

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



Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

**на тему «Підвищення ефективності діагностування технічного стану
передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах
комунальної установи «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я»
місто Вінниця»**

Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-18м
спеціальності 274– «Автомобільний
транспорт»
Люльчак С. О.

Керівник: канд. техн. наук, доцент
Кашканов В. А.
Рецензент:

Вінниця – 2019 року

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ОГЛЯД СТАНУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ КОМУНАЛЬНОЇ УСТАНОВИ «АВТОРЕМОНТНА БАЗА ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я»	6
1.1 Характеристика та сфера діяльності підприємства	6
1.2 Загальна структура керування	7
1.3 Аналіз виробничої діяльності підприємства	8
1.4 Характеристика стану виробничо-технічної бази підприємства	10
1.5 Аналіз існуючої системи і організації ТО і ПР	17
Висновки до розділу 1 та постановка задач дослідження	22
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТИПОВИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ ТА ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ТА ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛІВ	23
2.1 Типові несправності рульового керування та їх причини	23
2.2 Діагностичні параметри рульового керування	31
2.3 Типові несправності підвісок та їх причини	33
2.4 Аналіз методів оцінки технічного стану підвісок автомобілів	36
Висновки до розділу 2	40
РОЗДІЛ 3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПЕРЕДНІХ ПІДВІСОК ТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ	41
3.1 Математична модель визначення технічного стану вузлів автомобіля	41
3.2 Розробка математичної моделі встановлення напрацювання автомобілів на досягнення граничних значень кутів встановлення керуваних коліс	50
Висновки до розділу 3	55
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ ТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ПІДПРИЄМСТВА	56

4.1	Визначення показників надійності елементів конструкції передніх підвісок досліджуваних автомобілів	56
4.2	Розробка алгоритму перевірки технічного стану передньої підвіски автомобіля	60
4.3	Розробка алгоритмів перевірки технічного стану рульового керування автомобіля	62
4.4	Огляд засобів для контролю параметрів рульового керування	65
4.5	Діагностування гідравлічного підсилювача рульового керування ..	70
4.6	Контроль технічного стану елементів рульових тяг і шарнірів	74
	Висновки до розділу 4	77
	РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	78
5.1	Охорона праці	78
5.1.1	Аналіз умов праці	78
5.1.2	Виробнича санітарія	79
5.1.3	Освітлення	81
5.1.4	Шум	85
5.1.5	Вібрації	85
5.1.6	Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	87
5.1.7	Електробезпека	87
5.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	88
5.2.1	Евакуаційні заходи	88
5.2.2	Розрахунок транспортного забезпечення проведення евакуаційних заходів	91
	Висновки до розділу 5	93
	ВИСНОВКИ	94
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	97
	ДОДАТКИ	101

ВСТУП

Актуальність теми. Згідно з статистичними даними, частка ДТП в Україні, обумовлених несправностями транспортних засобів, складає біля 20% від загальної кількості ДТП. З усіх дорожньо-транспортних пригод, скоєних в результаті поганого технічного стану автомобіля, через несправність механізмів рульового керування відбувається близько 13-15% випадків. Від технічного стану рульового керування залежить безпека руху, експлуатаційні показники автомобіля і умови роботи водія.

Підвіска є також однією з важливих систем, що забезпечує безпеку руху, довговічність і надійність роботи автомобіля і всіх його агрегатів і вузлів, комфортабельність при перевезенні пасажирів, а також збереження вантажів при їх транспортуванні. Досвід роботи автотранспортних підприємств показує, що підвіска є одним з найменш надійних і довговічних вузлів автомобіля.

Тому набуває актуальності питання підвищення ефективності діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах підприємств автомобільного транспорту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» із змінами, внесеними згідно із Законами № 848-VIII від 26.11.2015, ВВР, 2016, № 3, ст.25; розпорядження Кабінету Міністрів України з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку «Україна-2020» № 213-р. від 4 березня 2015 р. Дослідження з теми кваліфікаційної роботи належать до основних наукових напрямків кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету та виконувались відповідно плану науково-дослідних робіт ВНТУ на 2018-2019 рр.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є – надання практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності діагностування технічного стану

передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах комунальної установи «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» місто Вінниця.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз діяльності та стану виробничо-технічної бази комунальної установи «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» м. Вінниця;
- виконати аналіз типових несправностей та діагностичних параметрів рульового керування та передньої підвіски автомобілів;
- виконати математичне моделювання показників надійності передніх підвісок та рульового керування автомобілів;
- надати рекомендації щодо підвищення ефективності діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах підприємства;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

Об'єкт дослідження – діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобіля.

Предмет дослідження – діагностичні параметри передніх підвісок та рульового керування автомобілів.

Методи досліджень. При розв'язанні поставлених задач використовувались методи досліджень, основані на застосуванні системного аналізу, математичного моделювання, теорії надійності, теорії ймовірності.

Наукова новизна одержаних результатів.

Набув подальшого розвитку метод визначення оптимальної періодичності технічних обслуговувань вузлів автомобіля з використанням критерію мінімального ризику.

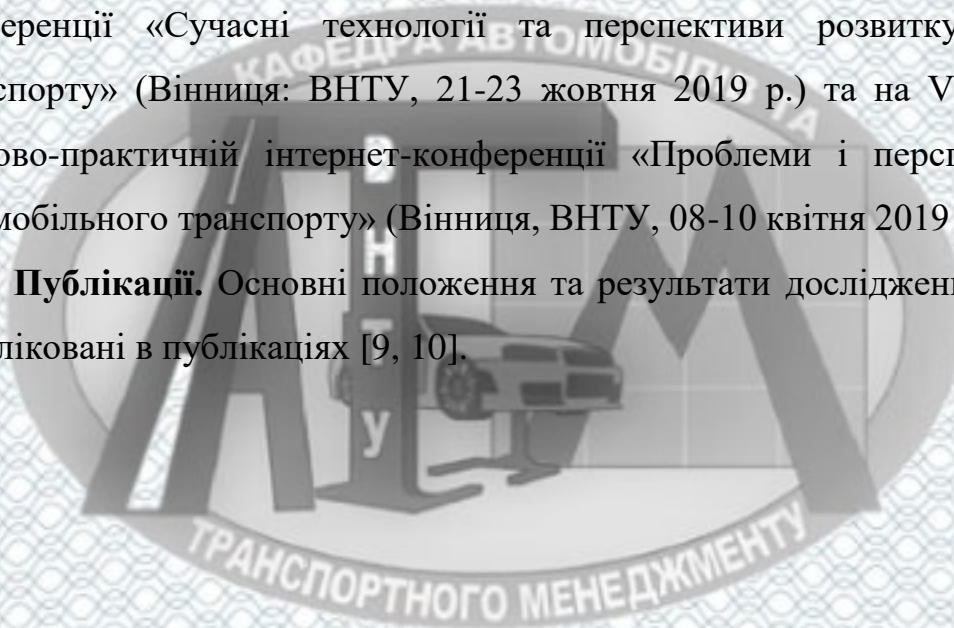
Практична значимість отриманих результатів.

Результати наукового дослідження можуть використовуватися на підприємствах автомобільного транспорту для підвищення ефективності робіт з діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобілів.

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується строгістю постановки задач, коректним застосуванням математичних методів під час доведення наукових положень, строгим виведенням аналітичних співвідношень, порівнянням результатів, отриманих за допомогою розроблених у роботі методів, з відомими.

Апробація результатів роботи. Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на XII міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця: ВНТУ, 21-23 жовтня 2019 р.) та на VII-й міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця, ВНТУ, 08-10 квітня 2019 р.).

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікаціях [9, 10].



РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ОГЛЯД СТАНУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ КОМУНАЛЬНОЇ УСТАНОВИ «АВТОРЕМОНТНА БАЗА ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я»

1.1 Характеристика та сфера діяльності підприємства

Комунальне авторемонтне підприємство є юридичною особою. Підприємство здійснює свою діяльність відповідно до Закону України “Про підприємства в Україні”. Підприємство здійснює виробничу і комерційну діяльність з метою одержання відповідного прибутку.

Метою діяльності підприємства є обслуговування автотранспорту закріплених за ним обласних лікувальних закладів і надає платні послуги.

Комунальне авторемонтне підприємство установ охорони здоров'я (надалі підприємство) є спільною власністю територіальних громад Вінницької області, керування якою здійснює Вінницька обласна Рада, в подальшому – “Орган керування майном” або “Засновник” та є правонаступником Державного Авторемонтного підприємства керування охорони здоров'я.

Місцезнаходження підприємства: 21010, м. Вінниця, вул. Салтикова-Щедрина, буд. 112-А.

Види основної діяльності:

- проведення ТО-1, ТО-2, поточного та капітального ремонтів, закріплених на обслуговуванні автомобілів, які знаходяться на балансі лікувальних закладів;
- проведення реєстрації придбаного лікувальними закладами автотранспорту в обласній автомобільній інспекції та військкоматі;
- ведення обліку автотранспорту обласних медичних закладів за вимогами військкомату та обласної автомобільної інспекції;
- проведення з представниками обласної автомобільної інспекції технічного огляду автотранспорту, закріпленого для обслуговування обласних лікувальних закладів;

- ведення обліку і списання автогуми і акумуляторів, взятого на обслуговування автотранспорту;
- утримання автотранспорту, необхідного для виробничих потреб підприємства;
- підготовка матеріалів для списання непридатного для експлуатації автотранспорту, закріпленого для обслуговування;
- виготовлення запасних частин, спеціального інструменту і обладнання для технічного обслуговування і ремонту автомобілів;
- збір відходів виробництва, їх переробка та реалізація.

Державні реєстраційні дані підприємства наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Реєстраційні параметри підприємства

Показник	Значення
Форма власності	Комунальна власність
Юридичний статус	Юридична
Форма фінансування	Госпрозрахунок (обласний бюджет)
Основний вид діяльності	45.20 Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів
Орган реєстрації	Вінницька обласна Рада
Керівник:	Директор - Вічковський Вадим В'ячеславович тел.: +38 (0432) 562226
Код ЄДРПОУ	21724802

1.2 Загальна структура керування

Схема структури керування комунальною установою «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» наведена на рисунку 1.1



Рисунок 1.1 – Організаційно-структурна схема управління підприємством

Аналізуючи схему, яка приведена на рисунку 1.1, можна зробити наступні висновки: - схема досить спрощена і небагаторівнева, що дозволяє значно скоротити час необхідний для передачі розпоряджень від начальника до виконавця; організація праці дозволила зацікавити не взагалі всіх, а конкретно кожного робітника в підвищенні якості праці.

1.3 Аналіз виробничої діяльності підприємства

Аналіз виробничої діяльності підприємства, та їх обсяги за останній період наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Роботи з ремонту ТЗ, які виконала установа за період 2017-2018 рр.

Перелік робіт	Разом одиниць	
	2017	2018
1	2	3
1. Кап.рем.двиг.	42	40

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
2. Кап.рем.пер.моста	53	72
3.Кап.рем.зад.моста	13	16
4. Кап.рем. КПП	20	35
5. Кап.рем. рул. керув.	22	28
6. Проведення ТО-1	996	1072
7. Проведення ТО-2	351	384
8. Кап. рем. Автомобіля	12	16
9. Поточний ремонт	210	370
10. Покраска і підкраска	56	69
11. Ремонт електричного обладнання	212	285

На 01.01.2019 року на обліку в обласних лікувальних закладах знаходилося 235 автомобілів. Розподіл їх за типами наведено в таблиці 1.3.

Як свідчать дані, наведені в таблиці 1.3 рухомий склад досить різнотипний, а це потребує додаткових заходів для підтримки його в роботоздатному стані.

Таблиця 1.3 - Наявність автотранспорту на кінець 2018 року

Найменування показників	Наявність автомобілів, одиниць
1	2
Автомобілі: всього	249
Легкові автомобілі	24
Вантажні автомобілі, включаючи пікапи і фургони на шасі легкових автомобілів	36
В тому числі за призначенням та конструкцією кузова:	
бортові	28

Продовження таблиці 1.3

1	2
самоскиди	8
за вантажопідйомністю:	28
до 1499 кг	
1500-4999 кг	8
5000-6999 кг	-
7000-9999 кг	-
Пасажирські автобуси	-
Спеціальні автомобілі	189

Загальна кількість постійно обслуговуючих автомобілів становить – 249 од. Найбільша група автомобілів – швидкі допомоги – спеціалізовані фургони на базі мікроавтобусів, яка становить кількість – 189 одиниць, з них тільки 85 швидких допомог придатні до використання.

На балансі обласних закладів охорони здоров'я також містяться вантажні автомобілі (бортові та самоскиди) – для виконання доручень господарської частини, легкові автомобілі – для обслуговування інженерно-технічних працівників та адміністрації. Більшість автомобілів має тривалий термін експлуатації (до 30 років), що вимагає частих технічних впливів на підтримання роботоздатного стану.

Середньодобовий пробіг всіх автомобілів становить в межах – 56-128 км.

1.4 Характеристика стану виробничо-технічної бази підприємства

На території виробничо-технічної бази підприємства розташовані: адміністративна будівля, профілакторій для поточного ремонту автомобілів, зони ЩО і ТО-1, АЗС, складські приміщення, бокси для зберігання спеціальної техніки, відкриті площадки для зберігання автомобілів. Елементи території підприємства показано на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Територія підприємства

У виробничому корпусі є необхідні дільниці для ремонтно-обслуговуючого виробництва. ТО-1 виконується на проїзній канаві, а ТО-2 і поточний ремонт на трьох тупикових постах, обладнаних оглядовими канавами і чотирьох постах, обладнаних підйомниками.

Будівлі майстерень, боксів-гаражів, естакади, насосної, відстійника, огорожі, навісу та інші будівлі та споруди разом складають комплекс що забезпечує виконання виробничих завдань. Для відпочинку працюючих побудована альтанка. Чисту питну воду забезпечує колодязь. Площадка на якій розміщений комплекс-заасфальтована, обмежена огорожею залізобетонних панелей, має власні під'їзні шляхи. Ворота металеві. Всі будівлі в доброму стані, постійно виконуються поточні ремонти.

Головний корпус займає площу 999,3 м² В ньому розміщені зони ТО-1 і ТО-2 з кількістю постів 5 і зони ПР кількістю 3. Пости тупикові, розміщені під кутом 90°. Фрагмент головного виробничого корпусу показано на рисунку 1.3.

У головному виробничому корпусі розміщуються – слюсарно-механічна дільниця, агрегатна дільниця, акумуляторна (з окремим приміщенням для зарядки акумуляторів), електротехнічна, деревообробна дільниця, теплове відділення (ковальсько-ресорні, мідницькі, зварювальні, бляхарські, арматурні та жерстяницькі роботи), малярний цех (з одним постом),.

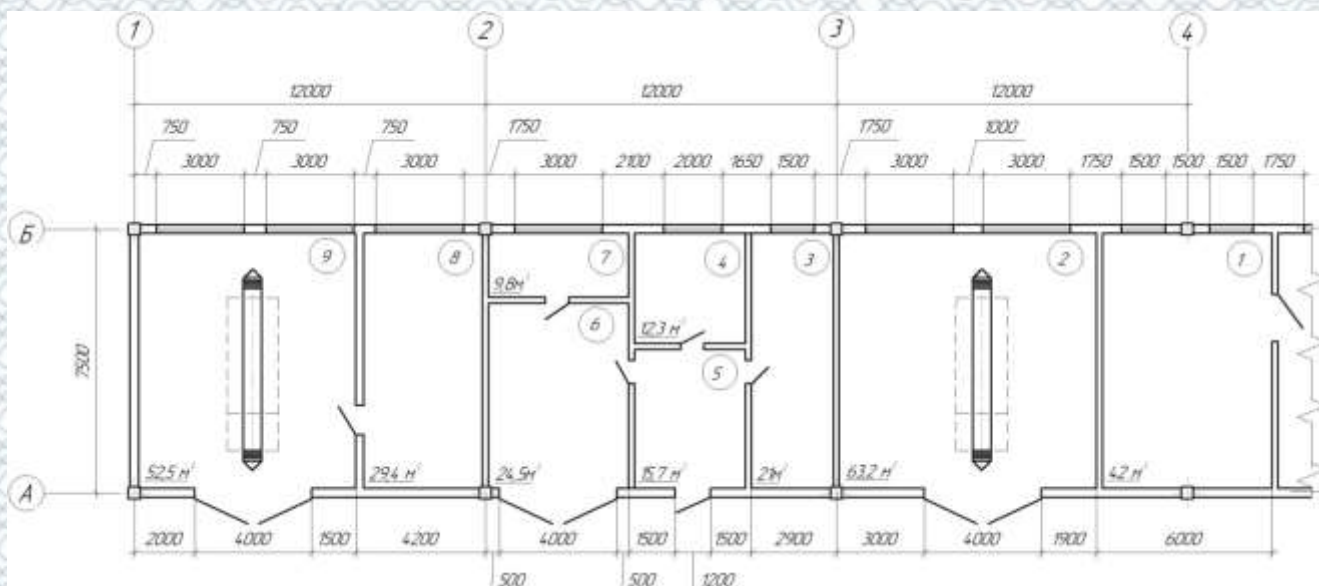


Рисунок 1.3 – Фрагмент головного виробничого корпусу

Також у виробничо-технічній базі є склади – запасних частин і матеріалів, двигунів та агрегатів із інструментальною, змащувальних матеріалів із насосною, автомобільних шин.

У таблицю 1.4 занесено перелік наявних будівель комунальної установи «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» (КУ «АБЗОЗ»).

Таблиця 1.4 – Список будівель КУ «АБЗОЗ»

Найменування	Показники
1	2
Будівля майстерень	
1. Площа забудови ($S_{заб.}$), m^2	999,3
2. Загальна площа (S), m^2	702,8
3. Розрахункова висота (h), м	3,0
Будівля комори	
1. Площа забудови ($S_{заб.}$), m^2	703,7
2. Загальна площа (S), m^2	608,8
3. Розрахункова висота (h), м	3,0; 3,5; 4,0

Продовження таблиці 1.4

1	2
Додатковий виробничий корпус	
1.Площа забудови (Sзаб.), м ²	213,4
2.Загальна площа (S),м ²	205,9
3.Розрахункова висота(h), м	3,0
Бокс-гараж	
1.Площа забудови (Sзаб.), м ²	86,0
2.Загальна площа (S),м ²	75,2
3.Розрахункова висота(h), м	2,96
Операторська	
1.Площа забудови (Sзаб.), м ²	15,4
2.Загальна площа (S),м ²	11,5
3.Розрахункова висота(h), м	2,20
Насосна	
1.Площа забудови (Sзаб.), м ²	3,8
2.Загальна площа (S),м ²	2,88
3.Розрахункова висота(h), м	1,8
Вбиральня	
1.Площа забудови (Sзаб.), м ²	3,4
2.Загальна площа (S),м ²	2,54
3.Розрахункова висота(h), м	2,1
Альтанка	
1.Площа забудови(S),м ²	2,0
2.Розрахункова висота(h),м	2,0
Навіс	
1.Загальна площа(S),м ²	60,8

Додатковий виробничий корпус займає площу 213,4 м². В ньому розміщені зони ТО-1 і ТО-2 з кількістю постів 9 і зон ПР з кількістю постів 4.

Обладнання яке використовується на кожному робочому місці, а саме в зонах, дільницях, постах різноманітне. Воно підбиралось згідно вимог до технологічного процесу ТО і ПР, купувалось при наявності вільних коштів на підприємстві, а також розташовується відповідно до рекомендацій нормативно-технологічної документації. Наведемо перелік обладнання на дільницях виробничого корпусу.

Зварювальна дільниця. Обладнання даної дільниці наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Обладнання зварювальної дільниці

Тип обладнання	Дата випуску
1.Зварювальний автомат ПДГ-252	2007
2.Балон для пропана	2004
3.Балон для кисню	2004
4.Стіл для ремонтних робіт	1970
5.Зварювальний апарат ПСО-300	1985

Ресорна дільниця. Обладнання даної дільниці наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Обладнання ресорної дільниці

Тип обладнання	Дата випуску
1.Стенд для ремонту ресор Р-203	1990
2.Шафи для інструментів	1984
3.Прес гідравлічний ОКС1671М	1971
4.Станок для прокатки дисків ДИБ-20	1986

Електротехнічна дільниця. Обладнання наведено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Обладнання акумуляторної дільниці

Тип обладнання	Дата випуску
1.Токарний верстак ТК-200	1986
2.Зарядний пристрій РВЗ	1998
3.Зарядний пристрій РВЗ	1998
4.Стіл для ремонту обладнання	1980
5.Сверлильний станок 2М-112	1987
6.Шафа для інструментів	1980
7.Стенд для перевірки електрообладнання КИ968	1982
8.Станок свердильний ВСА-111К	1984

Інструментальна дільниця. Обладнання наведено в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 - Обладнання інструментальної дільниці

Тип обладнання	Дата випуску
1.Стелажі	1981
2.Станок свердильний 2М-112	1988

Шиноремонтна дільниця. Обладнання наведено в таблиці 1.9.

Таблиця 1.10 - Обладнання шиноремонтної дільниці

Тип обладнання	Дата випуску
1.Стенд шиномонтажний Falko AM-520	2007
2.Балансувальний стенд SBM-125	2008

Токарна дільниця. Обладнання наведено в таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 - Обладнання токарної дільниці

Тип обладнання	Дата випуску
1.Станок токарний 1К-62	1987
2.Станок свердильний 2М-112	1988
3.Станок свердильний 2М-112	1988
4.Шафа для інструментів	1980
5.Станок консольно-фрезерний 6Р81 Ш	1988
6.Ділильна головка УДГ-Д200	1986
7.Магнітна плита П-7208	1984
8.Магнітна плита БЗСП	1988
9.Наждак малий 3Е-631	1999
10.Наждак великий 3К-634	2000

Моторна дільниця. Обладнання наведено в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Обладнання моторної дільниці

Тип обладнання	Дата випуску
1.Стіль для розбирання двигунів	1992
2.Сверильний станок ВСН	2002
3.Наждак ВГ 1215	2008
4.Стенд для розбирання і збирання двигунів	1987
5.Стелажі	1980
6.Ванна для миття деталей	1996

Малярна дільниця. Обладнання наведено в таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 - Обладнання малярної дільниці

Тип обладнання	Дата випуску
1.Компресор РМ-3126-03	2005
2.Фарборозпилююча установка	2005
3.Тени	1980
4.Стелаж для фарб	1980

Агрегатна дільниця. Обладнання наведено в таблиці 1.14.

Таблиця 1.14 - Обладнання агрегатної дільниці

Тип обладнання	Дата випуску
1.Стелаж для деталей	1980
2.Станок свердлильний 2М-112	1988
3.Наждак малий	2002
4.Стенд для розбирання передній мостів	1988
5.Стенд для розбирання задніх мостів	1988
6.Шафа для інструментів	1980
7.Кран-балка	1982

Обладнання дільниць досить застаріле, а отже потребує додаткових капіталовкладень на відновлення роботоздатного стану.

1.5 Аналіз існуючої системи і організації ТО і ПР

Технічне обслуговування включає контрольні-діагностичні, кріпильні, змашувальні, регулювальні та інші роботи, які виконуються як правило без розбирання агрегатів та зняття з автомобіля окремих вузлів, приладів або механізмів.

