

Форма № Н-9.02

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет \_\_\_\_\_ конструювання та дизайну \_\_\_\_\_  
УДК 681.533.-027.45

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри  
надійності техніки  
(назва кафедри)

доц. \_\_\_\_\_ Новицький А.В.  
(підпис) (ПІБ)  
“ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на «Дослідження технічного стану шин та удосконалення обладнання для  
проведення шиномонтажних робіт»**

Спеціальність \_\_\_\_\_ 133 - «Галузеве машинобудування»  
(код і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
Магістерська програма «Технічний сервіс машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»  
(назва)

Орієнтація освітньої програми \_\_\_\_\_ освітньо-професійна \_\_\_\_\_  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_ К.Т.Н., доц. \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

\_\_\_\_\_ Новицький А.В. \_\_\_\_\_  
(ПІБ)

**Керівники магістерської роботи**

\_\_\_\_\_ к.е.н., доцент \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

\_\_\_\_\_ Мельник В.І. \_\_\_\_\_  
(ПІБ керівника)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ Ковратовський О.В. \_\_\_\_\_  
(ПІБ студента)

Форма № Н-9.01

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет \_\_\_\_\_ конструювання та дизайну \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри надійності техніки

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Новицький А.В.  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 \_\_\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТА

**Ковратовський Олег Володимирович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність \_\_\_\_\_ 133 «Галузеве машинобудування» \_\_\_\_\_  
(код і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(назва)

Магістерська програма «Технічний сервіс машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва» \_\_\_\_\_  
(назва)

Орієнтація освітньої програми \_\_\_\_\_ освітньо-професійна \_\_\_\_\_  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи **«Дослідження технічного стану шин та  
удосконалення обладнання для проведення шиномонтажних робіт»**  
затверджена наказом ректора НУБіПУ від «28»03.2025 р. №2266 «С»

2. Термін подання завершеної роботи на кафедру 11.11.2025 р.  
(рік, місяць, число)

3. Вихідні дані магістерської роботи

3.1. Сучасні конструкції, технічні характеристики шиномонтажних станків

3.2. Типові норми праці на ТО і ремонт шиномонтажних станків

3.3. Перспективні методи відновлення автомобільних шин

3.4. Каталоги ремонтно-технологічного обладнання для ремонту шин

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

Вступ

4.1. Вихідні дані для проектування

4.2. Розрахунково-організаційна частина

4.3. Дослідження зносу автомобільних шин

4.4. Охорона праці

Висновки

Літературні джерела

5. Перелік графічного матеріалу

5.1 Загловний слайд

5.2 Схема шиномонтажної дільниці

5.3 Стенд для проведення шиномонтажних робіт

5.4 Порівняльний графік зносу протектора шин

5.5 Охорона праці

5.6 Висновки

Дата видачі завдання «16» грудня 2024 р.

Керівники магістерської роботи

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Мельник В.І.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Ковратовський О.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи на тему: «Дослідження технічного стану шин та удосконалення обладнання для проведення шиномонтажних робіт» містить 82 сторінок, 11 таблиць, 34 рисунків та 50 використаних джерел.

Магістерська робота присвячена дослідженню технічного стану автомобільних шин та удосконаленню обладнання для проведення шиномонтажних робіт на прикладі підприємства автосервісного типу. Актуальність теми зумовлена зростанням інтенсивності експлуатації транспортних засобів, підвищенням вимог до безпеки дорожнього руху та необхідністю забезпечення високої якості технічного обслуговування автомобілів. Технічний стан шин безпосередньо впливає на керованість, стійкість, гальмівні властивості та загальну надійність транспортного засобу.

Пояснювальна записка магістерської роботи містить вступ, чотири розділи, висновки та список використаних джерел. У роботі подано таблиці та рисунки, що ілюструють результати експериментальних досліджень зносу шин, характеристики обладнання та технологічні процеси шиномонтажних робіт.

Об'єктом дослідження є процес експлуатації та технічного обслуговування автомобільних шин.

Предметом дослідження є закономірності зношування шин та технологічні процеси виконання шиномонтажних робіт із використанням сучасного обладнання.

