не менше 12-15 % усіх ДТП.

Зниження технічного стану експлуатованих транспортних засобів багаторазово посилює і іншу найважливішу проблему автомобільного транспорту - забруднення довкілля.

Оцінка впливу шкідливих об'єктів на довкілля (ОВОД), до яких відноситься і автомобільний транспорт (АТ), у складі містобудівної проектної документації визначається в Україні ДБН А.2.2-1:2021, а за кордоном - комплексом нормативів під загальною назвою "Environmental Impact Assessment" (EIA).

При існуючому технологічному рівні автотранспортні засоби викидають в середньому в довкілля близько 220 шкідливих речовин.

Численні експерименти показали, що у відпрацьованих газах автомобілів з бензиновими двигунами під час гальмування двигуном виділяється велика кількість вуглеводневих з'єднань. Максимальні концентрації спостерігаються при роботі двигуна на холостому ході. Вони в 6 разів більше, ніж при русі із швидкістю 60 км/год.

Вплив окремих компонентів ВГ на загальну токсичність двигуна зазвичай оцінюють порівняно з оксидом вуглецю (таблиця 1.3) [10].

Таблиця 1.3 – Вплив окремих компонентів відпрацьованих газів на загальну токсичність двигуна

Режим роботи двигуна	Доля режимів, %					Витрата палива
	За часом	За об'ємом ВГ	По викидах			
			СО	С _n Н _m	NO _x	
Холостий хід	39,5	190	13...25	15...18	0...0,5	15
Розгін	18,5	45	29...32	27...30	75...86	35
Сталий режим	29,2	40	32...43	19...35	13...23	37
Примусовий холостий хід	12,8	5	10...13	23...32	0...1,5	13

Тривалість найбільш характерних режимів руху легкових автомобілів в міських умовах отримана при експериментальних дослідженнях, приведених в таблиці 1.4 [9].

Таблиця 1.4 – Тривалість найбільш характерних режимів руху легкових автомобілів в міських умовах

Місце проведення досліджень (місто, країна)	Режими руху і їх тривалість в загальному балансі часу, %			
	Холостий хід	Прискорення	Сталий рух	Уповільнення
Токіо (Японія)	35,4	19,6	30,6	14,4
Детройт (США)	15	37	16	32
Париж (Франція)	35	22	29	14
Рим (Італія)	40	25	15	20
Варшава (Польща)	27	36	14	23
Київ (Україна)	18	34	24	24

Доля газів, що відпрацювали, в забрудненні атмосферного повітря істотно змінюється за часом і пропорційна величині інтенсивності руху транспортних засобів. При аналізі таких складних процесів найбільш прийнятним вважається метод моделювання викидів шкідливих речовин в повітря.

Важливою проблемою при створенні системи моніторингу є впровадження на підприємствах автомобільного транспорту, СТО, станціях і лінях діагностики спеціальних діагностичних стендів, що моделюють режими роботи автомобіля по їздових циклах.

Для захисту громадських інтересів у сфері дорожнього руху державу вимушено розробляти ефективні додаткові заходи, основу яких складає система технічного огляду автомобілів. У неї входять виконавці і об'єкти контролю, що взаємодіють за правилами, які встановлені відповідним нормативним актом. Суть технічного контролю полягає в примусовій періодичній перевірці технічного стану автомобілів і забороні експлуатації тих з них, які не відповідають нормативним вимогам. Систематичний технічний контроль дозволяє врятувати від автомобільних катастроф багато людських життів і поліпшити екологічну обстановку в містах.

1.4 Гальмівна система як частина загальної конструкційної концепції безпеки автомобіля

Загальна конструкційна концепція безпеки автомобіля включає в себе властивості, які дозволяють автомобілю запобігати шкоду навколишньому середовищу та учасникам руху під час експлуатації. Основні аспекти цієї концепції реалізується шляхом формування активної, пасивної, післяаварійної та екологічної безпеки транспортних засобів (рис.1) [11].

Активна безпека – це властивості, які зменшують ймовірність виникнення ДТП. Аналіз властивостей активної безпеки дозволяє об'єднати їх в такі основні групи (рис. 1.4):



Рисунок 1.4 – Аспекти реалізації концепції безпеки автомобіля

- властивості, що значною мірою залежать від дій водія з керування транспортним засобом (тягово-швидкісні, гальмівні, стійкість, керованість, інформативність);
- властивості, що не залежать або залежать незначною мірою від дій водія з керування транспортним засобом (надійність елементів конструкції, вагові та габаритні параметри);
- властивості, що визначають можливість ефективної діяльності водія з керування транспортним засобом (придатність та відповідність обладнання робочого місця водія вимогам ергономіки).

Пасивна безпека – це властивості, які зменшують наслідки ДТП. Основні вимоги до пасивної безпеки автомобіля можуть бути сформульовані так:

- деформації передньої і задньої частин кузова (кабіни) і рами при зіткненні повинні забезпечити допустимий рівень сповільнення;
- максимальне поглинання кінетичної енергії;

- жорсткість салону повинна бути такою, щоб зберегти зону життєзабезпечення, тобто зберегти мінімально необхідний простір, в межах якого усунуто здавлювання тіла людини, що знаходиться всередині автомобіля;
- повинні бути передбачені заходи зі зниження тяжкості наслідків при ДТП.

Післяаварійна безпека полягає у забезпеченні можливості якнайшвидшої евакуації людей при ДТП у безпечну зону для надання негайної медичної допомоги. Конструкція автомобіля повинна передбачати: можливість розблокування дверних замків, пристроїв аварійної евакуації, вогнегасіння; автоматичне упорскування в паливний бак речовин, які знижують займистість; кріплення електропроводки і її протистояння корозії; певні матеріали обробки салону, що протистоять виділенню шкідливих газів.

Екологічна безпека – це властивість транспортного засобу задавати мінімальної шкоди навколишньому середовищу і здоров'ю людей.

Важливою складовою забезпечення безпеки експлуатації транспортних засобів є регулярне обслуговування, перевірка гальм, шин, системи керування та інших важливих компонентів.

Об'єднання функцій пасивної та активної безпеки в сучасних автотранспортних засобах (АТЗ) здійснюється на основі синергетичного підходу (рис. 1.5) [12]. Прикладами синергізму у використанні датчиків різних систем безпеки, наприклад системи динамічної стабілізації, є такі функції, як розширена ідентифікація перекидання, раннє розпізнання наїзду на стовп та пом'якшення повторного зіткнення.

Найбільш відомими системами активної безпеки автомобілів є: антиблокувальна система гальм; антибуксувальна система; система курсової стійкості; система розподілу гальмівних сил; система екстреного гальмування; електронне блокування диференціалу. Таким чином, гальмівна система є важливою складовою активної безпеки автомобіля та основним засобом

попередження аварійних ситуацій, тому її правильна робота є критичною для безпеки всіх учасників дорожнього руху.



Рисунок 1.5 – Превентивна система безпеки сучасних АТЗ

Гальмівна система автомобіля повинна створювати на осях коліс гальмівні моменти, які дозволяють в контрольований водієм спосіб зменшити швидкість руху, а також зробити автомобіль нерухомим під час стоянки [13]. Ефективність гальмування автомобілів впливає на [14]:

1. Зупинний шлях: Якщо гальмівна система працює належним чином, автомобіль зупиняється швидше. Це дозволяє уникнути зіткнень та зменшити вірогідність аварій.
2. Уникнення перешкод: Ефективне гальмування допомагає водіям уникнути зіткнень з перешкодами, такими як інші автомобілі, пішоходи або тварини.
3. Час реакції: Швидке реагування на небезпеку та вчасне гальмування дозволяють уникнути аварій, особливо в умовах великої швидкості.

4. Стійкість автомобіля: Гальмівна система впливає на стійкість автомобіля під час гальмування. Якщо гальма працюють неналежно, автомобіль може втратити контроль і заноситися.

5. Екстрене гальмування: В ситуаціях, коли потрібно раптово зупинитися (наприклад, через перешкоду на дорозі), ефективні гальма рятують від аварій.

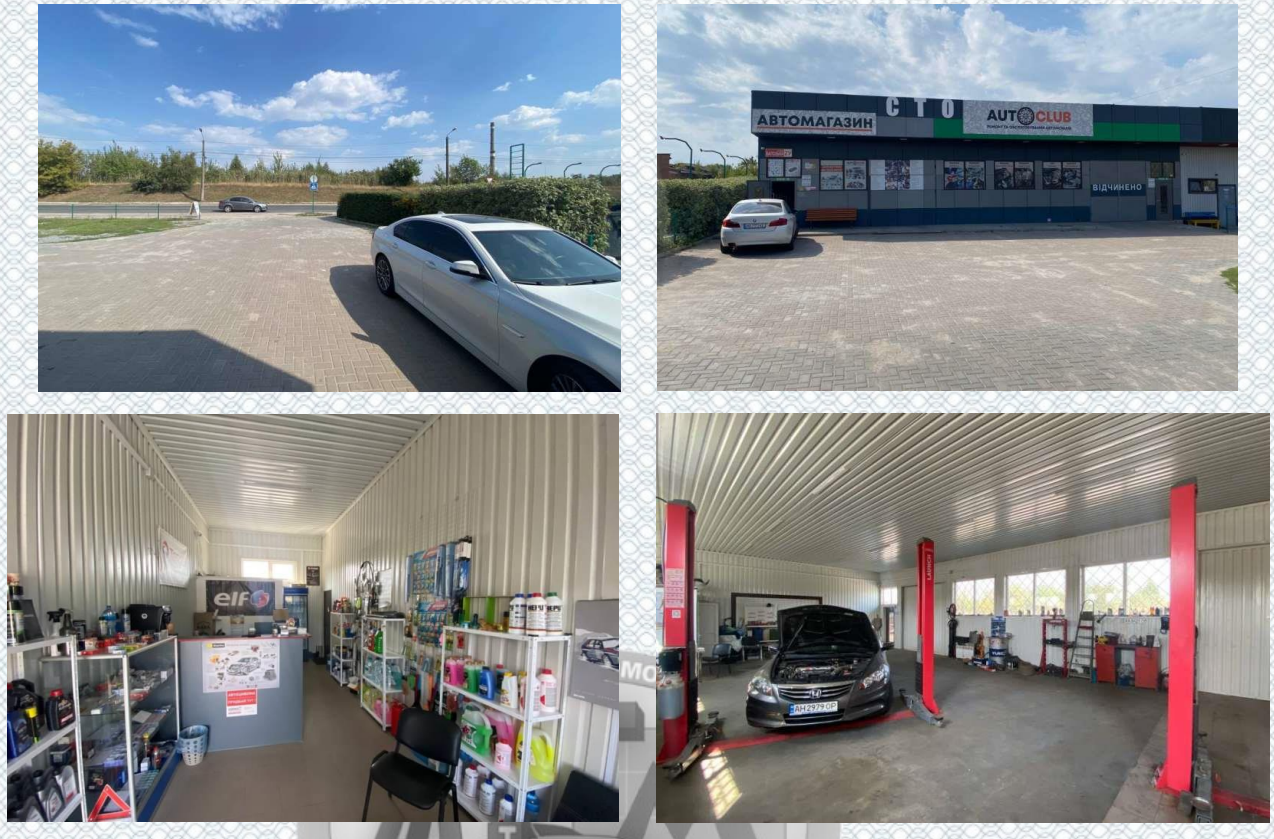
6. Запобігання наїзду на людину: Швидке реагування та ефективне гальмування допомагають уникнути наїзду на пішоходів та зберегти їхні життя.

Діагностика гальмівної системи включає оцінку технічного стану, визначення причин зниження ефективності гальмування та вимірювання параметрів, таких як гальмівний шлях та уповільнення. Для цього використовують роликові (барабанні) стенди та платформні (майданчикові) стенди [15]. Оцінка технічного стану гальмівних систем допомагає забезпечити безпеку дорожнього руху та знизити матеріальні витрати при експлуатації АТЗ [16].

Якщо виникають проблеми з гальмівною системою, автомобіль потребує поточного ремонту. Найпоширеніші несправності включають недостатню ефективність гальмування, заклинювання поршнів у колісних циліндрах, знос накладок гальмівних колодок та перегрів гальмівних механізмів. Безпека на дорозі залежить від правильної роботи гальмівної системи, тому її діагностика та обслуговування є важливими завданнями для власників автомобілів.

1.5 Характеристика діяльності станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця»

Станція технічного обслуговування (СТО) «AutoClub» знаходиться за адресою: вулиця Батозька 2а, м. Вінниця. До підприємства облаштований дуже добрий під'їзд, який з'єднує територію підприємства з мережею доріг загального користування (рис. 1.6).



Послуги

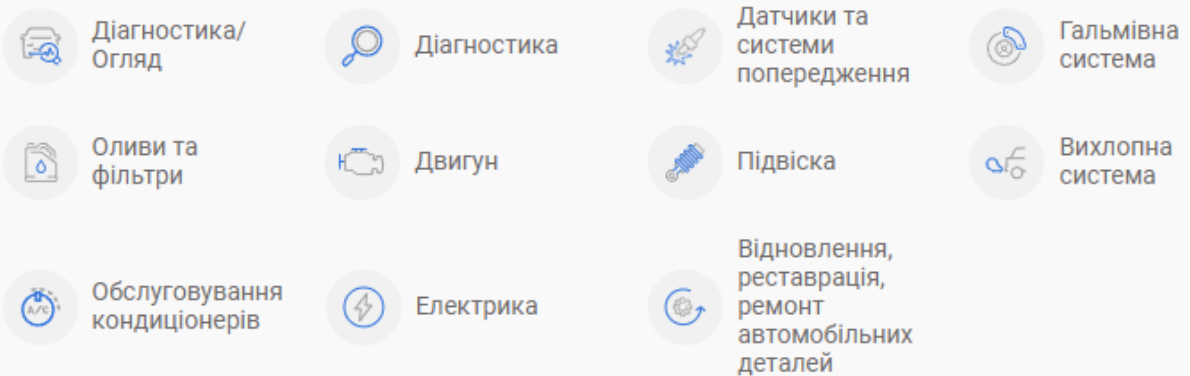


Рисунок 1.6 – СТО «AutoClub», м. Вінниця

СТО Autoclub надає послуги з технічного обслуговування (ТО) та ремонту АТ, підбору та замовлення автозапчастин до АТЗ.

Виробнича структура управління СТО Autoclub відображає розподіл праці між учасниками виробництва і призначена для рішення задач, що існують на підприємстві. Вона надає можливість підвищити продуктивність праці,

покращити виробництво і якість робіт. Схема організаційної структури управління виробництвом наведена на рис. 1.7.



Рисунок 1.7 – Схема організаційної структури управління підприємством

Основним показником, по якому проводиться оцінка діяльності підприємства, є об'єм реалізації послуг по ТО і ремонту автомобілів. Він визначається як вартість послуг, що виконуються по замовленню і підлягають оплаті. Аналіз основних показників виробничо-господарської діяльності філії СТО Autoclub наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Аналіз основних показників виробничо-господарської діяльності СТО Autoclub

Показники	2021р	2022р	2023р
1. Послуги, грн.	2059000	2565000	3750000
2. Продаж запчастин, грн	2460000	3975000	4926000
3. Трудомісткість робіт, люд.-год.	30112	31450	33732

Вартість всіх послуг, що включені в загальний об'єм послуг і продукції, планується без вартості використаних при ремонті запасних частин і основних

матеріалів, за які замовник розраховується окремо. В роздрібний товарообіг включається вартість проданих запасних частин, приладів та матеріалів.

На протязі останніх років має місце покращення показників виробництва СТО Autoclub, зважаючи на проведення ряду організаційно-технічних заходів, направлених на підвищення ефективності роботи підприємства.

Клієнтами автосервісного підприємства є власники приватних автомобілів. Розрахунок зі станцією ведеться як готівкою, так і по безготівковому розрахунку. Підприємство укладає угоди на планове технічне обслуговування та ремонт легкових автомобілів з колективними господарствами та автотранспортними підприємствами.

СТО має 6 постів обслуговування: 4 пости технічного обслуговування і поточного ремонту, 1 пост діагностування, 1 відновлення, реставрації та фарбувальний пост. Крім того на СТО влаштовано 1 пост миття автомобілів перед ТО та ПР. СТО має 4 підйомники, сучасні діагностичні стенди, мийку високого тиску, пристрої для балансування коліс, для ремонту шин, зварювальний апарат та зварювальні напівавтомати. На СТО встановлена сучасна система вентиляції, обладнана кімната для відпочинку власників автомобілів, які проходять ТО або ремонтуються. За день СТО обслуговує 8 – 12 автомобілів.

На території СТО є стоянка автомобілів для працівників і відвідувачів. Є продаж додаткового обладнання такого як звукові системи, центральні замки, сигналізації, запасні частини та матеріали.

Рівень праці на СТО організований на високому рівні. СТО працює за 6 денним робочим тижнем. Персонал на СТО кваліфікований багато працівників мають спеціалізацію для роботи з різноманітним інструментом, не тільки з тим, що працюють зазвичай, тому після модернізації не потрібно буде додатково проводити перекваліфікацію працюючого персоналу.

Виходячи з виробничих потреб адміністрація, за погодженням з представницьким органом, або обумовивши це в колективному договорі, може встановлювати з урахуванням характеру й умов праці максимальну тривалість роботи протягом дня за підсумованим обліком робочого часу не більше 12 годин. За наявності письмової згоди працівника допускається встановлення більшої тривалості щоденної роботи, якщо характер та умови праці передбачають періоди очікування ситуації, коли працівник повинен негайно стати до виконання роботи, і якщо в нього є можливість відпочивати протягом зміни.

У відповідності до матеріалів річної фінансової звітності у 2023 році СТО Autoclub мало показники подані в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Наявні активи і пасиви підприємства

Показник	Величина
Будинки, споруди та передавальні пристрої	3600 тис. грн.
Машини і обладнання	2700 тис. грн.
Інструмент, прилади, інвентар	1200 тис. грн.
Запаси (матеріали, паливо, запасні частини та інш.)	300 тис. грн.

Організаційно-технічний рівень ВТБ характеризують такі показники:

1) Вартість ВТБ, в основних фондах ($B_{ВТБ}$)

$$B_{ВТБ} = \frac{\Phi_{ВТБ}}{\Phi_{о.в.}} \cdot 100; \quad \% \quad (1.1)$$

де $\Phi_{ВТБ}$ – вартість ВТБ, тис.грн.;

$$B_{ВТБ} = \frac{7500}{7800} \times 100 = 96 \%$$

2) Фондомісткість

$$\eta = \Phi_{o.v} / P_{люд}, \text{ грн/ люд}\cdot\text{год}; \quad (1.2)$$

$$\eta = 7800000 / 32650 = 238,9 \text{ грн/ люд}\cdot\text{год.}$$

3) Фондоозбросність ремонтних робітників

$$\Phi O = \frac{\Phi_{VTB}}{P_{pp}}, \text{ тис.грн./чол}; \quad (1.3)$$

де P_{pp} – чисельність основних і допоміжних ремонтних робітників;

$$\Phi O = \frac{7500}{15} = 500 \text{ тис.грн./чол}$$

Проаналізувавши стан ВТБ СТО можна зазначити, що ВТБ придатна для виконання якісного ремонту і ТО легкових автомобілів, але потребує вдосконалення технологічних операцій, що дозволить збільшити продуктивність підприємства.

Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

Метою дослідження є покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця.

Досягнення мети роботи забезпечується вирішенням таких задач:

- науково-технічне обґрунтування розробок з покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «Autoclub» місто Вінниця;
- формування методичних аспектів діагностування технічного стану транспортних засобів для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки;
- розробка методики та практики підвищення ефективності діагностування технічного стану гальмівної системи як основної складової забезпечення активної безпеки АТЗ;
- розробка заходів забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях і з охорони праці;
- дослідження ефективності запропонованих рішень.



РОЗДІЛ 2.

ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМОГ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

2.1 Вимоги до експлуатаційної безпеки транспортних засобів

На думку багатьох дослідників, основні зусилля із забезпечення захисту ТЗ від небезпечних несправностей, що впливають на зростання аварійності в країні, є прерогативою сфери експлуатації. Досягненню мети вилучення ТЗ з небезпечними несправностями з дорожнього руху служить система допуску до дорожнього руху при технічному контролі.

До конструкцій ТЗ пред'являють як обов'язкові, так і необов'язкові вимоги, що іменуються "конструкційними". Об'єктами пред'явлення цих вимог служать параметри функціонування і експлуатаційних властивостей складових частин ТЗ, схильних і не схильних до погіршення в процесі експлуатації.

До обов'язкових відносяться тільки вимоги безпеки, що пред'являються до експлуатаційних властивостей і параметрів функціонування складових частин ТЗ [17-20]. Оцінки, отримані за результатами пред'явлення обов'язкових конструкційних вимог, характеризують міру безпеки конструкцій ТЗ, адекватні тільки перед початком їх експлуатації. Методами підтвердження відповідності конструкцій ТЗ "конструкційним" вимогам безпеки служать повномасштабні випробування в умовах автомобільних полігонів, що усебічно регламентуються нормативними документами конструкційного характеру, і, передусім - Правилами ЕЭК ООН.

Більшість експлуатаційних властивостей, у тому числі і що характеризують безпеку ТЗ, значно знижуються у міру вироблення ресурсу, а оцінка конструкційної безпеки при експлуатації вже не адекватна. Класичним складом експлуатаційних властивостей [12, 13] неможливо оцінювати експлуатаційні зміни безпеки ТЗ. Інтегральна властивість безпеки ТЗ, що

об'єднує базові властивості гальмівної динамічності, керованості, стійкості [21, 22] і специфічні властивості інформативності, пасивній, післяаварійній, екологічній безпеці [12], доцільно доповнити властивістю захищеності від несправностей, що безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху.

Властивість захищеності від цих несправностей відбиває сукупність особистих властивостей ТЗ, що забезпечують їх визначення, попередження розвитку і запобігання катастрофічним наслідкам. Ці властивості досягаються конструкційними заходами автомобілебудування і організаційними заходами експлуатації автотранспорту.

Несправності сучасних ТЗ не призводять в обов'язковому порядку до ДТП. У числі причин ДТП разом з незадовільним технічним станом ТЗ майже завжди присутні і інші чинники. Але вірогідність подібних ДТП істотно залежить від характеру несправності. До теперішнього часу несправності класифікувалися залежно від їх фізичної природи, причин і місця виникнення, частоти, характеру розвитку і технологій усунення.

Віднесемо до "небезпечних несправностей" такі несправності, які визнані за встановлений період часу причиною, щонайменше, одного ДТП, що супроводжується пораненням або загибеллю людини. Таке визначення узгоджується з сучасним підходом до цього питання органів державної влади. Тільки такі ДТП враховуються статистикою дорожньої поліції низки країн. Абсолютна більшість несправностей, що представляють небезпеку зважаючи на підвищення ними вірогідність залучення ТЗ в ДТП, лише частково знижують базові або окремі експлуатаційні властивості безпеки ТЗ. Подібне часткове зниження небезпечне тільки при порівняно маловірогідному збігу обставин, режимів, умов дорожнього руху і експлуатації.

Доцільно виділити з числа небезпечних несправностей порівняно невелику групу особливо небезпечних несправностей, наявність яких значно підвищує вірогідність ДТП. Саме особливо небезпечні несправності статистика найчастіше фіксує як головну причину ДТП. Із сказаного потрібно зробити

важливий висновок, що виявлення таких несправностей повинне стати головним при проведенні контролю технічного стану ТЗ.

Згідно із статистичними даними, до особливо небезпечних несправностей відносяться такі несправності, як різке зниження ефективності гальмування, відрив колеса, поломка рульової тяги і руйнування їх з'єднань, витіки гальмівної рідини, руйнування гальмівних трубопроводів від ресиверів до гальмівного крану та ін.

Представляється необхідним в рамках роботи приділити підвищену увагу оцінці ефективності гальмування автомобілів, як одному з основних чинників, що безпосередньо впливає на рівень аварійності в країні.

Усі режими гальмування транспортних засобів діляться на дві категорії [23]: екстрені гальмування, що відбуваються з максимально-можливим сповільненням; службові гальмування.

Екстрені гальмування складають декілька відсотків від усіх випадків гальмування, але саме вони визначають більшість вимог до ефективності гальмування. Екстрене гальмування характеризується високою динамічністю, відбувається в обмежених дорожніх умовах і визначає безпеку руху [23]. Службове гальмування - це один із способів регулювання швидкості руху залежно від зовнішніх умов.

На практиці, для оцінки гальмівних властивостей транспортних засобів використовується шлях, що вони проходять за час гальмування з максимальною ефективністю, - гальмівний шлях. Еквівалентними показниками ефективності гальмування є максимальне або середнє сповільнення машини. В таблиці. 2.1 приведені основні параметри, по яких контролюється технічний стан гальм в різних країнах [12, 13].