Якщо при технічному обслуговуванні неможливо переконатись в повній справності приладів, вузлів та агрегатів, їх необхідно зняти з автомобіля для контролю на спеціальних приладах та стендах.

При технічному обслуговуванні виконуються деякі роботи поточного ремонту, які по трудомісткості не перевищують 20% трудомісткості робіт ТО-1.

При поточному ремонті усувають несправності, які виникли в процесі експлуатації автомобілів до капітального ремонту.

Ремонт, або заміна несправних деталей, вузлів, агрегатів, складають зміст робіт ТО.

При існуючій структурі РС та існуючій виробничо-технічній базі ТО та ПР організовано на тупикових постах. Автомобілі ставлять на тупиковий пост і з'їжджають з нього з однієї сторони.

В робочих зонах ТО робочі пости розміщуються паралельно один одному з врахуванням нормативних значень.

Схема загального технологічного процесу наведена на рисунку 1.4.

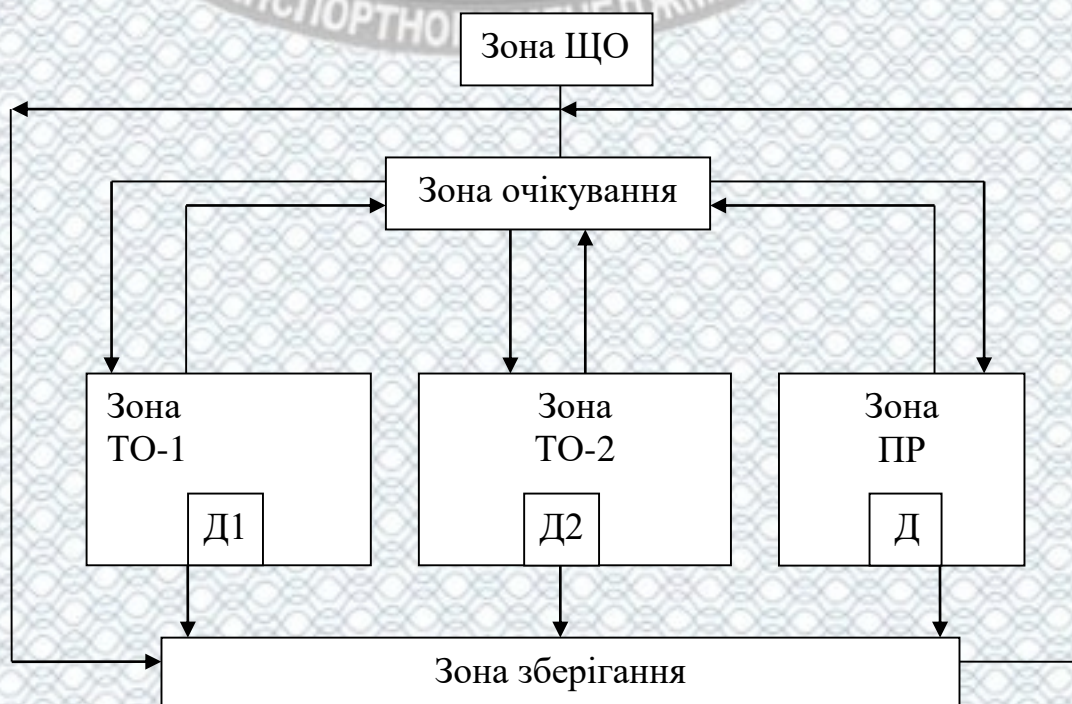


Рисунок 1.4 - Схема загального технологічного процесу

Перелік робіт що виконуються при ТО і ПР.

При ТО-1:

- контроль-діагностичні;
- перевірка: робочої гальмової системи на одночасне спрацьовування й ефективність гальмування, дії стоянкової гальмової системи, гальмового привода, з'єднань у кермовому приводі, стану шин, приладів освітлення і сигналізації;
- огляд і перевірка: кузова, скла, номерних знаків, дії дверних механізмів, склоочисників, перевірка дзеркал заднього виду, герметичності з'єднань систем мастильної, охолодження і гідравлічного приводу включення зчеплення, гумових захисних чохлах на приводах і шарнірів рульових тяг, величини вільного ходу педалі зчеплення і гальма, натяг ременя вентилятора, рівнів гальмової рідини в бачках головного гальмового циліндра і привода вимикання зчеплення, пружин і важеля в передній підвісці, штанг і стійок стабілізатора поперечної стійкості - кріплення: картера рульового механізму і рульової сошки, рульового колеса і рульових тяг, поворотних важелів, сполучних фланців карданного вала, дисків коліс, приладів, трубопроводів і шлангів системи мащення і системи охолодження, гальмових механізмів і гідравлічного приводу вимикання зчеплення, прийомної труби глушника;
- регулювання: вільного ходу педалі зчеплення і гальма, дії робочої і стоянкової гальмових систем, вільного ходу рульового колеса і зазору в з'єднаннях рульового привода, натяг ременя вентилятора і генератора; доведення до норми тиску повітря в шинах і рівнів гальмової рідини в живильних бачках головного гальмового циліндра і привода вимикання зчеплення.

При ТО-1 також очищають від бруду і перевіряють прилади системи живлення на герметичність з'єднань; перевіряють дію привода, повноту закривання і відкривання дросельної і повітряної заслінок. У системі електрообладнання очищають акумуляторну батарею і її вентиляційні отвори від бруду; перевіряють кріплення, надійність контакту наконечників проводів із клемми і рівень електроліту в кожній з банок акумулятора; очищають прилади електроустаткування від пилу і бруду; перевіряють ізоляцію електрообладнання, кріплення

генератора, стартера і реле-регулятора, перевіряють кріплення стартера, котушки запалювання.

При ТО-2.

Перед виконанням ТО-2 або в процесі його виконання проводиться поглиблене діагностування всіх основних агрегатів, вузлів і систем автомобіля для встановлення їх технічного стану, визначення характеру несправностей, їхніх причин, а також можливості подальшої експлуатації даного агрегату, вузла і системи.

При ТО-2 крім обсягу робіт з ТО-1 виконують ряд додаткових операцій:

- закріплення радіатора, головки блоку циліндрів і стійок коромисел, кришок голівки блоку циліндрів, впускного і випускного трубопроводів, фільтрів очищення мастила, масляного картера двигуна, картера зчеплення, амортизаторів, паливного бака, глушника, кришки редуктора заднього моста, пальців ресор, замків і ручок дверей;

- підтяжку гайок кріплення фланця до ведучої шестірні головної передачі заднього моста і шарнірних пальців кріплення вушок амортизатора;

- регулювання зусилля повороту рульового колеса, теплових зазорів клапанів, натяг ланцюга привода механізму газорозподілу, зазору між гальмовими колodками і дисками коліс, зазору в підшипниках маточин передніх коліс.

Крім того, необхідно перевірити і відрегулювати кути установки керованих коліс, ефективність дії й одночасність спрацьовування гальмових механізмів, балансування коліс, роботу системи запалення автомобіля, зазор між контактами переривача, установку і дію фар, напрямок світлового потоку, стан усього гальмового привода, стан радіатора, гумових подушок, підвіски двигуна.

Як відомо, форми технічної документації призначені для планування, обліку і звітності про різні організаційно-технічні заходи на ТО і ремонті автомобілів.

Форми обліку - це картки, листки, відомості, книги, журнали тощо. Форми обліку ведуться відповідно до діючих інструкцій про порядок ведення обліку на автотранспортних підприємствах, що видаються Міністерством транспорту України.

Єдиним для всіх АТП документом первинного обліку ТО і ремонту є "Листок

обліку технічного обслуговування і ремонту автомобілів" (форма 1). Ці листки виписує щодня на всі автомобілі, що потребують ТО або ремонту, черговий механік контрольно-пропускного пункту. Листок обліку заповнюють по всіх розділах і графах. Після виконання призначених робіт листок обліку заповнює майстер, бригадир або відповідальний виконавець відповідного виробничого підрозділу і передає на КПП черговому механіку, котрий здає щодня техніку, який веде облік, заповнені листки для обробки і аналізу. Обробка листків обліку проводиться у той же день, а про результати її систематично доповідають головному інженерові.

Згідно технологічної карти по кожному виду обслуговування робиться заявка на видачу певних матеріалів, необхідних для проведення робіт. На підставі заявок диспетчер проводить вилучення транспортного засобу з графіку і встановлює його на черговість виконання необхідного обслуговування. Механік по ремонту складає перелік необхідних матеріалів для проведення відповідного обслуговування чи ремонту, через бухгалтерію підприємства проводить виписку необхідних матеріалів з основного складу, далі матеріали заносить на лімітно-розподільчу картку даного автомобіля. Тільки після цього бригада слюсарів-ремонтників приступає до виконання робіт згідно технологічної карти. По завершенню виконаних робіт кожен виконавець робить відмітку в журналі про виконання ним певного виду робіт, де засвідчує якість виконання своїм підписом.

В кінці кожного місяця робиться узагальнений звіт по використанню паливно-мастильних матеріалів та інших матеріальних цінностей, які були використані протягом поточного місяця. Дана інформація опрацьовується та заноситься в електронні носії бази даних підприємства.

Перед виїздом на лінію кожен водій проходить медичне обстеження у відповідного медичного працівника. Медичний працівник зобов'язаний перевірити стан кожного водія на предмет вживання алкогольних напоїв, наркотичних чи інших засобів або лікарських препаратів що знижують увагу і швидкість реакції.

Висновки до розділу 1 та постановка задач дослідження

Проаналізувавши стан виробництва ТО і ремонту автомобілів на підприємстві, можна зробити такі висновки:

- загальна кількість постійно обслуговуваних автомобілів становить – 249 од. Найбільша група автомобілів – швидкі допомоги – спеціалізовані фургони на базі мікроавтобусів, яка становить кількість – 189 одиниць, з них тільки 85 швидких допомог придатні до використання;
- найбільша кількість відмов по вузлам обслуговуваних автомобілів приходить на передню підвіску та рульове керування;
- виробничих площ підприємства достатньо для забезпечення нормального технічного обслуговування і ремонту рухомого складу;
- відсутнє обладнання для якісного контролю та технічного обслуговування підвісок і рульового керування автомобілів.

Метою дослідження даної магістерської кваліфікаційної роботи – надання практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах комунальної установи "Авторемонтна база закладів охорони здоров'я" місто Вінниця.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз типових несправностей та діагностичних параметрів рульового керування та передньої підвіски автомобілів;
- виконати математичне моделювання показників надійності передніх підвісок та рульового керування автомобілів;
- формувати рекомендації щодо підвищення ефективності діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах підприємства;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТИПОВИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ ТА ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ТА ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Типові несправності рульового керування та їх причини

З усіх дорожньо-транспортних пригод, скоєних в результаті поганого технічного стану автомобіля, через несправність механізмів рульового керування відбувається близько 13-15% випадків. Від технічного стану рульового керування залежить безпека руху, експлуатаційні показники автомобіля і умови роботи водія.

Стандарт ДСТУ 3649:2010 визначає перелік несправностей і умов, при яких забороняється експлуатація транспортних засобів, а також методи перевірки відповідних параметрів.

Ознаками несправностей рульового керування є завищені значення нормативних параметрів зносів, зазорів, кутів і зусилля повороту рульового колеса, порушення герметичності гідросистеми.

Причина несправності рульового керування представлені в табл. 2.1. Найбільш поширеними несправностями рульового керування є знос в шарнірних з'єднаннях рульових тяг і робочих пар «черв'як-ролик» або «шестерня-рейка» в рульовому механізмі, а також знос підшипників. Наслідком цих несправностей є підвищений люфт рульового колеса.

На роботу механізмів рульового керування впливають дорожні умови, технічний стан передньої осі, шин і інших механізмів ходової частини автомобіля, а також несправності підвіски автомобіля. В результаті деталі механізмів рульового керування зношуються, кріплення деяких з них до рами (кузова) порушується, відбуваються деформації. При збільшенні зазору рульового колеса утруднено керування автомобілем (автомобіль «не тримає дорогу»).

Несправності рульового керування створюють загрозу безпеці руху і ускладнюють керування автомобілем.

Таблиця 2.1 – Несправності рульового керування автомобіля та ймовірні причини їх виникнення [10, 14, 34]

Несправність	Причина
1	2
Збільшення вільного ходу рульового колеса	<p>Зношування зчленованих деталей черв'ячного або рейкового механізму.</p> <p>Зношування втулок.</p> <p>Зношування підшипників і їх посадочних місць.</p> <p>Зношування деталей кульових з'єднань рульових тяг.</p> <p>Зношування шарнірів рульових тяг.</p> <p>Порушення регулювання черв'яка з роликком.</p> <p>Зношування підшипників черв'яка.</p> <p>Ослаблення кріплення картера рульового механізму.</p> <p>Збільшення зазорів в підшипниках маточин передніх колії і шворнів.</p> <p>Ослаблення затяжок або поломка пружин наконечників рульових тяг.</p>
Повертання рульового колеса з великим зусиллям (туге) або заїдання в механізмі рульового керування	<p>Неправильне регулювання зачеплення в редукторі рульового механізму.</p> <p>Викривлення тяг.</p> <p>Недостатнє змазування картера редуктора. Заїдання поворотних цапф у шворні.</p>
Нерівномірне підсилення в механізмі рульового керування з гідропідсилювачем	<p>Слабкий натяг ременя приводу насоса.</p> <p>Зниження рівня масла в бачку.</p> <p>Попадання повітря в систему гідравлічного підсилювача.</p> <p>Заїдання золотника або перепускного клапана при забрудненні.</p> <p>Викид масла через запобіжний клапан насоса.</p> <p>Несправний насос гідравлічного підсилювача.</p> <p>Сильно забруднений фільтр заправного бачка.</p> <p>Низька частота обертання колінчастого валу в режимі холостого ходу.</p>
Віддача (зворотні поштовхи на рульовому колесі)	Слабкий натяг або зношування приводного ременя насоса.

Продовження таблиці 2.1

1	2
Збій в роботі рульового керування	Недостатня кількість робочої рідини в бачку, теча. Наявність повітря в гідросистемі. Знос деталей рульового керування. Порушення регулювання рульового приводу. Велика зношеність шин.
Високий рівень шуму (свистячий звук при крайньому положенні рульового колеса)	Недостатня кількість робочої рідини в бачку. Викид робочої рідини через запобіжний клапан.
Високий рівень вібрації	Наявність повітря в гідросистемі. Механічні пошкодження шин і / або підшипників колеса.

Залежно від типу і призначення автомобіля застосовується рульове керування різної конструкції: без підсилювача, з підсилювачем, із застосуванням рейки зі змінним відношенням зубчастого зачеплення, з мікропроцесорним керуванням. Сучасні механізми рульового керування складаються з рульового колеса, рульової колонки, рейкової передачі, поперечних рульових тяг і підсилювача. Гідравлічний підсилювач рульового керування складається з масляного насоса, ресивера і трубопроводів: електрогідравлічного перетворювача. Тому повний опис несправностей можна виконати тільки по окремих вузлах. Нижче наведено список типових несправностей основних механізмів рульового керування.

Причини збільшення вільного ходу рульового колеса:

- зношування зчленованих деталей черв'ячного або рейкового механізмів;
- зношування втулок;
- зношування підшипників і їх посадочних місць;
- зношування деталей кульових з'єднань рульових тяг;
- зношування шарнірів рульових тяг;
- порушення регулювання черв'яка з роликом;
- зношування підшипників черв'яка;

- ослаблення кріплення картера рульового механізму;
- збільшення зазорів в підшипниках маточин передніх коліс і шворнів;
- ослаблення затяжок або поломка пружин наконечників рульових тяг.

Загальний сумарний зазор рульового колеса (град.) Утворюється за рахунок:

- зношування деталей шарнірів тяг 2-4;
- поломки пружини поперечної рульової тяги 10-20;
- ослаблення поворотних важелів 10-15;
- зношування шкворня і його втулок 3-4.

Причини тугого обертання або заїдання в механізмі рульового керування:

- неправильне регулювання зачеплення в редукторі рульового механізму;
- викривлення тяг;
- недостатнє змазування картера редуктора;
- заїдання поворотних цапф в шворні.

Основні несправності механізму рульового керування вантажних автомобілів раннього випуску:

- збільшений вільний хід рульового колеса;
- туге обертання або заїдання механізму рульового керування;
- порушення герметичності гідросистем;
- недостатнє або нерівномірне підсилення гідроприводу;
- ослаблення кріплення картера механізму рульового керування, рульової колонки, рульового колеса на валу.

Наявність незатягнених різьбових з'єднань або незафіксованих встановленим способом, призводить до переміщення деталей і вузлів, не передбачених конструкцією.

Головна причина підвищеного зношування деталей – неправильне регулювання, несвоєчасне змащування вузлів, недостатня кількість змащуючого матеріалу, природний знос деталей і старіння матеріалів.

Всі роботи по виявленню причин несправностей рульового керування виконують при його діагностиці та технічному обслуговуванні, а усунення несправностей – при ремонті.

Несправності рульового керування легкових автомобілів із застосуванням рейки наведені на рис. 2.1.

Можливі несправності механізму рульового керування автомобілів останніх моделей наведені в табл. 2.2.

Збільшений хід рульового колеса
Ослаблення гайок кріплення кульових пальців тяг. Збільшений зазор в кульових шарнірах тяг. Знос гумометалевих шарнірів тяг. Ослаблення кріплення регульовального гвинта опори рейки. Знос втулок пружної муфти рульового валу. Знос карданних шарнірів.
Туге обертання рульового колеса
Пошкодження деталей телескопічної стійки передньої підвіски. Пошкодження підшипника верхньої опори стійки передньої підвіски. Низький тиск в шинах передніх коліс. Пошкодження деталей кульових шарнірів тяг. Пошкодження опорної втулки або опори рейки.
Шум (стукіт) в рульовому колесі
Ослаблення гайок кріплення кульових пальців. Ослаблення кріплення регульовального гвинта опори рейки. Ослаблення кріплення рульового механізму. Знос карданних шарнірів рульового валу.

Рисунок 2.1 – Несправності рульового керування легкових автомобілів із застосуванням рейки [37]

Небезпечні несправності і відмови. Збільшений кутовий зазор означає великий вільний хід (люфт) кермового колеса, а значить, запізнювання реакції автомобіля на дії водія. Великий опір повороту рульового колеса означає підвищену стомлюваність водія і запізнювання керування.

Найбільш небезпечні раптові відмови такі, як зрізання кульових пальців тяг і обрив поперечної тяги. Ці поломки призводять до миттєвої втрати керуваності, коли автомобіль різко змінює напрямок руху і виїжджає на зустрічну смугу або

взагалі з дороги. Такі поломки деталей відбуваються при підвищених навантаженнях: при русі по густому бруду, виїзді з колії, переїзді через перешкоду і різкому маневруванні на великій швидкості. До вельми небезпечних несправностей відноситься раптове зміщення рульового механізму, якщо його кріплення слабо затягнуте. При цьому керованість повністю не втрачається, але становище коліс змінюється стрибком, що може викликати кидок автомобіля.

Найнебезпечнішим є період прогресивного зношування, який настає після напрацювання 135-155 тис.км. У кульових шарнірах спостерігається адгезійне і абразивне зношування через великі контактні навантаження, коли мастило видавлюється, масляна плівка розривається, а тертя викликає нагрів і зварювання окремих мікронерівностей з подальшим розривом. Втома викликається знакозмінними навантаженнями в тязі і прискорюється з ростом зазорів, коли починаються удари. Виникають мікротріщини, створюють концентрацію напружень, тріщини швидко розвиваються, що призводить до поломок деталей: або зрізаються пальці, або розбивається гніздо і палець вискакує.

Основними несправностями механізму рульового керування з гідравлічним приводом є [14]:

- збільшений вільний хід рульового колеса;
- туге обертання або заїдання механізму рульового керування;
- порушення герметичності гідросистем;
- недостатнє або нерівномірне підсилення гідроприводу.

Причини недостатнього або нерівномірного підсилення в механізмі рульового керування з гідропідсилювачем:

- слабкий натяг ремня приводу насоса;
- зниження рівня масла в бачку;
- потрапляння повітря в систему;
- заїдання золотника або перепускного клапана при забрудненні;
- викидання масла через запобіжний клапан насоса.

Підсилювачі рульового керування мають наступні основні оціночні характеристики:

- показник ефективності дії підсилювача, який визначається по відношенню зусилля, що прикладається до рульового колеса, при роботі без підсилювача і з підсилювачем;

- показник чутливості, який визначається зусиллям, яке необхідно прикласти до рульового колеса і мінімальним кутом повороту, що викликають дію підсилювача.

Кут повороту, при якому включається підсилювач, визначається сумарним зазором в рульовому керуванні і зміщенням при цьому золотника розподільника. Цей кут знаходиться в межах 10-15 ° Зусилля на рульовому колесі необхідне для включення підсилювача, становить 20-50 Н. Це зусилля є показником зворотного включення підсилювача, що характеризує навантаження, передану від коліс через рульовий привід на розподільний пристрій, необхідне для переміщення корпусу золотника, при якому підсилювач може включатися.

Регулювання механізму рульового керування з гідروпідсилювачем залежить від конструкції автомобіля. Всі рухомі деталі, які сполучаються, повинні працювати без заїдання і заклинювання при повороті валу рульової сошки від одного крайнього положення до іншого. Насоси гідропідсилювачів повинні забезпечувати максимальний тиск (приблизно 7 МПа при температурі масла 65-75 °С).

Роботу насоса з гідропідсилювачем перевіряють на спеціальному стенді або безпосередньо на автомобілі при знаходженні сошки в крайньому положенні.

Несправний насос гідропідсилювача знімають з автомобіля і ремонтують. При відмові гідропідсилювача на працюючому автомобілі через пошкодження насоса, руйнування шланга або ременя приводу насоса, або при буксируванні автомобіля з непрацюючим двигуном допускається короткочасне користування рульовим механізмом.

