

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням
контролю параметрів експлуатаційного стану шин в умовах станції
технічного обслуговування «БОНІ Автосервіс Автодром»
місто Калинівка Вінницької області»



Виконав: студент 2-го курсу, групи ІАТ-22мз
спеціальності 274 – Автомобільний транспорт
Попов Д.О.

Керівник: д.т.н., професор каф. АТМ
Макаров В.А.
« 06 » 2024 р.

ОпONENT: [Signature]
« 06 » 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 06 » 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 року

Вінницький національний технічний університет
Факультет автомобільної та авіаційної техніки
Кафедра автомобільної та транспортної техніки

Рівень освіти: II-й (магістерський)

Факультет: 22 - Транспорт

Спеціальність: 274 - Автомобільний транспорт

Спеціальна професійна програма: Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Цогову Денису Олександрівну

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин в умовах станції технічного обслуговування «БОНІ Автосервіс Автодром» місто Калинівка Вінницької області.

керівник роботи

Макаров Володимир Андрійович, д.т.н., професор,

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

2. Строк подання студентом роботи: 03.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Показати важливість управління працездатністю автомобілів, урахувати двоє випадковості на технічні впливи, прийняти чотири значення вхідного потоку на СТО - 10 од. добу з двома проміжними величинами, час роботи СТО - 8 год., визначити ефективність запропонованих рішень аналізом факторів, що впливають на характеристику негативних впливів незадовільної курсової стійкості руху.

4. Зміст текстової частини:

1. Аналіз функціонування СТО ТОВ «Боні Автосервіс Автодром».
2. Розрахунок системи технічних впливів на СТО з урахуванням випадковості по ший.
3. Обґрунтування напрямів покращення стійкості руху легкових автомобілів шляхом застосування раціонального контролю експлуатаційного стану шин.
4. Визначення ефективності запропонованих рішень.
5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

- 1-2. Тема, мета та задачі роботи.
3. Характеристика підприємства.
- 4-5. Розрахунок системи технічних впливів.
- 6-9. Пояснення та параметри експлуатаційного стану шин.
10. Контроль експлуатаційних параметрів шин.
11. Вимірювання об'єкту деформації.

- 1.2-1.3 Введення коєння еластичного руння.
 1.4 Вплив автомобілів на навколишнє середовище.
 1.5 Висновки.

б. Консультанти розділів роботи

Розділ підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконано прийнято
Розв'язання основної задачі	Макаров В.А., професор кафедри АТМ	<i>[Signature]</i> 12.03.24	<i>[Signature]</i> 12.03.24
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	<i>[Signature]</i> 15.05.24	<i>[Signature]</i> 15.05.24
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Поліщук О.В., доцент кафедри БЖДПБ	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

Керівник роботи

(підпис)

(підпис)

Попов Д.О.

Макаров В.А.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.12

Попов Д.О. Покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин в умовах станції технічного обслуговування «БОШ Автосервіс Автодром» місто Калинівка Вінницької області. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт, освітня програма – автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2024. 85 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 36 назв; рис.: 25; табл. 12.

У магістерській кваліфікаційній роботі обгрунтовано, що для підвищення ефективності функціонування товариства з обмеженою відповідальністю «БОШ Автосервіс Автодром» місто Калинівка треба створити систему шинних робіт. Означена зміна обумовить ефективне поліпшення стійкості руху автомобіля. Сформована та використана модель впливу автомобільного транспорту та господарство та суспільство. Керований та стійкий рух автомобілів суттєво вплине на розвиток країни. Визначена ефективність запропонованих рішень.

Ілюстративна частина складається з 15 плакатів із результатами дослідження.

У розділі охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях опрацьовано такі питання, як гігієна праці, техніка безпеки, пожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: станція технічного обслуговування, автомобіль, курсова стійкість руху, ефективність, шина, система, сила.

ABSTRACT

UDC 629.12

Popov D.O. Improvement of the stability of the movement of passenger cars by the use of control of the parameters of the operational state of tires in the conditions of the technical service station "BOSH Avtoservice Avtodrom", the city of Kalynivka, Vinnytsia region. Master's qualification thesis on specialty 274 - Motor transport, educational program - motor transport. Vinnytsia: VNTU, 2024. 85 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 36 titles; Fig.: 25; table 12.

In the master's qualification thesis, it is substantiated that in order to increase the efficiency of the operation of the limited liability company "BOSH Avtoservice Avtodrom", the city of Kalynivka needs to create a system of tire works. The specified change will lead to an effective improvement in the stability of the car's movement. A model of the influence of road transport and the economy and society was formed and used. Controlled and sustainable movement of cars will significantly affect the development of the country. The effectiveness of the proposed solutions is determined.

The illustrative part consists of 15 posters with research results.

In the section on occupational health and safety in emergency situations, such issues as occupational hygiene, safety technology, fire safety and safety in emergency situations are elaborated.

Key words: service station, car, directional stability of movement, efficiency, tire, system, force.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТО ТОВ «БОШ АВТОСЕРВІС АВТОДРОМ»	7
1.1 Загальна характеристика підприємства	7
1.2 Аналіз технологічного процесу	9
1.3 Оцінка необхідності впливу дій технічної служби СТО на суспільне виробництво та екологічну безпеку руху автомобілів	12
1.4 Висновки за розділом	14
2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ НА СТО З УРАХУВАННЯМ ВИПАДКОВОСТІ ПОДІЙ	15
2.1 Розрахунок вхідного потоку вимог	16
2.2 Розрахунок кількості вимог за нормативними показниками	18
2.3 Розрахунок продуктивності системи	18
2.4 Розрахунок часу обслуговування (ремонту)	20
2.5 Параметри ефективності системи	20
2.6 Розрахунок продуктивності системи	21
2.7 Розрахунок параметрів ефективності використання системи	23
2.8 Розрахунок технологічно необхідної кількості постів	26
2.9 Оптимізація роботи системи	27
2.10 Обґрунтування вартості втрат	28
2.11 Результати розрахунків	29
2.12 Розрахунок площі виробничих приміщень	32
2.13 Обладнання шинного комплексу	36
2.14 Висновки за розділом	37
3 ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ПОКРАЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ШИН	38
3.1 Дослідження діагностичних параметрів експлуатаційного стану шини	38
3.2 Визначення залежності експлуатаційних параметрів шин від її об'ємної деформації	39

	3
3.3 Пристрій для вимірювання об'ємної деформації шини в області контакту	47
3.4 Тарування пристрою для вимірювання об'ємної деформації шини в області контакту	49
3.5 Контроль технічного стану шин після їх виготовлення та під час технічної експлуатації	51
3.6 Висновки за розділом	56
4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	57
4.1 Аналіз факторів, що впливають на курсову стійкість руху автомобілів, які переміщуються на еластичних рушійних	57
4.2 Використання фазових портретів для оцінки курсової стійкості руху автомобіля	58
4.3 Характеристика негативних впливів незадовільної курсової стійкості руху автомобілів на людину і довкілля	66
4.4 Висновки за розділом	69
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
5.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	71
5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони	71
5.1.2 Виробниче освітлення	73
5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання	74
5.1.4 Виробничі випромінювання	75
5.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні покращення стійкості руху легкових автомобілів а умовах СТО «БОШ Автосервіс Автодром»	76
5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць	76
5.2.2 Електробезпека	77
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	77
5.4 Висновки до розділу	80
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	82
Додаток А Ілюстративна частина	86
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	102

ВСТУП

Автомобілі, що обслуговуються СТО «Бош Автосервіс Автодром» м. Калинівка є маневреними та переміщуються з великою швидкістю. Під час руху автомобіля взаємодіють такі обов'язкові фактори динамічної системи: водій - автомобіль - шина - дорога.

Еластична пневматична шина є важливим і особливим елементом дорожнього транспортного засобу. Важливість функції шини пояснюється тим, що вона вносить істотний вклад у забезпечення інтенсивності руху транспортних потоків автомобілів (ТПА), стійкість і керованість руху колісних транспортних засобів (КТЗ) [1]. Від експлуатаційних властивостей шини та від бічної сили залежить бічне відведення еластичного рушія. Наявність відведення докорінно змінює характер руху автомобіля, його швидкість, прискорення і траєкторію [2]. Автомобіль з еластичними шинами може повертати і рухатися криволінійно, навіть якщо керовані колеса знаходяться у нейтральному положенні (обумовлюють прямолінійний рух).

Необхідно поліпшити способи оцінки експлуатаційного стану шин. Означене обумовить можливість прогнозування поведінки автомобіля в реальних умовах [3, 4]. Для забезпечення названих технічних впливів слід визначити фактори які впливають на стійкість руху, спробувати на них вплинути шляхом розміщення різних за конструкцією шин у відповідності з властивостями підвіски автомобіля, розподілу мас елементів машини тощо.

Проблемою є недостатня ефективність контролю параметрів експлуатаційного стану шин, тобто зчеплення з опорною поверхнею, опору кочення, бічної сили тощо [5].

Мета дослідження – збільшення інформативності та дієвості впливу на стійкість руху КТЗ параметрів експлуатаційного стану шин в умовах СТО «Бош Автосервіс Автодром» м. Калинівка.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- аналіз роботи підприємства СТО «Бош Автосервіс Автодром» міста Калинівка;
- вибір раціональної структури технічної служби підприємства;
- обґрунтування дієвих діагностичних параметрів для оцінки експлуатаційного стану еластичних рушіїв транспортних засобів;
- обґрунтувати напрями покращення стійкості руху легкових автомобілів, шляхом застосування раціонального контролю експлуатаційного стану шин;
- провести оцінку соціально-екологічної ефективності дії регулювання стійкості руху легкових автомобілів;
- висвітлити питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – еластична шина автомобілів категорії М1.

Предмет дослідження – розвиток інформативності та дії на стійкість руху КТЗ регулювання параметрів експлуатаційного стану шин в умовах СТО «Бош Автосервіс Автодром» м. Калинівка.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є використання системного підходу, аналізу курсової стійкості руху з технічної точки зору. Використані методи теорії відведення колеса, теорії діагностування, методи математичного та графічного моделювання руху автомобіля.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в поглибленні науково-технічного підходу до тлумачення поняття експлуатаційного стану шин автомобілів категорії М1.

Особистий внесок магістранта. Обґрунтування доцільності використання курсової стійкості руху для розвитку ефективного контролю параметрів експлуатаційного стану шин.

Апробація результатів роботи. Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на XII Міжнародній науково-технічній інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 16-18 квітня 2024 року Вінниця, ВНТУ, 2024.

Вірогідність отриманих результатів забезпечується: коректною постановкою задач дослідження, послідовним і чітким застосуванням математичних методів при їх рішенні; збігом результатів для окремих і граничних випадків з відомими з літератури рішеннями; узгодження між собою результатів, отриманих в різних розділах роботи; підтвердження теоретичних результатів за рахунок використання різних математичних методів для рішення однієї задачі.

Публікації. Свіргун А.В., Печенюк О.В., Попов Д.О. Про аспекти розвитку еластичних рушіїв колісних транспортних засобів. «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту» : Матеріали XII Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, 16-18 квітня 2024 р. Вінниця : ВНТУ, 2024. С. 303-305.



1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТО ТОВ «БОШ АВТОСЕРВІС АВТОДРОМ»

1.1 Загальна характеристика підприємства

СТО ТОВ «Бош Автосервіс Автодром» знаходиться за адресою: 22403, Вінницька обл., м. Калинівка, вул. Незалежності, 67. Телефон гарячої лінії: 0 800 305 505.

Нижче перелічені основні види послуг з технічних впливів, які виконує підприємство.

Діагностичні роботи є одними із основних та важливих, а саме:

- комп'ютерне діагностування та ремонт систем автомобіля;
- діагностика та ремонт ходової частини автомобіля;
- діагностування та регулювання кутів встановлення коліс (розвал сходження);
- передпродажне діагностування автомобілів.

Діагностування кутів установки коліс та ходової частини мають відношення до технічної експлуатації шин й можуть бути включені в систему загальних шинних робіт.

Важливою особливістю СТО ТОВ «Бош Автосервіс Автодром» є наявність спеціалістів та підрозділу, які займаються ремонтом електроустаткування автомобілів, яке удосконалюється більш швидко, ніж інші складові. За три місяці в конструкції автомобіля одного року випуску може змінитися електронний елемент. Виробляти та накопичувати електричну енергію будуть інтелектуальні еластичні рушії.

До технічних впливів, які часто використовують, можна віднести перевірку технічного стану акумуляторів, заміну мастил в двигуні та АКПП.

Мають особливості обслуговування й заправка кондиціонерів. Регламентне технічне обслуговування є обов'язковим видом послуг СТО. В переліку технічних впливів розглянуті шинні роботи з балансування коліс та монтажу і демонтажу еластичних рушіїв.

Важливим доповненням до звичайних робіт може бути підбір шин, з урахуванням особливостей автомобіля та дороги, за якій КТЗ зазвичай переміщується. До послуг, за якими імовірно можуть звернутися клієнти можна віднести встановлення автомобільної сигналізації, парктроників і центральних замків. В СТО ТОВ «Бош Автосервіс Автодром» звичайно виконується післяпродажне обслуговування продукції Бош з гарантією. Важливими послугами є підбір та продаж запасних частин. Значущим видом послуг є проведення технічного огляду.

Важливою рисою обслуговування на СТО можна назвати існування безготівкового розрахунку. СТО працює 5 днів у тиждень по 10 годин щоденно (з 8.00 до 18.00). В суботу робочий день скорочений – 7 годин (з 9.00 до 17.00). В неділю СТО не працює.

Зовнішній вигляд станції наведений на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд СТО

Існують міста для очікування виконання технічних впливів.

Добре обладнаний магазин з продажу продукції, що може знадобитися автомобілістам, показаний на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 - Магазин з продажу продукції для автомобілів

1.2 Аналіз технологічного процесу

При звертанні на СТО враховується право власника автомобіля замовити на СТО виконання робіт будь-якого виду або вибіркового комплексу робіт.

Організація виробничого процесу технічного обслуговування на постах СТО визначається технологічними особливостями кожного виду робіт та виробничою програмою СТО. Підставою для виконання робіт ПР на СТО є заявка власника автомобіля, дані діагностування або несправності, виявлені при виконанні ТО.

Роботи ПР поділяються на розбірно-складальні й ремонтно-відновні [7]. По характеру і місцю виробництва весь обсяг робіт ПР поділяється на дві частини: постові (розбірно-складальні, регулювальні й кріпильні, усунення несправностей гальмівної та інших систем, усунення незначних пошкоджень кузова, агрегатів і вузлів без їх зняття й розбирання) та дільничні (цехові), які виконуються в спеціалізованих дільницях (агрегатні, електротехнічні, кузовні та ін.). Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО наведена нижче (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО

Майстер-приймальник – співробітник, який відповідає за роботу з клієнтами і завантаження бригади (цеху). Підпорядковується сервіс-менеджеру.

У великих сервісах майстер-приймальник - єдина людина, що спілкується з клієнтом. Він є особою фірми. Тому пред'являються високі вимоги до стилю одягу і спілкування. Майстер-приймальник є відповідальним з боку сервісу особою, яка укладає з клієнтом договір і повинен бути достатньо компетентним, щоб зрозуміти скаргу клієнта і пояснити її майстру цеху. Він повинен бути досить грамотним, щоб простою мовою описувати складні речі (пояснити клієнту що сталося з автомобілем і за що необхідно заплатити гроші), при цьому найчастіше клієнти зовсім не розуміються на техніці, і тим більше в устрої автомобіля. Майстер-приймальник повинен бути досить наполегливим, щоб продавати клієнту послуги, але досить акуратним, щоб клієнт з радістю залишав гроші в сервісі (сервіс зробив дуже корисну справу для клієнта і його автомобіля і тепер клієнт відчуває себе за кермом автомобіля впевнено).

Майстер-приймальник - це зв'язок між клієнтом і механіком, це довірена особа клієнта в сервісі, це продавець послуг для клієнта, це виконавець для клієнта і замовник для майстра-приймальника (цеху). Тому так багато у нього обов'язків і турбот. У деяких сервісах для зниження навантаження з майстра-приймальника і збільшення часу його роботи клієнтами частина функцій майстра-приймальника з оформлення замовлення-наряду передана помічникам майстра-приймальника (секретарям).

Приблизний перелік посадових обов'язків майстра-приймальника:

- планування роботи відповідно до попередніх заявок клієнтів (попередній запис), приходом замовлених запасних частин, надходження автомобілів в ремонт без запису (доставка евакуатором, невідкладний ремонт).
- прийом автомобілів у клієнтів в відповідно до попереднього запису, оформлення їх;
- перевірка наявності несправності;
- підбір та виписування запасних частин;

- пропозиція інших додаткових послуг;
- консультування клієнтів з технічних питань, плановому то, вартості то і ремонту;
- пояснення клієнту необхідність ремонту, причин виникнення несправності, термінів виконання ремонту і його повна вартість;
- розподіл роботи між механіками відповідно до завантаження, профілем і кваліфікацією;
- пояснення механіку (майстру) обсягу робіт;
- перевірка якості виконаних робіт та її відповідність обсягу замовлення;
- виставлення рахунку клієнта з поясненням витрат і подальшого проведення робіт (при необхідності);
- повернення автомобіля клієнтові - демонстрація виконаних робіт, виявлених додаткових несправностей і визначення термінів проведення наступного ТО;
- отримання відгуку про проведену роботу;
- оперативна допомога клієнту при заяві рекламації і вжиття заходів щодо її усунення.

Майстер цеху - співробітник, який відповідає за правильність виконання ремонту автомобіля. Підпорядковується сервіс-менеджеру. Майстер цеху - це керівник цеху, відповідальний за правильність виконання діагностики і ремонту автомобіля, справність і наявність інструменту, виконання вимог техніки безпеки. Майстер цеху є найбільш грамотним технічним фахівцем в цеху. Він контролює вихід оновлень сервісних бюлетенів, зміни в керівництві по ремонту автомобілів, зміни в програмі з пошуку запасних частин тощо. Тому майстер цеху підключається при складній діагностиці або діагностиці дорогих деталей, підтверджує правильність проведеної діагностики і необхідність заміни додаткових деталей на підставі керівництва по ремонту, особистого досвіду і стану автомобіля. А після узгодження ремонту стежить за виконанням механіком вказівок керівництва по ремонту автомобіля і майстра цеху. Майстер цеху є виконавцем для майстра-приймальника і відповідає перед ним як перед

клієнтом за якість проведеної діагностики та виконаних робіт, а також за терміни виконання робіт [8, 9].

Приблизний перелік посадових обов'язків майстра цеху:

- контроль дотримання технології діагностики і ремонту автомобіля;
- розподіл автомобілів по механікам в залежності від їх завантаженості, профілю і кваліфікації;
- допомога в проведенні діагностики;
- проведення тестових поїздок;
- контроль якості виконання робіт і відповідність їх заданим обсягом;
- контроль стану інструменту і необхідність його оновлення або поповнення;
- замовлення необхідного спеціального інструменту;
- замовлення необхідної інформації (керівництво по ремонту, діагностика тощо);
- зв'язок зі службою технічної підтримки виробника для узгодження діагностики і ремонту;
- клопотання про присвоєння механіку розряду, додаткової виплати або утриманні, покарання за неякісний ремонт;
- клопотання про направлення механіка на навчання.

Автослюсар (механік) - співробітник ремонтує автомобілі і безпосередньо заробляє гроші для автосервісу. Без нього всі інші співробітники, окрім складу, не потрібні. Всі інші співробітники автосервісу працюють для того, щоб автослюсар міг виробляти якомога більше або втрачав якомога менше.

1.3 Оцінка необхідності впливу дій технічної служби СТО на суспільне виробництво та екологічну безпеку руху автомобілів

Вплив збурюючих викидів автомобілів на навколишнє середовище та людину є значущим і потребує його вивчення та регулювання, в тому числі в умовах СТО.

Автомобільний транспорт має дуже вагомe значення для життя і мобільності існування людей, а також функціонування суспільного виробництва. При цьому, транспорт є головним планетарним джерелом забруднення навколишнього середовища. На нього припадає до 60-80% забруднень, а в районах найбільшого зосередження людей (курортних містах, уздовж автомагістралей, густонаселених районах тощо) – до 90-95%. Під час експлуатації КТЗ утворюється велика кількість відходів, велику небезпеку серед яких представляють собою зношені автомобільні шини, які складно збирати і утилізувати.

За статистикою Всесвітньої організації охорони здоров'я, ризик виникнення раку у працюючих, зайнятих на виробництві шин, перевищує ризик онкологічних захворювань у мешканця сучасного міста в 8 разів. За винятком викидів відпрацьованих газів, транспортний потік створює значну хмару пилу, що складається більш ніж на 60% з мікроскопічних і ультрамікроскопічних частинок радіусом від 10,0 – 0,25 мкм, які утворюються в результаті зносу дорожнього покриття і гальмівних накладок (при гальмуванні), стирання автомобільних шин (при силовому контакті з дорожнім покриттям). Візуалізація аспектів негативного впливу викидів з системи еластичних рушіїв та дороги наведена на (рис. 1.4).

