

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

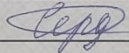
«Забезпечення раціональної жорсткості еластичних рушіїв формуванням
ефективної системи шинних робіт в умовах станції технічного
обслуговування «Бош Сервіс Автопростір Вінниця»»

Виконав: студент 2-го курсу, групи
1АТ-23мз спеціальності 274 –

Автомобільний транспорт

Освітньо-професійна програма –

Автомобільний транспорт

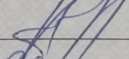
 Сердюк Р.М.

Керівник: д.т.н., професор каф. АТМ

 Макаров В.А.

« 09 » 06 2025 р.

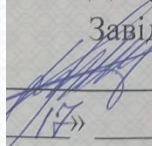
Опонент: д.т.н., доц. кафедри АТМ

 Плоншчиков О.В.

« 20 » 06 2025 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

 к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 17 » 06 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

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

« 21 » 03 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Сердюку Роману Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Забезпечення раціональної жорсткості еластичних рушіїв формуванням ефективної системи шинних робіт в умовах станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автопростір Вінниця».

Рівень роботи Макаров Володимир Андрійович, д.т.н., професор,
затверджені наказом ВНТУ від «20» березня 2025 року № 96.

Строк подання студентом роботи: 09.06.2025 р.

Вихідні дані до роботи: При розрахунку кількості постів на СТО урахувати дію випадковості на технічні впливи. В дослідницькому розділі розглянути взаємодію колеса з дорогою для підвищення безпеки руху автотранспортного засобу. Виконати аналіз впливів зношення та руйнування шин на стійкість руху автомобілів та водіїв.

Зміст текстової частини:

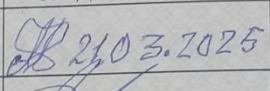
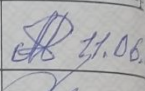
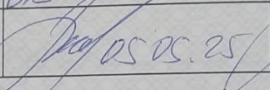
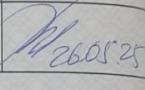
- 1 Аналіз функціонування СТО ТОВ «Бош Автосервіс Автодром».
- 2 Технологічний розрахунок системи технічного обслуговування і поточного ремонту.
- 3 Оцінка значущості зв'язку між жорсткістю шин та курсовою стійкістю руху автомобіля.
- 4 Визначення ефективності запропонованих рішень.

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

- 1-2 Тема, мета та завдання дослідження.
- 3 Бош сервіс в Україні та Вінниці.
- 4 Характеристика підприємства.
- 5 Шинні роботи.
- 6 Аналіз негативних викидів шин на людину та природу
- 7-8 Розрахунок системи технічних впливів.
- 9 Порухення жорсткості шини.
- 10 Формування жорсткості при виробництві шини.

- 11 Оцінка динаміки кочення шини.
- 12 Загальна схема дослідження.
- 13 Компоненти стійкості руху.
- 14 Інструментальна підтримка випробування.
- 15 Вплив жорсткості шини на стійкість руху автомобіля.
- 16 Характеристики стійкості руху автомобіля.
- 17 Вплив негативних викидів шин на довкілля.
- 18 Контроль експлуатаційних параметрів шин.
- 19 Алгоритм виконання шинних робіт на СТО.
- 20 Структурна схема стенду для оцінки інтенсивності викидів пилу.
- 21 Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання виконав
Розв'язання основної задачі	Макаров В.А., професор кафедри АТМ	 21.03.2025	 21.06.2025
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	 05.05.25	 26.05.25

7. Дата видачі завдання « 21 » березня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Пр
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	17.02-02.03.2025	Ву
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	03.03-16.03.2025	Ву
3	Обґрунтування методів досліджень	17.03-31.03.2025	Ву
4	Розв'язання поставлених задач	01.04-26.05.2025	Ву
5	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	05.05-26.05.2025	Ву
6	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	27.05-30.05.2025	Ву
7	Перевірка роботи на плагіат	02.06-04.06.2025	Ву
8	Оформлення текстових документів та ілюстративних матеріалів	05.06-06.06.2025	Ву
9	Попередній захист МКР	09.06-11.06.2025	Ву
10	Допуск завідувача кафедри до захисту МКР	12.06-17.06.2025	Ву
11	Рецензування МКР	18.06-20.06.2025	Ву
12	Захист МКР	23.06-24.06.2025	Ву

Здобувач

(підпис)

Сердюк Р.М.

Керівник роботи

(підпис)

Макаров В.А.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.12

Сердюк Р.М. Забезпечення раціональної жорсткості еластичних рушіїв формуванням ефективної системи шинних робіт в умовах станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автопростір Вінниця». Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт, освітня програма – автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2025. 109 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 30 назв; рис.: 42; табл. 11.

У магістерській кваліфікаційній роботі виконане обґрунтування дієвих параметрів для структури системи еластичних рушіїв транспортних засобів. Обґрунтовані напрями покращення стійкості руху легкових автомобілів шляхом застосування раціонального функціонування експлуатаційного стану шин. Визначена ефективність запропонованих рішень.

Ілюстративна частина складається з 21 плаката із результатами дослідження.

Ключові слова: стійкість руху, легковий автомобіль, система, шина, маневреність, сила.

ABSTRACT

UDC 629.12

Serdyuk R.M. Ensuring rational rigidity of elastic drives by forming an effective system of tire work in the conditions of the service station "Bosch Service Avtoprostir Vinnytsia". Master's qualification work in the specialty 274 - Motor transport, educational program - motor transport. Vinnytsia: VNTU, 2025. 109 p.

In Ukrainian. Bibliography: 30 titles; Fig.: 42; Table. 11.

The master's qualification work provides a justification of effective parameters for the structure of the system of elastic drives of vehicles. Areas for improving the stability of passenger cars by applying rational functioning of the operational condition of tires are substantiated. The effectiveness of the proposed solutions is determined.

The illustrative part consists of 21 posters with the results of the study.

Keywords: stability of movement, passenger car, system, tire, maneuverability, force.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТО ТОВ «БОШ АВТОСЕРВІС АВТОПРОСТІР»	7
1.1 Загальна характеристика підприємства	
1.2 Аналіз технологічного процесу.....	9
1.3 Оцінка необхідності впливу дій технічної служби СТО на суспільне виробництво та екологічну безпеку руху автомобілів.....	21
1.4 Висновки за розділом	23
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ	25
2.1 Розрахунок вхідного потоку вимог.....	26
2.2 Розрахунок кількості вимог за нормативними показниками.....	28
2.3 Розрахунок продуктивності системи.....	28
2.4 Розрахунок часу обслуговування (ремонту)	30
2.5 Параметри ефективності системи.....	30
2.6 Розрахунок продуктивності системи.....	31
2.7 Розрахунок параметрів ефективності використання системи.....	33
2.8 Розрахунок технологічно необхідної кількості постів.....	37
2.9 Оптимізація роботи системи.....	37
2.10 Обґрунтування вартості втрат.....	38
2.11 Результати розрахунків.....	39
2.12 Шинний комплекс на СТО.....	43
2.13 Обладнання шинного комплексу.....	45
2.14 Висновки за розділом	46
3 ОЦІНКА ЗНАЧУЩОСТІ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ЖОРСТКІСТЮ ШИН ТА КУРСОВОЮ СТІЙКІСТЮ РУХУ АВТОМОБІЛЯ	47
3.1 Аналіз впливу руйнування на жорсткість шин.....	47
3.2 Розгляд поняття стійкість руху АТЗ.....	51

3.3 Особливості характеристик шин щодо впливу на стійкість кочення колеса.....	55
3.4 Аналіз технічної експлуатації щодо регулювання стійкості руху колісних транспортних засобів.....	58
3.5. Експериментальне дослідження курсової стійкості руху автомобіля на дорожньому покритті.....	64
3.6 Оцінка жорсткісної неоднорідності шин на рух колісних транспортних засобів.....	75
3.7 Прогнозування стійкості руху автомобіля з метою зниження імовірності аварійності.....	79
3.8 Висновки за розділом.....	81
4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ.....	83
4.1 Аналіз впливу автомобільних шин на навколишнє середовище і здоров'я людини.....	84
4.2 Аналіз методів утилізації шин, що вийшли з експлуатації.....	90
4.3 Особливості дії на довкілля негативних викидів компонентів зносу та руйнування дорожнього полотна із системи “колесо-дорога”.....	95
4.4 Контроль проникливості матеріалів від дії автомобільного пилу.....	97
4.5 Формування ефективної системи шинних робіт щодо забезпечення стійкості руху КТЗ.....	99
4.6 Висновки за розділом 4.....	103
ВИСНОВКИ.....	104
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	106
Додаток А Ілюстративна частина.....	110
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень..	

ВСТУП

Автомобілі, що обслуговуються СТО «Бош Сервіс Автопростір» місто Вінниця (рис. 1) є маневреними та переміщуються з раціональною повороткістю. Під час руху автомобіля взаємодіють такі обов'язкові фактори динамічної системи: водій - автомобіль - шина - дорога.

Еластична пневматична шина є важливим і особливим механізмом дорожнього транспортного засобу [1]. 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) [2,3]. 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 [3,4]. Автомобіль з еластичними шинами може повертати і рухатися криволінійно, навіть якщо керовані колеса за геометрією дисків знаходяться у нейтральному положенні (обумовлюють прямолінійний рух).

Необхідно підвищити ефективність функціонування шинних робіт. Означене обумовить можливість прогнозування поведінки автомобіля в реальних умовах [5, 6]. 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 функціонування системи шинних робіт, тобто забезпечення раціональних величин зчеплення еластичних рушіїв з опорною поверхнею, опору кочення, бічної сили, відведення при обертанні коліс тощо [6].

Мета дослідження – збільшення інформативності та дієвості впливу на стійкість руху КТЗ параметрів системи шинних робіт в умовах СТО «Бош Сервіс Автопростір».

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- аналіз роботи підприємства СТО «Бош Сервіс Автопростір» місто Вінниця;
- вибір раціональної структури технічної служби підприємства;
- обґрунтування дієвих параметрів для структури системи еластичних рушіїв транспортних засобів;
- обґрунтувати напрями покращення стійкості руху легкових автомобілів, шляхом застосування раціонального функціонування експлуатаційного стану шин;
- провести оцінку соціально-екологічної ефективності дії регулювання стійкості руху легкових автомобілів.

Об'єкт дослідження – еластична шина автомобілів категорії М1.

Предмет дослідження – розвиток інформативності та дії на стійкість руху КТЗ регулювання параметрів системи шинних робіт в умовах СТО «Бош Сервіс Автопростір Вінниця» м. Вінниця.

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

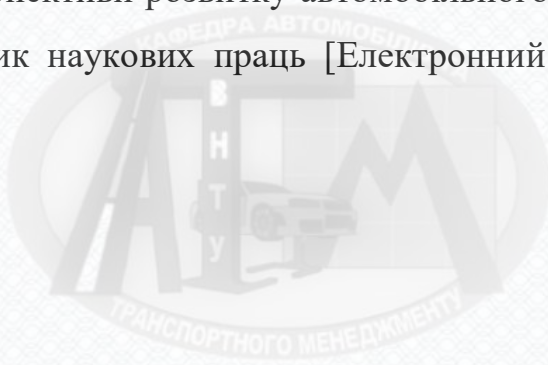
Новизна одержаних результатів полягає в поглибленні науково-технічного підходу до формування системи шинних робіт для автомобілів категорії М1.

Особистий внесок магістранта. Обґрунтування доцільності використання курсової стійкості руху для розвитку ефективного функціонування системи шинних робіт.

Апробація результатів роботи проведена на XIII-ій Міжнародній науково-технічній інтернет конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 15-17 квітня 2025 року.

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. Бруннер Х., Лієрс Г., Макаров В.А., Сердюк Р.М. До необхідності зниження аварійності на автомобільних дорогах регіонів України. Матеріали XIII-ої Міжнародної науково-технічної інтернет конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 15-17 квітня 2025 року : збірник наукових праць [Електронний ресурс]. Вінниця: ВНТУ, 2025. С. 86-90 [7].



1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТО «БОШ СЕРВІС АВТОПРОСТІР»

1.1 Загальна характеристика підприємства

СТО «Бош Сервіс Автопростір» знаходиться за адресою: місто Вінниця с. Зарванці, вул. Одеська, 2 Послуги BOSCH розповсюдженні по всій в країні (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - Мапа щодо інформації про успішність функціонування послуг BOSCH України

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 «Бош Сервіс Автопростір» є обслуговування КТЗ випуску після 2008 року, 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 в недалекому майбутньому системи з інтелектуальними еластичними рушіями.

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 «Бош Сервіс Автопростір» звичайно виконується після продажного 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 робочій день скорочений – 7 годин (з 9.00 до 17.00). В неділю СТО не працює.

Зовнішній вигляд станції наведений на рисунку 1.2.

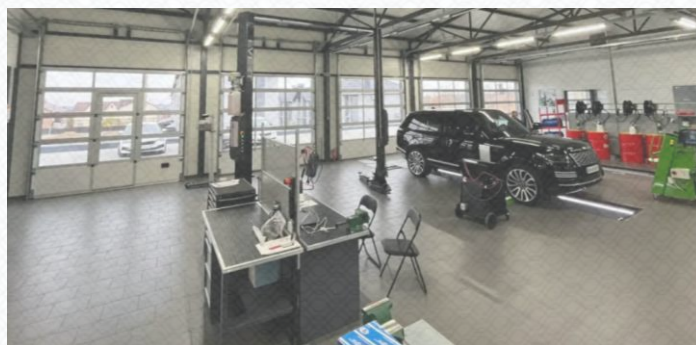


Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд СТО та зона ТО та ПР

Існують міста для очікування виконання технічних впливів.

Кімната для очікування клієнтів наведена на рисунку 1.3.

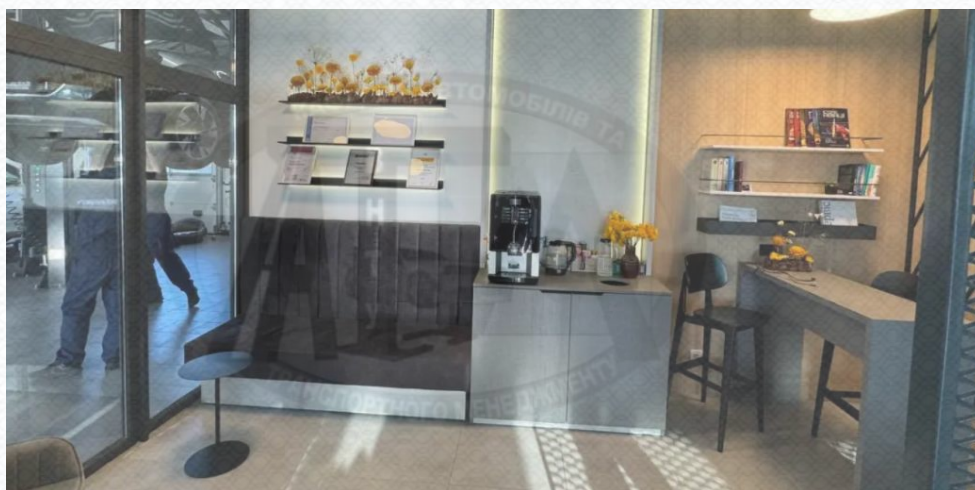


Рисунок 1.3 - Кімната для очікування клієнтів

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-відновлювані [8]. 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. 1.4).

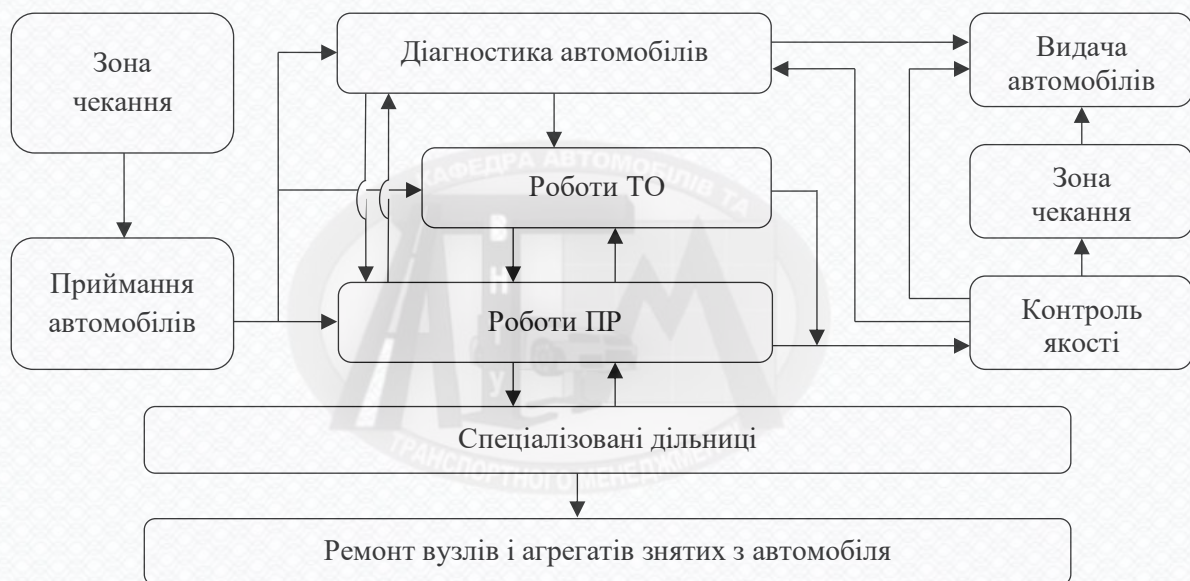


Рисунок 1.4 – Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО

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 необхідності 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.

Під час проходження практики зібрана інформація про розповсюдженість шинних робіт в зоні тяжіння СТО (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 Мнемосхема щодо інформації про шинні роботи

Нижче наведена інформація про шинні роботи на СТО (зібрана під час практики). На термін придатності автомобільних шин впливає не тільки робочий режим, але й умови сезонного зберігання. Зазвичай автомобілісти, «перевзувшись», відправляють покришки на певний час в гараж, комору,

підвал, на балкон або навіть на задній двір, залишаючи їх без укриття. Наскільки такі місця підходять для цього (Рис. 1.6).



Рисунок 1.6 - Комплект шин, що підлягає сезонному зберіганню

1. Оптимальна температура зберігання автошин становить $+10...15^{\circ}\text{C}$, хоча більшість виробників вказують діапазон $-30...+35^{\circ}\text{C}$. Вплив температур, що виходять за зазначені рамки, призводить до розтріскування, втрати еластичності і/або деформації гуми. На вигляд такі колеса зазвичай нормальні, але потім можуть з'явитися «шишки» й розриви.

2. Оптимальна вологість у приміщенні — $50...80\%$. Через занадто сухе повітря покриття потрескаються. Зайва ж волога, просочуючись і застоюючись в мікропорах, сприяє розшаруванню та корозії брекера (сталевому корду), що збільшує ймовірність його зламів і розривів.

3. Зберігання коліс на відкритому повітрі понад місяць небажано, навіть під навісом або в захищеному стані. Убезпечувати шини від забруднень, вологи та сонця потрібно й тоді, якщо залишаєте комплектуючі на відкритому повітрі на кілька тижнів.

4. Рекомендується кожні три місяці перевертати шини, змінюючи їхню зону опори. Так ви уникнете деформації корду.

5. Ультрафіолет змінює структуру автогуми та зменшує її еластичність.

6. Автошинам властива memory form. Тобто після тривалої статистичної деформації кордові нитки відновлюються не цілковито, залишаються викривлення. Порушення радіуса ущільнювального обода призведе до

постійного здування коліс або мимовільного демонтажу покриття з диска через погану герметизацію. Деформація боковин і бігової доріжки поступово збільшує динамічний дисбаланс, а отже, знижує стійкість КТЗ на дорозі.

З огляду на пункт 1: чи підходить ваш балкон або металевий гараж для зберігання шин?

З огляду на пункт 2: чи забезпечено у вашому підвалі нормальну вологість?

З огляду на пункт 6: чи достатньо місця в коморі ? (див. рис.1.6).

В умовах міської квартири взагалі складно забезпечити перераховані вище вимоги. І чи потрібен вам у будинку запах гуми?

Якщо відповіді негативні, то варто відправити автомобільні шини на «сезонний відпочинок» в облаштовані сховища, працівники яких стежать за дотриманням правил зберігання цих комплектуючих до авто. Інакше термін експлуатації комплектів гуми суттєво скоротиться або навіть знадобиться придбати нові покриття, хоча попередні від'їздили лише сезон. А в гіршому разі необережне зберігання автошин може спровокувати аварію на дорозі.

Обслуговування шин

Бош Авто Сервіс пропонує повний набір послуг з обслуговування шин: від заміни до балансування, від чистки колісних дисків до зберігання, - гарантуючи безпечне водіння в-будь-яку погоду.

Балансування, очищення, зберігання та заміна коліс

Обслуговування систем контролю внутрішнього тиску

Закон вимагає, щоб мінімальна глибина протектора на літніх шинах становила 1,6 мм. Проте СТО рекомендує проводити заміну, коли глибина протектора зменшується до 3 мм; у випадку з зимовими шинами мінімальна допустима глибина протектора складає 4 мм. Іншим хорошим способом є правило «4 x 4 x 4». Іншими словами: рухайтесь тільки на тих шинах, глибина протектора яких становить мінімум 4 мм, при цьому протектор повинен бути однаковим на всіх чотирьох колесах, а їх життєвий цикл не повинен становити більше чотирьох років.

Бош Сервіс Автопростір пропонує повний набір послуг з обслуговування шин вашого автомобіля. СТО з надає вам пораду про те, яку модель вибрати і встановити, поміняємо зимову гуму на літню, а якщо буде потрібно, надамо спеціальне місце для зберігання шин. Наші фахівці завжди перевіряють внутрішній тиск і стан протектора шин. За вашого прохання СТО завжди відрегулює кути установки коліс і внесе будь-які необхідні зміни з демонтажу нових (рис. 1.7) шин з метою уникнення одностороннього або нерівномірного зносу.



Рисунок 1.7 - Спеціаліст проводить установку шин з необхідною гарантією

«Гума автомобільних шин старіє навіть тоді, коли автомобіль стоїть в гаражі. Тому заміну шин вашого автомобіля необхідно проводити не рідше, ніж раз на 4 роки, - навіть якщо протектор майже незношений. Фактичний життєвий цикл шини можна розрахувати, глянувши на нанесений на неї чотиризначний DOT-номер. Останні дві цифри позначають рік, а перші дві - тиждень виробництва. Наприклад: «2600» позначає 26-й тиждень 2000 року. Інші відомості та рекомендації ви знайдете в нашому Посібнику по шинах.»

На жаль, не всі автомобілісти розуміють, наскільки важливе балансування коліс. Від нього залежать робота підвіски (рис. 1.8), зручність, безпека руху та,

звісно, надійність деталей машини. Однак варто не лише регулярно здійснювати цю процедуру, але й довірити її фахівцям, з усією відповідальністю обравши сервісний центр. Допоможе уникнути проблем «Бош Сервіс Автопростір» — мережа сертифікованих ремонтних майстерень, де досвідчені фахівці роблять балансування на професійному обладнанні.



Рисунок 1.8 - Проведення шинних робіт

Відповідь проста: чим більш рівномірно розподілена маса коліс щодо їхнього центру, тим менше вони вібрують. Якщо хоч одне колесо не має рівноваги по всіх осях симетрії, відцентрові сили в ньому також невірноважені. Вони мають різні вектори докладання, через що колесо вібрує тією чи іншою мірою під час руху. Це суттєво впливає на маточину, підшипники та спричиняє такі наслідки:

1. Зазначені вузли швидше зношуються, а якщо сила впливу надмірна, то можуть і зруйнуватися. Також збільшується ризик загубити колесо під час руху.
2. Пляма контакту колеса, яке вібрує, нестабільна. У разі поганої зчіплюваності з дорогою таке колесо менше піддається керуванню. До того ж подовжує гальмівний шлях автомобіля.
3. Вібрація спричиняє нерівномірне навантаження на шину, через що вона швидше зношується.
4. Навіть найменша вібрація передається керму, це відчуває водій, особливо у тривалих поїздках. Наприклад, дисбаланс 14-дюймового колеса в 20

г на швидкості 100 км/год впливає на шину так само, як удари молотком вагою 3 кг зі швидкістю 800 уд./хв.

Усього цього можна уникнути, якщо вчасно здійснити балансування. Літня шина має проходити процедуру через кожні 10 тис. км, а зимова — через 5 тис. км.

Навіть Київ, де обслуговування автомобілів розвинене добре, не може гарантувати, що вам добре відбалансують колеса в будь-якому шиномонтажному сервісі. Вартість обладнання, на якому можна обслуговувати диск і шину будь-якого розміру та конструкції, дуже висока. Тому майстерні комплектуються станками, що здатні обслужити найпопулярніші автомоделі.

Як правило, на СТО встановлюється стаціонарний станок, на якому визначається баланс знятого колеса. Він калібрується на рівень точності балансування 1 г, 5 г, 10 г. Зазвичай в сервісних центрах застосовується середній варіант калібрування, оскільки він підходить для більшості сучасних моделей авто, чиї власники рідко перевищують рекомендовані швидкості. Якщо ж мова йде про спортивні машини або автомобілі любителів швидкої їзди, для них необхідно балансувати колеса з точністю 1 г.

Універсальність станків залежить також від кількості схем розташування вантажів. Чим їх більше, тим більший спектр моделей, які здатний обслуговувати станок. Просте й порівняно дешеве обладнання працює з трьома-чотирма різновидами дисків. Проблема в тому, що різні моделі коліс із литими дисками мають нерівномірну щільність, через що їх складно збалансувати.

Останнім часом використовується 3D-обладнання, що здійснює лазерну діагностику як зібраного колеса, так і самого диска. Завдяки йому можна максимально точно помістити шину на диску, забезпечивши їхню взаємну компенсацію дисбалансів.

Вартість балансування коліс — зовсім не визначальний критерій оцінки якості наданої послуги. Звичайно, ціна на неї формується з вартості обладнання, досвіду майстра й низки інших показників. Але жодне коштовне обладнання не компенсує кваліфікації персоналу та навпаки. І якщо роботу

фахівців ще можна оцінити за зовнішніми ознаками, то в налаштуваннях станка розбереться не кожен автовласник. Водночас нульового балансу досягти не проблема, але не завжди це гарантує безпеку руху.

Тому віддавати свою машину на балансування коліс варто лише до перевіреного автосервісу.

Автомобільні колеса зазнають основного «удару» від постійної взаємодії з дорожнім покриттям у будь-яку погоду. Від стану й характеристик шин залежать маневреність, швидкість, керованість КТЗ, довжина гальмівного шляху. Як і будь-яка деталь автомобіля, колеса зношуються, а тому вимагають періодичної заміни. Коли варто звертатися в автосервіс для перевірки стану гуми і як довго прослужать ці вироби?

Стертий протектор або зношена ділянка гуми можуть спричинити неабиякі неприємності на дорозі. А тому необхідно:

- не рідше ніж раз на чотири роки оновлювати гуму, і немає значення, їздить авто або стоїть в гаражі — гума втрачає експлуатаційні якості навіть за умови неінтенсивного використання або під час зберігання;
 - два рази на рік встановлювати покришки, що відповідають сезону;
 - якщо знадобилася заміна колеса (наприклад, у разі проколу або критичної зношеності), поміняти варто й інші шини — найліпше показують себе в експлуатації автомобілі з однаковими шинами на всіх чотирьох колесах.
- Мається на увазі не лише чітка відповідність розмірам, заявленим автовиробником, важливі рисунок і глибина протектора, а також ступінь зношеності його виступів. Необхідно урахувати рівномірність зносу протектора по його ширині. Зимою та влітку вирішують різні завдання, щоб забезпечити автомобілю кращу керованість в різних погодних умовах і запобігти надмірному зношенню коліс. Вплив високої або низької температури, наявність рясних опадів, сніг або лід на дорозі диктують вимоги до складу гуми, рисунка й глибини протектора. Сезонна заміна гуми забезпечить безпечне керування автомобілем і подовжить термін служби шин.

Зимова гума більш м'яка та стійка до впливу низьких температур, основна вимога — щоб вона не промерзала, не тріскалася, зберігала пластичність, забезпечуючи оптимальне зчеплення і зменшуючи гальмівний шлях. Гранична глибина протектора для використання в зимовий сезон становить 4 мм. Порогом температури використання такої шини визнана позначка +7 °С. За вищої температури гума стає надмірно м'якою та непридатною для безпечного руху.

Матеріал для теплої та спекотної пори року більш жорсткий, стійкий до впливу підвищеної температури навколишнього середовища, мінімально допустима глибина протектора — 1,6 мм. У разі значного зниження температури гума твердне й може тріскається, стаючи абсолютно непридатною для використання.

Альтернативою заміні раз на півроку може стати використання універсальної гуми — всесезонних покриттів, що поєднують якості літніх і зимових. З погляду заощадження такий хід може бути виправданий, якщо автомобіль застосовується нечасто. Експлуатаційні характеристики подібних виробів будуть лише задовільними: о теплій порі року універсальні шини поступаються літній гумі, а коли температура опускається нижче за нуль, зимова гума однозначно виграє.