Гальмівний шлях транспортного засобу залежить як від початкової швидкості гальмування і дорожніх умов, так і від тривалості динамічної стадії процесу (часу, що пройшов з моменту дотику до педалі управління до моменту досягнення уповільненням або гальмівною силою максимальних значень). Для

визначення величини гальмівного шляху на прямолінійній ділянці дороги нині використовується ряд формул [12, 13, 23, 24], а також залежності, запропоновані Я. Табореком, Д.П. Великановым, М. Д. Артамоновым, Норманом і О. Боді.

Залежності, приведені в цих роботах, дозволяють розраховувати гальмівний шлях колісної машини з урахуванням часу спрацьовування гальмівного приводу, фаз блокування коліс, поправки на швидкість росту гальмівної сили і так далі. Різноманіття робіт, присвячених дослідженню цього питання, обумовлене прагненням авторів отримати точніший результат розрахунку гальмівного шляху. Проте природний розкид значень параметрів, що входять в розрахункові формули, не дозволяє однозначно виділити адекватну залежність.

Таблиця 2.1 - Контрольні параметри технічного стану гальм, використовувані в різних країнах

Країни	Вимірники гальмівної ефективності			
	Гальмівний шлях	Замедление		Гальмівна сила
		Максимальне	середнє	
США	+	-	+	+
Франція	+	+	-	-
Італія	+	-	-	-
СНД	+	+	-	-

Відомі рівняння не дають можливості для розрахунку гальмівного шляху колісних машин при дії бічної сили (гальмування на повороті і на поперечному ухилі), а також на подовжньому ухилі, що не дозволяє виконувати оцінку гальмівних властивостей колісних машин в різних умовах експлуатації.

Стале уповільнення не залежить від початкової швидкості гальмування і характеризує здатність транспортного засобу створювати максимальну

гальмівну силу. Цей показник не враховує вплив динамічної стадії процесу гальмування.

Для забезпечення необхідного рівня безпеки руху необхідно мати не лише спочатку високі показники ефективності гальмування, але і зберігати їх протягом усього періоду експлуатації колісної машини.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що критеріями ефективності робочої гальмівної системи при дорожніх випробуваннях транспортних засобів є гальмівний шлях і стале сповільнення. Крім того, як критерій оцінки ефективності гальмування може використовуватися час гальмування [24].

Стале уповільнення є критерієм ефективності гальмування і тому нормується його мінімально допустима величина [12], тобто повинна виконуватися умова $j_{уст} \geq |j_{уст}|$, де $|j_{уст}|$ – нормована стандартами величина сталого уповільнення.

Нині захищеність АТЗ від небезпечних несправностей ототожнюється з надійністю і безвідмовністю експлуатації. При усій близькості цих властивостей теорія надійності дає лише оцінки частоти несправностей і пристосованості технічних об'єктів до їх усунення при експлуатації, не підрозділяючи ці оцінки навіть за ознаками безпеки несправностей. Вивчення ознак і безпеки наслідків експлуатації технічних об'єктів з несправностями, оцінка і виконання в сферах виробництва і експлуатації заходів протидії загрозі від небезпечних несправностей виявилися на стику теорії надійності і технічної діагностики. Досліджувану властивість безпеки сучасної техніки стосовно АТЗ пропонується іменувати захищеністю від небезпечних несправностей.

Таким чином, експлуатаційна безпека - це сукупність встановлених нормативними документами параметрів, схильних до зміни в процесі експлуатації і що визначають безпеку АТЗ.

Об'єктивними параметрами (вимірниками) окремих властивостей захищеності від небезпечних несправностей теоретично могли б бути емпіричні

оцінки ризику кожної з цих несправностей, сумарні оцінки ризику небезпечних несправностей по вузлах, системах, агрегатах і інтегральні оцінки по АТЗ в цілому [25]. Побудова таких імовірнісних за своєю природою оцінок добре відома, у тому числі і стосовно ризику від експлуатації АТЗ з несправностями [26]. Оцінкою ризику служить добуток частоти виникнення небезпеки на міру цієї небезпеки, вимірюваної величиною збитку від можливої аварії (стосовно автомобільного транспорту - ДТП).

Для оцінки частоти виникнення небезпеки запропонований добуток вірогідності несправності на умовну вірогідність ДТП за наявності цієї несправності при експлуатації АТЗ. З урахуванням відмінностей в мірі небезпеки несправностей і дії інших чинників як супутніх причин абсолютної більшості ДТП унаслідок незадовільного технічного стану АТЗ, імовірнісну оцінку несправності доцільно представити в наступному виді

$$R_i = P(XBD) \cdot Q_i = Q_i \cdot P(B/X) \cdot P(D/XB), \quad (2.1)$$

де $P(XBD) = P(X \cap B \cap D)$,

R_i – імовірнісна функція ризику i -ої небезпечній несправності;

X – i -а небезпечна несправність як одна з причин ДТП;

B – помилка водія або інший чинник як не основна причина ДТП;

D – подія, що полягає в ДТП, причинами якого послужили X і B ;

$P(B/X)$ – умовна вірогідність добутку BX ;

Q_i – середня величина економічного збитку від ДТП, однією з причин яких була i -а небезпечна причина.

Подібна оцінка в принципі застосована до ризику не лише окремих несправностей, але і складових частин АТЗ в цілому. Несправності і умовна вірогідність ДТП розглядаються при цьому як незалежні. Для умов експлуатації автомобілів, що накопичує дані по частоті ДТП унаслідок незадовільного

технічного стану АТЗ, замість не забезпечених початковими даними і тому нездійснених кількісних оцінок пропонується дискретна оцінка. Введемо дискретну функцію ризику несправностей, визначувану за дискретними оцінками складових ризику.

До вірогідних відноситимемо несправності, визнані в числі причин, щонайменше, одного ДТП за встановлений період. Введемо дискретну характеристику X частоти таких ДТП

$$\begin{cases} X = 1 \\ N_{\text{ДТП}} \geq 1 \end{cases} \text{ и } \begin{cases} X = 0 \\ N_{\text{ДТП}} = 0 \end{cases}, \quad (2.2)$$

де $N_{\text{ДТП}}$ – число ДТП, що реєструються у встановлений період спостережень, в числі причин яких була ця несправність.

До небезпечних віднесемо несправності, визнані в числі причин, щонайменше, одного ДТП з наслідками у вигляді поранення або загибелі людини. Як міра її безпеки використовуємо дискретну функцію Q від величини соціально-економічного збитку V від ДТП. При збитку V , що перевищує мінімальний збиток M від ДТП з одним пораненим, функція збитку Q рівна

$$\begin{cases} Q = 1 \\ V \geq M \end{cases} \text{ и } \begin{cases} Q = 0 \\ V < M \end{cases}$$

Використовуючи математичний апарат алгебри логіки, визначимо дискретну функцію ризику R як

$$R = \cap XQ$$

Ризик несправностей характеризується як значущий при значенні функції ризику $R=1$ і як незначущий при $R=0$. Для отримання пропонованої дискретної оцінки ризику експлуатації АТЗ з несправностями у відсутність кількісних даних про частоту і збиток від несправностей досить наявності про них відомості якісного характеру. Потрібна лише інформація про перелік несправностей, кожна з яких, щонайменше, раз була в числі причин ДТП за встановлений період. Для пред'явлення вимог до експлуатаційної безпеки АТЗ буде потрібно дані про перелік небезпечних несправностей, обов'язкових для виявлення, склад складових частин АТЗ і діагностичних параметрів, що діагностуються.

За відсутності відомостей про частоту небезпечних несправностей і тим більше, частоті обумовлених ними ДТП, єдино доступним методом залишається метод експертних оцінок. Пропонується експертна оцінка ризику несправностей АТЗ наступного виду [11]

$$\hat{R}_i = n \cdot k_i \cdot l_i \cdot P_i \cdot Q, \quad \hat{R}_0 = \sum_{i=1}^N m_i \cdot \hat{R}_i, \quad (2.3)$$

де \hat{R}_i і \hat{R}_0 – експертні оцінки ризику i -ої несправності і комбінації N несправностей ТЗ відповідно;

n – коефіцієнт виду АТЗ ($n=1$ –для вантажних автомобілів і причепів до них; $n=0,73$ – для легкових автомобілів і причепів до них; автобусів);

m_i – коефіцієнт підвищення вірогідності ДТП при збігу i -ої несправності з іншою небезпечною несправністю АТЗ;

Q – середня величина збитку від ДТП з причини i -ої несправності АТЗ;

\hat{P}_i – експертна оцінка вірогідності або обважнює наслідків ДТП з причини i -ої несправності АТЗ ($0 < \hat{P}_i < 1$);

k_i – коефіцієнт підвищення вірогідності ДТП залежно від умов виявлення несправностей ($k_i = 5 \cdot 10^{-4}$) – за відсутності контролю при експлуатації; $k_i = 10^{-4}$ – при контролі з періодичністю ТО; $k_i = 3 \cdot 10^{-5}$ – за умови планово-запобіжної заміни складової частини; $k_i = 10^{-5}$ – при контролі вбудованими (бортовими) засобами);

l_i – коефіцієнт підвищення вірогідності ДТП залежно від міри небезпеки i -ої несправності ($l_i = 0$ – для безпечних несправностей; $l_i = 1$ – для небезпечних несправностей; $l_i = 3$ – для особливо небезпечних несправностей; $l_i = 10$ – для несправностей з ознаками більш ніж одній особливо небезпечній несправності).

У числі конструктивних заходів забезпечення нечутливості АТЗ до відмов складових частин, що забезпечують захищеність від небезпечних несправностей, найбільше застосування отримали: резервування гальмівних систем і їх розподіл на незалежні контури; реалізація функції аварійного (автоматичного) гальмування робочої гальмівної системи причепів з пневматичним приводом; збереження керованості АТЗ при відмовах антиблокувальної гальмівної системи або гідропідсилювача рульового керування; розподіл і захист від коротких замикань електричних ланцюгів в системі електропостачання [12, 13].

2.2 Склад агрегатів і систем що діагностуються для забезпечення безпеки дорожнього руху

В основу пропонованої методології нормування технічного стану покладено структурне представлення конструкції автомобіля у вигляді взаємозв'язаної безлічі складових частин, елементам кожного з яких поставлені у відповідність спеціальний алгоритм перевірки і періодичність виконання певного виду профілактичних робіт. Об'єктами контролю по критеріях безпеки

мають бути такі складові частини, технічний стан яких схильний при експлуатації змінам, що знижують рівень безпеки автомобіля, і для оцінки створені відповідні алгоритми перевірки.

Для формалізованого представлення завдання введемо наступні припущення. Нехай АТЗ складається з L деталей, N вузлів і n агрегатів. При цьому деталі складають кінцеву рахункову множину $D: D = \{d_1, d_2, \dots, d_L\}$; вузли складають кінцеву рахункову множину $U: U = \{u_1, u_2, \dots, u_N\}$, а агрегати складають кінцеву рахункову множину $A: A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$.

Кожному елементу великої кількості $U: u_i$ відповідає підмножина $D_i: D_i \in D$ [27]. Таким чином, кожен i -ий вузол складається з безлічі деталей $D_i: D_i = \{d'_1, d'_2, \dots, d'_{N_i}\}$. N_i - кількість деталей у вузлі u_i , ($i = 1, 2, \dots, N$).

Тоді



$$\bigcup_{j=1}^n D_j = D, \quad \sum_{j=1}^N N_j = L.$$

Елементу великої кількості $A: a_j$ відповідає підмножина $U_j: U_j \in U$.

Таким чином, кожен j -ий агрегат складається з безлічі вузлів $U_j: U_j = \{u'_1, u'_2, \dots, u'_{n_j}\}$. n_j - кількість вузлів в агрегаті a_j , ($j = 1, 2, \dots, n$).

Тоді

$$\bigcup_{j=1}^n U_j = U, \quad \sum_{j=1}^n n_j = N.$$

Об'єктами діагностування по критеріях безпеки мають бути складові частини, технічний стан яких схильний до експлуатаційних змін, що знижують

безпеку автомобіля, і для оцінки яких створюються алгоритми перевірок з відповідною періодичністю їх проведення.

Нехай U' – безліч вузлів АТЗ, схильних до змін $U' \in U$.

Введемо дискретну функцію P таку, що

$$\forall i: P(u_i, u'_i) = p_i = \begin{cases} 1 - \text{якщо вузол } u_i \text{ зазнає несправності} , \\ 0 - \text{якщо вузол } u_i \text{ не зазнає несправності} \end{cases}, \quad (2.4)$$

де p_i – індикатор схильності несправностям i -го вузла.

Тоді $u'_i = u_i \cdot p_i$ і $U' = \{u'_1, u'_2, \dots, u'_N\}$, $N' < N$

Нехай A' – множина агрегатів, схильних до несправностей $A' \in A$.

Введемо дискретну функцію Q таку, що

$$\forall j: Q(a_j, a'_j) = q_j = \begin{cases} 1 - \text{якщо агрегат } a_j \text{ зазнає несправності} , \\ 0 - \text{якщо агрегат } a_j \text{ не зазнає несправності} \end{cases}, \quad (2.5)$$

де q_j – індикатор схильності несправностям j -го агрегата.

Тоді

$$a'_j = a_j \cdot q_j \text{ і } A' = \{a'_1, a'_2, \dots, a'_n\}, \quad n' < n. \quad (2.6)$$

Перелік складових частин, працездатність яких при експлуатації прямо впливає на безпеку АТЗ і може бути причиною ДТП, значно менше загальної номенклатури складових частин АТЗ. Він має відмінності для різних типів АТЗ і зазнає уточнення у міру еволюції конструкцій автомобілів.

Основні резерви зниження аварійності внаслідок незадовільного технічного стану криються в підвищенні ефективності діагностування гальмівного і рульового керування, зовнішніх світлових приладів, коліс і інших складових частин, до працездатності яких передбачені обов'язкові вимоги.

Нехай U'' – безліч вузлів, схильних до несправностей при експлуатації і впливаючих на безпеку АТЗ $U'' \in U$.

Введемо дискретну функцію R таку, що:

$$\forall j: R(u'_m, u''_m) = r_m = \begin{cases} 1 - \text{якщо несправність вузла } u'_m \text{ знижує безпеку АТЗ} \\ 0 - \text{якщо несправність вузла } u'_m \text{ не знижує безпеку АТЗ} \end{cases}, \quad (2.7)$$

де r_m – індикатор схильності небезпечним несправностям m -го вузла.

Тоді $u''_m = u'_m \cdot r_m$ і $U'' = \{u''_1, u''_2, \dots, u''_{N''}\}$, $N'' < N' < N$.

Нехай A' – множина агрегатів, схильних до несправностей, що впливають на безпеку АТЗ $A'' \in A'$.

Введемо дискретну функцію T

$$\forall j: T(a'_f, a''_f) = t_f = \begin{cases} 1 - \text{якщо несправність агрегата } a'_f \text{ знижує безпеку АТЗ} \\ 0 - \text{якщо несправність агрегата } a'_f \text{ не знижує безпеку АТЗ} \end{cases}, \quad (2.8)$$

де t_f – індикатор схильності небезпечним несправностям f -го агрегата.

Тоді $a''_f = a'_f \cdot t_f$ і $A'' = \{a''_1, a''_2, \dots, a''_n\}$, $n'' < n' < n$.

Нехай G – безліч алгоритмів перевірки вузлів u_i' , схильних до несправностей при експлуатації.

Введемо дискретну функцію F таку, що

$$\forall k : F(u_k'', u_k''') = g_k = \begin{cases} 1 - \text{якщо відомий алгоритм перевірки вузла } u_k'' \\ 0 - \text{якщо не відомий алгоритм перевірки вузла } u_k'' \end{cases}, \quad (2.9)$$

де g_k – індикатор схильності несправностям k -го вузла.

Тоді $u_k''' = u_k'' \cdot g_k$ і $G = \{g_1, g_2, \dots, g_{N'''}\}$, $N''' < N'' < N' < N$.

Нехай H – множина алгоритмів перевірки агрегатів a_e'' , схильних до несправностей, що впливають на безпеку АТЗ.

Введемо дискретну функцію H таку, що

$$\forall l : H(a_e'', a_e''') = h_e = \begin{cases} 1 - \text{якщо відомо алгоритм перевірки агрегата } a_e'' \\ 0 - \text{якщо не відомо алгоритм перевірки агрегата } a_e'' \end{cases} \quad (2.10)$$

де h_e – індикатор схильності несправностям e -го агрегата.

Тоді $a_e''' = a_e'' \cdot h_e$ і $H = \{h_1, h_2, \dots, h_{n'''}\}$, $n''' < n'' < n' < n$.

Таким чином, умовами Z_q і W_I вибору відповідно q -го вузла і I -го агрегату для діагностування з метою забезпечення безпеки АТЗ будуть

$$Z_q = \prod_{k=1}^{N'''} p_i \cdot r_m \cdot g_k = 1, \quad q = 1, 2, \dots, N''' \quad (2.11)$$

$$W_I = \prod_{j=1}^{n'''} q_j \cdot t_f \cdot h_e = 1, \quad I = 1, 2, \dots, n''' \quad (2.12)$$

При формуванні складу агрегатів і систем АТЗ, що діагностуються для забезпечення їх експлуатаційної безпеки, допустимо враховувати додаткові умови і обмеження. Наприклад, можливий облік інформації про майбутнє застосування нових конструкцій АТЗ або початку їх виробництва.

Для оцінки експлуатаційної безпеки АТЗ не вимагається діагностування кожної із складових частин, несправності яких можуть бути небезпечні при експлуатації. Таке діагностування еквівалентне пошуку несправностей з граничною (до деталей) глибиною діагностування. Експлуатаційну безпеку АТЗ повною мірою відбивають укрупнені оцінки працездатності агрегатів, систем і вузлів, так що досить узагальнити ці окремі оцінки стосовно АТЗ в цілому.

Критерієм допустимості укрупнення складових частин АТЗ до агрегату, системи або вузла служить наявність алгоритму перевірки (діагностичні параметри і методи перевірки) цього агрегату, системи, вузла як єдиного цілого.

За допомогою розробленого методу обґрунтований укрупнений перелік агрегатів, що діагностуються, систем і вузлів АТЗ, їх експлуатаційних властивостей, що діагностуються, і відповідних методів діагностування (Додаток В).

2.3 Формування раціональної сукупності діагностичних параметрів об'єктів діагностування і обґрунтування діагностичних нормативів безпеки транспортних засобів

Пропонований метод формування сукупностей діагностичних параметрів передбачає розробку таких сукупностей для кожного з агрегатів, що діагностуються, систем і вузлів АТЗ окремо. Цей метод застосовний і для вибору переважної сукупності діагностичних параметрів і ознак з числа тих сукупностей, що можуть конкурувати між собою.

Для формування сукупностей діагностичних параметрів і ознак по кожному з агрегатів, систем і вузлів, відібраних для діагностування з метою забезпечення безпеки дорожнього руху, розроблена двоступінчата методика відбору.

На першій стадії виконується перевірка відповідності кожного з діагностичних параметрів (ознак) окремо певним методичним обмеженням їх придатності для використання у складі формованої сукупності при діагностуванні з метою забезпечення безпеки АТЗ.

Пропонується система методичних обмежень для включення діагностичних параметрів агрегату (системи, вузла) в сукупність, призначену для підтвердження безпеки АТЗ.

1. Діагностичні параметри мають бути можливо загальнішими, щоб їх застосовність не залежала від тривалості знаходження в експлуатації або місця виготовлення, і якомога менше від конструкції АТЗ і часу його виготовлення. Діагностичні параметри складових частин певних конструкцій мають бути загальними для ТЗ, обладнаних такими частинами.

2. Діагностичні параметри мають бути такі, що можна перевірити в умовах експлуатації, а методи перевірки адекватні умовам і технологічним можливостям застосування з урахуванням виробничо-технічної бази і засобів технічного діагностування.

3. Недопустимі діагностичні параметри, відповідність яким неможливо оцінити в тому стані і в тих режимах функціонування АТЗ, які доступні при експлуатації (наприклад, в спорядженому стані АТЗ і при невисоких швидкостях руху).

Логічна процедура перевірки відповідності діагностичних параметрів приведеним обмеженням дозволяє без подальшого аналізу і зіставлень відхилити параметри, непридатні для діагностування з метою забезпечення безпеки дорожнього руху.

Нехай S – безліч діагностичних параметрів одного агрегату (системи): $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$, де k – загальна кількість діагностичних параметрів агрегату.

Умовою відбору конкретного діагностичного параметра в сукупність служить відображення ним порушення, щонайменше, одного структурного параметра, на додаток до структурних параметрів, що відображуються сукупністю без цього діагностичного параметра.

Нехай заданий перелік несправностей агрегату виявляють M різних сукупностей діагностичних параметрів: S_1, S_2, \dots, S_M . $S_i \in S$. Ці M можливих варіантів формування сукупності діагностичних параметрів відображуються M підмножинами S - дискретна рахункова множина [28].

Кожна i – я сукупність S_i містить k_i діагностичних параметрів агрегату, тобто потужність підмножини $S_i: |S_i| = k_i$. Тоді: $\bigcup_{i=1}^n S_i = S$, $\sum k_i > k$, оскільки одні і ті ж діагностичні параметри можуть входити в різні сукупності.

Нехай X – безліч можливих несправностей агрегату: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, відповідно m - загальна кількість можливих несправностей агрегату, тоді $|X| = m$. Кожному j – му діагностичному параметру s_j відповідає детермінована сукупність несправностей $X_j: |X_j| = \{x_1^j, x_2^j, \dots, x_n^j\}$. Сукупність усіх діагностичних параметрів дозволяє виявити усі можливі несправності агрегату, тобто $\bigcup_{j=1}^k X_j = X$. Кількість несправностей, що виявляються за

допомогою діагностичного параметра $s_j: |X_j| = m_j$. Кожній i –ій сукупності діагностичних параметрів S_i відповідає сукупність несправностей $X_i^d: X_i^d = \{x_1^{di}, x_2^{di}, \dots, x_{mi}^{di}\}$. Кількість несправностей, що виявляються за допомогою сукупності діагностичних параметрів $S_i: |X_i^d| = m_i^d$. Сукупність діагностичних параметрів дозволяє виявити більше несправностей, чим один

діагностичний параметр з цієї сукупності, тобто, якщо $S_j \in S_i$, то $m_j < m_i^d$.

Серед безлічі усіх можливих несправностей агрегату є детермінований перелік несправностей, виявлення наявності яких має бути забезпечене при контролі.

Позначимо цей перелік підмножиною X'' з множини X ($X'' \in X$).

$$X'' = \{x_1'', x_2'', \dots, x_t''\}, \text{ відповідно [27] } |X''| = t.$$

Тоді серед усіх сукупностей діагностичних параметрів знайдуться V_{max} таких сукупностей $S'_v : S'_1, S'_2, \dots, S'_{v_{max}}$, які дозволяють виявити усе t необхідних несправностей. V_{max} – кількість сукупностей діагностичних параметрів, які дозволяють виявити необхідний перелік несправностей.

Оцінка переваги варіантів має бути виконана і для сукупності діагностичних параметрів в цілому, і для одиничних параметрів або їх груп. Для вибору раціональної сукупності діагностичних параметрів пропонується використовувати критерій, єдиний для різних агрегатів, систем і вузлів АТЗ. Сукупність діагностичних параметрів повинна забезпечувати виявлення без розпізнавання встановленого для кожного агрегату (системи, вузла) переліку несправностей при мінімальному числі цих параметрів.

Критерієм оптимальності вибору сукупності діагностичних параметрів буде співвідношення [11]

$$k_v'' = \text{Min } k_v', \text{ де } k_v' = |S'_v| \text{ для всіх } v = 1, 2, \dots, v_{max}. \quad (2.13)$$

Окрім визначення раціональної сукупності діагностичних параметрів для кожного з них необхідно розробляти діагностичні нормативи (граничні значення діагностичних параметрів). Незалежно від методу визначення діагностичних нормативів їх розробка і регламентація повинні відповідати наступним методичним правилам:

1. Має бути забезпечене чітке розмежування допустимого і неприпустимого стану складових частин, що забезпечує виявлення несправностей, у тому числі, прихованих.

2. Передбачені виробником жорсткіші нормативи для конкретної моделі (модифікації) АТЗ мають бути пріоритетними по відношенню до визначуваних при експлуатації нормативів.

3. Діагностичні нормативи для експлуатованих АТЗ мають бути не жорсткіше за конструкційні, передбачені вітчизняними і міжнародними стандартами.

4. Нормативи, встановлені українськими нормативними документами не мають бути м'якше передбачених міжнародними угодами і стандартами для експлуатованих АТЗ.

5. Рівень нормативів повинен забезпечувати виявлення наявності найбільш вірогідних прихованих небезпечних несправностей переліку, що задається, і запобігання ДТП унаслідок незадовільного технічного стану.

Для розробки діагностичних нормативів по відібраних діагностичних параметрах доцільно застосовувати методи аналітичного розрахунку за умовами безпеки АТЗ, емпіричні нормативи, встановлені заводами - виробниками АТЗ або Правила ЕЭК ООН. У одиничних випадках можливе застосування статистичних методів обробки емпіричних результатів діагностування АТЗ.