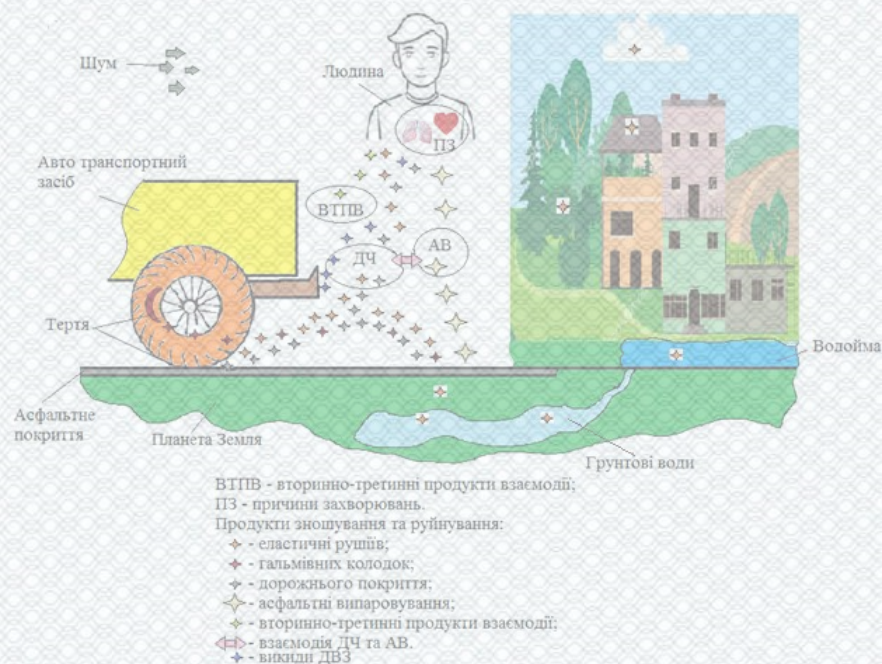


Рисунок 1.4 – Візуалізація впливу негативних викидів на людину та природу

Ще одним аспектом є розгляд можливості зниження шкідливих викидів двигунами рухомого складу автомобільного транспорту в експлуатаційних умовах, шляхом організації раціональних технічних впливів на СТО. Досягти означених результатів можна, також, раціональним вибором експлуатаційних факторів. Відомо, що кількість шкідливих викидів автомобілями в експлуатаційних умовах залежить від багатьох важливих факторів. Тому представляється важливим визначення оптимального співвідношення експлуатаційних факторів щодо економічності й токсичності функціонування рухомого складу при русі КТЗ.

За результатами аналізу спостереження зносу шин автомобілів, які обслуговуються на СТО, еластичні рушії є одними з самих часто змінюваних елементів КТЗ. Існує два основних чинники заміни – досягнення критичного рівня висоти протектора; демонтаж та монтаж шин за сезоном. Після означеного технічного впливу змінюється жорсткість оболонки, що дієво впливає на стійкість руху. Таким чином, діагностування експлуатаційного стану шин за жорсткістним параметром оболонки є актуальним технічним впливом для СТО.

1.4 Висновки за розділом

1. СТО має спеціалістів, виробничий корпус, приміщення і обладнання, які обумовлюють можливість підтримки та відновлення технічного стану КТЗ для забезпечення працездатності автомобілів.

2. Невизначеними в повній мірі є вимоги до раціонального підбору місць установки на КТЗ еластичних рушіїв, що мають різний рисунок і рівень зносу рисунку протектора, а також неоднакові жорсткість та первинне руйнування шин (прокол, розріз, тріщина тощо).

3. Потребують оцінки можливі корисні технічні впливи на станції, що дозволять покращити стійкість руху КТЗ та знизити негативний вплив функціонування автомобілів на розвиток суспільства та первинну природу.

4. Означені вище питання необхідно дослідити в роботі і зробити рекомендації для технічної служби СТО.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

Для підвищення безпеки дорожнього руху в транспортних потоках автомобілів (ТПА), що переміщуються по дорогах району сформована модель системи. Розглядається сценарій руху АТЗ по опорній поверхні доріг, що знаходяться в зоні тяжіння СТО «Бош Автосервіс Автодром». Вибрані наступні складові системи (рисунок 2.1):

- потік автомобілів на дорозі, з якого автомобільні транспортні засоби (АТЗ) потрапляють на СТО;
- поверхня, за якою виконується обертання коліс КТЗ;
- технічний стан (ТС) шин автомобілів;
- потік автомобілів для проведення робіт з ТО, ПР.



Рисунок 2.1 – Модель системи, що створює потік АТЗ на шинні роботи

Згідно спостережень, середня інтенсивність переміщення легкових АТЗ в зоні тяжіння СТО дорівнюється 10 автомобілів/добу. Для продовження дослідження слід попередньо виконати технологічний розрахунок системи ТО і ПР з урахуванням випадковості подій, що обумовлюють заїзд автомобілів на СТО.

Теорія масового обслуговування використовується для проектування зон ТО та ПР, дозволяє створити просту математичну модель для проведення оцінки ефективності приймальних рішень у частині вибору оптимального числа робочих постів. Виконаний аналіз виробничої діяльності автотранспортного комплексу свідчить про те, що в їх систему ТО та ПР надходить потік вимог з

випадковими відмовами, які потребують для свого усунення технічних впливів випадкової тривалості. Тому потік випадкових відмов формує випадковий потік обслуговування.

Таким чином, процес надходження в систему технічного обслуговування і ремонту автотранспортного потоку потрібен бути імовірнісним. Далі будемо вважати, що в результаті ряду припущень, накладення визначених умов на вхідний потік, буде відповідати вимогам стаціонарності, ординарності та відсутності втрат, а система ТО і ПР, що проектується, буде відноситись до системи з очікуванням вимог без втрат.

2.1 Розрахунок вхідного потоку вимог

При стаціонарному процесі обслуговування і ремонту автомобілів, які поступають в систему, потік вимог є Пуассонівським найпростішим, в якому ймовірність надходження в проміжок часу $(0, t)$ K вимог визначається виразом:

$$P_K(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^K}{K!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \quad (2.1)$$

де $P_K(t)$ - ймовірність надходження K вимог за час $(0, t)$;

λ - щільність потоку вимог (середнє число вимог, які надходять за одиницю часу).

Величина математичного очікування числа вимог, які надходять у систему, дорівнює:

$$M(K) = \lambda.$$

При $t = 1$ вираз (2.1) приймає вигляд:

$$P(K) = \frac{\lambda_K}{K!} \cdot e^{-\lambda}. \quad (2.2)$$

Із виразу (2.2) слідує, що для повного опису найпростішого потоку вимог на обслуговування або ремонт достатньо знати параметр щільності потоку вимог λ .

Згідно закону великих чисел при великому числі вимог на обслуговування або ремонт значення величини N_C (середньодобова кількість автомобілів, які потребують обслуговування) наближається до її математичного очікування:

$$M(K) = \lambda_i \approx N_{ci}. \quad (2.3)$$

Таким чином, для того, щоб описати потік і мати його характеристику, достатньо визначити величину N_{ci} .

Дисперсія випадкової величини K , розподіленої по закону Пуассона, дорівнює її математичному очікуванню $D(K) = \lambda \approx N_C$.

Отже, величина середньоквадратичного відхилення випадкової величини K дорівнює $\sigma_K = \sqrt{N_C}$.

Таким чином, щільність потоку вимог, які надходять до системи, коливається у межах:

$$\tilde{N}_C = N_C \pm \sqrt{N_C}. \quad (2.4)$$

Наприклад: якщо $N_C = 9$, то $\tilde{N}_C = 9 \pm 3$ або $\tilde{N}_C = 6 \dots 12$, тобто потік змінюється в два рази.

Для цього потоку необхідна відповідна організація робіт в зонах обслуговування і ремонту і достатня для цього виробнича потужність.

2.2 Розрахунок кількості вимог за нормативними показниками

Цей розрахунок проводиться при відсутності статистичних даних по дослідженню параметрів надійності і є менш точним, ніж розрахунок з урахуванням показників надійності.

Як вже відмічалось, загальний потік автомобілів, що надходять на автотранспортний комплекс за добу N_C , розраховується в залежності від інтенсивності руху автомобілів N на автомобільній дорозі.

Потік вимог, які надходять на комплекс, орієнтовно розподіляються наступним чином: на ТО – 10% (N_{TO}), на поточний ремонт – 80% (N_{PR}), на діагностування технічного стану автомобілів – 10% (N_D):

$$N_C = N_{TO} + N_D + N_{PR}. \quad (2.5)$$

2.3 Розрахунок продуктивності системи

Продуктивність системи обслуговування і ремонту в першу чергу залежить від тривалості часу, що витрачається бригадою робітників у складі P_n чоловік на виробництво робіт по обслуговуванню і ремонту автомобілів. По різним причинам (різний вид і важкість відмов, різноманітний технічний стан автомобілів та їх тип тощо) час, який витрачається на обслуговування або ремонт, є випадковою величиною, закони розподілення якої можуть бути виявлені статистичними методами.

Згідно теорії масового обслуговування пропускна здатність системи залежить головним чином від розміру математичного очікування часу обслуговування або ремонту t_i . Характер закону розподілення часу здійснює малий вплив на пропускну здатність системи. Тому задаються показовим законом розподілу часу обслуговування або ремонту, функція якого має наступний вигляд:

$$F(t) = L - e^{-\mu \cdot t}, \quad (2.6)$$

де μ_i - інтенсивність і-того виду обслуговування (середня продуктивність робочої бригади).

Щільність розподілу часу обслуговування або ремонту дорівнює:

$$f(t) = \mu \cdot e^{-\mu \cdot t}. \quad (2.7)$$

Математичне очікування часу обслуговування (ремонту) дорівнює:

$$M(t) = t_i^* = \frac{1}{\mu_i}, \quad (2.8)$$

Звідси:



$$\mu_i = \frac{1}{t^*}, \frac{1}{\text{год}}.$$

При показовому законі розподілу дисперсія тривалості (часу) обслуговування або ремонту на універсальних постах дорівнює:

$$D(t) = \frac{1}{\mu_i^2} = [t_i^*]^2; \quad (2.9)$$

$$\sigma(t) = \sqrt{D(t)} = t_i^*.$$

Таким чином, загальний час обслуговування або ремонту з урахуванням дисперсії буде дорівнювати:

$$\tilde{t}_i^* = t_i^* \pm t_i^* \quad \text{або} \quad 0 \leq \tilde{t}_i^* \leq 2t_i^*. \quad (2.10)$$

Проведення обслуговування або ремонту з таким великим розкидом часу відносно математичного очікування потребує високої організації робіт на

постах і достатніх резервів робітників і обладнання. Можливі великі коливання часу потребують особливо ретельних технологічних параметрів системи [15].

2.4 Розрахунок часу обслуговування (ремонту)

Час, який тратиться на обслуговування або ремонт автомобілів, може визначатися на підставі дослідних даних із виразу:

$$\bar{t}_i^* = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_j^*, \text{ год.}, \quad (2.11)$$

де $\bar{t}_i^*$ - тривалість j-го обслуговування або ремонту в i-ому виді впливу;

n - загальна кількість обслуговувань чи ремонтів.

Якщо статистичні дані відсутні, то в якості величин для визначення часу тривалості обслуговування або ремонту можуть бути з визначеним припущенням використані значення нормативної трудомісткості обслуговування і ремонту - t_i .

2.5 Параметри ефективності системи

Під ефективністю системи слід розуміти характеристики рівня виконання нею своїх завдань.

Розглядається система обслуговування і ремонту, яка складається з обмеженого числа однотипних постів X , в якій згідно з умовою стаціонарності потоку приймається, що обслуговування або ремонт вважаються закінченими одразу ж після проведення робіт, і автомобіль покидає систему. Час на транспортування автомобілів з посту на піст і якість роботи при цьому не розглядається.

2.6 Розрахунок продуктивності системи

Розрізняють абсолютну та відносну продуктивність систем. Перша характеризує середню кількість заявок (автомобілів), які обслуговуються або ремонтуються в одиницю часу, і численню дорівнює:

$$W_a = \mu \cdot x, \quad (2.12)$$

де X - кількість робочих постів.

Друга характеризує середнє значення відношення числа автомобілів, що пройшли обслуговування або ремонт, до числа автомобілів, що прийшли до системи в одиницю часу:



$$W_{отн} = \frac{\mu \cdot x}{N_c}.$$

(2.13)

Пропускна здатність системи може бути визначена з зіставлення параметрів потоку вимог, що надходить, i -го виду і абсолютною продуктивністю:

$$\tilde{N}_c = \sum \tilde{\mu}_i \cdot x_i. \quad (2.14)$$

Якщо виконується умова $\tilde{N}_c \geq \tilde{\mu}_i \cdot x_i$, то система не впорається з об'ємом робіт, в результаті чого створюється постійна (зростаюча) черга очікуючих обслуговування (ремонт) автомобілів.

Для ефективності роботи системи необхідно виконання умови:

$$\tilde{N}_c \leq \tilde{\mu}_i \cdot x_i. \quad (2.15)$$

Різність $\tilde{\mu}_i - \bar{N}_{ci}$ дає величину надлишку виробничої потужності m_i , яка повинна бути оптимальною, а пов'язані з цим витрати C_u - мінімальними.

Необхідна умова виражається наступним чином:

$$m_i = \tilde{\mu}_i \cdot x_i - \tilde{N}_{ci}, \quad (2.16)$$

$$m_i \rightarrow OPT, C_u \rightarrow \min.$$

В якості додаткової умови роботи системи може бути прийняте припущення, при якому відносна продуктивність буде в наступних границях $1 < W_{отн} < 2$.

Для приблизної оцінки роботи системи використовується нерівність (2.15). Після ділення правої та лівої частини на параметр μ_i і прийняття для подальших розрахунків відношення $N_{ci} / \mu_i = \rho_i$, отримаємо:

$$x_i \succ \rho_i, \quad (2.17)$$

де ρ_i - приведена щільність потоку вимог.

Фізичний сенс ρ_i - це середнє число вимог, які поступають в систему за середній час обслуговування однієї вимоги.

Мінімальна кількість постів X_T в системі, при якій черга вимог, які очікують, не буде зростати, обмежується наступною нормуючою умовою:

$$x_T \succ \rho_i; \quad 0,2 \leq x_T - \rho \leq 1,0. \quad (2.18)$$

При цих умовах система буде мати максимально можливу продуктивність при мінімальній кількості одиниць постів. Слід звернути увагу на нижню границю цього обмеження [4].

$x_T - \rho \geq 0,2$ тому, що при менших значеннях різко збільшується довжина черги і загруженість системи. Робота з мінімальною кількістю постів буде нестійкою.

Наявність нерівності $x > \rho$, хоч і свідчить про працездатність системи обслуговування і ремонту автомобілів, однак це ще не гарантує того, що система буде працювати достатньо ефективно. Може статися, що такі параметри, як час простою в черзі перед початком обслуговування (ремонту) або довжина черги автомобілів, будуть занадто великі, а резерви виробничих потужностей не забезпечать стійку роботу системи. Тому для оцінки системи обслуговування або ремонту використовуються додаткові параметри, які дозволяють більш детально визначити ефективність її роботи з різних сторін.

Ефективність роботи розглядаємо системи оцінюється по величині параметрів, умовно розділених на дві групи.

Перша група дозволяє оцінити роботу системи по ступеню використання її виробничих потужностей, друга – по відносним можливостям виробничої системи.

2.7 Розрахунок параметрів ефективності використання системи

Імовірність того, що усі пости обслуговування вільні:

$$P_c = \left[\sum_{k=0}^{x-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^x}{(x-1)!(x-\rho)} \right]^{-1}, \quad (2.19)$$

де x - кількість постів в системі (підсистемі);

k - кількість заяв, які надходять у систему.

Імовірність того, що всі пости обслуговування (ремонту) зайняті:

$$\Pi = P_c \frac{\rho^x}{(x-1)!(x-\rho)}. \quad (2.20)$$

Імовірність P одночасно характеризує й такі показники, як імовірність відмов в обслуговуванні або ремонті черговій вимозі (автомобілю) із-за зайнятості всіх постів; час повного завантаження системи роботою; коефіцієнт використання робочого часу.

Імовірність P може задаватися, виходячи із технологічних умов, в наступних границях $P = 0,7 - 0,85$.

Далі розглянута характеристика ефективності використання постів, призначених для виконання технічних впливів.

Середня кількість вільних постів:

$$X_B = P_0 \sum_{k=0}^{x-1} \frac{\rho^k}{k!} (x - k). \quad (2.21)$$

З достатньою для аналізу системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів точністю значення X_B може бути визначено по виразу:

$$X_B = x - \rho. \quad (2.22)$$

Знаючи середню кількість постів можна визначити такий параметр як коефіцієнт простоювання постів:

$$K_n = \frac{X_B}{x}. \quad (2.23)$$

Коефіцієнт зайнятості постів:

$$K_z = \frac{X_z}{x} = \frac{\rho}{x}. \quad (2.24)$$

Ступінь використання постів хоч і є одним з показників якості функціонування обслуговуючої (ремонтної) системи, однак не слугує єдиним критерієм цілі. Не менш важливо з точки зору техніко-економічної

ефективності СТО здійснювати швидке обслуговування (ремонт) автомобілів з мінімальним часом простоювання, маючи при цьому невелику чергу і час очікування початку обслуговування (ремонту).

Тому використовуються наступні показники:

Імовірність того, що час очікування початку обслуговування T_x більше будь-якого завданого напере часу t_x :

$$J = P\{T_x > t_x\} = P\ell^{-\mu(q-\rho)t_x}. \quad (2.25)$$

Величина параметру $P\{T_x > t_x\}$ визначається ступенем стійкості роботи системи при виконанні нею робіт по обслуговуванню і ремонту. Чим менше її абсолютне значення, тим вища стабільність роботи системи. Виходячи з технологічних умов роботи системи величина J приймається рівною 0,02 – 0,04.

Величина часу очікування в черзі t_x може задаватися з урахуванням наступних нормуючих умов:

а) суми часу, який витрачається на виробництво робіт по обслуговуванню (ремонту) - t_i^* і на очікування в черзі t_x , не повинна перевищувати тривалості часу роботи системи

$$T_T = T_{3M} \cdot C,$$

де T_{3M} - тривалість зміни, год;

C - число змін роботи.

б) величина часу очікування в черзі перед початком обслуговування t_x , яка задається, як правило, не повинна перевищувати час, який витрачається на виробництво робіт по обслуговуванню або ремонту:

Середня довжина можливої черги вимог (автомобілів), які очікують обслуговування (ремонту):

$$M_x = \frac{\Pi \rho}{x - \rho}. \quad (2.26)$$

При визначенні середньої довжини черги автомобілів, які очікують на обслуговування або ремонту, слід мати на увазі, що нерівність $\tilde{N}_{ci} < \tilde{\mu}_i \cdot x_i$ є основою побудови моделі і як би виключає появу черги, тому що потік, що входить, по величині менший, ніж абсолютна продуктивність системи.

Не дивлячись на це, передбачається поява середньої черги довжиною M_X імовірністю Π .

Ця обставина обумовлюється тим, що автомобілі мають різне напрацювання на відмову і імовірність безвідмовної роботи.

Загальне число вимог, які надходять у систему:

$$M_O = M_X + M_{OB} = M_X + \rho. \quad (2.27)$$

Середній можливий час простоювання автомобіля у черзі в очікуванні обслуговування або ремонту

$$J_x = \frac{\Pi}{\mu(x - \rho)} = \frac{\Pi t_i^*}{x - \rho}. \quad (2.28)$$

При наявності черги середній час очікування в черзі являє собою витрати робочого (транспортного) часу автомобілів.

2.8 Розрахунок технологічно необхідної кількості постів

Системи обслуговування або ремонту можуть розраховуватися по заданим критеріям ефективності J , Π або середнім значенням t_x і t_i^* .

В цьому випадку кількість постів, яка відповідає досягненню цієї мети, може бути визначена з допомогою виразу, що розраховується, як сума двох складових:

$$X_k = \rho + \frac{t^*}{t_x} \ln \frac{\Pi}{J} = \rho + \frac{t_i^*}{t_x} \ln e^{-X_B A}, \quad (2.29)$$

де

$$A = \frac{t_x}{t_i^*}.$$

Параметри ρ і t_i^* визначаються у порядку, який вказаний вище, а параметри J і Π можуть задаватися виходячи з технологічних умов роботи системи, що розглядається (наприклад: $\Pi = 0,7 - 0,85$; $J = 0,02 - 0,04$). Величина часу, що задається, t_x визначається з урахуванням нормуючих умов.

В цьому випадку вираз середньої довжини черги приймає вигляд:



$$M_x = \frac{\Pi \rho A}{\rho^{-X_B A}}. \quad (2.30)$$

2.9 Оптимізація роботи системи

Оптимізація роботи системи в загальному випадку забезпечується шляхом зіставлення рішень, що приймаються, або по мінімуму витрат, або по максимуму питомих доходів.