1. Регулярно вимірювати глибину протектора, у разі наближення до гранично допустимої позначки — замінити.
2. Перевіряти показники внутрішнього тиску під час діагностики на СТО.
3. Використовувати шини відповідно до сезону.
4. Забезпечити збереження комплекту попереднього сезону.
5. Здійснювати перестановку коліс під час зміни шин після одного або декількох сезонів експлуатації.

Довірте турботу про ваш автомобіль фахівцям «Бош Сервіс Автопростір». На будь-якій станції вам запропонують:

- великий вибір варіантів літньої, зимової або всесезонної гуми;

- професійні й докладні консультації щодо особливостей експлуатації та терміну служби обраних варіантів;
- допомогу в підборі коліс, що підходять за розміром і потрібними характеристиками, рекомендації щодо співвідношення між ціною та якістю виробів;
- організацію правильного зберігання сезонних шин;
- весь комплекс послуг із діагностики стану коліс, балансування, чищення або заміни (рис. 1.9).

Повний перелік робіт, вартість комплектуючих і терміни виконання замовлення узгодять із вами під час першого візиту.



Рисунок 1.9 - Виконання процесу заміни еластичного рушія

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 вагоме 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. 1.10).

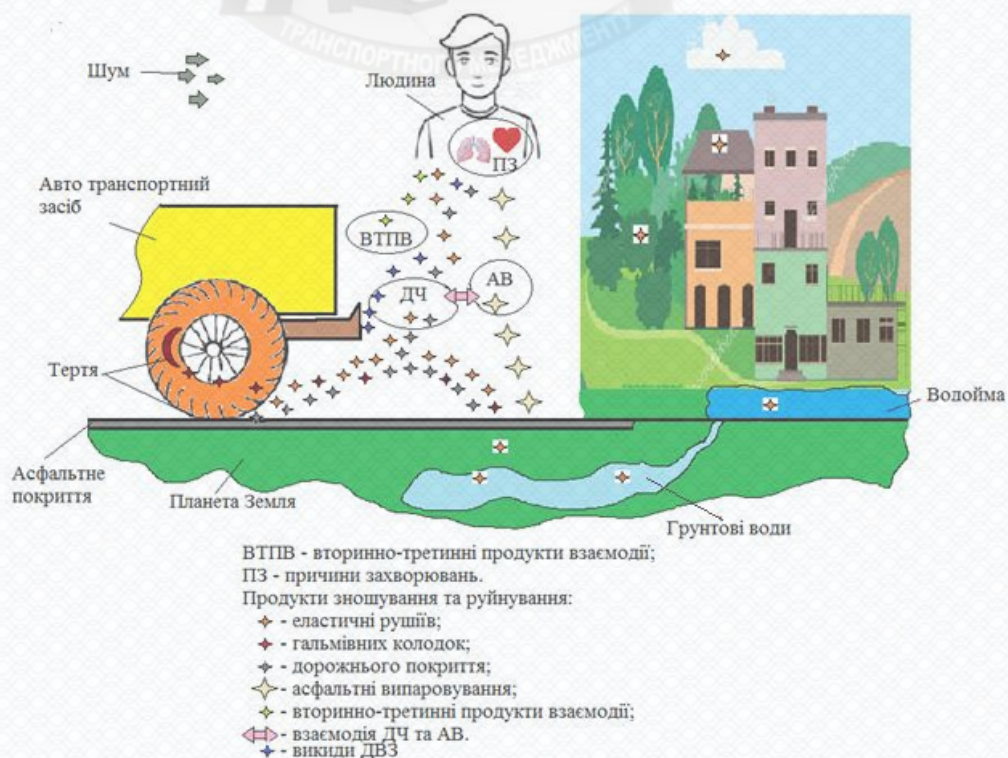


Рисунок 1.10 – Візуалізація впливу негативних викидів на людину та природу

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 до розділу 1

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 системи шинних робіт 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 КТЗ по опорній поверхні доріг, що знаходяться в зоні тяжіння СТО «Бош Сервіс Автопростір». Вибрані наступні складові системи (рисунок 2.1):

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

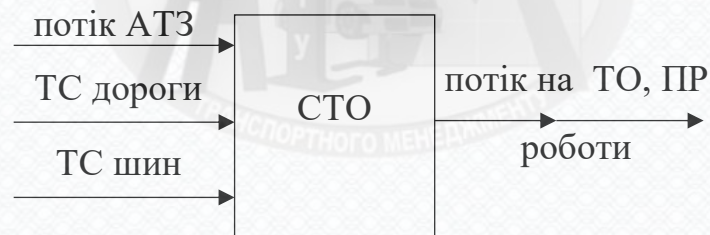


Рисунок 2.1 – Модель системи, що створює потік КТЗ на шинні роботи

Згідно спостережень під час практики, середня інтенсивність переміщення легкових АТЗ з раптовими відмовами 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 повинен бути імовірносним. 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:

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

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 величних 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:

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

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

Щільність розподілу часу обслуговування або ремонту дорівнює:

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

Математичне очікування часу обслуговування (ремонту) дорівнює:

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

Звідси:

$$\mu_i = \frac{1}{t^*}, \frac{1}{\sigma_0}.$$

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:

$$W_{отн} = \frac{\mu \cdot x}{N_c}. \quad (2.13)$$

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

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

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:

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

Різниця $\tilde{\mu}_i - \bar{N}_{ci}$ 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 $1 < W_{OTH} < 2$.

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:

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

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:

$$K_3 = \frac{X_3}{x} = \frac{\rho}{x}. \quad (2.24)$$

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 напері часу t_x :

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

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 (ремонт):

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

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 напруження на відмову і імовірність безвідмовної роботи.

Загальне число вимог, які надходять у систему:

$$M_o = M_x + M_{об} = M_x + \rho. \quad (2.27)$$

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 в послідовності яка, яка наведена 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:

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

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 (ремонт) 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 технічного обслуговування. Але слід обґрунтувати чисельно окремі складові для зменшення помилки.

2.10 Обґрунтування вартості втрат

Визначення кількості універсальних постів СТО по величині мінімальних сумарних втрат відносяться до ефективних господарських економічних методів управління динамічними системами. Останні можуть мати різну кількість значущих вхідних факторів. У моделі, що розглядається, це є наступні:

- кількість колісних транспортних засобів, які знаходяться в полі тяжіння станції технічного обслуговування міста Вінниці, (дивись рисунок 2.1);
- технічний стан поверхні дороги в означеній зоні тяжіння;

-технічний стан еластичних рушіїв колісних транспортних засобів в їх зоні тяжіння (як правило це шини з первинними проявами руйнування у вигляді проколів, порізів, тріщин тощо).

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 в їх полі господарський розрахунок, матеріальна зацікавленість, ціноутворення. Поєднання економічних методів це міцний механізм управління.

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 варіанті прикладу втрати обґрунтовуються з урахуванням системних втрат.

Категорія «ефективність» є багатовекторною і широко використовується при розгляді технічних систем. Існує біля 20-ти різновидностей її вдалого оцінювання. Наприклад, ефективними можуть бути вчасний приїзд робітника для виконання важливих функцій або швидке розв'язання важкої задачі. Ефективною може бути перемога в спортивному змаганні.

2.11 Результати розрахунків

В таблиці 2.1 наведені результати розрахунків кількості універсальних постів, призначених для виконання технічних впливів з технічної експлуатації автомобілів.

Таблиця 2.1 – Розрахунок кількості постів за мінімумом сумарних витрат

№ п/п	Найменування па- раметра	Позна- чення	Формула для розрахунку	Отримане значення	Оди- ниця вимі- рю- вання
1	2	3	4	5	6
1	Загальний добовий вхідний потік на комплекс	N_C		10	$\frac{\text{авто}}{\text{добу}}$
2	Час роботи ком- плексу	T		8	год.
3	Загальний годин- ний вхідний потік на комплекс	N_r	$N_r = \frac{N_C}{T}$	1,25	$\frac{\text{авто}}{\text{добу}}$
4	Вхідний потік ав- томобілів в зону ремонт	$N_{\text{ПР}}$	$N_{\text{ПР}} = 0,8N_r$	1,0	$\frac{\text{авто}}{\text{добу}}$
5	Середньоквадрати- чне відхилення вхідного потоку	σ_K	$\sigma_K = \sqrt{N_{\text{ТР}}}$	1,0	
6	Трудомісткість виконання робіт по ремонту	$t_{\text{ПР}}$		4,15	люд-год
7	Кількість робітни- ків на універсаль- ному пості	$P_{\text{П}}$		2	люд
8	Середній час об- слуговування на пості	t_i^*	$t_i^* = \frac{t_{\text{ПР}}}{P_{\text{П}}}$	1,5	год
9	Середньоквадрати- чне відхилення часу обслугову- вання	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	$\rho = \frac{N_{\text{ПП}}}{\mu}$	1,5	$\frac{\text{авто}}{\text{год}}$
12	Можлива кількість універсальних постів	X	$N_{\text{ПП}} < \mu X$	$X=2$ $X=3$ $X=4$	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	Z2	Згідно рекомендацій	I варіант	20
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	I варіант $C_U=55,6$ $C_U=22,7$ $C_U=28,7$ II варіант $C_U=24,7$ $C_U=13,1$ $C_U=18$	$\frac{\text{грн}}{\text{год}}$

На підставі отриманих даних будуюмо залежність сумарних витрат від кількості універсальних постів ремонту, звідки можна побачити, що мінімальні сумарні витрати забезпечуються при кількості постів, яка дорівнює:

У першому варіанті – 3

У другому варіанті – 3

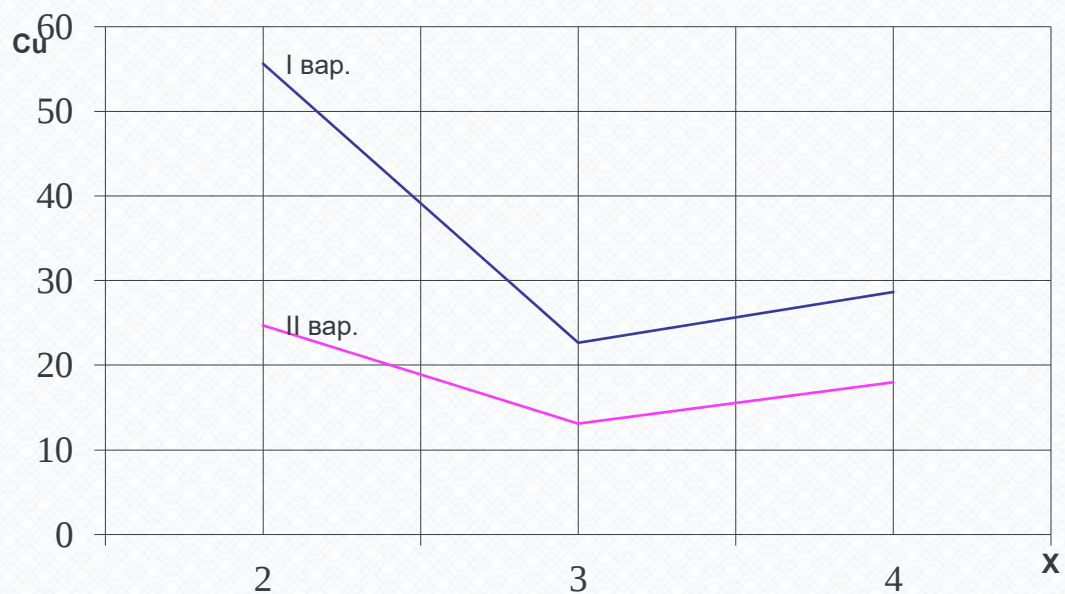


Рисунок 2.2 – Залежність сумарних витрат від кількості постів

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.

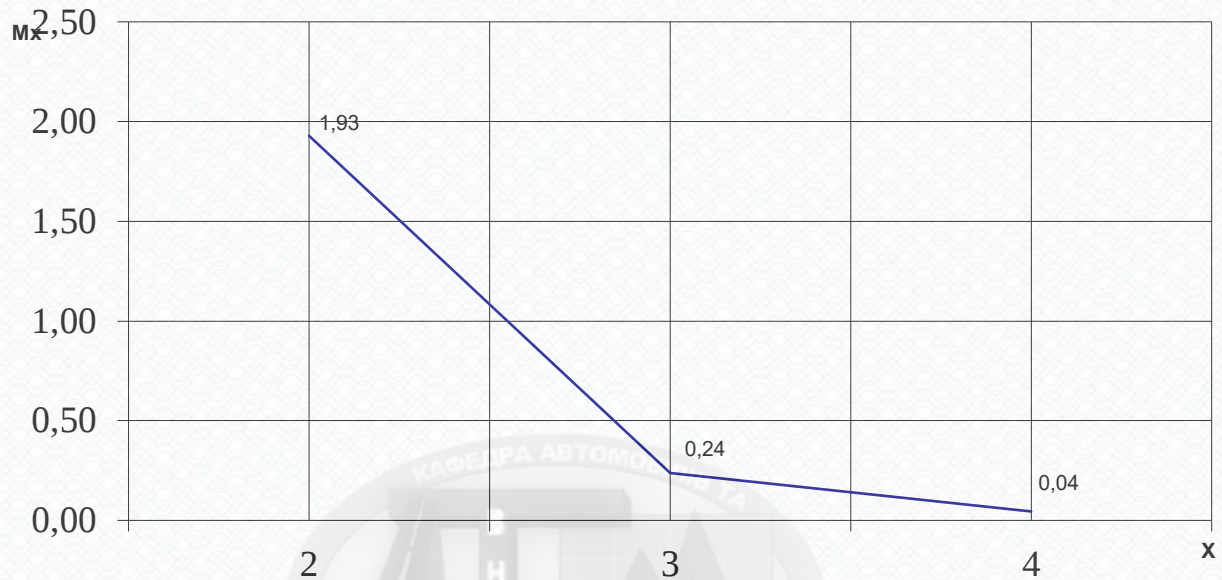


Рисунок 2.3 – Залежність довжини черги від кількості постів

2.12 Шинний комплекс на СТО

Шинний комплекс на СТО призначений для виконання наступних технічних впливів: демонтажу й монтажу коліс і шин; заміни покриттів; 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 прибирально-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 [10,11].

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 використання системи з випромінюванням [13] або ретельного огляду із зовнішньої й внутрішньої сторін із застосуванням механічних борторозширювачів. Сторонні предмети, що застрягли в протекторі і боковинах шин, видаляють за допомогою плоскозубців 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 2.5.

Таблиця 2.5 – Технологічне обладнання шинного комплексу

Найменування обладнання	Тип, модель	Площа одиниці, м ²	Кількість, од	Загальна площа, м ²
1.Стенд для демонтажу шин. Стационарний 1850х1160х1740	VAS 5214	2,146	1	2,146
2.Стенд для балансування коліс. Стационарний 1000х700х800	VAS 6285	0,7	1	0,7
3.Вогнегасник вуглекислотний. Ємність – 5 л. Маса – 14 кг	OY – 5	—	1	—
4.Стенд регулювання кутів установки коліс на основі 3D вимірювань. 3000х400х2200	Hunter DSP60 0	1,2	1	1,2
5.Комп'ютерна система виміру кутів установки коліс. 1000х1000х1200	VAS 6292	1	1	1
6. Слюсарний верстат. 1250х800		1	1	1
7.Вогнегасник повітряно – пінний. Ємність – 5 л. Маса – 4 кг	ВПП	—	1	—
8.Шафа інструментальна. Пересувна 700х500		0,35	1	0,35
9.Сушка для коліс. 1500х2000		3	1	3
10.Лінія діагностики ходової частини Bosch.				

2.14 Висновок 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.

З ОЦІНКА ЗНАЧУЩОСТІ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ЖОРСТКІСТЮ ШИН ТА КУРСОВОЮ СТІЙКІСТЮ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

3.1 Аналіз впливу руйнування на жорсткість шин

В розділі спочатку розглянута випадкова зміна жорсткості шин, яка ініціюється руйнуванням структури еластичного рушія. Порушення цілісності означеного виробу спостерігається під час кочення коліс автомобіля при зношеному біля 50 – 60 відсотків рисунку протектора. У розглядаємому випадку більш жорстке і тонке коло шини зустрічається з гострими твердими предметами, що випадково «розкинуті» по опорній поверхні дороги. Відсутність суттєвої м'якої частки бігової доріжки не дає можливості поглинути небезпечний елемент. У такому випадку водій не може вчасно зреагувати на раптову дію перешкоди і може скоїтися руйнування еластичного рушія:

- з великою імовірністю первинні види порушення цілісності(прокол, поріз, пробій, вирив тощо) (рисунок 3.1);
- менш імовірні розриви каркасу (рисунок 3.2), які можуть привести до ДТП з тяжкими наслідками.



а



б

Рисунок 3.1 - Первинні види руйнування



а



б

Рисунок 3.2 – Шини автомобілів з розривом каркасу

Названі вище первинні види руйнування (а - прокол, б - вилив) можуть обумовити у будь-який момент подальшого переміщення автомобіля, розрив його рушія (а - наскрізний, б - кільцевий або інший) і, як наслідок, відцентрова сила виносить КТЗ з траєкторії його руху на зовсім інше місце дороги або на обочину. Таким чином, порушення жорсткості шини під час його кочення є випадковою подією, яка може обумовити кардинальну зміну курсової стійкості руху.

Руйнування еластичного рушія авто може мати також чинники, що закладені ще при проектуванні еластичного шару шини. Нижче, розглянута спроба дати молекулярне пояснення особливостям механічного поведінки гум, наповнених активним наповнювачем, зроблена в роботі [6]. Автор виходить з уявлень про адсорбції макромолекул каучукової матриці на активній поверхні частинок наповнювача. Сенса моделі в тому, що адсорбовані ланки макромолекули при розтягуванні гуми не рвуться, як в моделі з хімічними зв'язками (рисунок 3.3), а десорбуються, продовжуючи витримувати деяке навантаження (рисунок 3.4).

Вважається, що з цієї причини і відбувається проявлятися на практиці значне підвищення міцності композиту (гуми). Детально модель описана в роботі [6].

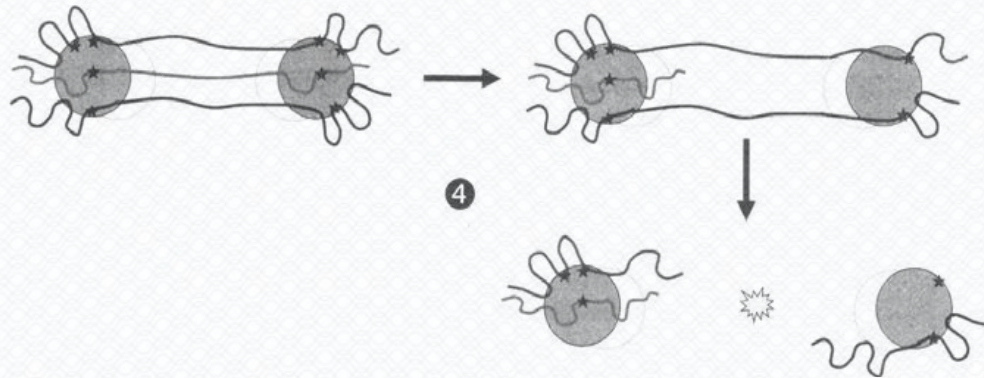


Рисунок 3.3 - Модель процесу руйнування гуми при хімічному зв'язку макромолекул з поверхнею наповнювача

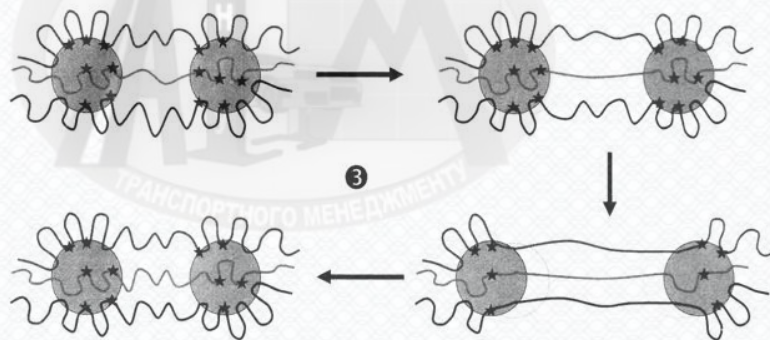


Рисунок 3.4 - Модель «молекулярного прослизання», поведінка макромолекул при розтягуванні і скорочення.

При всій своїй наочності, очевидності і фізичної обґрунтованості до зазначеної моделі можна пред'явити суттєве зауваження. Сенс його в тому, що сила фізичного взаємодії адсорбованих сегментів макромолекули з активною поверхнею на порядок менше сил хімічних взаємодій, які і визначають міцність еластомеру. З цього випливає, що десорбується макромолекули не можуть бути натягнуті з силою, близькою до міцності одного ланцюга. Це було продемонстровано в розрахунках. В цілому, різні стадії руйнування наведено на рисунку 3.5.

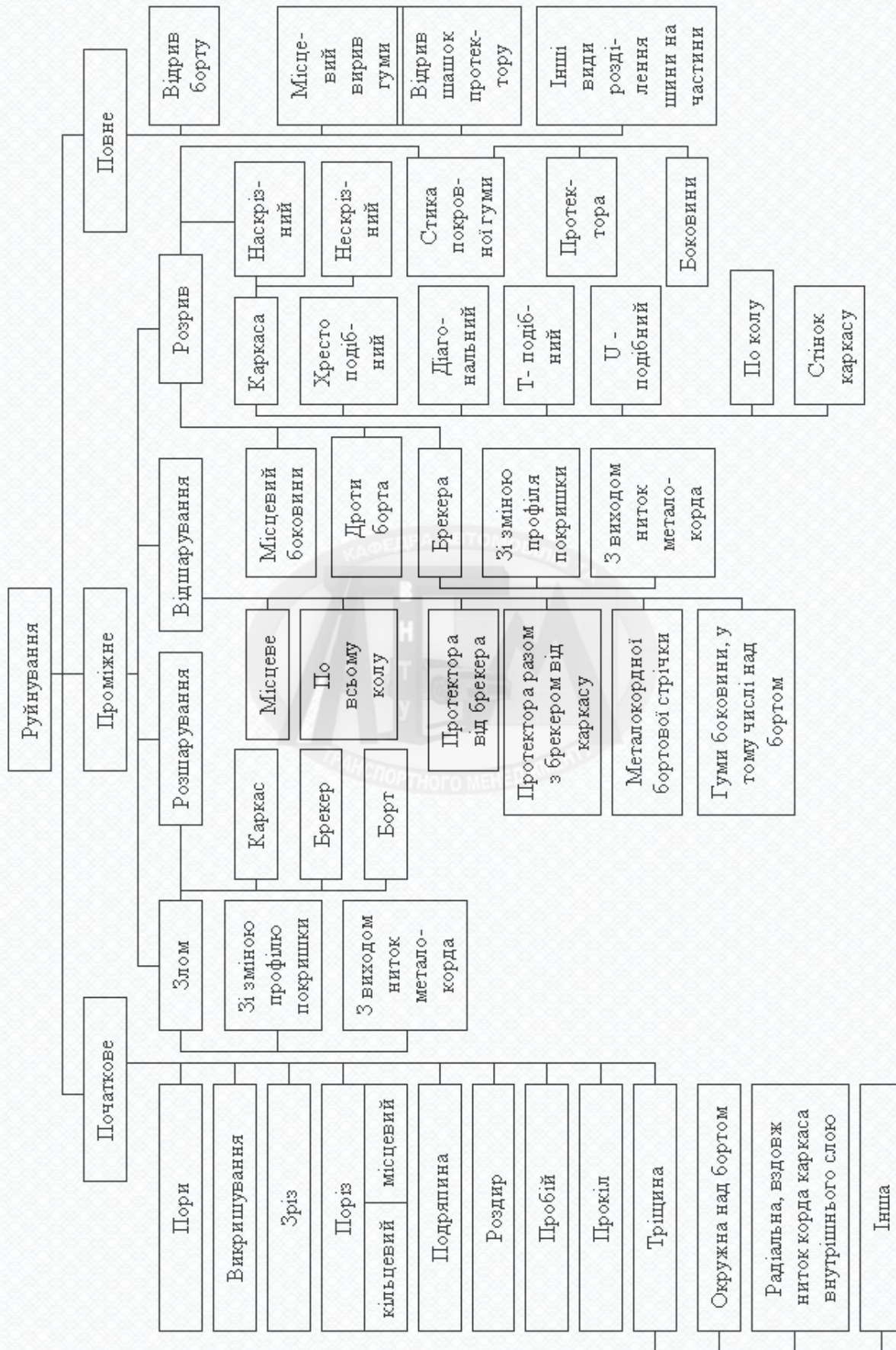


Рисунок 3.5 – Стадії руйнування шин

За результатами спостережень виявлено сукупність видів зносу протектора шин. Руйнування і знос змінюють жорсткість шин.

Нижче розглянуто другий компонент завдання на магістерську кваліфікаційну роботу - поняття стійкість руху.

3.2 Розгляд поняття стійкість руху АТЗ

Поняття «стійкість» автомобіля вперше з'явилося в 30-х роках минулого сторіччя в роботах академіка Є.О. Чудакова, але це поняття не трактувалося тоді як окрема експлуатаційна властивість автомобіля, а тільки як фактор, що впливає на тягові та гальмівні властивості [6]. Але вже в 1935 р. академік Є.О. Чудаков відносить стійкість до основних експлуатаційно-технічних властивостей АТЗ і характеризує це поняття, як здатність автомобіля протистояти бічному ковзанню його осей в різних напрямках.

Дослідження стійкості руху автомобіля розділяють на два етапи. Перший етап – повне ігнорування математичної теорії стійкості: конструктори займались забезпеченням, і розрахунком тільки міцності та динамічних властивостей автомобіля. При зростанні швидкості руху АТЗ була виявлена нестійкість, коли автомобіль ще не перекидається. Подальші дослідження цього питання відкрили шлях другому етапу – розвитку досліджень стійкості руху автомобіля з використанням математичної теорії стійкості. Значний внесок для цього зробив Я.М. Певзнер.

В Україні роботи по дослідженню стійкості руху автомобілів набули подальшого розвитку, що стало можливим завдяки роботам Л.Г. Лобаса та В.Г. Вербицького. Також продовжуються роботи по стійкості автопоїздів, серед яких є роботи В.П. Сахно [6] Проблема маневреності та стійкості КТЗ присвячена робота М.І. Загородного.

Основними параметрами призначення (показниками його здатності виконувати свої функції) для всіх міських автомобілів є габаритні розміри,

масові параметри, швидкісні та динамічні характеристики, параметри виконуваної транспортної роботи та ін. У залежності від умов експлуатації (транспортних і дорожніх) на перший план виходять різні параметри, а саме пасажиромісткість, темп пасажирообміну, динаміка розганяння, стійкість, керованість, а для міських особливо великих, крім того, маневреність.

Не дивлячись на доволі велику кількість робіт зі стійкості руху автомобіля, відсутнє чітке та єдине трактування курсової стійкості руху. В даній роботі для того, щоб визначити спеціальне поняття, яке характеризує одну із сторін стійкості автомобіля (курсону стійкість руху), пропонується із загального визначення стійкості виключити здатність автомобіля протистояти зовнішнім силам, що прагнуть визвати ковзання (бічне) коліс та перекидання автомобіля, а також замінити зовнішні сили на збурюючі. Крім цього, пропонується відокремити курсову стійкість руху від траєкторної і розглядати їх окремо.

Таким чином, КСР автомобіля – це властивість автомобіля зберігати заданий напрямок руху, шляхом протидії збурюючим впливам, які прагнуть відхилити автомобіль від цього напрямку.

Курсова стійкість руху автомобіля значуще пов'язана з поняттям “напрямок руху”, під яким розуміють напрямок зображення поздовжньої осі автомобіля. Для того, щоб оцінити дійсний напрямок руху, необхідно ввести систему (або системи) координат, версію наведено на рис. 3.6.