Несправності рульового керування тісно взаємопов'язані з ознаками несправностей ходової частини і підвіски автомобіля. Деякі приклади такого взаємозв'язку представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Взаємозв'язок несправностей рульового керування, підвіски та ходової частини автомобіля [14]

Несправність	Можлива причина
1	2
Порушена справність повернення рульового колеса в прямолінійне положення	<p>Порушене регулювання кутів установки передніх коліс.</p> <p>Занадто знизився тиск в шинах.</p> <p>Зношені деталі рульового механізму.</p> <p>Порушено регулювання рульової колонки.</p> <p>Зношені або пошкоджені кульові опори.</p> <p>Зношені або пошкоджені деталі рульового приводу.</p> <p>Втрата мастила деталей рульового приводу.</p> <p>Знизився рівень масла в картері рульового механізму.</p> <p>Заклинила рульова колонка.</p>
Рульове колесо обертається в різні боки з різним опором обертанню	<p>Витоки масла з картера рульового механізму.</p> <p>Порушена прохідність гідравлічних ліній системи підсилення.</p>
Рульовий насос працює з підвищеним шумом	<p>Нестача масла в насосі.</p> <p>Порушена прохідність шлангів або масляного фільтра рульового насоса.</p> <p>Послаблено кріплення приводного шківа.</p> <p>Порушено регулювання зусилля натягу ремня рульового насоса.</p> <p>Несправний рульовий насос.</p>
Рульове колесо повертається надмірно туго	<p>Знизився рівень рідини в системі гідропідсилення керма.</p> <p>Недолік мастила кульових опор і наконечників рульових тяг.</p> <p>Порушено регулювання кутів установки передніх коліс.</p> <p>Порушено регулювання рульового механізму або знизився рівень мастила.</p> <p>Порушено регулювання переднатягу колісних підшипників.</p> <p>Зношені або пошкоджені компоненти рульового механізму.</p> <p>Обертанню рульового колеса заважає перемикач покажчиків поворотів.</p> <p>Занадто знижено тиск наповнювача в шинах.</p> <p>Зношені або пошкоджені кульові опори</p>

Продовження таблиці 2.2

1	2
Великий люфт рульового колеса	Ослабли колісні підшипники. Зношені втулки компонентів підвіски. Порушено регулювання рульового механізму. Порушено регулювання кутів установки передніх коліс. Ослаблене кріплення рульового механізму. Зношені компоненти рульового приводу або підвіски.
Відсутнє гідравлічне підсилення	Пошкоджено ремінь приводу рульового насоса або порушено регулювання його натягу. Знизився рівень гідравлічної рідини в бачку. Порушена прохідність шлангів системи посилення керма. В гідравлічний тракт системи посилення керма потрапило повітря. Несправний рульовий насос. Несправний рульовий механізм.
Скрегіт або інші сторонні шуми в рульовому механізмі	Ослаблене кріплення деталей рейкової передачі. Внутрішнє пошкодження рульового механізму.

2.2 Діагностичні параметри рульового керування

Основними загальними діагностичними параметрами рульового керування різних конструкцій є [10, 14, 19]:

- зусилля повороту рульового колеса, що вимірюється на ободі рульового колеса;
- сумарний кутовий зазор (люфт) рульового колеса;
- зазори в сполученнях деталей рульового керування (в шарнірних з'єднаннях рульових тяг цапф в шворні, зачеплення в редукторі рульового механізму, шестерні і рейки рейкової передачі);
- зазори в зачепленні ролика і черв'яка рульового механізму по подовжньому переміщенню валу рульової сошки при відокремленій рульовій тязі;
- зазор в підшипниках черв'яка рульового колеса відносно колонки;

- тиск масла в гідросистемі;
- рівень і якість масла в бачку насоса гідропідсилювача (колір, наявність повітряних бульбашок і сторонніх продуктів забруднення і зносу деталей);
- зусилля повороту валу сошки з одного крайнього положення в інше;
- нерівномірність прикладеного зусилля на ободі рульового колеса при повороті в крайні положення;
- кут повороту рульового колеса з одного крайнього положення в інше;
- натяг ременя приводу насоса;
- деформація деталей рульового приводу;
- наявність витоків масла;
- температура механізму приводу і інших вузлів рульового керування;
- високий рівень шуму;
- високий рівень вібрації.
- осьовий зазор підшипників черв'яка рульового колеса щодо колонки;
- осьовий зазор валу рульової сошки і зачеплення ролика з черв'яком;
- зусилля спрацювання клапана гідропідсилювача;
- герметичність трубопроводів;
- пошкодження електроприводу рульового керування;
- електричні та електронні параметри сигналів швидкості (спідометра або системи АБС мікропроцесорного управління електрогідравлічного перетворювача, що визначає гідравлічні дії на клапани регулювання моменту зусилля керма, потужність насоса).

Діагностичні ознаки і можливі несправності рульового керування представлені в табл. 2.3.

Рульове керування має забезпечувати надійне і легке управління автомобілем на будь-яких ділянках дороги. При цьому всі його деталі повинні бути надійно закріплені, зашплінтовані і змащені, а люфт рульового колеса повинен бути в межах норми.

Таблиця 2.3 – Діагностичні ознаки і несправності рульового керування автомобіля

Діагностична ознака	Можлива несправність
Велике зусилля на рульовому колесі і різкий самоповернення рульового колеса в середнє положення	Великий кут поздовжнього нахилу шворня
Підвищений зусилля на рульовому колесі і відсутність самоповернення	Неправильне регулювання рульового механізму
Дуже легке обертання рульового колеса і воно не повертається у вихідне положення	Великий негативний кут поздовжнього нахилу шворня
На певній швидкості кермо «трясе»	Великий дисбаланс керованих коліс. Порушені кути установки керованих коліс і кути нахилу шворня.
Нерівномірне зусилля на рульовому колесі при повороті (заїдання в одному або декількох місцях)	Порушена робоча поверхня нитки черв'яка. Вм'ятини на ролику. Зруйновано кульки.
Стук, відчутний на рульовому колесі	Зазор в важелі маятника. Зазори в шарнірах рульових тяг. Великий зазор в сполученні «ролик-черв'як». Великий зазор в підшипниках рульового механізму. Ослаблено кріплення деталей рульового механізму.
Зачіпання керованих коліс за брызговики при найбільшому повороті в одну зі сторін	Неправильне регулювання рульової трапеції. Кутове зміщення переднього моста.
Рульове колесо займає неправильне положення (спиці розташовані не горизонтально)	Неправильно встановлено рульове колесо на валу. Кутове зміщення переднього моста.

2.3 Типові несправності підвісок та їх причини

Працездатний стан систем підвіски, ходової частини і рульового управління тісно взаємопов'язані. Несправності однієї системи впливають на експлуатаційні властивості інших систем.

Недостатня плавність ходу при несправності амортизаторів, супроводжувана частими «пробоями» і розгойдуванням автомобіля, знижує комфортність. збільшує динамічні навантаження на елементи автомобіля і скорочує термін їх служби, сприяє нерівномірному зносу протекторів шин і т. д.

Ознаки несправності підвісок:

- високий рівень шуму і стукіт при русі;
- підтікання рідини з амортизатора або його стійки;
- підвищене розгойдування кузова автомобіля під час руху по рівній дорозі;
- крен кузова і відведення автомобіля з прямолінійного руху.

Можливі несправності підвіски і їх взаємозв'язок з технічним станом ходової частини представлені на рис. 2.2 та 2.3.

Відведення автомобіля від прямолінійного руху по горизонтальній дорозі
<p>Неоднаковий тиск в шинах. Порушення кутів поздовжнього нахилу осі повороту. Порушення кутів розвалу передніх коліс. Руйнування і осад однієї з опор телескопічної стійки. Неоднакова посадка пружин передньої підвіски. Значна різниця в зносі шин. Неоднакова жорсткість борту шини. Підвищений дисбаланс передніх коліс.</p>
Підвищений або нерівномірний знос протектора шини
<p>Порушене сходження і кути встановлення передніх або задніх коліс. Підвищена швидкість при виконанні повороту. Занадто різкий розгін автомобіля з пробуксовкою ведучих коліс. Часте користування гальмівними механізмами з блокуванням коліс. Перевантаження автомобіля. Підвищений дисбаланс коліс. Підвищений знос кульових шарнірів і гумометалевих шарнірів підвіски і рульового приводу. Погнуті лонжерони або кронштейни кріплення стабілізатора і важелів підвіски.</p>
Шум і стукіт при русі
<p>Послаблення кріплення скоб або шарнірів штанги стабілізатора, поворотного кулака передньої підвіски, важеля рульової трапеції, сайлентблоків важелів підвіски, опори стійки. Зношення гумового елемента опори телескопічної стійки або деформація фланців її арматури. Знос підшипників передніх коліс або послаблення кріплення гайки маточини. Знос кульових шарнірів передньої підвіски і рульового механізму. Осадка або поломка пружини передньої підвіски. Руйнування буферів стиснення або відбою. Збільшений дисбаланс передніх коліс.</p>

Рисунок 2.2 – Можливі несправності передньої підвіски, передніх коліс та їх причини [14]

Високий рівень шуму і стукіт в підвісці при русі можуть бути викликані наступними причинами:

- ослаблення кріплень деталей підвісок (стійки амортизатора, стабілізатора поперечної стійкості, розтяжок, реактивних штанг, гайок кріплення коліс);
- зношування або руйнування гумометалевих шарнірів, гумових подушок, втулок і буферів;
- деформація кронштейна буфера ходу стиснення і стійки передньої частини кузова;
- пошкодження підшипників маточин коліс;

Стойка амортизатора негерметична, теча рідини
Послаблене затягування гайки резервуара віброізолятора. Пошкоджена або зношена гумова манжета (сальник) штока або гумове кільце резервуару. Пошкоджена або зношена робоча поверхня штока. Негерметичні зварні шви резервуара.
Шток стійки амортизатора має (без зусилля) переміщення на початку ходу стиснення або відбою (розтягнення), що не усувається прокачуванням
Зменшена кількість рідини в стійці гідравлічного амортизатора. Порушена працездатність впускного або перепускного клапана.
Стойка амортизатора не розвиває достатнього опору при ході стиснення
Негерметичність клапана стиснення через засмічення. Спрацювання робочої поверхні. Знос, деформація або руйнування (пошкодження) деталей клапана стиснення або впускного клапана.
Стойка амортизатора не розвиває достатнього опору при ході відбою
Клапану відбою негерметичний через засмічення або пошкодження його деталей. Зменшилося зусилля пружини клапана відбою. Порушена працездатність перепускного клапана. Зношення деталей, яке приводить до збільшеного перетікання рідини по зазорам або глибоким рискам зношеного поршня і його кільця, циліндра, штока і напрямної.
Стойка амортизатора розвиває надмірний опір в кінці ходу стиснення
Надмірна кількість рідини в стійці гідравлічного амортизатора
У стійці амортизатора при різкому переміщенні штока спостерігаються стукі
Послаблене затягування гайки резервуара або кріплення поршня. Недостатня кількість рідини в стійці гідравлічного амортизатора.
У стійці амортизатора спостерігаються заїдання при переміщенні штока
Вигин штока. Пошкодження робочого циліндра стійки.

Рисунок 2.3 – Можливі несправності стійок амортизаторів та їх причини [14]

- відсутність мастила в шарнірних стійках;
- зношування кульових опор шарнірів важелів передніх підвісок, несправність амортизатора або його стійки, осадку пружин, гумових втулок, а також осадку або поломку ресор.

Ослаблення кріплень опор стійок амортизаторів, кріплень розтяжок, стабілізатора поперечної стійкості і інших деталей підвісок усувається підтяжкою їх кріплень. Деталі підвісок, що вийшли з ладу, замінюють.

Підтікання рідини з гідравлічних амортизаторів або їх стійок і підвищене розгойдування кузова автомобіля під час руху свідчить про несправність.

Крен кузова автомобіля виникає при нерівномірному осіданні пружин або ресор підвісок, а також при поломці листів ресор. Для усунення крену кузова проводиться контроль пружин і ресор і їх заміна. При усуненні крену кузова замінюють одночасно обидві пружини передньої підвіски і (або) обидві пружини або ресори задньої підвіски.

Наявність вільного ходу (практично без опору) штока двотрубного амортизатора не завжди означає його несправність. Можливо, через зберігання в горизонтальному положенні, повітря, що знаходилося в компенсаційній порожнині, потрапило в робочий циліндр. Для відновлення працездатності амортизатора його достатньо «прокачати», зробивши кілька (3-5) повних ходів штока, утримуючи амортизатор в вертикальному положенні.

2.4 Аналіз методів оцінки технічного стану підвісок автомобілів

Існує кілька методів визначення стану амортизаторів [14, 31, 37]:

- візуальний огляд;
- розгойдування автомобіля;
- перевірка ступеня нагріву;
- оцінка поведінки автомобіля в русі;
- стендова діагностика.

Візуальний огляд передбачає перевірку:

- наявності поломок і тріщин пружин, опорної чашки, штанг і стійок стабілізатора поперечної стійкості, листів, кронштейнів та сережок ресор;
- люфту в сполученнях важелів, стійки, амортизаторів і ресор (в разі необхідності кузов вивіщується);
- зазору між кузовом і кронштейнами осей важелів передньої підвіски;
- прямолінійності стійок стабілізатора поперечної стійкості;
- герметичності чохла ресор;
- якості гуми упорів, а також виявлення на поверхні корпусу амортизатора потоків масла як неспростовний доказ втрати герметичності і часткового або повного виходу його з ладу.

Одним з основних параметрів, що визначають технічний стан передньої підвіски, є відповідність кутів установки керованих коліс необхідним параметрам. Кути установки передніх коліс істотно впливають на знос шин і стійкість автомобіля на ходу, тому їх потрібно перевіряти і регулювати при кожному технічному обслуговуванні.

Масляний туман на поверхні корпусу не завжди є ознакою несправності. Через шар бруду знайти справжню причину появи масла на корпусі може бути складно, тому амортизатор слід очистити і повторно оглянути через кілька днів експлуатації. Виниклі повторно потоки масла говорять про несправності гідравлічного амортизатора.

Пружні властивості пружин і ресор визначають або непрямим методом – за умовною довжиною пружин і стрілі прогину ресор, або шляхом вимірювання величини лінійного переміщення підвіски під впливом певної навантажувальної сили. При великих (вище допустимих) прогинах підвісок автомобіль направляють на усунення несправностей.

Візуальним оглядом піддаються і шини, так як рівномірність зносу їх протектора – найважливіший показник працездатності амортизаторів. Якщо протектор, особливо по краях, має явно виражені плями зносу, значить, процес його кочення супроводжується стрибками, що відбувається при несправних амортизаторах.

За допомогою даного методу неможливо точно встановити причини пошкоджень і руйнувань внутрішніх частин амортизатора. Важливо знати, що однією з найбільш частих несправностей внутрішніх частин амортизатора є їх природний знос.

Дані візуального огляду і перевірки геометричної форми деталей підвіски заносять в діагностичну карту з відміткою про їх відхилення від допустимих значень.

Розгойдування автомобіля передбачає розгойдування кузова автомобіля, що стоїть і оцінку стану амортизаторів за кількістю коливальних рухів кузова до моменту повної зупинки.

Існує два способи проведення цього тесту. У першому випадку після одноразового натискання на автомобіль спостерігають за характером переміщення кузова. Якщо він піднімається повільно, значить, амортизатори працюють, якщо ж він «вистрілює» вгору без будь-яких затримок – не працюють. Другий варіант цього тесту передбачає інтенсивну розкачку автомобіля в кілька прийомів. Якщо амортизатори справні, після припинення розгойдування, кузов стає нерухомим вже на першому або другому (в залежності від інтенсивності розгойдування) «вільному» коливанні.

Даний метод дозволяє визначити тільки два «крайніх» стани амортизатора: або амортизатор повністю не виконує своє призначення (зламане вушко або шток, зносився клапанний вузол, відсутня амортизаторна рідина в робочій камері), або амортизатор «підklinює» або «заклинило» повністю. Спроби визначити ступінь зносу амортизатора в цьому випадку не мають сенсу, так як зусилля, що розвивається гідравлічним, газопневматичним і газовим амортизатором, залежить від швидкості руху штока. Крім того, в різних автомобілях конструктивно закладені різні параметри жорсткості підвіски. У деяких моделей автомобілів підвіска спочатку досить «м'яка».

Перш ніж приступати до перевірок компонентів підвіски і рульового приводу необхідно упевнитися, що причиною порушення не є неправильний тиск в шинах, не встановлені шини різного типорозміру, не порушено балансування коліс чи

немає «прихоплювання» гальм. Приклади функціональних ознак несправностей підвіски, ходової частини і рульового керування, що мають тісний взаємозв'язок, і їх причини наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Взаємозв'язок прояву несправностей підвіски, рульового керування та ходової частини автомобіля [14]

Ознаки несправностей	Можлива причина
Розгойдування автомобіля під час здійснення поворотів і при гальмуванні	Послаблене кріплення стабілізатора поперечної стійкості. Несправні амортизатори. Зламани або «просіли» гвинтові пружини / ресори підвіски. Зношені компоненти рульового приводу або підвіски, або кульові опори і / або гумометалеві втулки. Автомобіль перевантажений.
Сторонні шуми, які виходять із передньої частини автомобіля	Неправильно накачані шини. Відбулася втрата мастила кульових опор або компонентів рульового приводу. Ослабло кріплення рульового механізму, компонентів рульового приводу і підвіски. Зношені опори амортизаторів. Пошкоджено амортизатор. Пошкоджено ресори. Ослабли гайки кріплення коліс. Зношені або пошкоджені шліци задніх півосей. Надмірний осьової люфт заднього моста.
Під час гальмування знижується керованість автомобіля	Зношені підшипники маточин передніх коліс. Зламани або «просіли» гвинтові пружини / ресори підвіски. Деформація гальмівних дисків / барабанів.
Автомобіль надмірно просів	Перевантаження. Зношені амортизатори стійок. Зламани або «просіли» гвинтові пружини підвіски.

Контроль технічного стану підвіски включає в себе огляд підвіски, перевірку працездатності амортизаторів, перевірку просідання пружин або ресор, а також перевірку і усунення люфтів.

Огляд підвіски виконується знизу автомобіля, для чого найзручніше вивісити його на підйомнику або встановити на канаву з підйомником. При огляді перевіряються пошкодження елементів підвіски (деформації, тріщини) і знос пружних елементів – гумових буферів, втулок, гумометалевих шарнірів (сайлентблоків), а також відсутність підтікань рідини з амортизаторних стійок.

При наявності деформацій і тріщин на важелях і інших елементах підвіски, пошкодженні захисних чохлах кульових шарнірів, підвищеного зносу пружних елементів вони підлягають заміні.

Виявлені в процесі огляду зношені гумові втулки, кріплення амортизаторів і буфери стиснення необхідно замінити.

Про необхідність заміни гумометалевих шарнірів свідчать розриви гуми, одностороннє її випинання, підрізання і знос гуми по торцях шарнірів, неможливість подальшого регулювання установки коліс.

Висновки до розділу 2

З усіх дорожньо-транспортних пригод, скоєних в результаті поганого технічного стану автомобіля, через несправність механізмів рульового керування відбувається близько 13-15% випадків. Від технічного стану рульового керування залежить безпека руху, експлуатаційні показники автомобіля і умови роботи водія.

Головна причина підвищеного зношування деталей рульового керування та підвіски автомобіля – неправильне регулювання, несвоєчасне змащування вузлів, недостатня кількість змащувального матеріалу, природний знос деталей і старіння матеріалів.

Всі роботи по виявленню причин несправностей рульового керування та підвіски виконують при діагностиці та технічному обслуговуванні, а усунення несправностей – при ремонті.

Працездатний стан систем підвіски, ходової частини і рульового управління тісно взаємопов'язані. Несправності однієї системи впливають на експлуатаційні властивості інших систем.

РОЗДІЛ 3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПЕРЕДНІХ ПІДВІСОК ТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Математична модель визначення технічного стану вузлів автомобіля

Для оцінки технічного стану передньої підвіски та рульового керування важливо своєчасно встановити момент настання передвідмовного стану, за якого для відновлення працездатності необхідно провести профілактику або заміну окремих деталей, щоб запобігти відмові.

Розглядається модель передвідмовного технічного стану агрегату або системи автомобіля, в основу якої покладені закономірності зміни діагностичних параметрів за пробігом та оптимальна періодичність діагностування [31].

Передвідмовним вважається стан, при якому діагностичний параметр $Z(l)$ (l - пробіг автомобіля) досягає гранично-допустимого значення $Z_{\text{до}}$ на момент пробігу [32]:

$$l_{\text{доп}} = l_c - \tau_{\text{опт}}, \quad (3.1)$$

де l_c - середній пробіг на відмову, км;

$\tau_{\text{опт}}$ - оптимальна періодичність діагностування, км.

Отже, відповідно до (3.1), передвідмовний стан завжди буде вчасно виявлений.

Оптимальну періодичність діагностування $\tau_{\text{опт}}$ необхідно вибрати з огляду на техніко-економічний критерій, а саме на основі мінімуму витрат на здійснення наступного діагностування $C_{\text{д}}$ та поточного ремонту $C_{\text{пр}}$ [32]. На практиці користуються графічним методом визначення оптимальної періодичності діагностування $\tau_{\text{опт}}$ на основі побудованих кривих залежності коефіцієнта

оптимальності t від відношення затрат $\frac{C_d}{C_{np}}$ для різних законів розподілу відмов.

Коефіцієнт оптимальності t визначає, у скільки разів оптимальна періодичність діагностування більша або менша за середній пробіг на відмову.

Визначивши відношення затрат $\frac{C_d}{C_{np}}$, з графіка знаходять значення t . Оптимальна

періодичність діагностування визначається за такою залежністю:

$$\tau_{opt} = l_c \cdot t. \quad (3.2)$$

Необхідно враховувати, що техніко-економічне обґрунтування визначення оптимальної періодичності діагностування справедливе для всіх агрегатів та систем автомобіля, крім тих, які забезпечують безпеку руху.

У найтривалішому експлуатаційному періоді, згідно з статистичними спостереженнями, відмови розподілені відповідно до експоненційного закону. Коефіцієнт оптимальності t не залежить від параметрів закону розподілу та визначається графічно [19].

Користуючись діагностичними картами агрегатів автомобіля, можна зформулювати залежність зміни діагностичного параметра від пробігу автомобіля. У загальному вигляді її подають співвідношенням [31]:

$$Z(l) = Z_H + V \cdot l^\alpha. \quad (3.3)$$

де Z_H - номінальне значення параметра;

V, α - const (V - інтенсивність зміни параметра, якщо $l=1$, зменшена у α разів, α - показник степеня, який визначає характер зміни параметра).

Залежність (3.3) дає можливість встановити гранично-допустиме значення параметра $Z_{до}$, яке відповідає пробігу автомобіля $l_{доп}$. Для цього спочатку знаходять τ_{opt} та $l_{доп}$ згідно з (3.2) та (3.1).

Задача прогнозування безвідмовного стану на період до наступного діагностування розв'язується на основі моделі, що розроблена на основі теореми Байєса [28].

Якщо відомі значення показників надійності-інтенсивності раптових (λ_0) та відмов зношування (λ_1), а також закономірності зміни діагностичних параметрів, необхідно розрахувати імовірність відсутності відмови $l+l_n$ на період пробігу автомобіля з моменту останнього діагностування l до наступного $l+l_n$ (l_n - періодичність діагностування), при цьому необхідно враховувати, щоб діагностичний параметр за цей час не вийшов за межі гранично-допустимого значення $Z_{\text{до}}$.

Апостеріорна імовірність (яка ґрунтується на досвіді) відсутності відмови за умови, що передвідмовний стан не настане протягом пробігу автомобіля $[l;l+l_n]$, визначається за формулою Байєса:

$$P\left(\frac{H_2}{A}\right) = \frac{P(H_2) \cdot P\left(\frac{A}{H_2}\right)}{P(H_1) \cdot P\left(\frac{A}{H_1}\right) + P(H_2) \cdot P\left(\frac{A}{H_2}\right)}, \quad (3.4)$$

де H_1 , H_2 - гіпотези, відповідно, про виникнення та відсутності відмов протягом періоду прогнозування $[l;l+l_n]$;

$P(H_1)$, $P(H_2)$ - апіорні ймовірності (такі, що наявні до проведення досліджень) подій H_1 та H_2 ;

A - гіпотеза про те, що передвідмовний стан не настане протягом періоду прогнозування $[l;l+l_n]$, жоден діагностичний параметр не досягне граничного допустимого значення;

$P\left(\frac{A}{H_2}\right)$ - умовна імовірність того, що передвідмовний стан не настане

(гіпотеза A) за умови відсутності відмов (гіпотеза H_2);

$P\left(\frac{A}{H_1}\right)$ - умовна ймовірність того, що передвідмовний стан не настав, за

умови виникнення відмови (гіпотеза H_1).