Порівняльну економічну оцінку роботи системи обслуговування (ремонту) СТО, яка дозволяє вибрати оптимальний варіант, найкраще робити по величині мінімуму витрат, які пов'язані з простоюванням автомобілів в черзі і простоюванням постів обслуговування (ремонту). Витрати прийняті в обезрозмірених умовних одиницях (УО), в зв'язку зі змінами цін на товари та послуги.

Цільова функція величини цих витрат має вигляд:

$$C_U(x) = M_x Z_1 + X_B Z_2 \rightarrow \min \quad (2.31)$$

де C_U - загальна сума втрат в зоні обслуговування або ремонту, УО/год.;

Z_1 - вартість втрат, які пов'язані з простоюванням одного автомобіля в черзі в одиницю часу, УО/год.;

Z_2 - вартість простоювання одного поста в одиницю часу, УО/год.

Орієнтовно можна прийняти величину $Z_1 = 1 - 10$ УО/год., $Z_2 = 1 - 4$ УО/год. Система з оптимальним числом постів повинна забезпечити мінімум сумарних витрат при простоях постів СТО і клієнтів в черзі на станцію.

2.10 Обґрунтування вартості втрат

Визначення кількості постів по мінімальним сумарним втратам відносяться до економічних методів управління. Розрізняють три групи матеріальних інтересів: загальнонародні, колективні й особисті. До перших належать інтереси суспільства в цілому, до колективних – інтереси окремого виробничого колективу, до особистих – інтереси окремої людини.

Усі ці види інтересів властиві кожному членові суспільства. Кожен зацікавлений не тільки в результатах своєї особистої праці, а й у результатах праці свого колективу. Основними економічними методами управління є планування, господарський розрахунок, матеріальна зацікавленість, ціноутворення. Поєднання економічних методів це міцний механізм управління.

Кожний з економічних методів передбачає і непряму дію, а також може розглядатися як позитивний, так і негативний (наприклад, матеріальна зацікавленість може виступати як позитивний і як негативний метод).

Базою для економічних методів є техніко-економічний аналіз. Механізмом реалізації є господарський розрахунок і планування. Орієнтація всієї системи економічних методів управління спрямована на підвищення ефективності та якості продукції (обслуговування). У даному разі втрати обґрунтовуються з урахуванням системних втрат.

2.11 Результати розрахунків

В таблиці 2.1 наведені результати розрахунків кількості постів.

Таблиця 2.1 – Розрахунок кількості постів за мінімумом сумарних витрат

№ п/п	Найменування параметру	Позначення	Формула для розрахунку	Отримане значення	Одиниця вимірювання
1	2	3	4	5	6
1	Загальний добовий вхідний потік на комплекс	N_C		10	$\frac{\text{авто}}{\text{добу}}$
2	Час роботи комплексу	T_H		8	год.
3	Загальний годинний вхідний потік на комплекс	N_r	$N_r = \frac{N_C}{T}$	1,25	$\frac{\text{авто}}{\text{добу}}$
4	Вхідний потік автомобілів в зону ремонту	$N_{\Pi P}$	$N_{\Pi P} = 0,8N_r$	1,0	$\frac{\text{авто}}{\text{добу}}$
5	Середньоквадратичне відхилення вхідного потоку	σ_K	$\sigma_K = \sqrt{N_{TP}}$	1,0	
6	Трудомісткість виконання робіт по ремонту	$t_{\Pi P}$		4,15	люд-год
7	Кількість робітників на універсальному пості	P_{Π}		2	люд
8	Середній час обслуговування на пості	t_i^*	$t_i^* = \frac{t_{\Pi P}}{P_{\Pi}}$	1,5	год
9	Середньоквадратичне відхилення часу обслуговування	σ_t	$\sigma_t = t_i^*$	1,5	год

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
10	Середня продуктивність робочої бригади	μ_i	$\mu_i = \frac{1}{t_i^*}$	0,67	$\frac{1}{\text{год}}$
11	Приведена щільність потоку	ρ_i	$\rho = \frac{N_{\text{ПР}}}{\mu}$	1,5	$\frac{\text{авто}}{\text{год}}$
12	Можлива кількість універсальних постів	X	$N_{\text{ПР}} < \mu X$	$X=2$ $X=3$ $X=4$	постів
13	Імовірність того, що всі пости вільні	P_C	$P_C = \left[\sum_{k=0}^{x-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^x}{(x-1)!(x-\rho)} \right]^{-1}$	$P_C=0,14$ $P_C=0,21$ $P_C=0,22$	
14	Імовірність того, що всі пости зайняті	Π	$\Pi = P_C \frac{\rho^x}{(x-1)!(x-\rho)}$	$\Pi=0,64$ $\Pi=0,24$ $\Pi=0,07$	
15	Середня кількість вільних постів	X_B	$X_B = x - \rho$	$X_B=0,5$ $X_B=1,5$ $X_B=2,5$	Постів
16	Коефіцієнт простоявання постів	K_n	$K_n = \frac{X_B}{x}$	$K_n=0,25$ $K_n=0,5$ $K_n=0,63$	
17	Середня довжина можливої черги	M_X	$M_X = \frac{\Pi \rho}{x - \rho}$	$M_X=1,93$ $M_X=0,24$ $M_X=0,04$	Авто
18	Середній можливий час простоювання автомобілів в черзі очікування ремонту	J_X	$J_X = \frac{\Pi}{\mu(x-\rho)} = \frac{\Pi t_i^*}{x-\rho}$	$J_X=1,93$ $J_X=0,24$ $J_X=0,04$	Год
19	Вартість простоювання одного автомобіля в черзі в одиницю часу	Z_1	Згідно рекомендацій	I варіант $Z_1=26$ II варіант $Z_1=20$	$\frac{\text{грн}}{\text{год}}$

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
20	Вартість простоювання одного посту в одиницю часу	Z_2	Згідно рекомендацій	І варіант $Z_2=11$ ІІ варіант $Z_2=7$	$\frac{\text{грн}}{\text{год}}$
21	Цільова функція	C_U	$C_U(x) = M_x Z_1 + X_B Z_2 \rightarrow \min$ Розраховується для всіх значень X_B та M_X	І варіант $C_U=55,6$ $C_U=22,7$ $C_U=28,7$ ІІ варіант $C_U=24,7$ $C_U=13,1$ $C_U=18$	$\frac{\text{грн}}{\text{год}}$

На підставі отриманих даних будемо залежність сумарних витрат від кількості універсальних постів ремонту, звідки можна побачити, що мінімальні сумарні витрати забезпечуються при кількості постів, яка дорівнює: Залежності сумарних витрат від кількості постів та довжини черги від кількості постів наведені на рисунках 2.2 та 2.3 відповідно.

У першому варіанті – 3. У другому варіанті – 3

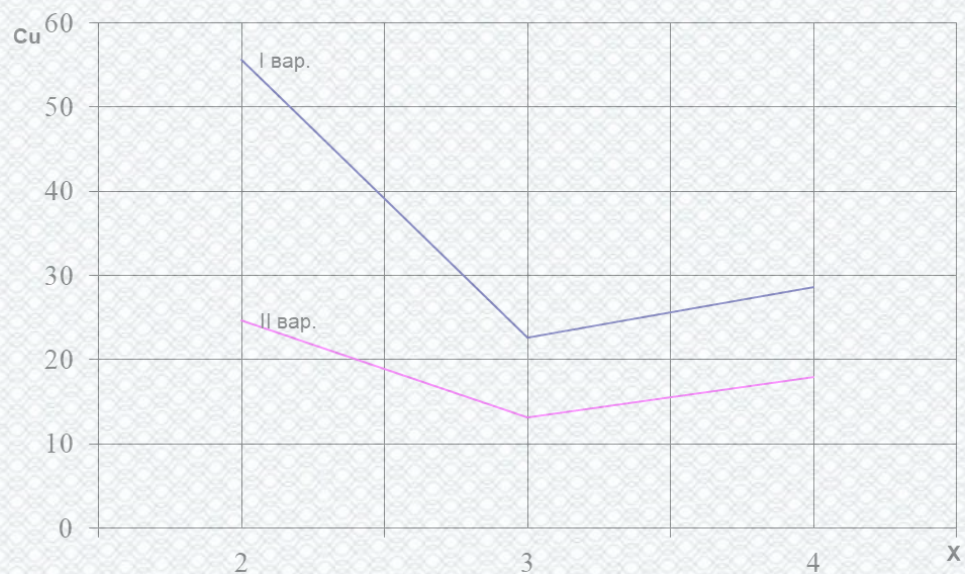


Рисунок 2.2 – Залежність сумарних витрат від кількості постів

При проектуванні вартість простоювання одного автомобіля та робочого посту повинні прийматися обґрунтовано з урахування типу автомобілів, що обслуговуються, і рівня витрат при простоюванні одного посту.

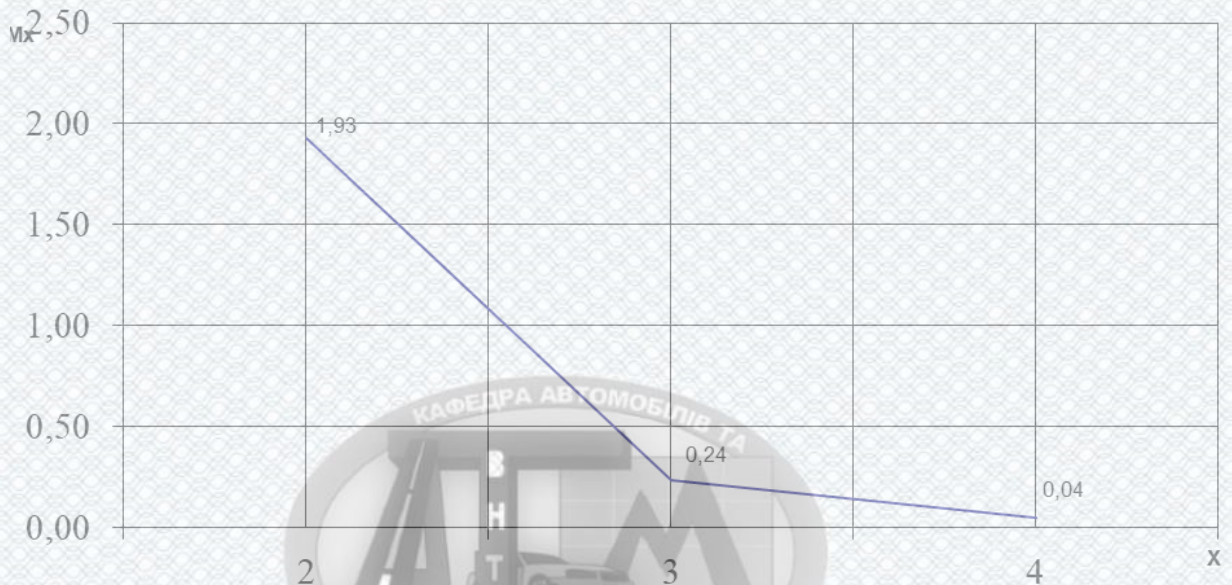


Рисунок 2.3 – Залежність довжини черги від кількості постів

2.12 Розрахунок площі виробничих приміщень

Площі приміщень діляниць та відділень визначаються наступними методами:

- графічно;
- по площі підлоги, яку займає устаткування, коефіцієнту щільності розташування устаткування;
- по кількості працюючих.

Площа приміщень визначається обома останніми методами. Остаточню приймаються більші площі діляниць, розраховані обома методами. Порядок розрахунку наступний. Спочатку на підставі табелів та каталогів технологічного устаткування складається відомість основного технологічного устаткування (враховується тільки устаткування, яке займає

площу підлоги) по кожній ділянці. Після визначення площ, зайнятих устаткуванням, по ділянцям виконується розрахунок площ приміщень.

Згідно з обраного технологічного обладнання і вирахованої кількості робочих постів визначаємо площу виробничих приміщень. Завдяки прийнятій схеми загального планування споруджень і обладнання розробляємо план ділянки.

Визначаємо площу виробничого приміщення з ремонту та технічного обслуговування автомобілів:

$$F = F_{\Pi} + F_y = X_p \cdot S_a \cdot K_n + f_{об} \cdot K_n, \text{ м}^2, \quad (2.32)$$

де F_{Π} - площа поста;

F_y - площа ділянки;

X_{Π} - кількість постів, $X_{\Pi} = 3$;

S_a - площа автомобіля, максимальна площа транспорту, який буде експлуатуватись на транспортному комплексі є площа автомобіля категорії M1, $S_a = 12,00 \cdot 2,55 = 10 \text{ м}^2$;

K_n - коефіцієнт щільності розташування. Для автомобілів $K_n = 5..7$, для обладнання $K_n = 4,5..5,5$;

$f_{об}$ - площа, яку займає обладнання, м^2 .

$$F = 3 \cdot 10 \cdot 6 + 5,25 \cdot 5 = 200,25 \text{ м}^2.$$

Результати розрахунків наступних приміщень заносимо до таблиці 2.2 з урахуванням наявності посту.

Таблиця 2.2 – Розрахунок площ приміщень

Дільниця, зона	Кількість робітників, чол	Розрахункова площа по кількості робітників, м ²	Площа устаткування в плані, м ²	Коефіцієнт щільності розміщення устаткування	Розрахункова площа по устаткуванню, м ²	Площа, м ²	
						Прийнята	Прийнята після планування
Шинна	2	40	6,97	3,5 - 4,5	24,4 - 31,4	30	36
Кузовна	2	40	30,04	4 – 5	120,2 - 150,2	150	144
Малярна	2	40	5,21	3 – 4	15,6 - 20,8	150	144
Діагностична	2	40	24	3-4	72 - 96	72	72
ТО, ПР	6	120	5,24	4,5 - 5,5	23,6 - 28,8	300	324
ЩО	2	40	12	4,5-5,5	54 - 66	180	216

Шинний комплекс на СТО призначений для виконання наступних технічних впливів: демонтажу й монтажу коліс і шин; заміни покришок; ремонту камер і дисків коліс; діагностування технічного стану шин та дисків; балансування коліс у зборі; перевірку та регулювання кутів установки коліс [5]. При цьому, мийку і сушіння коліс перед їхнім демонтажем виконують у зоні прибирання-мийних робіт.

Шиномонтажні роботи на станції розглядаються або як технологічні операції процесу виконання замовлень, або як самостійний вид послуг. На великих станціях шиномонтаж використовується в технологічному процесі, на малих – як самостійний вид послуг. На даній СТО шиномонтажна дільниця в сукупності з постом перевірки та регулювання кутів установки коліс утворює шинний комплекс [1].

Запорукою успішної роботи шинного комплексу є раціональне планування та розробка технологічного процесу. Головним завданням при

плануванні робочого місця є раціональне розміщення устаткування, пристосувань, інструмента, виключення втрати часу. Велике значення в інтенсифікації праці здобуває застосування засобів механізації й автоматизації в сполученні з організацією праці й економічною ефективністю засобів, що застосовуються. Оцінку умов праці виконують за показниками температури, швидкості руху повітря й освітленості в приміщеннях виробництва. Науково обґрунтоване фарбування устаткування і приміщення сприяє підвищенню продуктивності праці до 20 %, скороченню травматизму на 35...40 % і зниженню браку на виробництві у два рази.

Складовою частиною організації праці є питання технічного нормування, матеріального стимулювання, заохочення трудової активності і творчої ініціативи працівників підприємства.

Технічний стан покришок контролюють шляхом ретельного огляду із зовнішньої й внутрішньої сторін із застосуванням механічних борторозширювачів. Сторонні предмети, що застрягли в протекторі і боковинах шин, видаляють за допомогою пласкозубців і тупого шила. Також при перевірці технічного стану шин виявляють проколи, пробої, розриви й інші дефекти. Герметичність камер перевіряють у ванні, наповненій водою й обладнаній системами освітлення й підведення стислого повітря, а герметичність золотника контролюють мильним розчином. Монтажу підлягають тільки справні, чисті, сухі, відповідні за розмірами й типами шини, диски та їх елементи. На якість ремонту покришок значний вплив має процес їх сушіння. Під час ремонту у недостатньо просушених покришок різко знижується якість ремонту через утворення парових пробок. Шини, які зберігалися за температури нижче нуля, перед монтажем витримують у нормальних умовах при кімнатній температурі протягом 3 - 4 год.

На сучасних автомобілях застосовується нова технологія нанесення на внутрішній стороні опорної поверхні високов'язкого полімерного шару, який обволікає в шині предмет, що проколов її та герметизує. Після видалення

даного предмету отвори до 5 мм в діаметрі герметизуються. Завдяки цій технології трудомісткість шинного комплексу з ремонту покришок значно зменшується. Контрольний огляд дисків виконують для виявлення тріщин, деформацій, корозії й інших дефектів. Обов'язково перевіряють стан отворів під шпильки кріплення коліс. Дрібні дефекти ободів коліс, такі як погнутість, задирки, усувають із застосуванням слюсарного інструменту.

Обід та його елементи не допускаються до монтажу при виявленні на них: деформацій, тріщин, гострих кромek й задирів, іржі в місцях контакту з шиною, розробки кріпильних отворів, розміри котрих перевищують ті, що вказані у стандартах на автомобільні колеса. Поверхню ободів, звернених до шини, очищують від іржі та покривають лаком для металу. Технічно справні покришки, камери й диски монтують і демонтують на одному стенді. Тиск повітря в шинах повинен відповідати нормам, що рекомендуються заводом-виготовлювачем. Для накачування й контролю тиску стиснутого повітря використовується автоматична повітрероздавальна колонка. Після монтажу шин і накачування обов'язково здійснюють балансування коліс у зборі на стенді. Під час проведення монтажно-демонтажних робіт необхідно дотримуватись правил з техніки безпеки.

2.13 Обладнання шинного комплексу

Технологічне обладнання шинного комплексу наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технологічне обладнання шинного комплексу

Найменування обладнання	Тип, модель	Площа одиниці, м ²	Кількість, од	Загальна площа, м ²
1.Стенд для демонтажу шин. Стаціонарний 1850x1160x1740	VAS 5214	2,146	1	2,146

2.Стенд для балансування коліс. Стаціонарний 1000x700x800	VAS 6285	0,7	1	0,7
---	-------------	-----	---	-----

Продовження таблиці 2.3

Найменування обладнання	Тип, модель	Площа одини- ці, м2	Кількі- сть, од	Загальна площа, м ²
3. Вогнегасник вуглекислотний. Ємність – 5 л. Маса – 14 кг	ОУ – 5	—	1	—
4.Стенд регулювання кутів установки коліс на основі 3D вимірювань. 3000x400x2200	Hunter DSP60 0	1,2	1	1,2
5.Комп'ютерна система виміру кутів установки коліс. 1000x1000x1200	VAS 6292	1	1	1
6. Слюсарний верстат. 1250x800		1	1	1
7.Вогнегасник повітряно – пінний. Ємність – 5 л. Маса – 4 кг	ВПП	—	1	—
8.Шафа інструментальна. Пересувна 700x500		0,35	1	0,35
9. Сушка для коліс. 1500x2000		3	1	3
10. Лінія діагностики ходової частини Bosch.				

2.14 Висновки за розділом

1. Використана методика визначення кількості постів технічних впливів для СТО за критерієм мінімальних сумарних витрат, де ураховуються економічні інтереси робітників СТО і «загублені» в черзі гроші відвідувачів – автомобілістів. Тим самим, гарантується консенсус між отриманням грошей СТО і привабливістю до станції клієнтів.

2. Визначені аспекти розвитку обладнання шинного комплексу.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ПОКРАЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ШИН

3.1 Дослідження діагностичних параметрів експлуатаційного стану шини

Структура шини в цілому представляє закладену в неї при проектуванні і виробництві сукупність експлуатаційних властивостей. Ця сукупність властивостей визначає ступінь пристосованості шини до виконання роботи в заданих експлуатаційних умовах, тобто характер її функціонування [13].

Експлуатаційний стан еластичного рушія можна характеризувати певним комплексом конкретних числових значень його експлуатаційних параметрів. В якості основних експлуатаційних параметрів в даній роботі досліджуються: середня жорсткість шини (γ), коефіцієнт опору коченню (f), температура шини (τ) та інтенсивність зносу протектора (I), а також - відведення при коченні шини [14,15].

Зміни структури шини та зовнішніх впливів на неї викличуть погіршення значень цих експлуатаційних параметрів. Якщо числове значення параметрів не виходить за межі поля допуску, то шина знаходиться в допустимому експлуатаційному стані. Якщо значення хоча б одного з цих параметрів виходять за межі поля допуску, то спостерігається відмова.

Контроль експлуатаційного стану шини здійснюється за діагностичними симптомами, які несуть корисну інформацію про значення експлуатаційних параметрів еластичного рушія.

Для того, щоб можна було використовувати параметр вихідного процесу в якості діагностичного симптому, він повинен відповідати таким вимогам [7]:

- 1) доступності і зручності вимірювання;
- 2) широти поля вимірювання;
- 3) однозначності;
- 4) інформаційної ємності.

Можливо необхідним вимогам відповідає об'ємна деформація в області контакту [16, 17].

Параметри об'ємної деформації, деформації боковини, площа контакту доступні для вимірювання, замір радіального прогину утруднений.

Вимогам однозначності відповідають: об'ємна деформація, площа контакту, і радіальний прогин.