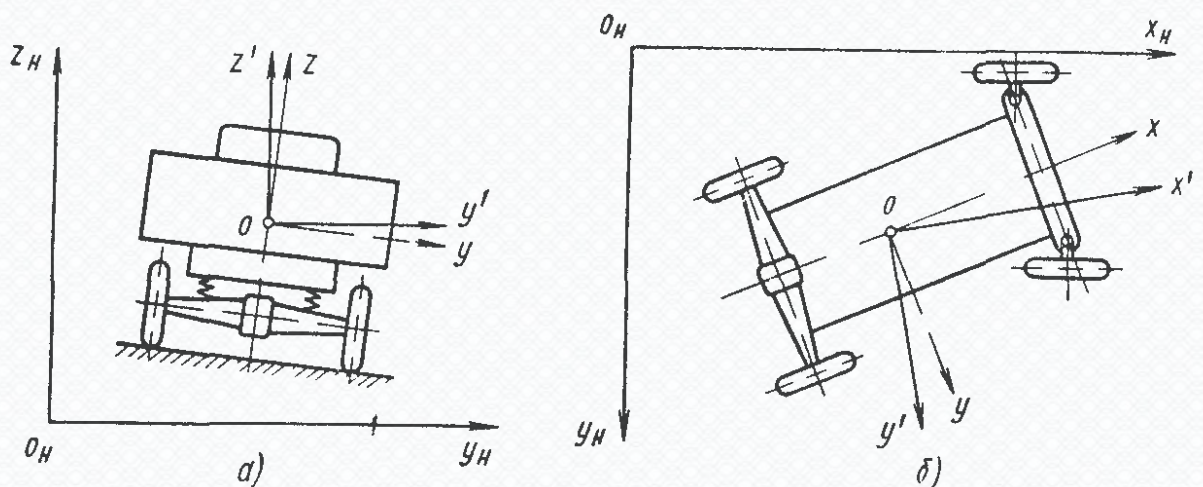


Рисунок 3.6 - Розташування різних систем координат та осей автомобіля:

Позначення $x_n y_n z_n$ – це нерухома в просторі система координат; $x' y' z'$ – система координат, яка переміщується поступально разом з автомобілем; $x y z$ – рухома система координат, що пов'язана з АТЗ; Ox – поздовжня вісь авто.

Основними параметрами призначення (показниками його здатності виконувати свої функції) для всіх міських автомобілів є габаритні розміри, масові параметри, швидкісні та динамічні характеристики, параметри виконуваної транспортної роботи та ін. У залежності від умов експлуатації (транспортних і дорожніх) на перший план виходять різні параметри, а саме пасажиромісткість, темп пасажирообміну, динаміка розганяння, стійкість, керованість, а для міських особливо великих, крім того, маневреність. Основними параметрами призначення (показниками його здатності виконувати свої функції) для всіх автомобілів є габаритні розміри, масові параметри, швидкісні та динамічні характеристики, параметри виконуваної транспортної роботи та ін. У залежності від умов експлуатації (транспортних і дорожніх) на перший план виходять різні параметри КТЗ, а саме пасажиромісткість, темп пасажирообміну, динаміка розганяння, стійкість, керованість, а для міських особливо великих, крім того, маневреність.).

На курсову стійкість руху автомобіля значуще впливають шини, оскільки вони є з'єднувальною ланкою між дорогою та автомобілем. Один й той самий автомобіль, з одними й тими ж елементами підвіски і кермового керування, в залежності від характеристик шин може мати незадовільні або раціональні показники стійкості (рисунок 3.7)

Серед характеристик шин, що здійснюють вплив на КСР автомобіля, вирішальними є бічне відведення, стабілізуючий момент, бічна та кутова жорсткості. Слід урахувати особливості зміни цих характеристик в залежності від зміни навантаження на колесо, тиску повітря в шині тощо. Серед перелічених характеристик шин найбільшої уваги заслуговує бічне відведення колеса.

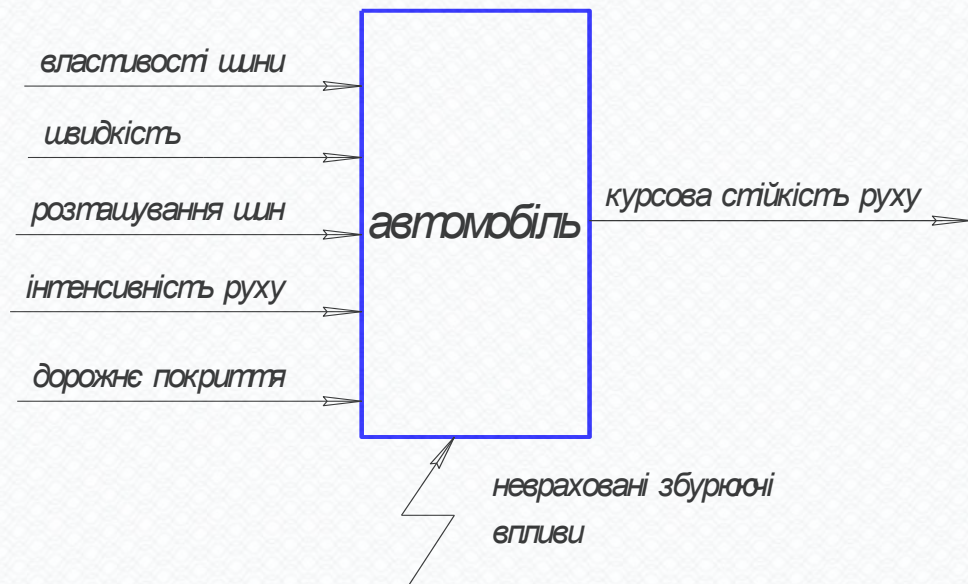


Рисунок 3.7 - Модель дії факторів, які порушують КСР автомобіля

Якісна теоретична оцінка стійкості виконується на основі загальної теорії стійкості руху О. М. Ляпунова [7].

Якщо існує динамічна система

$$\dot{x} = f(x), \quad x = x_1, \dots, x_n, \quad (3.1)$$

то стаціонарний стан або положення рівноваги x_{ss} визначається вирішенням системи рівнянь $f(x_{ss}) = 0$.

Згідно О.М. Ляпунова [6], стаціонарний стан x_{ss} системи (3.1) є стійким, якщо для будь-якого моменту часу t_0 і довільно малого ε існує така нерівність $\delta_{t_0, \varepsilon} > 0$, що для будь-якого рішення $x(t)$ тієї ж системи, початкове значення якого задовольняє нерівність

$$|x(t_0) - x_{ss}| < \delta_{t_0, \varepsilon} \quad (3.2)$$

при всіх $t > t_0$ виконується нерівність

$$|x(t) - x_{ss}| < \varepsilon. \quad (3.3)$$

Якщо існує хоча б одна траєкторія, що не задовольняє цим умовам, то стаціонарний стан x_{ss} нестійкий: існує який завгодно малий окіл ε , такий, що при будь-якому δ знайдуться $t^*, x(t_0)$:

$$|x(t_0) - x_{ss}| < \delta_{t_0, \varepsilon}, \text{ такі, що } |x(t^*) - x_{ss}| \geq \varepsilon. \quad (3.4)$$

Стаціонарний стан x_{ss} є асимптотично стійким, якщо він стійкий згідно О.М. Ляпунова і, крім того, всі рішення $x(t)$, що виходять наближаються до x_{ss} при $t \rightarrow +\infty$.

За умови асимптотичної стійкості деякого стаціонарного режиму (u^*, ω^*) площинної моделі автомобіля слідує, що при достатньо малих початкових збуреннях по означеним двом фазовим швидкостям $(u^* + \Delta u, \omega^* + \Delta \omega)$, система, з часом, повернеться до відповідного стаціонарного режиму (збурення $\Delta u, \Delta \omega$ «згасають»).

Нижче, продовжується аналіз впливу шини на стійкість руху АТЗ.

3.3 Особливості характеристик шин щодо впливу на стійкість кочення колеса

Шина – це елемент колеса, що має геометричну форму, зазвичай, близьку до кільця з різною формою перетину, та складну конструкцію, і виконаний із матеріалів, які суттєво відрізняються за властивостями. Елементи з різноманітних матеріалів повинні надійно взаємодіяти й контактувати один з одним і всі разом, як єдиний виріб, виконувати функцію по динамічній взаємодії транспортного засобу з опорною поверхнею [8].

Рациональна силова взаємодія колеса з поверхнею є останньою

(фінішною) операцією, для забезпечення якої працюють всі основні агрегати, механізми й системи транспортних засобів [1]. На курсову стійкість руху автомобіля значуще впливають шини, оскільки вони є з'єднувальною ланкою між дорогою та автомобілем. Один й той самий автомобіль, з одними й тими ж елементами підвіски і кермового керування, в залежності від характеристик шин може мати незадовільні або раціональні показники стійкості (див. рисунок 4.7). Найважливішою характеристикою шини, яка, власне кажучи, поєднує в собі бічну і кутову жорсткості, що сумісно формують бічне відведення колеса, яке найбільше впливає на КСР авто. Означену характеристику відкрито у 1925 р. і з того часу цьому явищу приділялося та продовжує приділяється багато уваги. Бічне відведення еластичного рушія порушує однозначність зв'язку між зміною напрямку руху автомобіля та траєкторією переміщення його точок.

Взагалі, розглядаються два способи пояснення явища відведення. В роботах XX-го сторіччя відведенням називається відхилення траєкторії еластичного колеса від площини обертання колеса на кут деякий кут .

У пізніших роботах відведенням еластичного колеса називається відхилення вектора лінійної швидкості від його повздовжньої проекції на кут δ при коченні без ковзання під дією бічних сил (рис. 3.8).

Експериментально доведено про наявність ковзання при будь-якому значенні бічної сили, навіть - близькому до нуля, а також доведено факт неспівпадання кривизни лінії осі шини в зоні контакту з кривизною траєкторії руху рушія. Для знаходження залежності $Y = f(\delta)$, що найбільш повно відображає явище відведення, витрачено велику кількість теоретичних і експериментальних досліджень. Існують рівняння, що зв'язують бічні сили з кутами відведення і отримані для заміни реальної шини однією з існуючих пружних моделей (математично вірних) є недостатньо точними або дуже складними і незручними для використання їх для дослідження керованості та стійкості переміщення автомобіля.

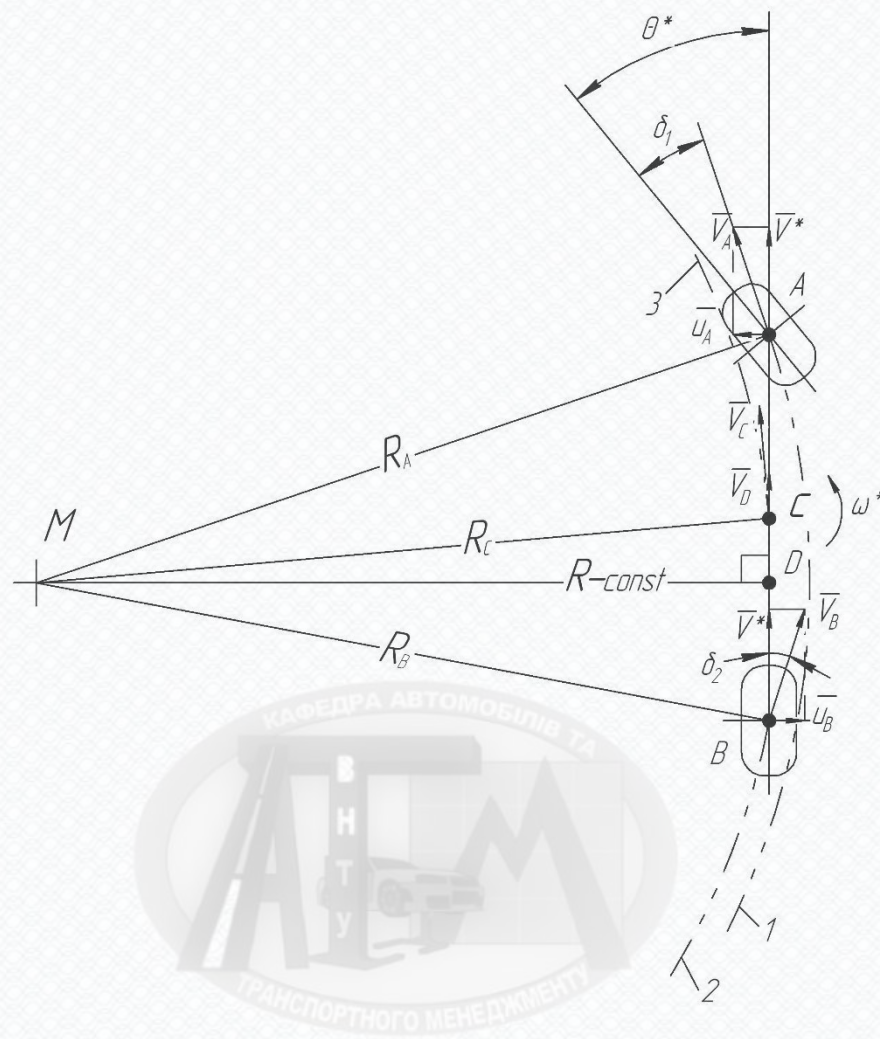


Рисунок 3.8 - Кінематична схема обертання велосипедної моделі АТЗ за коловою траєкторією: θ^* – кут повороту передньої шини (правого борту);

δ_1 та δ_2 – кути відведення передньої і задньої осей; А, В, С – центри (відповідно) переднього та заднього рушіїв і центр мас корпусу моделі;

Д – точка перехрещення перпендикуляру (R) та повздовжньої вісі і самої вісі (AB); М – миттєвий центр сукупності швидкостей; V_A , V_B , V_C , V_D – лінійні швидкості визначених точок, відповідно, А, В, С і D; 1, 2, 3 – позначення траєкторій поворотів, відповідно, центрів передньої, (точка А) і задньої осей моделі- точка (В), а також центру мас (точка С).

Були запропоновані наступні формули для розрахування переліку бічних сил :

$$Y = k_y \delta, \quad (4.5)$$

при умові, що

$$k_y = k_{y0} \varepsilon_\delta, \quad (4.6)$$

де k_{y0} – коефіцієнт опору відведенню, обов’язково в зоні лінійної залежності $Y = f(\delta)$

$$\varepsilon_\delta = \frac{\mu_\delta G_k \varphi}{k_{y0} \delta} \left(2 - \frac{\mu_\delta G_k \varphi}{k_{y0} \delta} \right), \quad (4.7)$$

де μ_δ – коефіцієнт, який залежить від форми контактної відбитку системи колесо-дорога і характеру розподілу елементарних нормальних реакцій: $\mu_\delta = 0,425$ – при рівномірному розподілі елементарних нормальних реакцій, $\mu_\delta = 0,5$ – якщо форма контакту прямокутна;

φ – коефіцієнт зчеплення рушіїв АТЗ з опорною поверхнею.

3.4 Аналіз технічної експлуатації щодо регулювання стійкості руху колісних транспортних засобів

В процесі технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) контролювати жорсткість шин і їх вплив на стійкість руху можливо шляхом вимірювання відведення АТЗ в цілому (рис 4.8), яке буде змінюватися на протязі життєвого циклу рушіїв автомобіля по-різному:

- поступово, зі зношенням протектору (слід спостерігати та регулювати рівномірність цього процесу);
- випадково і раптово, якщо досліджуються різні стадії руйнування.

На рисунку 3.9 наведений приклад перевірки параметрів стійкості руху

автомобілів на випробувальному майданчику, що пропонується створити в зоні стоянки АТЗ ПАТ. Виконується розмітка траєкторій переміщення центрів переднього і заднього мостів автомобіля за траєкторіями у вигляді кола (а). Вимірюється діаметр кола повороту (б).



Рисунок 3.9 - Площадка зони зберігання АТЗ для контролю стійкості руху автомобіля

У цих сценаріях розвитку процесу руйнування, для теоретичного опису, раціонально використати математичну статистику. В діючій практиці велику роль грають спостереження та чутливість водіїв.

Величина бічного відведення залежить від наступних факторів: розмірів та конструкції колеса; тиску повітря у шині; величин сил, що діють на колесо; швидкості руху автомобіля; форми траєкторії руху центра колеса; характеру прикладання сили та швидкості зміни цих сил; типу та стану дорожнього покриття.

Дорогу та її характеристики наведено нижче.

На початку розглянемо поняття «дорога» та необхідні параметри, які впливають на забезпечення курсової стійкості автомобіля.

Дорога призначена для пересування на КТЗ вантажів та пасажирів. Вона являє собою шлях сполучення по якому здійснюються переміщення

транспортних засобів. Саме дорога є головною складовою транспортної (дорожньої) інфраструктури.

Автомобільна дорога може мати багатоколійний, одноколійний, попутний а також зустрічний напрямок руху колісних транспортних засобів. Основним матеріалом, який використовується для доріг є асфальт.

Асфальт у перекладі з грецької позначає «гірська смола». Він містить суміш бітумів, концентрація яких залежить від виду асфальту. У природному гірському асфальті суміш бітумів - 60-75%, у штучному - 13-60%. Окрім того асфальт містить мінеральні матеріали, а саме гравій і пісок. В штучному асфальті, також застосовуються щебені або гравій, пісок і мінеральний порошок. Такі матеріали використовуються для влаштування покриттів на автомобільних дорогах.

Нижче представлені переваги асфальтового покриття.

1. Наявність ідеально рівної поверхні та необхідної шорсткості для утворення потрібного зчеплення з автомобільними шинами.
2. Властивість швидко тверднути, що є сприятливим при виконанні дорожніх робіт, в тому числі ремонтів. Таким чином, не потрібно на довгий час перекривати рух транспортних засобів.
3. Сприяє легкому нанесенню і зберіганню дорожньої розмітки, яка необхідна для учасників руху.
4. Легкість в проведенні ремонтів, а також при митті та прибиранні.

Самими важливими показниками, які характеризують стан покриття дороги є шорсткість та твердість. Надалі будемо аналізувати шорсткість. Вона є важливим фактором, що впливає на коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою. В результаті чого спостерігається вплив на стійкість руху транспортних засобів.

Поняття шорсткості покриття дороги наведено нижче.

Шорсткість дорожнього покриття являє собою сукупність різних нерівностей на поверхнях з достатньо невеликими кроками на базовій довжині.

Цей параметр вимірюється в мікрометрах (мкм). Шорсткість визначає головні експлуатаційні властивості твердого тіла та належить до його мікрогеометрії.

Нижче розглянуті поняття, які використовуються в дорожньому господарстві.

Шорсткий поверхневий шар володіє захисними і зчіпними властивостями та відповідною шорсткістю. Він являє собою спеціально створюваний шар на поверхні дороги. З іншого боку, шорсткість покриття дороги містить сукупність мікро- та макрошорсткості (спеціально створених борозенок) на покритті. Вони знаходяться в зоні контакту шини з поверхнею покриття автомобільної дороги.

Довжина лінії розміром 180 або 360 мм, яка проведена перпендикулярно або вздовж смуги нахату в базовій площині контакту шини автомобіля з покриттям дороги називається базовою довжиною лінії.

Площина поверхні на колесі автотранспортного засобу, яка знаходиться в зоні контакту з шорсткісними елементами розуміється, як базова.

Середнє значення відстаней між елементами макрошорсткості в межах базової довжини або вершинами шорсткості макроелементів називається кроком шорсткості (середнім).

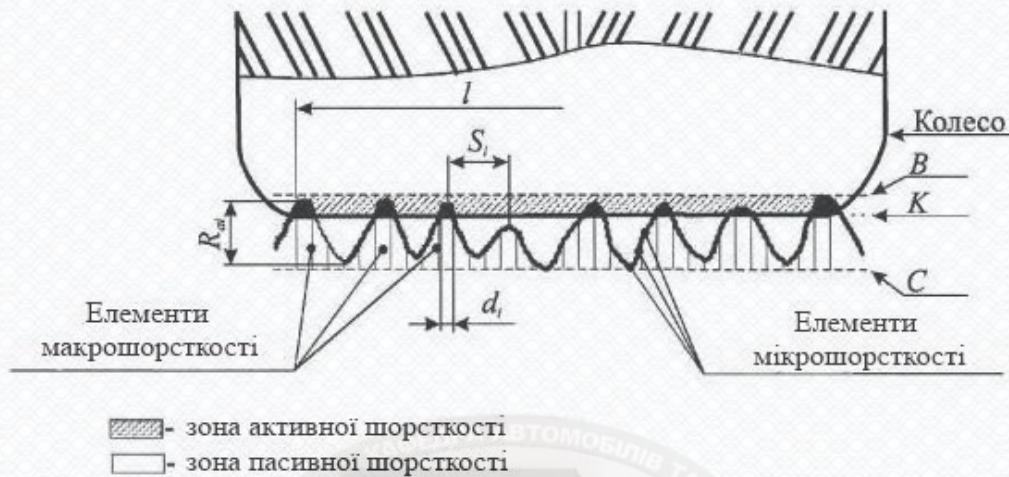
Брудне та мокре дорожнє покриття, в тому числі вкрите сніговими покривами, розміром до 1 см характеризується несприятливими умовами для руху автомобілів та називається несприятливим станом покриття дороги.

Проаналізуємо параметри та елементи шорсткості, які діють в зоні контакту дороги з колесом (рис. 3.10) [6].

Запропоновані слідує позначення: K - основна площа поверхні автомобільного колеса в зоні контакту з шорсткісними елементами; C - площа великих западин профілю шорсткості у контакті з поверхнею шини; B - зона великих виступів профілю шорсткості у контактній зоні з поверхнею колеса; l - основна довжина, мм; D_m - розмір відбитка протектора шини для автомобіля, який розглядається, мм; S_i - крок виступів шорсткості в межах основної довжини, мм; d_i , - крок контакту автомобільної шини з поверхнею

покриття в межах основної довжини, мм; R_{ai} - задана глибина западин макрошорсткості, а саме відстань між западинами на вертикальній осі та проекціями суміжних вершин макроелемента шорсткості, мм

а)



б)

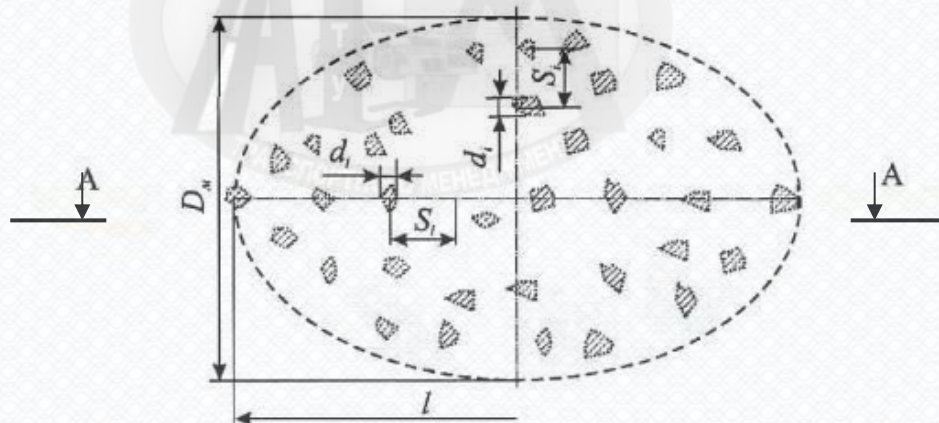


Рисунок 3.10 - Параметри шорсткості та її елементи в зоні контакту шини

а) вид збоку; б) вид зверху

Найчастіше, коли визначають стан покриття дороги оцінюють саме макрошорсткість. До її параметрів пред'являють наступні суперечливі вимоги:

- повинна бути якомога менша макрошорсткість, таким чином забезпечується найбільша площа контакту поверхні покриття дороги з протектором колеса;

- поверхня дороги повинна бути достатньо грубою для швидкого попередження аквапланування шляхом відводу води з площадки контакту.

В свою чергу, збільшення макрошорсткості призводить до підвищення шуму та зносу протектора, а також опору коченню колеса.

Макрошорсткість характеризується наступними головними параметрами: середньою висотою виступів; кроком нерівностей, який являє відстань між сусідніми вершинами нерівностей та середній крок нерівностей.

Застосовуються різні за функціоналом прилади для здійснення вимірювань параметрів шорсткості покриття дороги. Вони можуть бути, як контактні так і безконтактні

Існують різні методи визначення шорсткості дорожнього покриття.

Для виконання в дорожніх умовах експериментальних випробувань курсової стійкості руху, необхідним є проведення оцінки шорсткості опорної поверхні, параметри якої дозволяють аналізувати зчеплення автомобільного колеса з опорною поверхнею.

Існують певні вимоги до вибору методів визначення шорсткості. Вони повинні відповідати наступним вимогам: простота обладнання, матеріалу, приладів та оснащення; відповідність певним вимогам похибки вимірювань; використання передовими підприємствами при випробуванні колісних транспортних засобів; відносно простий технологічний процес.

Параметри текстури або шорсткості поверхні дорожнього покриття можна виміряти наступними методами: ультразвуковим, оптичним, лазерним, стереофотографічним, а також контактним.

Доречно розглянути метод, який називається «піщана пляма». Комплект обладнання «піщана пляма» є приладом, який включає плоский диск або штамп для розподілу піску діаметром 10 см, мірну ємність обсягом не менше 20 см³, мірну лінійку довжиною не менше 30 см та щітку. Для здійснення певних вимірювань необхідний чистий природній пісок з розміром часток не більше

0,2-0,3 мм, який знаходиться в повітряно - сухому стані; вода; швидкотверднучий цемент або гіпс.

При виконанні вимірювань на покриття висипають обсяг піску, який дорівнює 20-50 см³. За допомогою лінійки пісок необхідно рівномірно розподілити врівень з поверхнею виступів шорсткості для надання піщаній плямі форми прямокутника круга або квадрата. Далі маючи інформацію про обсяг піску та площу можна визначити середню глибину западин. Для того, щоб визначити висоту виступів, поверхню з піском оконтурюють, виконують його видалення з западин макрошорсткості за допомогою щітки та очищену поверхню покриття змащують технічним гліцерином. Послідовність дій для визначення висоти виступів має значення.

Після всього процесу з покриття знімають зліпок. Для цього з гіпсу (цементу або іншого аналогічного матеріалу) виготовляється рідке тісто. Воно розподіляється по поверхні за якою ведеться спостереження, шаром 1,0-1,5 см. Після спливання 5-7 хв зліпок відокремлюють з покриття та очікують 10-15 хв до повного затвердіння. Після наведеної вище процедури визначають обсяг заглиблень шорсткості, які дорівнюють обсягу виступів шорсткості. При цьому використовується метод «піщана пляма». Останнім є розрахунок середньої висоти виступів [8].

3.5 Експериментальне дослідження курсової стійкості руху автомобіля на дорожньому покритті

Мета експериментального дослідження – отримання характеристик руху КТЗ в дорожніх умовах. Іспити стосовно вивчення курсової стійкості руху проводилися в процесі руху автомобіля за колом. Загальна схема плану проведення експерименту наведена нижче (рис. 3.11).

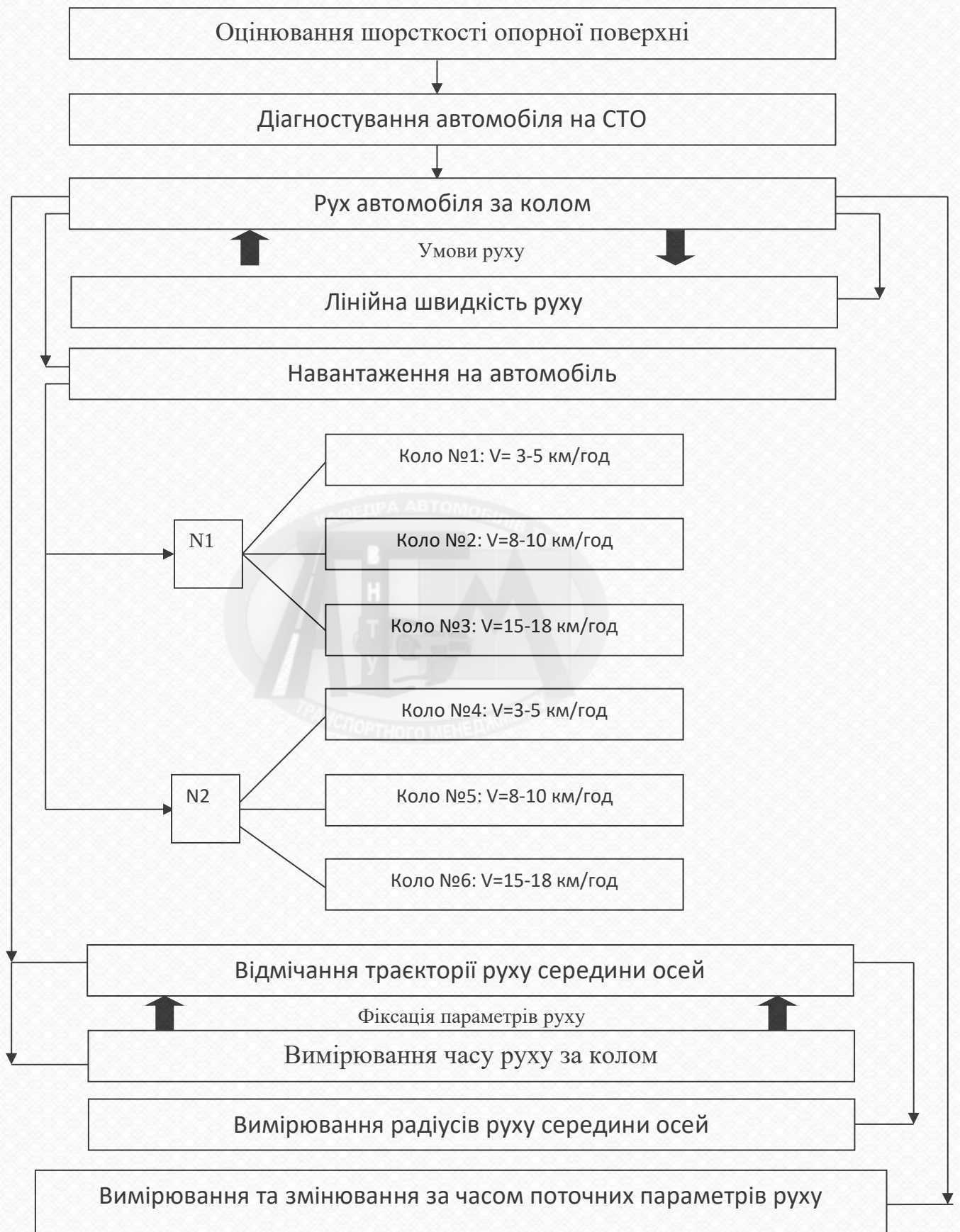


Рисунок 3.11 – Загальна схема проведення експериментального дослідження

Експеримент виконувався по плану та були створені конкретні умови руху автомобіля за колом, а саме:

- лінійну швидкість утримували при переміщенні АТЗ, послідовно, на трьох рівнях, відповідно, знаходженню автомобіля на траєкторіях кола 1,2 або 3:

- а) на рівні 3-5 км/год, що відповідає мінімально стійкому руху автомобіля;

- б) на рівні 8-10 км/год, що є середнім значенням швидкості при дослідях;

- в) на рівні 15-18 км/год, що визначалась за відчуттям експериментаторів, які знаходились в автомобілі – спостерігався знос задньої вісі та коливання пасажирів були максимальними;

- під час руху АТЗ створювалися два варіанти навантаження N1 та N2.