Метою роботи є підвищення ефективності та безпеки експлуатації автомобілів шляхом дослідження технічного стану шин і розроблення пропозицій щодо удосконалення шиномонтажного обладнання.

У першому розділі наведено загальну характеристику підприємства, призначення та конструктивні особливості автомобільних шин, розглянуто типові несправності та вплив технічного стану шин на безпеку руху.

У другому розділі проаналізовано існуюче шиномонтажне обладнання, його технічні характеристики, типові норми праці та вимоги до організації робіт.

Третій розділ присвячений експериментальним дослідженням зносу автомобільних шин на прикладі експлуатації автомобілів Audi Q7, визначенню характеру та інтенсивності зношування протектора залежно від умов роботи.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки життєдіяльності під час виконання шиномонтажних робіт, а також запропоновано заходи щодо зниження виробничих ризиків.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання в діяльності автосервісних підприємств для оптимізації технічного обслуговування шин, підвищення якості шиномонтажних робіт та зменшення експлуатаційних витрат.

**Ключові слова:** автомобільна шина, технічний стан, знос протектора, шиномонтажні роботи, шиномонтажне обладнання, діагностика шин, безпека дорожнього руху, ресурс шин, експлуатаційні властивості, автосервіс

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	9
<b>РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ</b>	10
1.1. Загальна характеристика підприємства Audi центр Vipos та виробнича діяльність.....	10
1.2. Призначення та загальна характеристика автомобільної шини.....	12
1.3. Огляд конструкцій автомобільної шини.....	13
1.4. Типові несправності автомобільної шини.....	15
1.5. Аналіз впливу технічного стану на ефективність і безпеку руху.....	18
1.6. Структура технічної служби підприємства.....	21
1.7. Технічна характеристика рухомого складу.....	23
1.8. Аналіз існуючих конструкцій стендів і пристосувань для монтажу і демонтажу шин і коліс.....	26
1.9. Задачі магістерської кваліфікаційної роботи.....	33
<b>РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА</b>	36
2.1. Розподіл шиномонтажних робіт.....	36
2.2. Планування роботи ремонтної майстерні.....	37
2.3. Проектування технологічного процесу ремонтування шин.....	38
2.4. Підбір технологічного обладнання для шиномонтажної дільниці.....	40
2.5. Технологічний процес шиномонтажної дільниці.....	52
<b>РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН</b>	56
3.1. Дослідження зносу шин при експлуатації автомобіля Audi Q 7.....	56
3.2. Класифікація шин, що використовуються на Audi Q7.....	62
<b>РОЗДІЛ 4. Удосконалення обладнання для проведення шиномонтажних робіт</b>	65
4.1. Призначення та застосування пристосувань.....	65
4.2. Будова та принцип роботи установки.....	67
<b>РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	74

5.1. Охорона праці під час робіт із шиномонтажним станком.....	74
<b>ВИСНОВКИ</b>	76
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	78

## ВСТУП

Сучасний етап розвитку автомобільного транспорту характеризується зростанням інтенсивності руху, збільшенням навантажень на дорожню інфраструктуру та посиленням вимог до безпеки експлуатації транспортних засобів. Одним із ключових елементів автомобіля, що безпосередньо впливають на стійкість, керованість та ефективність гальмування, є шини. Їх технічний стан визначає рівень безпеки руху, а своєчасне технічне обслуговування та якісний шиномонтаж запорука стабільної роботи у різних умовах експлуатації.

На практиці встановлено, що значна частина дорожньо-транспортних пригод пов'язана саме з несправністю або передчасним зносом шин. Це зумовлює необхідність систематичного контролю їх технічного стану, удосконалення методів діагностики та підвищення якості шиномонтажних робіт. Особливої актуальності набувають питання модернізації обладнання, яке використовується в шиномонтажних майстернях, адже технічний прогрес пропонує нові технологічні рішення, здатні підвищити ефективність та точність обслуговування.

Дослідження, виконані в рамках даної роботи, спрямовані на аналіз основних факторів, що впливають на працездатність шин, визначення закономірностей їх зносу та оцінку існуючого технічного оснащення для проведення шиномонтажу. На основі отриманих результатів передбачається обґрунтувати напрями вдосконалення обладнання та технологічних процесів, що дозволить підвищити надійність обслуговування, зменшити ймовірність пошкоджень шин і забезпечити більш якісний сервіс.