Під поняттям широти поля вимірювання розуміється можливо більше відносне змінення вихідного параметра при заданому абсолютному тиску повітря, як важливого регулюючого параметра шини. Зменшення тиску повітря від $2,0 \text{ кг/см}^2$ до $1,5 \text{ кг/см}^2$ викликає зміну довжини контакту в 1,06 рази, радіального прогину - в 1,34 рази, показника об'ємної деформації - в 1,71 рази.

Найбільшу широту поля зміни має об'ємна деформація.

Проаналізувавши можна зробити висновок про перевагу вибору об'ємної деформації шини в якості діагностичного симптому.

3.2 Визначення залежності експлуатаційних параметрів шин від її об'ємної деформації

1. Залежність геометричних характеристик шини від її об'ємної деформації [14, 18].

Об'ємна деформація шини в області контакту з поверхнею представляє собою обсяг усіченого об'ємного сегмента, нижньою підставою якого є площа контакту, бічною поверхнею - прилеглі до зони контакту ділянки боковини, і протектора, верхньою підставою - перетин шини на висоті δ від опорної поверхні (рис. 3.1).

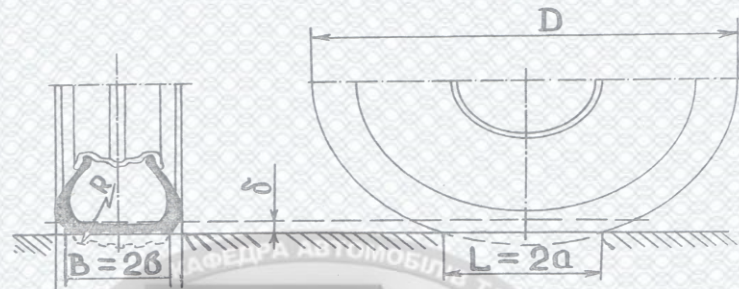


Рисунок 3.1 – Об'ємна деформація шини в області контакту.

Висота перерізу (δ) вибиралася за критерієм максимальної широти поля зміни об'ємної деформації по відношенню до зміни, тиску повітря.

Було прийнято, що площа контакту шини з поверхнею має форму еліпса з осями $2a$ і $2b$, тоді величина площі знаходилася за формулою [14, 16]:

$$S_{\text{бр}} = \pi ab, \quad (3.1)$$

де $S_{\text{бр}}$ - повна площа контакту; см^2 ;

a - більша піввісь еліпса; см ;

b - мала піввісь еліпса; см ;

Враховуючи, що величина радіального прогину на порядок менше діаметра і радіуса кривизни протектора шин, визначали осі еліпса нехтуючи вираз r^2 під знаком кореня.

$$a = \sqrt{D_r - r^2} \approx \sqrt{D_r}, b = \sqrt{R_r - r^2} \approx \sqrt{R_r} \quad (3.2)$$

де D – зовнішній діаметр шин; см;
 R – радіус кривизни протектора, см;
 r – радіальний прогин шини, см.

Площа контакту визначалася за формулою:

$$S_{\text{бп}} = \pi r \sqrt{2RD} \quad (3.3)$$

Для визначення зв'язку між геометричними параметрами і об'ємною деформацією шини справив описані нижче перетворення. Нехтуючи деформацією боковини, яка працює в режимі заданих деформацій, знаходилася величина об'ємної деформації шини, як обсяг усіченого конуса. Більша підстава конуса – перетин шини на висоті $(\delta + r)$ профілю не-накачаної шини, а менша – площа контакту шини. Передбачалося, що перетин на висоті $(\delta + r)$ теж являє собою еліпс, але осі еліпса рівні $\varepsilon_1 a$ і $\varepsilon_2 b$.

Тоді величина об'ємної деформації шини (D) знаходилася за виразом:

$$D = \frac{\delta}{3} (\varepsilon_1 \varepsilon_2 \pi a b + \sqrt{\varepsilon_1 \varepsilon_2 (\pi a b)^2} + \pi a b) = \frac{\delta}{3} \pi a b (\varepsilon_1 \varepsilon_2 + \sqrt{\varepsilon_1 \varepsilon_2} + 1)$$

де $\varepsilon_1 \varepsilon_2$ – коефіцієнти пропорційності, що характеризують зміну форми перерізу шини;

δ – висота об'ємного усіченого сегмента.

Шляхом проведення наведених нижче перетворень була отримана залежність між об'ємною деформацією і параметрами контакту.

$$\frac{2}{3} (\varepsilon_1 \varepsilon_2 + 1) = \varepsilon,$$

$$D = \frac{\pi ab}{2} \epsilon \delta \quad (3.4)$$

Підставляючи значення a і b з рівняння (3.2), отримаємо залежність об'ємної деформації від геометричних розмірів контакту і радіального прогину:

$$D = \frac{1}{2} \pi \epsilon \delta r \sqrt{2RD},$$

Позначивши $\frac{1}{2} \pi \epsilon$ через k , отримуємо:

$$D = k \epsilon \delta r \sqrt{2RD} \quad (3.5)$$

З аналізу виразів (3.4) і (3.5) можна зробити висновок про те, що існує пропорційна залежність між деформацією в області контакту: довжиною, шириною контакту, а також радіальним прогином шини.

2. Визначення зв'язку між об'ємною деформацією, навантаженням на колесо, тиском повітря і жорсткістю каркаса.

Спочатку розглядалася шина з повністю зношеним протектором і приймалося, що прогин (r) дорівнює прогину каркаса (r_k).

$$r_k = \frac{Q}{\pi \sqrt{2RD} (P_w + P_0)} \quad (3.6)$$

де r_k - прогин каркасу;

Q - навантаження на колесо;

P_0 - показник жорсткості каркасу;

P_w - тиск повітря в шині.

А також вираз (3.5), отримали величину об'ємної деформації як функцію тиску повітря, навантаження на колесо і жорсткості каркасу:

$$D_u = \frac{k\delta Q}{2(P_w + P_0)} \quad (3.7)$$

де D_u - об'ємна деформація шини з повністю зношеним протектором.

Для визначення аналогічного виразу у випадку, коли протектор не зношений, в рівняння (3.5) підставляється повний радіальний прогин, величина якого визначається таким чином:

$$r = \frac{Q}{2\pi\sqrt{2RD}((P_w + P_0))} + \sqrt{\left[\frac{Q}{2\pi\sqrt{2RD}((P_w + P_0))}\right]^2 + \frac{\Psi_1 h Q}{\Psi\Psi_2\pi E\sqrt{2RD}}}, \quad (3.8)$$

де Ψ_1 - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу тисків по площі контакту

Ψ_2 - коефіцієнт жорсткості зв'язку поперечної деформації шини;

Ψ - коефіцієнт насиченості рисунка;

h - висота протектора;

E - модуль пружності матеріалу протектора.

Тоді об'ємна деформація в області контакту визначалася з виразу:

$$D = \frac{1}{2} \left[\frac{k\delta Q}{2(P_w + P_0)} \right] + \frac{1}{2} \sqrt{\left[\frac{k\delta Q}{2(P_w + P_0)} \right]^2 + \frac{\pi\Psi_1}{\Psi\Psi_2 E} h(\delta k)^2 Q \sqrt{2RD}}, \quad (3.9)$$

або

$$D = \frac{D_u}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{D_u^2 + \frac{\pi\Psi_1}{\Psi\Psi_2 E} h(\delta k)^2 Q \sqrt{2RD}},$$

де D - об'ємна деформація нової шини.

Отже, максимальну об'ємну деформацію мають нові шини, а по мірі зносу протектора її величина зменшується.

3. Зв'язок між об'ємною деформацією і експлуатаційними параметрами шини.

Максимальний питомий тиск в площині контакту визначається за формулою:

$$q_{max} = \frac{\Psi_1 Q}{\Psi S_{\delta p}}, \quad (3.10)$$

З метою урахування залежності максимального тиску від об'ємної деформації, підставив вираз (3.10) рівняння (3.4) і отримав наступну формулу:



$$q_{max} = \frac{\varepsilon \Psi_1 \delta Q}{2 \Psi D}. \quad (3.11)$$

Шляхом використання іншої залежності:

$$A_B + A_k = \frac{2D^2(P_w + P_0)r_k^2}{2c_2},$$

була визначена повна робота деформації шини:

$$A_B + A_k = \frac{2D^2(P_w + P_0)}{\pi(\varepsilon\delta)^2\sqrt{2RD}}, \quad (3.12)$$

де A_B - робота деформації повітря;

A_k - робота деформації каркасу.

Проводилася оцінка впливу нормального навантаження на колесо і тиску повітря на коефіцієнт опору коченню в веденому режимі. Була рекомендована наступна залежність:

$$f = \frac{\beta Q^2 + \alpha}{1 + P_w}, \quad (3.13)$$

де f - коефіцієнт опору кочення;

α, β - коефіцієнти, постійні для даної шини.

Шляхом підставки отриманої формули (3.11) у виразі (3.13) була визначена величина коефіцієнта опору коченню, функція об'ємної деформації:



$$f = \frac{4\beta D^2 \left(\frac{\psi q_{max}}{\psi \epsilon \delta} \right)^2 + \alpha}{1 + P_w}. \quad (3.14)$$

Істотний вплив на довговічність шини має її температурний режим роботи. Середня температура шини (τ) визначається за наближеною формулою В.І. Сороко-Новицького:

$$\tau = \frac{f \vartheta Q}{12900 \kappa_1 D_c B_1}, \quad (3.15)$$

де κ_1 - коефіцієнт теплопередачі від поверхні шини;

ϑ - швидкість кочення;

D_c - середній діаметр шини;

B_1 - ширина профіля шини;

Отримали залежність температури шини від об'ємної деформації, використовуючи вирази (3.15) і (3.14)

$$\tau = \frac{Q\vartheta[4D^2\beta\left(\frac{\psi q_{max}}{\psi\epsilon\delta}\right)^2 + \alpha]}{12900\kappa_1 D_c B_1 (1+Pw)} . \quad (3.16)$$

Надалі були визначені зв'язки між об'ємною деформацією, середньої жорсткістю шини і темпом зносу протектора.

Середню жорсткість шини характеризує відношення [19]:

$$\gamma = \frac{Q}{r},$$

де γ - середня жорсткість шини.

Залежність γ від об'ємної деформації була отримана шляхом підстановки наведеного вище виразу в рівняння (3.5):

$$\gamma = \frac{\kappa\delta Q\sqrt{2RD}}{D} . \quad (3.17)$$

Темп зносу протектора шини пропорційний питомому тиску в контакті:

$$I + \frac{1}{\kappa_2} q^n , \quad (3.18)$$

де I - темп зноса протектора;

κ_2 - коефіцієнт пропорційності;

q - середній питомий тиск в площині контакту;

n - показник ступеня.

А. Шалламах рекомендує застосовувати показник ступеня (n), близький за величиною до одиниці у випадку кочення колеса без відведення.

З метою визначення зв'язку між темпом зносу і об'ємною деформацією користувалися отриманими вище формулою (3.11) і виразом (3.18)

$$I = \frac{\delta \epsilon Q}{2\kappa_2 \psi D}. \quad (3.19)$$

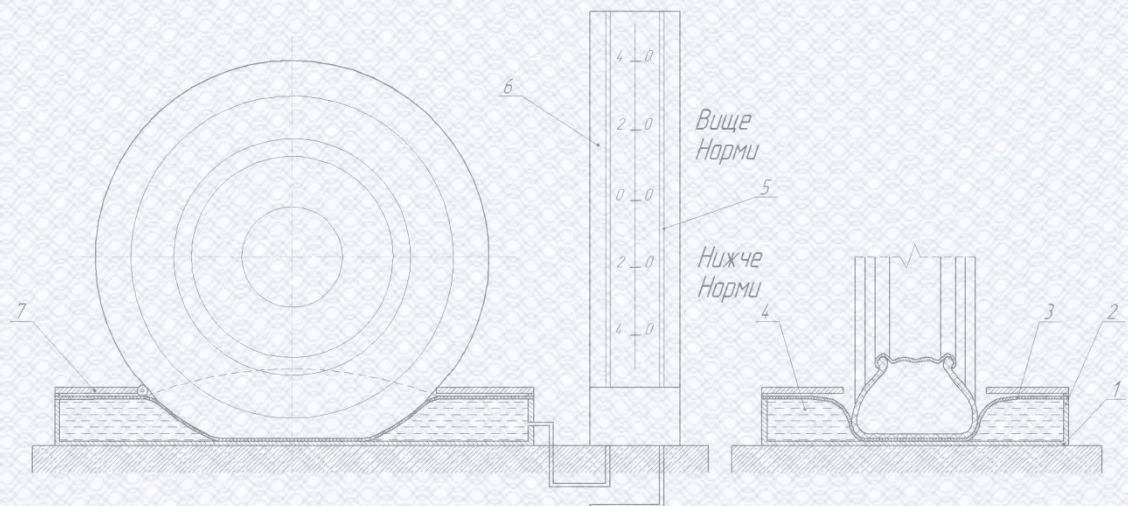
В результаті проведеного вище дослідження визначені всі залежності.

З аналізу залежностей можна зробити наступні висновки:

- 1) приведена жорсткість шини в максимальній питомій тиску площині контакту обернено пропорційне об'ємній деформації шини в області контакту;
- 2) робота деформації шини, коефіцієнт опору коченню і температура нагрівання матеріалу покриття прямо пропорційні квадрату об'ємної деформації.

3.3 Пристрій для вимірювання об'ємної деформації шини в області контакту

Пристрій проїзного типу [17], призначений для вимірювання об'ємної деформації шин в області контакту (рис. 3.2).



1 - основа, 2 - рамка, 3 - діафрагма, 4 - рідина; 5 - трубка;

6 - шкала, 7 - упори

Рисунок 3.2 – Схема пристрою для вимірювання об'ємної деформації шини в області контакту

Він складається з двох однакових гідростатичних месдоз з відкритими діафрагмами з гнучкої, нерозтяжної тканини, на які встановлюються колеса автомобіля, забезпечуючи контакт діафрагми з підставою месдоз на певній площі. Діафрагми площини месдоз заповнені пофарбованою рідиною і з'єднані з манометричними трубками, висота рівня рідини в яких при установці колеса на діафрагму пропорційно величині об'ємної деформації шини в області її контакту з основою месدوزи.

Орієнтація коліс відносно месдоз забезпечується передніми (нерухомими) і задніми (обертливими) упорами.

На рис. 3.2 показано гідростатична месдоза пристрою у двох проекціях. Корпус гідростатичної месدوزи складається з підстави 1, закріпленої на рамі, прокладок, що виконують роль стінок месدوزи; зверху встановлюється рамка 2, що забезпечує ущільнення з'єднання. Знизу в підставі встановлений штуцер для закріплення трубки, що сполучає порожнину месدوزи 4 із манометричним вимірювальним пристроєм 6. Другий штуцер призначений для прокачування системи (видалення повітря при заповненні рідиною).

Діафрагма месدوزи 3 виготовляється з гнучкої нерозтяжної, міцної водонепроникної тканини (прогумований капрон, нейлон та ін.) з метою створення умов обігання контуру шини в області контакту і для попередження попадання мастила, грязі з коліс автомобіля на діафрагму, її слід накрити листом аналогічної тканини.

Зверху над діафрагмою месدوزи розташовані опори (нерухома і з обертовими роликами), що забезпечує фіксацію колеса і зняття дотичних напружень у контакті шини з опорами.

Вимірювальний пристрій (дві манометричні трубки) розташоване збоку проїздної частини стенда, на рівні, що дозволяє робити відлік показань з місця водія.

Пристрій для вимірювання об'ємної деформації в області контакту шини з поверхнею працює наступним чином (рис.3.6).

Автомобіль по черзі заїжджає передніми і задніми колесами на датчики (месدوزи), орієнтація коліс в поздовжньому напрямку здійснюється за допомогою опор. Під дією шин, діафрагми месдоз приймають в області контакту рельєфну форму і притискаються до основи, при цьому гнучкість діафрагми забезпечує передачу вагового навантаження колеса на підставу месدوزи і облягає поверхні ділянки шини від площини контакту до заданої висоти під дією гідростатичного напору рідини. Об'ємна деформація шини в області контакту з месдозою, відповідає висота підйому рідини в манометричних трубках.

3.4 Тарування пристрою для вимірювання об'ємної деформації шини в області контакту

Для проведення тарировки були взяті чотири об'єми, які відповідали об'ємної деформації шин при експлуатаційних значеннях надлишкового тиску повітря в них. Обсяги вантажів були підібрані таким чином, щоб

можна було оцінити точність показань на початку, в середині і в кінці вимірювальної шкали. Вантажі певних обсягів встановлювалися на діафрагму месдози і продавлювали її до основи. Фіксувався рівень рідини в манометричній трубці, який відповідав певним умовним одиницям Д.

У кожній точці робилося десять вимірів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Тарировка пристрою

Об'єм тарировочних вантажиків, см ³			
380	385	390	400
Показники вимірювального пристрою			
1	2	3	4
31,5	37,0	50,5	56,0
35,0	42,0	47,5	54,0
34,0	41,0	48,0	57,5
32,0	37,5	47,0	56,5
30,5	38,0	49,5	57,0

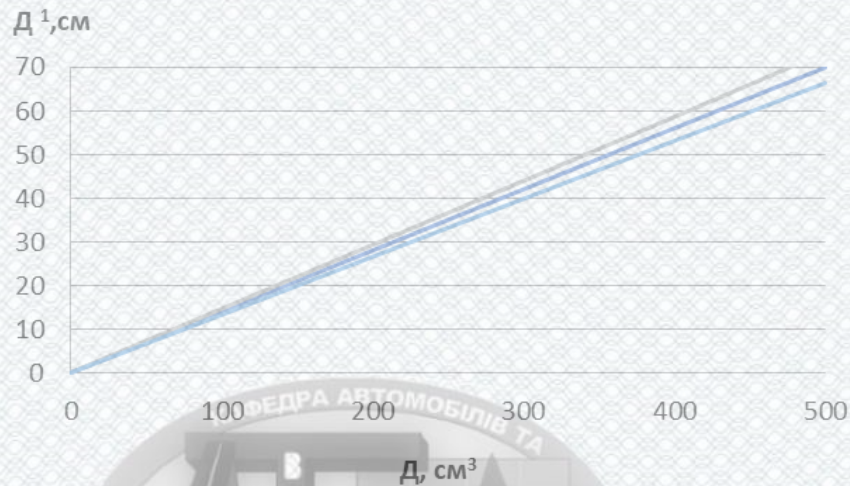
Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
30,0	40,5	48,0	59,0
32,5	41,0	46,5	57,5
32,5	40,0	48,0	56,5
31,0	40,5	45,0	58,5
33,5	42,0	47,0	57,0

Проводилася обробка тарувальних даних, отримані значення середньоквадратичного відхилення і довірчого інтервалу при величині допустимої помилки $\alpha = 0,05$

Тарировочна характеристика приведена на рис.3.3.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступний висновок: довірчий інтервал вимірювань дорівнює $\pm 5 \text{ см}^2$ при надійності вимірювання $(1-\alpha) = 0,95$ і початковому підпорі $10,0 \text{ см}$, що відповідає точності вимірювання тиску повітря в шині $\pm 0,1 \text{ кг/см}^2$.



$Д'$ – показник об'ємної деформації ; $Д$ – величина об'ємної деформації

Рисунок 3.3 – Тарировочна характеристика

Пристрій для контролю об'ємної деформації може бути встановлено на лінії експрес - діагностики або на КПП, враховуючи його високу пропускну здатність (30 автомобілів на годину), а також простоту конструкції.

Використання в якості діагностичного параметру об'ємної деформації має значущі недоліки:

- недостатньо досліджений зв'язок об'ємної деформації зі стійкістю руху АТЗ;
- пристрій для вимірювання ОД знаходиться в стадії експериментальної перевірки.

Тому слід виконати аналіз ще одної характеристики експлуатаційного стану шин – відведення при коченні еластичного рушія, що характеризує динаміку руху [16, 20].

3.5 Контроль технічного стану шин після їх виготовлення та під час технічної експлуатації

Курсова стійкість руху легкового автомобіля, що переміщується з великою швидкістю по дорозі з асфальтобетонним покриттям, завжди розглядалась як важлива передумова для забезпечення раціональної керованості колісного транспортного засобу і, тим самим, підвищення безпеки руху автомобіля [6]. Набагато більше ймовірність дорожньо-транспортної пригоди залежить від КСР великої кількості автомобілів, що швидко рухаються в безперервних та інтенсивних транспортних потоках автомобілів (ТПА) . Причому, чим більше розвинуті ТПА, тим краще для економіки і соціального життя країни.

Якщо під поняттям ТП розуміти систему, що містить множину різних транспортних засобів, об'єднану визначеними напрямками рухів таким чином, що забезпечується доставка вантажів та пасажирів точно в заданий час та в необхідних обсягах вантажів і кількості пасажирів, то успішно виконується функція забезпечення динамічного розвитку суспільства, промисловості та сільського господарства. Однак, чим ефективніше буде виконуватися функція ТПА, тим більше слід займатися забезпеченням безпеки автомобілів при їх переміщенні. Як вирішується ця задача сучасними виробниками автомобілів і шин? На рисунку 3.4 показано, яким чином забезпечується контроль технічного стану шин під час їх інтенсивної експлуатації.