Опис основного вимірювального обладнання надано нижче.

Для визначення експериментальних даних були застосовані такі діагностичні та вимірювальні засоби:

- відмітчики траєкторії (гідравлічні);
- прилади для оцінки жорсткості поверхні ті її горизонтальності;
- пристрої для виміру висоти рисунку протектора;
- рулетка;
- лінійка;
- секундомір;
- фото – і відеоапаратура.

Для виконання експерименту використається вимірювальне устаткування. Відмітчики траєкторії (гідравлічні) являють собою систему, яка складається з декількох бачків з рідиною 1, трубопроводів 2 і кронштейна 3 закріпленого знизу автомобіля (рис. 3.12).

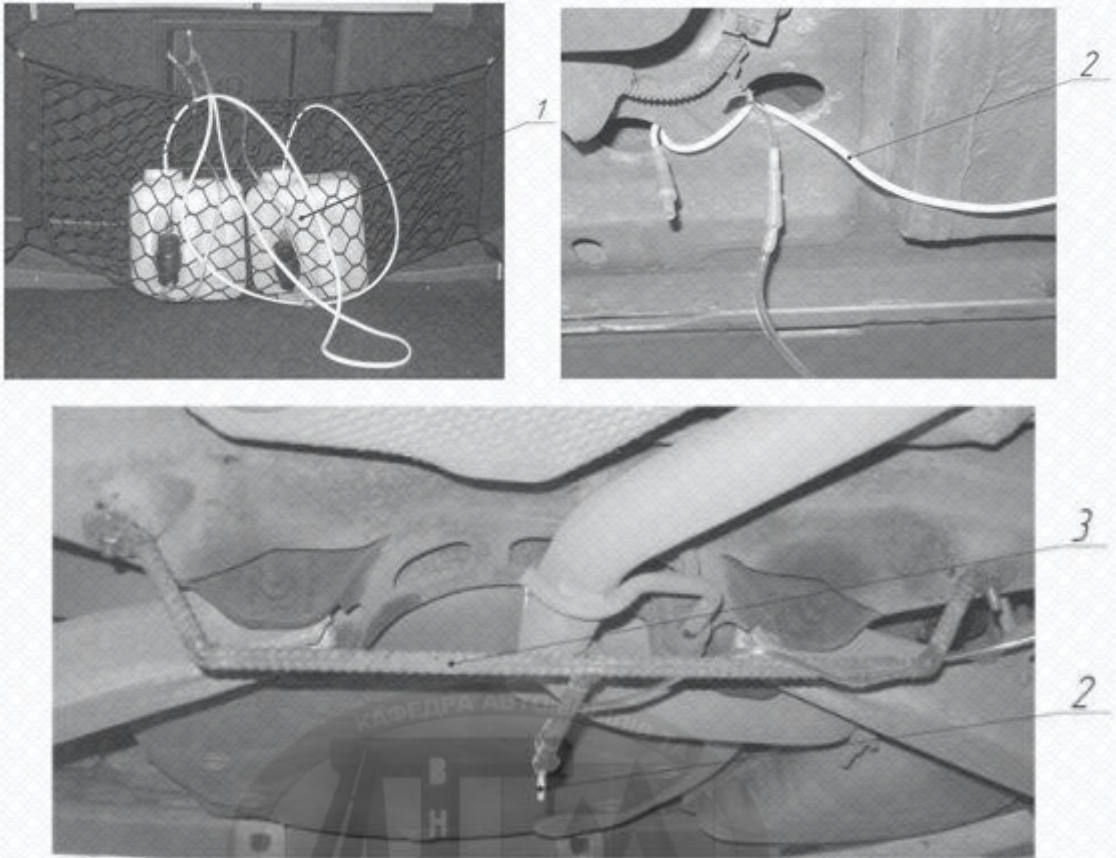


Рисунок 3.12 – Встановлення та кріплення гідравлічних відмітчиків

Для проведення експерименту був обраний горизонтальний майданчик з твердим покриттям (рис. 3.13).



Рисунок 3.13 - Майданчик для експерименту з рухомим автомобілем

Нижче розглянутий порядок оцінки шорсткості дорожнього покриття.

Був обраний метод піщаної плями для визначення шорсткості. Він по теперішній час ще використовується за кордоном та відповідає певним вимогам. Для визначення параметру шорсткості для дорожнього покриття були використані наступні інструменти: рулетка; пісок; ємність для піску; лінійка.

Нижче представлений порядок оцінки шорсткості.

1. Обрання довільно взятої ділянки автомобільної дороги з метою визначення шорсткості покриття. Запропоновано розглянути 3 ділянки (рис. 3.14).

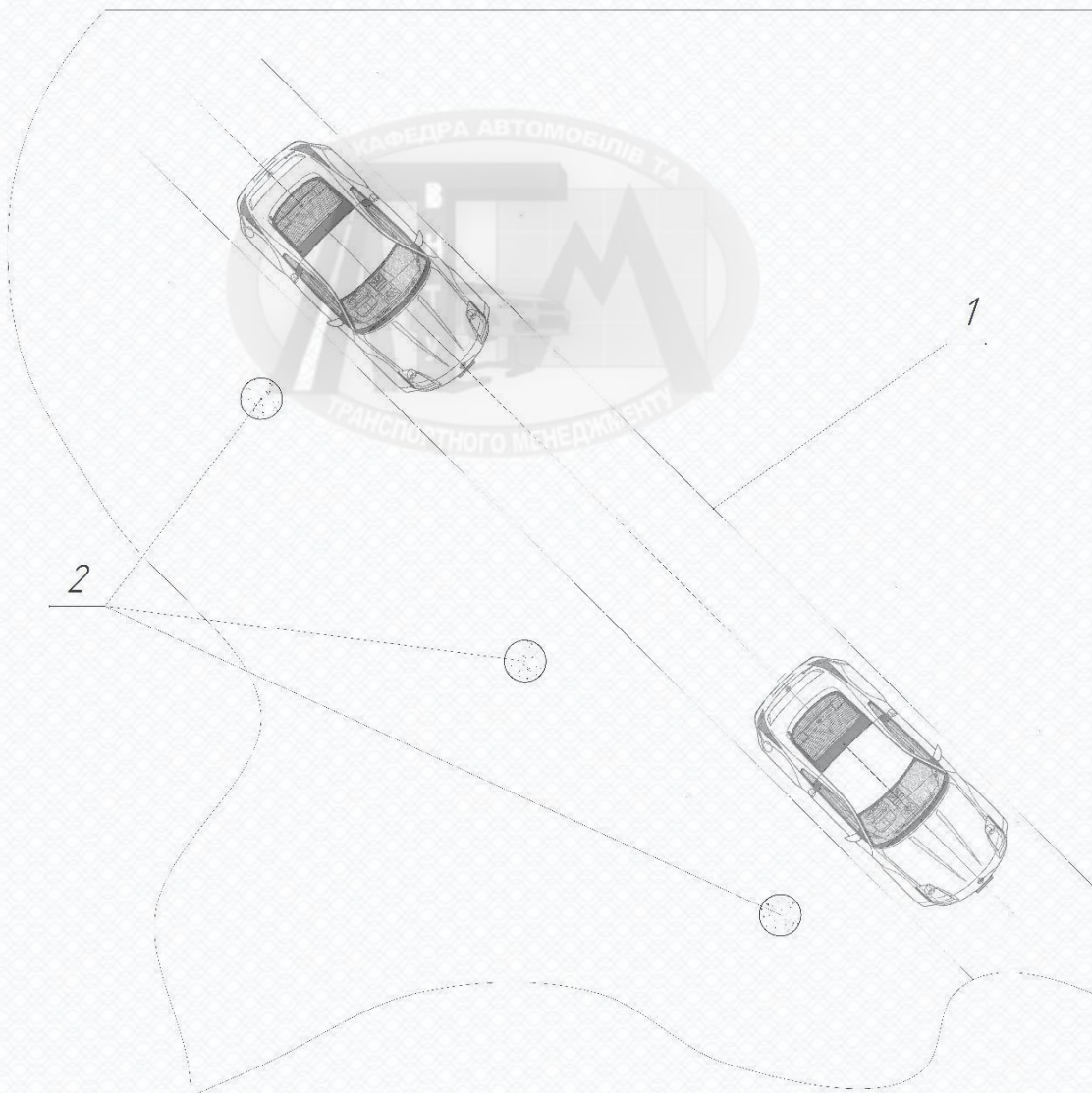


Рисунок 3.14 – Часткове зображення майданчика де оцінюється шорсткість

1 - траєкторія руху автомобіля; 2 – піщані плями

2. В спеціальну ємність з тарованим обсягом (100 г) набирається пісок.

3. Пісок висипається на обрану ділянку. Після чого беремо лінійку, ставимо її в центр, майбутньої піщаної плями, перпендикулярно опорної поверхні і починаємо виробляти обертальні рухи кистю руки, тим самим намагаючись отримати коло з однаковим діаметром в одній площині. Пісок розрівнюється лінійкою великої довжини або шпателем у рівень із поверхнею окремих виступів покриття.

4. Плямі надається форма кола, у якого міряють діаметр (рис. 3.15).

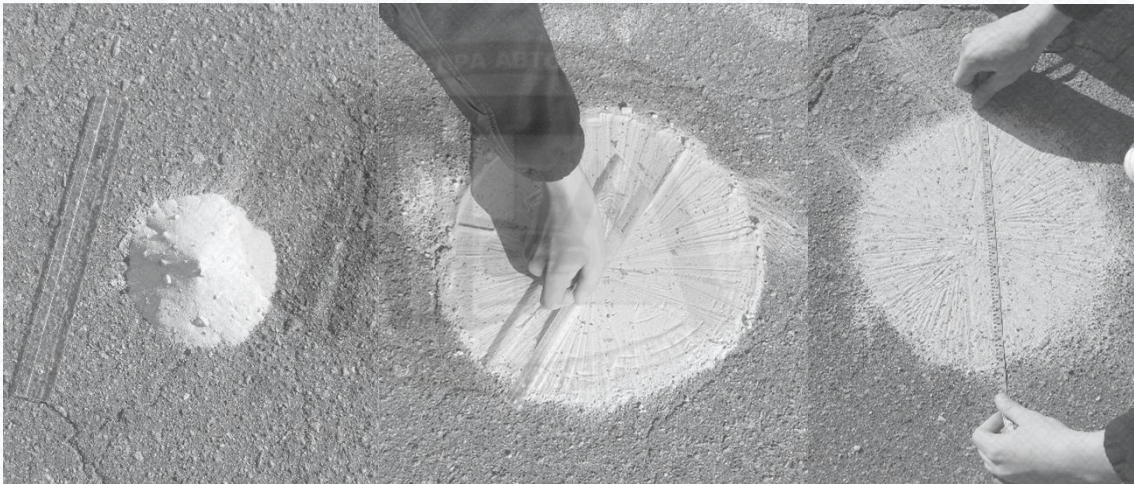


Рисунок 3.15 - Стадії вимірювання шорсткості дорожнього покриття

5. Виміри проводять не менш трьох разів для кожної «піщаної плями».

6. Результати вимірів фіксують у табл. 3.1.

Конкретні величини шорсткості визначаються нижче.

Шорсткість розраховується за наступною формулою:

$$H = \frac{4V}{\pi D_{cp}^2}, \quad (3.8)$$

де V – обсяг піску, см^3 (100 см^3);
 D_{cp} – середній діаметр плями, см .

Таблиця 3.1 – Експериментальні данні

Кількість «піщаних плям»	Діаметри «піщаної плями», см				Середній діаметр «піщаної плями», см	Шорст- кість
№	D_1	D_2	D_3	D_4	D_{cp}	H
1	37	33,5	36,7	33	35,05	0,1036942
2	44,5	46	45,8	46	45,575	0,0613306
3	28	29	29	29	28,75	0,1541185

Середній діаметр плями дорівнюється:

$$D_{\text{cp}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4}{4}, \quad (3.9)$$

де D_1, D_2, D_3, D_4 – діаметри однієї піщаної плями, що відповідають чотирьом вимірам;

Середні діаметри розраховані та наведені нижче:

$$D_{\text{cp } 1} = \frac{37 + 33.5 + 36.7 + 33}{4} = 35.05 \text{ см},$$

$$D_{\text{cp } 2} = \frac{44.5 + 46 + 45.8 + 46}{4} = 45.575 \text{ см},$$

$$D_{\text{cp } 3} = \frac{28 + 29 + 29 + 29}{4} = 28.75 \text{ см}.$$

Тоді шорсткість дорожнього покриття, буде відповідно дорівнювати:

$$H_1 = \frac{4V}{\pi D_{cp1}^2} = \frac{4 \times 100}{3.14 \times 35.05^2} = 0.1036942,$$

$$H_2 = \frac{4V}{\pi D_{cp2}^2} = \frac{4 \times 100}{3.14 \times 45.575^2} = 0.0613306,$$

$$H_3 = \frac{4V}{\pi D_{cp3}^2} = \frac{4 \times 100}{3.14 \times 28.75^2} = 0.1541185.$$

Вихідні дані для розрахунків наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Діаметр піщаної плями та відносна шорсткість

Тип покриттів	Діаметр плями, см	Відносна шорсткість
Холодний асфальтобетон	72	0,089
Піщаний асфальтобетон	58	0,137
Цементобетон гладкий	52	0,170
Цементобетон шорсткуватий	45	0,316
Асфальтобетон гладкий	48	0,201
Асфальтобетон шорсткуватий	25	0,734

Діаметр плями залежить від ступеня шорсткості покриття й може змінюватися в значних межах. У табл. 3.2 наведені значення діаметра піщаної плями й відносної шорсткості.

В результаті проведених розрахунків шорсткості покриття дороги майданчика для експерименту, можна зробити наступні висновки:

– з багатьох факторів на зчеплення коліс автомобіля з покриттям дороги найбільший вплив має шорсткість поверхні. Утворюється поверхнева

шорсткість дороги за рахунок рівномірно виступів скелетних часток і западин між ними, а також власної шорсткості западин або спеціально створених борозенок і виступів на поверхні покриття;

- за значеннями результатів можна побачити, що дорожня шорсткість змінюється, що більш доцільно для експлуатаційних умов автомобіля;

- дорожня шорсткість покриття за своїми показниками належить до трьох наступних типів покриттів: піщаний та холодний асфальтобетон, а також гладкий цементобетон;

- обране середнє значення шорсткості, яке відповідає значенню 0,106 (піщаний асфальтобетон) у зв'язку з тим, що проведення експерименту відбувалося по всій площі такого покриття.

За попередньою інформацією виконані наступні роботи:

- запропонована загальна схема проведення експерименту, дозволяючи виконати необхідні задачі;

- оцінка шорсткості покриття дороги відповідала асфальтобетону піщаному;

- використаний автомобіль обумовив отримання даних, які є актуальними для транспортних засобів, які експлуатуються в країні;

- урахування особливостей використання сучасних асиметричних шин, які суттєво впливають на КСР.

Нижче виконане теоретичне дослідження об'єкта. Теоретичний розрахунок потрібен для того, щоб порівняти математичну модель автомобіля і експериментальну. Виконати обчислення параметрів автомобіля виходячи із заданих (необхідних характеристик). Отримані теоретичні результати узгодити з параметрами, що отримані в ході експерименту. Можна визначити стан автомобіля в процесі експлуатації, як він себе веде в реальних умовах.

Якщо визначити кути відведення осей та центру мас, лінійну швидкість і радіуси, то можна побудувати залежність кута відведення від кутової швидкості автомобіля.

Для побудови такої залежності скористаємося математичною програмою Maple. Для отримання сплайн-інтерполяцій використовується Maple-функція `spline (X, Y, var, d)`., так як дана функція дозволяє отримати графік по усередненим точкам. Побудова графіка в програмі наведено нижче.

Таблиця 3.3 – Результати вимірюваних значень

№ іспиту	δ_1	δ_2	δ_c	R_1	R_2	R_c	BD
	Градуси			Метри			
Без навантаження							
Коло 1	-	-	-	-	-	-	-
Коло 2	4.016	0.15	13.85	5.34	4.6	4.74	-
Коло 3	6.43	0.916	12.4	5.43	4.76	4.87	0.075
З навантаженням							
Коло 4	-	-	-	-	-	-	-
Коло 5	4.86	0.5	15	5.36	4.66	4.73	0.041
Коло 6	5.7	0.93	14.2	5.46	4.79	4.94	0.078

restart;

```
> readlib(spline) : X:='X': Y:='Y': X:= [0.15, 0.5, 0.916,
      0.93, 4.016, 4.86, 5.7, 6.43]; Y:= [0.644928, 0.55794,
      1.116947, 1.151125, 0.636704, 0.555038, 1.1279,
      1.097312];
```

```
X:= [0.15, 0.5, 0.916, 0.93, 4.016, 4.86, 5.7, 6.43]
```

```
Y:= [0.644928, 0.55794, 1.116947, 1.151125, 0.636704,
      0.555038, 1.1279, 1.097312]
```

```
> fl := spline(X, Y, x, cubic);
```

$$f1 := \begin{cases} 0.723944868150066 - 0.52677x + \\ 0.403966593285274 + 0.307946813429453x + \\ -1.10277331912438 + 2.42327545755937x + 2.6 \\ -1.11761587793595 + 2.43950632036123x - 1. \\ 3.14535535289539 - 0.624664181497857x + 0.54 \\ -1.85926854774585 + 0.496770894597911x + 0. \\ -1.13134234425176 + 0.396358306009081x - (\end{cases}$$

`>plot([f1], x=0.5..3, color=black);`

На графіку можна провести залежність, чим більше кутова швидкість тим більше кут відведення (рисунк 3.17)

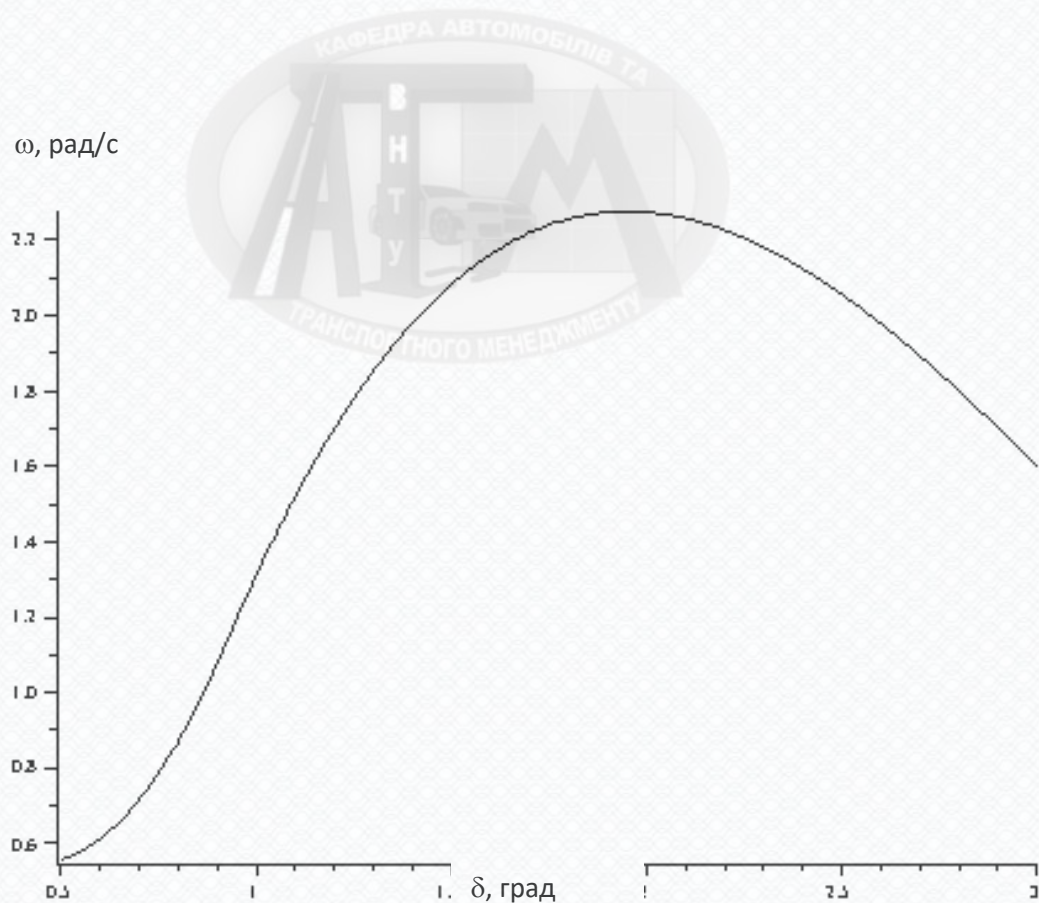


Рисунок 3.16 – Графік залежності кута відведення від кутової швидкості

3.6 Оцінка жорсткісної неоднорідності шин на рух колісних транспортних засобів

Розміри колеса характеризуються висотою та шириною профіля шини, її зовнішнім діаметром, діаметром посадкової частини обіду та шириною обіду. Найбільше впливають на коефіцієнт опору відведенню розміри профіля шини та форма профілю, що характеризується відношенням його висоти до ширини. Також значно впливає на коефіцієнт відведення внутрішня конструкція шин, причому особливо це помітно для радіальних шин.

Наступні роботи пов'язані з оцінкою спрямованості жорсткісної неоднорідності окремих шин на КТЗ у цілому. При цьому, розглядаються два можливих варіанти: шини мають жорсткісну неоднорідність однієї спрямованості або різної спрямованості. Для першого варіанту характерна дія тільки додаткової бічної сили, для другого, крім сили в контакті, діє ще й момент. Залежно від варіанту на наступному етапі одержують різні графіки, що характеризують біфуркаційні множини.

Першими розглянуто характеристики при однаковій спрямованості жорсткісної неоднорідності. В даній ситуації для КТЗ, шини яких мають різну кількісну оцінку жорсткісної неоднорідності, графічні зображення залежності швидкості їх руху від кута повороту будуть зсунуті на різну відстань від вертикальної вісі ординат (рис. 3.17).

Графік з точкою повороту А буде близький до характеристики стаціонарних режимів руху КТЗ на симетричних рушіях. Інші графіки, що мають критичні точки А' та А'' характерні для шин з великою жорсткісною неоднорідністю, яка, однак, впливає на стійкість руху по різному.

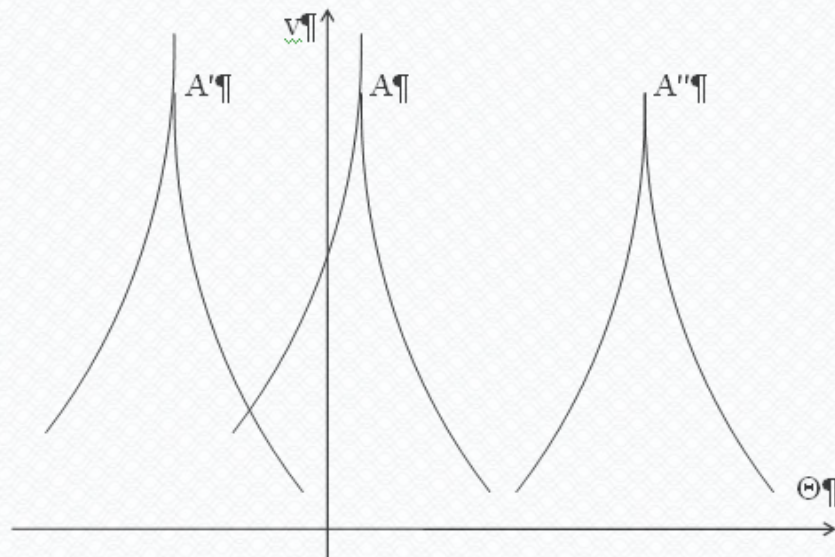


Рисунок 3.17 - Графіки залежності швидкості руху ДТЗ від кута повороту

Нижче наведені варіанти однобічного зносу протектора шин щодо впливу на КСР автомобіля (рисунок 3.18).



а



б

Рисунок 3.18 - Візуалізація однобічного зносу протектора:
а-дія невірної установки розвалу; сумісна дія розвалу з іншими факторами

Інші види стійкості або нестійкості стаціонарних режимів руху КТЗ, що мають шини з неоднорідною жорсткістю за їх профілем, можна одержати шляхом проведення графоаналітичного аналізу (рис. 3.19).

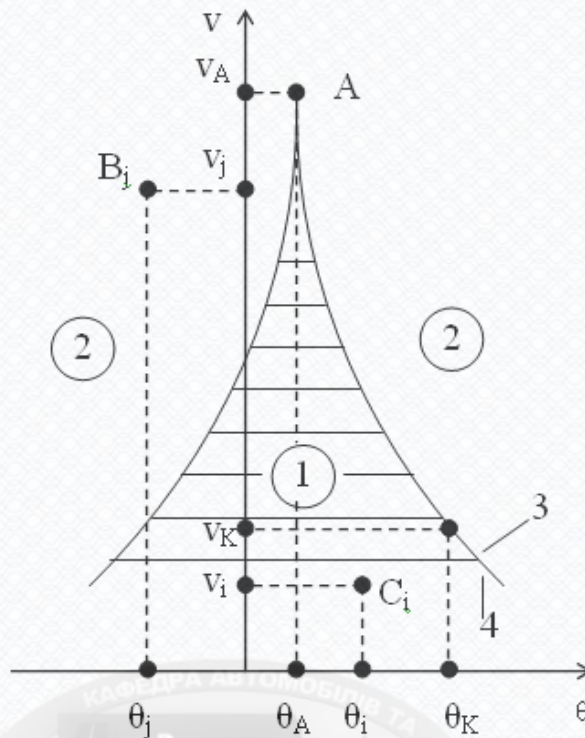


Рисунок 3.19 - Діаграма біфуркаційної множини для жорсткісних неоднорідностей рушія однієї спрямованості

З аналізу графіка випливає, що будь-які точки C_i з координатами V_i й θ_i в зоні 1 відповідають стійкому, інакше- нестійкому стаціонарному режиму руху. Для множини режимів руху, що характеризуються сукупністю точок B_j у зоні 2 (вище графіка) відсутність стійких стаціонарних режимів - будь-яка зміна швидкості V або кута повороту шини θ викликає втрату курсової стійкості КТЗ.

Точка A (точка повороту) характеризує умови втрати стійкості тільки прямолінійного стаціонарного режиму руху КТЗ. Самі графіки, що ведуть від точки A до горизонтальної осі, інформують про режими втрати стійкості. Більш уважно й пильно необхідно розглядати області 3 і 4, що знаходяться у безпосередній близькості від кривих на всьому їх протязі. В зоні 3 можуть бути стійкі режими, при яких відбувається невелика зміна коливання курсу, а в зоні 4 можуть бути нестійкі стаціонарні переміщення з істотним коливанням курсу руху КТЗ. Нижче розглянуті біфуркаційні множини при різній спрямованості жорсткісної неоднорідності шин ДТЗ (рис. 3.20).