2.4 Порядок ухвалення рішень за результатами контролю працездатності складових частин транспортних засобів

На відміну від більшості інших завдань діагностування оцінка експлуатаційної безпеки АТЗ вимагає узагальнення результатів контролю сукупності діагностичних параметрів. Враховуючи, що загальне число діагностичних параметрів і ознак сучасних ТЗ перевищує 200, завдання їх

узагальнення вимагає коректного рішення. Методичним інструментом подібних узагальнень в діагностиці служить моделювання АТЗ як об'єкту діагностування. Відомі діагностичні моделі створювалися з метою підтвердження економічності експлуатації або локалізації несправностей і не відбивали експлуатаційну безпеку АТЗ [26], не задовольняли обмеженням в її отриманні.

Специфіка і обмеження можливостей оцінки експлуатаційної безпеки АТЗ полягають в наступному:

1. Складові частини АТЗ діагностують нарізно і оцінюють різними показниками.
2. Вимагається єдина оцінка експлуатаційної безпеки АТЗ, яку відображують логічним узагальненням оцінок складових частин.
3. Статистичні зв'язки між оцінками працездатності складових частин залишаються не виявленими, а прогнозування її змін не досягається.
4. Оцінка працездатності складової частини в об'ємі передбачених нормативними документами вимог безпеки може не відбивати наявності найбільш рідкісних несправностей.
5. Встановлені діагностичні нормативи допускають лише імовірнісні оцінки допустимості продовження експлуатації складової частини на АТЗ з позицій безпеки.

Стосовно специфіки оцінки експлуатаційної безпеки АТЗ пропонується метод узагальнення результатів діагностування складових частин АТЗ. У його основу покладено математичне моделювання експлуатаційної безпеки АТЗ як об'єкту діагностування [11, 26]. АТЗ в ній представляється сукупністю N "чорних ящиків" по числу складових частин, що окремо діагностуються, до яких нормативними документами передбачені вимоги безпеки.

Стани входів і виходів кожного з "чорних ящиків" однозначно визначають експлуатаційну безпеку об'єкту. За результатами діагностування стан складової частини представляється одним з безлічі помітних поєднань значень змінних на входах і виходах "чорного ящика". У такій моделі стану

входів і виходів набувають значень тільки двох рівнів, одне з яких відповідає нормативу працездатного стану об'єкту, а інше - не відповідає. Відповідність змінних на входах і виходах "чорного ящика" описують математичним апаратом булевої алгебри [25].

Кожна n -а складова частина АТЗ представляється у вигляді "чорного ящика". Графічне представлення АТЗ як об'єкту діагностування по критеріях безпеки наведено на рис. 2.1. Чорний ящик задається кінцевою множиною Y_n вхідних тестових (стимулюючих дій на n -ю складову частину або режимних параметрів (входів) об'єкту, кінцевою множиною S_n вихідних (діагностичних) параметрів (виходів) і кінцевою множиною X_n структурних параметрів внутрішнього технічного стану n -ої складової частині об'єкту

$$Y_n = \{y_i\}, \quad i = 1, 2, \dots, H; \quad S_n = \{s_j\}, \quad j = 1, 2, \dots, J, \quad (2.14)$$

де y_i – стан i -го тестової вхідної дії (режимного параметра) на n -у складову частину об'єкту;

s_j – стан j -го виходу (діагностичного параметра або ознаки) n – ої складової частини об'єкту;

H – число вхідних дій, що враховуються при діагностуванні, на n – у складову частину (режимних параметрів) об'єкту;

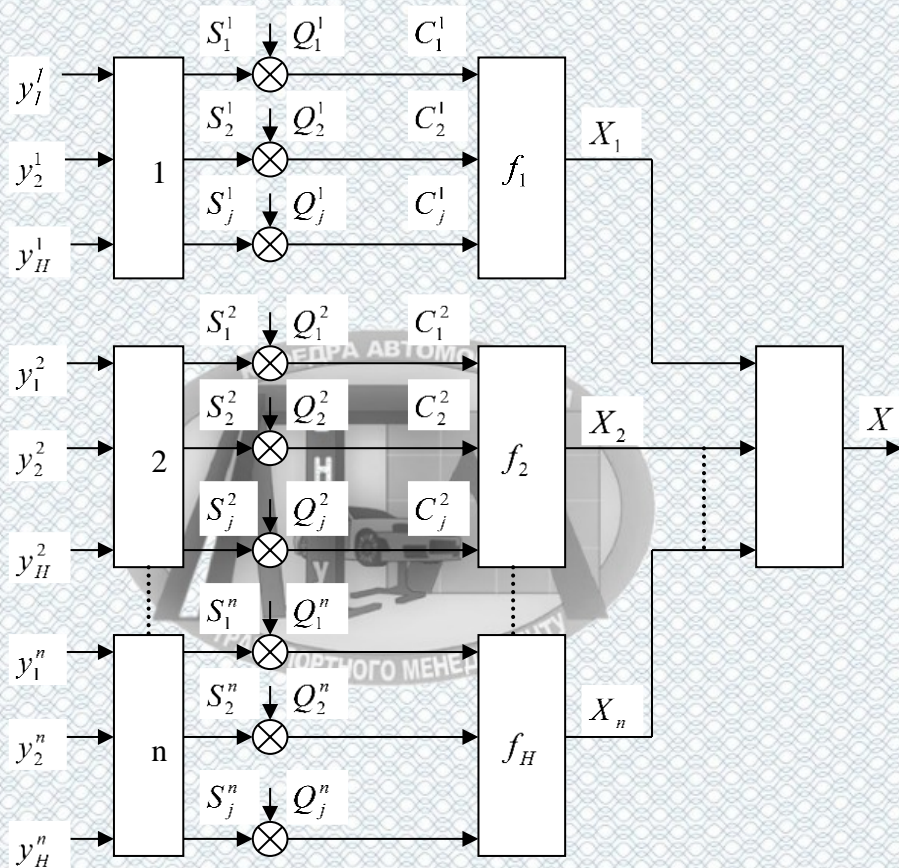
J – число діагностичних параметрів n – ої складової частини об'єкту.

Оператор W , що перетворює множини S_n вихідних (діагностичних) параметрів і Y_n тестових вхідних (стимулюючих) дій в множину X_n відбиває внутрішній технічний стан n -го «чорного ящика» $X_n = W_n(S_n; Y_n)$.

З урахуванням можливості стабілізації при контролі або приведення до встановленої "тестової" форми елементів великої кількості Y_n , отримаємо

$$X_n = \hat{O}_n(S_n).$$

Завданням діагностування є визначення n -ої складовій частині об'єкту ("чорного ящика") невідомих значень параметрів X_n по відомих вихідних параметрах S_n і формування загальної оцінки об'єкту в цілому по отриманих N оцінкам X_n його складових частин.



y_j^n – стан j – ї тестової дії на n – у складову частину об'єкту; S_j^n – стан j – го виходу (діагностичного параметра або ознаки) n – ї складової частини об'єкту; Q_j^n – нормативне граничне значення j – го виходу n – ї складової частини об'єкту; C_j^n – нормований стан j – го виходу n – ї складовій частині об'єкту, представлений в бінарній формі; X_n – внутрішній технічний стан (структурний параметр) n – ї складової частині об'єкту в бінарному представленні; X – внутрішній технічний стан ТЗ в цілому як об'єкту перевірки в бінарному представленні

Рисунок 2.1 – Графічне представлення АТЗ як об'єкту діагностування по критеріях безпеки

Для спрощення вводиться нормування вхідних тестових дій $\{y_i\}$ і вихідних діагностичних параметрів $\{s_i\}$. При невідповідності вимогам (одностороннім або двостороннім обмеженням, що іменуються "нормативами") будь-якого з вхідних (стимулюючих) дій $\{y_i\}$, чи будь-якого з вихідних (діагностичних) параметрів S_n , стани відповідного входу або виходу приймаються рівними 0, а при їх відповідності встановленим вимогам - рівними 1.

Призначенням контролю експлуатаційної безпеки служить віднесення об'єкту до одного з двох станів - допустимому або неприпустимому. Безліч внутрішніх технічних станів об'єкту (нескінченне в більшості випадків) при такому бінарному (дворівневому) представленні відповідає тому, що допускається нормативними документами при $X_n = 1$ чи не відповідає $X_n = 0$.

У цій моделі структурні параметри експлуатаційної безпеки X об'єкту (ТЗ) в цілому, не задаються, а при виконанні перевірок не визначаються. В процесі контролю оцінюються тільки вихідні діагностичні параметри $S_n = \{s_j\}$ і безпосередньо по них - внутрішній технічний стан $X = \bigcap \{X_n\}$ об'єкту в бінарній формі. У цьому принципова відмінність моделі об'єкту контролю експлуатаційної безпеки.

При невідповідності встановленим вимогам стану будь-кого s_j виходу n -го "чорного ящика" його працездатність X_n визнається незадовільною, а при незадовільному стані $X_n = 0$ любого из N "чорних ящиків" визнається незадовільною експлуатаційна безпека X об'єкту (АТЗ) в цілому $X = 0$.

На мові булевої алгебри постановка діагнозу n -ій складовій частині об'єкту представляється кон'юнкцією безлічі її S_n вихідних (діагностичних) параметрів

$$X_n = \bigcap \{s_j\}, \quad (2.15)$$

а постановка діагнозу об'єкту контролю в цілому - кон'юнкцією станів усіх N "чорних ящиків", або сукупності усіх N множин $\{S_n\}$ їх вихідних (діагностичних) параметрів

$$X = \bigcap \{X_n\} = \bigcap \{ \bigcap (S_j) \}. \quad (2.16)$$

Приведена математична модель дає алгоритм ухвалення рішення за результатами перевірок часткових параметрів: при невідповідності встановленим нормативам будь-якого показника експлуатаційної безпеки, що регламентується нормативними документами, безпека АТЗ визнається незадовільною.

Розроблені методи обґрунтування вимог до експлуатаційної безпеки АТЗ включають відбір його складових частин для діагностування, нормування сукупностей діагностичних параметрів, розробку алгоритму ухвалення рішення за результатами перевірки складових частин і необхідних методів діагностування.

2.5 Розробка технологічних принципів і вимог до технологій діагностування

Перевірки експлуатаційної безпеки АТЗ об'єднують склад операцій діагностування і органолептичного огляду, що строго регламентується. Отримана в результаті такого об'єднання технологія поєднує взаємно доповнюючі один одного органолептичні і кількісні перевірки, що чергуються або поєднуються, інструментальними методами. У цьому принципова відмінність подібної технології від раніше апробованих форм включення діагностування в технологічні процеси ТО і ремонту [27, 29].

Це також відрізняє діагностування з метою підтвердження безпеки експлуатованих АТЗ від раніше вживаних в Україні форм діагностування.

Такий вид діагностування можна класифікувати як інструментально-органолептичний контроль експлуатаційної безпеки АТЗ. Проте, згідно сталої в Україні термінології вказаний вид робіт іменується терміном "діагностування".

Термінологічними і загально-технічними [15, 30] стандартами, а також в технічній літературі автотранспортного профілю роботи по перевірці технічного стану іменуються не "контролем", а "діагностуванням". Очевидно, у зв'язку з організаційно-технологічним оформленням сфери застосування нових методів і техніки, фахівці прагнули обмежити цим область діяльності, що з'явилася на транспорті. Визначення технічного стану АТЗ без їх розбирання з використанням кількісних методів прямих і непрямих вимірів (діагностування) виділилося з сфер вимірів, що існували раніше, контролю деталей і органолептичного контролю АТЗ перед виїздом на маршрут.

Проте виробничим призначенням діагностування залишався не лише (і не стільки) пошук несправностей, але і контроль технічного стану, а також виконання регулювань новими методами. Враховуючи, що далі в роботі розглядаються технологічні аспекти широко відомої на автомобільному транспорті сфери застосування цих методів під найменуванням "діагностика", цей термін використовується в наступному для позначення вказаних робіт.

Виробнича система виконання робіт діагностування з метою підтвердження безпеки АТЗ, що знаходяться в експлуатації, базується на певних технологічних принципах.

Враховуючи вітчизняний і зарубіжний досвід можна зробити висновок, що важливими технологічними принципами контролю експлуатаційної безпеки АТЗ є наступні:

1. Експлуатаційну безпеку АТЗ при проведенні технічного контролю доцільно перевіряти тільки на відповідність вимогам нормативних документів, без виявлення характеру або місця несправності.

2. Вимоги до експлуатаційної безпеки мають бути єдині для АТЗ кожного виду, незалежно від місця і часу їх виготовлення, організації

експлуатації (власника і виду перевезень) і від місця або виконання робіт (конкретних пунктів і станцій ТО або контролерів технічного стану) на усій території України.

3. До технічного стану АТЗ повинні пред'являтися вимоги по критеріях безпеки їх експлуатації і тільки за показниками, схильними до зміни в процесі експлуатації.

4. Діагностування для підтвердження безпеки АТЗ допускається виконувати тільки встановленими нормативними документами методами.

5. Контроль відповідності АТЗ вимогам, встановленим нормативними документами в кількісній формі, допускається виконувати тільки інструментальними методами з використанням засобів вимірів або засобів технічного діагностування.

6. Результати контролю експлуатаційної безпеки підлягають документуванню, незалежно від їх характеру і умов виконання.

Приведені вище технологічні принципи в рівній мірі застосовані як до діагностування, що виконується при проведенні технічного контролю, так і після виконання комплексного ТО або великого ремонту систем керування або двигуна АТЗ.

Таким чином, підтвердження безпеки експлуатованих ТЗ з використанням засобів діагностування в технологічному відношенні є глибшим і якіснішим контролем, усебічно і чітко регламентованим нормативними документами, насиченим технічними засобами і інструментальними методами, без пропуску окремих показників або складових частин на розсуд оператора-діагнosta. Регламентація такого контролю охоплює як його технологічне забезпечення (кваліфікація персоналу, склад виробничо-технічної бази), так і його післяопераційний зміст, номенклатуру і технологію виконання.

Хорошим рішенням проблеми забезпечення експлуатаційної безпеки ТЗ є використання пересувних діагностичних пунктів (ПДП), які доставляються до місць дислокації рухомого складу і виконують там перевірки. У світовій

практиці відоме застосування ПДП в дорожній поліції, збройних силах, при фірмовому контролі і обслуговуванні, в союзах автомобілістів і тому подібне. Відомі різні компоновальні схеми і варіанти оснащення ПДП.

Висновки до розділу 2

Відомо, що в АТЗ, які знаходяться в експлуатації, можуть істотно знижуватися надійність та експлуатаційні властивості внаслідок порушення регулювань та зміни структурних параметрів систем, агрегатів і вузлів. Несправності виникають практично в усіх основних елементах.

Наведена методологія розкриває структуру зміни технічного стану АТЗ в процесі експлуатації і встановлює порядок керування відновленням їх експлуатаційної надійності та забезпечення БДР.



РОЗДІЛ 3.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Обґрунтування та вибір методу визначення технічного стану гальмівної системи

В процесі експлуатації автомобіля мають місце деякі фізико-хімічні необоротні процеси, найчастіше випадкового характеру, які викликають порушення працездатності вузлів і елементів гальмівної системи. Тому кожен елемент гальмівної системи, як об'єкт діагностування, в даний момент часу має певний, характерний тільки для нього стан. У цьому полягає складність вибору уніфікованої номенклатури діагностичних операцій і послідовності їх виконання [11, 12].

Основними вимірювачами гальмівних властивостей автомобіля, регламентованими нормативними документами, є сповільнення j_a при гальмуванні, час τ гальмування і гальмівний шлях S_g . Контролю підлягає зусилля F_g , що створюється водієм на педалі гальма, яке не повинно перевищувати встановлений рівень.

Найбільш важливим з точки зору безпеки руху параметром є гальмівний шлях S_g . Крім того, гальмівний шлях дає більш наочне уявлення про ефективність дії гальмівної системи, ніж величина сповільнення. Але сповільнення є більш об'єктивним параметром, оскільки величина гальмівного шляху залежить не тільки від конструкції гальмівної системи і якості дорожнього покриття, а й від швидкості реакції водія. Тому вважають, що усталене сповільнення характеризує ефективність гальмування і зазвичай його вводять в розрахунки гальмівного шляху [14, 21-24].

Завданням діагностики є визначення виду технічного стану, місця передбачуваної несправності і прогнозування технічного стану. Розглянуті вище діагностичні параметри дозволяють визначити лише вид загального технічного стану гальмівної системи і не дозволяють вказати місце передбачуваної несправності.

Складність діагностування гальмівної системи полягає в тому, що робочі процеси одночасно відбуваються в восьми основних вузлах системи, а нормативними документами передбачено лише два вимірювача: зусилля на педалі і сповільнення автомобіля. Час τ гальмування і гальмівний шлях S_2 не мають кінематичного зв'язку з вузлами гальмівної системи і є непрямими. Тому для діагностування гальмівної системи доцільно шукати інші підходи, що дозволяють збільшити кількість інформації про технічний стан вузлів системи.

Розглянемо схему (рис. 3.1) формування приводної сили в гальмівній системі з гідравлічним приводом і підсилювачем гальмівного приводу, який встановлюють на сучасних автомобілях для полегшення керування гальмовою системою і забезпечення такої чутливості гальмівного моменту до керуючого впливу, щоб водій міг найбільш точно коригувати напрямок і швидкість руху.

У гальмівній системі виділимо два основних функціональних блоки: гідравлічний гальмівний привід і виконавчий гальмівний механізм.

До гідравлічного гальмівного приводу відносяться такі функціональні вузли, які беруть участь у формуванні приводної сили:

ГП - гальмівна педаль;

ПГП - підсилювач гідравлічного гальмового приводу;

ГГЦ - головний гальмівний циліндр;

РГТ - регулятор гальмівного тиску.

При цьому регулятор гальмівного тиску (при наявності його в системі) виконує тільки функцію управління гальмівним тиском задніх коліс.

Виконавчий гальмівний механізм, позначений на схемі КФГМ - колісний фрикційний гальмівний механізм, є кінцевим вузлом аналізованої гальмівної

системи. Однак створюваний в ньому гальмівний момент при гальмуванні врівноважується моментом штовхальної сили інерції. Тому в структурну схему включений колісний рушій (КР), на якому замикається силова ланцюг.

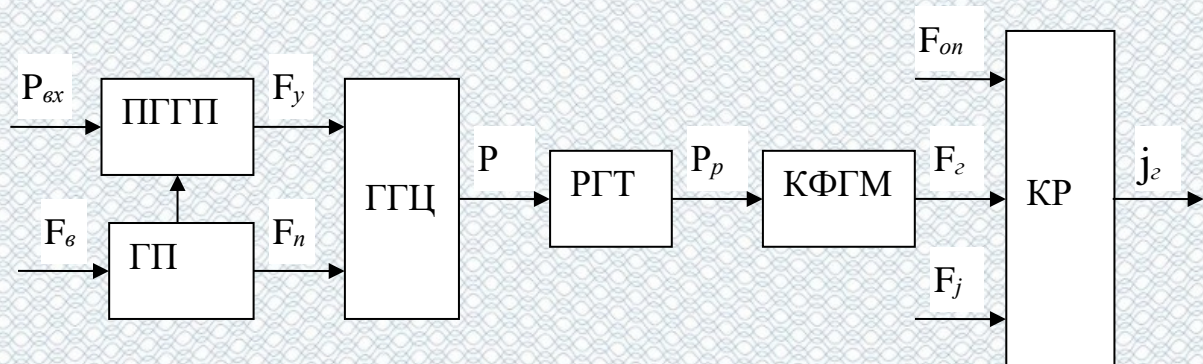


Рисунок 3.1 – Схема формування гальмівної сили в системі з гідравлічним приводом і підсилювачем гальмівного приводу.

При розрахунку основних вузлів гальмівної системи автомобіля, завданням якого є визначення основних розмірів приводу, застосовують спрощений метод. Наприклад, розрахунок гідравлічного гальмівного приводу без підсилювача [31] зводиться до визначення діаметрів колісних і головного циліндрів і відношення плечей педалі гальма.

Виходять з того, що розтискне зусилля F_p в колісному механізмі і тиск p в магістралі пов'язані залежністю

$$F_p = s_k \cdot p, \quad (3.1)$$

де $s_k = \frac{\pi d_k^2}{4}$ – площа поперечного перерізу колісного циліндра,

d_k – діаметр колісного циліндра.

Діаметр d_k знаходять виходячи з необхідного розтискного зусилля F_p і заданого максимального тиску p в магістралі (в межах 5 ... 8 МПа):

$$d_k = \sqrt{\frac{4F_p}{\pi \cdot p}}. \quad (3.2)$$

Щоб максимальний тиск в магістралі досяг заданої величини, необхідно до педалі гальма докласти зусилля

$$F_g = (m/l)(\pi d_2^2 / 4) \cdot p \cdot (1/\eta_{np}), \quad (3.3)$$

де m і l – плечі педалі;

d_2 – діаметр головного циліндра;

η_{np} – ККД гідравлічного привода; $\eta_{np} = 0,92$.

Повний хід h_n педалі гальма встановлюється об'ємом рідини, що витісняється з головного циліндра при гальмуванні. Його визначають за формулою

$$h_n = \{ [2 \cdot (d_1^2 \cdot x_1 + d_2^2 \cdot x_2) / d_2^2] + \Delta \} \cdot (l/m), \quad (3.4)$$

де d_1 і d_2 – діаметри передніх і задніх колісних циліндрів;

x_1 і x_2 – відстань, на яку розходяться поршні тих же циліндрів при гальмуванні;

Δ – зазор між штовхачем і днищем поршня головного циліндра.

Для барабанного гальмівного механізму відстань x , на яку розходяться поршні, залежить від конструкції механізму і визначається за формулою

$$x = 2 \cdot \delta \cdot (a + c) / c, \quad (3.5)$$

де δ – нормальний зазор між фрикційним накладкою колодки і гальмівним барабаном;

a і c – координати прикладання нормальної і розтискної сили в барабанному гальмівному механізмі.

Для дискового гальмівного механізму відстань x визначають з рівняння

$$x = 2 \cdot \delta, \quad (3.6)$$

де δ – нормальний зазор між фрикційною накладкою колодки і диском;

$$h_n = 0,15 \dots 0,18 \text{ м.}$$

Зусилля і хід педалі задають в таких межах: $F_g = 500 \dots 600 \text{ Н.}$

Потім, вирішуючи спільно рівняння (3.3) і (3.4), знаходять d_z і передавальне число педального приводу як відношення l до m .

З урахуванням того, що передавальне число педального приводу і площа поршня головного циліндра відповідно рівні:

$$i_n = \frac{l}{m} \quad \text{та} \quad s_z = \frac{\pi \cdot d_z^2}{4},$$

то рівняння (3.3) можна представити в наступному вигляді:

$$F_g = \frac{s_z}{i_n \cdot \eta_{np}} \cdot p. \quad (3.7)$$

Як зазначено вище, це відповідає схемі гідравлічного гальмівного приводу без підсилювача. Так як зусилля від гальмівної педалі

$$F_n = i_n \cdot F_g, \quad \text{то} \quad F_n \cdot \eta_{np} = s_z \cdot p. \quad (3.8)$$

У виразі (3.8) добуток тиску p на площу поршня s_z головного циліндра є реакцію, що протидіє силі F_n , яка прикладена до штоку педального приводу.


У відповідності зі схемою на рис. 3.1 при працюючому підсилювачі і натисканні на гальмівну педаль на поршень ГГЦ діє сумарна сила

$$F_c = F_n + F_y, \quad (3.9)$$

де F_n – зусилля від гальмівної педалі;

F_y – зусилля, що створюється вакуумним підсилювачем гальмівного приводу.

Якщо прийняти, що між зусиллям, створюваним підсилювачем гальмівного приводу, і зусиллям на педалі гальма існує пропорційна залежність, можна уявити зусилля F_y як частину k_y зусилля на педалі гальма



$$F_y = k_y \cdot F_\theta. \quad (3.10)$$

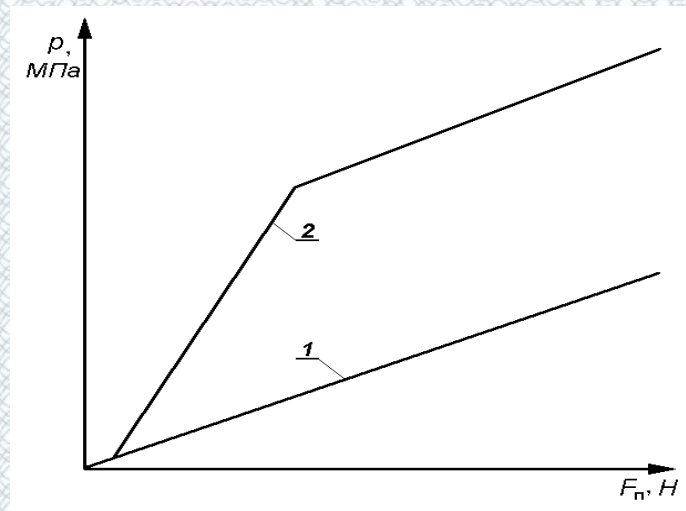
У цьому випадку в вираз (3.8) замість F_n правомірно підставити значення сумарної сили F_c , рівне

$$F_c = i_n \cdot F_\theta + k_y \cdot F_\theta = F_\theta \cdot (i_n + k_y); \quad (3.11)$$

тоді

$$F_\theta = \frac{s_2}{(i_n + k_y) \cdot \eta_{np}} \cdot p; \text{ або } p = \frac{(i_n + k_y) \cdot \eta_{np}}{s_2} \cdot F_\theta. \quad (3.12)$$

Вираз (3.12), що представляє залежність тиску рідини в головному гальмівному циліндрі від зусилля на педалі гальма, називається статичною характеристикою гідравлічного гальмівного приводу [31].