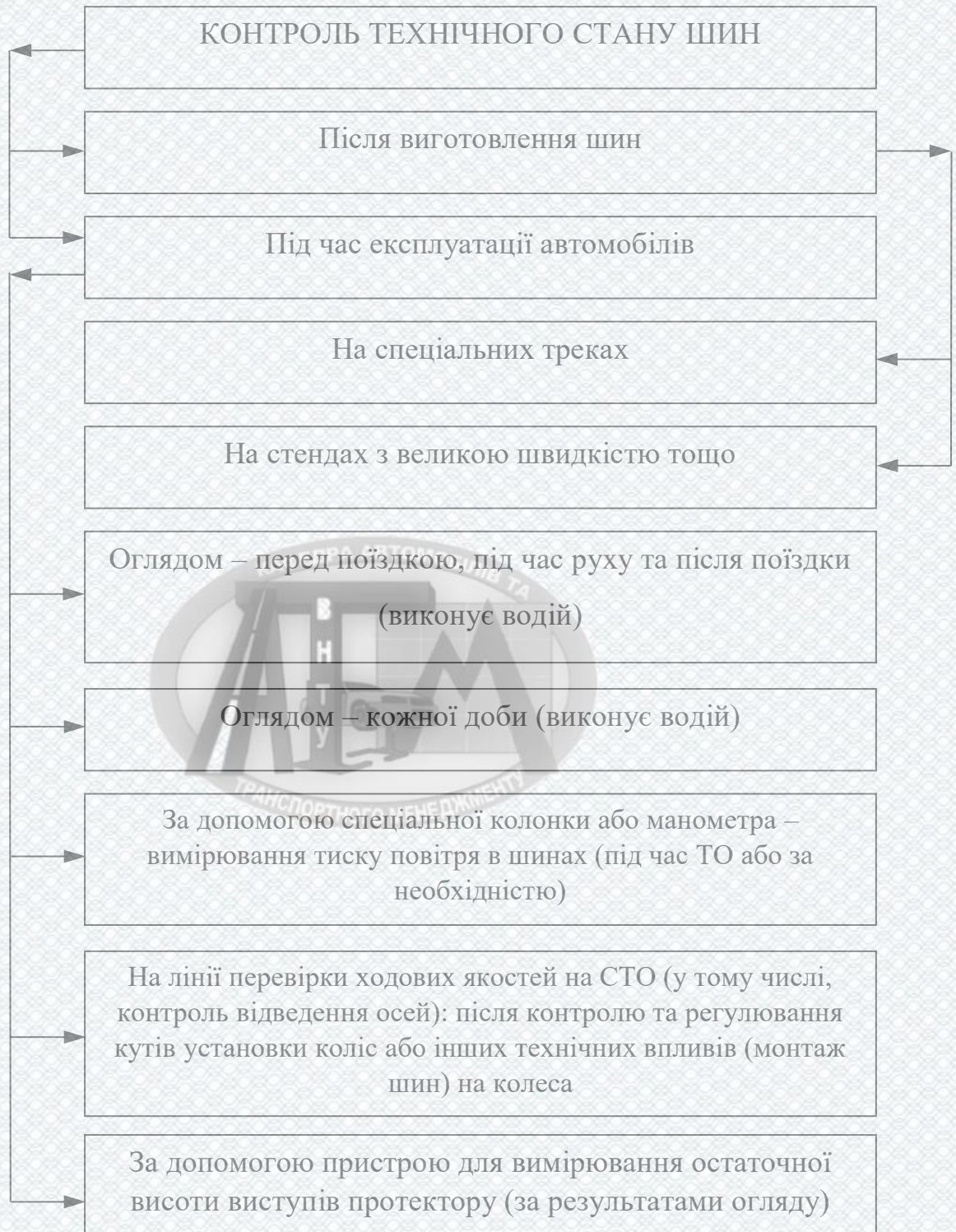


Рисунок 3.4 – Ступені та обладнання контролю технічного стану шин

Є декілька виробників автомобілів (наприклад, Audi, BMW, Mercedes Benz, Porsche), котрі високо піднімають планку технічних вимог, якщо вони дозволяють виробнику шин виконувати комплектацію автомобіля із заводу

[16]. Метою виробника Audi є реалізація в шинах трохи більше, ніж дозволяє рівень технології виготовлення шин в даний час.

Перевірка шини, як елемента передачі сил від КТЗ на дорогу, виконується кваліфікованими водіями на випробувальних треках, а також на барабанних стендах (шини повинні доказати свою стійкість на високих швидкостях – до 300 км/год.) [16]. Насамперед, виробник Audi розглядає критерії безпеки. Отже, ефективність виконання контролю ТС шин, що експлуатуються, значно поступається аналогічній перевірці виробника автомобілів і шин. Окрім того, інструментальне діагностування і прогнозування КСР можуть проводитись тільки на СТО за допомогою лінії перевірки ходових якостей, на стенді для визначення відведення вісі.

Зовнішній вигляд стендів фірми Robert Bosch, якими обладнана низка СТО, наведений на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Лінія діагностики ходових якостей з автомобілем, що досліджується на СТО

На стенд для вимірювання відведення вісі заїжджає кожний другий автомобіль з тих, що відвідують СТО; при цьому, нульове відведення практично не визначається. Часто зустрічаються випадки, коли відведення

передньої і задньої осей мають різний знак. Таким чином, відведення осей автомобіля, що експлуатуються, потребують подальшого дослідження.

Нижче виконаний аналіз можливої поведінки автомобілів, що рухаються в ТП; у АТЗ зустрічаються два типи відведення осей [15]:

- одного знаку, діють бічні сили, що перебільшують значення наведене в ДСТ, але зустрічаються при експлуатації автомобілів з еластичними шинами;
- різних знаків, що зумовлює крутний момент відносно вертикальної вісі, яка проходить через центр мас автомобіля.

Згідно ДСТ, всі (!) радіальні шини з металокордним брекером повинні випробовуватися у виробника. Конусний ефект цієї шини може бути до 2% максимально допустимого навантаження на колесо. Якщо брати економічне навантаження, то конусний ефект може обумовити бічну силу 98,5 Н, а з урахуванням допустимого коливання від 2,5 до 3,5%, можна прийняти значення цієї сили 95-101 Н. Нижче розглянуто ТП, що рухається по дорозі з чотирма смугами руху в різних напрямках (рисунок 3.6).

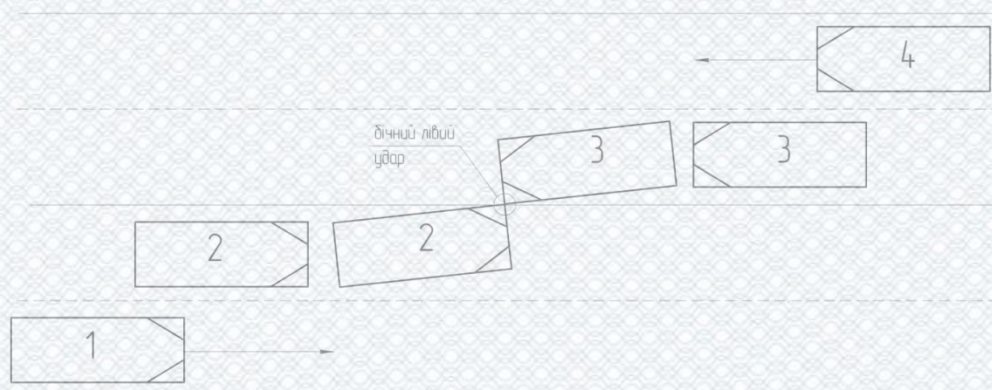


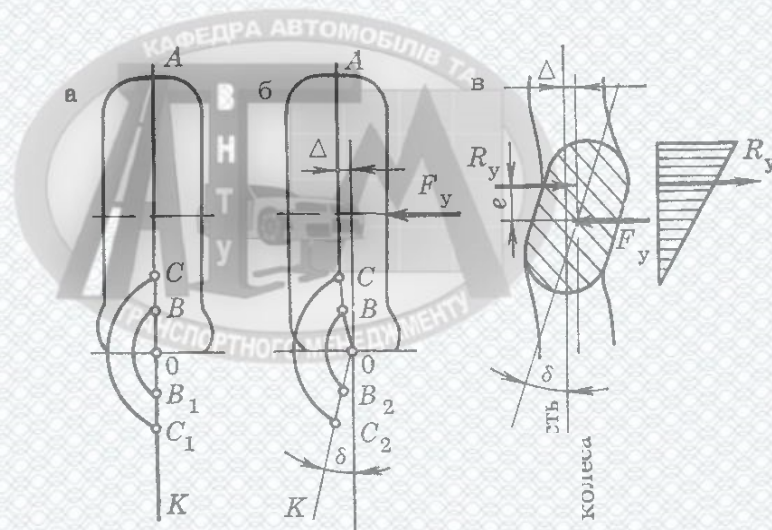
Рисунок 3.6 – Схема руху автомобілів ТП, які мають різнознакові відведення для передньої та задньої осей

Згідно аналізу, другий і третій автомобілі можуть потрапити у ДТП з боковим переднім ударом . наприклад, для автомобіля з боковим переднім правим ударом під час ДТП можуть бути наступні наслідки, що потребують

для відновлення працездатності АТЗ значущих технічних впливів. Слід провести аналіз функціонування відведення еластичної шини. Взагалі, зустрічаються два способи пояснення явища відведення. В одних роботах відведенням називається відхилення траєкторії еластичного колеса від площини обертання колеса на кут δ (рисунок 3.7).

У інших роботах відведенням еластичного колеса називається відхилення вектора швидкості V_x від його повздовжньої площини на кут δ при коченні без ковзання при дії бічних сил (рисунок 3.8).

Дослідженню бічного відведення автомобільних шин присвячена велика кількість робіт [15].



а) кочення колеса при відсутності бічної сили; б) кочення колеса при дії бічної сили; в) розподіл реакцій та стабілізуючий момент; В, С – точки, розташовані на лінії ОА посередині протектору; В₁, С₁ – точки дотику точок В і С дороги при коченні без дії бічної сили; В₂, С₂ – точки дотику точок В і С дороги при коченні під час дії бічної сили; R_y – результуюча бічних елементарних поперечних реакцій ($R_y = F_y$); $M_{ст} = R_y e$ – стабілізуючий момент

Рисунок 3.7 - Схема бічного відведення колеса:

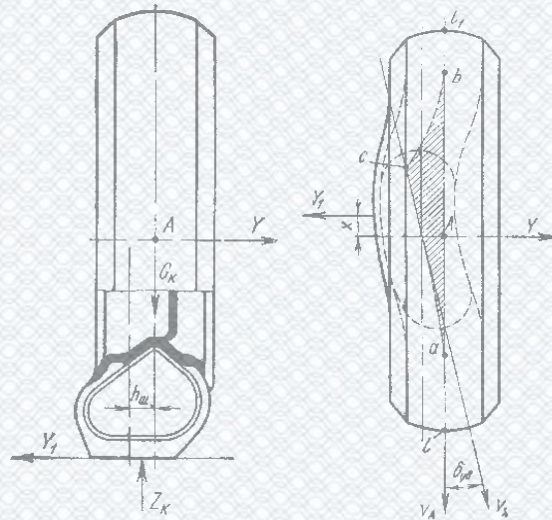


Рисунок 3.8 - Бічне відведення колеса

Я.М. Певзнер запропонував кількісну оцінку бічного відведення еластичного колеса у вигляді залежності між бічною силою Y і кутом відведення δ

$$Y = K_y \delta, \quad (3.20)$$

де K_y – коефіцієнт опору відведенню колеса.

3.6 Висновки за розділом

1 Таким чином, кут відведення визначає бічну силу, яку формує структура об'ємної деформації, що взаємодіє з опорною поверхнею. Механізм цього явища складний, він потребує подальшого дослідження. Натепер значущість впливу ОД на відведення пояснюють отримані в роботі залежності 3.1 – 3.19.

2 Відведення визначає величину бічної сили, яка формує стійкість руху автомобіля (формула 3.20).

3.Лінія ходових властивостей дозволяє регулювати стійкість руху транспортного засобу.

4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

Оцінка можливої ефективності впливу покращення стійкості руху КТЗ застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин на СТО, виконана за критерієм аналізу поліпшення соціально-екологічних показників функціонування автомобілів в зоні тяжіння станції обслуговування.

4.1 Аналіз факторів, що впливають на курсову стійкість руху автомобілів, які переміщуються на еластичних рушіїх

Зростання інтенсивності руху автомобілів висуває ряд проблем, пов'язаних з розробкою заходів по забезпеченню максимальної продуктивності і безпеки дорожнього руху, які безпосередньо залежать від стійкості руху автомобіля. На сьогодні в процесі ухвалення інженерних рішень, стає очевидною необхідність обліку усієї сукупності чинників експлуатації автотранспорту (у тому числі екологічних і соціальних).

Від курсової стійкості руху (КСР) окремих автомобілів залежатиме міра нестаціонарності загального транспортного потоку. Величина збурень в ньому впливає на інтенсивність негативного впливу вказаного потоку на довкілля і населення. У роботі [22] наводиться вивчення впливу різних чинників на КСР, наприклад, досліджуються фазові портрети залежно від властивостей шин.

Варіант прямолінійного руху автомобіля із швидкістю 15 м/с розглянутий в [23]. При цьому, збурюючі дії зумовили бічну складову швидкості центру мас КТЗ рівну 0,01 м/с, а еластичні рушії мають певний шинний момент в зоні контакту колеса з дорогою. Залежність кутової швидкості Θ від величини кута повороту Θ керованого модуля приведена на рисунку 4.1.

Аналіз графіку дозволяє зробити висновок про те, що наявність шинного моменту обумовлює прагнення АТЗ до стійкого руху. Колісний транспортний засіб може в інших умовах рухатися хаотично, з коливаннями коліс і обертанням автомобіля навколо центру його мас і, тим самим, вносити значущі і небезпечні збурення руху КТЗ в транспортному потоці.

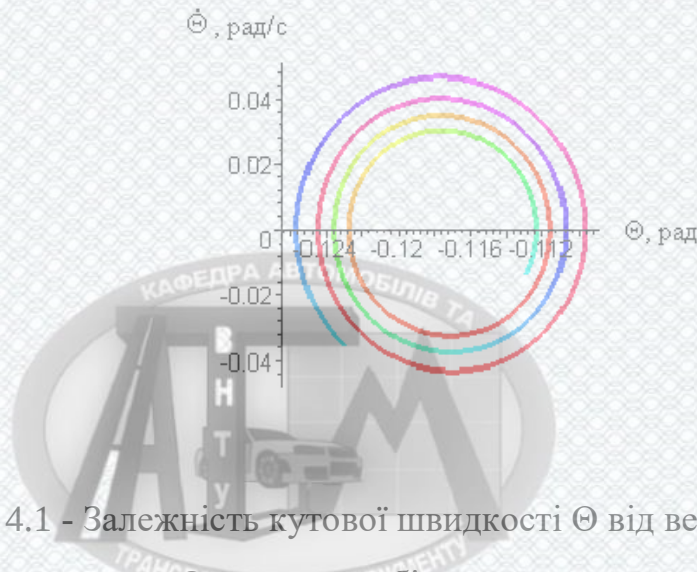


Рисунок 4.1 - Залежність кутової швидкості $\dot{\Theta}$ від величини кута повороту керованого модуля Θ для автомобіля, оснащеного шинами, які мають певний шинний момент.

4.2 Використання фазових портретів для оцінки курсової стійкості руху автомобіля

Метод фазових портретів тривалий час використовується для аналізу поведінки систем, які описуються системами диференціальних рівнянь, що не мають аналітичного рішення. Фазовий портрет – це графічне відображення співвідношень між двома параметрами стану системи, які змінюються в часі (при виключенні координати часу), наприклад, фазової координати та швидкості її зміни. Кожна точка фазового портрету (точка фазового простору) характеризує стан системи в конкретний момент часу, а

рух точки вздовж лінії графіка (фазової траєкторії) характеризує зміну стану системи в часі.

Для аналізу стійкості руху моделі автомобіля, з урахуванням коливань керуючого колісного модуля, представляють інтерес наступні фазові портрети:

- траєкторія руху центру мас автомобіля в площині дороги (в координатах $x - y$);
- співвідношення між бічною складовою швидкості центру мас u та кутовою швидкістю ω ;
- співвідношення між кутом повороту колісного модуля θ та швидкістю повороту колісного модуля $\dot{\theta}$.

Всі ці портрети дають можливість прогнозувати віртуальний розвиток подій (стосовно конкретних початкових параметрів фазового портрету) після прикладення до автомобіля будь-якої збурюючої сили, за умови, що або водій не виконує корегуючих дій, або відомий закон зміни кута $\theta(t)$. Тобто, в першому випадку оцінюється стійкість саме автомобіля, а не системи «водій - автомобіль», у другому випадку можливо оцінити дії водія. Також важливе значення мають початкові умови, тобто точка, з якої починається відлік часу. Сам параметр часу на вказаних фазових портретах не відображається, але при побудові портрету необхідно задати інтервал часу, якому відповідає побудова, наприклад від 0 до 10 с [5].

Побудова фазових портретів для великого інтервалу часу (більше 2 – 3 с), насамперед, дозволяє по характерній формі графіка зробити висновок про стійкість чи нестійкість системи.

Під стійкістю транспортної системи розуміють її здатність відновлювати вихідний (або дуже близький до вихідного) режим руху при малому його порушенні, а надалі продовжувати нормальний режим роботи. Таким чином, стійкість руху автомобіля – це його властивість протистояти

зовнішнім силам, що намагаються відхилити автомобіль від заданого режиму (кута) руху.

Ця властивість обумовлює можливість реалізації стаціонарного руху автомобіля – переміщення автомобіля по прямолінійній траєкторії або за колом з постійною лінійною та кутовою швидкостями.

Коли графік траєкторії руху центра мас являє собою коло постійного радіусу (рисунок 4.2) та при малих відхиленнях фазових змінних траєкторія наближається до кола того ж самого радіусу, то це свідчить про стійкість режиму руху автомобіля. Тобто, після збурюючого впливу, при умові невтручання водія у поведінку системи, автомобіль буде рухатись по траєкторії з визначеним радіусом. Тим самим, виконується переміщення автомобіля, яке можна було б назвати стаціонарним рухом, якщо лінійна та кутова швидкості були б постійними. Якщо ж графік траєкторії представляє собою спіраль, що розвертається (рисунок 4.3), це вказує на нестійкий рух, тобто автомобіль не втримується на траєкторії постійного радіусу.

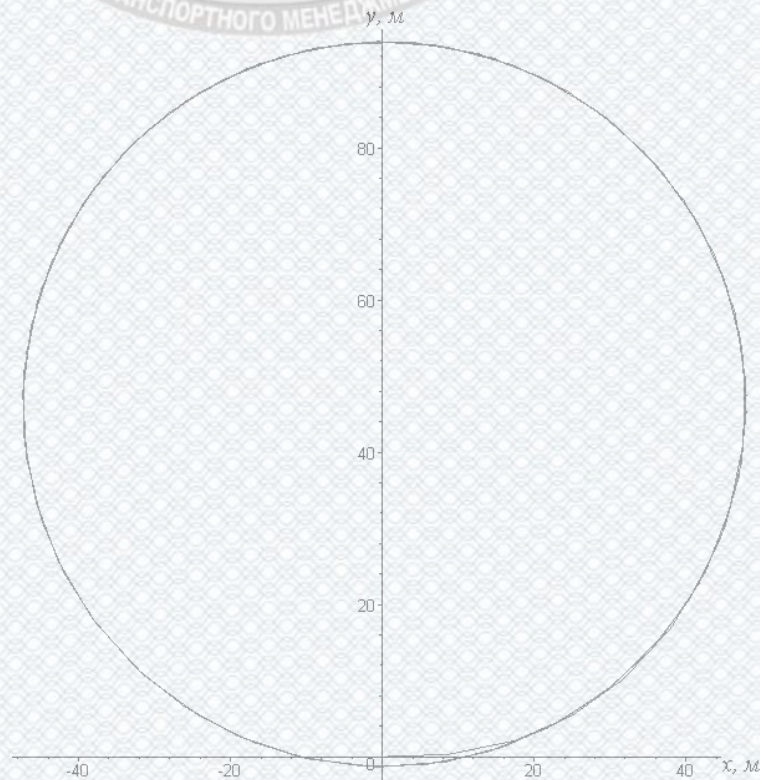


Рисунок 4.2 – Траєкторія стійкого руху

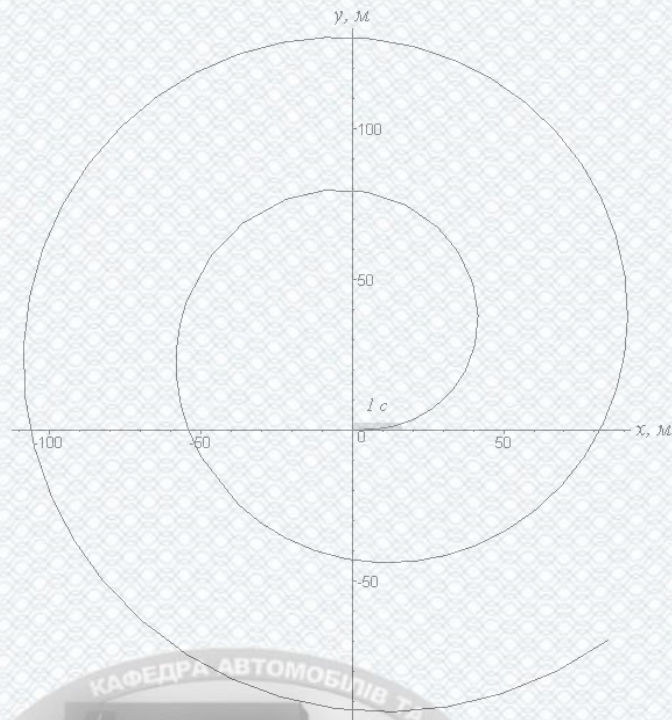


Рисунок 4.3.— Траєкторія нестійкого руху

З практичної точки зору важливим моментом, який можна дослідити по графіку траєкторії руху, є, також, відхилення траєкторії від певного “коридору” після збурюючого впливу, тобто в той відрізок часу, коли водій ще не встиг виконати корегуючих дій.