Таким чином, обрана тема є актуальною як з позиції підвищення рівня безпеки дорожнього руху, так і з точки зору впровадження інноваційних рішень у сферу технічного обслуговування автомобільного парку. Результати дослідження можуть мати практичне застосування на шиномонтажних підприємствах, у сервісних центрах та автотранспортних господарствах.

## РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ

### 1.1 Загальна характеристика підприємства Audi центр Vipos та виробнича діяльність

Дане підприємство знаходиться за адресою вул. Дегтярівська, 54. 04112 м. Київ. тел: +0443939999. Підприємство займається продажем автомобілів Audi, технічним обслуговування та ремонтуванням автомобілів, продажем оригінальних запчастин і аксесуарів.



Рис. 1.1 Автосалон Vipos

Також підприємство надає фінансові послуги (табл. 1.1): кредит, лізинг при купівлі авто; займається страхуванням куплених авто; обміном старого авто на нове (Trade-in). Зазначена юридична особа пропонує клієнтам акційні програми (наприклад, пакет “Бізнес” для Audi A6).

Таблиця 1.1.

## Фінансові програми підприємства Audi центр Vipos

Вид послуги	Фінансові умови
1	2
Кредит / фінансування	<p>Audi-мережа в Україні (включно з Vipos) має програми фінансування з надзвичайно низькими ставками від 0,01% річних через Porsche Finance Group.</p> <p>Перший внесок залежить від терміну: наприклад, при внеску ~30% ставка 0,01% для строку 12 місяців.</p> <p>Крім кредиту, можливий лізинг (фінансовий лізинг) через ту саму програму.</p> <p>Є «фінансові консультації» у салоні менеджери можуть підрахувати індивідуальний план для клієнта</p>
Акції	<p>Наприклад: Audi A6 з пакетом «Бізнес» згідно з пропозицією Vipos, можна отримати вигоду в 8 052 євро.</p> <p>У цій акції ставка фінансування “від 0,01% річних”.</p> <p>Пакет “Бізнес” включає опції: камера заднього огляду, електропривід багажника, асистент паркування тощо</p>
Trade-in	<p>Автосалон пропонує обмін старого авто на новий (Trade-in).</p> <p>Це може бути вигідно, якщо хочеш здати свій старий автомобіль і доплатити за новий салон робить оцінку авто</p>
Страховання	<p>Вони консультують зі страхування: КАСКО, інші страхові рішення у них є фахівці.</p> <p>Можуть підібрати страхові продукти, які поєднуються з фінансуванням</p>
Послуги салону	<p>Технічне обслуговування та ремонт.</p> <p>Запчастини та аксесуари: оригінальні деталі Audi.</p> <p>Кузовний ремонт (лакофарба).</p> <p>Детейлінг: полірування, тонування.</p> <p>Автомийка — після сервісу можна одразу помити авто.</p> <p>Буксирування: салон може організувати евакуацію, якщо треба.</p>

## 1.2. Призначення та загальна характеристика автомобільної шини

Легкові автомобільні шини є одним із ключових елементів конструкції транспортного засобу, оскільки саме вони забезпечують постійний контакт автомобіля з дорожньою поверхнею. Від їх технічного стану залежить безпека руху, ефективність гальмування, рівень комфорту під час поїздки та витрата пального. Шини виконують одночасно кілька важливих функцій, які визначають загальну динаміку та керуваність автомобіля.

Призначенням шин є забезпечення зчеплення з дорогою. Основна функція шини формування якісного контакту між колесом і дорожнім покриттям. Від цього залежить здатність автомобіля прискорюватися, проходити повороти та зупинятися в межах безпечних дистанцій.

Передавання крутного моменту. Через шину на поверхню дороги передається тягове зусилля від двигуна та гальмівної системи, тому якісні шини напряму впливають на динамічні характеристики авто.

Амортизація нерівностей. Завдяки еластичності гуми та внутрішньому повітряному тиску шина поглинає удари та вібрації, що виникають під час руху по нерівній поверхні. Це дозволяє знизити навантаження на елементи підвіски та підвищити комфорт водія й пасажирів.