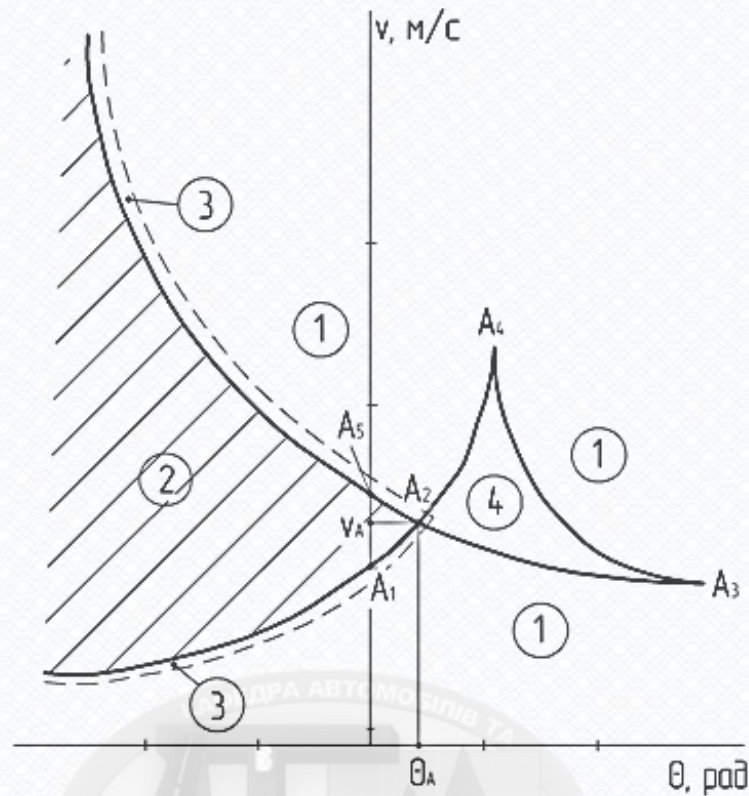


Рисунок 3.20 - Біфуркаційна множина для випадку, коли жорсткісні неоднорідності шин спрямовують бічні сили в протилежні боки для різних осей автомобіля

Для біфуркаційної множини, що представлена на рисунку 4.12, величини керуючих параметрів v та θ будуть в слідуючих зонах. Зона 1 характеризується наявністю двох стаціонарних режимів руху, один з них буде стійким, а другий – нестійким. В зоні 2 не буває стаціонарних режимів руху (поле заносу). В області 4 існують чотири стаціонарних режими переміщення, з яких два стійких та два нестійких.

Парна кількість СРР, що розташовується в різних зонах ДБМ, характеризує КСР асиметричного автомобіля (наприклад, після ДТП).

Значенням швидкості v та кута θ в окремих площах відповідають описані вище зони. Але для біфуркаційної множини, що представлена на рис. 4.12, значення керуючих величин v та θ будуть невизначеними в наступних місцях, що утворюють смугу, яка виокремлена штрих-пунктирною лінією. Зона 3 характеризується наявністю багатьох перехідних режимів руху, закінчення яких

підкоряється законам теорії імовірностей і є випадковими результатами. При переході із зони в зону через лінії графіка змінюється кількість стаціонарних режимів переміщення на одиницю. У точці A2 відбувається перетинання двох ліній, тобто двічі відбувається перехід, тому число стаціонарних режимів руху дорівнюється чотирьом.

Діапазон $\pm 0,007$ рад. на горизонтальній вісі кута повороту колеса, є допустимим (згідно вимог фірми Bosch) для експлуатаційних значень кута відведення.

3.7 Прогнозування стійкості руху автомобіля з метою зниження імовірності аварійності

Під час експлуатації автомобіля необхідно забезпечити можливість швидкого та достовірного діагностування його технічного стану. Це обумовлено безперервною динамічною дією різних зовнішніх та внутрішніх факторів, що сприяють розвитку нестримних процесів зношування, руйнування, ерозії тощо [4,27 – 30]. Одним з найбільш швидко зношуваних елементів автомобіля є еластична шина. Для раціонального зчеплення колеса з дорогою остання повинна мати шорсткість, що зумовлює раціональну інтенсивність зношування протектора, причому (згідно статистиці) знос у 10 – 15% випадків нерівномірний. Якщо гранична висота виступів протектору регламентується, то небезпечна ступінь нерівномірності його зношування не вказується, хоча шини з різним нерівномірним видом зносу можуть визивати суттєво різні бічні сили в контакті еластичних коліс із опорною поверхнею дороги. В результаті передня та задня осі можуть рухатися з різними за величиною або знаком відведеннями, що може привести до втрати автомобілем курсової стійкості руху. Таким чином, є можливість підвищення безпеки переміщення КТЗ з високою швидкістю шляхом поліпшення його КСР за рахунок раціонального розташування на автомобілі рушіїв, що мають

нерівномірний однобічний знос протектора різного рівня. Такий вид зносу призводить до виникнення конічного ефекту, тобто до появи в контакті одного колеса із дорогою збурюючої бічної сили, яка прагне відхилити автомобіль від заданого водієм напрямку руху. Величина загального збурювання в цілому для КТЗ буде залежати від місця розташування «конічних» шин на автомобілі. Отже, слід припустити, що можливі випадки як раціонального (з точки зору допустимої КСР) розташування шин так і найнесприятливого, коли відбудеться погіршення показників стійкості.

З огляду на наведене, для аналізу було обрано, із загальної вибірки розташування шин з нерівномірним зносом, тільки два варіанти. В одному випадку шини розміщено таким чином, що бічні сили на кожному з рушіїв спрямовані в один бік (рис. 4.21а), в другому – бічні сили коліс передньої та задньої осей спрямовані в різні боки (рис. 4.21б).

Для аналізу застосовано модель (формули 4.15 і 4.16), яка враховує вплив на показники КСР кожної встановленої на автомобіль еластичної шини:

$$m(\dot{u} + \omega v) = Y_{1П} \cdot \cos\theta_{1П} + Y_{1Л} \cdot \cos\theta_{1Л} + Y_{2П} \cdot \cos\theta_{2П} + Y_{2Л} \cdot \cos\theta_{2Л}; \quad (3.15)$$

$$J\omega = aY_{1П} \cdot \cos\theta_{1П} + aY_{1Л} \cdot \cos\theta_{1Л} + bY_{2П} + bY_{2Л}, \quad (3.16)$$

де m – маса моделі автомобіля;

u, v – відповідно, поперечна та поздовжня швидкості центру мас АТЗ;

$\dot{u}$ – поперечне прискорення центру мас АТЗ;

$\omega, \dot{\omega}$ – кутова швидкість та кутове прискорення КТЗ;

$\theta_{1П}, \theta_{1Л}$ – кути повороту передніх правого (п) та лівого (л) коліс, відповідно;

a, b – відстань від центру мас до передньої та задньої осей КТЗ, відповідно;

J – момент інерції кузова автомобіля щодо центральної вертикальної вісі;

$Y_{1П}, Y_{1Л}$ – бічні сили правого (п) та лівого (л) коліс на передній вісі;

$Y_{2П}, Y_{2Л}$ – бічні сили правого (п) та лівого (л) коліс на задній вісі.

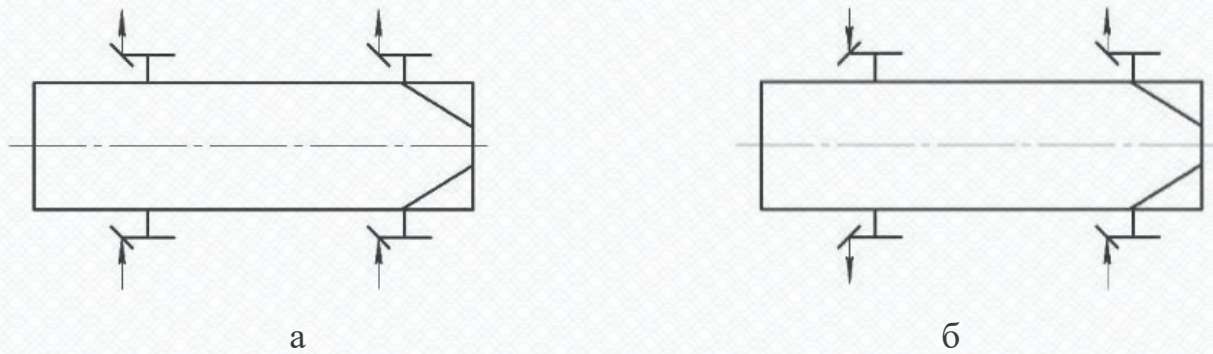


Рисунок 3.21 - Схема розташування рушіїв на автомобілі та напрямки дії бічних сил в контактах коліс із дорогою

В якості моделі, що описує характер взаємодії еластичного рушія із дорогою використано модель кочення колеса І. Рокара [8], яка для шини з протектором, що має однобічний знос (конічний ефект) має вигляд [9]

$$Y = k\delta \pm Y_0, \quad (3.17)$$

де k – коефіцієнт бічного відведення еластичного колеса;

δ – кут відведення шини;

Y_0 – складова бічної сили, що ініційована наявністю в шині конічного ефекту.

Аналіз дозволяє зробити припущення про можливість виконати остаточні висновки.

3.8 Висновки за розділом

1.- Доказано значущість зв'язку між жорсткістю шин та курсовою стійкістю руху автомобіля.

2.- Досліджено вплив на жорсткість еластичного рушія процесів зношування та руйнування шин.

3.- Досліджено та наведено основні характеристики стійкості руху автомобіля-діаграми біфуркаційних множин.

4.- Виконаний аналіз та проведено дослідження систем автомобіля і дорожніх умов, які впливають на стійкість руху автомобіля. Запропоновано методику для попереднього діагностування та оцінювання стійкості руху колісного транспортного засобу на основі отриманих вихідних даних за результатами прискорених полігонних випробувань.

5.- Використані інструменти та методика дозволять покращити діагностування автомобіля щодо забезпечення більшого рівня безпеки руху.

Перелік вимірювального обладнання повинен включати в себе: вимірювач кута повороту рульового колеса, гідрвідмітчик, рулетку звичайну, глибиномір, насос автомобільний, манометр.

6.- Кінцевим результатом є отримана модель автомобільного руху за колом. Це поєднує графоаналітичний структурований опис динаміки автомобіля з експериментально-розрахунковими емпіричними залежностями шини.

7.- Показано адекватність отриманих результатів. Особливо наочним є зіставлення розрахункових даних з теоретичними даними. Слід зазначити, що середня оціночна похибка розрахунків становить 5%.

4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

Проаналізовані негативні викиди компонентів шин і складових дороги в довкілля під час руху автомобіля та екологічна ефективність. Автомобільний транспорт – один з найважливіших елементів функціонування сучасного суспільства. Але поряд з очевидними перевагами, процес розвитку транспортної мережі супроводжується зростаючим негативним впливом на навколишнє середовище. Забруднення повітря – найбільш серйозна екологічна проблема, пов'язана зі транспортом. За даними доповіді про стан навколишнього середовища в Києві, сума викидів забруднюючих речовин від автомобілів за рік складала близько 1800 тисяч тон, з яких біля одної тисячі тон склали частинки пилу. Пил – зважені частинки розміром менше 10 мкм, одна з причин захворювань слизових оболонок і органів дихання, а також кон'юнктивітів і дерматитів. Пил, який утворюється з покриття дороги являє собою полідисперсний матеріал, який містить різні забруднювачі. Наприклад, це можуть бути продукти забруднюючих викидів від роботи двигуна, зносу гальмівних колодок, зносу шин тощо. Вагомий вплив на величину і інтенсивність зношування асфальтобетону мають наступні фактори: якість кам'яного матеріалу та бітуму, інтенсивність руху й склад потоку автомобілів, вплив навколишнього середовища, якість роботи експлуатаційної служби доріг. Натепер, основним матеріалом, який використовується в будівництві верхніх шарів дороги - це асфальтобетон. В результаті зносу цього покриття створюється дрібний пил, розміром до 2 мкм. Його кількість складає до 50% від загального обсягу пилу. Хімічний склад пилу змінюється в часі за рахунок абсорбційної-адсорбційних процесів, які проходять в ній, і інтенсивність яких визначається початковим складом пилу.

В результаті впливу на автомобільні шляхи погодних та кліматичних факторів, а також руху автомобілів, відбувається знос верхніх шарів покриття дороги. При коченні коліс та гальмуванні відбувається істотне стирання

покриття дороги. В момент з'їзду із зони контакту при відриві колеса від поверхні, виникає розрідження. Воно викликає відрив дрібних частинок асфальтобетону та їх переміщення в повітрі. Крім проблем зі здоров'ям, пил, що утворюється в результаті різних видів людської діяльності, може вести, зокрема, до зниження видимості на дорогах, що може призвести до виникнення дорожньо-транспортних пригод (рисунок 4.1).

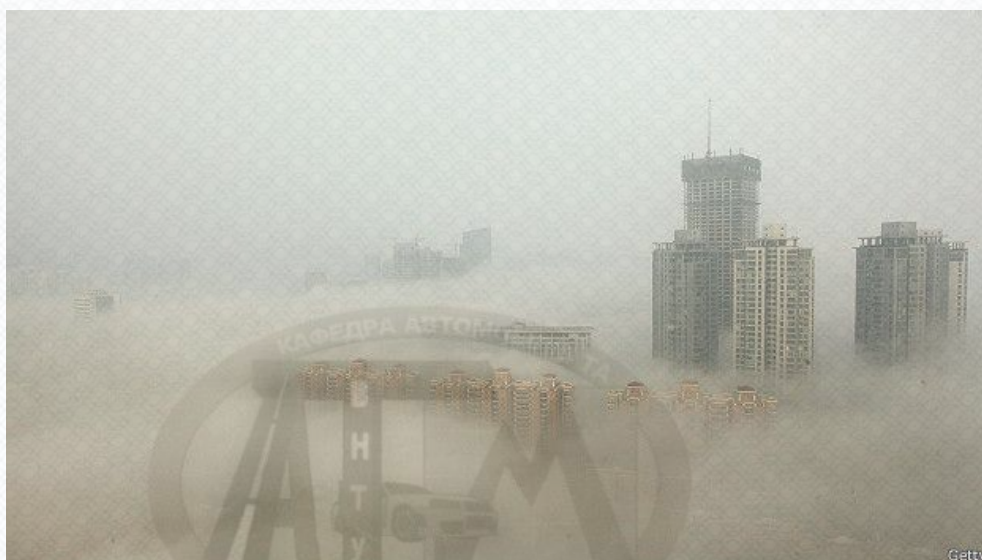


Рисунок 4.1 - Візуалізація фрагмента міста КНР

На фото наведена сумісна негативна дія на довкілля сукупності негативних факторів. Серед них вагомим є вплив автомобільного транспорту.

Захист людини від автомобільного пилу є актуальним як для пішоходів, ремонтників доріг, велосипедистів, так і для самих автомобілістів.

4.1 Аналіз впливу автомобільних шин на навколишнє середовище і здоров'я людини

У розділі досліджено актуальні проблеми впливу автомобільних шин на здоров'я людини і навколишнє середовище, розглянуті екологічні наслідки, пов'язані з виготовленням і переробкою відходів шин, повторного використання та їх утилізації, визначені потенційні небезпеки і вплив на

навколишнє середовище в результаті згоряння, піролізу і опромінення шини у час їх переробки і повторного використання, розглянуто питання впливу на навколишнє середовище в результаті утилізації шин. В роботі зроблено висновок про те, що обсяг токсичних речовин, які потрапляють в навколишнє середовище в результаті виробництва, переробки, утилізації та зносу під час взаємодії автомобільних шин з дорогою (протягом терміну експлуатації) викликає серйозні зміни в природі, а значить проблема негативного впливу автомобільних шин актуальна і вимагає негайного вирішення на глобальному рівні.

Автомобільний транспорт має життєстворююче значення для функціонування виробництва та суспільного господарства. Однак при цьому автомобіль є головним глобальним джерелом забруднення навколишнього середовища на планеті. На автомобільний транспорт припадає до 60-80% забруднення навколишнього середовища, а в мегаполісах та районах найбільшого зосередження людей (густонаселених районах, курортних містах, уздовж автомагістралей тощо) - до 90-95%. Під час експлуатації транспортних засобів утворюється велика кількість негативних відходів, суттєву небезпеку серед яких представляють собою продукти зношення і руйнування автомобільних шин й доріг, які необхідно збирати і утилізувати. За статистичними даними, ризик виникнення раку у робочих, зайнятих на виробництві шин, перевищує ризик онкозахворювань у рядового мешканця сучасного міста в 8 разів. Крім викидів відпрацьованих газів, транспортний потік створює багато пилу, що складається більш ніж на 60% з мікроскопічних і ультрамікроскопічних частинок радіусом 10,0 - 0,25 мкм, які утворюються в результаті зношування автомобільних шин (при їх обертанні в контакті з дорожнім покриттям), самого дорожнього покриття і гальмівних накладок (при гальмуванні).

Тому актуальним аспектом є вивчення способів розв'язання означеної проблеми і оцінки впливу цих відходів на навколишнє середовище та здоров'я людини.

Висока небезпека для екології від зношених шин, які вийшли з експлуатації пояснюється, з одного боку, токсичними властивостями матеріалів, з яких вони виготовлені; з іншого - властивостями більше ніж 100 хімічних речовин. Вони виділяються в навколишнє середовище під час обслуговування, експлуатації, ремонту та зберігання шин. В найбільших кількостях виділяються:

- продукти розкладання каучуку (мономери);
- реакційні і токсичні хімічні сполуки (ароматичні вуглеводні - бензол, ксилол, стирол, толуол);
- попередники канцерогенів (аліфатичні аміни), канцерогени (формальдегід, сірковуглець, феноли).

У повітря також надходять сполуки хлору, сірки і азоту, оксиди металів.

Завданням даного розділу є аналіз впливу автомобільних шин на здоров'я людини і навколишнє середовище, а також обґрунтування шляхів протидії та пом'якшення негативних наслідків використання шин в світі. Автомобільні шини являють собою серйозну екологічну проблему за кількома напрямками:

- речовини, які застосовуються при виробництві, утилізації і переробці шин є дуже токсичними для навколишнього середовища та соціуму;
- шини є легкозаймистими та їх дуже важко загасити, в деяких ситуаціях погасити загорання вдається лише по закінченню кількох тижнів;
- величезну площу займають звалища шин та збільшується кількість незаконного скидання шин;
- на звалищах відбувається нагромадження шин, що призводить до тиску на них збоку інших відходів, які відскакують з величезною силою, в зв'язку з чим почастишали випадки смерті і травм серед робітників;

- шини є сприяючим середовищем для комарів, що може викликати появу і поширенням вірусу Західного Нілу.

Той факт, що автомобільні шини утримують вологу і зберігають тепло, лише погіршує ситуацію, залучаючи все більше переносників небезпечного вірусу.

Величезна частина ризику пов'язана з хімічним складом шин. Різні сировинні матеріали, що використовуються у виробництві шин, несприятливо впливають на здоров'я людини і навколишнє середовище. Основні матеріали, використовувані в полімерному виробництві гуми, такі як бутадієн і стирол, і багато добавки до полімерів можуть викликати системні токсичні ефекти. Токсини, які звільняються при розкладанні шин, навмисному спалюванні або випадкових пожежах дуже забруднюють воду, повітря і ґрунт. Навіть незважаючи на те, що виділяються спеціальні місця для скидання шин, незаконне скидання як і раніше має місце, завдаючи величезної шкоди навколишньому середовищу. Матеріали, що використовуються для виготовлення шин, і матеріали, знайдені під час термічної переробки шин, були коротко оцінені на основі шляхів міграції в навколишньому середовищі. Розглянуті параметри: розчинність в воді (S), біологічні чинники концентрації (BCF), поглинальні здатності ґрунту (KOC) (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 - Розрахункові значення розчинності, поглинальної здатності ґрунту і біологічної концентрації

Сполучення	Log S	S (ppm)	Log K _{OC}	K _{OC} (ml/g)	Log BCF	BCF (g/g)
Бензол	3,21	1,611	1,27	18	-0,16	0,7
Бензотриазол	3,64	4,338	1,16	15	-0,28	0,5
Біс (2-етилгексил) фталат	-0,41	0,39	3,64	4,371	2,49	312
1,3 – бутадієн	3,43	2,690	1,06	11	-0,40	0,4
Дибутифталат	-0,42	0,38	3,57	3,675	2,41	257
Етилбензол	1,97	93	2,02	105	0,68	4,8

Продовження таблиці 4.1

Сполучення	Log S	S (ppm)	Log K _{OC}	K _{OC} (ml/g)	Log BCF	BCF (g/g)
Формальдегід	3,08	1,200	1,11	13	-0,34	0,5
2 – меркаптобензотіазол	4,17	14,72	0,92	8	-0,35	0,3
Нафталін	1,75	56	2,19	154	0,87	7,4

З таблиці 4.1 видно, що, в порівнянні з іншими хімічними сполуками в шинах, фталати мають найбільший біологічний коефіцієнт концентрації; таким чином, їм властивий більш високий ступінь накопичення у водних організмах. Також з таблиці видно, що фталати, помірно заміщені ароматичні вуглеводні і поліциклічні ароматичні вуглеводні більш інтенсивно поглинаються ґрунтом.

У липні 2016 року Європейська Комісія звернулася до Європейського хімічного агентства щоб досліджувати з'єднання, які вивільняють формальдегід, і їх використання. Метою цього звернення була підготовка пропозиції на обмеження використання формальдегіду, який відповідно до узгодженої класифікації та маркуванням, є речовиною, токсичною при ковтанні, токсичною при контакті зі шкірою, який викликає серйозні опіки шкіри та пошкодження очей, а також є токсичним при вдиханні, може викликати алергічну реакцію на шкірі, рак і, імовірно, призводить до генетичних дефектів. У березні 2016 року Європейська Комісія та країни-учасниці Європейського Союзу підняли питання щодо поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПРАВ), зокрема, було запропоновано оцінити ризики для здоров'я людини від використання гумової крихти.

Полімери та мономері виробляються при виробництві шин та є дуже токсичними. Наприклад, ізопрен надає незначний токсичний вплив при інгаляції. Крім того, він може вступати в реакцію з озоном і повітрям, утворюючи небезпечні пероксиди. Європейський союз визнав речовини

такими, які можуть викликати рак, призводять до генетичних дефектів і є токсичними для водної флори та фауни з довгостроковими наслідками. Бутадієн є небезпечним канцерогеном і має тератогенну дію, викликає ушкодження центральної нервової системи. Вдихання високих концентрацій бутадієну може привести до втрати свідомості і смерті. Системний вплив на організм людини при вдиханні призводить до постійного кашлю і появи галюцинацій. За даними Європейського хімічного агентства, в результаті тривалого впливу стирол викликає пошкодження органів, імовірно викликає рак, негативно позначається на фертильності і є токсичним для ненародженої дитини [9]. Стирол є отруйним при прийомі всередину і вдиханні, систематичний вплив стиролу призводить до подразнення очей і порушення нюху. Всі три мономера є пожежонебезпечними при впливі тепла, полум'я або окислювачів. Найбільш стабільним серед них є стирол, але до сих пір біологічні періоди напіврозпаду невеликі. Бутадієн-стірольний сополимер викликає подразнення очей і імовірно викликає рак.

Нижче наведена формула екологічної ефективності від зменшення зносу протектора шини в загальному вигляді:

$$EE = \Delta M_{\text{зн}} + \Delta CO_2 + \Delta N_{\text{шин}},$$

де $\Delta M_{\text{зн}}$ - зменшення маси зносу шин (тонн/рік);

ΔCO_2 - зменшення викидів CO_2 , пов'язане з виробництвом/утилізацією шин (тонн CO_2 /рік);

$\Delta N_{\text{шин}}$ - скорочення кількості шин, що потребують заміни (шт/рік), як додатковий індикатор.

Для оцінки екологічної ефективності у грошовому або енергетичному еквіваленті використана наступна формула:

$$EE = \Delta M_{\text{зн}} \cdot K_{\text{мп}} + \Delta N_{\text{шин}} \cdot K_{\text{ш}} + \Delta CO_2 \cdot C_{CO_2},$$

де $K_{мп}$ - екологічна шкода від 1 тонни мікропластику (грн або євро/т);

$K_{ш}$ - енерговитрати або витрати на виробництво/утилізацію однієї шини (грн/шт);

C_{CO_2} - вартісна оцінка тонни CO_2 (наприклад, €100/т згідно з ETS або іншими стандартами).

Нижче виконаний розрахунок ефективності за наступними вихідними даними: $\Delta M_{зн}=10т$, $\Delta CO_2 = 50т$, $\Delta N_{шин} = 2000$ од., $K_{мп} = 15,000$ грн/т, $K_{ш} = 500$ грн/од., $C_{CO_2} = 4000$ грн/т.

$$EE=10 \cdot 15000 + 2000 \cdot 500 + 50 \cdot 4000 = 150000 + 1000000 + 200000 = 1\,350\,000 \text{ грн./рік.}$$

Таким чином, зменшення зносу протектора шин суттєво знижує обсяг мікропластикових викидів у довкілля. Це сприяє зменшенню кількості шин, які потрібно утилізувати або замінювати, що знижує навантаження на ресурси. Зменшення обсягів виробництва шин і пов'язаних із цим викидів CO_2 підвищує загальну екологічну ефективність транспортної системи. Підвищення зносостійкості шин має значний позитивний екологічний та економічний ефект.

4.2 Аналіз методів утилізації шин, що вийшли з експлуатації

Основним способом поводження зі знятими з експлуатації зношеними шинами є їх спалювання. Значно меншу частину шин переробляють піролизом або механічною обробкою, які вимагають великих витрат. Піроліз брухту зношених шин ускладнюється тим, що каучуки є поганими провідниками тепла і деградація макромолекул вимагає значних затрат енергії. Найбільш поширеним методом піролізу є обертова піч, в якій відходи повинні знаходитися протягом 20 хвилин або більше. Наявність великих

градієнтів температури всередині обертових печей призводить до різноманітного набору речовин. Більшість процесів спалювання відбуваються несанкціоновано - громадянами або організаціями, щоб позбутися відходів або для отримання тепла (енергії). Підприємства, які спалюють відпрацьовані шини легально, часто не мають належних ресурсів для забезпечення необхідних рівнів очищення газових викидів (рисунки 4.2 та 4.3).

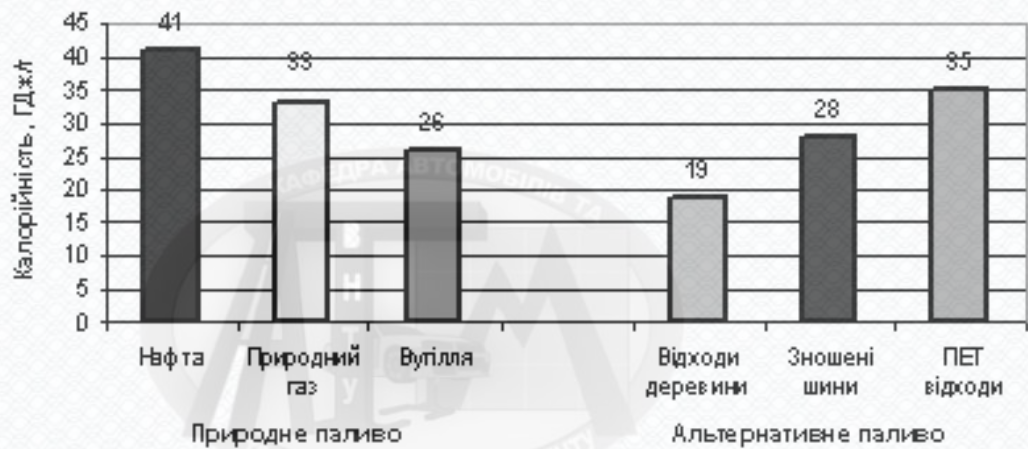


Рисунок 4.2 – Палітра природних і альтернативних видів палива



Рисунок 4.3 - Екологічне зрівняння ефективності використання відходів на сміттєспалювальному заводі та їх використання як альтернативного палива в цементних печах

Крім цього, як вже зазначалося, значна частка шин потрапляє на звалища, де часто відбувається самозаймання.