Наприклад, на рисунку 4.3 (виділена частина кривої) через секунду після початку відліку центр мас автомобіля відхиляється від прямолінійної траєкторії на 2 м, що в реальних умовах руху може відповідати виїзду на смугу зустрічного руху і виникненню ДТП.

У комплексі з графіком траєкторії руху центру мас автомобіля необхідно розглядати фазові портрети змінних u і ω , θ і $\dot{\theta}$. Загальний вигляд графіка дає можливість зробити висновок про стійкість чи нестійкість руху автомобіля. Якщо фазова траєкторія представляє собою спіраль, що звертається (рисунок 4.4), то це вказує на випадок, коли автомобіль з часом виходить на стійкий стаціонарний режим руху. Значення u і ω , θ і $\dot{\theta}$, що відповідають точці, в якій сходиться спіраль графіка, показаного на рисунку

4.4 і рисунку 4.6, чисельно характеризують цей режим. Наприклад, для випадку, який показаний на рис. 2.9 $u = -3,2$ м/с, $\omega = 0,32$ рад/с; на рисунку 4.6 – θ і $\dot{\theta}$ наближаються до нуля, що може вказувати на прямолінійний рух (якщо $u(t)$ і $\omega(t)$ прагнуть до нуля), або на рух за колом (якщо $u(t)$ і $\omega(t)$ прагнуть до констант відмінних від нуля). Якщо крива фазового портрету не наближається до певної точки фазової площини (рисунк 4.5, рисунок 4.6), то це свідчить про нестійкий режим руху.

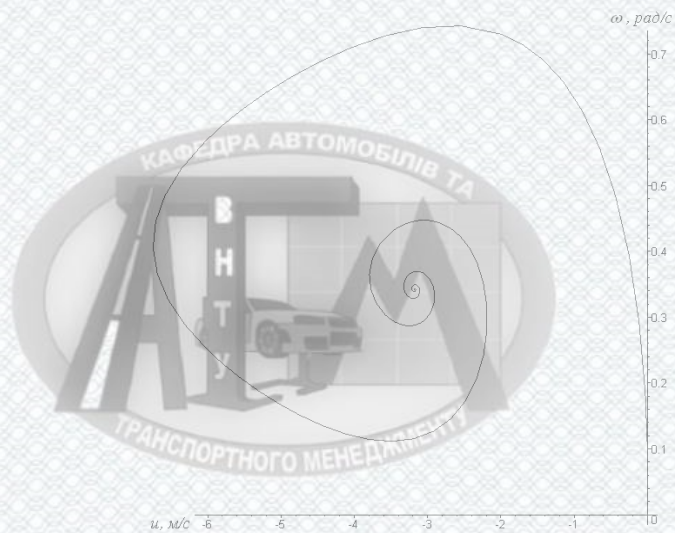


Рисунок 4.4 – Фазовий портрет змінних стаціонарного руху

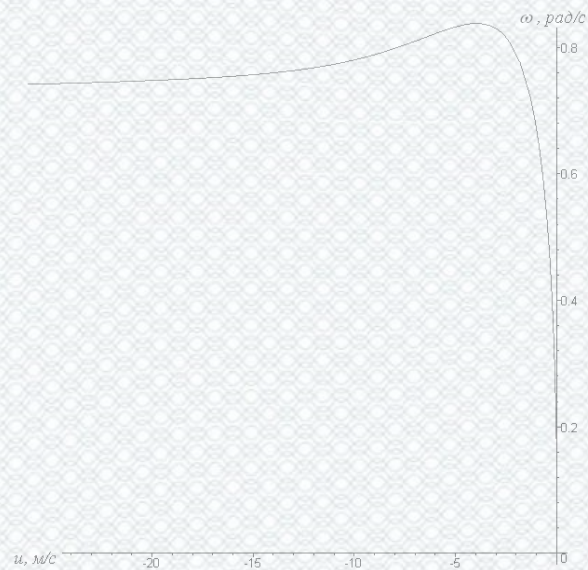


Рисунок 4.5 – Фазовий портрет змінних u і ω для випадку стійкого
і ω для випадку нестійкого стаціонарного руху

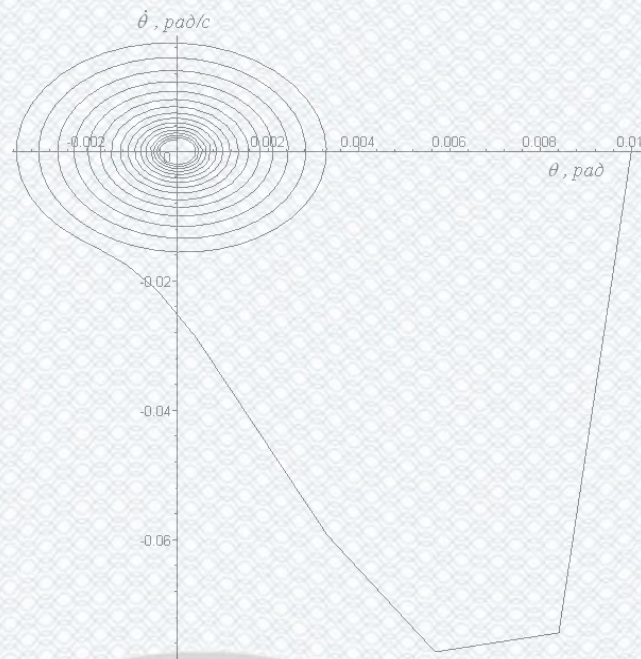


Рисунок 4.6 – Фазовий портрет змінних

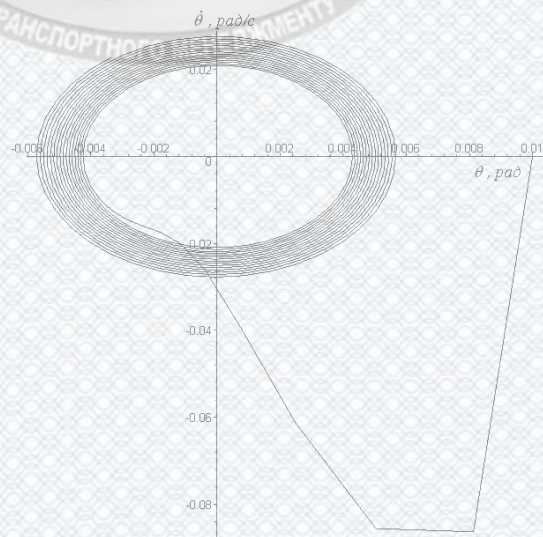


Рисунок 4.7 – Фазовий портрет змінних θ і $\dot{\theta}$ для випадку стійкого θ і $\dot{\theta}$ для випадку нестійкого руху руху

Фазовий портрет змінних θ і $\dot{\theta}$ дає змогу оцінити поведінку колісного модуля. Це важливо, оскільки можливі наступні ситуації. Траєкторія центру

мас є практично правильним колом, що говорить про стійкий режим руху. Однак при цьому колісний модуль може знаходитись або в стані рівноваги (повернутий на визначений кут), або виконувати автоколивання відносно середнього значення θ^* (рисунок 4.8).

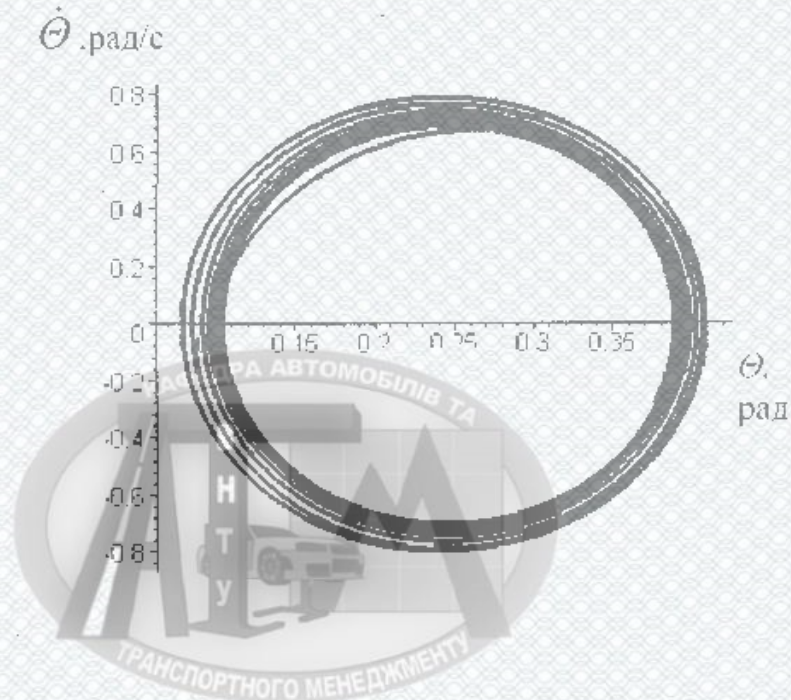


Рисунок 4.8 – Фазовий портрет змінних θ і $\dot{\theta}$ для випадку автоколивань з амплітудою до 0,15 рад відносно середнього значення $\theta = 0,25$ рад

В даному випадку важливим фактором є величина амплітуди коливань колісного модуля. Коливання збільшують динамічний коридор руху автомобіля і, якщо він перевищує ширину дорожньої смуги, можуть спричинити виникнення ДТП.

Таким чином, для аналізу руху моделі автомобіля з урахуванням коливань керуючого колісного модуля необхідно розглядати комплексно три фазових портрети: x і y , u і ω , θ і $\dot{\theta}$.

Аналіз фазових портретів дозволяє:

- зробити висновок про схильність моделі до стійкого чи нестійкого руху;
- визначити чисельні характеристики руху, які необхідні для порівняння з характеристиками, що отримані при варіації інших параметрів моделі (наприклад, зміна тиску повітря в шинах може змінити радіус траєкторії руху центру мас автомобіля, значення u і ω , амплітуду автоколивань колісного модуля, що дозволить зробити висновок про доцільність або ступінь ефективності зроблених змін).

Схематично алгоритм аналізу стійкості руху автомобіля за допомогою фазових портретів можна зобразити наступним чином (рисунок 4.9).

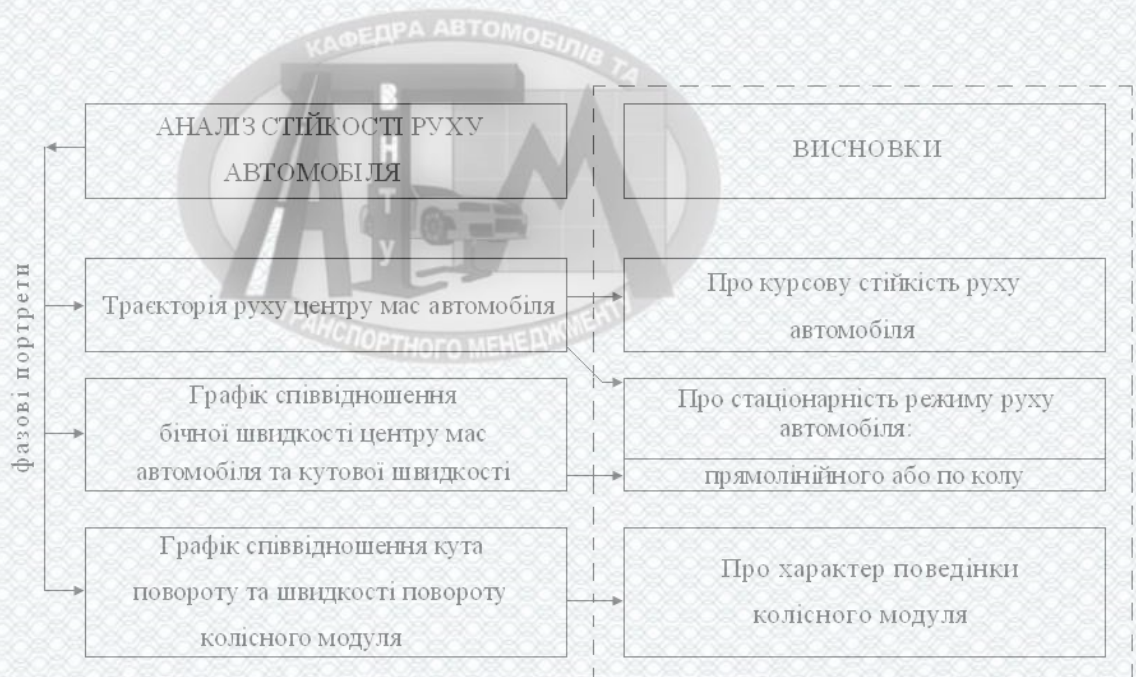


Рисунок 4.9 – Алгоритм аналізу стійкості руху автомобіля за допомогою фазових портретів

Крім основних фазових портретів, які вказані вище, для аналізу стійкості руху автомобіля можна використовувати і додаткові співвідношення. Наприклад, для аналізу реакції автомобіля на ривок руля доцільною є побудова фазового портрету змінних ω і θ .

4.3 Характеристика негативних впливів незадовільної курсової стійкості руху автомобілів на людину і довкілля

Безумовно, автомобільний транспорт має масу позитивних властивостей, проте і ряд недоліків, до яких відноситься його негативна дія на довкілля і населення (рис. 4.10).

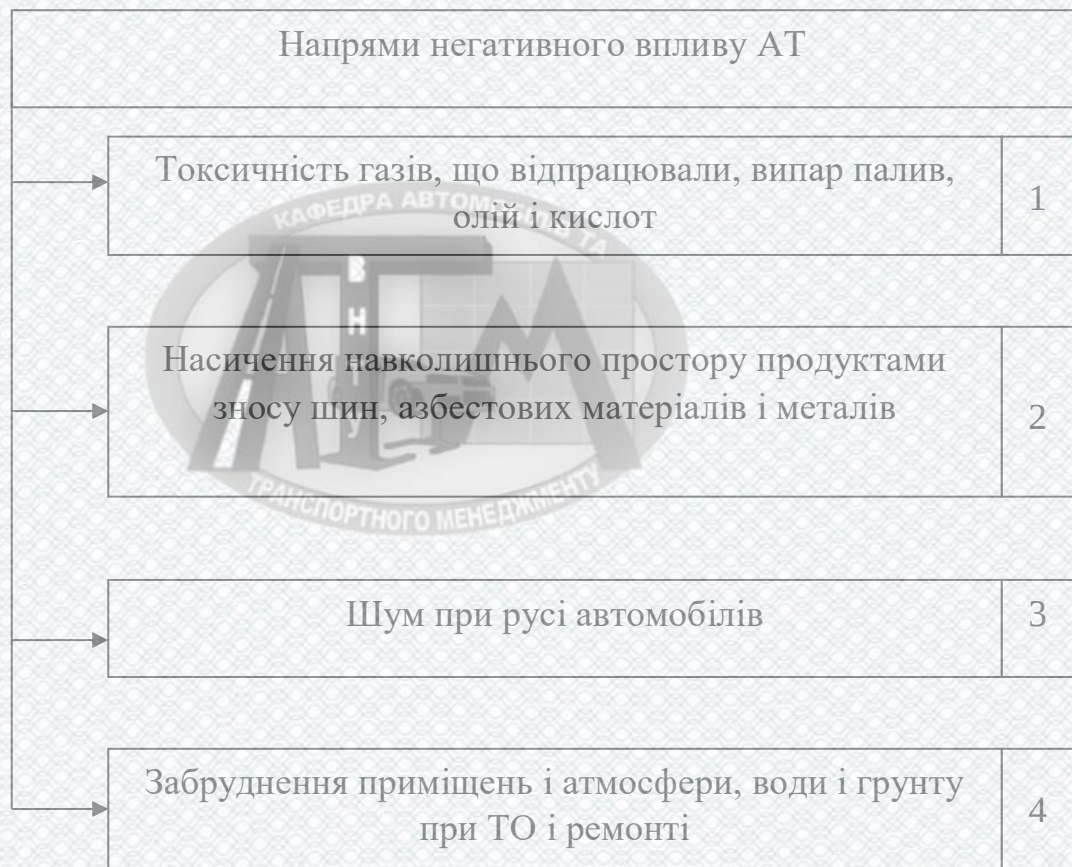


Рисунок 4.10 - Основні напрями негативного впливу АТ на людину і навколишнє середовище

Зі збільшенням інтенсивності використання автотранспорту його негативний вплив на довкілля збільшується. Для України характерна експлуатація великого парку автомобілів зі значним пробігом, яким потрібне перманентне технічне обслуговування та ремонт. До того ж, навіть нові і сучасні автомобілі рухаються по поганих дорогах і не завжди управляються

досвідченими водіями. Отже, для умов України також актуальна необхідність застосування інтенсивних методів відвертання негативних дій на людину і довкілля незадовільної курсової стійкості руху автомобіля [25].

Негативні наслідки незадовільної КСР автомобіля на здоров'я людини і довкілля можуть проявлятися за наступними напрямками (рис. 4.11).

Шкідливий для здоров'я пил є частками матеріалу дорожнього покриття, а також продуктами зношування шин, гальмівних колодок і дисків зчеплення. Їх потрапляння в довкілля зростає при експлуатації технічно несправного рухомого складу: пил (особливо шин) виділяється в значній кількості, чинить на організм людини несприятливу дію, що може призвести до професійних захворювань. Специфіка дії пилу полягає в тому, що він потрапляє в організм в основному через дихальні шляхи, тому вражає, передусім, органи дихання.

Погіршення технічного стану автомобіля і дороги в зв'язку зі зниженням КСР призводить до зростання рівня транспортного шуму і вібрації, що чинить шкідливу дію на здоров'я людей і може викликати серйозні розлади серцево-судинної системи (у великих містах доля транспортних шумів, що впливають на людину, складає до 80% усіх шумів). Підраховано, що в умовах систематичного шуму продуктивність праці знижується на 30-40%; вібрація викликає численні зміни в організмі людини. Внаслідок впливу вібрації збільшується стомлюваність, час реакції, порушується координація рухів, знижується продуктивність праці і якість роботи; при тривалій дії вібрації порушується діяльність організму людини.

Дорожньо-транспортні пригоди, можуть спричинити загибель людей, а також прямі і непрямі матеріальні втрати через пошкодження і вихід з експлуатації дорожньо-транспортних засобів.

Незадовільна КСР призводить до помітного споживання додаткової кількості паливно-мастильних матеріалів [26].