Для основного (найтривалішого) періоду експлуатації, інтенсивності раптових відмов та відмов зношування не залежать від пробігу автомобіля (λ_0 , $\lambda_1 = const$). Апріорна ймовірність відсутності відмови протягом періоду прогнозування $[l; l + l_n]$ характеризується експоненційним законом [30]:

$$P(H_2) = e^{-(\lambda_0 + \lambda_1)(l + l_n)}. \quad (3.5)$$

Оскільки гіпотези H_1 та H_2 несумісні ($P\left(\frac{A}{H_1}\right) + P\left(\frac{A}{H_2}\right) = 1$), то ймовірність появи відмови:

$$P(H_1) = 1 - e^{-(\lambda_0 + \lambda_1)(l + l_n)}. \quad (3.6)$$

Аналогічно умовна ймовірність того, що передвідмовний стан не настав протягом $[l; l + l_n]$, але виникла раптова відмова:

$$P\left(\frac{A}{H_1}\right) = 1 - e^{-\lambda_0(l + l_n)}. \quad (3.7)$$

Ймовірність того, що передвідмовний стан не настав (діагностичний параметр не набув гранично-допустимого значення), за умови відсутності відмови протягом пробігу автомобіля $[l; l + l_n]$, визначається:

$$P\left(\frac{A}{H_2}\right) = e^{-\varphi(l)(l+l_n)} = e^{-Z^0(l)\left(1+\frac{l_n}{l}\right)}, \quad (3.8)$$

де $\varphi(l) = \frac{Z^0(l)}{l}$ - інтенсивність зміни діагностичного параметра, що розглядається, а Z^0 - відносна його зміна [$0 < Z^0 < 1$].

Якщо параметр з напрацюванням зростає ($Z_n < Z_{zd}$), тоді

$$Z^0(l) = \frac{Z^*}{Z_{zd}}, \quad (3.9)$$

у протилежному випадку ($Z_n > Z_{zd}$):

$$Z^0(l) = \frac{Z_{zd}}{Z^*}, \quad (3.10)$$

де Z^* - значення діагностичного параметра на момент діагностування.

З врахуванням (3.5) - (3.10) апостеріорна ймовірність відсутності відмови (2.4) матиме вигляд

$$P\left(\frac{H_2}{A}\right) = \frac{e^{-(\lambda_0+\lambda_1)(l+l_n)} e^{-Z^0(l)\left(1+\frac{l_n}{l}\right)}}{\left(1 - e^{-(\lambda_0+\lambda_1)(l+l_n)}\right)\left(1 - e^{-\lambda_0(l+l_n)}\right) + e^{-(\lambda_0+\lambda_1)(l+l_n)} e^{-Z^0(l)\left(1+\frac{l_n}{l}\right)}}. \quad (3.11)$$

Таким чином, залежність (3.11) дає змогу визначити ймовірність відсутності відмови (прогноз працездатного стану) агрегатів автомобіля на період до наступного діагностування.

Результати прогнозування надають рішення щодо можливих позапланових ремонтних робіт для забезпечення нормативного ресурсу основних агрегатів

автомобіля.

За допомогою попередньо визначеного гранично-допустимого значення діагностичного параметра $Z_{до}$ та відомої аналітичної залежності його зміни з пробігом (3.3), визначають імовірність відсутності відмови $[P]$ за формулою (3.11), протягом усього нормативного ресурсу пробігу автомобіля.

Для прийняття рішення про необхідність можливих позапланових ремонтних робіт для конкретного вилученого з експлуатації автомобіля, спочатку розраховують імовірність відсутності відмови P_k за формулою (3.11) і порівнюють її з $[P]$. Якщо $P_k \geq [P]$, то для даного автомобіля позапланових ремонтних робіт не проводять, в протилежному випадку їх виконують одразу ж після діагностування для зменшення інтенсивності зношування деталей агрегату чи системи автомобіля.

Імовірність відсутності відмови $[P]$ можна застосувати для розв'язання багатьох інших задач, таких як: планування заміни деталей агрегату чи системи автомобіля; формування комплекту запасних частин та інструменту, що необхідно мати в спорядженому автомобілі; планування обсягів робіт зон технічного обслуговування та поточного ремонту та ін.

На практиці зручно користуватись побудованими на підставі співвідношення (3.11) за різних значень відносної зміни діагностичного параметра (3.9), (3.10) параметричними кривими імовірності відсутності відмови агрегату, за даним параметром, протягом всього нормативного ресурсу пробігу автомобіля. Для визначення $[P]$, зручно користуватись графічною залежністю зміни діагностичного параметра за пробігом автомобіля(3.3).

Вибір стратегії управління працездатним станом АТЗ базується на визначенні оптимальної періодичності контрольно-діагностичних перевірок.

Даний підхід дає можливість встановити таку періодичність діагностування, яка, з одного боку, зменшує затрати на технічне обслуговування та поточний ремонт, з другого боку – дає змогу підтримувати працездатність на оптимальному рівні. Критерієм оптимізації такого керування є мінімум функції сумарного ризику [32]:

$$R = R_{ab} + R_o \rightarrow \min, \quad (3.12)$$

де R_{ab} - ризик аварійної відмови деталей агрегату на період прогнозування;
 R_o - ризик передчасного (марного) діагностування агрегату (визначаються у грошовому еквіваленті).

Також

$$R_{ab} = Q_{ab} \cdot P_{ab}; \quad (3.13)$$

$$R_o = Q_o \cdot k \cdot (1 - P_{ab});$$

де Q_{ab} , Q_o - відповідно витрати на усунення аварійної відмови (грн.) та витрати на одне діагностування, грн.;

P_{ab} - імовірність виникнення аварійної відмови агрегату у період прогнозування;

k - кількість діагностичних перевірок протягом даного періоду.

Таким чином, залежність (3.12) з врахуванням (3.13), перетвориться на:

$$R = Q_o \cdot k + P_{ab} \cdot (Q_{ab} - Q_o \cdot k). \quad (3.14)$$

Без істотних втрат точності розрахунків щільність розподілу імовірності відмов, що описується розподілом Вейбулла, можна замінити нормальним законом розподілу Гауса. Тоді імовірність аварійної відмови системи описується співвідношенням [30]:

$$P_{ab} = \frac{1}{\sigma_z \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{Z_{z0}}^{\infty} \exp\left(-\frac{(y - M_{II})^2}{2\sigma_z^2}\right) dy, \quad (3.15)$$

де M_{II} , σ_z - відповідно математичне очікування та середньоквадратичне

відхилення значень діагностичного параметра протягом періоду прогнозування;

Z_{zd} - гранично-допустиме значення діагностичного параметра.

Середньоквадратичне відхилення значень діагностичного параметра можна визначити за таким співвідношенням:

$$\sigma_z = k \cdot v \cdot \Delta Z, \quad (3.16)$$

де v - коефіцієнт варіації діагностичного параметра;

ΔZ - середня зміна діагностичного параметра протягом періоду експлуатації між двома контрольними перевірками:

$$\Delta Z = \frac{Z_{zd} - Z_n}{\bar{k}}, \quad (3.17)$$

де Z_n - номінальне значення діагностичного параметра;

\bar{k} - середня кількість діагностичних перевірок протягом всього періоду ресурсу.

Зауважимо, що середню зміну діагностичного параметра ΔZ можна також розрахувати використавши залежність (3.5).

Математичне сподівання значення діагностичного параметра на період прогнозування:

$$M_{II} = Z^* + k \cdot \Delta Z, \quad (3.18)$$

де Z^* - значення діагностичного параметра на момент діагностування.

Значення діагностичного параметра за умов появи відмови є обмеженим через конструктивні особливості агрегату, отже: $Z_{zd} < Z < Z$. Межу Z можливих значень нормально розподіленої випадкової величини Z можна встановити на основі правила «трьох сигм». Отже імовірність аварійної відмови системи (3.15)

розраховуватиметься за такою формулою:

$$P_{ab} = \frac{1}{\sigma_Z \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{Z_{\text{до}}}^{Z_{\text{до}}+3\sigma_Z} \exp\left(-\frac{(y-M_{\Pi})^2}{2\sigma_Z^2}\right) dy. \quad (3.19)$$

Зауважимо, що верхня межа інтегрування $Z_{\text{до}} + 3\sigma_Z$ залежить від тривалості періоду прогнозу, яка дорівнює технічним обслуговуванням.

Ймовірність аварійної відмови не визначається через елементарні функції, а обчислюється за допомогою функції Лапласа $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^x \exp\left(-\frac{y^2}{2}\right) dy$:

$$P_{ab} = \Phi\left(\frac{Z_{\text{до}} + 3\sigma_Z - M_{\Pi}}{\sigma_Z}\right) - \Phi\left(\frac{Z_{\text{до}} - M_{\Pi}}{\sigma_Z}\right). \quad (3.20)$$

Враховуючи (3.16)-(3.20) функція ризику (3.14) набуватиме вигляд:

$$R = \frac{Q_{\text{до}}}{k} + \left(Q_{ab} - \frac{Q_{\text{до}}}{k}\right) \cdot (\Phi(x_1) - \Phi(x_2)), \quad (3.21)$$

де

$$x_1 = \frac{\bar{k} \cdot (Z_{\text{до}} - Z^*) + k(Z_{\text{до}} - Z_{\text{н}}) \cdot (3\nu - 1)}{k\nu \cdot (Z_{\text{до}} - Z_{\text{н}})}; \quad (3.22)$$

$$x_2 = \frac{\bar{k} \cdot (Z_{\text{до}} - Z^*) - k(Z_{\text{до}} - Z_{\text{н}})}{k\nu \cdot (Z_{\text{до}} - Z_{\text{н}})}.$$

Залежності (3.21), (3.22) дають змогу визначити кількість контрольно-діагностичних перевірок k^{opt} , які можна не проводити з моменту останнього діагностування, коли діагностичний параметр дорівнює Z^* . Таким чином, встановлено період експлуатації, в якому агрегат перебуватиме в працездатному стані (залишковий ресурс). Це дозволяє змінювати періодичність виконання контрольно-діагностичних операцій вилученням k^{opt} перевірок з наперед

запланованої їх кількості \bar{k} . На практиці зручно використовувати графічну залежність $k^{opt} = f(Z)$, яку можна побудувати на основі залежностей (3.21), (3.22) для різних значень діагностичного параметру Z .

Врахуємо, що залежності (3.21), (3.22) справедливі для двох випадків зміни діагностичного параметра за пробігом - як для зростання ($Z_n < Z_{zd}$), так і для зменшення параметра ($Z_n > Z_{zd}$).

Також, на основі даної моделі можна оцінити залишковий ресурс агрегату за розглянутим діагностичним параметром. Розрахувавши k^{opt} , залишковий ресурс розраховуємо за формулою

$$l_{зал} = (k^{opt} + 1) \cdot l_n, \quad (3.23)$$

де l_n - періодичність діагностувань.

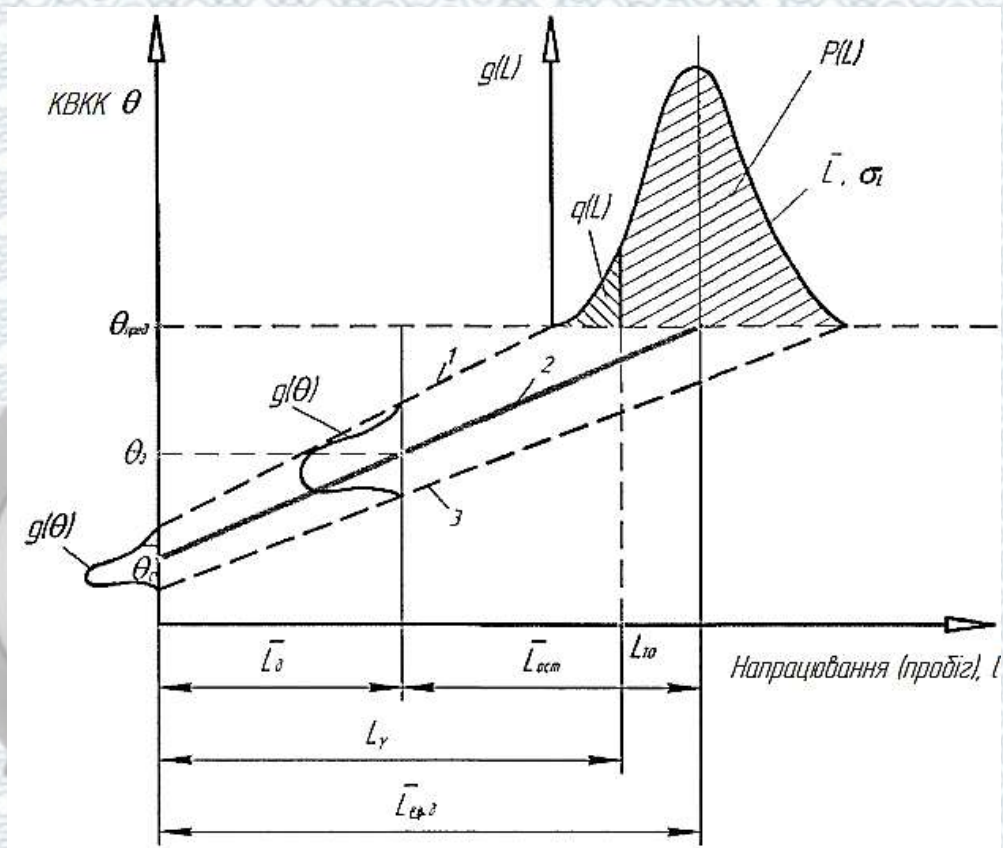
3.2 Розробка математичної моделі встановлення напрацювання автомобілів на досягнення граничних значень кутів встановлення керованих коліс

Для ходової частини автомобіля і її елементів, на основі аналізу зміни експлуатаційних властивостей, визначено допустиме і граничне значення параметрів передньої підвіски, при якому експлуатація автомобіля не допускається за критеріями безпеки дорожнього руху. У нашому випадку ці параметри визначені порушенням кутів встановлення керованих коліс.

В ході спостережень зміни кутів встановлення керованих коліс в процесі експлуатації автомобіля [19], прийнята гіпотеза про нормальний розподіл випадкових величин, які визначають технічний стан передніх підвісок автомобілів.

В основу встановлення кількісних показників, які оцінюють напрацювання до досягнення граничного значення кутів встановлення керованих коліс,

покладена модель взаємозв'язку параметрів передньої підвіски з показниками надійності, яка представлена на рисунку 3.1.



θ - величина КВКК; 1, 3 - кордони одиничних реалізацій зміни КВКК автомобілів; 2 - функція зміни математичного очікування КВКК автомобілів; $\bar{\theta}_0$ - початкове значення КВКК в момент напрацювання $l = 0$; $q(\theta)$ - щільність розподілу значень КВКК при напрацюванні l ; $q(l)$ - ймовірність виникнення відмови передньої підвіски через порушення КВКК; $P(l)$ - допустима ймовірність безвідмовної роботи передньої підвіски щодо змін КВКК; σ_l - середнє квадратичне відхилення напрацювання при граничних значеннях КВКК; \bar{l}_0 - математичне очікування напрацювання при допустимих величинах КВКК; $\bar{l}_{ост}$ - математичне очікування залишкового напрацювання до досягнення граничних величин КВКК; $\bar{l}_{пред}$ - математичне очікування напрацювання при досягненні граничних величин КВКК, l_γ - гамма-відсоткове напрацювання; $l_{ТО}$ - напрацювання до ТО передньої підвіски

Рисунок 3.1 – Загальна закономірність зміни значень кутів встановлення керованих коліс в залежності від напрацювання автомобіля

У загальному випадку, власників автомобілів цікавить не середнє напрацювання всієї сукупності автомобілів, а напрацювання до настання граничного значення параметра передньої підвіски конкретного автомобіля. Тому в якості величини періодичності технічного обслуговування приймаємо гамма-процентне напрацювання. Відповідно до цього сформована умова необхідності проведення ремонтних робіт по забезпеченню працездатності передньої підвіски:

- якщо $l_0 \geq l_\gamma$, то необхідно проводити ремонтновідновлювальні роботи;
- якщо $l_0 < l_\gamma$, то даної необхідності немає.

Використовуючи основи теорії випадкових процесів, сформована математична залежність геометричних параметрів кутів встановлення керованих коліс передніх підвісок від напрацювання.

При встановленні щільності розподілу, зроблено припущення, що моментні функції випадкового процесу змінюються монотонно і початкове значення кутів встановлення керованих коліс значно менше граничного, тобто $\theta_0 \leq \theta_{пред}$. Для встановлення щільності розподілу напрацювання $f(l)$ при нвстанні граничного значення параметрів кутів встановлення керованих коліс передньої підвіски по одновимірним характеристикам випадкового процесу і з урахуванням введених обмежень використано таку залежність [32]:

$$f(l) = \left| g(\theta, l) \frac{\frac{d\xi}{dl}}{\frac{d\theta}{dl}} \right| \text{ при } \theta = \theta_{пред}, \quad (3.24)$$

де l – напрацювання підвіски легкового автомобіля, км;

$g(\theta, l)$ – щільність розподілу значень кутів встановлення керованих коліс при напрацюванні l ;

$\theta_{пред}$ – межеве значення кутів встановлення керованих коліс, град.

Допоміжна функція $\xi = \varphi(\theta, l)$, яка в інтегральній функції $F(\theta, l)$. Являє

собою одну із ступенів диференціювання по θ і l , має вигляд:

$$\xi(\theta, l) = \frac{\theta - \bar{\theta}(l)}{\sigma_{\theta}(l)}, \quad (3.25)$$

де $\bar{\theta}(l)$ і $\sigma_{\theta}(l)$ – моментні функції випадкового процесу $\theta(l)$.

Для нормального випадкового процесу (рис. 3.1) щільність розподілу значень кутів встановлення керованих коліс визначається так:

$$g(\theta, l) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\theta}(l)} \exp\left\{-\frac{[\theta - \bar{\theta}(l)]^2}{2\sigma_{\theta}^2(l)}\right\}. \quad (3.26)$$

Похідна допоміжної функції $\xi(\theta, l)$ по l для випадку, коли функція зміни математичного очікування параметра апроксимується лінійною функцією виду $\bar{\theta}(l) = \bar{\theta}_0 + vl$, а дисперсія функцією $S_{\theta}^2(l) = a + a_1l + a_2l^2$, буде дорівнювати:

$$\frac{d}{dl} \left[\frac{\theta_{пред} - \bar{\theta}_0 - vl}{\sqrt{a + a_1l + a_2l^2}} \right] = \left| \frac{v}{\sqrt{a + a_1l + a_2l^2}} \right|, \quad (3.27)$$

де v – коефіцієнт.

Похідна допоміжної функції $\xi(\theta, l)$ по θ має вигляд:

$$\frac{d\xi(\theta, l)}{d\theta} = \frac{d}{d\theta} \left[\frac{\theta - \bar{\theta}_0(l)}{\sqrt{a + a_1l + a_2l^2}} \right] = \frac{1}{\sqrt{a + a_1l + a_2l^2}}. \quad (3.28)$$

Підставимо у вираз (3.24) функцію щільності розподілу параметра (3.26) і вирази похідних (3.27), (3.28) і отримаємо таку залежність:

$$f(l) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sqrt{a + a_1 l + a_2 l^2}} \exp \left(-\frac{[\theta_{пред} - \bar{\theta}_0 - vl]^2}{2\sqrt{a + a_1 l + a_2 l^2}} \right) v. \quad (3.29)$$

З урахуванням того, що $\theta_{пред} = \bar{\theta}_0 + vl_0$, і у відповідності до рисунку 3.1, справедливим є таке рівняння:

$$\bar{l}_0 = \frac{\theta_{пред} - \bar{\theta}_0}{v}. \quad (3.30)$$

Виконуючи математичні перетворення рівнянь (3.29) і (3.30), отримаємо математичну модель встановлення напрацювання автомобілів до досягнення граничного значення кутів встановлення керованих коліс в такому вигляді:

$$f(l) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \left| \frac{1}{v} (a + a_1 l + a_2 l^2) \right|} \exp \left\{ -\frac{(l - \bar{l}_0)^2}{2 \left(\frac{1}{v} \sqrt{a + a_1 l + a_2 l^2} \right)^2} \right\}, \quad (3.31)$$

де a, a_1, a_2 - коефіцієнти апроксимуючої функції;

\bar{l}_0 - математичне очікування напрацювання автомобілів до досягнення граничного значення кутів встановлення керованих коліс, тис. км.

Розроблена математична модель дозволяє вирішити задачу визначення допустимих і граничних значень кутів встановлення керованих коліс без тривалих експлуатаційних випробувань, а також отримати деякі показники надійності передніх підвісок з напрацювання, а саме, імовірність безвідмовної роботи, імовірність виникнення відмови, середнє напрацювання на відмову, середнє напрацювання до відмови, інтенсивність виникнення відмов, які можна визначити з наступних залежностей [30]:

- середнє напрацювання до досягнення граничних значень кутів встановлення керованих коліс в інтервалі від 0 до ∞ :

$$L_{cp} = \int_L^{\infty} Lf(L)dL. \quad (3.32)$$

Ймовірність роботи по досягненню граничних значень кутів встановлення керованих коліс протягом напрацювання L розраховується за формулою:

$$P(L) = \int_L^{\infty} f(L)dL. \quad (3.33)$$

Інтенсивність виникнення граничних значень кутів встановлення керованих коліс за напрацюванням:

$$\lambda(L) = \frac{f(L)}{P(L)}. \quad (3.34)$$

Висновки до розділу 3

Розроблена математична модель дозволяє розраховувати імовірність відсутності відмови, а тому спрогнозувати технічний стан агрегатів автомобіля на період до наступного діагностування. Результати обґрунтовують рішення стосовно можливих позапланових ремонтно-обслуговуючих робіт для забезпечення нормативного ресурсу основних агрегатів чи систем автомобіля.

Розроблена математична модель дозволяє вирішити задачу визначення допустимих і граничних значень кутів встановлення керованих коліс без тривалих експлуатаційних випробувань, а також отримати такі показники надійності передніх підвісок з напрацювання: імовірність безвідмовної роботи; імовірність виникнення відмови; середнє напрацювання на відмову; середнє напрацювання до відмови; інтенсивність виникнення відмов.

РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ ТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ПІДПРИЄМСТВА

4.1 Визначення показників надійності елементів конструкції передніх підвісок досліджуваних автомобілів

При визначенні показників надійності бралися до уваги лише ті конструктивні елементи, які найчастіше відмовляли:

- кульовий шарнір передньої підвіски;
- верхня опора передньої стійки;
- амортизатор;

На основі отриманих даних про відмови у підвісках автомобілів було розраховано числові характеристики розподілів та побудовано гістограми розподілу пробігів спеціальних автомобілів – швидких допомог на базі мікроавтобусів “Тойота” і “Пежо Боксер” на відмови через втрату працездатності їх підвісок із спробою узгодження їх з законами розподілів.