Підтримання стабільності автомобіля. Геометрія шини та рисунок протектора забезпечують правильний розподіл навантаження, стійкість на прямій дорозі та адекватне реагування на кермові команди. Забезпечення безпеки на різних типах покриття та у різних погодних умовах. Літні, зимові та всесезонні шини мають різні властивості, що забезпечують оптимальне зчеплення на сухому асфальті, мокрій дорозі, сніжному покритті чи льоду.

Сучасні шини виготовляються із багатокомпонентних гумових сумішей, що включають натуральний і синтетичний каучук, сажу, олії, полімери та армувальні матеріали. Це дозволяє досягти балансу між міцністю, еластичністю

та довговічністю виробу. До основних характеристик легкових шин належать: конструкція шини; індекс навантаження; індекс швидкості; сезонність використання; зносостійкість та ресурс; рівень опору коченню.

Легкові шини можуть бути радіальними або діагональними, проте у сучасному автопарку майже всі моделі радіальні. Така конструкція забезпечує низький опір коченню, кращу керованість і рівномірний знос протектора. Тип і рисунок протектора. Симетричний забезпечує стабільність і низький рівень шуму. Асиметричний покращує керованість у поворотах і зчеплення на високих швидкостях. Спрямований ефективно відводить воду, знижує ризик аквапланування.

Індекс навантаження показує максимально допустиму масу, яку може витримати одна шина. Це важливий параметр для безпеки експлуатації.

Індекс швидкості визначає максимально допустиму швидкість руху, при якій шина може працювати без ризику руйнування.

Залежно від сезону застосування шини поділяються на літні і зимові. Літні шини твердіші, стійкі до високих температур. Зимові мають м'якшу суміш та агресивний протектор для роботи на снігу й льоду. Всесезонні – це універсальний варіант для помірною клімату.

Зносостійкість та ресурс визначається якістю гумової суміші, стилем водіння, регулярністю технічного обслуговування та коректністю тиску в шинах.

Чим нижчий опір коченню, тим економічніше працює автомобіль, оскільки витрачає менше пального на подолання сил тертя.

### **1.3 Огляд конструкцій автомобільної шини**

Конструкція автомобільних шин є комплексною системою, що поєднує кілька взаємопов'язаних шарів та елементів, кожен із яких виконує свою функцію для забезпечення безпечної, надійної та довговічної роботи виробу.

Сучасні шини створюють таким чином, щоб вони могли ефективно витримувати навантаження, забезпечувати зчеплення з дорогою та протистояти зовнішнім впливам. На рисунку 1.2 зображено конструкцію радіальної легкової шини.