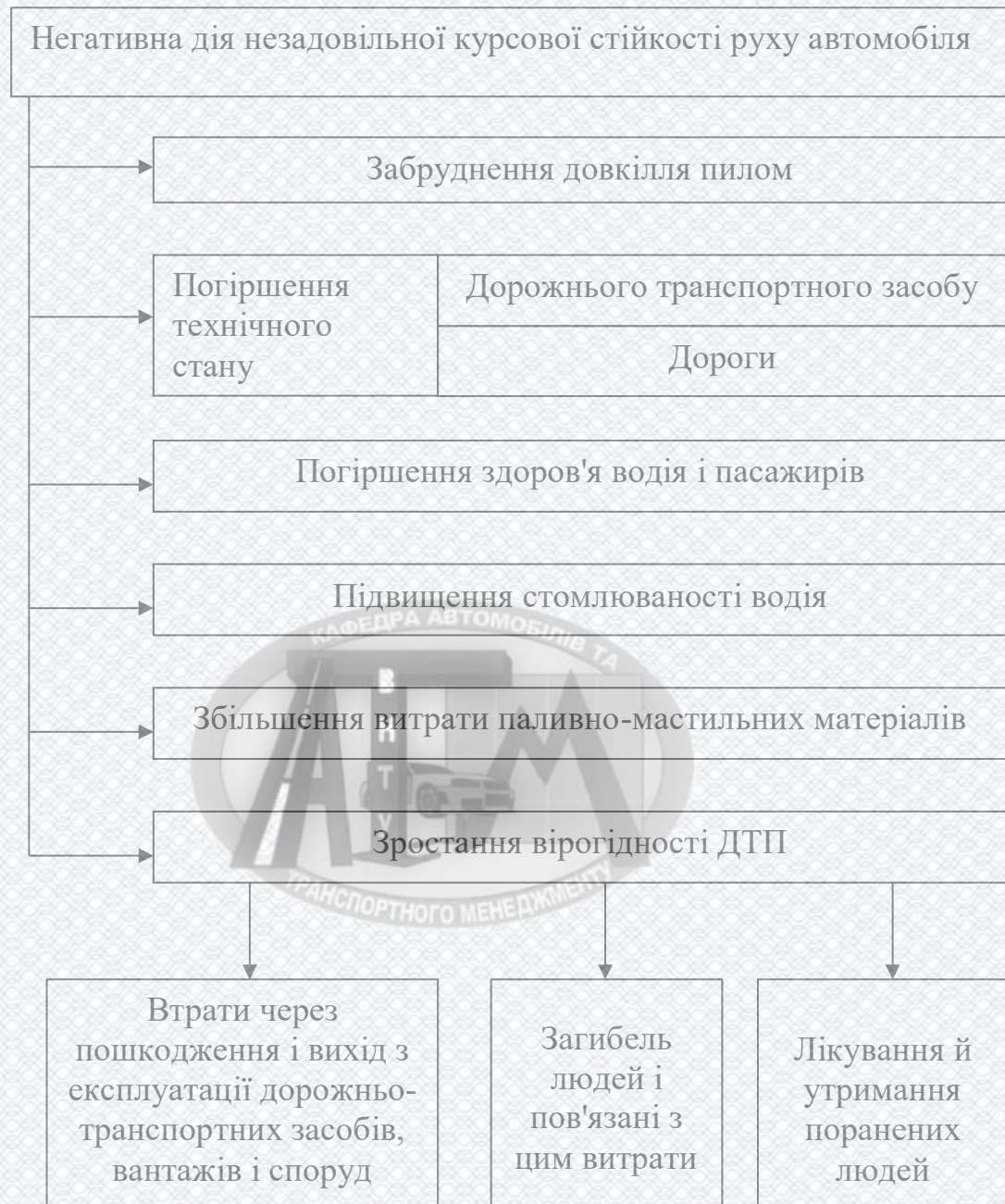


Рисунок 4.11 - Види негативних впливів незадовільної курсової стійкості руху автомобіля на екологію і суспільство

Безперервне зростання інтенсивності руху на автомобільних дорогах призводить до прискорення процесу зношування дорожніх покриттів і викликає необхідність постійної підтримки і підвищення їх експлуатаційного стану. Інтенсивність процесу руйнування дорожнього покриття значно збільшується, якщо при русі автомобіля спостерігається незадовільна курсова

стійкість, при якій може виникнути бічне ковзання передньої або задньої вісі, порушуючи, таким чином, керованість автомобіля і прискорюючи процес руйнування дорожнього покриття. Крім того, велику дію на дорожнє покриття чинить тиск повітря в шині, зі збільшенням якого площа контакту колеса з дорогою зменшується, тобто навантаження на покриття стає більше концентрованим. В результаті збільшується напруга в дорожньому покритті. До того ж, руйнівна дія на дорогу збільшується, якщо експлуатується шина з жорсткісною неоднорідністю, оскільки в цьому випадку спостерігається нерівномірний розподіл навантаження в зоні контакту колеса з дорогою.

4.4 Висновки за розділом

1. Аналіз негативної дії незадовільної курсової стійкості руху автотранспортного засобу на екологічну систему дозволяє уточнити спектр чинників негативної дії. Ці дані дозволяють судити про масштаби і складності проблем охорони довкілля і людини від зростаючого використання автомобілів і необхідності вжиття заходів, спрямованих на управління стійкістю руху транспортного засобу.

2. Охорона довкілля при рішенні екологічних проблем розвиненої автомобілізації повинна розпочинатися з ліквідації джерел забруднення або зі зменшення їх негативної дії на природу.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Мета впровадження системи управління охороною праці – це всестороння підтримка виконання вимог, що цілком усунуть, нейтралізують чи знижують до допустимих норм вплив на працівників шкідливих і небезпечних виробничих факторів, створюють надійні ергономічні та санітарно-гігієнічні вимоги.

Незадовільний рівень охорони праці може стати причиною соціально-економічних проблем працівників та їх родин. Саме тому соціально-економічна важливість охорони праці полягає у: зростанні продуктивності праці, зростанні валового внутрішнього продукту, зменшенні витрат на оплату лікарняних та виплат компенсацій за важкі умови праці тощо.

В цьому розділі проводиться розгляд шкідливих, небезпечних та уражаючих для працівника і навколишнього середовища факторів, що виникають під час проведення покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин в умовах станції технічного обслуговування «БОШ Автосервіс Автодром» місто Калинівка Вінницької області.

В ньому висвітлюються, в тому числі, технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки при проведенні покращення функціонування, безпека в надзвичайних ситуаціях.

Під час покращення функціонування вказаного процесу на працівників діють ті або інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп.

Фізичні НШВФ: підвищена або понижена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, відсутність або недостатність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, пряма або відбита блискучість, підвищена яскравість світла.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

5.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання.

Коли за технологічними вимогами, технічними і економічними причинами оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини показників мікроклімату.

Вибираємо для приміщення, в якому проводяться роботи з покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іа.

Згідно із [27] допустимі показники мікроклімату у робочій зоні для теплового та холодного періодів року приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормовані допустимі параметри мікроклімату [27]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іа	21-25	18-26	75	≤0,1
Теплий	Іа	22-28	20-30	55 при 28°С	0,1-0,2

Розкид значень температури повітря вздовж висоти робочої зони допускається до 3°C. При опроміненні менше 25% поверхні тіла людини, допустима інтенсивність теплового опромінення – 100 Вт/м².

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, для контролю за якістю виробничого середовища. ГДК шкідливих речовин, які використовуються в даному виробничому приміщенні наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр	Значення	Клас небезпеки
Бензин	ГДК, мг/м ³	100	4
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м ³	0,15	4
Іони n ⁺ , n ⁻	число іонів в 1 см ³ повітря	50000	—

З метою забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату та чистоти повітря робочої зони запропоновано:

- 1) у приміщенні повинна бути розміщена система опалення для холодного і кондиціонування для теплого періодів року;
- 2) здійснювати вологе прибирання кожного дня;
- 3) застосування витяжної вентиляції, яка видаляє забруднення або нагріте повітря з приміщення, а також за допомогою неї контролюється швидкість руху повітря і вологість.

5.1.2 Виробниче освітлення

Для забезпечення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях великі вимоги пред'являються щодо якісних та кількісних показників освітлення.

З погляду задач зорової роботи в приміщенні, в якому проводяться роботи з покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин, згідно [28] визначаємо, що вони відносяться до III розряду зорових робіт. Приймаємо контраст об'єкта з фоном – великий та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд зорових робіт г.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) і мінімальні значення освітленості при штучному освітленні приведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення та мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк			КПО, %	
						комбіноване		загальне	Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загального			
Високої точності	0,3-0,5	III	г	великий	середній	400	200	200	2	1,2

Оскільки приміщення знаходиться у місті Калинівка Вінницької області (2-га група забезпеченості природним світлом), а вікна розташовані за азимутом 315°, то для таких обставин КПО визначатиметься за виразом [3,4]

$$e_N = e_H m_N [\%], \quad (5.1)$$

де e_H – табличне значення КПО, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,6} = 2 \cdot 0,9 = 1,8 (\%);$$

$$e_{N,c} = 1,2 \cdot 0,9 = 1,1 (\%).$$

Для встановлення нормованих значень показників освітлення передбачено:

1) при недостатньому природному освітлені в світлу пору доби доповнення штучним за допомогою люмінесцентних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;

2) застосування штучного освітлення в темну пору доби.

5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Встановлено, що приміщення, в якому проводиться робота з покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин може мати робочі місця із шумом та вібрацією, що створюється двигунами вентиляційної системи.

З метою попередження травмування працюючих під дією шуму та вібрації вони підпадає під нормування. Основним нормативом з питань виробничого шуму, що діє на території України, є [30], у відповідності з яким нормовані рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у виробничих приміщеннях не мають перевищувати значень,

які наведено у таблиці 5.4. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.5 для 1-ї категорії (транспортна).

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску та еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні віброприскорення [31]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
68	65	65	71	77	83	62

З метою забезпечення нормованих параметрів віброакустичних коливань у приміщенні запропоновано:

- 1) завчасне проведення профілактичного ремонту;
- 2) проведення перевірки рівнів шуму та вібрації.

5.1.4 Виробничі випромінювання

Аналіз умов праці показав, що приміщення, в якому проводиться робота з покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів показані у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна або кутова модуляція)

Номер діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль, λ	ГДР, В/м
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25
6	Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$3 \cdot \lg \lambda$
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30-300 МГц	10-1 м	3

З метою гарантування захисту та досягнення нормованих рівнів випромінювань потрібно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

5.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні покращення стійкості руху легкових автомобілів а умовах СТО «БОШ Автосервіс Автодром»

5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, його розміри і взаємне розташування його елементів мають відповідати антропометричним, психофізіологічним та фізіологічним характеристикам працівника, а також характеру праці.

Конструкція робочого столу повинна забезпечувати можливість оптимального розміщення на робочій поверхні обладнання, що використовується, з урахуванням його кількості, розмірів, конструктивних особливостей та характеру роботи, яка виконується.

При розміщенні робочих місць у приміщеннях з джерелами небезпечних та шкідливих промислових чинників, вони зобов'язані розташовуватися в абсолютно ізольованих кабінетах з природним

освітленням та організованою вентиляцією. Площа, на якій розташовується одне робоче місце для обслуговуючого персоналу, повинна становити не менше $6,0 \text{ м}^2$, об'єм приміщення – не менше як 20 м^3 , висота – не менше $3,2 \text{ м}$ [32].

Інтер'єр приміщень потрібно оздоблювати дифузно-віддзеркалювальними матеріалами з коефіцієнтом відбиття: стелі 0,7-0,8; стін 0,4-0,5; підлоги 0,2-0,3. Поверхня підлоги повинна бути рівною, не слизькою, без вибоїн, мати антистатичні властивості, зручною для вологого прибирання. Не дозволяється застосовувати під час оздоблення інтер'єру полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

5.2.2 Електробезпека

Основними причинами ураження електричним струмом в цьому приміщенні можуть бути: робота під напругою при ремонтних роботах, несправність електрообладнання, випадковий дотик до струмоведучих частин чи металевих частин, що опинилися під напругою. У відповідності до [33] дане приміщення належить до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність значної (більше 75 %) вологості.

Через це безпека експлуатації електрообладнання повинна гарантуватись рядом заходів, що включають використання ізоляції струмовідних елементів, захисного заземлення, захисних блокувань та ін. [34].

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до [35] приміщення, в якому проводиться робота з покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин, відноситься до категорії пожежної

небезпеки А, що характеризується наявністю легкозаймистих рідин з температурою спалаху не більше 28 °С, які застосовуються при проведенні покращення функціонування. Дане приміщення відноситься до 2-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості конструкцій розглядуваного приміщення наведені в таблиці 5.7 і являють собою час, протягом якого конструкції затримують поширення вогню, оцінюється межею вогнестійкості. Межа вогнестійкості конструкції визначається часом в хвилинах від початку сприймання вогню до утворення в конструкціях наскрізних тріщин або отворів, підвищення температури на поверхні, що не обігрівається вище допустимої, руйнування конструкції.

Таблиця 5.7 – Мінімальні межі вогнестійкості приміщення [35]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки				Плити, прогони	Балки, ферми
2	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	REI 15 M0	R 30 M0

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізолювальної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см.

В таблиці 5.8 приведено протипожежні норми проектування будівель і споруд. Для попередження поширенню пожежі з одної споруди на іншу між ними влаштовують протипожежні розриви, що залежать від ступеня вогнестійкості будівлі. Ширина евакуаційного виходу (дверей) із приміщень визначається в залежності від загальної кількості людей, які евакуюються через цей вихід та кількості людей на 1 м ширини виходу (дверей). Найбільша допустима кількість поверхів споруди, найбільша допустима площа підлоги між протипожежними стінами приймається в залежності від категорії пожежної небезпеки і ступеня вогнестійкості.

Таблиця 5.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія пожежної небезпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, при щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м ²			Кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу	Відстань між будівлями та спорудами, м, для ступеня їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Максимально допустима площа поверху, м ² , для кількості поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I, II	III	IV, V		1	2	3 і більше
до 15	A	2	40	25	15	45	9	9	12	6	н.о.	—	—

Примітка: н.о. – не обмежується

Вибір видів та кількості первинних засобів пожежегасіння виконується з врахуванням властивостей фізико-хімічних та пожежонебезпечних горючих речовин, їхньої взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів та площ виробничих приміщень, установок і відкритих майданчиків.

Встановлюємо, що приміщення, де проводиться робота з покращення стійкості руху, має бути оснащено двома вогнегасниками, пожежним щитом, а також емністю з піском [36].

5.4 Висновки до розділу

Під час виконання даного розділу було опрацьовано такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки при проведенні покращення стійкості руху легкових автомобілів застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шин в умовах станції технічного обслуговування «БОШ Автосервіс Автодром» місто Калинівка Вінницької області, безпека в надзвичайних ситуаціях.



ВИСНОВКИ

1. Станція технічного обслуговування «Бош Автосервіс Автодром» міста Калинівка має спеціалістів, приміщення та обладнання, які за структурою, в цілому, відповідають основному призначенню підприємства. Недоліками є нерегулярне поповнення робочих постів СТО автомобілями для виконання технічних впливів або велика черга КТЗ клієнтів, що знижує привабливість станції. раціональних технічних впливів. Ситуація може бути поліпшена урахуванням в роботі фактора випадковості заїзду КТЗ на СТО.
2. Площа підприємства та виробничі будівлі за своїми геометричними характеристиками достатні для зберігання АТЗ та проведення ЩО, ТО і ПР.
3. Організаційна структура управління та кількість робітників дозволяють виконувати виробничі завдання.
4. Стійкість руху швидкісних легкових автомобілів (тобто безаварійність), забезпечуються на недостатньому рівні. Необхідно системно застосовувати контроль параметрів експлуатаційного стану еластичних рушіїв АТЗ.
5. Визначені характеристики ЕС шин та взаємозв'язки між ними та можливими діагностичними параметрами: об'ємною деформацією і відведенням кочення еластичного колеса.
6. Наявність якісної лінії для діагностування ходових властивостей, яка має значущим параметром відведення шини, обумовили включення його в сукупність контрольних параметрів та операцій, поряд з наступними: вибором раціональної конструкції і розміщення шин, оцінкою цілісності еластичної оболонки та виду і рівня зносу протектору, а також ступеню старіння рушія.
7. Результати оцінювання впливу еластичних рушіїв на навколишнє середовище показало значущість негативних наслідків за умови відсутності дієвого контролю ЕС шин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lüders A. Beitrag zum Problem der Laufunruhe von Fahrzeugrädern / A. Lüders, O. Hofmann, H. Brinkmann // ATZ 73. 1996. № 1. S. 1 – 8.
2. Дугельний В.М. Покращення курсової стійкості легкового автомобіля з урахуванням силової неоднорідності його шин : автореф. дис... на здобуття наук. ступеню. канд. тех. наук : 05.22.02 «Автомобілі та трактори». К., 2006. 20 с.
3. Вербицький В.Г., Макаров В.А., Костенко А.В. До питання про вплив розташування шин із жорсткісною неоднорідністю на курсову стійкість руху легкового автомобіля. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2007. № 2. С. 7 – 15.
4. Волков В.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля : навч. посіб. Х. : ХНАДУ, 2003. 292 с.
5. Поліпшення курсової стійкості руху легкового автомобіля за підтримки еластичних рушіїв : монографія [Електронний ресурс] / В. А. Макаров, Т. В. Макарова, Д. В. Борисюк, О. В. Вдовиченко ; за заг. ред. В. А. Макарова. Вінниця : ВНТУ, 2022. 211 с.
6. Свіргун А.В., Печенюк О.В., Попов Д.О. Про аспекти розвитку еластичних рушіїв колісних транспортних засобів. «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту» : Матеріали XII Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, 16-18 квітня 2024 р. Вінниця : ВНТУ, 2024. С. 303-305.
7. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах / Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Барілович Л.П. та інші. – К.: Логос, 1996. 348с.
8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.

9. Біліченко В.В., Крещенецький В. Л., Варчук В. В. Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2010. 171 с.
10. Кукурудзяк Ю.Ю., Рудь О.В., Кукурудзяк Л.В. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту: навчальний посібник МОН. Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. 336 с.
11. Закон України “Про автомобільний транспорт” Із змінами, внесеними згідно із Законом N 586-VI (586-17) від 24.09.2008, ВВР, 2009, № 10-11, ст.137.
12. Біліченко В.В., Крещенецький В.Л. Механізація та автоматизація технічного обслуговування та ремонту автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту: навчальний посібник МОН. Вінниця: ВНТУ, 2008. 216 с.
13. Аспекти розвитку, функціонування та дослідження еластичного рушія колісного транспортного засобу : монографія [Електронний ресурс] / В. А. Макаров, Т. В. Макарова, Д. В. Борисюк, Є. В. Смирнов; за заг. ред. В. А. Макарова. – Вінниця : ВНТУ, 2023. 149 с.
14. Макаров В. А., Волохов А. С., Куплінов А. В. До питання вибору математичної моделі для дослідження курсової стійкості руху легкового автомобіля. Наукові нотатки: міжвузівський збірник, Вип. 28, 2010, С. 311-316.
15. Костенко А.В., Петров О.В. До питання про визначення відведення колеса як жорсткісної характеристики автомобільної шини. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2004. № 2. С. 10 – 14.
16. Schubert J.: Experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Reifen : Doktor-ingenieurs Dissertation : Fahrbahn-Rollgeräusch / J. Schubert. – Dresden, 2003. 113 s.

17. Державний контроль є найдієвішим механізмом запобігання аварійності. Урядовий портал : веб. сайт. URL : <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/yevgen-pronchenko-derzhavnij-kontrol-ye-najdiyevis/> (дата звернення: 18.05.2024).
18. Макаров В.А., Костенко А.В., Петров О.В. До вибору математичної моделі для дослідження курсової стійкості руху автомобіля з урахуванням жорсткісної неоднорідності шин. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2004. № 1. С. 33 – 35.
19. Костенко А.В. До питання про вплив жорсткісної неоднорідності шин на курсову стійкість руху автомобіля. 60 наукова конференція професорсько-викладацького складу і студентів Національного транспортного університету : тези доповідей. К. : НТУ, 2004. С. 27.
20. Willmerding. G. Untersuchungen zur Alterung von PKW – Gürtelreifen / G. Willmerding, T. Ziegler // ATZ. 2000 № 4. S. 272 – 278.
21. Intelligente Reifen – Schon bald Realität? / S. Wolfsried, B. Breuer, T. Becherer [und andere] // ATZ. 1999. № 10. S. 772 – 773.
22. V.G. Verbitskii, V.A. Makarov, V.P. Sakhno, “Influence of the asymmetry of cornering forces on the static stability of two-axle vehicle”, International Applied Mechanics, 40, No.11, 1304-1309 (2004).
23. Trechorv P.”Luft war nie so sauber wie heute”. VDI nachrichten 8 april 2005. № 14 – S.11.
24. Reckter B. Eine grose Gesundheitsgefahr. VDI nachrichten 8 april 2005. № 14 – S.11.
25. Гаврілов Є. Системологія на транспорті. У., Знання України, 2005. 350 с.
26. Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden. URL : <http://www.vufo.de/> (дата звернення: 18.05.2024).
27. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

28. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
29. Бондаренко Є. А. Освітлення виробничих приміщень : довідник / Є. А. Бондаренко, В. О. Дрончак. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 61 с.
30. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
31. ДСН 3.3.6.039 99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
32. Березюк О. В., Лемешев М. С. Охорона праці. Підсумкова державна атестація спеціалістів, магістрів в галузях електроніки, радіотехніки, радіоелектронних апаратів та зв'язку : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 104 с.
33. Правила улаштування електроустановок. 2-е вид., перероб. і доп. – Х: "Форт", 2009. 736 с.
34. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
35. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
36. НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників.

Додаток А
«Ілюстративна частина»



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

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА
до магістерської кваліфікаційної роботи

**ПОКРАЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ
ЗАСТОСУВАННЯМ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО
СТАНУ ШИН В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
«БОШ АВТОСЕРВІС АВТОДРОМ» МІСТО КАЛИНІВКА
ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Розробив: студент гр. 1АТ-22мз

Попов Д.О.

Керівник: д.т.н., проф. кафедри АТМ

Макаров В.А.