1 – робота АТЗ без включення підсилювача; 2 – робота АТЗ з підсилювачем

Рисунок 3.2 – Статична характеристика гідравлічного приводу

Вона відображає процеси в приводі як при непрацюючому (рис. 3.2 лінія 1, $k_{y_i} = 0$), так і при працюючому (рис. 3.2 лінія 2, $k_{y_i} = 2 \dots 3$) підсилювачі. Представлена на рис. 3.2 статична характеристика підсилювача містить три ділянки, на яких коефіцієнт k_{y_i} приймає різні значення. Наприклад, на першій ділянці $k_{y_i} = 0$, так як підсилювач вступає в дію після того, як зусилля на педалі гальма досягає деякої величини, відповідної початку відкриття атмосферного клапана. Потім $k_{y_i} = 2 \dots 3$ – вступає в дію підсилювач, а потім знову $k_{y_i} = 0$ – нахил характеристики такий ж, як і при непрацюючому підсилювачі.

Таким чином, вирази (3.7) і (3.10) складають діагностичну модель гідравлічного приводу з підсилювачем, в якій діагностичними параметрами доцільно вибрати тиск робочого тіла в гальмівній магістралі і зусилля на педалі гальма, а діагностованими параметрами – втрати в приводі (у вигляді ККД приводу) і коефіцієнт посилення k_y . Так як відповідно до нормативних документів зусилля на педалі гальма контролюють, то тиск робочого тіла в гальмівній магістралі є додатковим діагностичним параметром.

При цьому гальмівний привід можна діагностувати в статичному режимі. Під статичним режимом будемо розуміти випробування гальмівного приводу, коли колеса не обертаються. Випробування проводять у два етапи шляхом натискання на педаль гальма при підключеному діагностичному обладнанні.

Перший етап – робота гальмівної системи без підсилювача (при вимкненому двигуні), другий етап – робота АТЗ з підсилювачем. Метою випробувань є отримання статичних характеристик приводу. За результатами першого етапу з рівняння (3.7) можна знайти ККД приводу

$$\eta_{np} = \frac{p}{F_{\epsilon}} \cdot \frac{s_2}{i_n} \quad (3.13)$$

За результатами другого етапу з рівняння (2.12) можна знайти коефіцієнт посилення

$$K_y = \frac{p}{F_{\epsilon}} \cdot \frac{s_2}{\eta_{np}} \cdot i_n \quad (3.14)$$

хоча це робити не обов'язково, досить побудувати суміщений графік $p = f(F_{\epsilon})$ за результатами двох етапів випробувань. Якщо підсилювач працює, то при меншому зусиллі на педалі досягається більш високий тиск в магістралі, як це показано на рис. 3.2.

Вираз, що представляє залежність гальмівних сил від тиску рідини в робочих (колісних) гальмівних циліндрах є динамічною характеристикою колісних гальмівних механізмів. Ці характеристики отримують в динамічному режимі. Динамічний режим реалізується при стендових або дорожніх випробуваннях з підключеним діагностичним обладнанням шляхом службового гальмування. Метою динамічного режиму є отримання гальмівних діаграм, за якими діагностуються колісні гальмівні механізми.

Наведені залежності підтверджують, що наявність інформації про тиск робочої рідини в системі істотно полегшує вирішення завдання діагностування гальмівної системи. Такий підхід дозволяє проаналізувати поведінку основних вузлів гальмівної системи за допомогою математичної моделі шляхом імітації типових відхилень в їх роботі. Причому в імітаційній моделі, яка розглядається нижче, можна використовувати дані, отримані безпосередньо в процесі випробувань. Порівняння результатів моделювання з результатами випробувань дозволяє швидше і більш аргументовано поставити достовірний діагноз. Запропонований підхід можна характеризувати як метод статодинамічних випробувань.

3.2 Удосконалена модель гальмівної системи автомобіля з гідравлічним приводом

Виходячи з принципу поетапного вдосконалення моделі, викладеному в п. 3.1, визначимо додаткові фактори, які суттєво впливають на технічний стан гальмівної системи. Для цього проаналізуємо характерні несправності в гальмівній системі і причини їх породжують, на прикладі автомобілів Škoda. Більшість несправностей з'являється через порушення зазорів в сполученнях приводу, ГГЦ, робочих циліндрів, колодкових механізмів. Тому одним з найважливіших доповнень, яке необхідно включити в уточнену модель, є зв'язок переміщень ланок гальмівної системи з тиском і силами в її вузлах.

Інша поширена причина появи несправностей – зміна фізичних властивостей гумових ущільнювачів, що несе за собою збільшення коефіцієнта тертя і втрату рухливості поршнів. Тому в уточненій моделі необхідно врахувати втрати на тертя.

Оскільки структурними параметрами є розміри, то більш детально вплив технічного стану всього гідравлічного приводу можна простежити, проаналізувавши привід по параметру переміщення.

I, нарешті, об'ємне розширення системи, збільшення ходу поршнів робочих циліндрів через зростаючі в результаті зносу зазори, а також виток робочої рідини з системи – це найважливіші експлуатаційні фактори, які також необхідно врахувати в моделі.

Для складання математичної моделі, крім структурної схеми, необхідно прийняти розрахункову схему, в якій слід позначити параметри, що враховуються при моделюванні.

Педаля гальма: контрольовані параметри – вільний хід педалі; жорсткість поворотної пружини; коефіцієнт посилення (співвідношення плечей важеля);

ПГП: контрольовані параметри – коефіцієнт посилення; прорив діафрагми; підсмоктування повітря; пропуск повітря в запірному клапані; набухання манжети циліндра підсилювача (гідровакуумний підсилювач), атмосферного і вакуумного клапанів;

ГГЦ: контрольовані параметри – виток робочого тіла, збільшення коефіцієнта тертя; низький рівень робочого тіла в бачку; наявність повітря; збільшення (зменшення) зазору між штоком і поршнем; заклинювання поршня; засмічення компенсаційного отвору;

РГТ: контрольовані параметри – різний тиск в контурах; виток робочого тіла;

КФГМ: контрольовані параметри (барабанне гальмо) – знос або замаслення колодок (зниження коефіцієнта тертя); поломка або ослаблення пружини стяжної пружини; відсутність або зменшення зазору між накладками і барабаном; збільшений зазор між накладками і барабаном; зменшення товщини барабана (тріщина), виток робочого тіла;

Гальмівні магістралі: контрольовані параметри – об'ємна деформація; механічна деформація деталей системи; виток робочого тіла через нещільності з'єднання.

Розрахункова схема, показана на рисунку 3.3, містить ті ж вузли, що і схема, зображена на рисунку 3.1.

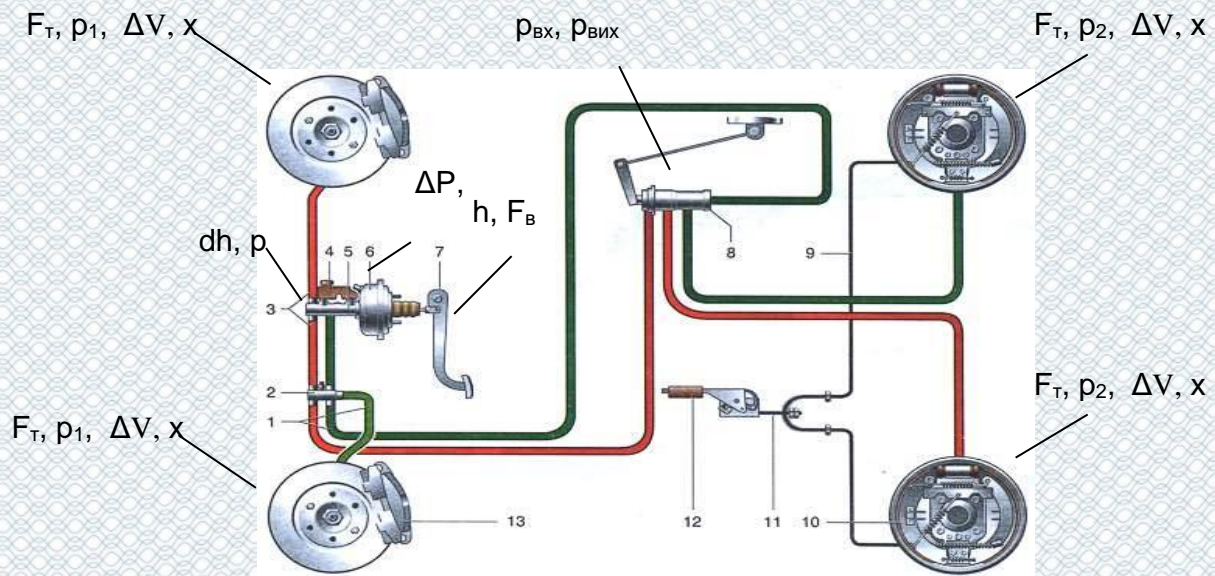


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема процесів в гальмівній системі

Математичну модель можна представити у вигляді системи диференціальних рівнянь, складених на основі балансу сил, що діють в механізмах, рівнянь руху їх ланок і об'ємного балансу робочої рідини в системі.

Педальний гальмівний привід є першим ступенем посилення, виконаний у вигляді важеля, закріпленого на осі, із співвідношенням довжинами плечей l і m , що визначають передавальне число педального приводу $\frac{l}{m} = i_n$.

Повний хід педалі

$$h_n = h_{n0} + h_{np} + h_{nz}, \quad (3.15)$$

де h_{n0} – вільний хід педалі, при якому вибираються всі зазори в механізмах приводу;

h_{np} – робочий хід педалі, що витрачаються на створення тиску в системі;

h_{nz} – запас ходу.

Активний хід поршня головного гальмівного циліндра починається тільки при робочому ході педалі, тобто при безпосередньому впливі штока (штовхача). Тому переміщення поршня з урахуванням передавального числа педального приводу

$$h_2 = \frac{h_{np}}{i_n}. \quad (3.16)$$

Швидкість переміщення поршня головного гальмівного циліндра



$$c_2 = \frac{dh_2}{d\tau} = \frac{1}{i_n} \cdot \frac{dh_{np}}{d\tau}, \quad (3.17)$$

де τ – час.

Диференціальне рівняння зміни об'єму головного гальмівного циліндра

$$\frac{dV_2}{d\tau} = s_2 \cdot c_2 = s_2 \cdot \frac{dh_2}{d\tau} = \frac{s_2}{i_n} \cdot \frac{dh_{np}}{d\tau}, \quad (3.18)$$

де s_2 – активна площа поршня головного гальмівного циліндра.

У міру переміщення поршня головного гальмівного циліндра в гальмівній системі зростає тиск робочої рідини, під дією якого переміщуються поршні робочих циліндрів гальмівних механізмів. Ці переміщення поршнів не залежать від кінематичних зв'язків з приводом, а лише компенсують зазори між гальмівними накладками і дисками або барабанами.

Швидкість переміщення кожного поршня робочого циліндра

$$c_p = \frac{dh_p}{d\tau}, \quad (3.19)$$

де h_p – хід поршня робочого циліндра.

Диференціальне рівняння зміни об'ємів робочих циліндрів

$$\frac{dV_p}{d\tau} = s_p \cdot c_p = s_p \cdot \frac{dh_p}{d\tau}, \quad (3.20)$$

де s_p – активна площа поршня робочого циліндра.

Процес підвищення тиску рідини в головному циліндрі в залежності від зусилля натискання на гальмівну педаль доцільно розглянути в даній моделі з урахуванням стисливості робочої рідини, об'ємного розширення деталей приводу і витoku робочої рідини через нещільності в головному циліндрі і в колісних робочих циліндрах.

Стисливість робочої рідини, тобто здатність зменшувати об'єм при збільшенні тиску, і деформація деталей, що утворюють гальмівну систему, впливають на даний процес. Стисливість рідини характеризується коефіцієнтом стисливості або об'ємним модулем пружності $E_v = 1/\alpha$. Для розглянутих рідин можна прийняти $\alpha = (6 \dots 7) 10^{-4} \text{ МПа}^{-1}$.

За даними [12] коефіцієнт стисливості дуже сильно залежить від наявності повітря в системі. Гази, що знаходяться в рідині в розчиненому (дисперсному) стані, не роблять істотного впливу на її механічні властивості. Однак, якщо тиск в будь-якій точці об'єму рідини зменшується, гази виділяються з розчину у вигляді бульбашок, які погіршують властивості рідини, збільшуючи коефіцієнт стисливості. Відносна кількість газу, який може розчинитися в рідині до її насичення, прямо пропорційна тиску на поверхні розділу.

Оскільки кількість газу, розчиненого в рідині до насичення, прямо пропорційна тиску, то при зменшенні останнього нижче величини, при якій

відбулося насичення рідини газом, надлишок газу виділиться з неї. Описана властивість рідини має велике значення для роботи гальмівної системи з гідроприводом, так як присутність нерозчиненого газу погіршує, а в багатьох випадках може повністю порушити її роботу. Крім виділення газу, що знаходиться в гальмівній рідині в розчиненому вигляді, в гальмівному приводі можливий підсос повітря через зазори, що з'являються в колісних гальмівних механізмах в результаті зносу деталей, що труться.

Деформація трубопроводів і піддатливих деталей, що утворюють гальмівну систему, враховується коефіцієнтом β об'ємного розширення приводу, який при аварійному гальмуванні приймають рівним $\beta = 1,05 \dots 1,1$ [13].



$$s_2 \cdot c_2 \cdot d\tau = \alpha \cdot \beta \cdot V_c \cdot dp + \sum Q_j \cdot d\tau, \quad (3.21)$$

де α – коефіцієнт стисливості робочої рідини;

β – коефіцієнт об'ємного розширення деталей приводу;

V_c – сумарний об'єм гальмівної системи з урахуванням збільшення об'єму в результаті спрацьовування всіх гальмівних механізмів;

s_2 – активна площа поршня головного циліндра;

c_2 – швидкість переміщення поршня головного циліндра;

p – тиск робочої рідини в гальмівному приводі;

τ – час;

$\sum Q_j \cdot d\tau$ – сума об'ємів робочої рідини, що одночасно витікають із системи;

Q_j – секундна витрата робочої рідини.

Виток робочої рідини через зазори в механізмах:

$$Q_y = \mu_y \cdot f_3 \cdot \sqrt{p/\rho}, \quad (3.22)$$

де $\mu_y \cdot f_3$ – ефективне прохідний перетин зазорів;

ρ – густина робочого тіла.

$$dp = \frac{dV_2}{\alpha \cdot \beta \cdot V_c} - \frac{1}{\alpha \cdot \beta \cdot V_c} \cdot (Q_{y2} + Q_{yn} + Q_{y3}) \cdot d\tau, \quad (3.23)$$

Q_{y2} – виток робочої рідини через зазори в головному гальмівному циліндрі;

Q_{yn} – виток робочої рідини через зазори в передніх циліндрах;

Q_{y3} – виток робочої рідини через зазори в задніх циліндрах.

Тиск робочої рідини в гальмівному приводі:

$$p = p_{(i-1)} + dp, \quad (3.24)$$

де $p_{(i-1)}$ – тиск в системі, обчислений на попередньому кроці;

dp – приріст тиску, обчислений за формулою (3.23).

Сумарний об'єм гальмівної системи можна представити як суму об'ємів сполучних трубопроводів V_{mp} , головного гальмівного циліндра V_2 і робочих гальмівних циліндрів V_p :

$$V_c = V_{mp} + V_2 + V_p. \quad (3.25)$$

Об'єм головного гальмівного циліндра складається з початкового об'єму $V_{н2}$ і приросту dV_2 , що визначається з рівняння (3.20):

$$V_2 = V_{н2} + dV_2. \quad (3.26)$$

Об'єм робочого колісного циліндра складається з початкового об'єму V_{np} і приросту dV_p , що визначається з рівняння (3.18):

$$V_p = V_{np} + dV_p. \quad (3.27)$$

Гідравлічний гальмівний привід забезпечує передачу зусилля $F_в$ на педалі гальма, створюваного водієм, з коефіцієнтом посилення, достатнім для отримання необхідної гальмівної сили в гальмівному механізмі.

Вхідне зусилля $F_в$ на педалі гальма приводу, що створюється водієм, відтворюється на виході у вигляді зусилля F_n на штоку гальмівної педалі. При цьому водій долає зусилля поворотної пружини F_{np} і опір тертя F_{mnp} . Баланс сил у педальному приводі

$$i_n \cdot F_в - F_{np} - F_{mnp} = F_n. \quad (3.28)$$

Сила поворотної пружини

$$F_{np} = F_3 + C_{np} \cdot h_n, \quad (3.29)$$

де F_3 – сила попереднього затягування пружини;

C_{np} – жорсткість пружини.


Якщо силу тертя F_{mnp} виразити через умовний коефіцієнт тертя μ_n , представивши як $F_{mnp} = \mu_n \cdot F_в$, відношення сили пружини до зусилля на педалі позначити $(F_{np} / F_в) = k_{np}$, то після перетворень:

$$F_n = (i_n - \mu_n - k_{np}) \cdot F_6 \quad \text{чи} \quad \frac{F_n}{F_6} = (i_n - \mu_n - k_{np}). \quad (3.30)$$

При наявності підсилювача гальмівного приводу на поршень головного гальмівного циліндра діє сумарна сила підсилювача і приводу $F_y + F_n$, під дією якої поршень переміщається. Приймавши, як і раніше, $F_y = k_y \cdot F_6$, отримаємо

$$F_n + F_y = (i_n + k_y - k_{np} - \mu_n) \cdot F_6. \quad (3.31)$$

Але при цьому виникає сила тертя поршня $F_{трг}$, спрямована проти руху поршня. Прийmemo силу тертя поршня як добуток нормальної сили, що діє на поверхню s_y ущільнювального кільця, на коефіцієнт тертя μ_y :



$$F_{трг} = \mu_y \cdot s_y \cdot p. \quad (3.32)$$

Баланс сил в гідравлічному приводі описується рівнянням

$$(i_n + k_y - k_{np} - \mu_n) \cdot F_6 = p \cdot (s_2 + \mu_y \cdot s_y). \quad (3.33)$$

Взаємозв'язок між тиском і зусиллям на педалі гальмового приводу

$$p = \frac{i_n + k_y - k_{np} - \mu_n}{s_2 + \mu_{y2} \cdot s_{y2}} \cdot F_6. \quad (3.34)$$

За формою поверхонь, що труться, колісні фрикційні гальмівні механізми діляться на барабанні та дискові.

Колодковий барабанний гальмівний механізм виконується за кількома схемами. Загальна формула для визначення гальмівної сили, створюваної

колодковим барабанним гальмівним механізмом, виконаним за будь-якою схемою, може бути представлена [13, 31]

$$F_T = s_p \cdot \frac{r_{\bar{o}}}{r_k} \cdot (i_1 + i_2) \cdot \mu \cdot p_p \cdot \quad (3.35)$$

де μ – коефіцієнт тертя;

s_p – активна площа поршня робочого циліндра;

$r_{\bar{o}}$ – радіус барабана;

i_1, i_2 – кінематичні передавальні числа механізмів першої і другої колодки, що передають зусилля від силових пристроїв до колодок;

r_k – радіус кочення колеса (радіус кочення без проковзування); $r_k = \lambda \cdot r_0$;

λ – коефіцієнт деформації шин; $\lambda = 0.94 \dots 0.96$;

r_0 – вільний радіус колеса.

Для барабанних гальмівних механізмів з рівними приводними силами $i_1 = i_2$, тому

$$F_T = 2 \cdot s_p \cdot \frac{r_{\bar{o}}}{r_k} \cdot i \cdot \mu \cdot p_p \cdot \quad (3.36)$$

Дисковий гальмівний механізм простіший в конструкції і широко поширений на легкових автомобілях. Формула для визначення гальмівної сили, створеної дисковим гальмівним механізмом [12]:

$$F_T = 2 \cdot s_p \cdot \frac{r_{mp}}{r_k} \cdot \mu \cdot p_p \cdot \quad (3.37)$$

де r_{mp} – середній радіус тертя диска.

Відповідно до схеми, наведеної на рис. 3.1, гальмівний момент, створений гальмівним механізмом, врівноважується моментом штовхальної сили інерції на колісному рушії. З балансу сил на кожному колесі в рівнянні (3.30) показано, що

$$\frac{F_T}{P_p} = K_m \text{ чи } \frac{j_m \cdot m_i}{P_p} = K_m.$$

Для барабанних гальмівних механізмів з рівним розподілом сил

$$K_{mb} = \frac{2 \cdot s_p \cdot r_b \cdot i}{r_k} \cdot \mu, \quad (3.38)$$

для дискових гальмівних механізмів

$$K_{md} = \frac{2 \cdot s_p \cdot r_{mp}}{r_k} \cdot \mu. \quad (3.39)$$

3.3 Результати моделювання та експериментальних досліджень

Проведенню експериментальних досліджень було підпорядковане вирішення наступних завдань:

- перевірити працездатність засобів вимірювальної техніки та ефективність програмного забезпечення;
- ідентифікувати математичну модель і перевірити її адекватність;
- перевірити інформативність електричних сигналів на виходах датчиків тиску і переміщення педалі як діагностичних параметрів;
- отримати кількісні характеристики параметрів: тиску в гідравлічному приводі і активного ходу поршня ГГЦ при спрацьовуванні справних і несправних елементів приводу;

- визначити найбільш раціональні режими діагностування компонентів гальмівної системи;
- підтвердити правомірність пропонованих методів визначення технічного стану гальмівної системи;
- накопичити експериментальний матеріал для розробки обґрунтованих практичних рекомендацій щодо діагностування компонентів гальмівної системи.

Комплекс програмно-апаратних засобів (КПАЗ) складається з стенду з біговими барабанами, двох тахогенераторів постійного струму, датчика сповільнення, персонального комп'ютера з інтегрованим в його склад АЦП, програмного забезпечення і вимірювальних модулів.

Перевірку працездатності засобів вимірювальної техніки та ефективності програмного забезпечення проводили на кількох автомобілях. Відповідно до наведеного переліку завдань для експериментальної перевірки було обрано автомобіль Škoda Octavia 1,8 (передньопривідний автомобіль з дисковими гальмами на передній і задній осі).

Таблиця 3.1 – Характеристика гальмівної системи і ГГЦ

Характеристики гальмівної системи і головного гальмівного циліндра	Показник
Тип привода	гідравлічний з поділом по діагоналі
Спосіб регулювання тиску	по осям
Діаметр головного гальмівного циліндра, мм	23,8
Активна площа поршня головного гальмівного циліндра, см ²	4,45
Максимальний хід поршня ГГЦ, мм	17
Активний хід поршня ГГЦ, мм	10...13
Робочий об'єм ГГЦ при активному ході 13 мм, см ³	5,78
Максимальний тиск робочого тіла в гальмівній системі, МПа	16

Таблиця 3.2 – Характеристика з'єднувальних трубопроводів

Характеристика з'єднувальних трубопроводів і гальмівної рідини	Показник
Довжина, мм	2500
Діаметр отвору, мм	3
Площа поперечного перерізу, см ²	0,07
Об'єм внутрішньої порожнини трубопровода, см ³	17,6
Гальмівна рідина	синтетична на водній основі
Густина гальмівної рідини при температурі 20 ⁰ С, г/дм ³	1050
Об'ємний модуль пружності E_v , МПа	1500...2000
Коефіцієнт стискуваності α_c , МПа ⁻¹	$(5...6,66)*10^{-4}$

Сумарний об'єм одного контуру гальмівної системи можна представити як суму об'ємів



$$V_{\Sigma} = V_{mp} + V_2 + 2V_n + 2V_3,$$

де $V_{mp} = 17,6 \text{ см}^3$ – об'єм з'єднувального трубопроводу;

$V_2 = 5,78 \text{ см}^3$ – об'єм головного гальмівного циліндра.

Об'єми робочих гальмівних циліндрів – передніх коліс V_n і задніх V_3 відповідно до таблиці мають мінімальний і максимальний об'єми в залежності від зношеності гальмівних накладок і дисків.