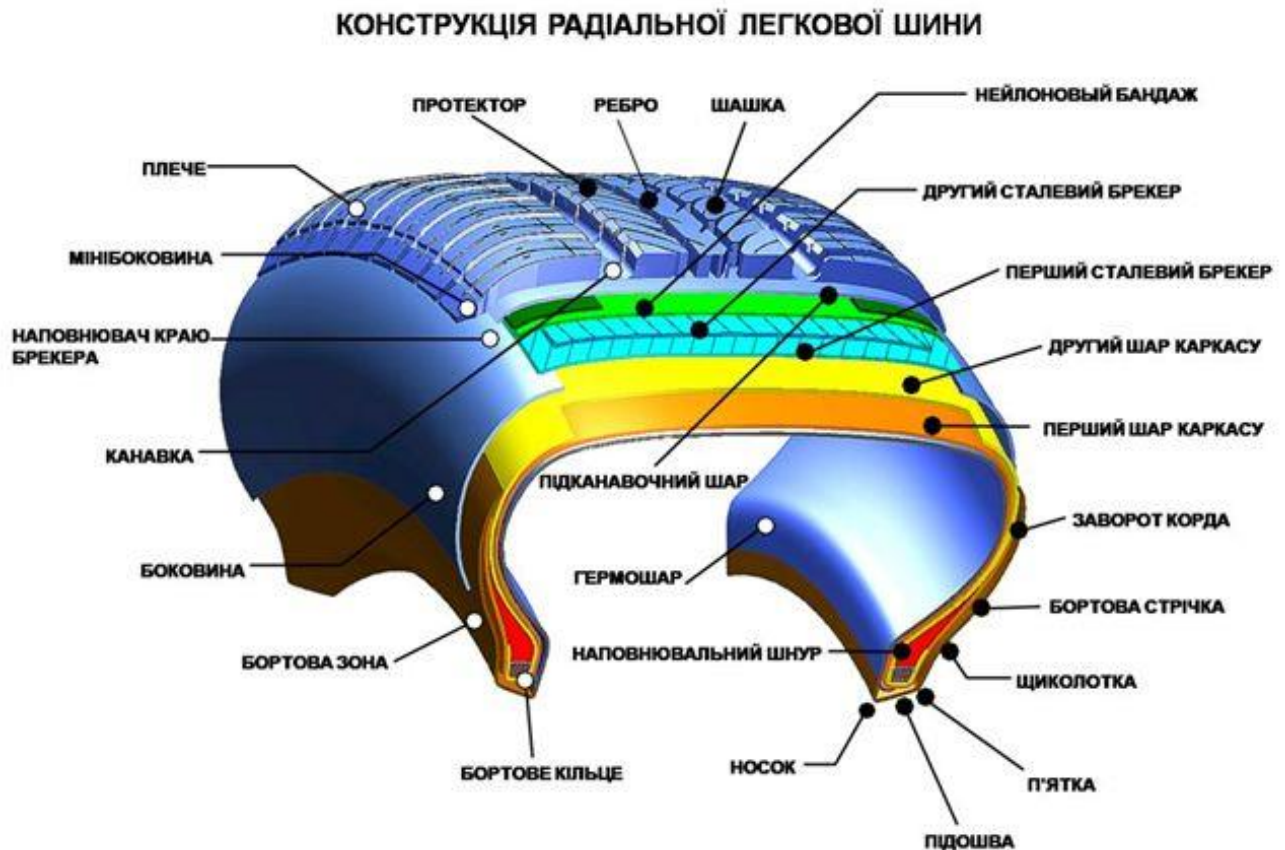


Рис. 1.2 Конструкція радіальної легкової шини

Основою будь-якої шини є каркас, сформований із міцних текстильних або металокордних ниток. Він визначає механічну міцність виробу та його здатність утримувати внутрішній тиск. Важливим елементом є також протектор зовнішній шар із рельєфним рисунком, що забезпечує необхідний рівень зчеплення з дорожньою поверхнею, відведення води та стабільність автомобіля в різних умовах.

До конструктивних елементів шин (див. рис. 1.2) також належать:

- борти (боковини), які захищають каркас від пошкоджень та сприяють плавності ходу;

- бортові кільця, що забезпечують жорстке кріплення шини на ободі колеса;
- брейкерний пояс, який зміцнює конструкцію і допомагає зберігати форму протектора під час руху.

Сучасні автомобільні шини виготовляють переважно у радіальному виконанні, де кордні нитки укладаються перпендикулярно до напрямку руху. Це дозволяє знизити тепловиділення, покращити стійкість і забезпечити рівномірний знос. Діагональні шини, хоч і використовуються значно рідше, мають кордові шари, розташовані під кутом, що робить їх більш жорсткими, але менш комфортними.

Різні типи шинних конструкцій розробляються з урахуванням умов експлуатації, швидкісних режимів і навантаження, тому кінцевий результат це високотехнологічний виріб, здатний забезпечувати стабільність і безпеку руху в широкому спектрі дорожніх ситуацій.

#### **1.4. Типові несправності автомобільної шини**

Типові несправності автомобільних шини, автомобільна шини під час експлуатації піддається значним навантаженням, впливу температур, механічних пошкоджень та змін дорожнього покриття. У результаті цього можуть виникати різні дефекти, що знижують безпеку руху та потребують своєчасної діагностики або ремонту. Розуміння типових несправностей шин дозволяє вчасно виявляти проблему та запобігати аварійним ситуаціям.

##### **1. Нерівномірний знос протектора.**

Однією з найпоширеніших проблем є нерівномірне стирання протектора. Він може мати такі прояви:

- знос по краях зазвичай свідчить про недостатній тиск у шині;
- стертий центр протектора наслідок надмірного тиску;

- плямистий (гребінчастий) знос результат порушеної геометрії підвіски або несправного балансування;
- односторонній знос часто виникає через неправильний кут розвалу коліс.