Вінниця ВНТУ 2024

МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

Мета дослідження – збільшення інформативності параметрів експлуатаційного стану шин в умовах СТО «Бош Автосервіс Автодром»

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- аналіз діяльності СТО «Бош Автосервіс Автодром» м. Калинівка;
- вибір раціональної структури технічної служби підприємства;
- обґрунтування дієвих діагностичних параметрів для оцінки експлуатаційного стану еластичних рушіїв транспортних засобів;
- обґрунтувати напрями покращення стійкості руху легкових автомобілів шляхом застосування раціонального контролю експлуатаційного стану шин;
- провести оцінку соціально-екологічної ефективності регулювання стійкості руху легкових автомобілів;
- висвітлити питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – діагностування експлуатаційного стану шин автомобілів категорії М1.

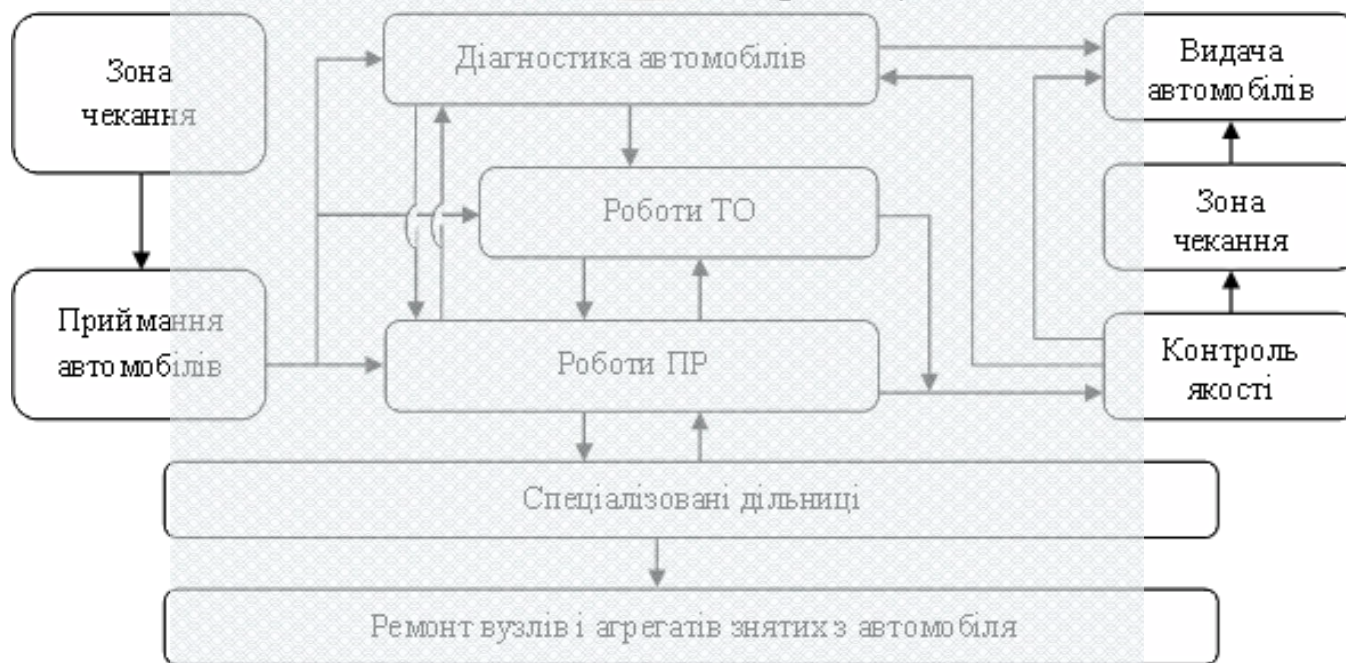
Предмет дослідження – розвиток інформативності діагностичних параметрів в умовах СТО «Бош Автосервіс Автодром» м. Калинівка.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

Зовнішній вигляд СТО



Схема технологічного процесу на СТО



РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ

Модель системи, що створює потік АТЗ на шинні роботи



При стаціонарному процесі обслуговування і ремонту автомобілів, які поступають в систему, потік вимог є Пуассонівським найпростішим, в якому ймовірність надходження в проміжок часу $(0, t)$ K вимог визначається виразом:

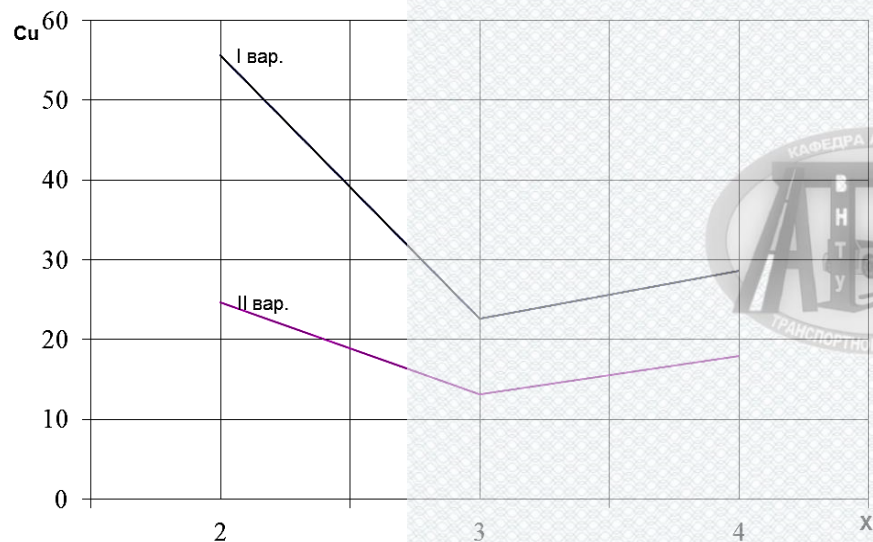
$$P_K(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^K}{K!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

де $P_K(t)$ - ймовірність надходження K вимог за час $(0, t)$;

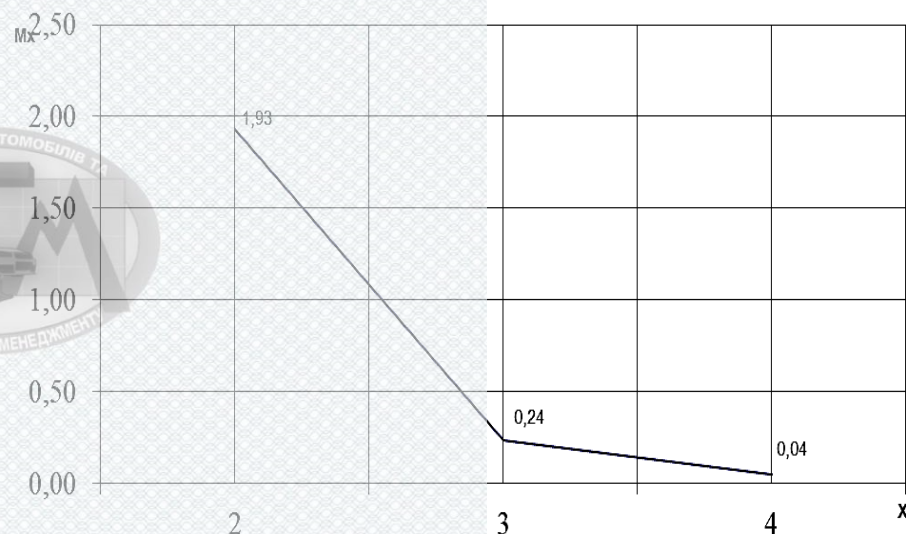
λ - щільність потоку вимог (середнє число вимог, які надходять за одиницю часу).

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ

Залежність сумарних витрат
від кількості постів



Залежність довжини черги
від кількості постів



Цільова функція, яка розраховується для всіх значень X_B та M_X

$$C_U(x) = M_x Z_1 + X_B Z_2 \rightarrow \min$$

ПОНЯТТЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ШИН

Експлуатаційний стан шин можна характеризувати певним комплексом конкретних числових значень їх експлуатаційних параметрів.

В якості основних експлуатаційних параметрів в даній роботі досліджуються:

- середня жорсткість шини (γ),
- коефіцієнт опору коченню (f),
- температура шини (τ),
- темп зносу протектора (I) та відведення при коченні шини.

$$EC=f(\gamma; f; \tau; I)$$

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ ШИН

Спочатку розглядалася шина з повністю зношеним протектором і приймалося, що прогин (r) дорівнює прогину каркаса (r_k).

$$r_k = \frac{Q}{\pi \sqrt{2RD(P_w + P_0)}}$$

де r_k - прогин каркасу;

Q - навантаження на колесо;

P_0 - показник жорсткості каркасу;

P_w - тиск повітря в шині.



Проводилася оцінка впливу нормального навантаження на колесо і тиску повітря на коефіцієнт опору коченню в веденому режимі. Була рекомендована наступна залежність:

$$f = \frac{\beta Q^2 + \alpha}{1 + P_w}$$

де f - коефіцієнт опору кочення;

α, β - коефіцієнти, постійні для даної шини.

Визначена величина коефіцієнта опору коченню, функція об'ємної деформації:

$$f = \frac{4\beta D^2 \left(\frac{\psi q_{max}}{\psi \varepsilon \delta} \right)^2 + \alpha}{1 + P_w}$$

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ ШИН

Враховуючи, що величина радіального прогину на порядок менше діаметра і радіуса кривизни протектора шин, визначали осі еліпса нехтуючи вираз r^2 під знаком кореня

$$a = \sqrt{D_r - r^2} \approx \sqrt{D_r}, \quad b = \sqrt{R_r - r^2} \approx \sqrt{R_r}$$

Величина об'ємної деформації як функції від тиску повітря, навантаження на колесо і жорсткості каркасу



$$D_u = \frac{k\delta Q}{2(P_w + P_0)}$$

$$D = \frac{1}{2} \left[\frac{k\delta Q}{2(P_w + P_0)} \right] + \frac{1}{2} \sqrt{\left[\frac{k\delta Q}{2(P_w + P_0)} \right]^2 + \frac{\pi\Psi_1}{\Psi\Psi_2 E} h(\delta k)^2 Q \sqrt{2RD}},$$

Визначення зв'язку між темпом зносу і об'ємною деформацією

$$I = \frac{\delta\varepsilon Q}{2\kappa_2 \psi D}.$$

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ ШИН

Отримана залежність температури шини від об'ємної деформації

$$\tau = \frac{Q\vartheta[4D^2\beta\left(\frac{\psi q_{max}}{\psi\varepsilon\delta}\right)^2 + \alpha]}{12900\kappa_1 D_c B_1 (1+P_w)}$$

Залежність γ від об'ємної деформації була отримана шляхом підстановки наведеного вище виразу в рівняння

$$\gamma = \frac{\kappa\delta Q\sqrt{2RD}}{D}$$

Темп зносу протектора шини пропорційний питомому тиску в контактї:

$$I + \frac{1}{\kappa_2} q^n$$

З метою визначення зв'язку між темпом зносу і об'ємною деформацією користувалися наступним виразом

$$I = \frac{\delta\varepsilon Q}{2\kappa_2\psi D}$$

де I - темп зноса протектора;

κ_2 - коефіцієнт пропорційності;

q - середній питомий тиск в площині контакту;

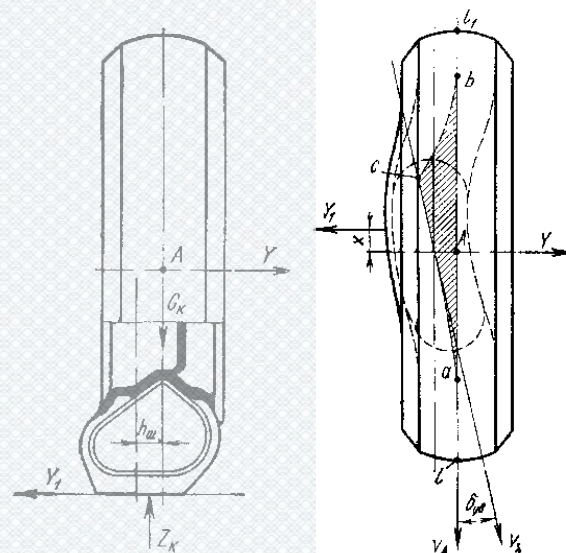
n - показник ступеня.

КОНТРОЛЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ШИН

Ступені та обладнання контролю технічного стану шин



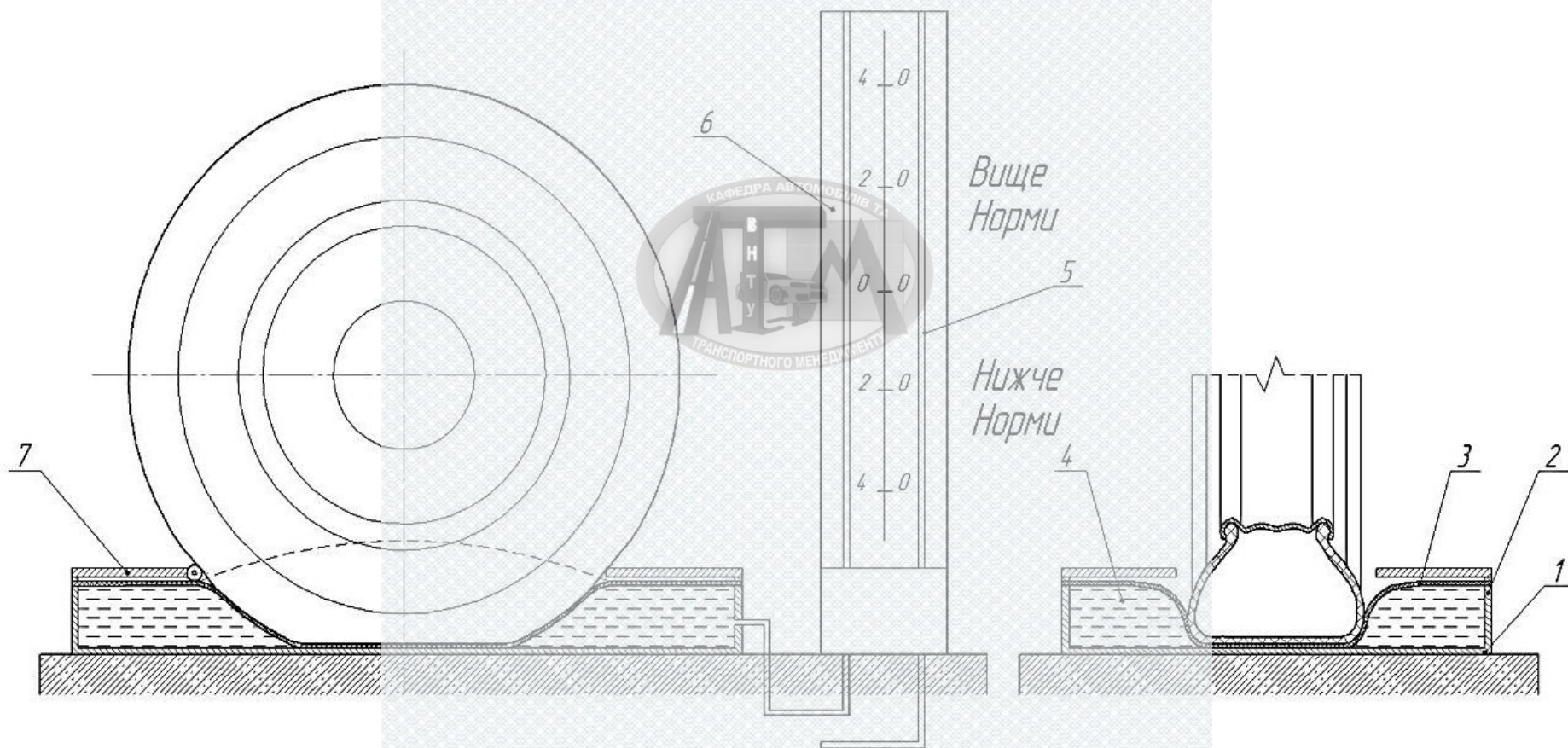
Бічне відведення колеса



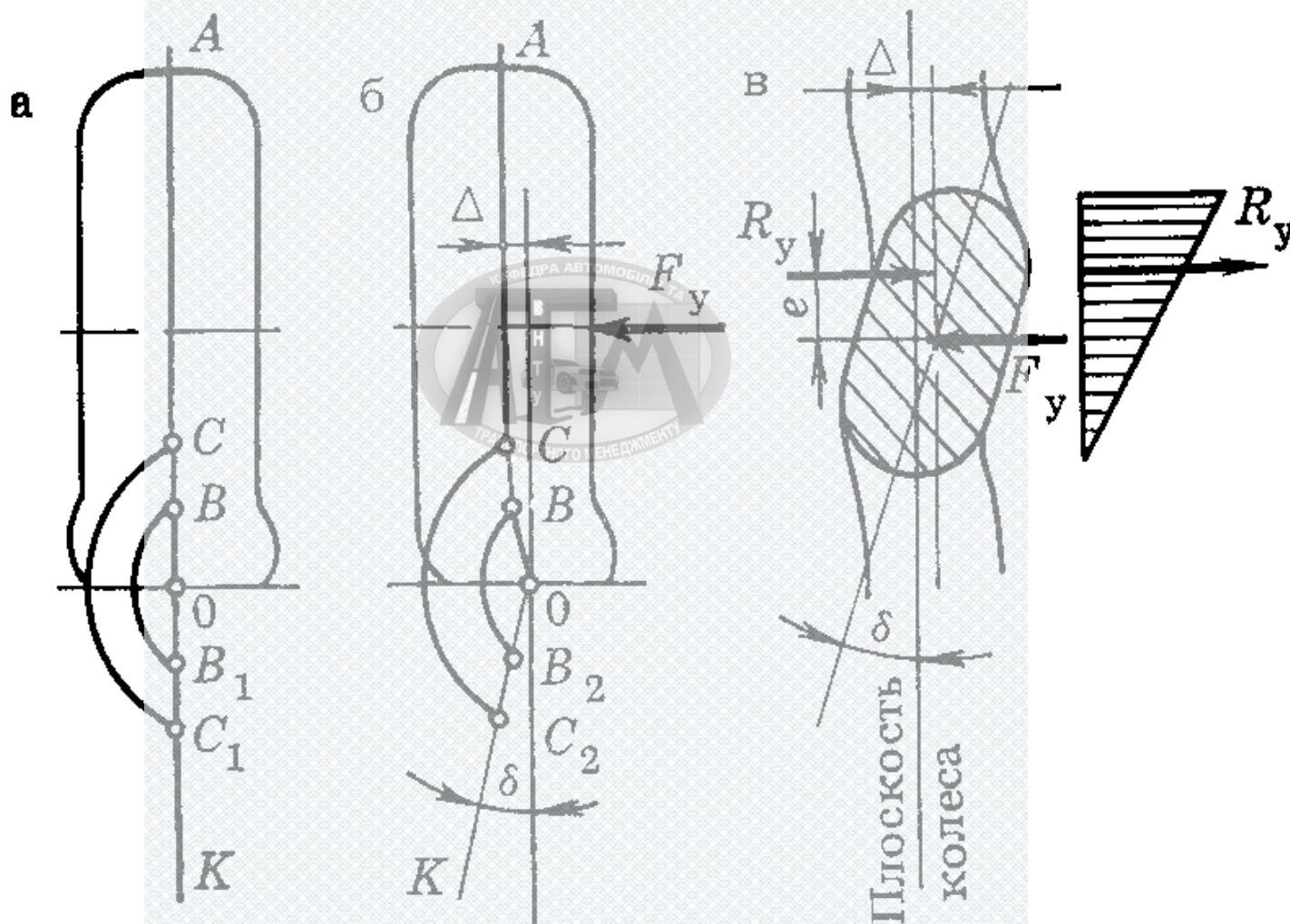
Лінія діагностики ходових якостей



СХЕМА СТЕНДУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ



ВІДВЕДЕННЯ КОЧЕННЯ ЕЛАСТИЧНОГО РУШІЯ



ОСНОВНІ НАПРЯМИ ТА ВИДИ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ АВТОМОБІЛІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ



ВИСНОВКИ

1. Площа підприємства та виробничі будівлі за своїми геометричними характеристиками достатні для зберігання АТЗ та проведення ТО і ПР.
2. Організаційна структура управління та кількість робітників дозволяють виконувати виробничі завдання.
3. Стійкість руху швидкісних легкових автомобілів (тобто безаварійність), забезпечуються на недостатньому рівні. Необхідно системно застосовувати контроль параметрів експлуатаційного стану еластичних рушіїв АТЗ.
4. Визначені характеристики ЕС шин та взаємозв'язки між ними та можливими діагностичними параметрами: об'ємною деформацією і відведенням кочення еластичного колеса.
5. Наявність якісної лінії для діагностування ходових властивостей дозволить контролювати стійкість руху автомобіля
6. Результати оцінювання впливу еластичних рушіїв на навколишнє середовище показали значущість негативних наслідків за умови відсутності дієвого контролю ЕС шин.

Додаток Б

«Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень»



ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Покращення етикетки руху легкових автомобілів
застосуванням контролю параметрів експлуатаційного стану шини в умовах
станції технічного обслуговування «БСНП Автосервіс Автодром» місто
Калинівка Вінницької області.

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МДР)

Підрозділ: кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність: 83.6 % Схожість: 16.4 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку: [підпис]
(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

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

Автор роботи

[підпис]
(підпис)

Попов Д.О.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

[підпис]
(підпис)

Макаров В.А.
(прізвище, ініціали)