За результатами розрахунку сумарний об'єм робочої порожнини одного контуру приводу становить:

- мінімальний об'єм (нові накладки і диск) – $V_{\Sigma min} = 14,43 \text{ см}^3$;
- максимальний об'єм (зношені накладки і диск) – $V_{\Sigma max} = 89,74 \text{ см}^3$;
- під час проведення експерименту (накладки зношені на 4,65 мм і диск зношений на 2 мм) об'єм – $V_{\Sigma} = 46,23 \text{ см}^3$.

Таблиця 3.3 – Геометричні розміри елементів гідроприводу гальмівної системи автомобіля Škoda Octavia 1,8T

Назва параметра	гальмівний механізм передніх коліс	гальмівний механізм задніх коліс
Тип гальмівного механізма	дисковий	дисковий
Діаметр диска гальмівного механізма, мм	288	230
Діаметр циліндра колісного механізма, мм	54	38
Площа поршня колісного механізма, см ²	22,90	11,34
Зазор між торцем поршня і циліндром, мм:		
мінімальний	1	1
максимальний	12	12
при проведенні експеримента	5,65	5,65
Об'єм робочої порожнини колісного циліндра, см ³ :		
мінімальний	2,29	1,134
максимальний	27,48	13,61
при проведенні експеримента	12,94	6,41

Ідентифікацію математичної моделі виконували на основі даних, отриманих при стендових випробуваннях гальмівної системи автомобіля Škoda Octavia 1,8.

Як зазначено вище, товщина накладок колісних механізмів до моменту проведення випробувань становила 6,35 мм. Сумарний об'єм одного контуру гідросистеми, розрахований з урахуванням результатів вимірювань товщини накладок, рівний 46,23 см³, використовувався в розрахунках при ідентифікації математичної моделі.

Процес наростання тиску в системі відбувається за 0,2 ... 0,3 секунди, тому при ідентифікації математичної моделі виток робочого тіла можна не враховувати.

Рівняння об'ємного балансу робочого тіла в гальмівній системі без урахування витoku і об'ємного розширення деталей буде виглядати так

$$s_2 \cdot dh_a = \alpha \cdot V_\Sigma \cdot dp \text{ или } dV_a = \alpha \cdot V_\Sigma \cdot dp, \quad (3.40)$$

де $dV_a = s_2 \cdot dh_a$ – зміна об'єму ГГЦ при активному ході поршня.

В інтегральному вигляді рівняння об'ємного балансу має вигляд

$$p = \frac{1}{\alpha_c} \cdot \frac{V_a}{V_\Sigma}, \quad (3.41)$$

де $V_a = s_2 \cdot h_a$ – об'єм ГГЦ при поточному активному ході поршня h_a .

Як показано вище, сумарний об'єм V_Σ можна обчислити за відомими геометричними розмірами і в рівнянні (3.41) залишається два параметра невідомих: V_a і α_c . Першочерговим завданням ідентифікації математичної моделі є визначення початку і значення активного ходу поршня ГГЦ.

Коефіцієнт стисливості α_c дуже сильно залежить від наявності повітря в системі. Очевидно, що коефіцієнт стисливості α_c можна визначити за результатами випробувань, перетворивши рівняння (3.41) до вигляду

$$\alpha_c = \frac{1}{V_\Sigma} \cdot \frac{V_a}{p}. \quad (3.42)$$

Ідентифікація математичної моделі, в основному, стосується статичних режимів випробувань приводу. Якщо за допомогою вимірювальної системи синхронно записати сигнали датчиків, як функції часу: переміщення педального приводу і силу натиснення на нього, а також тиск в приводі, то по переміщенню педалі h_n можна обчислити повне переміщення поршня ГГЦ.

$$h_2 = \frac{h_n}{i_n} - \Delta, \quad (3.43)$$

де h_n – робочий хід педалі,

i_n – передаточне число педального привода,

Δ – зазор між штовхачем педали і торцем поршня ГГЦ.

В русі поршня ГГЦ можна виділити кілька фаз.

Перша фаза – хід поршня, необхідний для перекриття компенсаційних отворів.

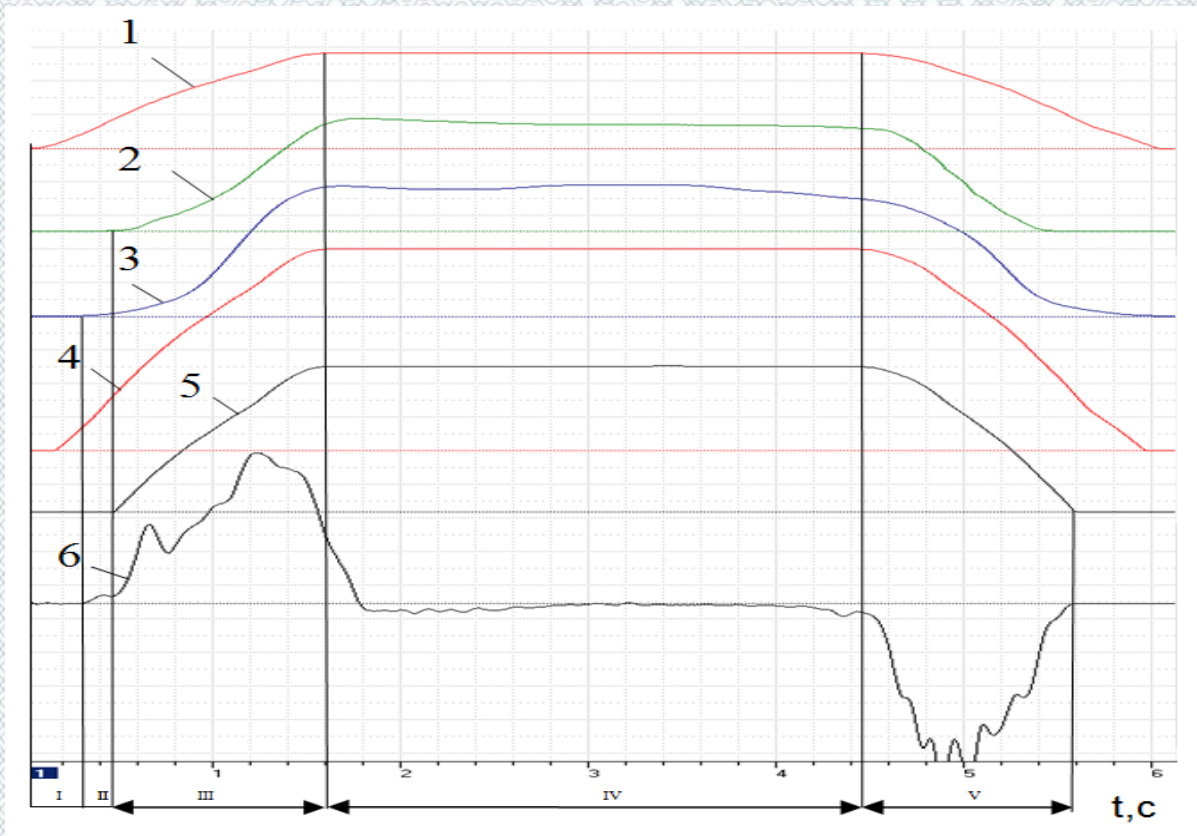
Друга фаза, протягом якої поршень ГГЦ витісняє гальмівну рідину в колісні гальмівні циліндри. Поршні колісних циліндрів переміщуються, вибираючи зазори між колодками і дисками (барабанами). Хід поршня ГГЦ в другій фазі відбувається при незначному підвищенні тиску в контурі, необхідному для подолання сили пружності гумових ущільнювачів колісних гальмівних механізмів (або зусилля стяжної пружини).

Третя фаза – активний хід поршня ГГЦ, що витрачаються на створення тиску в системі. Величина цього ходу залежить від коефіцієнта стисливості α_c , ступеня зношеності гальмівних накладок (об'єму робочих порожнин колісних циліндрів) і герметичності робочих об'ємів всього приводу. Герметичність робочих об'ємів має велике значення, так як від неї залежить виток робочого тіла з системи – одна з найпоширеніших несправностей гальмівних систем.

Четверта фаза – вистій. У цій фазі поршень ГГЦ нерухомий. Якщо виток робочого тіла з системи відсутній, то тиск в кожному контурі зберігається постійним до відпускання педалі.

П'ята фаза – зворотний хід поршня ГГЦ. При відпусканні педалі приводу під дією тиску і пружин поршень ГГЦ повертається у вихідне положення.

Для визначення перерахованих фаз руху поршня ГГЦ можна скористатися діаграмою тиску робочого тіла, записаною синхронно з переміщенням педалі. Однак, у другій фазі руху, коли поршень ГГЦ витісняє гальмівну рідину в колісні гальмівні циліндри, тиск наростає дуже повільно, а величина тиску становить 0,2 ... 0,3 МПа. У цьому неважко переконатися, аналізуючи діаграми, наведені на рис. 3.4. Визначити з достатньою точністю початок другої і третьої фази по діаграмі тиску проблематично.



I – хід поршня до перекриття компенсаційних отворів; II - витіснення гальмівної рідини, вибір зазорів між колодками і диском; III - активний хід поршня, що витрачається на створення тиску в системі; IV - момент, коли поршень ГГЦ нерухомий (не показаний);

V - зворотний хід поршня ГГЦ

1 - хід педалі гальма; 2 - тиск в гідроприводі; 3 - сила натискання на педаль; 4 - сила натискання на педаль; 5 - хід поршня ГГЦ; 6 - перша похідна тиску за часом dp/dt

Рисунок 3.4 – Осцилограми робочого процесу в контурі гідроприводу, отримані в статичному режимі

Пропонується визначати фази руху поршня ГГЦ по швидкості наростання тиску. Програма Power Graph містить вбудовану функцію диференціювання, за допомогою якої можна отримати першу похідну тиску, тобто швидкість наростання тиску, помістивши її в додатково відкритий канал.

У нижній частині рис. 3.4 приведена діаграма швидкості наростання тиску $dp/d\tau$, отримана шляхом диференціювання тиску $p = f(\tau)$ в програмі «Power Graph». Різде зростання $dp/d\tau$ свідчить про початок третьої фази – активного ходу поршня ГГЦ.

Друга фаза, яка відповідає витісненню поршнем ГГЦ гальмівної рідини в колісні гальмівні циліндри, супроводжується незначною швидкістю наростання тиску $dp/d\tau$ і також чітко помітна на рисунку.

Програма Power Graph має опцію «Аналіз», в складі якої є функція «X/Y – осцилограф». Вона дозволяє представити вміст одного каналу як функцію від вмісту іншого каналу.

Користуючись функцією «X/Y-осцилограф» на рис. 3.5 представили швидкість наростання тиску як функцію переміщення поршня ГГЦ.

З рис. 3.5 визначили, що активний хід поршня ГГЦ (третья фаза) починається після того, як він пройшов 3,4 мм, при цьому перша фаза становить 1,4 мм, друга фаза – 2 мм.

Переміщення поршня ГГЦ в другій фазі руху неважко перевірити по співвідношенню площ поршнів ГГЦ і колісних циліндрів.

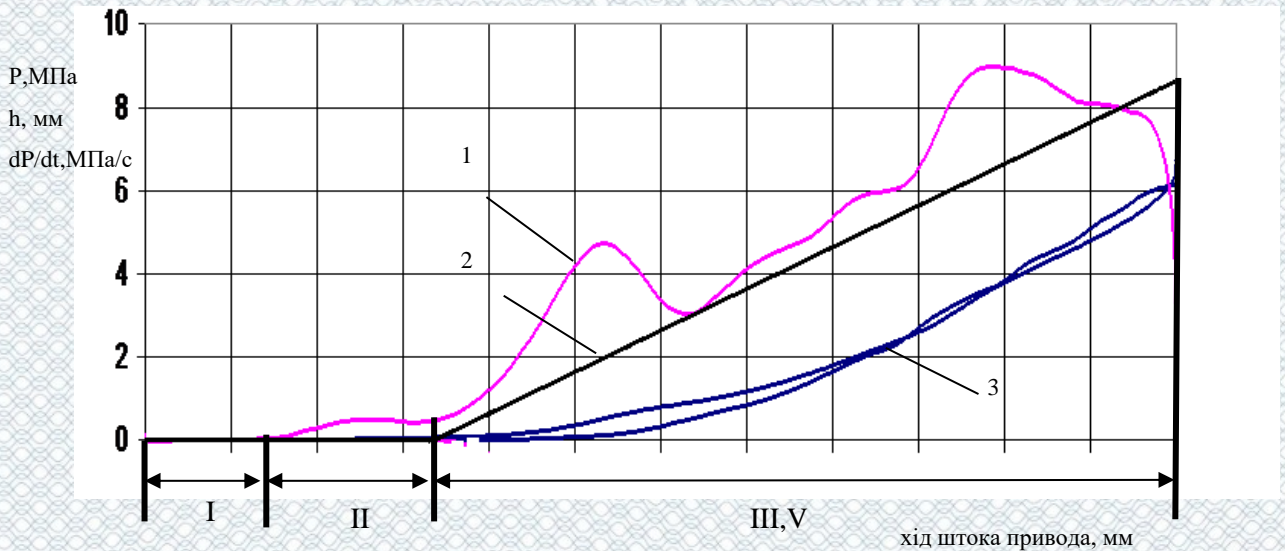
Площа поршня головного гальмівного циліндра – 4,45 см²; площі поршнів колісних механізмів: переднього – 22,90 см², заднього – 11,34 см².

Хід поршня ГГЦ в другій фазі руху

$$h_{22} = \frac{2(s_n + s_3)}{s_2} \cdot \delta = \frac{2(29,2 + 11,34)}{4,45} \cdot 0,13 = 1,989 \text{ мм,}$$

де $\delta = 0,13$ мм – усереднений зазор між накладками і дисками.

При загальному ході поршня 12 мм за вирахуванням сумарного переміщення в першій і другій фазах, що склало 3,4 мм, активний хід поршня ГГЦ за результатами статичних випробувань $h_a = 8,6$ мм.



I - хід поршня до перекриття компенсаційних отворів; II - витіснення гальмівної рідини, вибір зазорів між колодками і диском; III - активний хід поршня, що витрачаються на створення тиску в системі; IV - момент, коли поршень ГГЦ нерухомий (не показаний); V - зворотний хід поршня ГГЦ

1 - швидкість наростання тиску, МПа/с; 2 - активний хід поршня ГГЦ, мм;

3 - тиск у передньому колесі, МПа

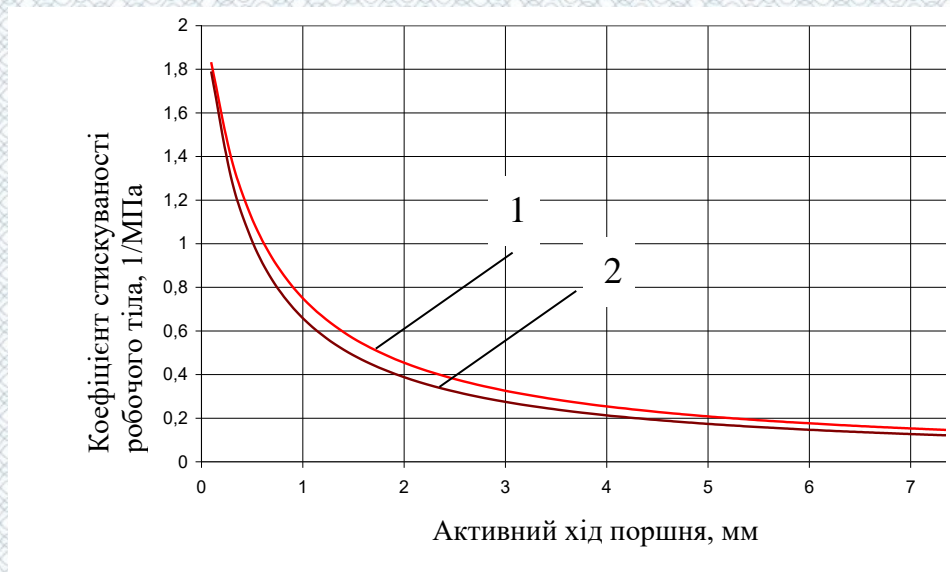
Рисунок 3.5 – Швидкість наростання і фази руху поршня

Після визначення активного ходу поршня ГГЦ з рівняння (3.42) знаходимо коефіцієнт стисливості як функцію $\alpha_c = f(V_a / p)$.

На рис. 3.6 приведена залежність коефіцієнта стисливості α_c від активного ходу поршня ГГЦ при двох послідовних натисканнях на педаль гальма.

Вище вказувалося, що коефіцієнт стисливості робочого тіла дуже сильно залежить від наявності повітря в системі. Отримані значення α_c на два порядки відрізняються від нормативних величин для даної гальмівної рідини, що, по-перше, свідчить про наявність повітря в системі; по-друге, зміна значень α_c при

двох послідовних натисканнях на педаль гальма свідчить про наявність витоку робочого тіла з системи.



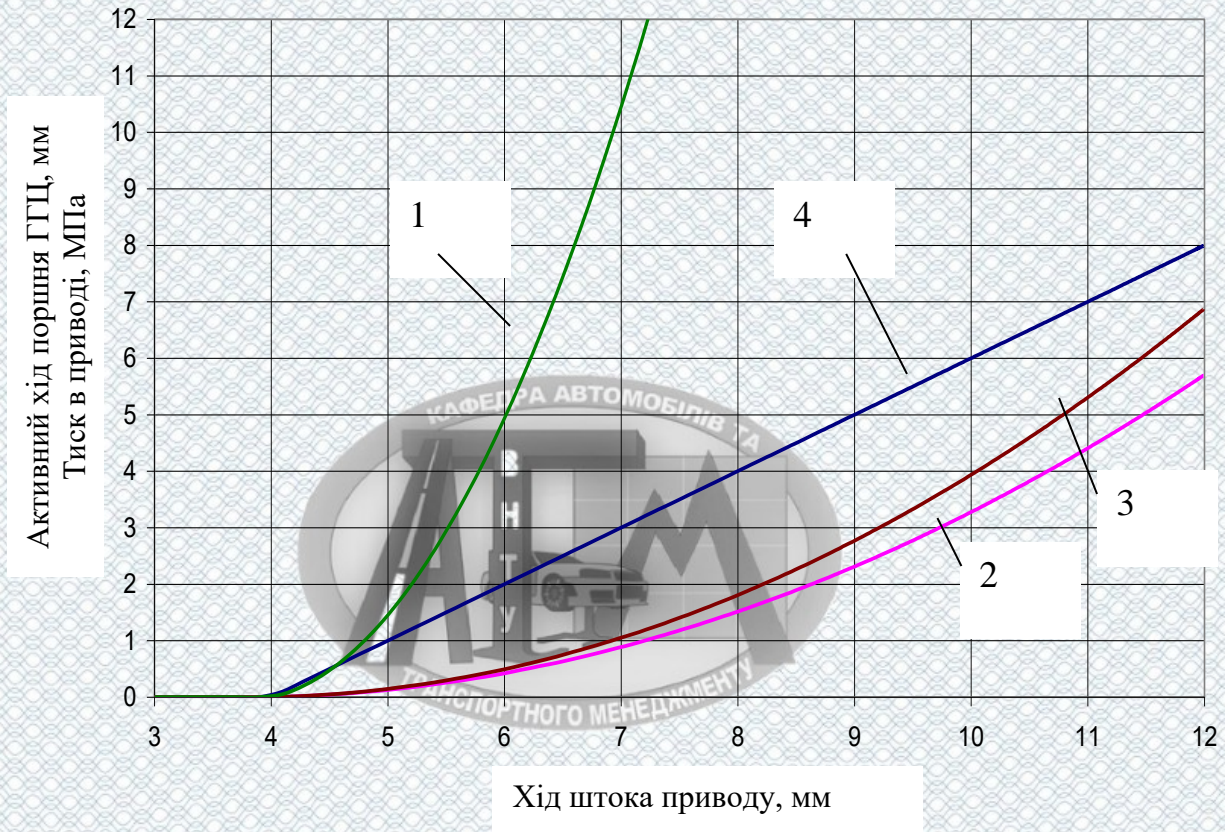
1 – 1-е натискання на педаль; 2 – 2-е натискання на педаль

Рисунок 3.6 – Залежність коефіцієнта стисливості від ходу поршня ГГЦ при дворазовому натисканні на педаль

У наведеному вище прикладі повторне натискання на педаль супроводжується підвищенням тиску. Це означає, що з системи через нещільності першим йде повітря, його місце займає рідина, зменшується α_c і тиск в системі при наступному натисканні на педаль досягає більш високих значень. На рис. 3.5 приведена залежність тиску від ходу поршня ГГЦ при різних значеннях коефіцієнта стисливості робочого тіла.

Дві нижні криві відображають тиск при α_c , зображених на рис. 3.6, а верхня крива – відповідає збільшенню α_c в сто раз. З рис. 3.7 видно, що зменшення вмісту повітря в робочому тілі системи сприяє досягненню більш високих значень тиску при меншому ході поршня ГГЦ.

Таким чином, коефіцієнт стисливості робочого тіла є інформативною ознакою для оцінки технічного стану гальмівної системи, дозволяючи виявляти такий вид несправності як наявність повітря в системі.



1 - система без повітря; 2,3 – система з різним ступенем заповітрявання;
4 – хід поршня ГГЦ

Рисунок 3.7 – Залежність тиску в приводі і ходу поршня ГГЦ від ходу штока приводу при різному коефіцієнті стискуваності

У розглянутому варіанті моделювання виток повітря з системи як більш м'якого, ніж рідина, робочого тіла призводив до підвищення тиску. Інакше проходить робочий процес, якщо з системи через зазори витікає рідина. Фрагмент осцилограми робочого процесу, наведений на рис. 3.4, свідчить про те, що через виток при нерухомому поршні ГГЦ тиск в системі поступово знижується.

Отже, зміна тиску при нерухомому поршні ГГЦ є інформативною ознакою для оцінки герметичності системи.

Адекватність моделі перевірялася при статичних випробуваннях. Перевірка адекватності моделі показала, що похибка моделювання не перевищує 13%.

Крім того, було виконано моделювання несправностей під час випробувань на стенді з біговими барабанами. Стендові випробування дозволяють без ризику для життя змодельовати різні несправності гальмівної системи, щоб потім їх можна було ідентифікувати на гальмівній діаграмі шляхом накладення діаграми справної гальмівної системи на діаграму автомобіля, що перевіряється.

Нами були змодельовані наступні несправності: замаслювання гальмівних накладок, зниження площі контакту накладок, повітря в системі гідроприводу і виток гальмівної рідини. Розберемо кожну несправність окремо.

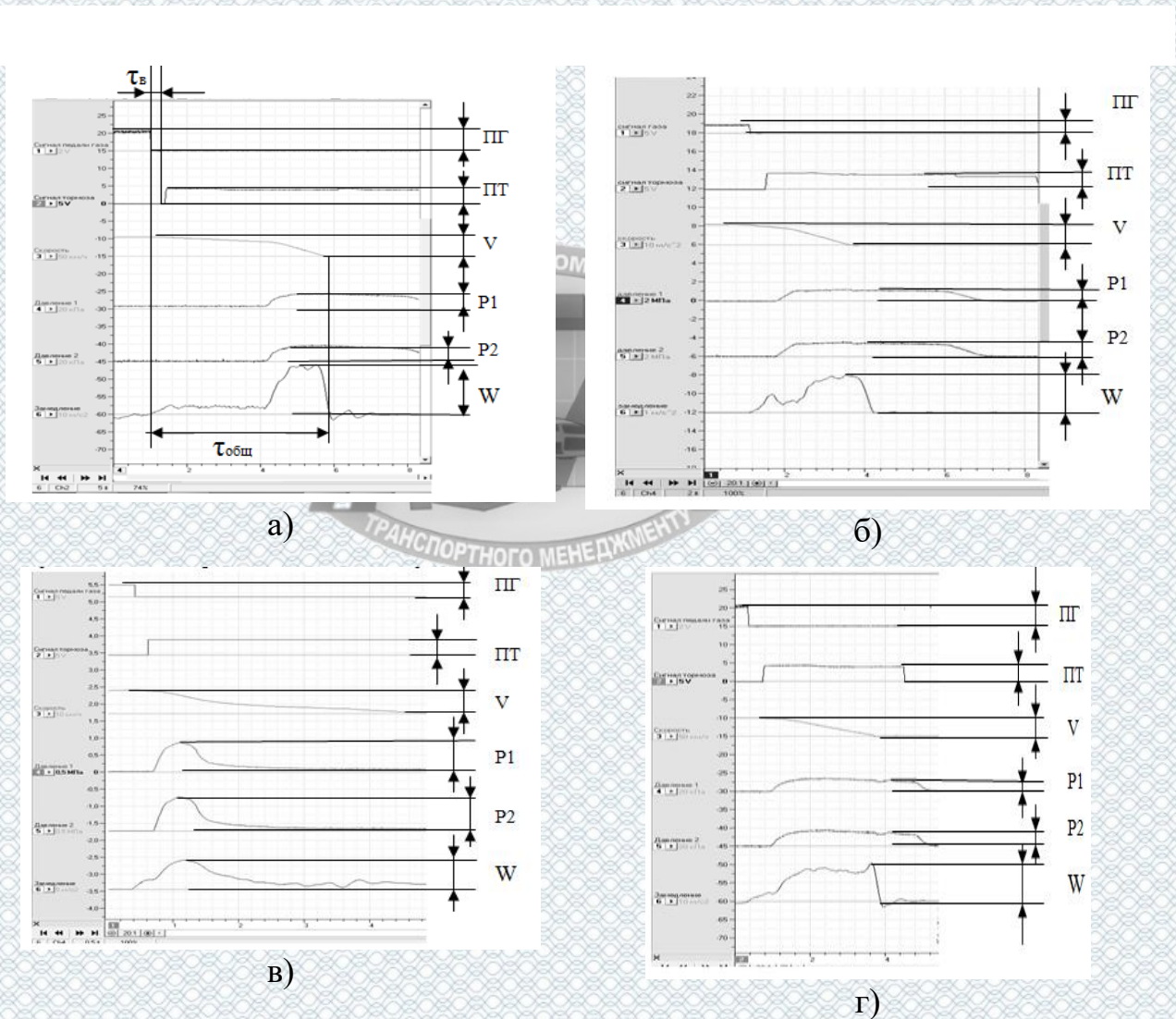
При наявності повітря в системі гідроприводу збільшується час наростання сповільнення. Діаграма має такий вигляд (рис. 3.8, а) тому, що спочатку стискається повітря, а коли воно все стиснуте, то починається стискатися рідина. Це добре видно на діаграмі наростання тиску.