На рисунку 1.3 зображено приклад нерівномірного зносу протектора.



Рис. 1.3 Нерівномірний знос протектора

## 2. Механічні пошкодження.

Шина може бути пошкоджена внаслідок наїзду на гострі предмети чи удари об бордюри. Найбільш типові з них:

- проколи та порізи (див. рис. 1.4), що проникають у каркас;
- розриви бокової частини, які нерідко роблять шину неремонтопридатною;
- тріщини протектора або боковини, спричинені старінням гуми або недостатнім тиском.



Рис. 1.4 Поріз шини

### 3. Здуття (грижі).

Здуття на боковині або протекторі з'являється при пошкодженні ниток корду (див. рис. 1.5).



Рис. 1.5 Здуття шини

Це є небезпечним дефектом, адже шина може раптово розірватися під час руху. Причинами є удари, перевантаження автомобіля або виробничий брак.

### 4. Внутрішні пошкодження каркаса (див. рис. 1.6).

До внутрішніх дефектів належать: порушення цілісності кордних ниток; розшарування гумових шарів; відшарування протектора від брейкерного пояса.



Рис. 1.6 Внутрішні пошкодження каркаса

Такі несправності важко виявити без спеціального обладнання, але вони істотно впливають на керованість.

#### 5. Старіння та висихання гуми.

З часом гума втрачає еластичність і покривається мікротріщинами (див. рис. 1.7).



Рис. 1.7 Старіння та висихання гуми

Такі шини мають погіршені характеристики зчеплення і можуть бути небезпечними, навіть якщо протектор не зношений.

### **1.5. Аналіз впливу технічного стану на ефективність і безпеку руху**

Технічний стан автомобільних шин є визначальним елементом у забезпеченні безпечної експлуатації транспортних засобів і безпосередньо

впливає на їх динамічні характеристики. Оскільки шини забезпечують єдиний контакт автомобіля з дорожнім покриттям, саме їхній стан визначає рівень зчеплення, стійкість руху, точність керування та ефективність гальмування. Відповідно, комплексна оцінка технічних параметрів шин є ключовою умовою підвищення безпеки дорожнього руху та оптимізації експлуатаційних характеристик автомобіля.

Вплив стану протектора на експлуатаційні властивості.

Показники зношеності протектора є базовим критерієм оцінювання технічного стану шин. Зменшення глибини канавок протектора спричиняє зниження коефіцієнта зчеплення, що негативно позначається на довжині гальмівного шляху, особливо на мокрому та слизькому покритті. При критичному рівні зносу спостерігається збільшення ризику аквапланування, що може призвести до повної втрати контролю над транспортним засобом.

Вплив тиску повітря в шині на стабільність руху.

Параметр внутрішнього тиску є одним із основних чинників, що формують рівномірність навантаження на каркас шини та площу контакту з дорогою. Недостатній тиск призводить до збільшення опору коченню, нерівномірного нагрівання та деформації бокових зон, що підвищує ймовірність руйнування шини. Водночас надмірний тиск зменшує амортизаційні властивості, погіршує стійкість автомобіля та сприяє локальному зносу центральної частини протектора. Обидва відхилення від нормативного значення тиску негативно впливають на ефективність керування та енергоефективність агрегатів автомобіля.

Вплив конструктивних дефектів на безпеку дорожнього руху.

Наявність пошкоджень каркаса, брейкерного пояса або боковини значно підвищує ризик аварійної ситуації. До найбільш небезпечних дефектів належать вулканізаційні відшарування, утворення гриж (здуттів), порізи бокової частини та внутрішні розшарування в зоні корду. Зазначені пошкодження, як правило, призводять до втрати структурної міцності шини та можуть викликати її

раптове руйнування під час руху, що особливо небезпечно на високих швидкісних режимах.

Вплив зносу та старіння гумової суміші.

Фізико-механічні властивості гуми мають тенденцію до погіршення внаслідок природних процесів старіння та впливу зовнішніх чинників (ультрафіолетове випромінювання, перепади температур, хімічні речовини). Зниження еластичності, поява мікротріщин та втрата структурної однорідності призводять до погіршення зчіпних властивостей та зменшення стійкості при маневруванні. В умовах низьких температур такі шини втрачають здатність адаптуватися до дорожнього мікрорельєфу, що додатково знижує рівень безпеки.