На основі отриманого масиву статистичних даних було складено варіаційний ряд, шляхом розташування значень пробігу даних автомобілів на відмови елементів їх підвіски у порядку зростання. Далі визначалися кількість інтервалів статистичного ряду і їх ширину, математичне сподівання, дисперсія, середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації пробігу на відмови.

Розрахунки пробігу на відмови підвіски автомобілів наведені в таблиці 4.1.

На основі даних таблиці 4.1 визначаємо:

- математичне сподівання пробігу на відмови - 23,6 тис. км;
- дисперсія пробігу на відмови - 172,5 тис. км²;
- середньоквадратичне відхилення - 13,1 тис. км;
- коефіцієнт варіації – 55,6%.

Таблиця 4.1 – Розподіл пробігів автомобілів на відмови елементів їх підвіски

Показники	Інтервали, к						Сума
	1	2	3	4	5	6	
Величина інтервалу, тис. км	3,10-10,77	10,77-18,44	18,44-26,11	26,11-33,78	33,78-41,45	41,45-49,12	-
Середина інтервалу, тис. км	6,935	14,605	22,275	29,945	37,615	45,285	
Частота попадання поточних пробігів в інтервали	9	6	7	4	6	4	36
Емпірична частість	0,250	0,167	0,194	0,111	0,167	0,111	1,000
Математичне сподівання пробігу на відмови, тис. км	1,734	2,434	4,331	3,327	6,269	5,032	23,6
Дисперсія пробігу на відмови, тис. км	65,55	12,104	0,141	5,165	34,984	54,553	172,5

На рисунку 4.1 показано гістограми розподілу пробігів автомобілів “Тойота” і “Пежо Боксер” на відмови через втрату працездатності їх підвісок. На рисунку 4.1 показано узгодження з розподілом Вейбула, а на рисунку 4.2 – нормальним.

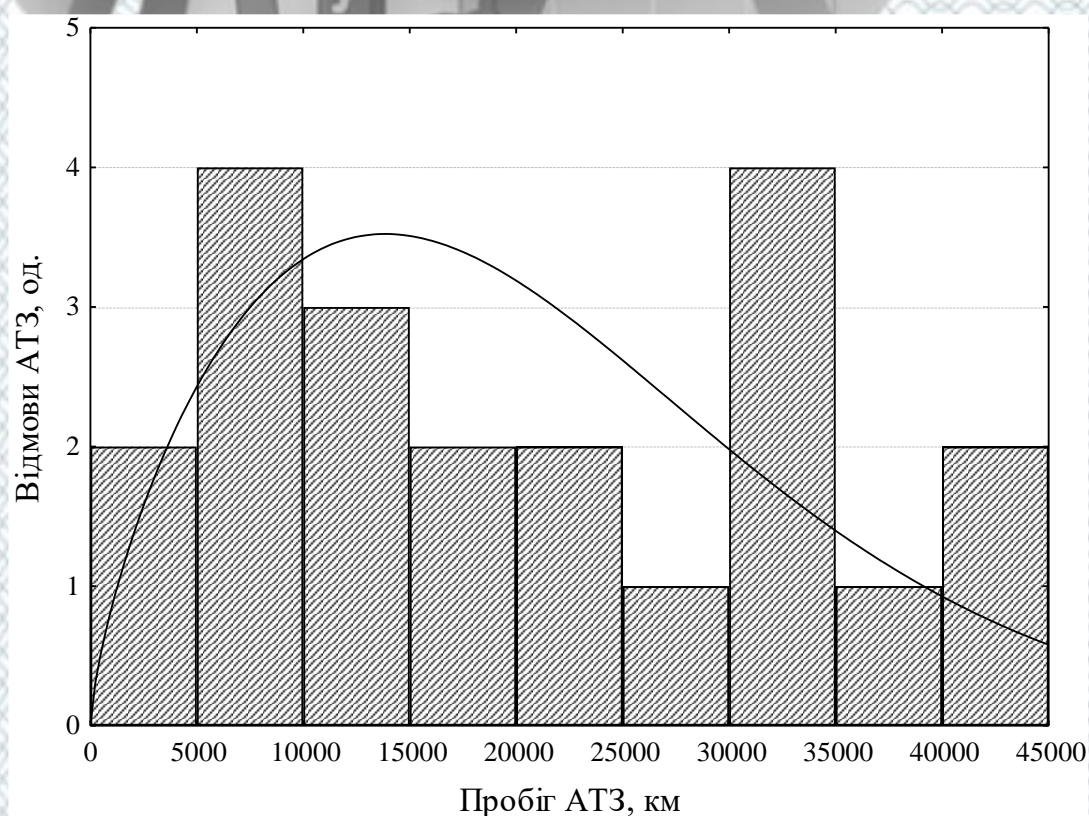


Рисунок 4.1 – Гістограма розподілу пробігів автомобілів “Пежо Боксер” на відмови через втрату працездатності їх підвісок

Через велике розсіювання і нерівномірність пробігів автомобілів “Тойота” і “Пежо Боксер” на відмови, узгодження їх з законами розподілу неможливе. Значення математичного сподівання пробігів на відмови для автомобілів “Пежо Боксер” складає 23271 км (21 автомобіль) і автомобілів “Тойота” – 27566 км (15 автомобілів). При коефіцієнтах варіації відповідно 69% і 97%.

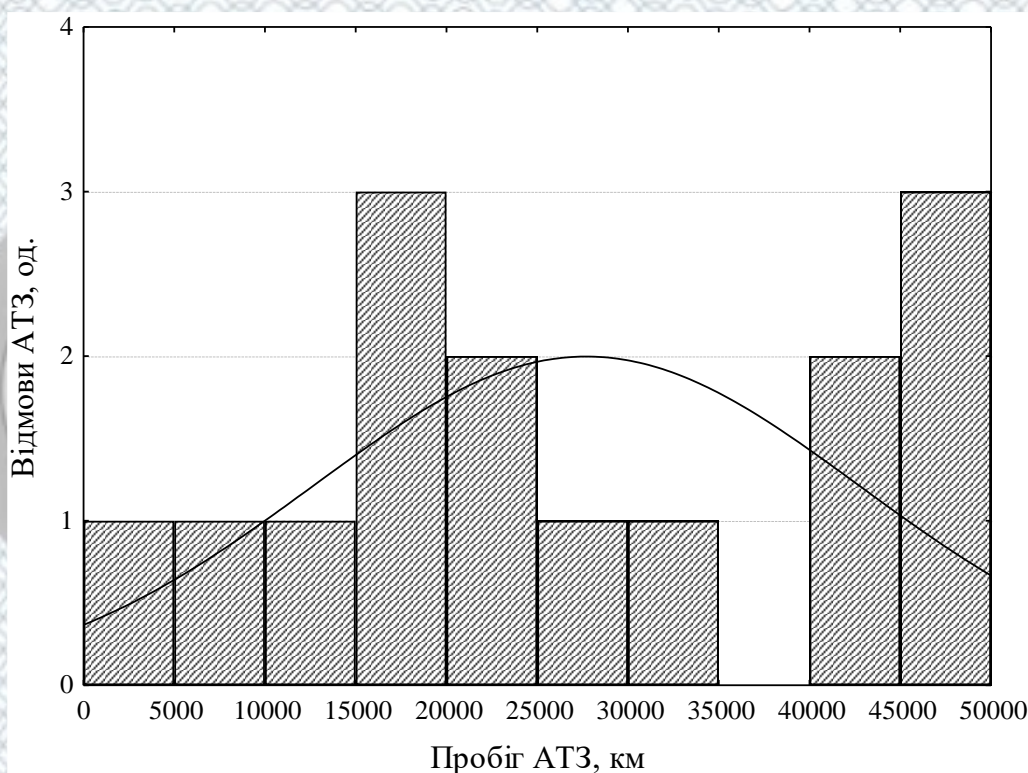


Рисунок 4.2 – Гістограми розподілу пробігів автомобілів “Тойота” на відмови через втрату працездатності їх підвісок

На рисунку 4.3 показано об’єднану гістограму розподілу пробігів автомобілів “Тойота” і “Пежо Боксер” на відмови через втрату працездатності їх підвісок.

Результатом проведених досліджень стало отримання математичного сподівання пробігу досліджуваних автомобілів на відмови, яке склало 23,6 тис. км.

Результати будуть використані при плануванні оптимальної періодичності технічного обслуговування підвісок АТЗ за мінімальних сумарних затрат з

критерієм оптимізації періодичності ТО з використанням мінімуму функції сумарного ризику.

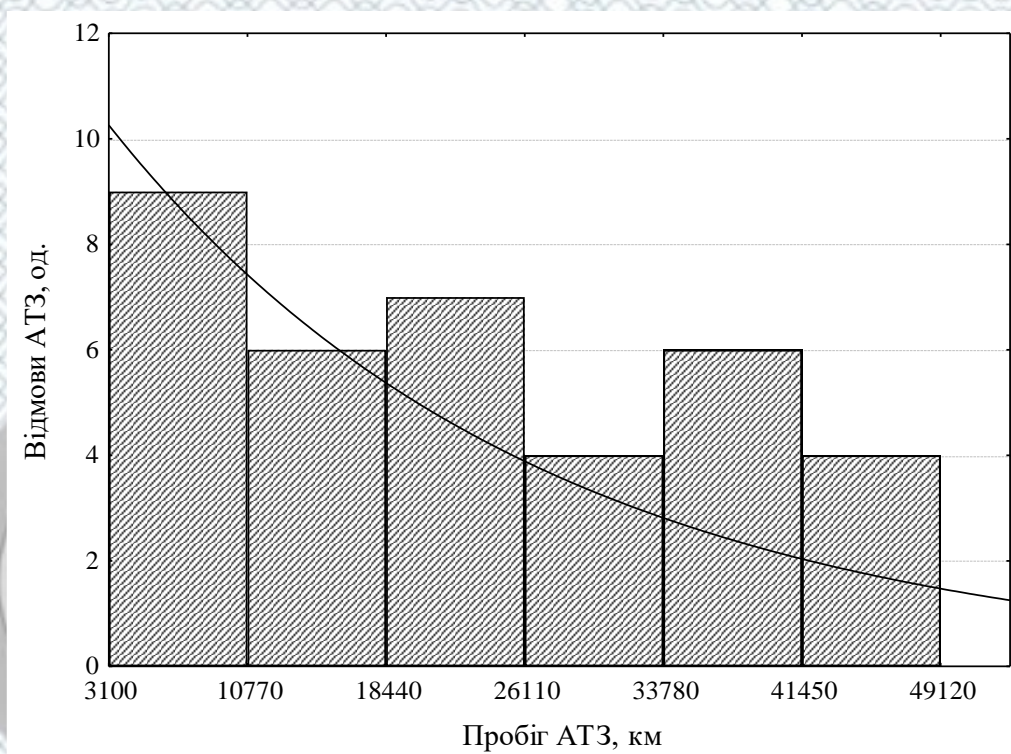


Рисунок 4.3 – Гістограма розподілу пробігів АТЗ на відмови через втрату працездатності їх підвісок із узгодженням за експоненціальним законом

За показниками розподілів інтервалів вхідних потоків контролю підвісок \bar{t}_B на підприємстві «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» та інтенсивності відмов \bar{x} надійнішими є конструкції підвісок автомобілів «Тойота» ($\bar{t}_B = 9,38$ дн; $\bar{x} = 0,12$ од/дн), що відображено у таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Показники надійності конструкцій підвісок автомобілів «Тойота» і «Пежо Боксер»

Автомобілі	Кількість АТЗ, од	Інтервали між замовленнями/щоденні надходження			
		\bar{t}_B , дн/ \bar{x} , од/дн	D_t , дн/ D_x , од	σ_t , дн/ D_x , од	V_t , %/ V_x , %
«Пежо Боксер»	21	6,19/0,17	96,04/45,21	9,80/26,47	158,32/155,29
«Тойота»	15	9,38/0,12	172,70/62,32	13,14/20,42	140,16/170,17

4.2 Розробка алгоритму перевірки технічного стану передньої підвіски автомобіля

Як показали результати досліджень в області технічної експлуатації АТЗ, важливим етапом при формуванні системи, що забезпечує працездатність передньої підвіски і рульового керування, є розробка оптимальних режимів технічного обслуговування і ремонту, визначення необхідного переліку і послідовності виконання операцій технічного впливу, оптимальної періодичності, їх проведення, з урахуванням конкретних умов експлуатації.

Важливим у скороченні тривалості, трудомісткості та вартості діагностування буде вибір обмеженої кількості параметрів діагностування, зняття фактичних показників яких і порівняння з нормативними, повинні дати однозначну відповідь щодо регулювань (заміни, ремонту) систем в цілому [10, 14, 16]. Загальний вигляд розробленого алгоритму діагностування, згідно з висуненою гіпотезою зображений на рис. 4.3.

Для повної перевірки передньої підвіски автомобіля необхідно перевірити: сходження передніх коліс; розвал передніх коліс; кути поздовжнього нахилу осі повороту передніх коліс; стан втулок стабілізатора передніх коліс; стан втулок важеля підвіски передніх коліс; стан кульових шарнірів передніх коліс; стан підшипників маточин передніх коліс; стан амортизаторів передніх коліс; стан верхніх і нижніх опор стійок передніх коліс; стан пружин підвіски передніх коліс.

Кути розвалу коліс та поздовжнього нахилу осі повороту передніх коліс не регулюються, а їх номінальні значення досягаються заміною відповідних деталей.

Звичайно, перевірка, регулювання і визначення всіх цих параметрів вимагає значних зусиль і затрат. Тому необхідно зменшити кількість перевірок, але, одночасно, не зменшуючи інформативності проведення діагностування.

Отже, з всієї вибірки діагностичних параметрів, виділяємо найосновніші: сходження передніх коліс; розвал передніх коліс; стан амортизаторів передніх коліс; стан кульових опор передніх коліс. Кожен з цих параметрів характеризує декілька параметрів технічного стану і впливає на показники роботи підвіски автомобіля.

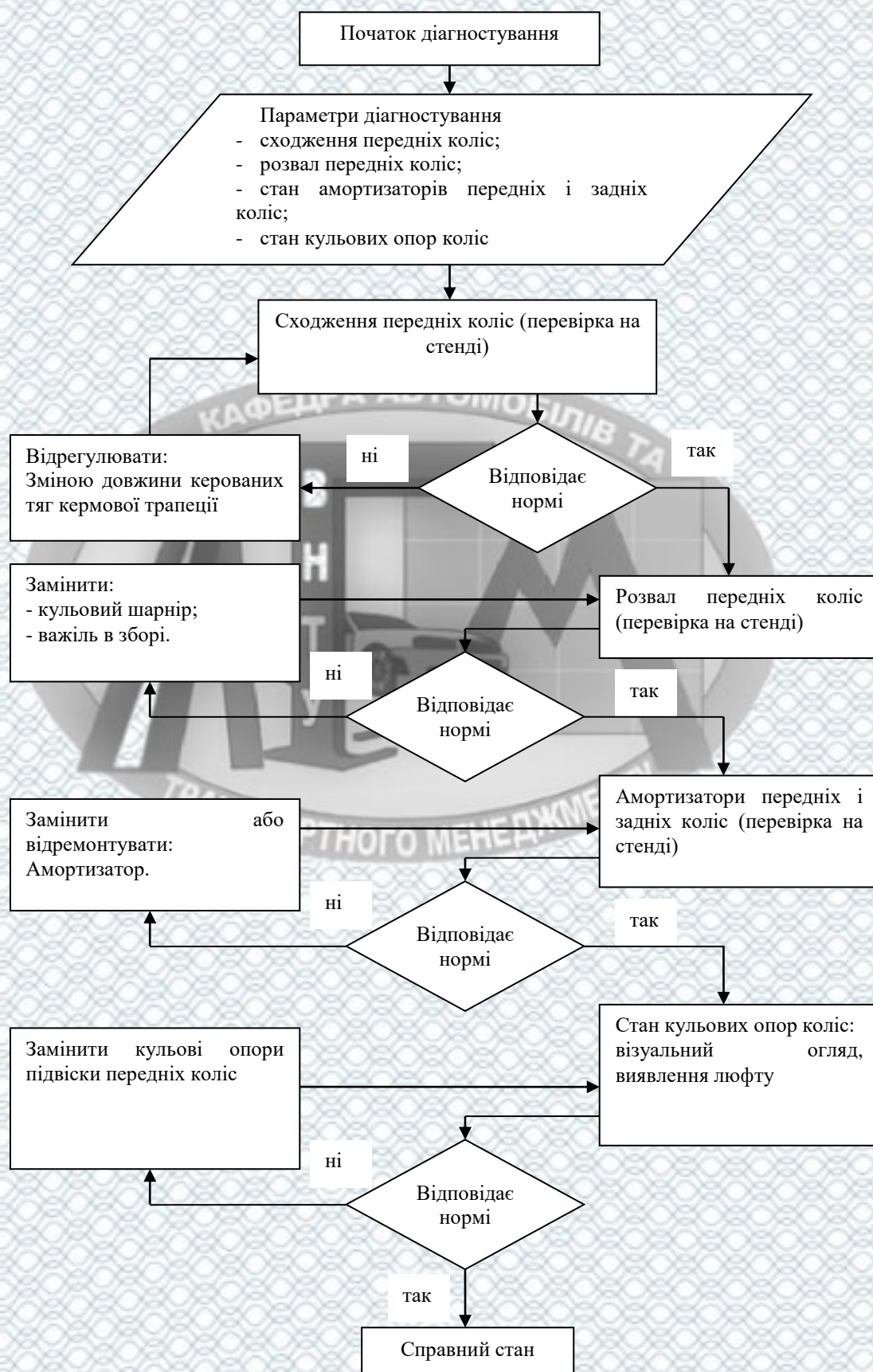


Рисунок 4.3 – Функціональна схема алгоритму пошуку і усунення несправностей передньої підвіски автомобіля

4.3 Розробка алгоритмів перевірки технічного стану рульового керування автомобіля

Для перевірки технічного стану рульового керування автомобіля рульове колесо повертають до положення, що відповідає початку повороту керованих коліс в одну сторону, а потім в іншу сторону до положення, що відповідає початку повороту керованих коліс в протилежну сторону. При цьому вимірюється кут між крайніми положеннями рульового колеса, який є сумарним люфтом в рульовому керуванні. Якщо параметр не перевищує допустиме значення, то рульове управління справне. В іншому випадку необхідно виконати поглиблену діагностику рульового керування. Функціональна схема алгоритму пошуку та усунення несправностей при відхиленні величини сумарного люфту в рульовому керуванні представлена на рис. 4.4.

Діагностування вузлів рульового керування здійснюється на нерухомому автомобілі при працюючому двигуні, оскільки рульовий привід обладнаний гідравлічним підсилювачем. Після усунення несправностей і доведення величини сумарного люфту в рульовому керуванні до нормативних значень, необхідно перевірити «відведення» автомобіля.

На заключному етапі діагностується гідравлічний підсилювач керма з вимірюванням зусилля на кермовому колесі. Перевірка здійснюється при працюючому двигуні, керовані колеса виставляються на прямолінійний рух. Якщо зусилля на кермовому колесі не перевищує допустиме значення (90 Н) – підсилювач справний. При відхиленні діагностичного параметра за область допустимого (нормативу) проводять поглиблене діагностування його технічного стану. Функціональна схема алгоритму пошуку та усунення несправностей при відхиленні величини зусилля на кермовому колесі представлена на рис.4.5.

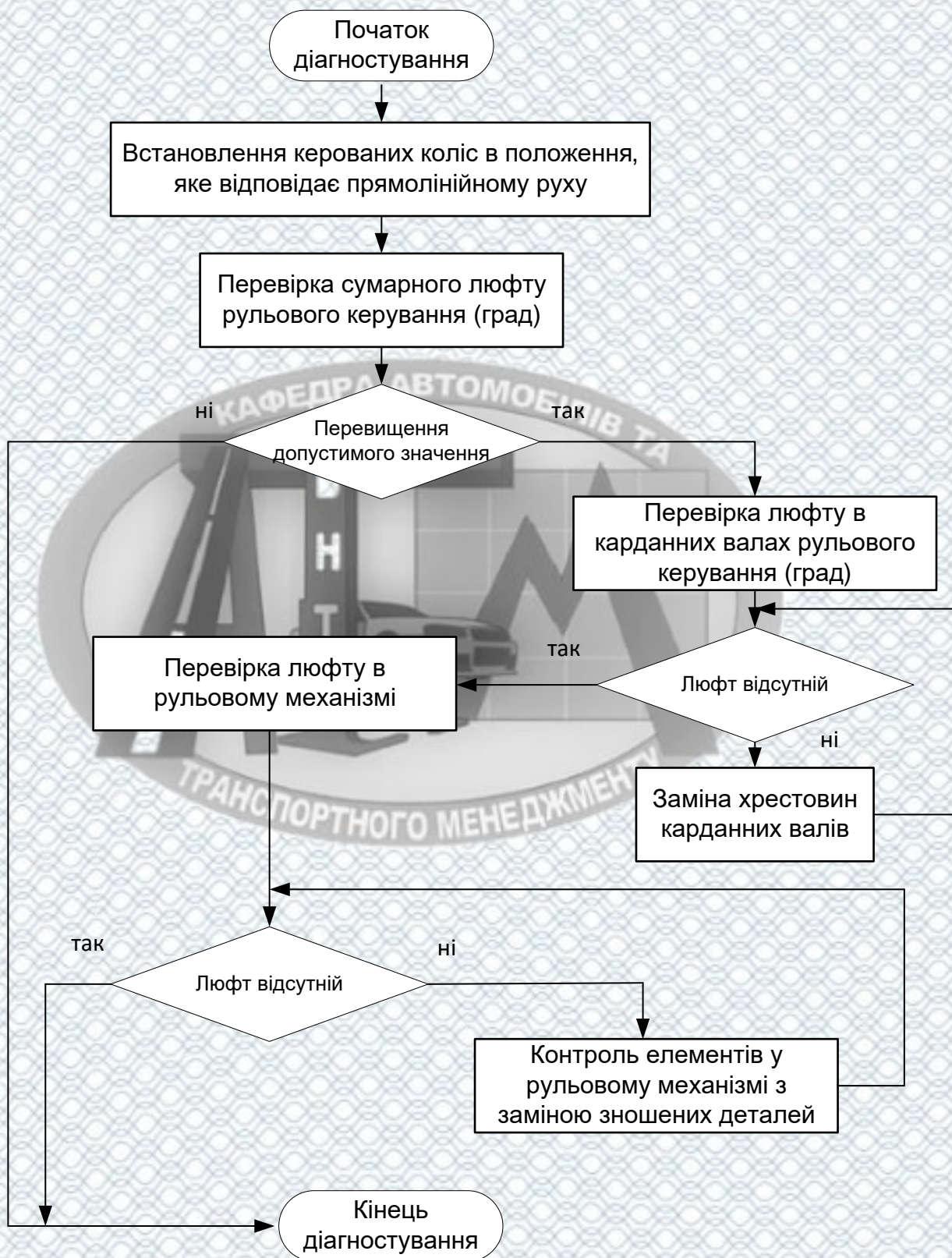


Рисунок 4.4 – Функціональна схема алгоритму пошуку та усунення несправностей при відхиленні величини сумарного люфту в рульовому керуванні