Горіння зношених автомобільних шин несе загрозу для навколишнього середовища, оскільки в результаті цього процесу утворюються речовини першого-третього класів небезпеки: бензопірен, бифеніл, свинець, поліциклічні ароматичні вуглеводні, бутадієн, стирол, діоксин, фуран, антрацен, флуорентан, пірен та інші. Бифеніл і бензопірен є найсильнішими канцерогенами, тому їх наявність свідчить про серйозну загрозу навколишньому середовищу і здоров'ю людини. У червні 2016 року Європейське хімічне агентство додало бензапірен в список особливо небезпечних речовин - з огляду на його канцерогенність, мутагенність, токсичність для репродуктивної системи, стійкість, біоаккумуляцію і токсичність, а також дуже високу стійкість і біоаккумуляцію. Доведено, що ця речовина робить дуже серйозний шкідливий вплив на людський організм і навколишнє середовище. Згідно з європейським законодавством, будь-який постачальник виробів, що містять особливо небезпечні речовини в концентрації вище 0,1%, має зобов'язання перед клієнтами і споживачами. Бифеніл відповідно до узгодженої класифікації та маркуванням, затвердженої Європейським союзом, є дуже токсичним для водної флори і фауни, в тому числі з довгостроковими наслідками, викликає серйозне роздратування очей, подразнення шкіри і може викликати подразнення дихальних шляхів. Регулюванню обігу свинцю приділяється дуже велика увага у всьому світі. В Європейському Союзі діють обмеження або повну заборону в ряді випадків застосувань свинцю. Небезпека свинцю для людини визначається її значною токсичністю і здатністю накопичуватися в організмі. Також свинець має згубно токсичний вплив на рослини, тварини і мікроорганізми. Перелік обмежених речовин відповідно до Регламенту Європейського союзу, що регулює виробництво та обіг всіх хімічних речовин, включаючи їх обов'язкову реєстрацію, вже містить запис щодо

свинцю і його сполучень. Останнє обмеження діє з 1 червня 2016 року. Багато сполучень свинцю вже внесені в лист кандидатів до особливо небезпечних речовин. Деякі з них, наприклад, хромат свинцю, остаточно внесені в список авторизації, що позначає, що тепер необхідно отримання дозволу на їх подальше використання. Європейське хімічне агентство розглядатиме такі питання, як граничні концентрації свинцю в перероблених ПВХ, наявність аналітичних методів і потенційного впливу на організм людини і навколишнє середовище. Намір обмежити свинець в ПВХ вже опубліковано, а подача так званого обмежувального досьє очікувалась в жовтні 2016 року. У найбільших кількостях при горінні шин утворюються оксиди сірки (один з найпоширеніших забруднювачів повітря) і цинку (небезпека полягає в його каталітичній активності). Під час горіння шин з них також виділяється сірка, яка в подальшому може взаємодіяти з іншими речовинами, що може привести до утворення небезпечних сполучень. Є дані, що сірка мимовільно виділяється з шин. З огляду на те, що місця накопичення та спалювання відпрацьованих шин часто містять багато інших речовин, наприклад, з'єднань металів, та й самі шини, безперечно, забруднені пилом металів, а з'єднання цинку, наприклад, використовують як наповнювачі при виробництві шин, то сірка може взаємодіяти з металами та їх сполуками. Так, після підпалу бурхливо реагує суміш порошків сірки і цинку, при звичайних умовах сірка може взаємодіяти з ртуттю - утворюються сульфід ртуті можуть вступати в подальші хімічні взаємодії. Так, сульфід заліза може самозайматися на повітрі при нормальній температурі. Сульфід цинку у вологому повітрі окислюється до сульфату, а при нагріванні в повітрі відбувається реакція, в результаті якої утворюється компонент, який є однією з причин утворення кислотних дощів. Сульфід ртуті є сильним фунгіцидом, а сульфід заліза здатний взаємодіяти з концентрованими соляною й азотною кислотами. Кислоти присутні в навколишньому середовищі досить часто - в результаті кислотних опадів і промислових

викидів. Сірководень, який при цьому утворюється, відповідно до узгодженої класифікації та маркуванням, призводить до летального результату при вдиханні, дуже токсичний для водної флори та фауни і є надзвичайно пильним газом. Також ця речовина містить газ під тиском і може вибухнути при нагріванні, сірководень може викликати подразнення дихальних шляхів. Уже при 0,1% сірководню виникають важкі отруєння, причому небезпека зростає через те, що після легкого отруєння запах сірководню вже не відчувається. Отруйна дія сірководню пояснюється його здатністю взаємодіяти з гемоглобіном крові. Вдихання сірководню, що виділився з води в повітря, може привести до погіршення пам'яті, катару верхніх дихальних шляхів, бронхіту, фурункулезу і кон'юнктивіту.

Присутність в повітрі 0,8 мг / л сірководню може стати причиною отруєння з летальним результатом. Інший продукт взаємодії - сульфід цинку - здатний окислюватися, ця реакція може відбуватися за умови горіння шин на полігонах твердих побутових відходів. Сульфід цинку, в свою чергу, взаємодіє при нагріванні з киснем і вуглецем, таким чином, під час цих реакцій утворюються небажані речовини - діоксид сірки, оксид цинку і чадний газ. Сульфід цинку також може взаємодіяти з неорганічними розведеними кислотами з утворенням токсичних сірководню і діоксиду азоту. Крім того, утворюються хлорид і сульфат цинку, пара яких має токсичну дію насамперед на дихальні шляхи і слизові оболонки. Особливу увагу варто приділити сульфиду ртуті, який легко утворюється при нормальній температурі. Внаслідок певних реакцій сульфиду ртуті утворюється металева ртуть, яка належить до першого класу небезпеки і є надзвичайно токсичною речовиною. При експонуванні зношених шин в мікрохвильовій печі, під дією нагрівання в шинах проводиться величезна кількість «сірого газу». Склад газів, що утворюються в процесі опромінення, не був визначений в літературі [12]. Гази, що утворюються в печі, повинні бути видалені і відправлені в очисний апарат. Після процесу шина може бути

перетворена з допомогою гідравлічного преса в чорний порошок, який має розмір часток порошку тальку.

4.3 Особливості дії на довкілля негативних викидів компонентів зносу та руйнування дорожнього полотна із системи “колесо-дорога”

В результаті комплексного впливу на автомобільні дороги погодно-кліматичних факторів і руху автомобілів відбувається знос та руйнування верхніх шарів дорожнього покриття (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 - Дорожнє покриття, що не відповідає вимогам ТУ

Так, при коченні коліс, а особливо їх гальмуванні (пересування з блокованими колесами), відбувається значний знос і руйнування дорожнього покриття. При динамічному відриві колеса від поверхні в момент з'їзду із зони контакту з дорогою виникає значне розрідження. Воно викликає відрив дрібних асфальтобетонних часток та їх переміщення в повітрі [5,8,9]. На сьогоднішній день, асфальтобетон є основним матеріалом, який застосовується для будівництва верхніх шарів автодорожнього покриття. В

результаті зносу асфальтобетону утворюється дрібнодисперсний пил розміром до 2 мкм в кількості до 50% від загального обсягу пилу. Хімічний склад пилу змінюється в часі за рахунок абсорбційно-адсорбційних процесів, які проходять в ній, і інтенсивність яких визначається початковим складом пилу. Дані про хімічний і дисперсний складі пилу представлені в таблицях 4.2 і 4.3.

Таблиця 4.2 - Хімічний склад пилу, взятого з асфальтобетону та ґрунту, %

Місце	SiO ₂	FeO ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	n.n	H ₂ O
Дорога	76,4	3,1	6,0	2,9	1,6	4,3	0,4
Ґрунт	80,8	2,2	7,1	1,7	0,5	3,7	0,7

У таблиці 4.3 наведено дисперсійний аналіз для пилу (ситової метод) і для вітального пилу (ареометричний метод).

Таблиця 4.3 - Дисперсний склад пилу, взятої з асфальтобетону

Розмір часток, мкм	Кількість, %	Розмір часток, мкм	Кількість, %
0-2	54,3	0-60	24,8
2-5	22,0	60-200	17,5
5-7	8,9	200-300	10,0
7-10	7,8	300-400	9,7
Більше 10	7,0	Більше 400	38,0

Крім цього, пил адсорбує різні токсиканти і канцерогени на своїй поверхні, які виникають від роботи автотранспорту. Пил з покриття дороги - це полідисперсний матеріал, насичений різними забруднювачами - продуктами забруднюючих викидів від роботи двигуна, зносу гальмівних колодок (накладок), зносу шин тощо Найбільший вплив на інтенсивність і величину зносу дорожнього покриття (асфальтобетону) мають такі фактори: якість кам'яного матеріалу і бітуму, інтенсивність і склад руху, вплив

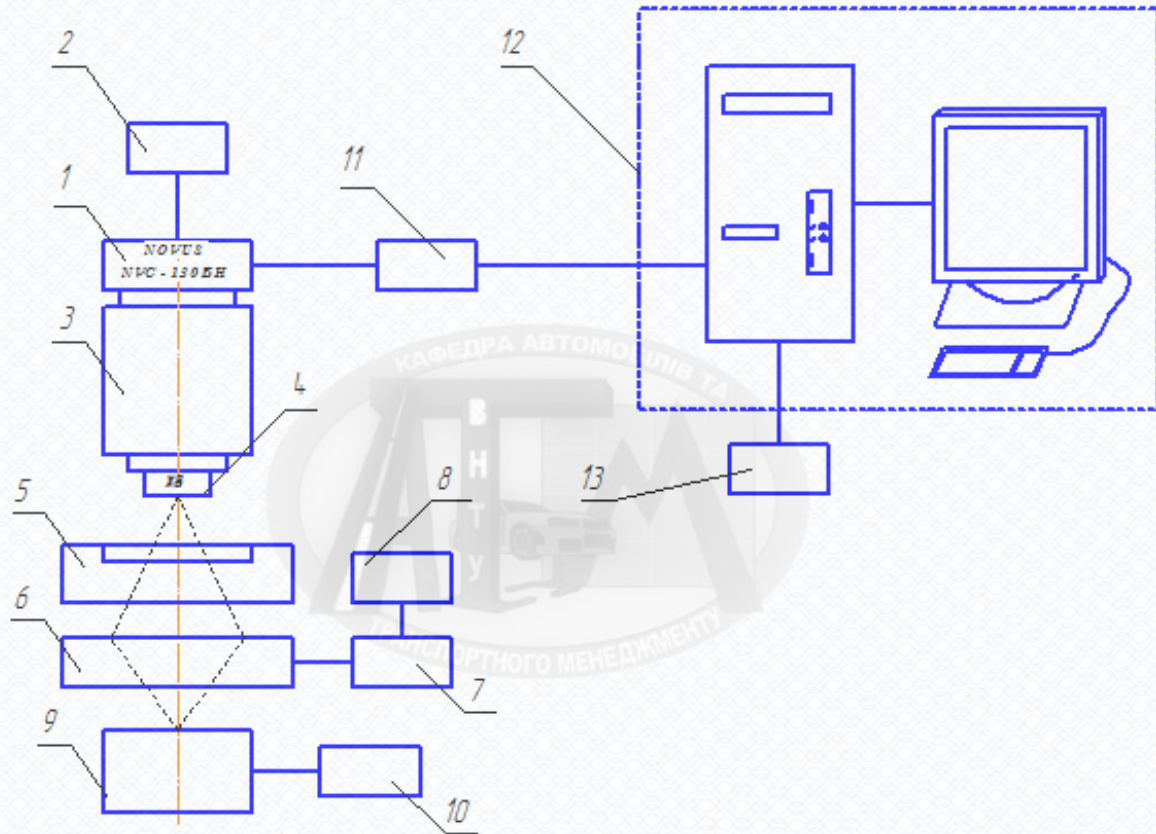
навколишнього середовища, якість роботи служби експлуатації доріг. Вивільняючись з шин в навколишнє середовище, іони металів можуть мігрувати в підземних і поверхневих водах в результаті вилуговування ґрунту і стоку. Але в більшості випадків, концентрації металів, які вимиваються з шин, досить низька. Отже, вплив металів на навколишнє середовище від вилуговування шин відносно мала. Метали і оксиди металів, витягнуті з термічного окислення шин, мають більш високий потенціал впливу на навколишнє середовище і повинні бути відновлені або стабілізовані. Якщо сільськогосподарські землі забруднені важкими металами, такими як кадмій, рівень рН ґрунту може швидко знижуватися протягом десятиліть, що призводить до збільшення рухливості слідів металів у верхньому шарі ґрунту. Занедбані сільськогосподарські землі, забруднені важкими металами, посилено поглинають важкі метали. Це може завдати шкоди первинній природі і збільшити вимивання ґрунтових вод. Отримані результати свідчать про те, що використання автомобільних шин призводить до вкрай негативного впливу на здоров'я людини і навколишнє середовище. З огляду на часте виникнення небажаних випадків загоряння шин на звалищах і сполучених з дією шин ризиків для навколишнього середовища і здоров'я, розсудливо було б припустити, що такий вплив буде скорочено.

4.4 Контроль проникливості матеріалів від дії автомобільного пилу

Існує багато найменувань матеріалів різного сировинного складу, щільності та структури. В основу метода покладено визначення фізичних властивостей матеріалів за допомогою телевізійної інформаційно – вимірювальної системи (ТІВС). Суть даної методики в тому, що через матеріал пропускається пил [14]. Досліджувані коефіцієнти визначалися при площі зразків 0,042 м² за час рівний 30 с. Пил відбирався на автомобільних шляхах міста Києва. Експериментальне дослідження складалося з трьох

етапів: I етап – зважування маси зразка без пилу; II етап – зважування маси зразка після нанесення пилу; III етап – зважування маси зразка після струшування пилу та визначення маси пилу, що пройшов через матеріал і осів на ньому.

На рисунку 4.5 наведена структурна схема лабораторного стенду.



1 – телевізійна камера на ПЗЗ - матриці; 2 – БЖ камери; 3 – тубус мікроскопа; 4 – мікрооб'єктив; 5 – предметний столик з мірою; 6 – вузол переміщення об'єкту (п'єзоелектродвигун); 7 – електронний блок керування (пульт керування); 8 – БЖ п'єзоелектродвигуна; 9 – освітлювальний блок; 10 – БЖ освітлювальної системи; 11 – пристрій введення зображення; 12 – персональний комп'ютер; 13 – програмне забезпечення. Для проведення експериментів по визначенню пилоємності було обрано 20 зразків матеріалів різних за структурою та товщиною.

Рисунок 4.5 – Структурна схема лабораторного стенду

Лабораторний стенд має три основні блоки: світловий мікроскоп; телевізійну камеру; персональний комп'ютер. Методика визначення властивостей матеріалів базується на телевізійній системі вимірювання, яка включає: телевізійну камеру на ПЗЗ – матриці; оптичну систему; пристрій для обробки та виведення інформації. На рисунку 4.6 наведений приклад обробки зразка матеріалу з використанням ТІВС.



Рисунок 4.6 – Зразок трикотажного полотна

4.5 Формування ефективної системи шинних робіт щодо забезпечення стійкості руху КТЗ

Інформація, що наведена вище дозволяє остаточно сформувати систему шинних робіт. Вона містить роботи, які виконують на СТО, а також операції, що повинні робити водії під час перевезень (рис. 4.7).

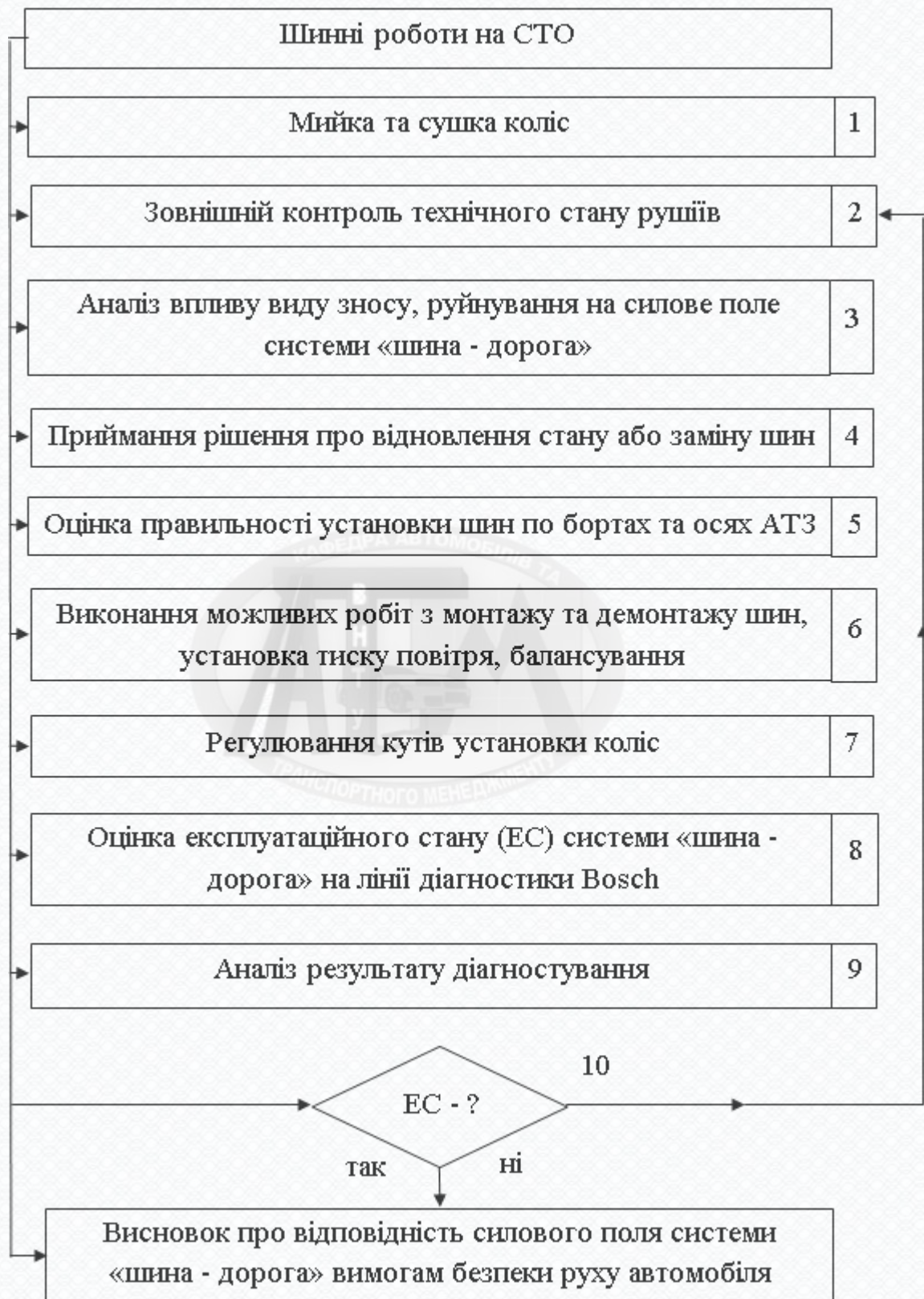


Рисунок 4.7 - Алгоритм виконання шинних робіт на СТО



Рисунок 4.8 - Зовнішній контроль технічного стану

Крім того, інформативним діагностичним параметром може бути відведення вісі, для вимірювання якого існують площадкові стенди, що розглянуті в роботі нижче.

Однак, сотні мільйонів еластичних шин експлуатуються на автомобілях, що рухаються з великими швидкостями в ТП. На рис. 4.9 показано, яким чином забезпечується контроль технічного стану шин під час їх інтенсивної експлуатації.

Означений контроль може виконуватися робітниками АТП, СТО або безпосередньо водіями, які повинні витрачати багато часу для оцінки ТС еластичних коліс не тільки під час проходження технічних впливів на СТО, а також в процесі руху автомобіля (у тому числі з великою швидкістю).

Отже, ефективність виконання контролю ТС еластичних шин, що експлуатуються, значно поступається аналогічній перевірці солідним виробником автомобілів і шин. Окрім того, інструментальне діагностування і прогнозування КСР можуть проводитись тільки на СТО за допомогою лінії перевірки ходових якостей BOSCH [6], на стенді для визначення відведення вісі.

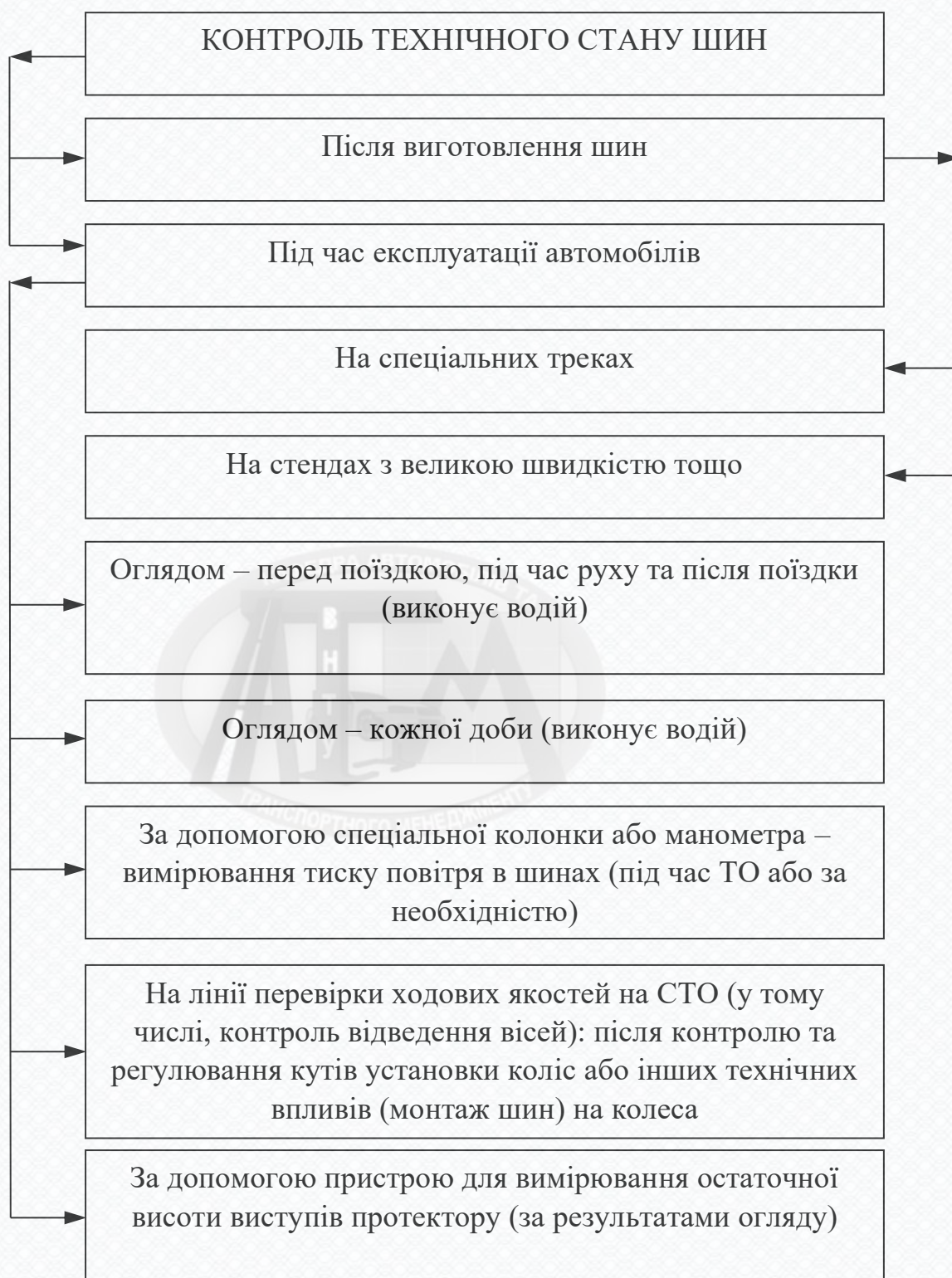


Рисунок 4.9 - Ступені та обладнання для контролю технічного стану шин

Такими стендами офіційний дилер фірми Robert Bosch обладнав низку СТО (рис. 4.10).



Рисунок 4.10 - Лінія діагностики ходових якостей з автомобілем,
що досліджується

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

4.6 Висновки за розділом 4

В результаті виконання п'ятого розділу виконані наступні задачі:

Визнано важливим розгляд негативного впливу на довкілля викидів продуктів зношування та руйнування шин і поверхні дороги.

1. Виконана оцінка необхідності ефективної утилізації шин.
2. Признано вагомим використання процесу виготовлення цементу для утилізації шин, що виведені з експлуатації.
3. Розглянуто варіант розв'язку науково-прикладної задачі вибору пилопроникності матеріалу.
4. Виконано остаточне формування системи шинних робіт щодо забезпечення стійкого руху КТЗ в умовах СТО після розглядання вагомому масиву необхідної попередньої інформації.

ВИСНОВКИ

1. Станція технічного обслуговування «Бош Сервіс Автопростір» міста Вінниця 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 фактору випадковості заїзду КТЗ на СТО.

2. Площа підприємства та виробничі будівлі за своїми геометричними характеристиками достатні тимчасового зберігання КТЗ, міжсезонного храніння шин та проведення ЩО, ТО і ПР тощо.

3. Організаційна структура управління та кількість робітників дозволяють виконувати виробничі завдання.

4. Поглибилино поняття стійкості руху швидкісних легкових автомобілів. Необхідно системно застосовувати контроль параметрів експлуатаційного стану еластичних рушіїв АТЗ.

5. Сформована система шинних робіт на СТО щодо забезпечення стійкості руху автомобілів.

6. Наявність якісної лінії для діагностування ходових властивостей, яка має значущим параметром відведення шини, обумовили включення його в сукупність контрольних параметрів та операцій СШР, поряд з наступними: вибором раціональної конструкції і розміщення шин по бортах і осях КТЗ, 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 функціонування системи шинних робіт.

8. Розроблений науковий розділ, в якому доказана значущість зв'язку між жорсткістю шин та курсовою стійкістю руху автомобіля. Досліджено вплив процесів зношування та руйнування шин на жорсткість еластичного рушія. Представлені основні характеристики стійкості руху автомобіля. Поглиблено науково-технічний підхід до управління курсовою стійкістю руху КТЗ.

9. Розглянутий вплив на довкілля викидів продуктів руйнування та зносу шин. Особливої уваги заслуговує руйнування поверхні дороги. Оцінена необхідності утилізації шин та використання виготовлення цементу для утилізації шин, що виведені з експлуатації. Розглянута необхідність вирішення науково-прикладної задачі вибору пилопроникності матеріалу.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Солтус А.П. Кінематика і динаміка еластичного колеса як цілісного механізму монографія / Солтус А. П., Клімов Е.С. Кременчук Видавництво «НОВАБУК», 2025. 192 с.
2. Lüders A. Beitrag zum Problem der Laufunruhe von Fahrzeugrädern / A. Lüders, O. Hofmann, H. Brinkmann // ATZ 73. 1996. № 1. S. 1 – 8.
3. 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» / В.М. Дугельний. К., 2006. 20 с.
4. 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.
5. Волков В.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля : [навч. посіб.] / В.П. Волков. – Х. : ХНАДУ, 2003. – 292 с.
6. 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.
7. Бруннер Х., Ліерс Г., Макаров В.А., Сердюк Р.М. До необхідності зниження аварійності на автомобільних дорогах регіонів України. Матеріали XIII-ої Міжнародної науково-технічної інтернет конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 15-17 квітня 2025 року : збірник наукових праць [Електронний ресурс]. Вінниця: ВНТУ, 2025. С. 86-90.

8. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах / Канарчук В.С., Лудченко О.А., Барілович Л.П. та інші. К.: Логос, 1996. 348с.
9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Підручник. Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
10. Біліченко В.В., Крещенецький В. Л., Варчук В. В. Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування : навчальний посібник / В. В. Біліченко. Вінниця : ВНТУ, 2010. 171 с.
11. Кукурудзяк Ю.Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту. Навчальний посібник МОН / Ю.Ю. Кукурудзяк, О.В. Рудь, Л.В. Кукурудзяк. - Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. - 336 с.
12. 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.
13. Біліченко В.В. Механізація та автоматизація технічного обслуговування та ремонту автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту. Навчальний посібник МОН / В.В. Біліченко, В.Л. Крещенецький. - Вінниця: ВНТУ, 2008. - 216 с.
14. 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.
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).

28. Х. Бруннер, Т. Унгер, В. Макаров, «Про розвиток прогресу дослідження аварійності на дорогах Німеччини» Матеріали XI Міжнародної науково-технічної інтернет конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 13-14 квітня 2023 року: збірник наукових праць. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 338-340.

29. Х. Бруннер, Х. Лієрс, Т. Унгер, В. Макаров, Є. Смирнов, Т. Макарова. Про важливий досвід наукового дослідження та практичного зниження аварійності на автодорогах Німеччини “Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури”: збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2022. С. 31-33.

30. Energy Equivalent Speed-Projekt setzt Meilenstein in der Unfallrekonstruktion. URL: <https://stiftung.adac.de/adac-stiftung-foerdert-ees-projekt/>.

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

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА
до магістерської кваліфікаційної роботи

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЖОРСТКОСТІ ЕЛАСТИЧНИХ РУШІВ
ФОРМУВАННЯМ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ШИННИХ РОБІТ
В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
«БОШ СЕРВІС АВТОПРОСТІР ВІННИЦЯ»**

Розробив: студент гр. 1АТ-23мз

Сердюк Р. М.

Керівник: д.т.н., проф. кафедри АТМ

Макаров В.А.

Вінниця ВНТУ 2025

МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

Мета роботи – збільшення інформативності та дієвості впливу на стійкість руху КТЗ параметрів системи шинних робіт в умовах СТО «Бош Сервіс Автопростір».

Задачі дослідження:

- аналіз роботи підприємства СТО «Бош Сервіс Автопростір» місто Вінниця;
- вибір раціональної структури технічної служби підприємства;
- обґрунтування дієвих параметрів для структури системи еластичних рушіїв транспортних засобів;
- обґрунтувати напрями покращення стійкості руху легкових автомобілів, шляхом застосування раціонального функціонування експлуатаційного стану шин;
- провести оцінку соціально-екологічної ефективності дії регулювання стійкості руху легкових автомобілів.

Новизна дослідження полягає в поглибленні науково-технічного підходу до формування системи шинних робіт для автомобілів категорії М1.