Важливість дотримання геометричних параметрів коліс.

Порушення параметрів сходження та розвалу коліс спричиняє нерівномірний знос протектора та погіршує курсову стійкість автомобіля. Невідбалансовані колеса створюють динамічні вібрації, що не лише знижують комфорт руху, але й підвищують навантаження на підвіску та рульове управління. Такі відхилення збільшують ймовірність передчасного зносу шин та негативно впливають на безпеку водіння.

Вплив технічного стану шин на паливну економічність.

Опір коченню безпосередньо залежить від працездатності протектора, тиску повітря та загального технічного стану шини. За наявності дефектів або зношеності опір зростає, що призводить до додаткового навантаження на силовий агрегат. Практичні дослідження підтверджують, що експлуатація шин у незадовільному технічному стані може збільшити витрату пального на 5–15 %, що становить суттєві економічні втрати в умовах інтенсивної експлуатації автомобіля.

## **1.6 Структура технічної служби підприємства**

Технічна служба автосалону «Віпос» являє собою комплексну систему підрозділів, що забезпечують повний цикл технічного обслуговування та підтримки автомобілів. Її структура включає спеціалізовані відділи, кожен з яких виконує окремі функції від діагностики та ремонту до контролю якості та логістики запасних частин.

Розглянемо структуру технічної служби СТО Audi центр Віпос (див. рис. 1.8, табл. 1.2).



Рис. 1.8 Структура підприємства Audi центр Віпос

Таблиця 1.2.

Структура технічної служби Audi Центру ВІПОС

Структурний підрозділ	Представництво
1	2
Керівництво технічної служби	Керівник сервісної служби (Service Manager). Загальне керівництво технічним підрозділом. Планування, нормативи, контроль якості робіт. Координація роботи майстрів-приймальників, цехів та складу
Старший майстер (Старший механік / Форман)	Координація роботи бригад. Контроль виконання технологічних карт, регламентів Audi. Вирішення складних

	технічних питань
Приймальна зона (Front Office)	Майстри-приймальники (Service Advisors). Прийом автомобілів. Консультації клієнтів. Формування замовлень-нарядів Контроль термінів виконання робіт Комунікація з технічним цехом

Продовження табл. 1.2

Менеджер з гарантії (Warranty Manager)	Оформлення гарантійних випадків Ведення гарантійної документації Робота за стандартами Audi AG
Технічний цех (Workshop)	Механіки-універсали. Виконання регламентних ТО (ТО-1, ТО-2 тощо) Ремонт ходової, гальмівної та інших систем
Діагност-електрик (Diagnostic Technician)	Комп'ютерна діагностика. Робота з електронікою, блоками керування Програмування, оновлення ПЗ
Спеціалісти з агрегатного ремонту	Ремонт двигунів. Ремонт трансмісій (S tronic, Tiptronic, quattro). Ремонт турбін, навісного обладнання
Мультибрендові технічні спеціалісти	Роботи, не включені у вузькоспеціалізовані категорії
Зона кузовного ремонту	Майстри з кузовного ремонту Жестяні роботи Ремонт геометрії кузова
Малярний відділ	Підбір фарби Фарбування та лакування
Склад та логістика	Комірники (Parts Specialists) Облік і видача запасних частин Замовлення деталей та витратних матеріалів. Робота з оригінальними каталогами Audi
Додаткові підрозділи технічної підтримки	Відділ контролю якості (Quality Control). Перевірка авто після ремонту. Контроль відповідності стандартам Audi
Відділ передпродажної підготовки (PDI)	Підготовка нових автомобілів Оновлення ПЗ, зарядка АКБ, інспекція

Відділ зберігання та видачі автомобілів	Приймання та видача авто Контроль чистоти та стану авто
---	--

Узгоджена робота всіх ланок технічної служби гарантує високий рівень сервісу, оперативність виконання робіт і відповідність корпоративним стандартам автосалону.