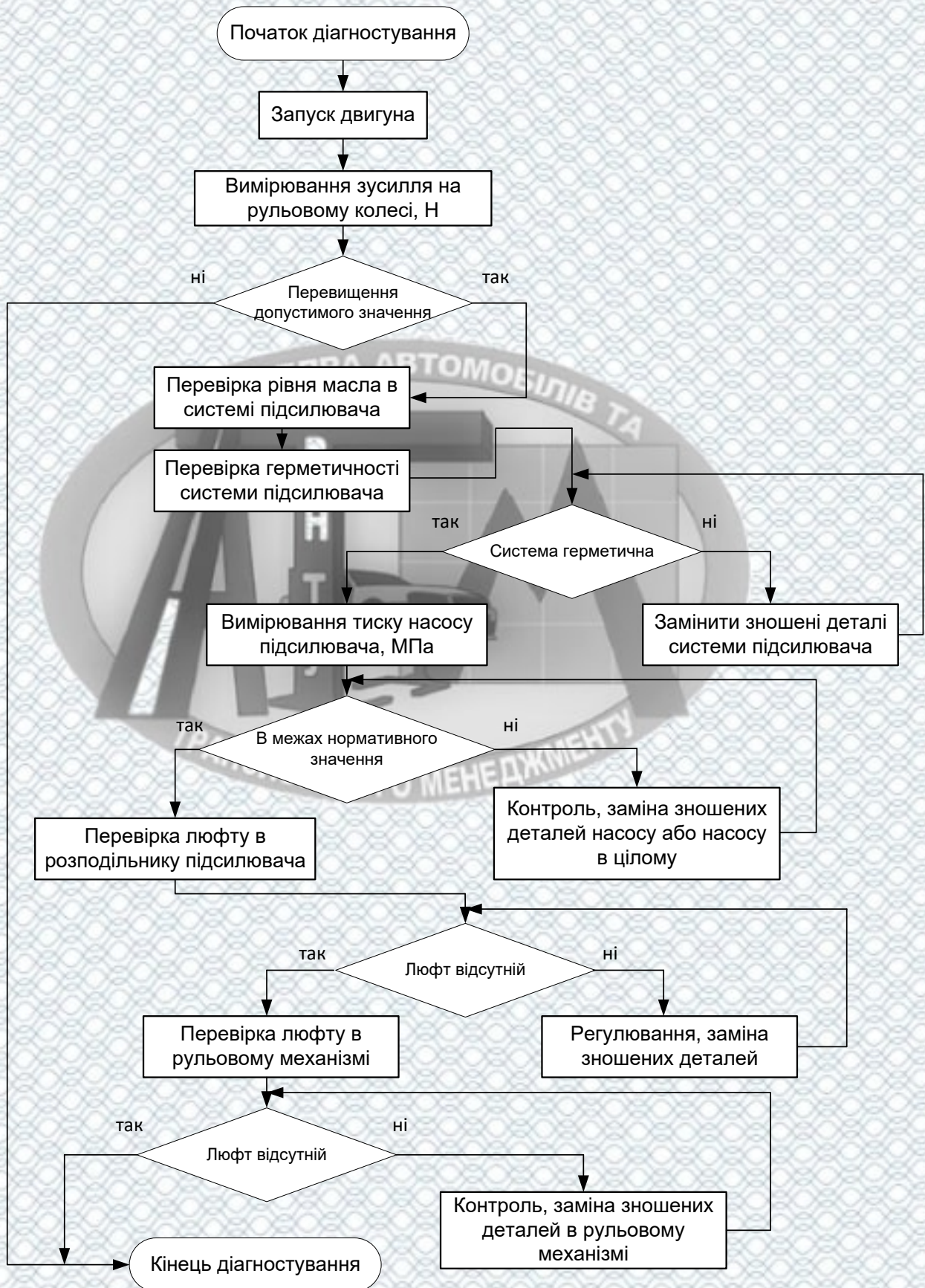


Рисунок 4.5 – Функціональна схема алгоритму пошуку та усунення несправностей при відхиленні величини зусилля на рульовому колесі

4.4 Огляд засобів для контролю параметрів рульового керування

Параметри працездатності рульового керування встановлені стандартом ДСТУ 3649:2010. Це сумарний кутовий зазор (люфт) і максимальне зусилля на кермовому колесі (табл. 4.3), кріплення і стан шарнірних зчленувань тяг рульового приводу. Люфт визначають за допомогою динамометра-люфтоміра моделі К-402 (рис. 4.6) або приладом К-187, що закріплюються на ободі рульового колеса. Крім того, є ряд якісних вимог.

Не допускаються: непередбачені конструкцією переміщення деталей і вузлів рульового керування відносно один одного або опорної поверхні; пошкодження і деформації рульового керування, що визначаються візуально; мимовільний поворот рульового колеса від нейтрального положення на дорожньо-транспортному засобі з підсилювачем рульового керування під час його нерухомого стану і при працюючому двигуні; підтікання робочої рідини в гідросистемі підсилювача.

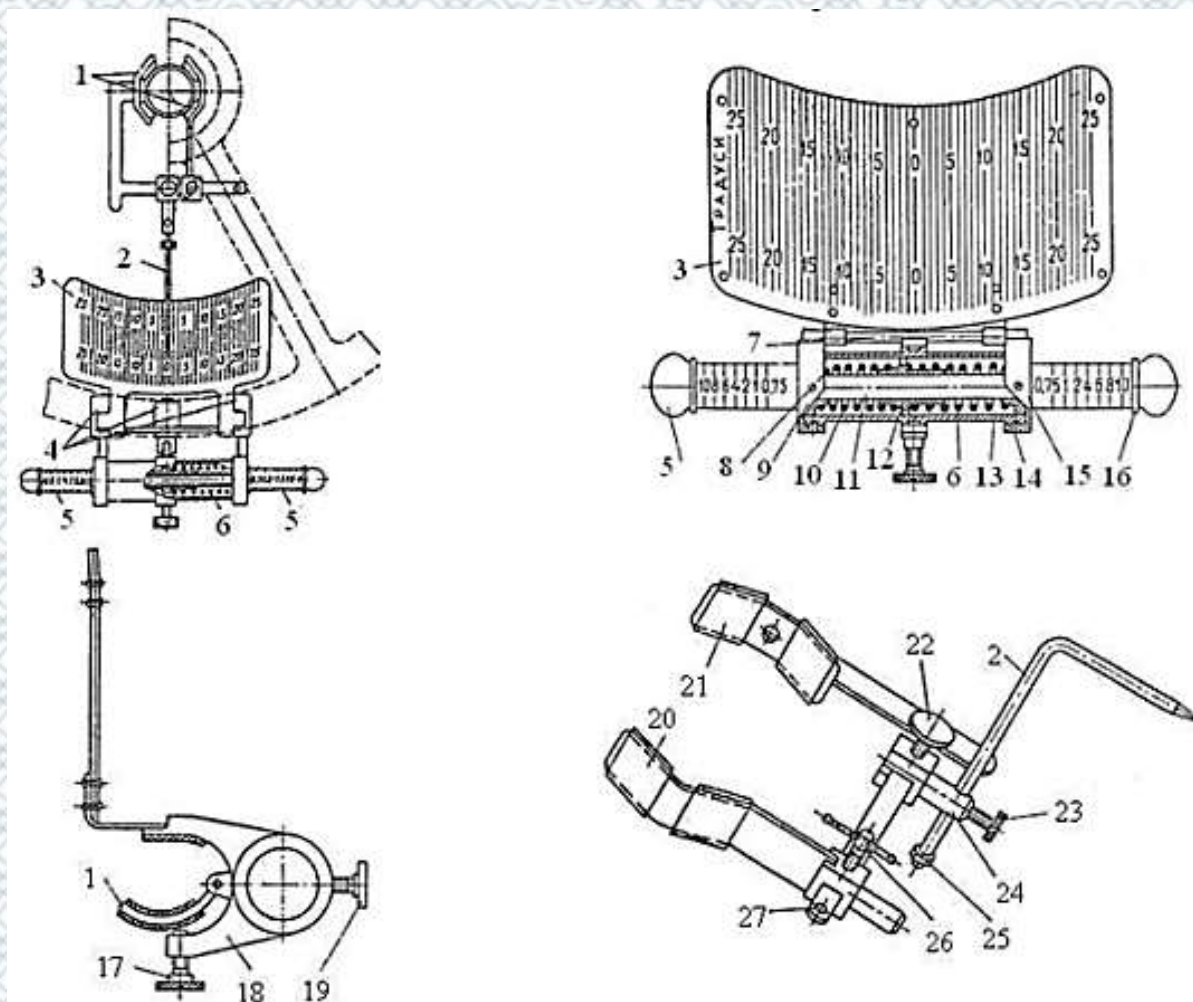
Таблиця 4.3 – Кутові зазори і зусилля в рульовому керуванні [14]

Категорія транспортного засобу	Сумарний кутовий зазор, не більше	Максимальне зусилля, Н, не більше для ДТЗ	
		без підсилювача	з підсилювачем
M ₁ , M ₂ , N ₁	10°	200	120
M ₃ , N ₂ , N ₃	20°	250	150

Натяг ременя насоса підсилювача рульового керування і рівень робочої рідини в резервуарі повинні відповідати вимогам інструкції з експлуатації. Максимальний поворот рульового колеса повинен обмежуватися тільки пристроями, передбаченими конструкцією дорожньо-транспортного засобу. Рульове колесо має обертатися без ривків і заїдань в усьому діапазоні кута його повороту.

Автомобіль перевіряють в спорядженому стані. Колеса повинні бути встановлені на поворотні пристрої з підшипниковими опорами, що мають

можливість при повороті зміщуватися в поздовжньому і поперечному напрямках («плаваючі опори»). Плаваючі опори можуть мати систему вимірювання кутів повороту керуючих коліс.



1 - захоплення рульової колонки; 2 - вказівна стрілка; 3 - шкала люфтоміру;
 4 - затискачі кріплення на рульовому колесі; 5 - динамометрична рукоятка зі шкалами зусиль; 6, 10 - тарировані пружини динамометра (до 12 кг); 7 - стрижень;
 8 - упорна шайба; 9, 15 - кронштейни динамометра; 11 - вісь; 12 - втулка;
 13 - корпус динамометра; 14 – гвинт; 16 - фіксаторне кільце; 17, 19, 22, 23, 26 - гвинти; 18 - хомут; 20 - рухоме захоплення; 21 - нерухоме захоплення; 24 - база;
 25 - гайка; 27 - кронштейн стрілки

Рисунок 4.6 – Динамометр-люфтомір [14]

Двигун дорожньо-транспортного засобу, обладнаного підсилювачем рульового керування, повинен працювати на мінімальних обертах холостого ходу. Перед перевіркою механізму рульового керування доводять до норми тиск повітря в шинах. Перевіряють і при необхідності регулюють кути установки і підшипники маточин керованих коліс. Підтягують кріплення картера механізму рульового керування, рульової сошки і важелів поворотних цапф, перевіряють наявність мастильного матеріалу в вузлах механізму рульового керування і маточинах коліс, а у автомобілів з гідропідсилювачем керма рівень і якість масла в бачку насоса гідропідсилювача. Перед контролем рульового керування автомобіль встановлюють на рівну площадку, а керовані колеса – в положення для руху прямо.

Контроль стану рульового керування може бути проведений люфтомірами К-402, К-487, ИСЛ-402, що серійно випускаються. Прилади К-402 і К-487 складаються з пружинного динамометра, який встановлюється на кермі, з'єднаної з ним шкали для контролю кута повороту керма і стрілки, що закріплюється на рульовій колонці. Прилади дозволяють вимірювати тертя в рульовому керуванні.

При діагностуванні прилад К-402 кріплять гвинтовими зажимами на ободі рульового колеса, стрілку-показчик – на рульовій колонці. Рульове колесо повертають в обидві сторони з зусиллям 10 Н через динамометр до вибору зазорів в рульовому керуванні та рульовій тязі і визначають його вільний хід. Разом з колесом повертається шкала люфтоміру, нерухома стрілка вказує кут повороту. Керовані колеса при цьому або спираються на плаваючі майданчики, як наказують стандарти, або вивішені (тоді праве колесо затиснуте фіксатором). Визначення кутового переміщення колеса під дією сили в 10 Н, прикладеної до ободу, необхідно для того, щоб при вимірюванні виключити неточність через пружні деформації деталей.

Рульове колесо треба повертати плавно, без ривків, в двох протилежних напрямках, спостерігаючи за положенням стрілки люфтоміру відносно шкали. У момент досягнення зусилля на рульовому колесі 10 Н або початку повороту будь-якого з керованих коліс повинні бути зафіксовані кути повороту рульового

колеса. Фіксується також максимальне зусилля на рульовому колесі в усьому діапазоні кута повороту керованих коліс. Допускається визначати максимальне зусилля на дорожньо-транспортному засобі, що рухається зі швидкістю не більше 10 км/год.

Значення сумарного кутового зазору в рульовому керуванні визначають як суму кутів повороту в протилежних напрямках. Різниця цих кутів не повинна перевищувати 20% більшого з них.

Прилад К-402 вимірює люфт рульового колеса в межах 0-25° і силу тертя в діапазонах 0-2 і 0-12 кгс. Прилад призначений для діагностування рульового керування автомобілів, що мають діаметр рульового колеса 400-540 мм.

Сумарний люфт в рульовому керуванні не повинен перевищувати граничних значень, встановлених виробником автомобіля і зазначених в експлуатаційній документації.

При відсутності даних, встановлених виробником, сумарний люфт рульового керування не повинен перевищувати граничних значень (ГОСТ 25478-91):

- легкові автомобілі і створені на базі їх агрегатів вантажні автомобілі і автобуси 10°;
- автобуси 20°;
- вантажні автомобілі 25°.

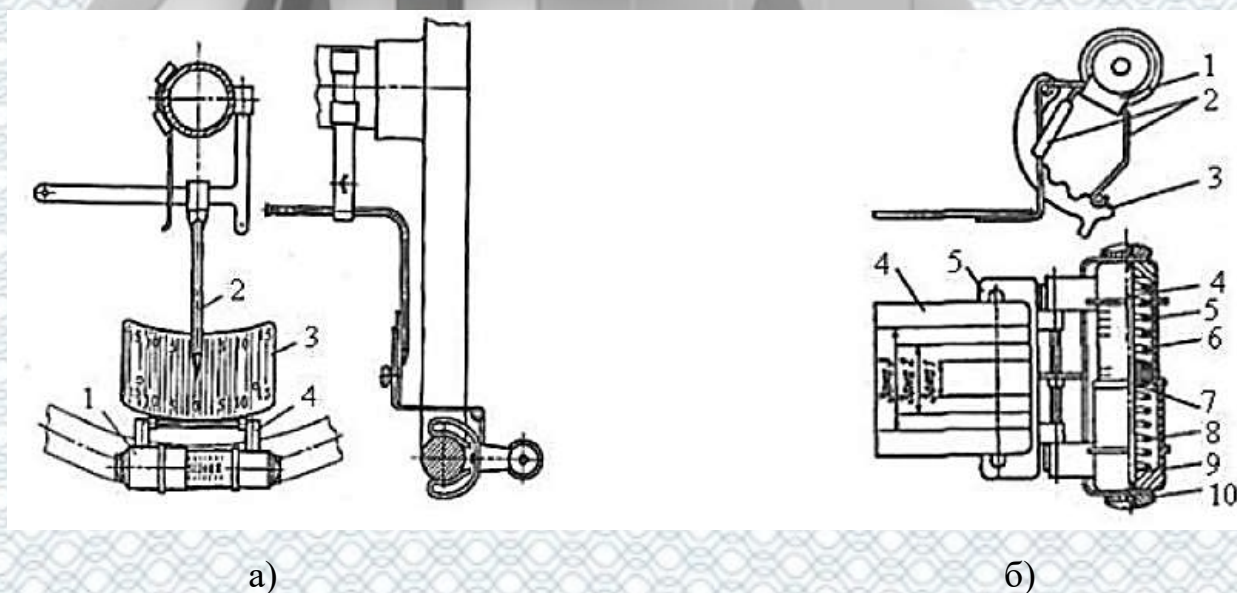
Крім люфту рульового колеса, необхідно перевірити зазори в підшипниках черв'яка рульового колеса щодо колонки. Зазори в зачепленні ролика і черв'яка рульового механізму перевіряють по подовжньому переміщенню вала рульової сошки при відокремленого рульової тяги.

Щоб перевірити осьовий зазор рульового колеса, необхідно перевірити стан і регулювання рульового механізму, зазор в карданних зчленуваннях і затягування клинів кріплення карданного валу. Потім, взявшись за рульове колесо двома руками, змінно переміщують його в осьовому напрямку вгору і вниз. При наявності осьового зазору підтягують гайку, а якість регулювання перевіряють по моменту опору обертанню вала механізму рульового колеса, від'єданого від

карданного валу рульового керування. Допустимий опір обертанню має бути 0,6-0,8 Н м.

Кріплення рульової колонки перевіряють по відносному переміщенню сполучених деталей і прямим випробуванням затягування гайок.

Прилад К-187 (рис. 4.7) забезпечує оцінку вимірюваних зусиль на рульовому колесі в діапазоні 0-8 кгс і сумарний люфт у діапазоні 0-15°. Сумарний люфт в рульовому керуванні для легкових автомобілів не повинен перевищувати 10°. Всі останні моделі автомобілів виготовляють з сумарного люфтом рульова колеса не більше 5°.



- а) 1 - динамометр; 2 - стрілка, що закріплюється на рульовій колонці; 3 - шкала люфтоміру; 4 - затискачі для кріплення на рульовому колесі;
- б) 1 - скоба; 2 - захоплення; 3 - зубчастий сектор; 4 - пружина; 5 - основа; 6 - вісь; 7 - пружина; 8 - стакан; 9 - проміжна втулка; 10 - пружина

Рисунок 4.7 – Прилад К-187 для перевірки рульового керування [14]

На автомобілях з гідравлічним підсилювачем рульового керування зусилля на ободі колеса перевіряють при від'єднаній рульовій тязі в трьох положеннях:

після двох оборотів рульового колеса (від середнього положення), в середньому положенні і повторно в середньому, але після регулювання зачеплення між сектором і рейкою.

Прилад ИСЛ-401 для контролю сумарного люфту рульового керування. Вимірює кут повороту рульового колеса до моменту руху керованих коліс відповідно до вимог ДСТУ 3649:2010. Прилад електронний, з цифровими показаннями, складається з вимірювального блоку з однорядковим дисплеєм і датчика моменту руху з упорами в диск колеса. Передача даних здійснюється на персональний комп'ютер по RS-232 (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Технічна характеристика приладу ИСЛ-401 [14]

Контрольовані параметри	Діапазон вимірювання	Максимальна похибка
Діапазон зміни кута повороту, град	0-40	±5%
Діапазон розведення захоплення по рульовому колесу, мм	360-550	
Час перевірки, с	90	
Відстань між упорами давача рушання, мм	405-580	
Електроживлення, В	12-26	±10%

Якісне функціонування гідравлічного підсилювача рульового керування залежить від рівня масла в бачку і тиску, що розвивається насосом під час роботи двигуна. Ці показники також перевіряють.

4.5 Діагностування гідравлічного підсилювача рульового керування

Підсилювачі рульового керування мають такі основні оціночні характеристики:

- показник ефективності дії підсилювача, який визначається по відношенню зусилля, що прикладається до рульового колеса при роботі без підсилювача і з підсилювачем;

- показник чутливості, який визначається зусиллям, яке необхідно прикласти до рульового колеса і мінімальним кутом повороту, що викликають дію підсилювача.

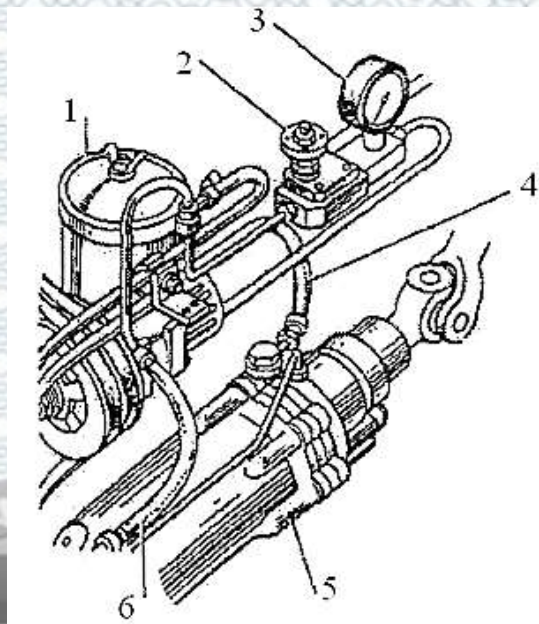
Кут повороту, при якому включається підсилювач, визначається сумарним зазором в рульовому керуванні та зміщенні при цьому золотника розподільника. Цей кут знаходиться в межах 10-15°. Зусилля на рульовому колесі, необхідне для включення підсилювача, становить 20-50 Н. Це зусилля є показником зворотного включення підсилювача, який характеризує навантаження, передану від коліс через рульовий привід на розподільний пристрій, необхідне для переміщення корпусу золотника, при якому підсилювач може включатися.

Якісне функціонування гідравлічного підсилювача рульового управління залежить від рівня масла в бачку і тиску, що розвивається насосом під час роботи двигуна.

Діагностування насосів і клапанів гідросистеми здійснюють, в основному, по продуктивності і тиску. Перевіряють запобіжні клапани в такій послідовності: повертають рульове колесо вліво або вправо до відмови і встановлюють максимальну частоту колінчастого вала, повертаючи рукоятку пристрою КІ-5473, доводять свідчення манометра до максимальної величини, що відповідає моменту спрацьовування запобіжного клапана. Якщо тиск спрацьовування клапана відрізняється від допустимої величини, необхідно його відрегулювати.

Для контролю тиску в гідросистемі, що розвивається насосом, використовують прилад, що складається з трійника з запірним вентилям і манометром (рис. 4.8).

В ході перевірки трійник встановлюють між насосом і шлангом високого тиску, що йде до золотника. Температура масла повинна бути в межах 65-75 °С. Пускають двигун на частоті холостого ходу і, відкривши вентиль пристосування, повертають рульове колесо до упору (щоб був повністю відкритий золотниковий механізм) в будь-яку сторону, з зусиллям не менше 100 Н (10 кгс).



1 - насос гідропідсилювача; 2 - вентиль пристосування; 3 - манометр; 4 - шланг низького тиску; 5 - рульовий механізм; 6 - шланги високого тиску

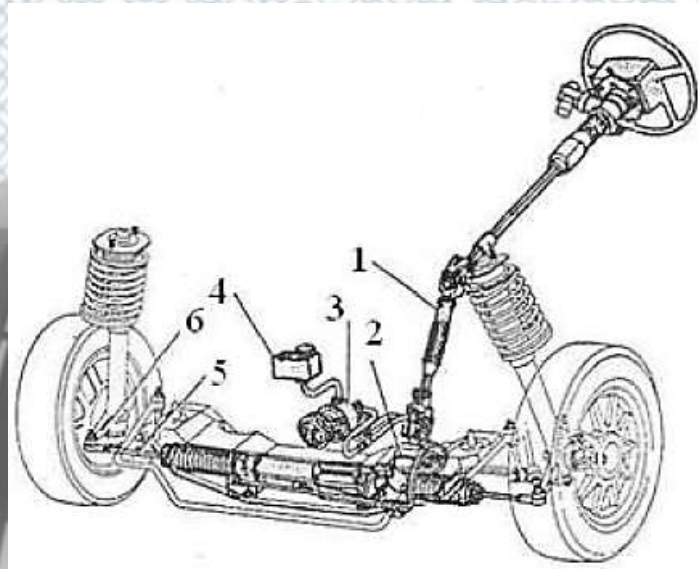
Рисунок 4.8 – Пристосування для перевірки тиску [14]

Тиск масла повинен бути не менше 6 МПа, при меншому тиску вентиль слід закрити, стежачи за показаннями манометра – тиск повинен підвищитися до 6,5 МПа. В цьому випадку насос вважається справним, а рульовий механізм – ні. Якщо тиск при закритому вентилі підвищиться незначно і не перевищить 6 МПа, то несправні і насос, і рульовий механізм.