БОШ СЕРВІС В УКРАЇНІ ТА ВІННИЦІ

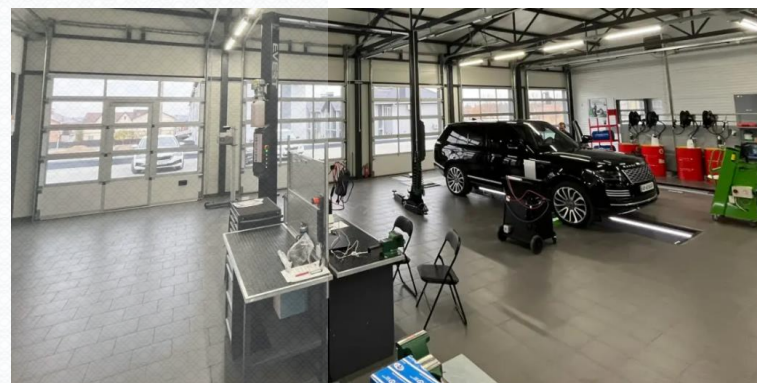
Мапа послуг



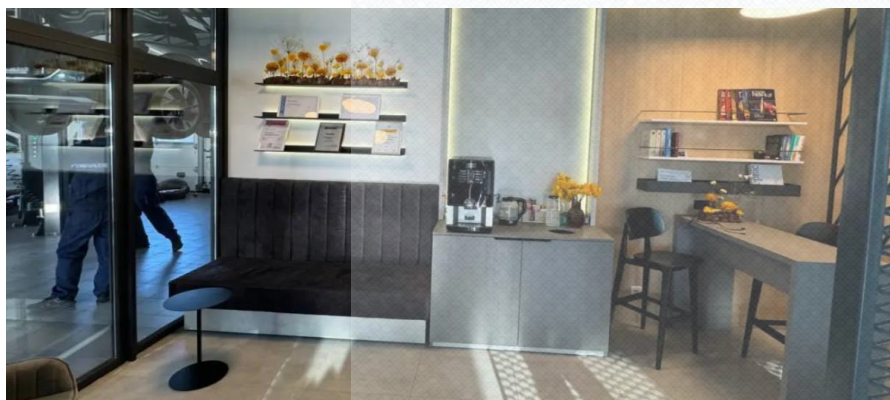
Зовнішній вигляд СТО



Зона ТО та ПР

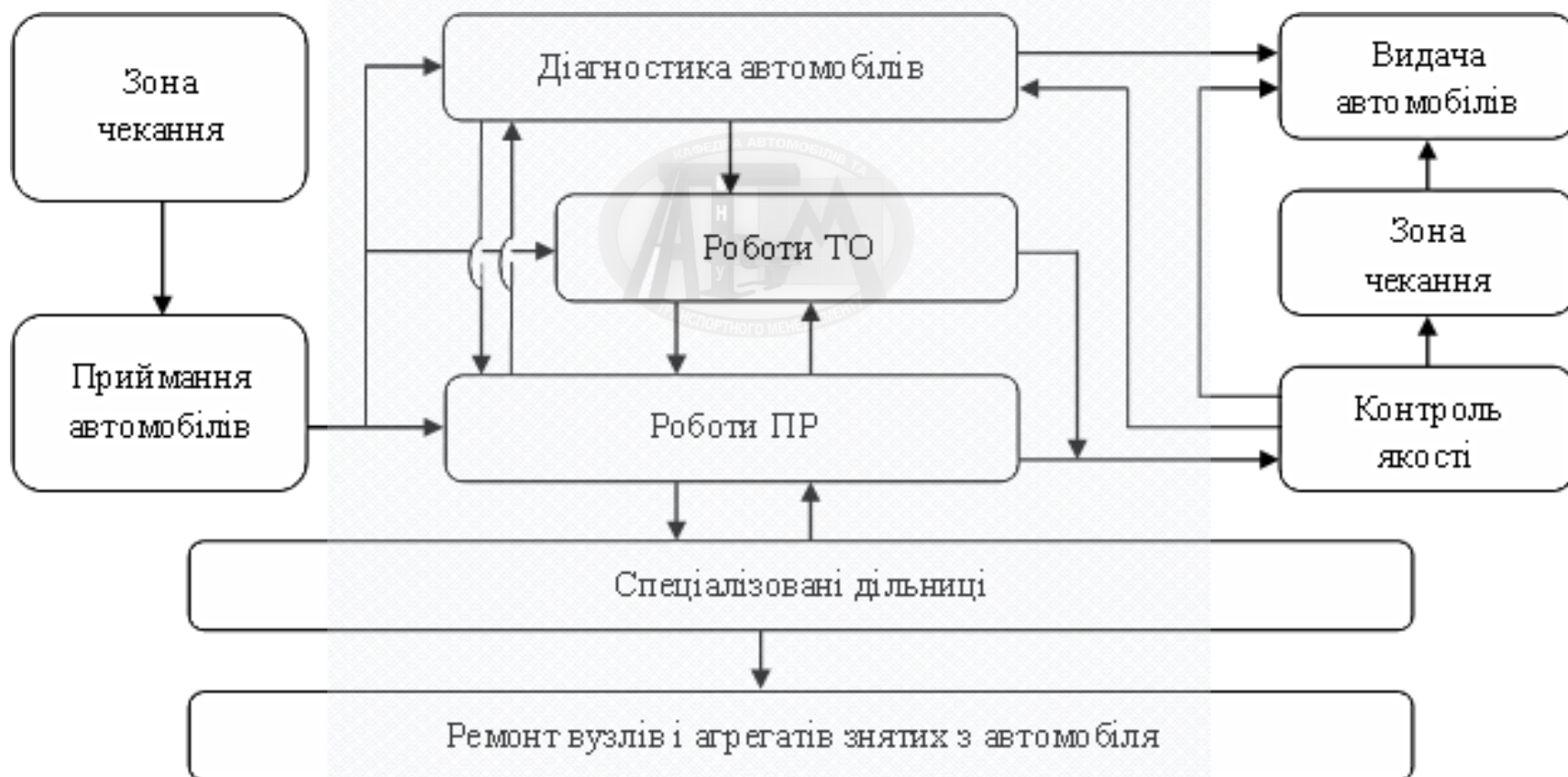


Кімната для очікування клієнтів



ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО



ШИННІ РОБОТИ

Інформація про шинні роботи



Обслуговування шин



Балансування коліс



Сезонне зберігання шин



Заміна коліс



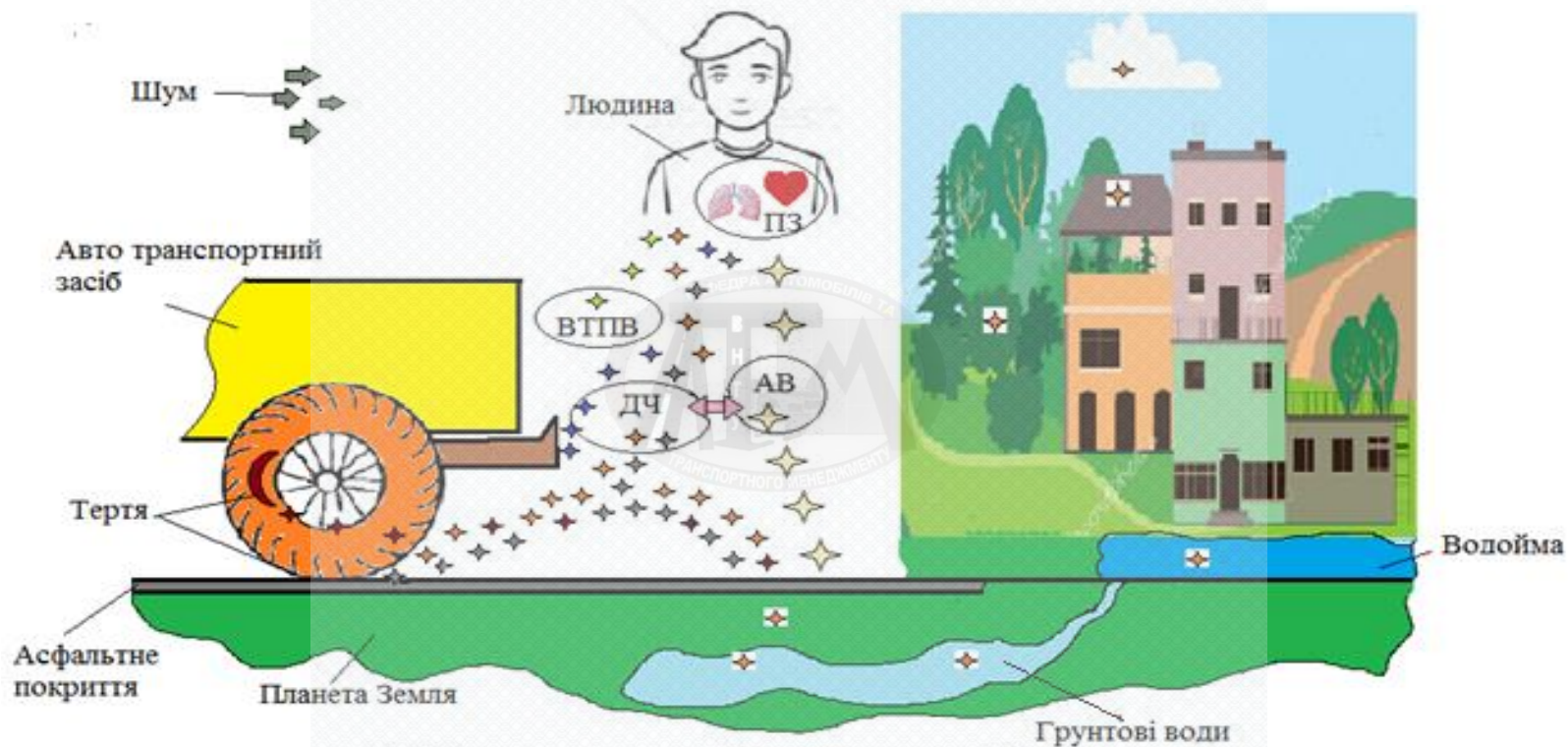
Комплект шин для сезонного
зберігання



Установка шин



АНАЛІЗ НЕГАТИВНИХ ВИКИДІВ ШИН НА ЛЮДИНУ ТА ПРИРОДУ



ВТПВ - вторинно-третинні продукти взаємодії;

ПЗ - причини захворювань.

Продукти зношування та руйнування:

★ - еластичні рушії;

★ - гальмівних колодок;

★ - дорожнього покриття;

★ - асфальтні випаровування;

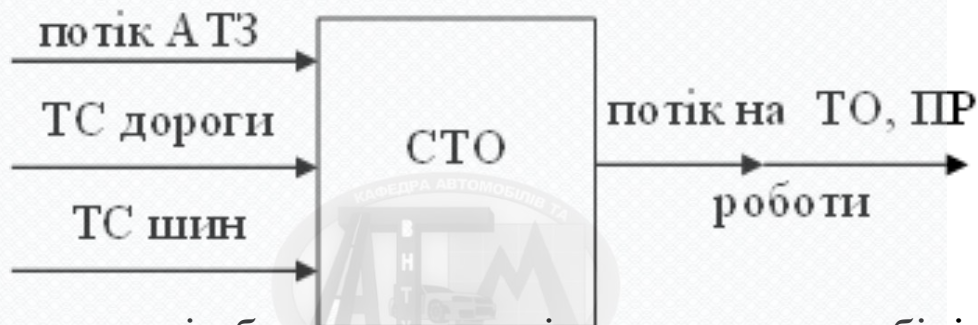
★ - вторинно-третинні продукти взаємодії;

↔ - взаємодія ДЧ та АВ.

★ - викиди ДВЗ

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 Пуасонівським найпростішим, в якому ймовірність надходження в проміжок часу $(0, t)$ K вимог визначається виразом:

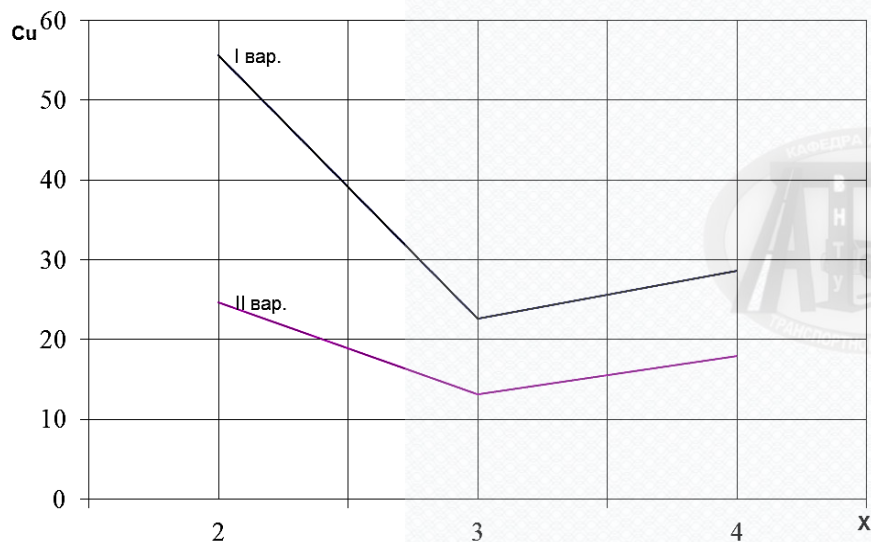
$$P_K(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^K}{K!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

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

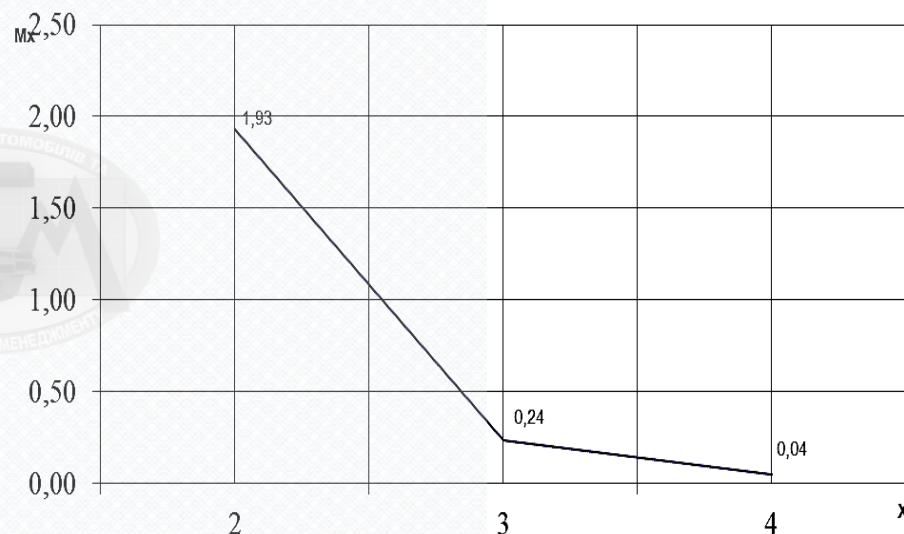
λ - щільність потоку вимог (середнє число вимог, які надходять за одиницю часу).

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ

Залежність сумарних витрат
від кількості постів



Залежність довжини черги
від кількості постів

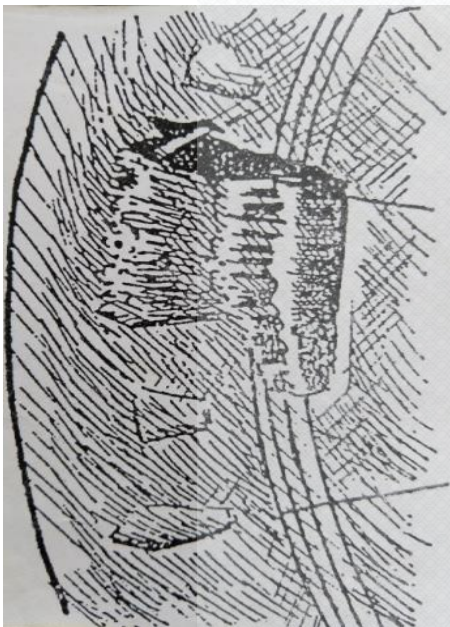


Цільова функція, яка розраховується для всіх значень X_B та M_X

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

ПОРУШЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ШИНИ

Первинні види руйнування

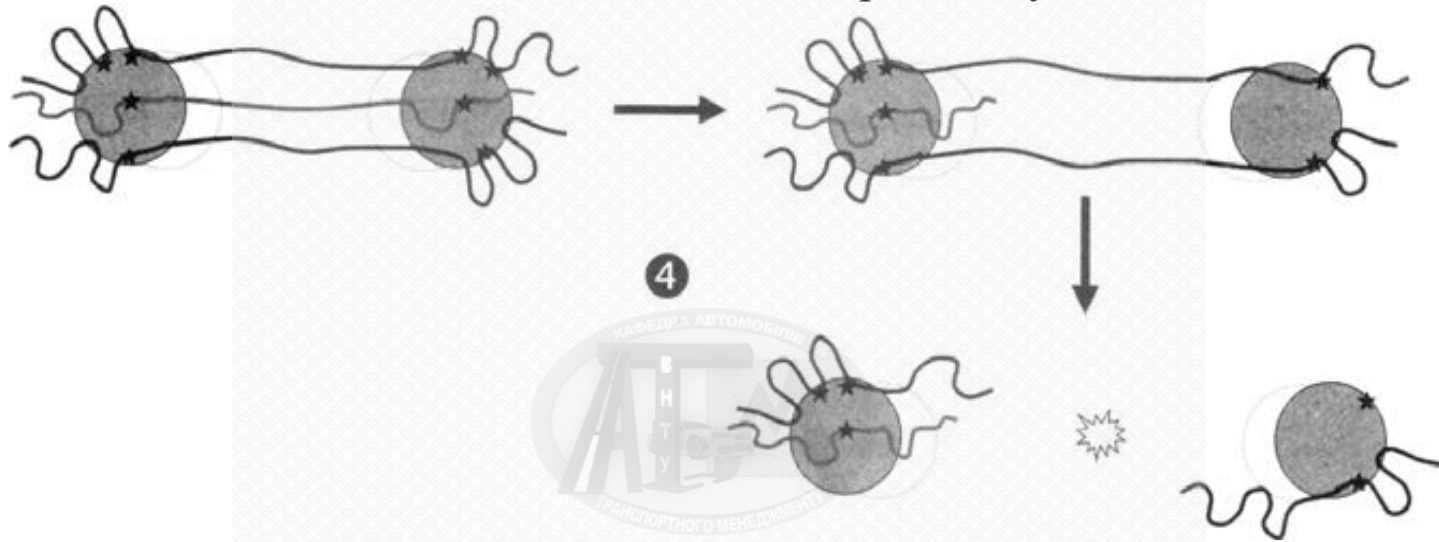


Шини автобусів з розривом каркасу

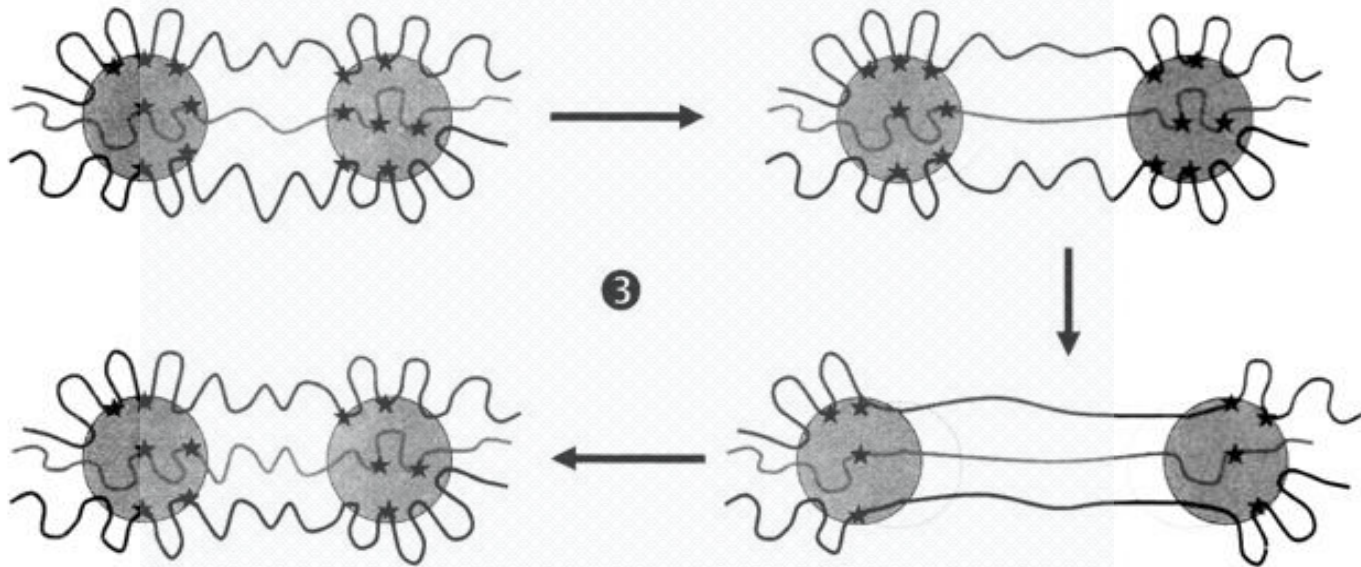


ФОРМУВАННЯ ЖОРСТКОСТІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ШИНИ

Хімічний зв'язок між макромолекулами



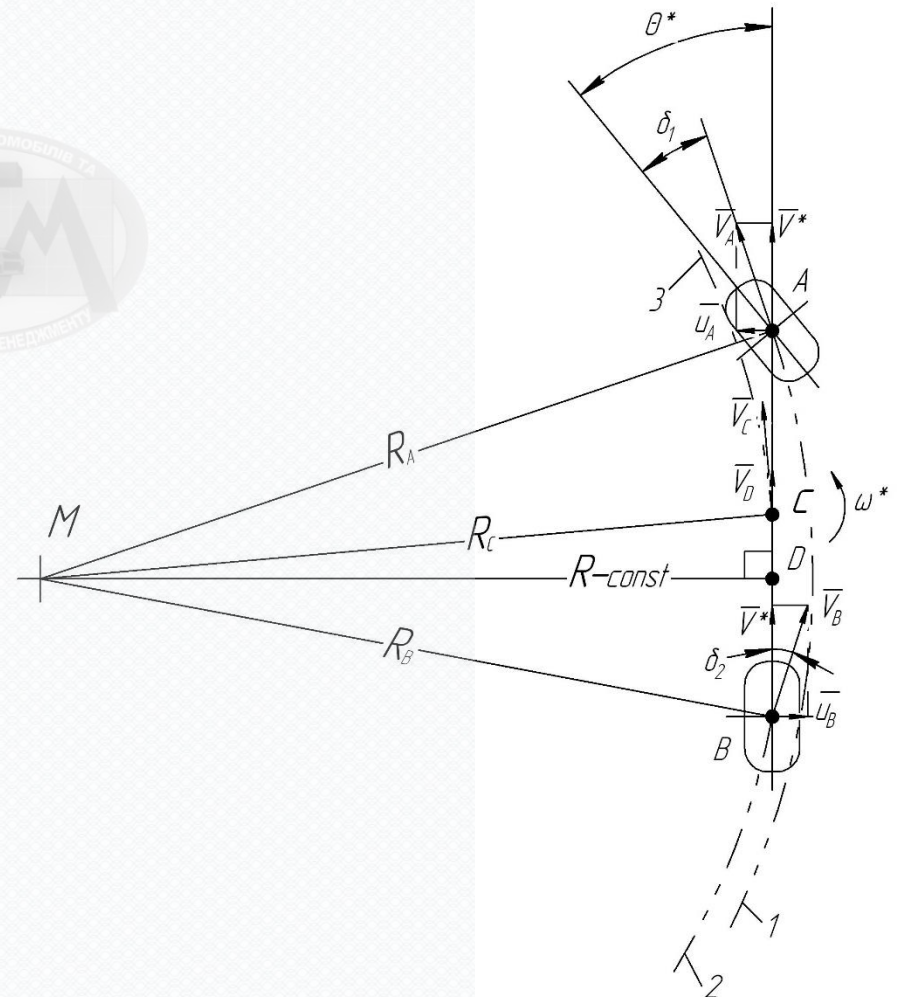
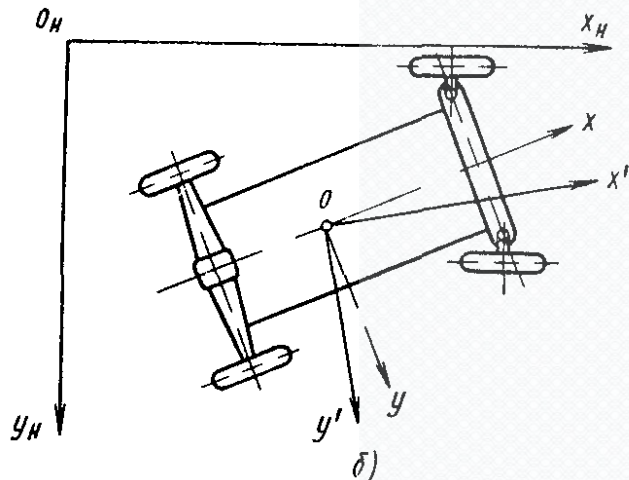
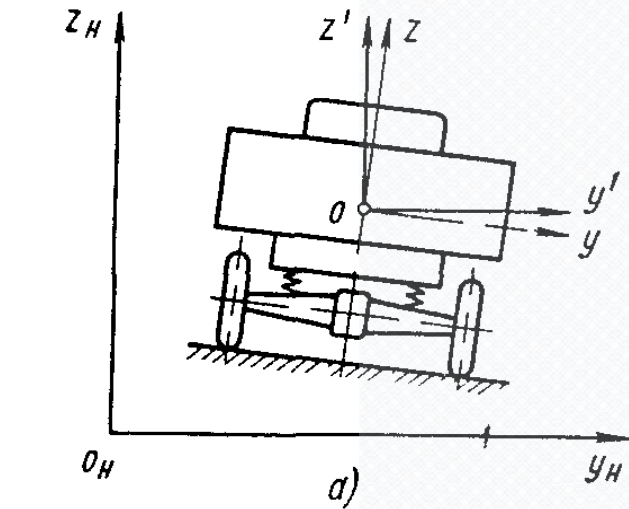
Модель «молекулярного прослизання»