Моделювання відбувалося наступним чином. Після установки в систему датчиків тиску, система не прокачувалася.

Зниження площі контакту досягалося сточуванням частини гальмівних накладок. Згідно з дослідженнями, які проводилися раніше, гальмівна діаграма повинна мати опуклість в середині або в кінці ділянки усталеного сповільнення. Діаграма показана на рис. 3.8 б. Крім опуклості, спостерігається ділянка зниження сповільнення, яку можна пояснити тим, що ще не вся площа накладок була притиснута до барабану.

Спад сповільнення від початку діаграми до кінця (рис. 3.8 в), згідно з попередніми дослідженнями найчастіше свідчить про виток гальмівної рідини. Виявляється дана несправність сплеском на діаграмі сповільнення.

Пояснюється це так – спочатку, при різкому натисканні на педаль, швидкість потоку рідини в магістралях велика, а динамічні гідроопори в місці витoku створюють протитиск, завдяки чому тиск зростає до максимуму. Коли ж педаль зупиниться, швидкість потоку падає до нуля, динамічні гідроопори зникають, рідина поступово витікає через нещільність, тиск в системі падає, що видно з графіків.



а) повітря в ГС; б) зниження площі накладок; в) виток рідини

г) поверхня накладки в маслі чи гальмівній рідині;

ПГ – положення педалі газа; ПТ – положення педалі гальма; V – швидкість автомобіля;

τ – час; P1 – тиск в передньому контурі системи; P2 – тиск в задньому контурі системи

Рисунок 3.8 – Моделювання несправностей в гальмівній системі

Замаслення гальмівних накладок. Дана несправність моделювалася наступним чином. Знімалося колесо, і на гальмівні накладки впорскувалася гальмівна рідина в достатній кількості. Така несправність, викликає різке падіння гальмівного моменту і коефіцієнта тертя. Сповільнення наростає на всій ділянці усталеного сповільнення. При експериментальній перевірці вийшла діаграма, показана на рис. 3.8 г

Слід зазначити, що раніше в роботах несправності не моделювалися, а лише висловлювалися припущення про те якої форми повинні бути гальмівні діаграми при різних несправностях. Якщо провести порівняння з отриманими діаграмами, то видно, що вони схожі тільки в узагальненому вигляді. Реальні діаграми з несправностями мало нагадують нерівнобічні трапеції, які можна бачити в літературі [13, 31-35].

3.4 Розрахунок ефективності запропонованих рішень

На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень з підвищення безпеки руху економічний ефект досягається за рахунок збільшення часу роботи автомобілів на лінії та скорочення збитків від простоїв внаслідок технічних несправностей. Тоді, економічний ефект від впровадження результатів дослідження складе

$$E = (\Pi_2 - \Pi_1) \cdot A_{cn} = \Delta\Pi \cdot A_{cn}, \quad (3.44)$$

де E – річний економічний ефект, грн.;

Π_1, Π_2 – прибуток від використання результатів дослідження, грн;

A_{cn} – облікова кількість АТЗ, од.

Слід зазначити, що капітальні вкладення для реалізації результатів досліджень не потрібні.

За [7, 36] прибуток при роботі АТЗ визначається так

$$П = Д - З_m - З_c - З_{ш} - З_{мо} - З_n - З_o - З_{зн}, \quad (3.45)$$

де $Д$ - дохід від транспортної роботи АТЗ, грн;

$З_m$ - витрати на паливо, грн;

$З_c$ - витрати на мастильні матеріали, грн;

$З_{ш}, З_{мо}$ - витрати, відповідно, на шини та технічне обслуговування, грн;

$З_n$ - накладні витрати, грн;

$З_o$ - плата за основні фонди, грн;

$З_{зн}$ - заробітна плата водія без простою, грн.

Введення витрат на ТО і ремонт в зазначену групу пов'язано з тим, що несправності, а тим більше знос сполучень силових агрегатів АТЗ, виникають внаслідок його роботи, тобто виконання транспортної роботи. Крім того, виконання ТО і ремонту служить для забезпечення працездатного стану автомобіля. У разі простою автомобіль доходу не приносить, але витрати при цьому мають місце.

До них слід віднести: накладні витрати, плату за основні фонди, амортизаційні відрахування на повне відновлення РС і зарплату водієві, яка нараховується в залежності від характеру виконаної ним роботи.

В цьому випадку збиток при простої автомобіля визначається як

$$П = Д - З_n - З_a - З_o - З_{зн}^{np}, \quad (3.46)$$

де $З_{зн}^{np}$ - зарплата водія при простої автомобіля в ремонті, грн;

$З_a$ - амортизаційні відрахування на повне відновлення РС, грн.

Віднімаючи з виразу (3.45) вираз (3.46), отримаємо величину збитку від простою

$$\Delta\Pi = D - Z_m - Z_c - Z_{ui} - Z_{mo} - Z_{zn} - Z_{zn}^{np}. \quad (3.47)$$

Дохід, отриманий автовласником від одного автомобіля при його роботі протягом дня, визначається з виразу

$$D = l_c \cdot C_{km}, \text{ грн} \quad (3.48)$$

або

$$D = T_{раб} \cdot C_c, \text{ грн} \quad (3.49)$$

де l_c - добовий пробіг АТЗ, км;

$T_{раб}$ - час роботи автомобіля у клієнта, год;

C_{km} , C_c - тариф вартості, відповідно, одного кілометра, грн / км, або однієї години роботи, грн / год.

Всі складові наведених рівнянь визначаються на підставі звітних даних автопідприємства. Простої в ТО і поточного ремонту, що приносять збитки, це наднормативні

$$\Pi_y = \Pi_\phi - \Pi_n, \quad (3.50)$$

де Π_ϕ, Π_n - фактичний і нормативний простій автомобіля, дн / тис.км.

Простої, що приносять збитки внаслідок несправності i -го найменування

$$\Pi_{uzi} = \Pi_\phi \cdot K_i, \quad (3.51)$$

де K_i - частка простою автомобіля, викликана несправністю i -го найменування.

За рік такі збитки складуть на один автомобіль

$$P_{зч} = P_{узч} \cdot \bar{L}_2, \quad (3.52)$$

де \bar{L}_2 - середній пробіг автомобілів за рік, тис.км.

Таким чином, величина збитку від простою автомобіля за рік складе

$$\Delta P_2 = \Delta P + P_{зч}. \quad (3.53)$$

В результаті використання розробленої методики річний економічної ефект у витраті на один автомобіль складе

$$\mathcal{E}_2 = P_2. \quad (3.54)$$

У табл. 3.4 наведені деякі вихідні дані і основні результати розрахунку економічної ефективності на один автомобіль.

Таблиця 3.4 – Економічна ефективність удосконалення контролю технічного стану автомобілів

Найменування показників	Умовні позначення	Кількісні показники
1	2	3
1. Величина втрат від простою автомобіля, грн/день	ΔP	5270
2. Нормативний простій автомобіля, дн / тис.км	P_n	0,25
3. Фактичний простій автомобіля, дн / тис.км	P_f	0,45
4. Частка простою автомобіля через несправність досліджуваного найменування, %	K_i	3,3
5. Простій через несправність i -го найменування дн / тис.км	$P_{узч}$	0,0198
6. Середній річний пробіг автомобіля, тис. км	\bar{L}_2	90
7. Простій автомобіля за рік через несправності гальм, дні / тис.км	$P_{зч}$	0,13
8. Економічний ефект загальний на один автомобіль, грн / рік	E	36329

Отримані результати (табл. 3.4) свідчать про високу економічну ефективність розробок.

Висновки до розділу 3

За результатами виконаних у третьому розділі досліджень розроблено методику покращення оцінки технічного стану гальмівної системи в залежності від умов експлуатації та індивідуальних особливостей конкретного АТЗ в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця. Отже поставлені завдання для цього розділу виконані.



4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз умов праці

Ефективне використання людських ресурсів є критичним чинником для соціально-економічного прогресу будь-якого підприємства. У сучасних умовах проблеми, пов'язані зі збереженням робочого потенціалу, профілактикою професійних захворювань та створенням безпечних умов на виробництві, набувають великої важливості. Проте, у практичній роботі часто маємо справу з ігноруванням принципів безпеки на роботі, що може призвести до травматизму та навіть загибелі працівників. Отже, вирішальним стає питання про обов'язки та відповідальність роботодавця за забезпечення належних умов праці на підприємстві. Рівень безпеки на виробництві визначається частотою та серйозністю небезпечних ситуацій, тривалістю їхнього виникнення, кількістю працівників, які опиняються під впливом небезпечних факторів, а також ефективністю застосованих заходів безпеки. Можливий вплив на працівників небезпечних та шкідливих виробничих факторів. До небезпечних виробничих факторів відносять фактори, вплив яких на працюючих приводить до травм, а шкідливих - фактори які приводять до захворювання.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що діють на працівників, поділяють за природою дії на фізичні, хімічні, та психофізіологічні.

В приміщенні, де здійснюються дослідження, на працюючих діють тільки дві групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів – фізичні та психофізіологічні.

До групи фізичних небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечної дії:

- підвищена чи понижена вологість повітря;
- підвищена чи понижена температура повітря;
- недостатність природного освітлення;

- недостатність освітлення робочого місця;
- підвищена чи понижена рухомість повітря.

Групу психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів по характеру дії поділяють на такі підгрупи: фізичні та нервово-психічні перевантаження. До фізичних перевантажень відносять – статичне; до нервово – психічних – монотонність праці, розумові навантаження, емоційні переживання.

4.2 Організаційно – технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

Електробезпека.

Забезпечення електробезпеки в приміщенні де здійснюється розробка передбачає впровадження таких заходів:

- Правильне встановлення та експлуатація електричного обладнання, такого як розетки, вимикачі, світильники та комп'ютери.
- Регулярна перевірка електричних систем на ознаки пошкоджень або несправностей, таких як перегрівання розеток або видимі драти.
- Встановлення захисних пристроїв, таких як автоматичні вимикачі або розетки з функцією відключення напруги.
- Надання інструкцій працівникам щодо правильної експлуатації електротехніки та дотримання правил безпеки.
- Проведення навчання з пожежної та електробезпеки для всього персоналу.
- Регулярне обслуговування та технічне обстеження електрообладнання для виявлення можливих проблем та їх своєчасного виправлення.
- Встановлення надзвичайних вимикачів та плану евакуації в разі пожежі або інших аварійних ситуацій.

Організація робочого місця.

Розташування робочого обладнання та організація простору важливі для створення безпечних та комфортних умов праці. Конструкція робочого місця має відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним характеристикам людини, а також виду виконуваної роботи. Розміщення робочих елементів повинно забезпечити зручне розташування працівника та доступ до обладнання.

4.3 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.

Визначається як система організаційних, технічних засобів, які запобігають або зменшують дію на робітника шкідливих факторів.

Санітарні вимоги до приміщення.

За санітарними нормами на одного працюючого має припадати не менше $S = 6 \text{ м}^2$ виробничої площі та $V = 15 \text{ м}^3$ об'єму за кількості персоналу до 20 чоловік.

Без урахування обладнання в приміщенні на одну людину припадає $S = 5 \text{ м}^2$ та $V = 14 \text{ м}^3$. Враховуючи площу обладнання отримуємо $S = 4,4 \text{ м}^2$ та $V = 12,8 \text{ м}^3$.

Мікроклімат.

Мікроклімат на робочому місці має важливе значення, оскільки він безпосередньо впливає на здоров'я, комфорт і продуктивність працівників. Основні параметри мікроклімату, такі як температура, вологість, швидкість руху повітря та чистота повітря, повинні відповідати встановленим нормам для забезпечення оптимальних умов праці. Нормування параметрів мікроклімату здійснюється у відповідності до вимогам «Санітарних норм мікроклімату».

виробничих приміщень» (ДСН 3.3.6.042-99), якими встановлені норми оптимальних та допустимих параметрів мікроклімату виробничих приміщень. В таблиці 4.1 наведені допустимі параметри мікроклімату у робочій зоні виробничих приміщень категорії 2а (до якої відноситься робота працівника за енерговитратами).

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	18-27	40-60	0,2-0,4
Холодний	17-23	40-60	0,1-0,3

Заходи щодо забезпечення сприятливого мікроклімату на робочому місці:

1. Вентиляція: у приміщенні наявна система вентиляції, яка забезпечує видалення пилу та шкідливих речовин з повітря; необхідно використовувати локальні відсмоктувачі для видалення пилу від місць його утворення.
2. На робочому місці наявна система опалення, яка забезпечує підтримку комфортної температури взимку.

Освітлення

Освітлення на робочому місці має велике значення з точки зору забезпечення безпечної та ефективної праці. Основні аспекти значення виробничого освітлення включають:

1. Ефективне освітлення допомагає убезпечити працівників від травм та нещасних випадків, що можуть виникнути через погану видимість або недостатнє освітлення робочих зон та обладнання.
2. Достатнє освітлення стимулює працівників до більш ефективної роботи, оскільки полегшує виконання завдань, зменшує кількість помилок та покращує концентрацію.

3. Правильне освітлення забезпечує комфортні умови праці, що має велике значення для збереження здоров'я та добробуту персоналу.

4. Відповідне освітлення дозволяє працювати з високою точністю та якістю, що важливо для виготовлення продукції високої якості.

5. Використання енергоефективних систем освітлення сприяє зменшенню споживання електроенергії та витрат на утримання виробничих приміщень.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО при природному та сумісному освітленні відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 зазначені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізновання	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Середньої точності	Від 0,5 до 1	IV	a	малий	темний	750	200	4	1,5	2,4	0,9

Дотримання норм освітленості у виробничих приміщеннях є ключовим фактором для збереження здоров'я працівників та підвищення їхньої працездатності. До основних заходів з досягнення цієї мети належать:

1. Систематичний аналіз рівня освітлення в приміщеннях, що дозволяє визначити недоліки та вжити необхідних заходів для їх усунення.

2. Використання сучасних та економних систем освітлення, які відповідають нормам освітленості, яке забезпечить рівномірний розподіл світла по робочих зонах.

3. Розташування світильників таким чином, щоб уникнути сліпучого блиску та тіней на робочих поверхнях, створить комфортні умови для праці.

4. Можливість регулювати яскравість освітлення в залежності від потреб працівників та специфіки виробничих процесів, яке дозволить оптимізувати умови праці.

5. Своєчасне очищення та технічне обслуговування світильників, що забезпечить їхню максимальну ефективність та дозволить економити електроенергію.

Шум

Високий рівень шуму на робочому місці може викликати стрес, дискомфорт і втому серед працівників. Зменшення шуму сприяє підвищенню комфорту та загального самопочуття на робочому місці. Тривала експозиція до високого рівня шуму може призвести до пошкодження слуху, порушень сну, збільшення ризику серцево-судинних захворювань, а також зниження концентрації та продуктивності працівників. Зменшення виробничого шуму сприяє поліпшенню уваги та концентрації працівників, що може покращити якість виконаної роботи. Допустимі рівні звукового тиску та рівні звуку L_A в приміщенні наведені у таблиці ..5. (згідно ДСН 3.3.6.037-99).

Таблиця 4.3 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного шуму

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

Для забезпечення прийнятних рівнів шуму в приміщенні передбачається використання звукопоглинальних матеріалів при необхідності, а також раціональне розташування виробничого обладнання. Ці заходи спрямовані на забезпечення встановлених нормативами рівнів шуму в приміщенні та створення комфортних умов для присутності людей.

Виробничі випромінювання

Під час виконання досліджень розробником використовувалося електрообладнання, що призвело до збільшення рівня електромагнітного випромінювання на робочому місці. Вплив цього випромінювання на організм працівника залежить від різноманітних факторів, таких як діапазон частот, тривалість опромінення, характер та режим його випромінювання, а також розміри поверхні тіла, що піддається випромінюванню, та індивідуальні особливості організму. Електромагнітні випромінювання, що випромінюються відеодисплеями, охоплюють широкий діапазон частот, який згідно зі стандартами оцінюється у діапазоні від 5 Гц до 400 кГц. Гранично допустимі значення напруженості електричного і магнітного полів промислової частоти в залежності від часу їх впливу встановлюються ДСанПіН 3.3.6.096-2002. Згідно з цим нормативним документом перебування в ЕП промислової частоти напруженістю до 5 кВ/м допускається протягом усього робочого дня. Гранично допустимі рівні електромагнітного поля радіочастотного діапазону для працівника становлять $E_{гдр} = 25$ В/м та $B_{гдр} = 250$ нТл. Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання на проектувальника слід дотримуватися раціонального режиму роботи та відпочинку.

4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Розробка та розрахунок пункту спеціальної обробки (ПуСО) на базі станції технічного обслуговування «AutoClub»

Призначення ПуСО

Забруднення транспортних засобів і техніки радіоактивними речовинами може відбуватися під час випадання радіоактивного пилу, речовин з радіоактивної хмари або при подоланні зараженої місцевості.

При однакових рівнях радіації на місцевості ступінь забруднення машин може бути різною в залежності від їх виду, стану та умов забруднення. Це пояснюється тим, що з гладеньких, похилих поверхонь радіоактивний пил легко обсипається або змивається опадами, а на поверхнях складної конфігурації концентрується.

Вважається, що при випаданні радіоактивного пилу, речовин в суху погоду транспортні засоби та техніка забруднюються з щільністю, яка становить 10% від щільності забруднення місцевості. Якщо транспортні засоби та техніка забруднені за рахунок процесів вторинного пилоутворення, можна вважати, що ступінь їх забруднення приблизно в 100 разів менше від ступеня забруднення місцевості. Залежно від наявності засобів дезактивації, ступеня забруднення і часу використовується той чи інший способи дезактивації.

Один з найбільш доступних способів дезактивації – це змивання радіоактивних речовин струменем води під тиском. Виконується він за допомогою спеціальних машин і приладів або машин і приладів, які використовуються в народному господарстві. При змиванні радіоактивного пилу всю поверхню забрудненого об'єкта послідовно зверху до низу обмивають сильним струменем води. Струмінь направляють під кутом 30-60 до поверхні, яка обробляється, на відстані 3-4 м з тим, щоб вода стікала на землю, а не розбризкувати в різні боки. Особливо щільно промивають пази і щілини. Ступінь забруднення об'єкту в результаті такої обробки може бути знижена у 10-20 разів.

Іншим способом дезактивації є змивання радіоактивних речовин водою або миючими розчинами з одночасною протиранням підручними засобами, змоченими в дезактивуючих розчинах, водою або розчинниками. Для

досягнення повноти дезактивації забруднені поверхні обробляють 2-3 рази. Після кожної обробки поверхня протирається насухо.

Часткова дезактивація транспортних засобів і техніки здійснюється при необхідності після виходу із забрудненого району. Для проведення часткової дезактивації в першу чергу використовуються підручні засоби: віники, щітки і т. ін. Можна також використовувати дезактивуючі комплекти і спеціальні розчини, якщо вони є в наявності.

Часткова дезактивація проводиться обслуговуючим персоналом транспортних засобів і техніки. За допомогою спеціальних засобів і матеріалів обробляються ті місця й вузли машин, до яких торкалися у процесі управління. Дезактивацію автомобіля починають з обробки тенту. Спочатку його вибивають, перебуваючи у внутрішній частині кузова; потім, ставши на задній борт кузова, обмітають віником або щіткою. Верх кабіни, моторну частину автомобіля, переднє скло, щітки і підніжки обмітають і протирають. Потім обробляють внутрішні поверхні кабіни, прилади і важелі управління. Якщо на машині передбачається перевезення людей, то додатково обробляється задній борт із зовнішнього боку і внутрішня поверхня кузова.

Розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки.

Визначення кількості естакад необхідних для миття автомобілів

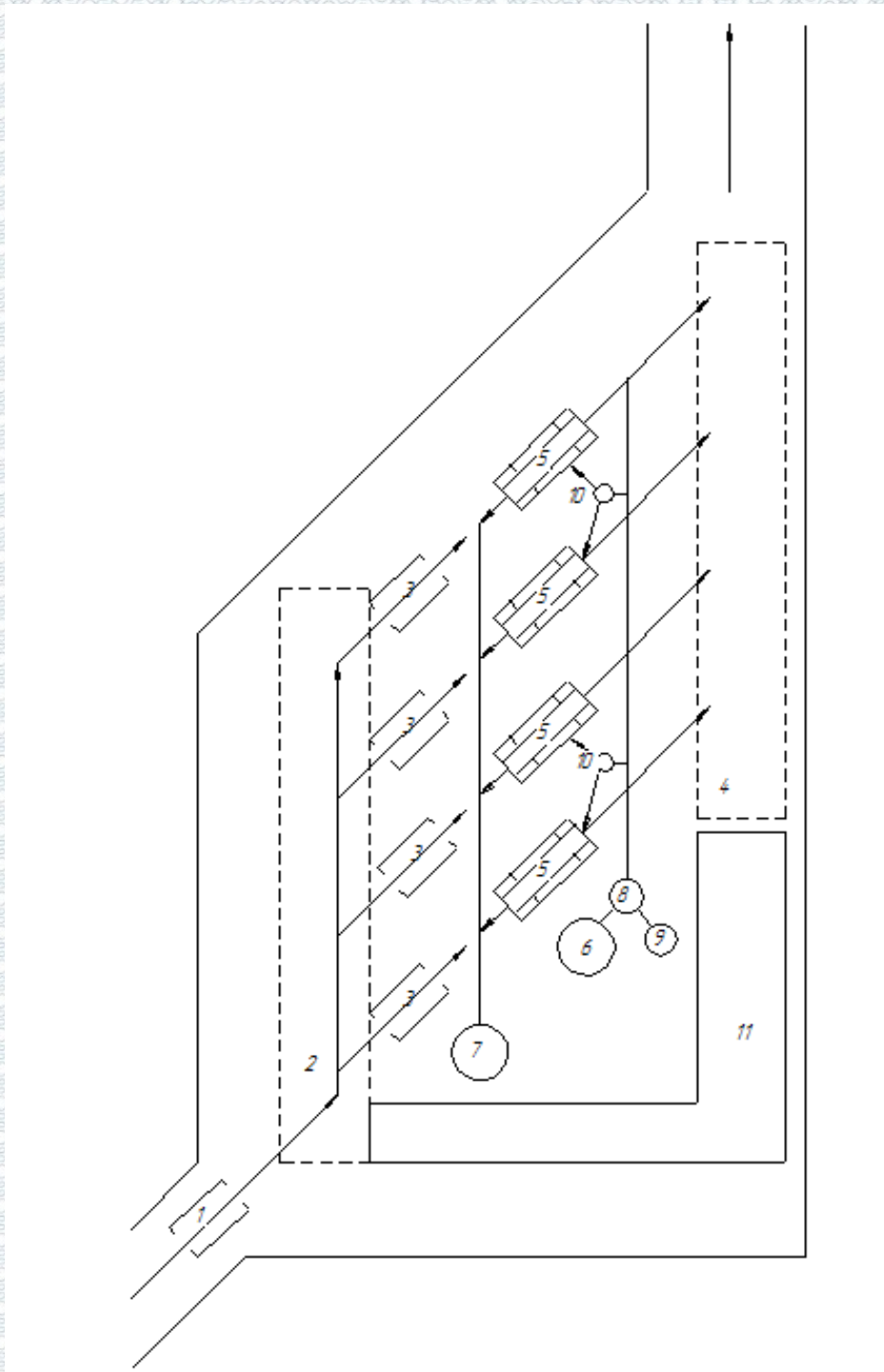
$$N_e = \frac{H_{год} \cdot t_m}{60} = \frac{15 \cdot 15}{60} = 3,75,$$

де $H_{год} = 15$ (авт/год) – інтенсивність руху автомобілів;

$t_m = 15$ (хв.) – час витрачений на миття одного автомобіля.