Стуки в рульовому механізмі різних автомобілів з'являються при руйнуванні робочих поверхонь черв'яка або ролика, а також при збільшеному зазорі в зубчастому зачепленні. Підвищений рівень шуму при роботі насоса гідропідсилювача обумовлений: слабким натягом ременя його приводу, зниженням рівня масла в бачку, попаданням повітря в гідросистему, засміченням або пошкодженням фільтра, деформацією колектору або руйнуванням його прокладки.

Конструкція рейкового механізму керування з гідравлічним підсилювачем представлена на рис. 4.9. Механізм рульового керування складається з рульового

колеса, рульової колонки, рейкової передачі, поперечних рульових тяг і підсилювача. Рульове колесо крениться до рульової колонки, яка передає зусилля на механізм рульового управління. Рейкова передача передає момент відповідно повороту рульового колеса вправо або вліво. Поперечні кермові тяги, з'єднані з приводом рейкової передачі, передають зусилля на колеса.



1 - проміжний вал; 2 - рульова передача; 3 -насос; 4 - бачок з робочою рідиною;
5 - поперечна рульова тяга; 6 - м'ятниковий важіль

Рисунок 4.9 – Деталі механізму рульового управління з гідравлічним підсилювачем [36]

У більшості гідравлічних підсилювачів рульового керування автомобілів закордонного виробництва незалежно від швидкості руху автомобіля коефіцієнт посилення гідроприводу залишається постійним. Однак все більша кількість автомобілів на сьогодні оснащується системами зі змінним коефіцієнтом зусилля, тобто ступінь зусилля змінюється в залежності від кута повороту і швидкості руху автомобіля. Це забезпечує точну і швидку реакцію при русі автомобіля на поворотах і необхідне зусилля при маневруванні автомобіля з малою швидкістю.

Одним із шляхів вирішення цих недоліків є застосування рейки рульового механізму із змінним відношенням зубчастого зачеплення. Для цього по довжині

рейки змінюється крок і діаметр ділильної окружності зубів, а на зубчастому колесі крок зубів залишається постійним. Коли колеса автомобіля встановлені для руху в прямому напрямку, передавальне число рульового механізму дорівнює одиниці і коефіцієнт зусилля має найменше значення, але в міру наближення рульового колеса до крайнього положення передавальне число зростає і зусилля, необхідне для повертання коліс, зменшується.

При такій конструкції рульового управління використовується комп'ютер, в який надходить інформація від спідометра автомобіля. Робота системи залежить не тільки від частоти обертання колінчастого валу, а й від швидкості руху автомобіля. Мікропроцесор аналізує надходять від датчика сигнали і визначає необхідне значення коефіцієнта зусилля на кожен момент часу, який встановлюється за допомогою електрогідравлічного перетворювача.

4.6 Контроль технічного стану елементів рульових тяг і шарнірів

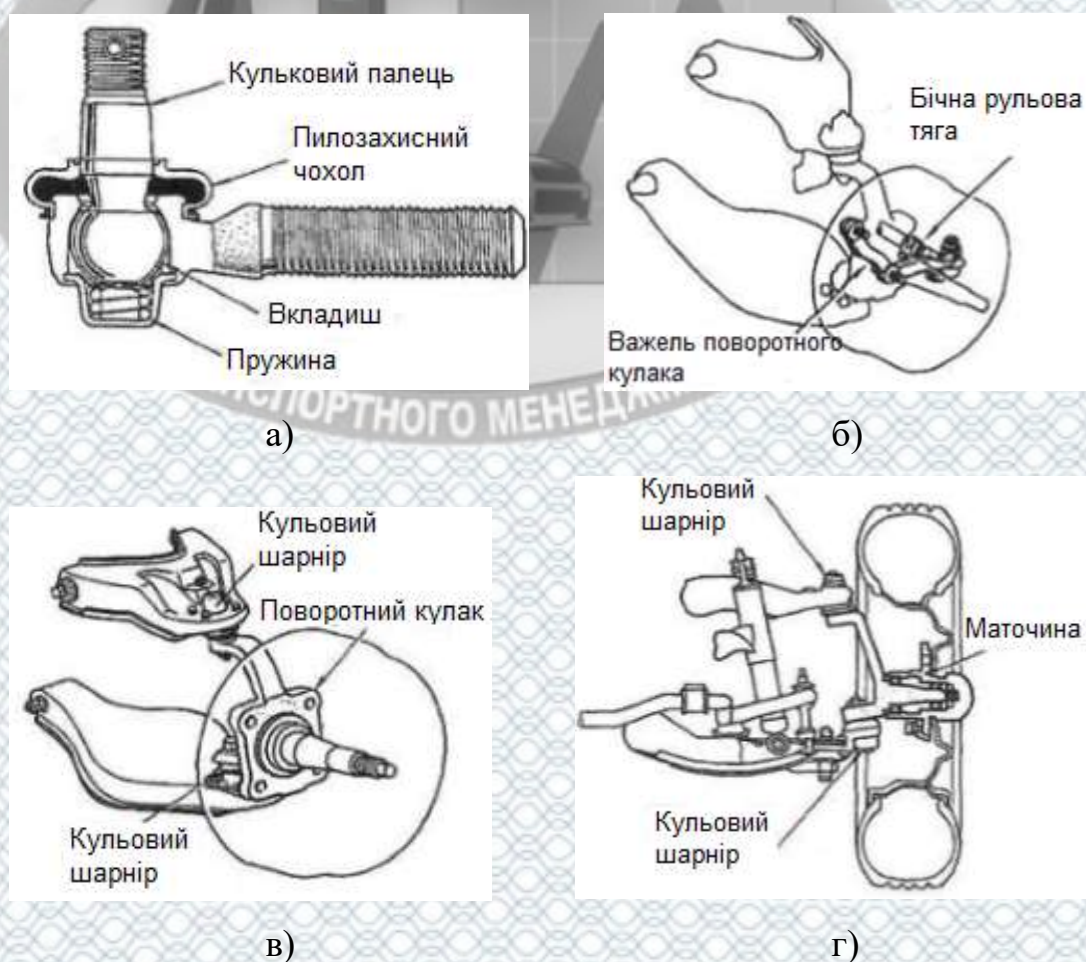
Для візуального спостереження джерел підвищеного люфту в рульовому керуванні використовують спеціальні стенди з поворотними майданчиками, на які встановлюють передні колеса автомобіля. Під дією приводу майданчик повертається вправо і вліво, а діагност, який перебуває під автомобілем, спостерігає, в сполученнях яких елементів виявляється люфт.

При відсутності стенда автомобіль встановлюють на естакаду або оглядову канаву. Зазори в шарнірних з'єднаннях рульових тяг перевіряють по відносному переміщенню кульових пальців і наконечників, головок тяг при різкому обертанні рульового колеса в обидві сторони і погойдуванням автомобіля в поперечному і поздовжньому напрямку. Значне переміщення при цьому поздовжньої рульової тяги щодо пальців вказує на необхідність усунення зазору в шарнірних з'єднаннях тяг. Для цього слід розшпінтувати регулювальну пробку в торці тяги, загорнути пробку спеціальною лопаткою до упору і відвернути так, щоб проріз в пробці збігся з отвором для шплінта, після чого зашпінтувати. Таким же чином усувають зазор і в іншому шарнірному з'єднанні тяги. На автомобілях з

класичною схемою компоновання перевіряють кріплення і зазор маятникового важеля, кріплення картера рульового механізму за його переміщенням.

На передньопривідних автомобілях перевіряють зношування гумометалевих шарнірів з'єднань рульових тяг з рейкою рульового механізму, кріплення пружної муфти, а також стан захисних чохлів редуктора рульового механізму.

Залежно від типу автомобіля (передньопривідні, задньопривідні або з приводом на чотири колеса) конструкція поворотних кулаків і наконечників рульових тяг відрізняється (рис. 4.10), але більшість їх з'єднань мають в собі пружину, яка піднімає вкладиш і компенсує знос, як показано на рис. 4.10 (а) і 4.11.



а) пальців; б) поворотних кулаків; в) важеля поворотного кулака; г) загальний вигляд

Рисунок 4.10 – Кульові шарніри автомобілів «Тойота»

При повному загвинчуванні різьбової пробки до упора, розмір A повинен бути для придатного шарніра не більше 5 мм. При розмірі A більше 5 мм, необхідно вивернути заглушку, вийняти пружину, опорну тягу і перевірити розмір B від малої сфери пальця до торця корпусу. Якщо цей розмір перевищує або дорівнює 16 мм, шарнір слід замінити новим, якщо розмір B не перевищує 16 мм, треба промити деталі, закласти свіже мастило та зібрати шарнір.

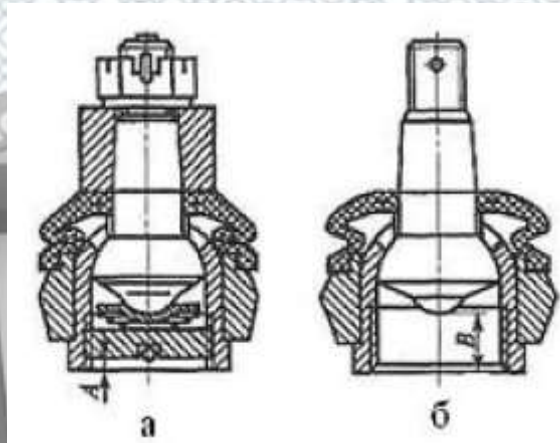


Рисунок 4.11 – Попередня перевірка шарніра на зношення (а) і вимірювання зношення (б) [14]

При великому зношуванні, якщо не вдається усунути зазор, замінюють кульовий палець зчленування або всю тягу в зборі. Нерозбірні шарніри приводу рульового механізму на легкових автомобілях регулюванню не підлягають, тому при зношуванні і виникненні зазору їх замінюють.

Для перевірки зазору в зачепленні робочої пари рульового механізму вивертають пробку шарнірного з'єднання поздовжньої тяги і знімають тягу з кульового пальця кермової сошки при положенні передніх коліс, відповідному прямолінійному руху автомобіля, потім заміряють зусилля, необхідне для обертання рульового колеса.

Якщо в рульовому приводі несправностей не виявлено, а вільний хід рульового колеса більше норми, необхідно провести регулювання зачеплення рульового механізму.

Висновки до розділу 4

На основі отриманих даних про відмови у підвісках автомобілів було розраховано числові характеристики розподілів та побудовано гістограми розподілу пробігів спеціальних автомобілів – швидких допомог на базі мікроавтобусів “Тойота” і “Пежо Боксер” на відмови через втрату працездатності їх підвісок із спробою узгодження їх з законами розподілів.

Значення математичного сподівання пробігів на відмови для автомобілів “Пежо Боксер” складає 23271 км (21 автомобіль) і автомобілів “Тойота” – 27566 км (15 автомобілів).

Розроблено функціональні схеми алгоритмів пошуку та усунення несправностей в передній підвісці та рульовому керуванні автомобілів, які дозволяють оптимізувати кількість контрольно-діагностичних і ремонтно-регулювальних операцій та забезпечують їх виконання з найменшим коефіцієнтом повторюваності, що скорочує витрати на виявлення, локалізацію і усунення несправностей.

Рекомендовано технічні засоби для контролю параметрів рульового керування та надано рекомендації щодо діагностування гідравлічного підсилювача рульового керування.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

5.1.1 Аналіз умов праці

Діють небезпечні та шкідливі виробничі фактори фізичної, хімічної та психофізичної груп.

Фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі машини та механізми, рухомі частини виробничого обладнання;
- підвищена запиленість та загазованість робочої зони;
- підвищена температура поверхонь обладнання та матеріалів;
- підвищена або понижена температура повітря робочої зони;
- гострі кромки, заусениці та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів, обладнання;
- недостатня освітленість робочої зони;
- відсутність або нестача природного освітлення;
- підвищена або понижена вологість повітря;
- підвищений рівень шуму на робочому місці.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- загально токсичні;
- подразнюючі.

Ці фактори виникають внаслідок застосування в виробництві змащувально-охолоджувальних рідин для нормальної роботи ріжучого інструменту і можуть бути причиною хронічних та гострих отруень; в зв'язку з цим санітарні правила при роботі із змащувально-охолоджуючими рідинами (ЗОР) і технологічними мастилами (ТМ) передбачають слідуєчий перелік хімічних з'єднань, які потребують гігієнічного контролю, в повітрі робочої зони при експлуатації ЗОР (водорозчинних та на основі масел) та ТМ: аерозоль мастила, вуглеводи граничні

та неграничні, окись вуглецю - при застосуванні ЗОР на основі мастила, а також супроводжуючі газовиділення: сірчастий вуглець, хлористий вуглевод, триетаноламін, нітрат натрію, трьохвалентний хром, жирні ефіри, акролеїн, меркаптани, формальдегід, вищі спирти. Їх граничне допустима концентрація повинна не перевищувати (1мг/м^3).

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть бути на дільниці:

- нервово-психічні перевантаження (так як спеціалізація оброблюємих деталей широка і від робітника вимагається необхідна установка та зняття деталей з робочого стола верстату, виконання і контроль необхідних для кожної деталі режимів різання, що веде до розумових перевантажень);

- фізичні перевантаження (статичні).

Біологічні шкідливі виробничі фактори на дільниці відсутні.

5.1.2 Виробнича санітарія

Виробнича санітарія визначається як система організаційних, технічних засобів, які забезпечують захист або зменшують дію на робітника шкідливих факторів.

Виробнича санітарія - це правильна організація освітлення робочих місць, організація вентиляції, фарбопокриття стін і обладнання у відповідності з санітарно-технічними нормами .

Освітлення відповідає нормам виробничої санітарії і складає 2 000 (лм), а загальна освітленість - 200(лм). Освітлення виконується по системі природного освітлення. При проектуванні встановлюється загально обмінна приточно-втяжна вентиляція, яка відповідає вимогам виробничої санітарії: недопущення забруднення повітря приміщення пилом, газами, які утворюються при виконанні виробничих процесів, забезпечення нормального повітряного складу з використанням раціональних вентиляційних установок. Застосовується рециркуляція повітря, яка особливо зручна при холодній порі року. При

рециркуляції частина повітря, яка видаляється з приміщення, після відповідного очищення від виробничих шкідливостей, знову йде у приміщення.

Обладнання пофарбовано відповідно нормам машинобудування НОВ-2. Станини пофарбовані у світло-зелені кольори; рухома частина - у кремовий; лампи, сигналізуючи про порушення технологічного процесу, кнопки, рукоятки вимикачів, а також аварійні кнопки - у червоний. Переплетення світлових проїомів, стіни над рівнем 2,5-3(м) пофарбовані у білий колір, так як біла поверхня відбиває більш як 80% падаючого світла, створюючи добру освітленість. Панелі пофарбовані у світло-зелений колір.

Оптимальні показники мікроклімату розповсюджуються на усю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційно для робочих місць.

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 проводяться роботи категорії Пб -середньої важкості, пов'язані із постійним переміщенням і роботи, які не потребують переміщення ваги. Робоче місце постійне, так як оператор знаходиться на ньому 50% свого робочого часу. Витрати енергії становлять 150-200 (ккал/рік). Внаслідок відсутності на дільниці джерел теплового випромінювання вони не нормуються. Основні показники мікроклімату для різних періодів року наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні показники мікроклімату [25]

Період року	Категорія робіт	Температура, °С			Відносна		Швидк. повітря,	
		Опт	Допустима на робочому місці		Опт	Доп. на постійних непостійних місцях	Опт	Доп на постійних і непостійних місцях
			Постійних	Непостійних				
Холодний	Пб середньоважка	17-19	15-21	16-23	40-60	75	0,2	0,4
Теплий	Пб середньоважка	20-22	16-27	15-29	40-60	70 при 25 °С	0,3	0,2-0,5

Оптимальні показники мікроклімату потрібно підтримувати. Для

нормалізації мікроклімату застосовується вентиляція, яка видаляє забруднене або нагріте повітря з приміщення, а також за допомогою неї і проїомів контролюється швидкість руху повітря і вологість.

На дільниці застосовується система опалення: повітряна, суміщена з приточною вентиляцією, водяна і парова з радіаторами і ребристими трубами. Так як дільниця є виробничим приміщенням, технологічний процес у якому пов'язаний з виділенням невибухонебезпечного та негорючого неорганічного пилу.

Для очищення повітря в приміщенні застосовують наступні види вентиляції:

- природну (неорганізована);
- механічну (приточно-витяжна).

Для холодної пори року встановлюють калорифери, які забезпечують підігрів повітря; зволожувачі, які застосовуються для зволоження та охолодження повітря.

5.1.3 Освітлення

Згідно СНіП II-4-79 при виконанні в приміщенні робіт Пб розряду слід приймати систему комбінованого освітлення $E=2000$ (лк).

Характеристика зорової роботи - високої точності; найменший розмір об'єкту від 0,15 (мм) до 0,3(мм); розряд та під розряд зорової роботи Пб; освітленість при комбінованому освітленні 2 000(лк).

Освітлення робочої поверхні, що здійснюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого освітлення повинно складати 10(%) від тієї, що нормується для комбінованого освітлення при тих джерелах світла, що використовуються для місцевого освітлення. При цьому найменші і найбільші значення освітленості приймаються згідно табл. 5.2.

Для загального освітлення в системі комбінованого слід передбачити, як правило, газорозрядні лампи незалежно від типу джерела світла місцевого

освітлення.

Таблиця 5.2 – Граничні значення освітленості [25]

Лампи	Освітленість від світла заг. освітл. в системі комбінов., лк	
	найбільша	найменша
Газорозрядні	500	150
Розжарювання	100	50

Аварійне освітлення передбачається, якщо відключення робочого освітлення може викликати:

- порушення норм обслуговування обладнання;
- тривале порушення технологічного процесу
- порушення роботи пристроїв вентиляції і кондиціонування повітря для виробничих приміщень.

Розрахунок природного освітлення

Попередній розрахунок площі світлових проїомів проводимо по бічному освітленні приміщення за формулою:

$$S_0 = \frac{e_n \cdot K_3 \cdot K_{зд} \cdot \xi_0 \cdot S_n}{\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100}, \quad (5.1)$$

де S_0 - площа світлових проїомів, (м²);

$S_n = 20 \cdot 10 = 200$ (м²) - площа полу приміщення;

e_n - нормативне значення КЕО, $\epsilon_{ц} = 1,26$;

K_3 - коефіцієнт запасу, приймаємо $K_3 = 1.3$;

ξ_0 - світлова характеристика вікна, приймаємо $\xi_0 = 20.5$, так як відношення $l_n/V = 40/6 = 6,7$;

$K_{зд}$ - коефіцієнт, що враховує затемнення вікон навпротистоячими будівлями, приймаємо $K_{зд} = 1.1$, так як затемнення вікон навпротистоячими будівлями $P/H_{зд} = 2$;

$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5$ коефіцієнт світлопропускання;

τ_1 - коефіцієнт світло пропускання матеріалу, приймаємо $\tau_1=0,9$, так як вид світлопропускаючого матеріалу - органічне прозоре скло;

τ_2 - коефіцієнт, що враховує витрати світла в рамках світло прийому, приймаємо $\tau_3 = 0,6$, так як рами для вікон та фонарів подвійні (розділені);

τ_3 - коефіцієнт, що враховує витрати світла у несучих конструкціях, $\tau_3=1$, при бічному освітленні;

τ_4 - коефіцієнт, що враховує витрати світла у сонцезахисних пристроях, $\tau_4=1$ при регулюючих жалюзі і шторах;

τ_5 - коефіцієнт, що враховує витрати світла у запитній сітці, $\tau_5=0,9$.

r_1 - коефіцієнт, що враховує підвищення КЕО, приймаємо $r_1= 4.45$.

Отже, $\tau_0 = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,486$.

$$S_0 = \frac{1.26 \cdot 1.3 \cdot 20.5 \cdot 1.1}{0.486 \cdot 4.45 \cdot 100} \cdot 800 = 59 (m^2).$$

Розрахунок коефіцієнта природного освітлення при бічному освітленні виконуємо за формулою:

$$e_p^B = (E_6 \cdot q + E_{30} \cdot R) \cdot r \cdot \frac{\tau_0}{K_3}, \quad (5.2)$$

де E_6 - геометричний КЕО в розраховує мій точці, який враховує пряме світло неба:

$$E_6 = 0.01 \cdot (n_1 - n_2), \quad (5.3)$$

де n_1 - кількість променів на поперечному перерізі, по графіку І А.М. Данилюка $n_1=0,5$;

n_2 - кількість променів у плані приміщення, $n_2= 33$;

q — коефіцієнт, що враховує нерівномірну яскравість захмареного неба, приймаємо $q = 0,5$;

$E_{зд}$ - геометричний КЕО в розраховує мій точці, що враховує світло, яке відбивається від навпроти стоячих будівель:

$$E_{зд}=0.01 \cdot (n_1-n_2), \quad (5.4)$$

де n_1 - кількість променів від навпроти стоячої будівлі на поперечному перерізі, за графіком І А.М. Данилюка приймаємо $n_1=0,2$;

n_2 - кількість променів у плані приміщення, за графіком ІІ А.М. Данилюка приймаємо $n_2=25$;

R - коефіцієнт, що враховує відносну яскравість навпроти стоячої будівлі; в залежності від оздоблювального матеріалу фасаду навпроти стоячої будівлі (кірпич) та її індексу в плані:

$$Z_1 = \frac{l_n \cdot l}{(h+l)a} = \frac{20 \cdot 19}{(10+19) \cdot 2,1} = 6;$$

$$Z_1 = \frac{H \cdot l}{(h+l) \cdot h_1} = \frac{4 \cdot 19}{(10+19) \cdot 4} = 0,65,$$

за таблицею коефіцієнт $R = 0,205$. Отже: $E=0,01 \cdot (0,5 \cdot 33)=1,05\%$;
 $E=0,01 \cdot (0,2 \cdot 25)=0,5\%$.

$$e_p^B = (1,05 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 0,255) \cdot 4,45 \cdot \frac{0,468}{1,3} = 1,4\%.$$

Таким чином $e_p^B = 1,4\% > e_n = 1,26\%$, отже вибрані розміри світлових проїомів забезпечують вимоги нормативів по природньому освітленню приміщення.

5.1.4 Шум

Походження механічних шумів пов'язано із слідуєми ми факторами:

- інерційні вимушуючі сили, які виникають завдяки руху деталей механізмів із змінним прискоренням;
- зіткнення деталей в місцях контакту.