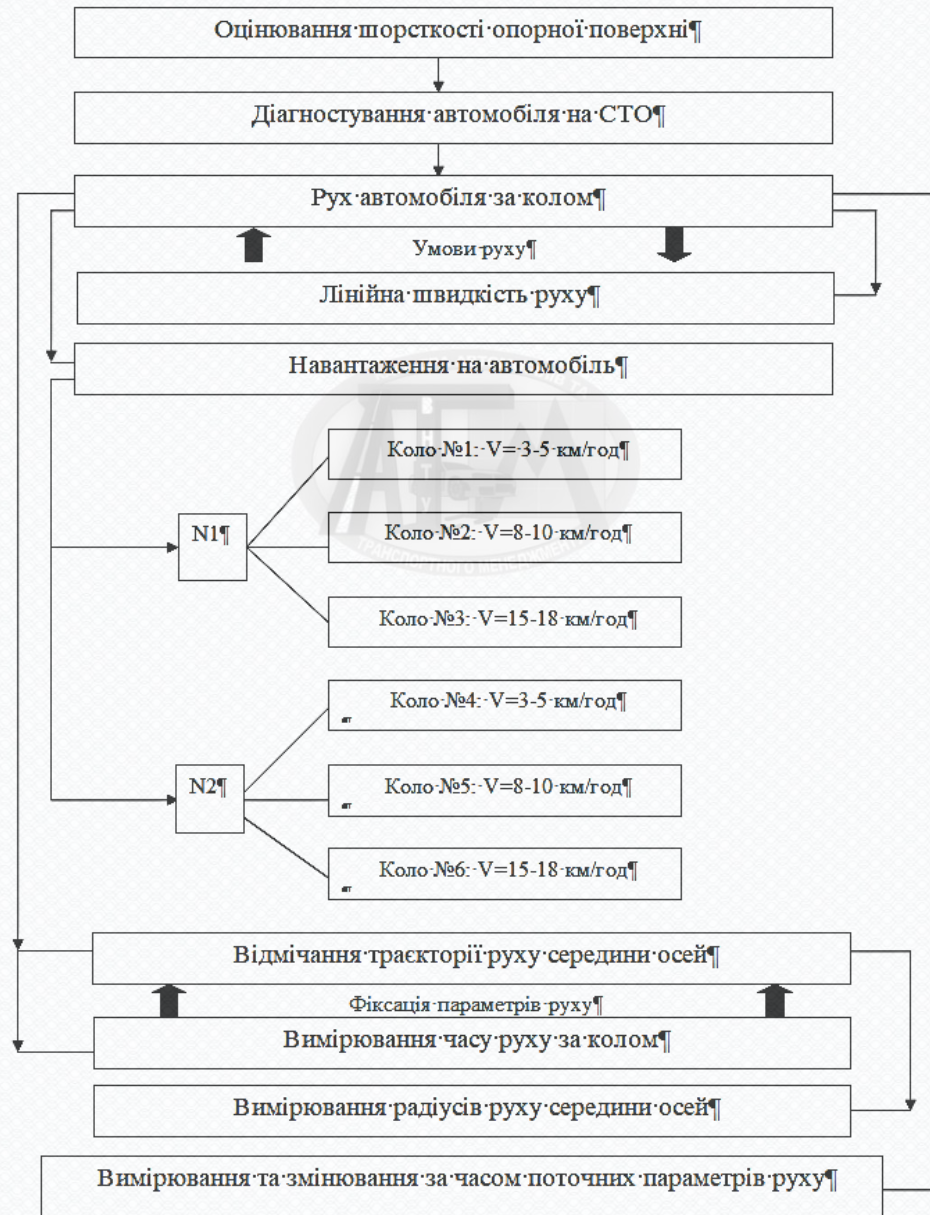
ОЦІНКА ДИНАМІКИ КОЧЕННЯ ШИНИ

Розташування різних систем координат та осей автомобіля

Кінематична схема обертання велосипедної моделі



ЗАГАЛЬНА СХЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ

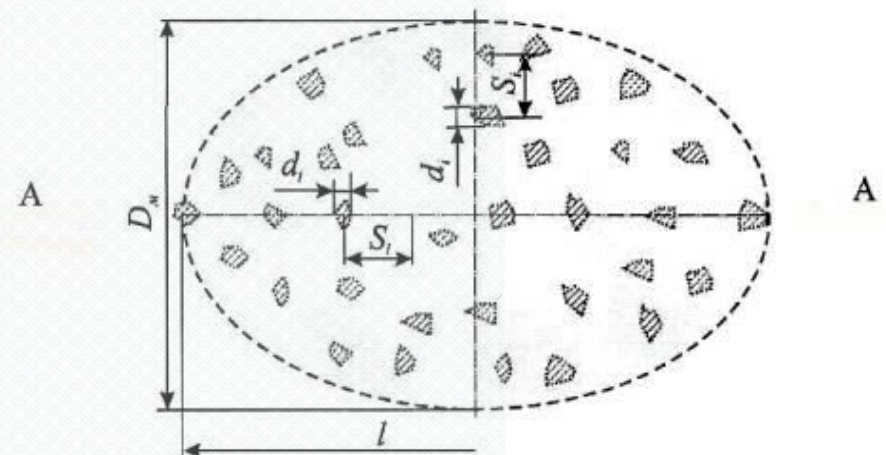
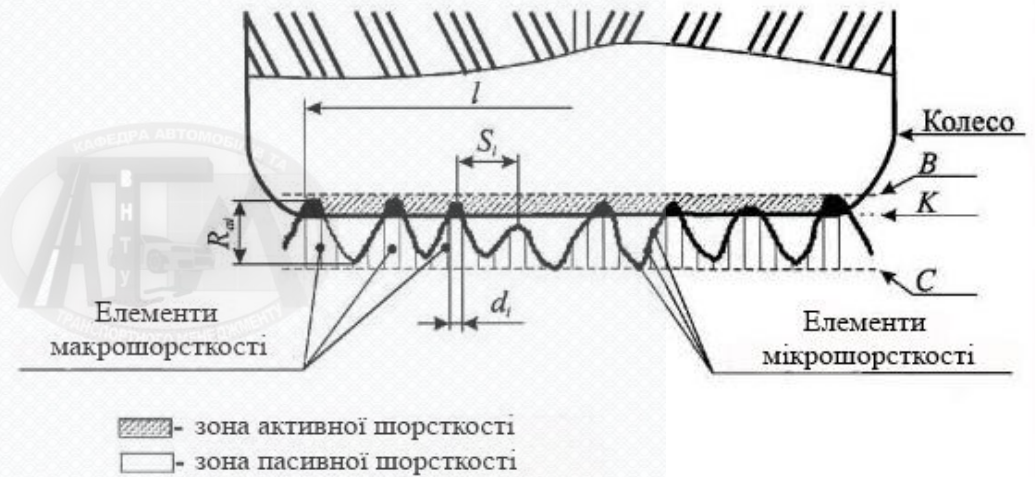


КОМПОНЕНТИ СТІЙКОСТІ РУХУ

Площадка зони зберігання

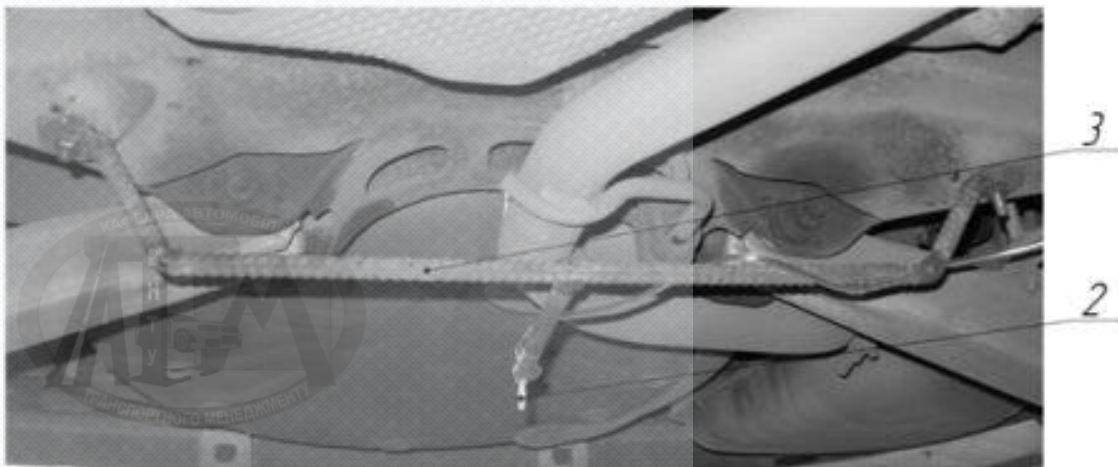
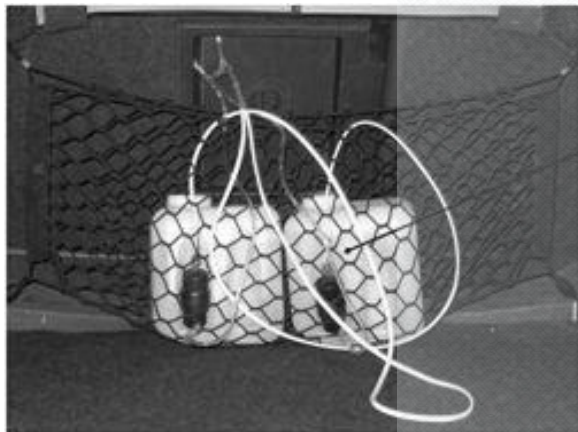


Параметри шорсткості та її елементи в зоні контакту шини



ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ПІДТРИМКА ВИПРОБУВАННЯ

Встановлення та кріплення гідравлічних відмітчиків

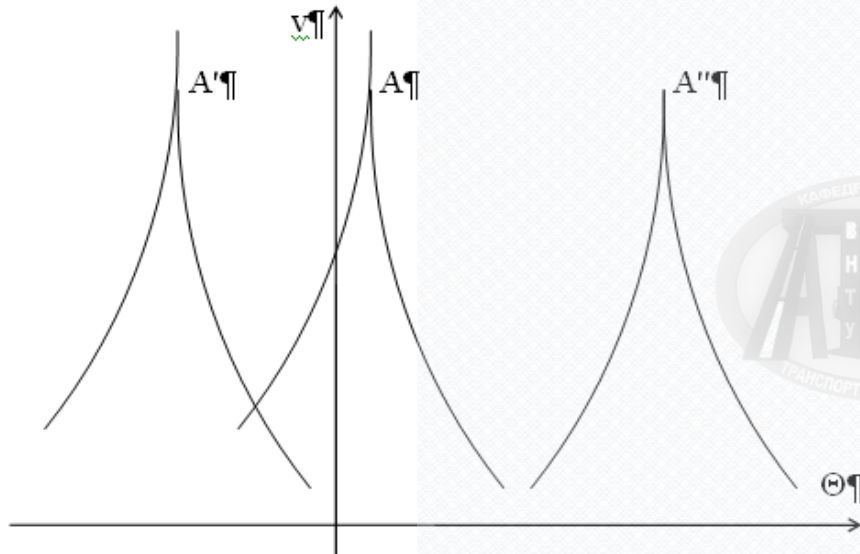


Майданчик для експрименту



ВПЛИВ ЖОРСТКОСТІ ШИНИ НА СТІЙКІСТЬ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

Графіки залежності швидкості руху від кута Візуалізація однобічного зносу протектора повороту



$$m(\dot{u} + \omega v) = Y_{1\Pi} \cdot \cos\theta_{1\Pi} + Y_{1Л} \cdot \cos\theta_{1Л} + Y_{2\Pi} \cdot \cos\theta_{2\Pi} + Y_{2Л} \cdot \cos\theta_{2Л};$$

$$J\omega = aY_{1\Pi} \cdot \cos\theta_{1\Pi} + aY_{1Л} \cdot \cos\theta_{1Л} + bY_{2\Pi} + bY_{2Л},$$

де m – маса моделі автомобіля;

u, v – відповідно, поперечна та поздовжня швидкості центру мас АТЗ;

$\dot{u}$ – поперечне прискорення центру мас АТЗ;

$\omega, \dot{\omega}$ – кутова швидкість та кутове прискорення КТЗ;

θ_{11}, θ_{12} – кути повороту передніх правого (п) та лівого (л) коліс, відп

a, b – відстань від центру мас до передньої та задньої осей КТЗ, відповідно;

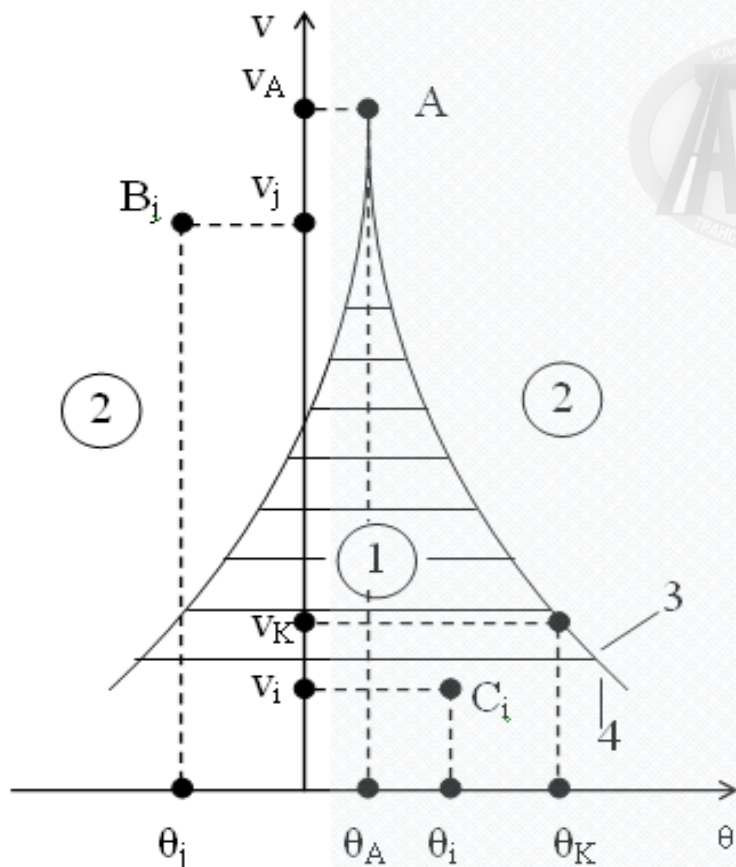
J – момент інерції кузова автомобіля щодо центральної вертикальної вісі;

$Y_{1\Pi}, Y_{1Л}$ – бічні сили правого (п) та лівого (л) коліс на передній вісі;

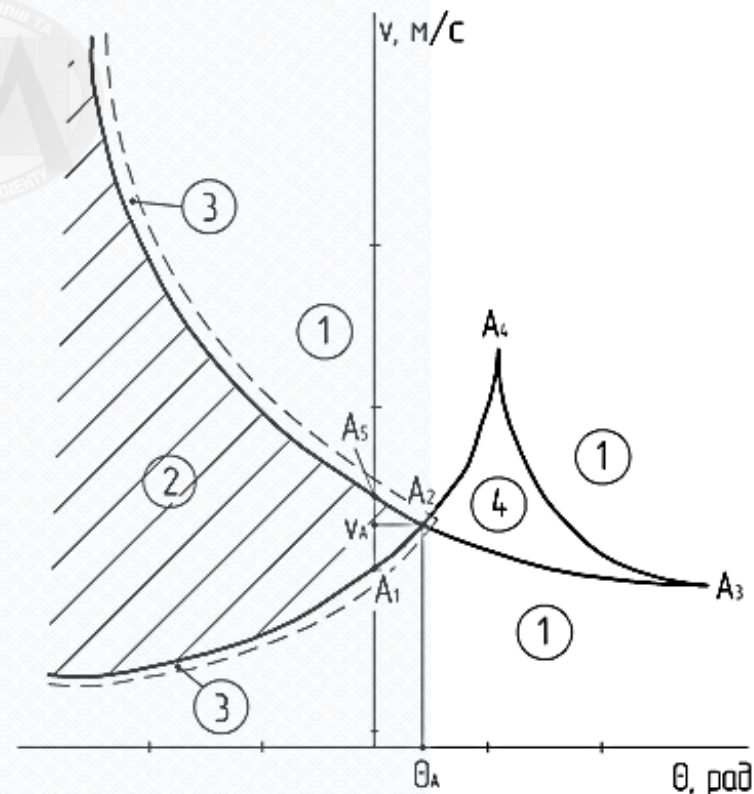
$Y_{2\Pi}, Y_{2Л}$ – бічні сили правого (п) та лівого (л) коліс на задній вісі.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СТІЙКОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

Діаграма біфуркаційної множини для жорсткісних неоднорідностей рушії однієї спрямованості



Біфуркаційна множина для випадку, коли жорсткісні неоднорідності шин спрямовують бічні сили в протилежні боки для різних осей автомобіля



ВПЛИВ НЕГАТИВНИХ ВИКИДІВ ШИН НА ДОВКІЛЛЯ

Візуалізація фрагмента міста КНР



Екологічне зрівняння ефективності використання відходів

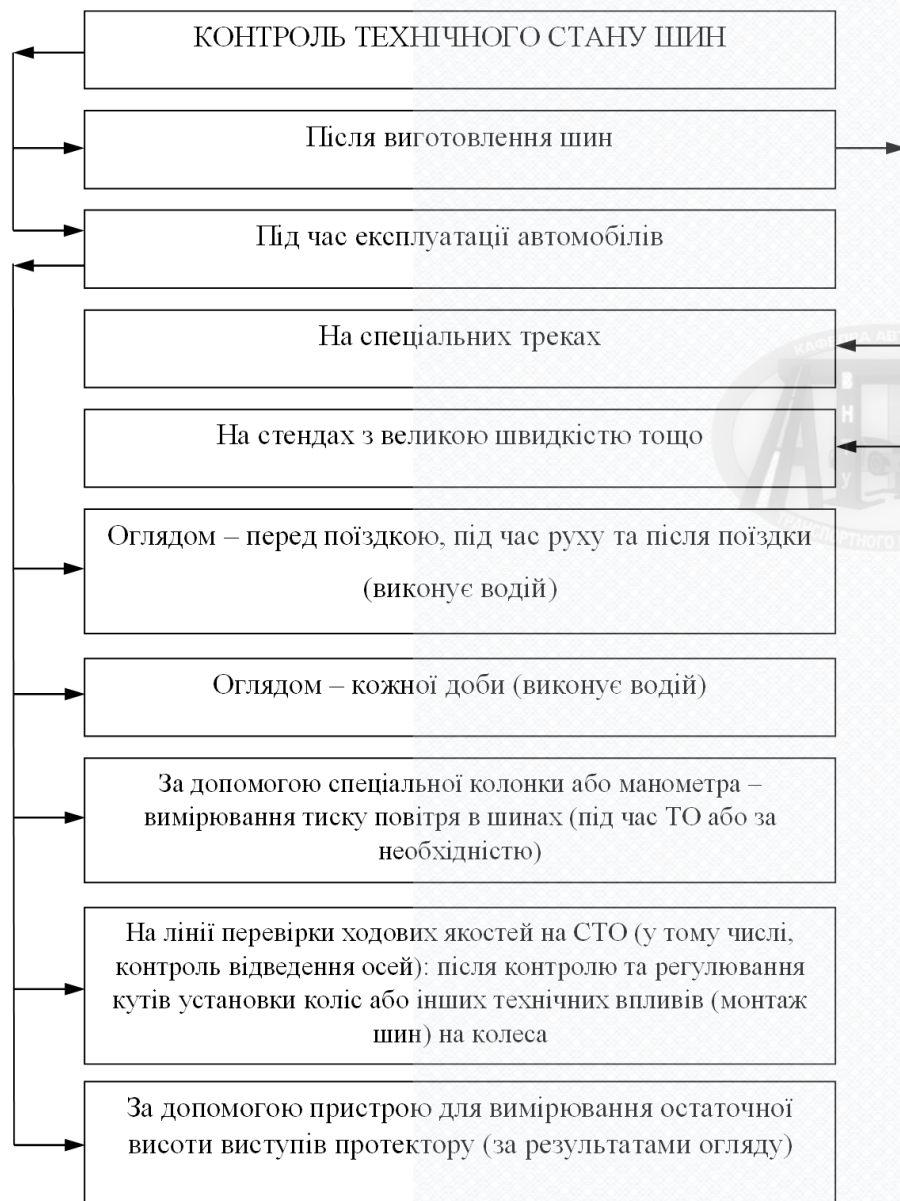


Палітра природних і альтернативних видів палива

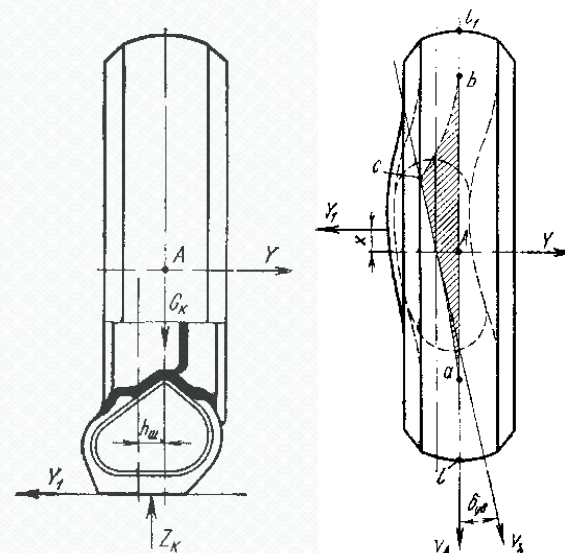


КОНТРОЛЬ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ШИН

Ступені та обладнання контролю технічного стану шин



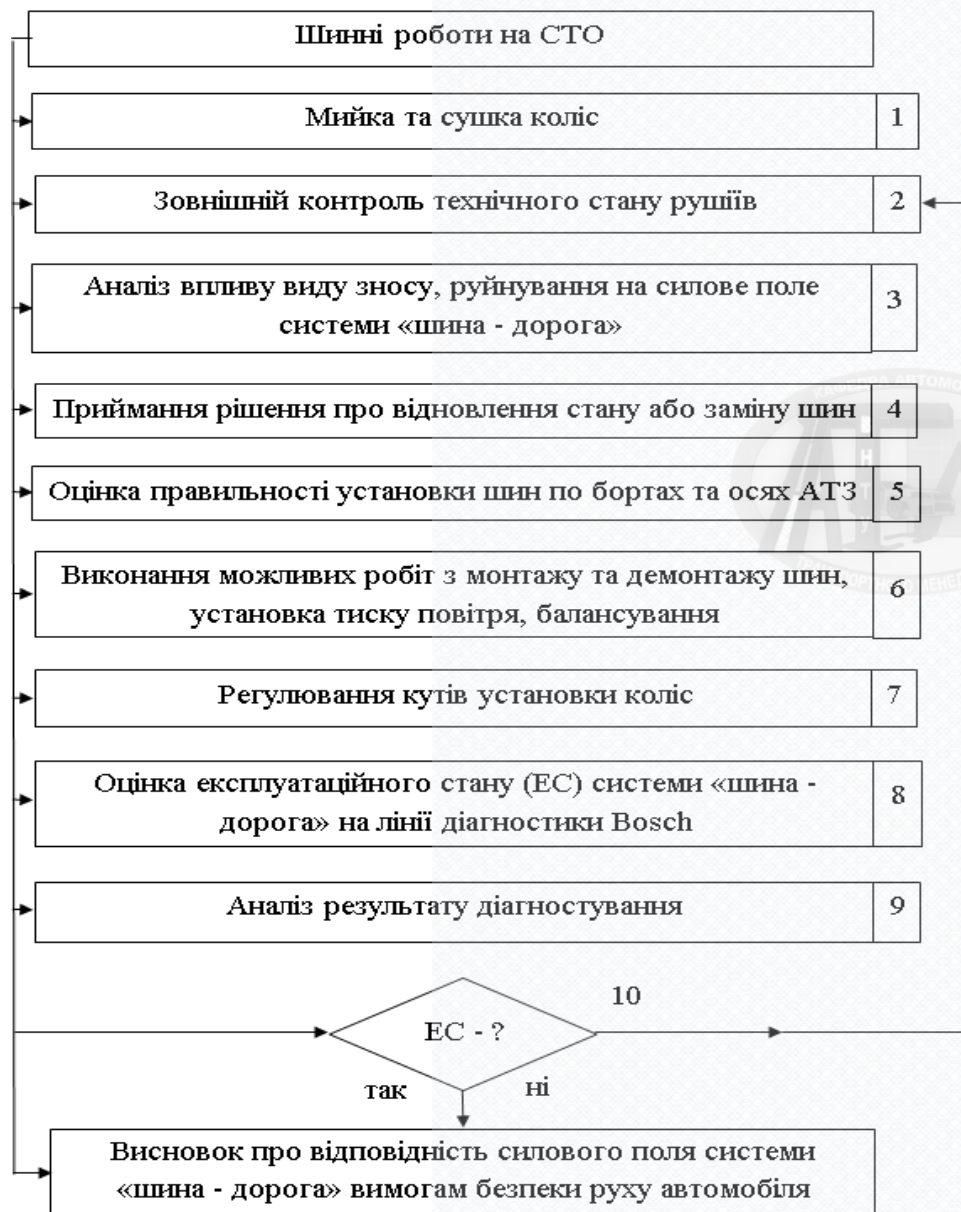
Бічне відведення колеса



Лінія діагностики ходових якостей



АЛГОРИТМ ВИКОНАННЯ ШИННИХ РОБІТ НА СТО



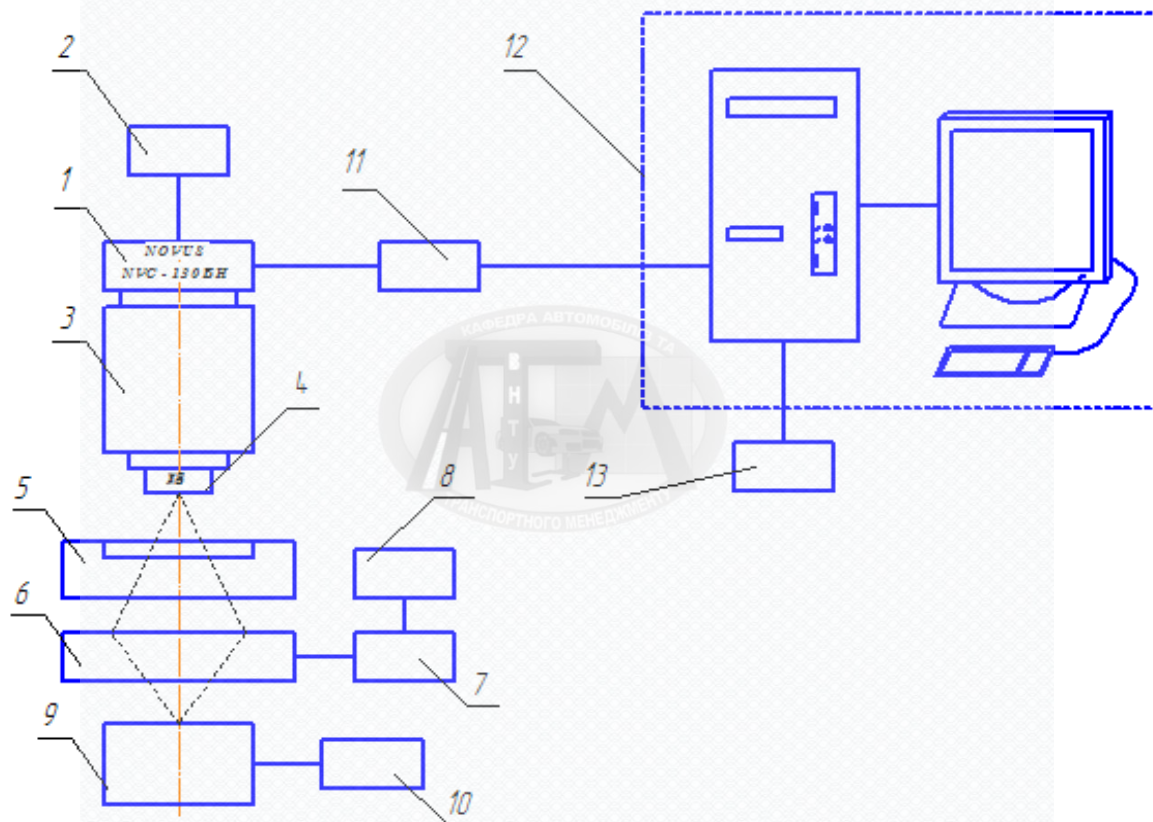
Проведення шинних робіт



Виконання процесу заміни еластичного рушія



СТРУКТУРНА СХЕМА СТЕНДУ ДЛЯ ОЦІНКИ ІНТЕНСИВНОСТІ ВИКИДІВ ПИЛУ



- 1 – телевізійна камера на ПЗЗ - матриці; 2 – БЖ камери; 3 – тубус мікроскопа;
 4 – мікрооб'єктив; 5 – предметний столик з мірою; 6 – вузол переміщення
 об'єкту (п'єзоелектродвигун); 7 – електронний блок керування (пульт
 керування); 8 – БЖ п'єзоелектродвигуна; 9 – освітлювальний блок;
 10 – БЖ освітлювальної системи; 11 – пристрій введення зображення;
 12 – персональний комп'ютер; 13 – програмне забезпечення

ВИСНОВКИ

1. Станція технічного обслуговування «Бош Сервіс Автопростір» міста Вінниці 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 фактору випадковості заїзду КТЗ на СТО.
2. Площа підприємства та виробничі будівлі за своїми геометричними характеристиками достатні тимчасового зберігання КТЗ, міжсезонного храніння шин та проведення ЩО, ТО і ПР тощо.
3. Організаційна структура управління та кількість робітників дозволяють виконувати виробничі завдання.
4. Поглибилино поняття стійкості руху швидкісних легкових автомобілів. Необхідно системно застосовувати контроль параметрів експлуатаційного стану еластичних рушіїв АТЗ.
5. Сформована система шинних робіт на СТО щодо забезпечення стійкості руху автомобілів.
6. Наявність якісної лінії для діагностування ходових властивостей, яка має значущим параметром відведення шини, обумовили включення його в сукупність контрольних параметрів та операцій СШР, поряд з наступними: вибором раціональної конструкції і розміщення шин по бортах і осях КТЗ, 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 функціонування системи шинних робіт.
8. Розроблений науковий розділ, в якому доказана значущість зв'язку між жорсткістю шин та курсовою стійкістю руху автомобіля. Досліджено вплив процесів зношування та руйнування шин на жорсткість еластичного рушія. Представлені основні характеристики стійкості руху автомобіля. Поглиблено науково-технічний підхід до управління курсовою стійкістю руху КТЗ.
9. Розглянутий вплив на довкілля викидів продуктів руйнування та зносу шин. Окремої уваги заслуговує руйнування поверхні дороги. Оцінена необхідності утилізації шин та використання виготовлення цементу для утилізації шин, що виведені з експлуатації. Розглянута необхідність вирішення науково-прикладної задачі вибору пилопроникності матеріалу.

Додаток Б

«Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень»



ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Забезпечення раціональної жорсткості еластичних рушіїв
формуванням ефективної системи шинних робіт в умовах станції технічного
обслуговування «Бош Сервіс Автопростір Вінниця»

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

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

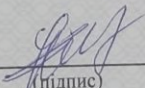
Показники звіту подібності Strikeplagiarism

Оригінальність 78 % Схожість 22 %

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 або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

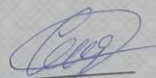
Робота, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

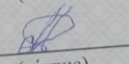
Найомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Strikeplagiarism щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Сердюк Р.М.
(прізвище, ініціали)

Рівнік роботи


(підпис)

Макаров В.А.
(прізвище, ініціали)