Приймаємо 4 естакади (рис. 4.1).

Визначаємо необхідну кількість постів для прибирання



1 - зона дозиметричного контролю, 2 - зона висадки пасажирів, 3 - зона проведення прибирання, 4 - зона посадки пасажирів, 5 - естакади, 6 - ємність з водою, 7 - відстійник стічних вод, 8 - змішувач, 9 - ємність з дезактиваційним розчином, 10 - система подачі води, 11 - пункт санітарної обробки пасажирів та очікування.

Рисунок 4.1 – Схема організації ПуСО

$$N_e = \frac{H_{\text{зод}} \cdot t_n}{60} = \frac{15 \cdot 14}{60} = 3,5,$$

де $t_n = 14$ (хв) – мінімальний час необхідний для прибирання одного автомобіля.

Приймаємо 4 пости для прибирання.

Визначаємо необхідну кількість води для миття автомобілів на 7 днів:

1. Протягом 7 днів безперервної роботи через ПуСО пройде

$$H_{7\text{д}} = H_{\text{зод}} \cdot 24 \cdot 7 = 15 \cdot 24 \cdot 7 = 2520 \text{ (авт.)}$$

2. Необхідна кількість води для миття одного автомобіля $V_a=190$ л, тоді необхідна кількість води на 7 днів

$$V_{7\text{д}} = 2520 \cdot 190 = 478800 \text{ (л)}.$$

Визначаємо необхідну кількість препарату для дезактивації за умови, що витрати необхідного розчину будуть такі як витрати води

$$V_{\text{п}} = M_{\text{п}} \cdot V_{\text{а}},$$

Норми витрати ОП-10 на один літр води складають $M_n = 0,3\%$, тоді

$$V_{\text{п5д}} = M_{\text{п}} \cdot V_{5\text{д}} = 0,003 \cdot 478800 = 1436,4 \text{ (л)}.$$

Норми витрати натрію гексаметафосфату (ГМФН) 0,7%, знайдемо його необхідну кількість

$$V_{\text{п5д}} = M_{\text{п}} \cdot V_{5\text{д}} = 0,007 \cdot 446800 = 3351,6 \text{ (л)}.$$

Висновки до розділу 4

В результаті написання даного розділу було розглянуто такі питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки під час проведення підвищення безпеки руху автомобілів в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця, безпека в надзвичайних ситуаціях. Поставлені завдання виконані.



ВИСНОВКИ

У даній магістерській кваліфікаційній роботі було виконано дослідження, спрямовані на покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця. Зокрема було зроблено:

- виконано науково-технічне обґрунтування розробок з покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «Autoclub» місто Вінниця;
- сформовано методичні аспекти діагностування технічного стану транспортних засобів для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки;
- розроблено методику та практику підвищення ефективності діагностування технічного стану гальмівної системи як основної складової забезпечення активної безпеки АТЗ;
- розроблено заходи забезпечення охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;
- визначено ефективність запропонованих рішень.

Основні результати дослідження:

- покращують показники безпечності експлуатації автотранспортних засобів категорії М1 забезпечені в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця;
- покращують якість технічної підготовки автомобілів;
- дозволяють підвищити ефективність системи організації технічного обслуговування та ремонту АТЗ на підприємстві.

Отже поставлені завдання виконані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кашканов А. А., Орлюк В. В. Аспекти забезпечення ефективної експлуатації автотранспортних засобів // Електронне наукове видання матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)», 20.05.2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/21385/17736>.
2. Статистика. Патрульна поліція України. Веб-сайт. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>.
3. Кашканова А.А., Біліченко В.В. Аспекти забезпечення безпеки дорожнього руху в транспортних системах міст України. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2024. Том1 №22. С. 170-181. DOI: 10.36910/automash.v1i22.1358
4. European Automobile Manufacturers' Association (ACEA). The Automobile Industry Pocket Guide 2023/2024, Brussels, Belgium. URL: <https://www.acea.auto/files/ACEA-Pocket-Guide-2023-2024.pdf> (accessed 03.05.2024).
5. Nishant Parekh, Todd Campau. Average Age of Vehicles in the US Increases to 12.2 years, according to S&P Global Mobility. URL: <https://www.spglobal.com/mobility/en/research-analysis/average-age-of-vehicles-in-the-us-increases-to-122-years.html> (accessed 11.05.2024).
6. Mathilde Carlier. Average age of the European Union car fleet between 2017 and 2021. Statista. Transportation & Logistics». Vehicles & Road Traffic. Website. URL: <https://www.statista.com/statistics/1273358/average-car-age-eu/> (accessed 11.05.2024).
7. Кашканов А.А., Біліченко В.В. Експлуатація та обслуговування транспортних машин. Вінниця: ВНТУ, 2004. 136 с.

8. Бучацький С., Дубровський В., Новицький О., Онищук О., Прокіпчук Л. Український авторинок: історія проблем та як їх розв'язати. ГС «Інститут досліджень авторинку». Веб-сайт. URL: <https://eauto.org.ua/news/130-ukrajinskiy-avtorinok-istoriya-problem-ta-yak-jih-rozv-yazati> (дата звернення 08.05.2024).
9. Говорущенко М. Я., Волков В. П., Шаша І. К. Забезпечення безпеки руху на автомобільному транспорті: монографія. Харків: ХНАДУ, 2007. 361 с.
10. ДБН А.2.2-1:2021 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). Київ: Укрархбудінформ, 2022.
11. Кашканов А. А. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник / А. А. Кашканов, О. Г. Грисюк, І. І. Гуменюк. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 90 с.
12. Bosch Automotive Handbook. 11th Edition. / [Reif K., Dietsche K.-H. & others]. Karlsruhe : Robert Bosch GmbH, Wiley, 2022. 2048 p.
13. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2009. 267 с.
14. Kashkanov A. A., Rotshtein A. P., Kucheruk V. Yu., Kashkanov V. A. Tyre-Road friction Coefficient: Estimation Adaptive System. Bulletin of the Karaganda University. «Physics» series. 2020. № 2(98). P. 50-59. DOI: 10.31489/2020Ph2/50-59.
15. Кукурудзяк Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Технологія обслуговування : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2023. 227 с.
16. Кашканов А.А., Варчук В.В., Зелінський В.Й., Севостьянов С.М. Аналіз витрат операційної діяльності пасажирського АТП з урахуванням зміни їх структурних елементів. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2009, № 3. С. 7-12.
17. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Підручник. К.: Вища школа, 2008. 527 с.
18. Кашканов А.А., Буряк В.В., Москалюк М.Л. (2023). Аспекти логістичного забезпечення виробничих процесів підприємств автомобільного

транспорту України. Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць. Вінниця: ВНТУ. С. 154-156.

19. Мигаль В. Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія. Харків: Майдан, 2018. 262 с.

20. Yue, W., Li, C., Wang, S., Xue, N. & Wu, J. Cooperative incident management in mixed traffic of CAVs and human-driven vehicles. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 2023. DOI: 10.1109/TITS.2023.3289983.

21. Pacejka HB (2012) Tyre and vehicle dynamics. 3rd Ed. Butterworth-Heinemann, Elsevier. DOI: 10.1016/C2010-0-68548-8.

22. Jazar RN (2014) Vehicle Dynamics: Theory and Application. 2nd Ed. NY: Springer, USA. DOI: 10.1007/978-1-4614-8544-5.

23. Kashkanov A.A., Diorditsa V.M., Kucheruk V.Yu., Karabekova D.Zh., Khassenov A.K., & Sharzadin A.M. (2019). Inertial evaluation of the tyre-road interaction during emergency braking. *Bulletin of the University of Karaganda — Physics*, 2(94), 82–91. <https://doi.org/10.31489/2019Ph2/82-91>.

24. Кашканов А. А. Технології підвищення ефективності автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2018. 160 с.

25. Сухарев Е.О. Експлуатаційна надійність машин. Теорія, методологія, моделювання: навчальний посібник. Рівно: НУВГП, 2006. 192 с.

26. Варфоломєєв В.М., Волошина Н.А. Економіко-математичне моделювання в оптимізації функціонування транспортних машин. Харків: ХНАДУ, 2005. 160 с.

27. Канарчук В.Є., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин: Підручник. Київ: Либідь, 2003. 424 с.

28. Гранкін С. Г., Малахов В. С., Черновол М. І., Черкун В. Ю. Надійність сільськогосподарської техніки. Київ: Урожай, 1998. 208 с.

29. Дембіцький В.М., Павлюк В.І., Придюк В.М. Технічна експлуатація автомобілів: навчальний посібник. Луцьк: Луцький НТУ, 2018. 473 с.
30. Лисий О. В. Підвищення ефективності експлуатації автомобільних поїздів шляхом управління їх технічним станом: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / Олександр Васильович Лисий. Х., 2016. 200 с.
31. Булгаков М. П. Діагностування гальмівної системи автомобіля з урахуванням уповільнення й тиску робочого тіла: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / Микола Петрович Булгаков. Х., 2012. 117 с.
32. Khan Y., Kulkarni P., Youcef-Toumi K. Modeling, Experimentation and Simulation of a Brake Apply System. American Control Conference. 1992. P.226-230.
33. Кашканов А. А., Ребедайло В. М., Кашканов В. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2010. 148 с.
34. Qingyuan Li, Keith W. Beyer, Quan Zheng. A Model-Based Brake Pressure Estimation strategy for Traction Control System. SAE 2001, World Congress Detroit, Michigan March 5-8, 2001.
35. Automatic Braking Control for IVHS Dragos B. Maciuca, J. Christian Gerdes and J. Karl Hedrick Department of Mechanical Engineering University of California, Berkeley Berkeley, California 94720, USA.
36. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни “Економічне обґрунтування інноваційних рішень в галузі транспорту” для студентів спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» денної та заочної форми навчання / Уклад. В. В. Біліченко, С. О. Романюк. Вінниця : ВНТУ, 2016. 63 с.
37. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://sop.zp.ua/norm_praop_0_00-7_15-18_01_ua.php

38. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги - [Електронний ресурс] - http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71028

39. Правила улаштування електроустановок - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

40. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14._nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html

41. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

42. СанПіН 2.2.4.1294-03 «Фізичні фактори виробничого середовища. Гігієнічні вимоги до аероіонного складу повітря виробничих і громадських приміщень» - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.ionization.ru/issue/iss5.htm>

43. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

44. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

45. ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>

46. Положення про кваліфікаційні роботи на другому (магістерському) рівні вищої освіти. СУЯ ВНТУ-03.02.02-П.001.01:21. [Електронний ресурс]. URL: <https://iq.vntu.edu.ua/repository/getfile.php/3091.pdf>.



ДОДАТОК А (обов'язковий). Ілюстративна частина



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

Покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах
станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця

Графічна частина
до магістерської кваліфікаційної роботи
зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

Керівник роботи д.т.н., професор

Розробив студент гр. 1АТ-22мз



Кашканов А.А.

Ліпчанчук В.І.

Вінниця ВНТУ 2024

Метою дослідження є покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця.

Досягнення мети роботи **забезпечується вирішенням** таких **задач**:

- науково-технічне обґрунтування розробок з покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «Autoclub» місто Вінниця;
- формування методичних аспектів діагностування технічного стану транспортних засобів для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки;
- розробка заходів забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях і з охорони праці;
- дослідження ефективності запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження – процеси забезпечення безпеки руху АТЗ в умовах експлуатації.

Предмет дослідження – показники функціонування вузлів, агрегатів і систем АТЗ, які забезпечують їх активну безпеку.

Наукова новизна отриманих результатів

Отримали подальший розвиток методи проведення діагностування за критерієм забезпечення безпеки руху, метод оцінки технічного стану гальмівної системи в залежності від умов експлуатації та індивідуальних особливостей конкретного АТЗ.

Практична значимість отриманих результатів



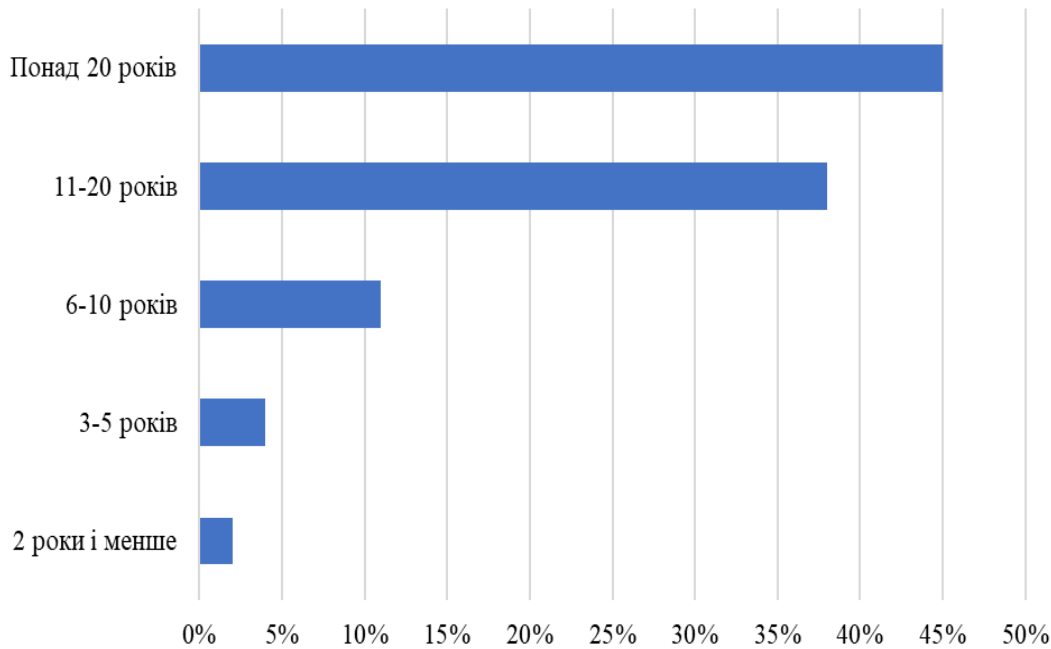
Основні результати дослідження:

- покращують показники безпечності експлуатації автотранспортних засобів категорії М1 забезпечені в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця;
- покращують якість технічної підготовки автомобілів;
- дозволяють підвищити ефективність системи організації технічного обслуговування та ремонту АТЗ на підприємстві.

Загальна характеристика проблеми безпеки руху на автомобільному транспорті України

Результати аналізу статистичних даних за 2023 рік свідчать, що в Україні за добу відбувається близько 65 дорожньо-транспортних пригод (ДТП), в яких порядки 80 людей отримує травми та гине щонайменше 9 чоловік.

Структура автопарку України за віком



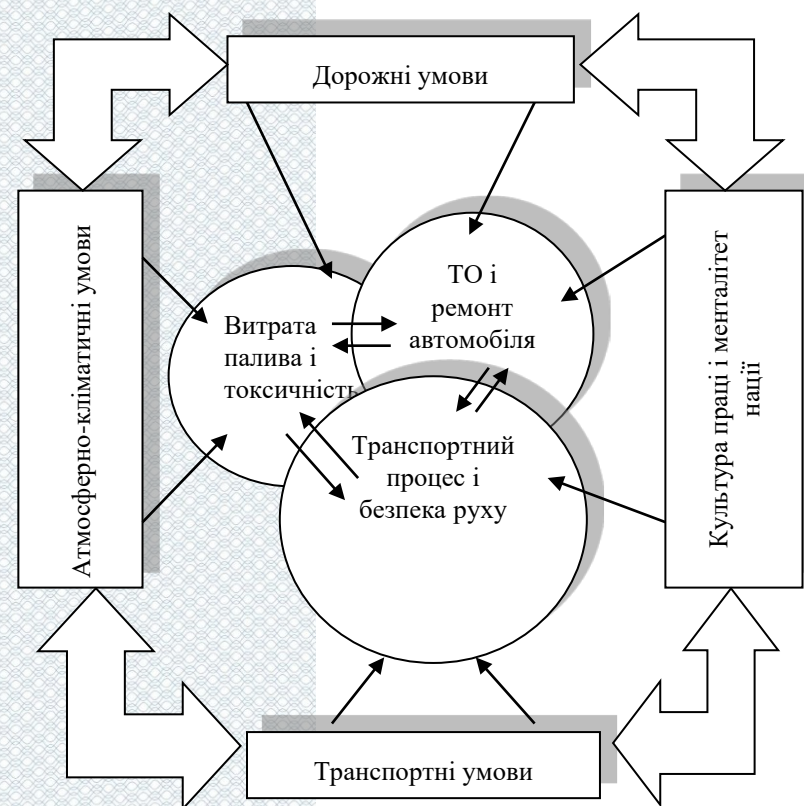
Розподіл ДТП в Україні за видами несправностей АТЗ

Несправні елементи і системи	Доля ДТП, %
Робоча і стоянкова гальмівні системи	24,2-25,8
Шини (розрив, знос протектора)	23,1-24,9
Освітлювальні і світлосигнальні прилади	17,5-16,5
Рульове керування	14,1-14,4
Колеса (заклинювання, відриви)	4,2-4,6
Зчіпний пристрій	1,2-1,6
Інші	7,0-6,8

Чинники, що безпосередньо впливають на БДР



Схема взаємодії основних підсистем автомобільного транспорту



Гальмівна система як частина загальної конструкційної концепції безпеки автомобіля

Аспекти реалізації концепції безпеки автомобіля

Ефективність гальмування автомобілів впливає на:

1. Зупинний шлях
2. Уникнення перешкод
3. Час реакції
4. Стійкість автомобіля
5. Екстрене гальмування
6. Запобігання наїзду на людину

Превентивна система безпеки сучасних АТЗ



Загальна характеристика діяльності станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця»

Станція технічного обслуговування (СТО) «AutoClub» знаходиться за адресою: вулиця Батозька 2а, м. Вінниця. СТО надає послуги з технічного обслуговування (ТО) та ремонту АТ, підбору та замовлення автозапчастин до АТЗ.



Діагностика/
Огляд



Діагностика



Датчики та
системи
попередження



Гальмівна
система



Оливи та
фільтри



Двигун



Підвіска



Вихлопна
система



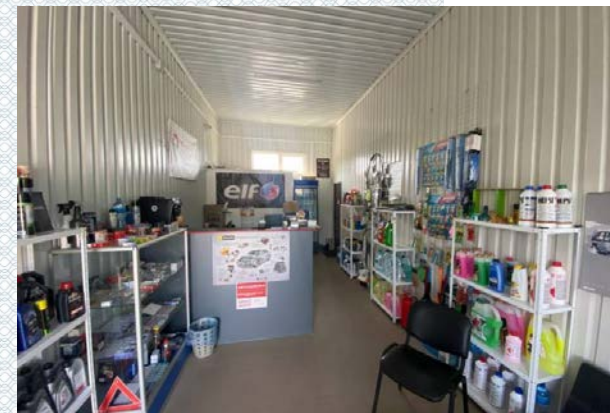
Обслуговування
кондиціонерів



Електрика



Відновлення,
реставрація,
ремонт
автомобільних
деталей



Математичні моделі параметрів, що визначають безпеку руху

Імовірнісна оцінка несправності ТЗ

$$R_i = P(XBD) \cdot Q_i = Q_i \cdot P(B/X) \cdot P(D/XB)$$

Експертна оцінка ризику несправностей ТЗ

$$\hat{R}_i = n \cdot \hat{k}_i \cdot \hat{l}_i \cdot \hat{P}_i \cdot \hat{Q}, \quad \hat{R}_0 = \sum_{i=1}^N m_i \cdot \hat{R}_i$$

Умови Z_q і W_I вибору відповідно q -го вузла і I -го агрегату для діагностування з метою забезпечення безпеки ТЗ

$$Z_q = \prod_{k=1}^{N'''} p_i \cdot r_m \cdot g_k = 1, \quad q = 1, 2, \dots, N'''$$

$$W_I = \prod_{I=1}^{n'''} q_j \cdot t_f \cdot h_e = 1, \quad I = 1, 2, \dots, n'''$$

Критерій оптимальності вибору сукупності діагностичних параметрів

$$k_v'' = \text{Min } k_v', \quad \text{де } k_v' = |S'_v| \quad \text{для всіх } v = 1, 2, \dots, v_{\max}.$$



v_{\max} – кількість сукупностей діагностичних параметрів, які дозволяють виявити необхідний перелік несправностей

k – загальна кількість діагностичних параметрів агрегату (системи)

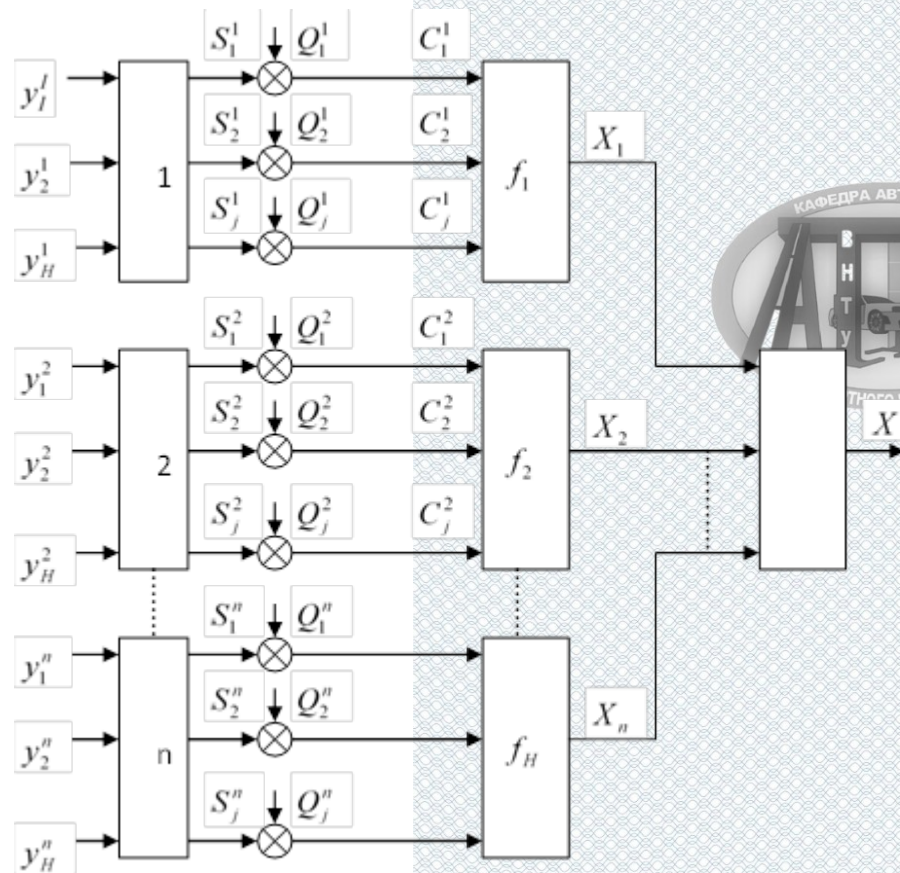
S – безліч діагностичних параметрів одного агрегату (системи)

Оператор W , що перетворює множини S_n вихідних (діагностичних) параметрів і Y_n тестових вхідних (стимулюючих) дій в множину X_n відбиває внутрішній технічний стан n -го «чорного ящика»

Діагноз $X = \mathcal{N}\{X_n\} = \mathcal{N}\{\mathcal{N}(S_j)\}$

$$X_n = W_n(S_n; Y_n)$$

Графічне представлення АТЗ як об'єкта діагностування за критеріями безпеки



y_j^n – стан j –ї тестової дії на n – у складову частину об'єкту;

S_j^n – стан j – го виходу (діагностичного параметра або ознаки) n – і складової частини об'єкту;

Q_j^n – нормативне граничне значення j – го виходу n – і складової частини об'єкту;

C_j^n – нормований стан j – го виходу n – і складової частини об'єкту, представлений в бінарній формі;

X_n – внутрішній технічний стан (структурний параметр) n – і складової частини об'єкту в бінарному представленні;

X – внутрішній технічний стан ТЗ в цілому як об'єкту перевірки в бінарному представленні

Властивості гальмівної системи та рульового керування АТЗ, що діагностуються за критеріями безпеки дорожнього руху