Допустимі рівні звукового тиску рівні звуку в залежності від трудової діяльності згідно СН 3223-85 приведені у табл. 5.3, ці дані відповідають виду трудової діяльності, що пов'язана з виконанням усіх видів робіт на постійних місцях роботи у виробничому приміщенні.

Таблиця 5.3 – Рівні звукового тиску за СН 3223-85 [23]

Рівні звукового тиску, дБ у активних смугах з середньгеометричною частотою, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБ (А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	80
107	95	87	82	78	75	73	71	69	

Заходи по зниженню та захисту від шуму - використовувати звукоізолюючі кожухи, які закривали б найбільш шумні механізми.

5.1.5 Вібрації

Причиною виникнення вібрацій є неврівноважені силові впливи при роботі обладнання вибір категорії вібрацій наведено в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Категорія вібрацій за ГОСТ 12.1.012-90

Категорія вібрацій по санітарним нормам і критерії оцінки	Характеристика умов праці	Приклад джерел вібрації
3 тип "а"- межа зниження продуктивності праці	Технологічна вібрація діє на операторів стаціонарних машин і обладнання	Підйомники

Санітарні норми одно числових показників вібраційного навантаження на оператора при тривалості зміни вісім годин наведені у табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Санітарні норми вібраційного навантаження [23]

Вид вібрації	Категорія вібрації	Направлення дії	Нормативні, скоректовані по частоті і еквівалентні значення			
			віброприскорення		віброшвидкості	
			м/с ²	ДБ	м/с·10 ²	ДБ
Загальна	3 тип "а"	Z _o , У _o , Х _o ,	0,1	100	0,2	92

Санітарні норми показників вібраційного навантаження на оператора (локальна вібрація) наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Санітарні норми показників вібраційного навантаження [23]

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	Нормативне значення			
	віброприскорення		віброшвидкості	
	м/с ²	ДБ	м/с	ДБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	135	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	141	1,4	109
500	42,5	153	1,4	109
1000	85	159	1,4	109

Вібрації знижуються при використанні амортизаторів, змащувальних матеріалів та реактивних гасників пульсації. Особливе значення в боротьбі з вібрацією мають фундаменти виробничих будівель, а також фундаменти під устаткуванням.

5.1.6 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Вимоги безпеки до технологічних процесів визначаються безпекою виробничого обладнання, технологічних операцій і матеріалів, що використовуються.

Вимоги безпеки до виробничого обладнання забезпечуються правильним вибором принципів дії кінематичних схем, конструктивних рішень, параметрів робочих процесів, використанням засобів механізації та автоматизації, застосуванням спеціальних охоронних засобів, дотриманням ергономічних вимог, включенням специфічних вимог безпеки в технологічну документацію. Для забезпечення безпеки повинні передбачатися пристрої, які б виключали можливість проникнення робітника в небезпечну зону обладнання а також послабляли або виключали б дію небезпечного фактору. Конструктивні частини обладнання повинні передбачати пристрої, які б виключали можливість їх випадкового пошкодження, що могло б викликати небезпеку. Рухомі частини обладнання, що представляють небезпеку для працюючих повинні огорожуватися або оснащатися іншими засобами захисту.

5.1.7 Електробезпека

Безпека праці забезпечується виготовленням обладнання у відповідності вимогами ГОСТ 12.2.009-80; СТ СЗВ 538-87; СТ СЗВ 539-77. Вимоги до електрообладнання:

– обладнання повинно бути обов'язково занулено, що зменшить небезпеку ураження електричним струмом працюючих. Занулення – це передбачене електричне з'єднання із нульовим захисним провідником металевих не струмонесучих частин, які можуть знаходитися під напругою. У відповідності із ПУЕ занулення застосовується і являє собою ефективну міру захисту при живленні електрообладнання від трифазних чотирьох провідних мереж із заземленою нейтраллю;

– приміщення відносяться (класифікуються по небезпеці ураження струмом) до приміщень із особливою небезпекою, так як одночасно мають в наявності наступні умови підвищеної небезпеки: наявність струмопровідного пилю, наявність струмопровідної підлоги, можливість одночасного дотику людини до металевих частин конструкції і обладнання;

– в електричних схемах обладнання повинно бути передбачено блокуючі пристосування на випадок падіння чи збільшення напруги у електричній мережі.

Для запобігання враженню робітників електричним струмом при роботі вжито наступних заходів:

– у відповідності з ГОСТ 12.10.30-81 забезпечено недоступність струмоведучих частин електрообладнання; зовнішні проводи на верстаті розміщено у металевих трубах, для виключення випадкового пошкодження ізоляції на них всю електроавтоматику розміщено у електрошафі чи у спеціальних нішах. Дверці оснащено відповідними надписами і знаками за ГОСТ 12.4.026-76;

– для захисту від струмів короткого замикання застосовано вимикальні автомати і плавкі запобіжники.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Евакуаційні заходи

У містах та інших населених пунктах, де є об'єкти підвищеної безпеки, при неповному забезпеченні захисними спорудами основним способом захисту населення є евакуація і розміщення його в зонах, безпечних для проживання людей і тварин.

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у районах можливого катастрофічного затоплення, небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, стихійного лиха, аварій і катастроф.

Враховуючи обстановку, що склалась на час надзвичайної ситуації, може

бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок: можливого небезпечного радіоактивного забруднення територій (при загрозі життю і здоров'ю людей); виникнення загрози катастрофічного затоплення.

Часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України у разі загрози або виникнення надзвичайної ситуації.

Евакуаційні заходи здійснюються місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування.

При проведенні часткової евакуації завчасно вивозиться незайняте у виробництві та обслуговуванні населення; діти, учні навчальних закладів, вихованці дитячих будинків, разом з викладачами та вихователями, студенти, пенсіонери та інваліди" які перебувають у будинках для осіб похилого віку, разом з обслуговуючим персоналом і членами їх сімей.

Евакуація населення планується на випадок: аварії на атомній електростанції з можливим радіоактивним забрудненням території; усіх видів аварії з викидом сильнодіючих ядучих речовин, загрози катастрофічного затоплення місцевості, лісових торфових пожеж, землетрусів, зсувів та інших геофізичних гідрометеорологічних явищ з тяжкими наслідками. У воєнний час – від уражаючих факторів зброї масового ураження, звичайної зброї.

Щоб організовано провести евакуацію, не допустити паніки і загибелі людей необхідно: завчасно планувати евакуацію населення; визначити райони, придатні для розміщення евакуйованих з небезпечних зон; організувати оповіщення керівників підприємств і населення про початок евакуації; організувати управління евакуацією, турбуватись про життєзабезпечення в місцях розміщення евакуйованого населення; організувати навчання дітям під час проведення евакуації.

Евакуація – це упорядковане виведення чи вивезення людей з об'єктів і населених пунктів, перебування в яких стає небезпечним для життя. Основна мета

евакуації – забезпечення безпеки кожної людини і всіх. Евакуації підлягають цінності, документація та архівні матеріали.

Масштаби евакуації залежать від величини поширення ураження чи загрози надзвичайної ситуації. Успішність проведення евакуації залежить від підготовленості керівництва об'єктів, населених пунктів, адміністративних територій, керівників держави, населення, сил і засобів.

Розрізняють такі види евакуації:

- а) загальна евакуація – будівля або населений пункт звільняються повністю;
- б) часткова евакуація – звільняється частина приміщення, населеного пункту чи адміністративного району; при частковій евакуації необхідно обмежити господарсько-виробничу діяльність і збільшити шанси на врятування; така евакуація в будь-яку мить може перерости в загальну евакуацію;
- в) негайна евакуація є терміновим заходом, якщо надзвичайна подія (пожежа, вибух, аварія та ін.) уже виникла або може виникнути в обмежений відрізок часу; кожний з названих видів евакуації під впливом обстановки, що змінюється, може перерости в негайну евакуацію;
- г) тимчасова евакуація – проводиться при порівняно невеликій, тимчасовій загрозі (підняття рівня води, хімічна аварія на віддаленні та ін.).

Евакуація населення з небезпечних районів і зон (крім зон карантину) проводиться у разі загрози життю та здоров'ю людей. Евакуації підлягає все населення району, якому загрожує небезпека. Евакозаходи можуть мати масовий характер і здійснюватись у стислі строки із залученням всіх видів транспорту або поступово залежно від обстановки.

Приводом для планування евакозаходів є прогнозовані рівні та дози радіації, ступені радіоактивного забруднення, концентрації або щільності хімічного зараження, які перевищують допустимі дози і можуть призвести до довгострокових або непоправних наслідків для життя і здоров'я людей.

5.2.2 Розрахунок транспортного забезпечення проведення евакуаційних заходів

Згідно завдання необхідно розрахувати транспортне забезпечення евакуації населення з невеликого містечка в безпечну зону.

Початкові дані для розрахунку:

- чисельність населення біля 10000 чол.;
- пропускна здатність транспортного коридору 50 авто/год в обидва напрямки;
- відстань від містечка до кінцевого пункту 150 км;
- середня швидкість руху автобусів на маршруті 60 км/год;
- для перевезення використовуються автобуси марки "Богдан" А601 21 пасажиромісткістю 25 чол.

Розрахунок загальної тривалості евакуації та необхідної кількості транспортних засобів проведемо за умови повного забезпечення транспортними засобами та максимального завантаження транспортного коридору.

Враховуючи вихідні умови можемо зробити висновок, що протягом години в одному напрямку з населеного пункту необхідно відправляти

$$A_{\text{відпр.год}} = 50 \div 2 = 25 \text{ автобусів.}$$

Максимально швидка посадка пасажирів з ручною поклажею в один автобус триває $t_{\text{пос}} = 10$ хвилин, тому з одного пункту посадки протягом години можливе відправлення

$$A_{\text{відпр.пункт}} = 60 \div 10 = 6 \text{ автобусів.}$$

Враховуючи пропускну здатність коридору та частоту відправлення автобусів розрахуємо необхідну кількість пунктів посадки пасажирів

$$n = A_{\text{відпр.год}} \div A_{\text{відпр.пункт}} = 25 \div 6 \approx 4 \text{ пункти.}$$

З врахуванням останнього уточнюємо кількість автобусів, що віправлятимуться щогодини

$$A_{\text{відпр.год}} = n \times A_{\text{відпр.пункт}} = 6 \times 4 = 24 \text{ автобуси.}$$

Тривалість поїздки в один кінець маршруту

$$t_{\text{прям}} = t_{\text{звор}} = 150 \div 60 = 2,5 \text{ год.} = 2 \text{ год. } 30 \text{ хв,}$$

де $t_{\text{прям}}$, $t_{\text{звор}}$ – відповідно, тривалість руху в прямому і зворотному напрямках.

Загальна тривалість однієї поїздки автобуса в обидва напрямки

$$t_{\text{заг}} = t_{\text{прям}} + t_{\text{звор}} + t_{\text{пос}} + t_{\text{вис}} = 2 \times 2 \text{ год. } 30 \text{ хв.} + 10 \text{ хв.} + 10 \text{ хв.} = 5 \text{ год. } 20 \text{ хв.} = 5,33 \text{ год.,}$$

де $t_{\text{вис}}$ – тривалість висадки пасажирів в кінцевому пункті.

Протягом години з населеного пункту можливе вивезення

$$N_{\text{год}} = n \times A_{\text{відпр.пункт}} \times 25 = 4 \times 6 \times 25 = 600 \text{ чол.}$$

Мінімально необхідна кількість автобусів для проведення безперервної евакуації

$$A_{\text{заг.}} = t_{\text{заг}} \times A_{\text{відпр.год}} = 5,33 \times 24 = 128 \text{ автобусів.}$$

Загальна тривалість вивезення людей з населеного пункту в заданих умовах

$$T_{\text{вивез}} = 10000 \div 600 = 16,67 \text{ год.} = 16 \text{ год. } 40 \text{ хв.}$$

Повна евакуація займе

$$T_{\text{свак}} = T_{\text{вивез}} + t_{\text{прям}} + t_{\text{вис}} = 16 \text{ год. } 40 \text{ хв.} + 2 \text{ год. } 30 \text{ хв.} + 10 \text{ хв.} = 19 \text{ год. } 20 \text{ хв.}$$

Згідно проведеного розрахунку можна зробити такі висновки:

1. Для безперервної евакуації населеного пункту необхідно забезпечити наявність 128 автобусів заданого типу та організувати 4 пункти посадки пасажирів.
2. Загальна тривалість евакуації людей з населеного пункту триватиме 19 год. 20 хв.
3. Скоротити загальну тривалість евакуації можна за рахунок:
 - розширення транспортного коридору;
 - збільшення напрямків або кінцевих пунктів евакуації;
 - вибір менш віддалених кінцевих або проміжних пунктів евакуації;
 - використання транспортних засобів більшої місткості або штучне збільшення посадочних місць в наявному транспорті;
 - підвищення середньої швидкості руху автобусів.
4. В разі потреби для проведення евакуації мають бути застосовані всі наявні в містечку транспортні засоби великої пасажиромісткості незалежно від їх приналежності.

Висновки до розділу 5

В даному розділі на основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, розраховано параметри освітлення у зоні діагностування, визначені заходи електробезпеки.

Розроблено заходи щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях, а саме виконано розрахунок транспортного забезпечення евакуації населення.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши стан виробничо-технічної бази комунальної установи "Авторемонтна база закладів охорони здоров'я" місто Вінниця, можна зробити такі висновки:

– загальна кількість постійно обслуговуваних автомобілів становить – 249 од. Найбільша група автомобілів – швидкі допомоги – спеціалізовані фургони на базі мікроавтобусів, яка становить кількість – 189 одиниць, з них тільки 85 швидких допомог придатні до використання;

– найбільша кількість відмов по вузлам обслуговуваних автомобілів приходить на передню підвіску та рульове керування;

– виробничих площ підприємства достатньо для забезпечення нормального технічного обслуговування і ремонту рухомого складу;

– відсутнє обладнання для якісного контролю та технічного обслуговування підвісок і рульового керування автомобілів.

З усіх дорожньо-транспортних пригод, скоєних в результаті поганого технічного стану автомобіля, через несправність механізмів рульового керування відбувається близько 13-15% випадків. Від технічного стану рульового керування залежить безпека руху, експлуатаційні показники автомобіля і умови роботи водія.

Головна причина підвищеного зношування деталей рульового керування та підвіски автомобіля – неправильне регулювання, несвоєчасне змащування вузлів, недостатня кількість змащувального матеріалу, природний знос деталей і старіння матеріалів.

Всі роботи по виявленню причин несправностей рульового керування та підвіски виконують при діагностиці та технічному обслуговуванні, а усунення несправностей – при ремонті.

Працездатний стан систем підвіски, ходової частини і рульового управління тісно взаємопов'язані. Несправності однієї системи впливають на експлуатаційні властивості інших систем.

Розроблена математична модель дозволяє розраховувати імовірність відсутності відмови, а тому спрогнозувати технічний стан агрегатів автомобіля на період до наступного діагностування. Результати обґрунтовують рішення стосовно можливих позапланових ремонтно-обслуговуючих робіт для забезпечення нормативного ресурсу основних агрегатів чи систем автомобіля.

Розроблена математична модель дозволяє вирішити задачу визначення допустимих і граничних значень кутів встановлення керованих коліс без тривалих експлуатаційних випробувань, а також отримати такі показники надійності передніх підвісок з напрацювання: імовірність безвідмовної роботи; імовірність виникнення відмови; середнє напрацювання на відмову; середнє напрацювання до відмови; інтенсивність виникнення відмов.

На основі отриманих даних про відмови у підвісках автомобілів було розраховано числові характеристики розподілів та побудовано гістограми розподілу пробігів спеціальних автомобілів – швидких допомог на базі мікроавтобусів “Тойота” і “Пежо Боксер” на відмови через втрату працездатності їх підвісок із спробою узгодження їх з законами розподілів.

Значення математичного сподівання пробігів на відмови для автомобілів “Пежо Боксер” складає 23271 км (21 автомобіль) і автомобілів “Тойота” – 27566 км (15 автомобілів).

Розроблено функціональні схеми алгоритмів пошуку та усунення несправностей в передній підвісці та рульовому керуванні автомобілів, які дозволяють оптимізувати кількість контрольних-діагностичних і ремонтно-регулювальних операцій та забезпечують їх виконання з найменшим коефіцієнтом повторюваності, що скорочує витрати на виявлення, локалізацію і усунення несправностей.

Рекомендовано технічні засоби для контролю параметрів рульового керування та надано рекомендації щодо діагностування гідравлічного підсилювача рульового керування.

На основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні

рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, розраховано параметри освітлення у зоні діагностування, визначені заходи електробезпеки.

Розроблено заходи щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях, а саме виконано розрахунок транспортного забезпечення евакуації населення.

Отже, в результаті виконаних досліджень в даній магістерській кваліфікаційній роботі, були вирішені такі завдання:

– проведено аналіз діяльності та стану виробничо-технічної бази комунальної установи «Авторемонтна база закладів охорони здоров'я» м. Вінниця;

– проведено аналіз типових несправностей та діагностичних параметрів рульового керування та передньої підвіски автомобілів;

– виконано математичне моделювання показників надійності передніх підвісок та рульового керування автомобілів;

– зформовано рекомендації щодо підвищення ефективності діагностування технічного стану передньої підвіски та рульового керування автомобілів в умовах підприємства;

– розроблено заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

Поставлені завдання виконані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку : монографія / В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 268 с.
2. Біліченко В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навч. посіб. / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенський, Ю. Ю. Кукурудзяк, С. В. Цимбал. - Вінниця : ВНТУ, 2012. - 118 с.
3. Бортницкий П.И. Охрана труда на автомобильном транспорте / П.И. Бортницкий. - К.: Вища школа, 1988. – 263 с.
4. Власов В. М. Организация технического контроля и диагностики в региональных автотранспортных системах / В. М. Власов // Автомобильный и городской транспорт. (Итоги наук и техники. ВИНТИ). – М. ; 1986. – Вып. № 11. – С. 1–66.
5. Волков В. П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / Под ред. В. П. Волкова ; В. П. Волков, В. П. Матейчик, О. Я. Никонов и др. – Донецк : Изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2013. – 398 с.
6. Говорущенко Н.Я. Техническая кибернетика транспорта / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001.- 272 с.
7. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта / Н.Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков: ХГАДТУ, 1998. – 468 с.
8. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту / Ю.Ю. Кукурудзяк, О.В. Рудь, Л.В. Кукурудзяк / Вінниця 2010. – 332 с.
9. "Кашканов В. А. Аеродинаміка та притискна сила гоночних автомобілів / В. А. Кашканов, С.О. Люльчак // Матеріали VII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 08-10 квітня 2019 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 152 с. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materyaly.html>"

10. Кашканов В.А. Аналіз причин виникнення відмов в передній підвісці та рульовому керуванні автомобілів / В.А. Кашканов, С.О. Люльчак // Матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21-23 жовтня 2019 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 92-94.

11. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Підручник. – К.: Вища школа, 2008. – 527 с.

12. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство / Уклад. В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 65 с.

13. Мигаль В. Д. Повышение достоверности прогнозирования надежности машин / В. Д. Мигаль // Автомобильный транспорт. Сб. науч. тр. - Х.: Изд-во ХНАДУ, 2005. - Вып. 16. - С. 25-30.

14. Мигаль В. Д. Системы контроля и диагностики автомобиля: учеб, пособие / В. Д. Мигаль. - Х.: Майдан, 2017. - 606 с.

15. Мигаль В. Д. Теория технической диагностики автомобилей [Текст] : учеб, пособ. / В. Д. Мигаль. - Х. : Майдан, 2014. - 472 с.

16. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей. Теоретические основы : учеб, пособ. / В. Д. Мигаль. - Х. : Изд-во «Майдан», 2014. - 516 с.

17. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ, пособ. в 6 тг. : Том 3. Методы диагностирования / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - 2-е изд. стер. - М. : ООО ИПЦ «Маска», 2013. - 548 с.

18. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.

19. Павленко В. М. Стан розвитку методів діагностування підвіски автомобіля / В. М. Павленко // Вісник НТУ «ХП». 2012. № 64. – С. 63-69.

20. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-p> (дата звернення 14.12.2017). – Назва з екрана.

21. Разговоров К.И. Разработка оптимальной системы поддержания автомобилей в работоспособном состоянии (на примере передней подвески и рулевого привода переднеприводных автомобилей семейства ВАЗ): авт. дисс... канд техн. наук: 05.22.10 / К.И. Разговоров. - Владимир, 2003. - 18 с.

22. Русак Н. А. Экономический анализ предприятия / Н. А. Русак - Минск: ООО «Меркавание», 2005. - 148 с.

23. СН 3223-85. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочем месте. М., 1985.

24. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

25. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

26. СНиП П-4-79. Естественное и искусственное освещение. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

27. Справочник по теории вероятности и математической статистике / В.С. Королюк, Н.И. Портенко, А.В. Скороходов, А.Ф. Турбин. - М.: Наука, 1985. - 640 с.

28. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Е.С. Кузнецова. - 3-е изд., Перераб. и доп. - М.: Транспорт, 2009. - 413 с.

29. Техническая эксплуатация автомобилей : Теоретические и практические аспекты: учебное пособие для ВУЗов / В.С. Малкин. - М.: «Академия», 2007. - 288 с.

30. Харазов А. М. Методы оптимизации в технической диагностике машин / А. М. Харазов, С. Ф. Цвид. - М.: Машиностроение, 1983. -132 с.

31. Хасанов И.Х. Обоснование разработки методики корректирования периодичности технического обслуживания передней подвески легкового автомобиля: сборник докладов восьмой Российской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах» / И.Х. Хасанов, Р.Х. Хасанов, С.В. Горбачев. — Оренбург: ИПК ОГУ, 2007. - С. 310-315.

32. Хасанов И.Х. Обоснование периодичности технического обслуживания передних подвесок переднеприводных автомобилей : дис. ... кандидата тех. наук. – Оренбург, 2008. – 115 с.

33. Шаша И. К. Повышение безопасности дорожного движения в Украине путем оптимизации периодичности диагностирования транспортных средств / И. К. Шаша // Вестник Национального технического университета “ХПИ”. [Тематический выпуск “Транспортное машиностроение”]. – Харьков : НТУ ХПИ, № 37, 2005. – С. 151–158.

34. Діагностування рульового управління. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://myavto.kiev.ua/diagnostuvannja-rulovogo-upravlinnja-2/>(дата звернення 14.11.2019). – Назва з екрана.

35. Огляд і перевірка рульового управління на автомобілі. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://v-tochku.com.ua/ua/manual/chery-amulet-remont-bez-problem/proverka-rulevogo-upravlenia-chery-amulet/>((дата звернення 14.11.2019). – Назва з екрана.

36. Steering Gear Diagnostic Strategies. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.knowyourparts.com/technical-resources/drive-train/steering-gear-diagnostic-strategies/>((дата звернення 14.11.2019). – Назва з екрана.

37. W Szczypiński-Sala and K Dobaj. The analysis of diagnostics possibilities of the Dual- Drive electric power steering system using diagnostics scanner and computer method. Scientific Conference on Automotive Vehicles and Combustion Engines (KONMOT 2016). doi:10.1088/1757-899X/148/1/012054



ДОДАТКИ