Агрегат, система, вузол - об'єкт діагностування по критеріях безпеки	Властивість (складова частина), що діагностується	Метод діагностування
1. Робоча гальмівна система	Ефективність гальмування	На барабанних стендах У дорожніх умовах по гальмівному шляху У дорожніх умовах за часом спрацьовування приводу і сталому уповільненню
2. Стоянкова гальмівна система	Ефективність гальмування	На барабанних стендах ТЗ дозволеної максимальної маси На барабанних стендах ТЗ спорядженої маси На ухилі ТЗ категорій М і N дозволеної максимальної маси На ухилі ТЗ категорій М і N спорядженої маси У дорожніх умовах по сталому уповільненню ТЗ категорій М ₂ , М ₃ , N ₂ і N ₃
3. Запасна гальмівна система	Ефективність гальмування	На барабанних стендах У дорожніх умовах по гальмівному шляху У дорожніх умовах за часом спрацьовування приводу і сталому уповільненню
4. Допоміжна гальмівна система	Ефективність гальмування	У дорожніх умовах по сталому уповільненню
5. Інерційний гальмівний привід	Правильність регулювання	За величиною вільного ходу пристрою управління на відчепленому причепі
6. Гальмівний привід	Регульовальник гальмівних сил	Тиск на контрольному виводі або параметр, встановлений виробником
	АБС	По сигналізаторах АБС У дорожніх умовах по збереженню стійкості ТЗ при гальмуванні
	Система сигналізації і манометри	По адекватності спрацьовування світлових сигналізаторів і свідчень манометрів
	Герметичність гальмівного приводу і тиск на контрольних виводах	Органолептичний контроль, вимір величин і падіння тиску за встановлений час
7. Рульове керування	Зміна зусилля при повороті рульового колеса і його обмеження	Органолептичний контроль
	Сумарний люфт в рульовому управлінні	Вимір приладом при опорі ТЗ на керовані колеса
	Деталі кріплення і фіксації положення, рухливість рульової колонки, рульового механізму і деталей рульового приводу	Органолептичний контроль (для деталей рульового приводу - з можливою силовою дією на керовані колеса при їх установці на стенд)
	Натягнення ремня приводу насоса гідропідсилювача	Вимір прогину під впливом фіксованого зусилля
	Підтікання робочої рідини з гідропідсилювача	Органолептичний контроль

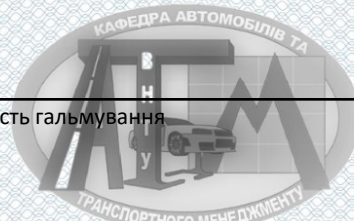
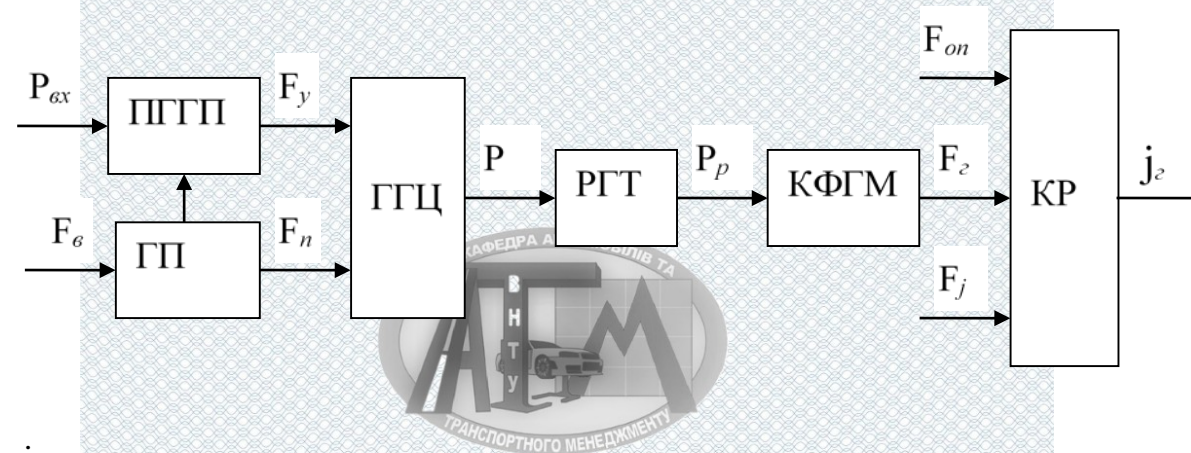


Схема формування гальмівної сили в системі з гідравлічним приводом і підсилювачем гальмівного приводу



ГП - гальмівна педаль;

ПГГП - підсилювач гідравлічного гальмового приводу;

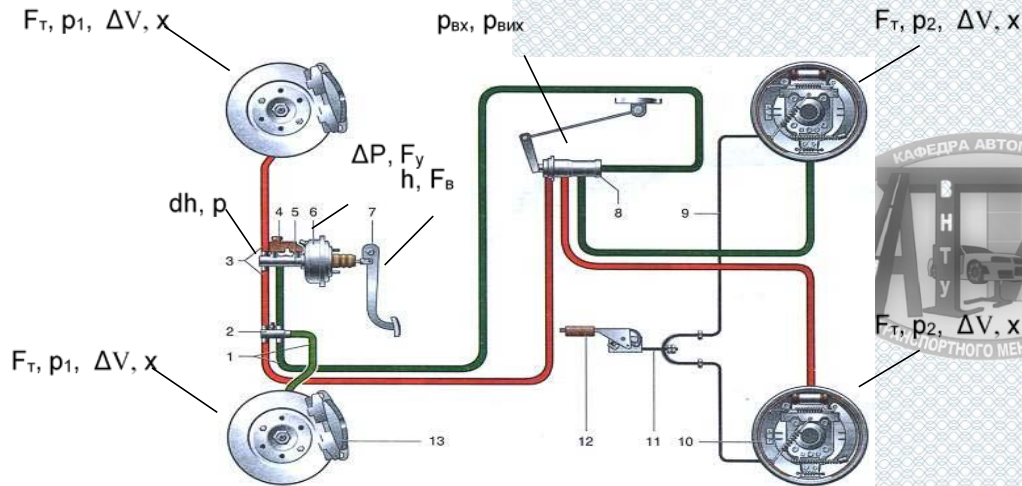
ГГЦ - головний гальмівний циліндр;

РГТ - регулятор гальмівного тиску.

Виконавчий гальмівний механізм, позначений на схемі КФГМ - колісний фрикційний гальмівний механізм, є кінцевим вузлом аналізованої гальмівної системи. Однак створюваний в ньому гальмівний момент при гальмуванні врівноважується моментом штовхальної сили інерції. Тому в структурну схему включений колісний рушій (КР), на якому замикається силова ланцюг.

Математична модель зміни технічного стану гальмівної системи

Розрахункова схема процесів в гальмівній системі



$$\frac{\Delta K_9}{K_9} = \frac{\Delta j_m}{j_m} - \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta A_2}{A_2} + \frac{\Delta m_{np}}{m_{np}}$$

$$\frac{\Delta A_2}{A_2} = \frac{\Delta r_{mp}}{r_{mp}} + \frac{\Delta z}{z} - \frac{\Delta r_k}{r_k}$$

$$j_m \cdot m_i = A_2 \cdot \mu \cdot p$$

Рівняння руху рухомих деталей приводу

$$\frac{dV_2}{d\tau} = s_2 \cdot c_2 = s_2 \cdot \frac{dh_2}{d\tau} = \frac{s_2}{i_n} \cdot \frac{dh_{np}}{d\tau} \quad \frac{dV_p}{d\tau} = s_p \cdot c_p = s_p \cdot \frac{dh_p}{d\tau}$$

Рівняння об'ємного балансу

$$s_2 \cdot c_2 \cdot d\tau = \alpha \cdot \beta \cdot V_c \cdot dp + \sum Q_j \cdot d\tau \quad Q_y = \mu_y \cdot f_3 \cdot \sqrt{p/\rho}$$

Баланс сил в гідравлічному гальмівному приводі

$$F_n + F_y = (i_n + k_y - k_{np} - \mu_n) \cdot F_6$$

$$p = \frac{i_n + k_y - k_{np} - \mu_n}{s_2 + \mu_{y2} \cdot s_{y2}} \cdot F_6$$

$$(i_n + k_y - k_{np} - \mu_n) \cdot F_6 = p \cdot (s_2 + \mu_y \cdot s_y)$$

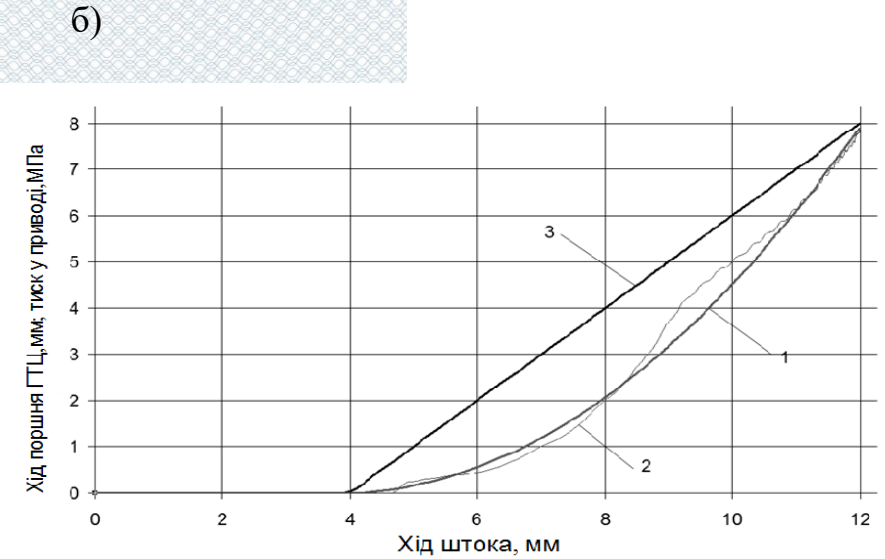
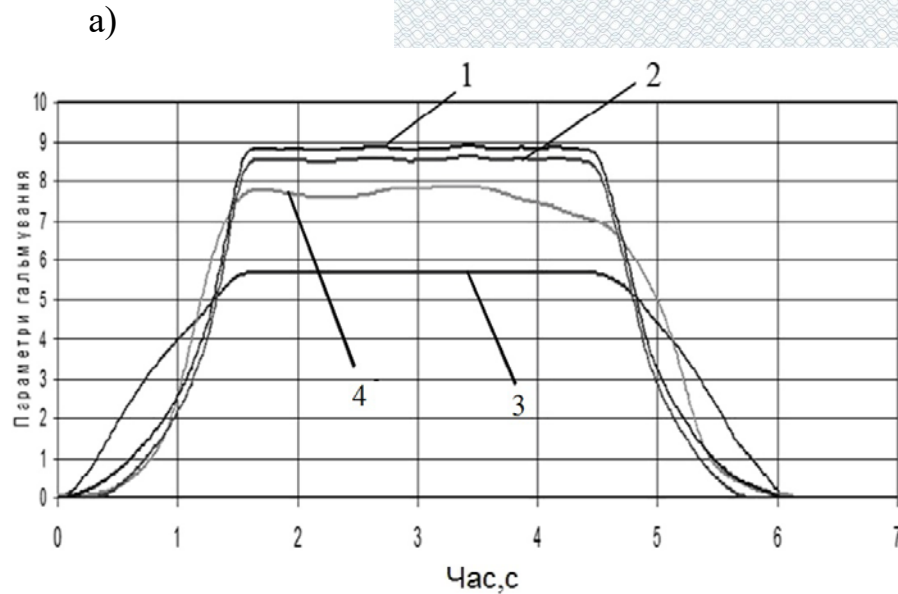
$$dp = \frac{dV_2}{\alpha \cdot \beta \cdot V_c} - \frac{1}{\alpha \cdot \beta \cdot V_c} \cdot (Q_{y2} + Q_{yn} + Q_{y3}) \cdot d\tau$$

Виконавчий гальмівний механізм

$$F_T = s_p \cdot \frac{r_6}{r_k} \cdot (i_1 + i_2) \cdot \mu \cdot p_p$$

$$F_T = 2 \cdot s_p \cdot \frac{r_{mp}}{r_k} \cdot \mu \cdot p_p$$

Результати перевірки адекватності моделі

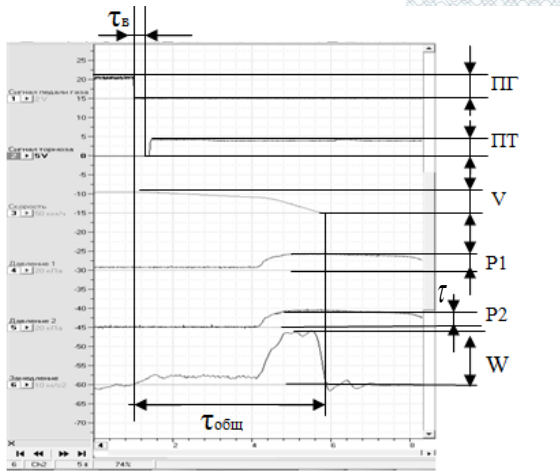


1 – розрахунковий тиск; 2 – вимірний тиск; 3 – переміщення педалі;
4 – сила натискання на педаль

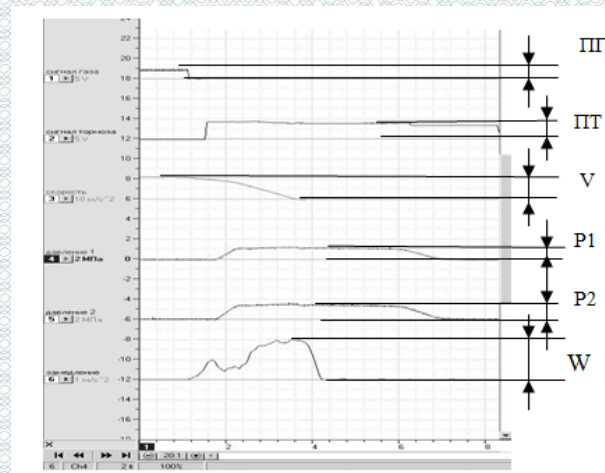
а) переміщення педалі, сила натискання на педаль і тиск як функції часу;
б) залежність тиску від переміщення штока привода

Перевірка адекватності моделі проводилася по спрощеній моделі для автомобіля Skoda Octavia 1,8T. Порівняння результатів фізичного й математичного моделювання дає підстави стверджувати, що математична модель адекватно описує процеси в ГС. Розбіжності результатів становить 13%.

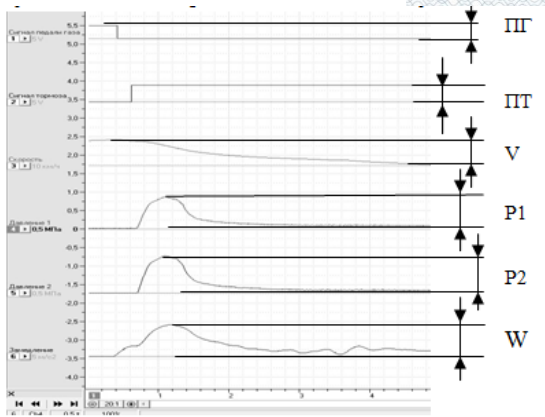
Результати моделювання несправностей у гальмівній системі (стендові випробування)



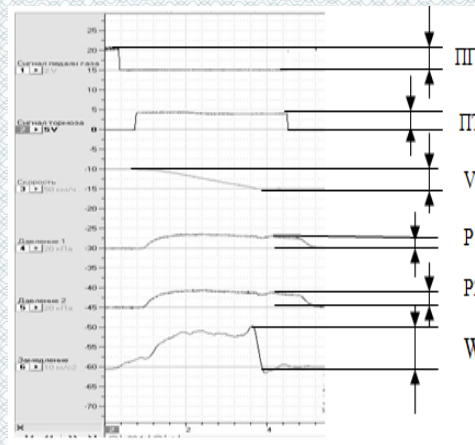
а)



б)



в)



г)

- а) повітря в ГС;
 б) зниження площі накладок;
 в) виток рідини
 г) поверхня накладки в маслі чи гальмівній рідині;
 ПГ – положення педалі газа;
 ПТ – положення педалі гальма;
 V – швидкість автомобіля;
 τ – час;
 P1 – тиск в передньому контурі системи;
 P2 – тиск в задньому контурі системи

Основні наукові і практичні результати, викладені в роботі

У даній магістерській кваліфікаційній роботі було виконано дослідження, спрямовані на покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця. Зокрема було зроблено:

- виконано науково-технічне обґрунтування розробок з покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «Autoclub» місто Вінниця;
- сформовано методичні аспекти діагностування технічного стану транспортних засобів для забезпечення вимог експлуатаційної безпеки;
- розроблено методику та практику підвищення ефективності діагностування технічного стану гальмівної системи як основної складової забезпечення активної безпеки АТЗ;
- розроблено заходи забезпечення охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях;
- визначено ефективність запропонованих рішень.

Основні результати дослідження:

- покращують показники безпечності експлуатації автотранспортних засобів категорії М1 забезпечені в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця;
- покращують якість технічної підготовки автомобілів;
- дозволяють підвищити ефективність системи організації технічного обслуговування та ремонту АТЗ на підприємстві.

Отже поставлені завдання виконані.

ДОДАТОК Б (обов'язковий). Протокол перевірки на плагіат



ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Покращення безпеки руху автотранспортних засобів категорії М1 в умовах станції технічного обслуговування «AutoClub» місто Вінниця

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 89,4 % Схожість 10,6 %

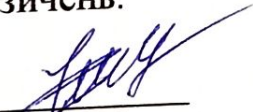
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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 Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Ліпчанчук В.І.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

Кашканов А.А.
(прізвище, ініціали)

Додаток В (довідниковий)

Перелік систем і вузлів АТЗ, що діагностуються за критеріями БДР



Таблиця В.1 - Системи і вузли АТЗ, що діагностуються за критеріями БДР

Агрегат, система, вузол - об'єкт діагностування по критеріях безпеки	Властивість (складова частина), що діагностується	Метод діагностування
1	2	3
1. Робоча гальмівна система	Ефективність гальмування	На барабанних стендах
		У дорожніх умовах по гальмівному шляху
2. Стоянкова гальмівна система	Ефективність гальмування	У дорожніх умовах за часом спрацьовування приводу і сталому уповільненню
		На барабанних стендах ТЗ дозволеної максимальної маси
		На барабанних стендах ТЗ спорядженої маси
		На ухилі ТЗ категорій М і N дозволеної максимальної маси
		На ухилі ТЗ категорій М і N спорядженої маси
У дорожніх умовах по сталому уповільненню ТЗ категорій М ₂ , М ₃ , N ₂ і N ₃		
3. Запасна гальмівна система	Ефективність гальмування	На барабанних стендах
		У дорожніх умовах по гальмівному шляху
		У дорожніх умовах за часом спрацьовування приводу і сталому уповільненню
4. Допоміжна гальмівна система	Ефективність гальмування	У дорожніх умовах по сталому уповільненню
5. Інерційний гальмівний привід	Правильність регулювання	За величиною вільного ходу пристрою управління на відчепленому причепі
6. Гальмівний привід	Регульовальник гальмівних сил	Тиск на контрольному виводі або параметр, встановлений виробником
	АБС	По сигналізаторах АБС
	Система сигналізації і манометри	У дорожніх умовах по збереженню стійкості ТЗ при гальмуванні
	Герметичність гальмівного приводу і тиск на контрольних виводах	По адекватності спрацьовування світлових сигналізаторів і свідчень манометрів
		Органолептичний контроль, вимір величин і падіння тиску за встановлений час

Продовження табл. В.1

1	2	3
7. Рульове керування	Зміна зусилля при повороті рульового колеса і його обмеження	Органолептичний контроль
	Сумарний люфт в рульовому управлінні	Вимір приладом при опорі ТЗ на керовані колеса
	Деталі кріплення і фіксації положення, рухливість рульової колонки, рульового механізму і деталей рульового приводу	Органолептичний контроль (для деталей рульового приводу - з можливою силовою дією на керовані колеса при їх установці на стенд)
	Натягнення ремня приводу насоса гідропідсилювача	Вимір прогину під впливом фіксованого зусилля
	Підтікання робочої рідини з гідропідсилювача	Органолептичний контроль
8. Фари	Положення і форма світлового пучка в режимі "ближнє світло"	На робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування або матового екрану
	Сила світла по верхніх і нижніх межах світлового пучка в режимі "ближнє світло"	Вимір на робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування
	Сила далекого світла	Вимір на робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування
	Положення і форма світлового пучка протитуманних фар	На робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування
	Сила світла протитуманних фар по верхній і нижній межах світлового пучка	Вимір на робочому майданчику з використанням приладу і орієнтуючого пристосування
9. Сигнальні ліхтарі	Відмінності в силі світла парних симетрично розташованих сигнальних ліхтарів	Органолептичний контроль
	Включення і режими роботи	Органолептичний контроль
	Сила світла	Вимір з використанням приладу для перевірки сигнальних ліхтарів
10. Колеса і шини	Комплектування шинами і установка коліс	Органолептичний контроль
	Висота малюнка протектора шин	Вимір за допомогою пристосування або контроль по індикаторах зносу
	Місцеві ушкодження шин	Органолептичний контроль
	Наявність і затягування гайок кріплення коліс	Органолептичний контроль, при необхідності вимір динамометричним ключем

Продовження табл. В.1

1	2	3
	Тріщини дисків і обіддя, порушення форми і розмірів кріпильних отворів	Органолептичний контроль
11. Двигун	Зміст шкідливих речовин в газах, що відпрацювали	Вимір на швидкісних режимах за допомогою газоаналізатора або димоміра
	Відсутність підтікань палива	Органолептичний контроль
	Герметичність газової системи живлення	Вимір за допомогою течешукача
	Відсутність витоків в системі випуску	Органолептичний контроль
	Роз'єднання в системі вентиляції картера	Органолептичний контроль
12. Склоочисники і склоомивача	Наявність склоочисників і склоомивачів	Органолептичний контроль
	Частота переміщень щіток по склу	Вимір за допомогою секундоміра
	Забезпечення подачі води	Органолептичний контроль
13. Тягово-зчіпний пристрій	Працездатність механізмів зчіпного пристрою	Органолептичний контроль при приведенні зчіпного пристрою в дію
	Діаметри деталей, що найбільш зношуються	Контроль за допомогою калібру-шаблону або вимір штангенциркулем
	Ушкодження деталей	Органолептичний контроль
	Запобіжні ланцюги	Органолептичний контроль
	Передні буксирні пристрої	Органолептичний контроль
	Пристрій підтримки зчіпної петлі дишла причепа	Органолептичний контроль
14. Скло і оглядовість	Укомплектованість ТЗ дзеркалами заднього виду	Органолептичний контроль
	Відсутність тріщин на стеклах	Органолептичний контроль
	Наявність предметів, що обмежують огляд водієві	Органолептичний контроль
	Світлопроникність стекол	Вимір за допомогою приладу
	Пристрої обігріву стекол	Органолептичний контроль
15. Комплекtnість ТЗ	Наявність аптечки, знаку аварійної зупинки, упорів противідкатів, вогнегасників, надколісних брудозахисних пристроїв	Органолептичний контроль
	Кольорографічні схеми забарвлення, спеціальні світлові і звукові сигнальні прилади	Органолептичний контроль

Продовження табл. В.1

1	2	3
	Наявність на автобусах додаткового вогнегасника, упору противідкату, позначень аварійних виходів	Органолептичний контроль
	Задні захисні пристрої, бампери	Органолептичний контроль
16. Кріплення складових частин і приладдя	Кріплення запасного колеса, акумуляторної батареї, вогнегасників	Органолептичний контроль
	Кріплення поручнів в автобусах	Органолептичний контроль
17. Сидіння і ремені безпеки	Кріплення сидінь	Органолептичний контроль
	Робота механізмів подовжнього регулювання і фіксації положення сидінь	Органолептичний контроль з приведення механізму в дію
	Висота підголовників	Вимір лінійкою
	Дефекти ременів безпеки	Органолептичний контроль
18. Спідометри і тахографи	Адекватність свідчень спідометра	Органолептичний контроль з приведенням спідометра в дію
	Адекватність свідчень тахографа	Органолептичний контроль з приведенням тахографа в дію
	Метрологічна перевірка і пломбування тахографа	Органолептичний контроль
19. Підвіска і карданна передача	Затягування болтових з'єднань	Органолептичний контроль
	Руйнування деталей	Органолептичний контроль
20. Замки дверей, замки бортів і горловини, вимикачі	Працездатність замків дверей, замків бортів і горловини	Органолептичний контроль з приведенням замків в дію
	Аварійний вимикач дверей, пристрої приведення їх в дію і сигнал вимоги зупинки автобусів	Органолептичний контроль з приведенням в дію вузлів, що перевіряються
	Протиугінний пристрій	Органолептичний контроль
21. Каплепадіння	Наявність каплепадіння робочих рідин або масел	Органолептичний контроль
22. Маркування ТЗ	Державні реєстраційні знаки	Органолептичний контроль
	Таблички виробника і заводські номери агрегатів	Органолептичний контроль і перевірка достовірності за допомогою приладу
	Маркування газових балонів	Органолептичний контроль