### 1.7 Технічна характеристика рухомого складу

Рухомий склад автосалону «Віпос» представлений сучасними легковими автомобілями марки Audi, які використовуються як демонстраційні, тестові та сервісні транспортні засоби. До його складу входять моделі різних класів, що відрізняються технічними показниками, динамічними характеристиками та рівнем оснащення. Така структура автопарку дозволяє забезпечити виконання маркетингових, сервісних та логістичних завдань підприємства.

Легкові автомобілі для демонстрацій та продажу.

Основа рухомого складу становлять нові автомобілі Audi, що перебувають у салоні як експозиційні зразки. Технічні параметри цих автомобілів можуть відрізнятися залежно від комплектації, проте більшість моделей обладнані:

- сучасними бензиновими або дизельними двигунами з турбонаддувом, системами прямого упрскування пального;
- 7-8-ступеневими автоматичними коробками передач S-tronic або Tiptronic, фірмовою системою повного приводу quattro.

Потужність силових агрегатів варіюється від економічних 110–150 к.с. до високопродуктивних двигунів потужністю понад 300 к.с. Всі моделі відповідають сучасним екологічним стандартам та оснащені електронними системами безпеки (ESP, ABS, адаптивні асистенти водія).

Тестові автомобілі.

Окрему групу рухомого складу становлять автомобілі, призначені для проведення тест-драйвів. Ці транспортні засоби мають середній рівень комплектації, що дозволяє продемонструвати потенційному покупцю ключові технічні переваги марки. На таких автомобілях зазвичай встановлені: двигуни середнього робочого об'єму (1.4–2.0 л), збалансовані ходові характеристики, адаптивні амортизатори, стандартні пакети безпеки та мультимедійних систем. Тестові авто регулярно проходять діагностику та технічне обслуговування, що гарантує їх справність і відповідність заводським параметрам.

Службові та логістичні транспортні засоби.

До допоміжної частини рухомого складу входять автомобілі, що використовуються працівниками підприємства для виконання логістичних, сервісних та адміністративних завдань. Це можуть бути як легкові моделі Audi початкових комплектацій, так і універсальні транспортні засоби, які застосовуються для: доставки клієнтів, транспортування комплектуючих, супроводу сервісних операцій. Такі автомобілі характеризуються помірною потужністю двигуна, оптимальною витратою пального та збільшеним ресурсом експлуатації.

Автомобілі після сервісного обслуговування та ремонту.

У структурі рухомого складу тимчасово можуть перебувати транспортні засоби клієнтів, які проходять сервісні процедури. Вони відрізняються широким спектром технічних характеристик, проте їх облік здійснюється окремо, оскільки такі автомобілі не належать підприємству. Загальна технічна оцінка рухомого складу. Рухомий склад забезпечує виконання як маркетингових, так і функціональних завдань підприємства, а його технічні параметри відповідають вимогам сучасного автомобільного ринку. У таблиці 1.3 вказано технічну характеристику автомобілів які ремонтуються на підприємстві


Таблиця 1.3

Характеристика автомобілів

Марка автомобіля	Екстер'єр автомобіля	Габаритні розміри, мм	Вага, кг	Розміри шини
1	2	3	4	5
Audi A-3		4152x1421x1735	1165	225/45R17

Продовження табл.1.3

Audi A-4		4703x1427x1826	1900	225/45R18
Volkswagen Transporter T5		4892x1950x1904	2398	205/65R16
Audi Q7		5052x1741x1968	3000	255/55R19
Volkswagen Golf IV		4409x1468x1735	1050	195/65R15

Audi Q5		4663x1659x1893	2075	235/60R18
---------	---	----------------	------	-----------

Автопарк автосалону «Віпос» вирізняється високим рівнем технічної надійності та інноваційності, що обумовлено технологічною досконалістю автомобілів Audi.

### **1.8 Аналіз існуючих конструкцій стендів і пристосувань для монтажу і демонтажу шин і коліс**

Розглянемо існуючі конструкції стендів та пристосувань для монтажу і демонтажу шин і коліс. Шиномонтажний напівавтоматичний стенд One Tech JT-100 (див. рис. 1.9) має великий попит за своєї не великої ціни.



Рис. 1.9 Стенд One Tech JT-100

Комплектація стенду передбачає наявність монтажної лопатки, пристрою для відриву борту шини, полиці для розміщення аксесуарів на монтажній стійкці, сепаратора (фільтра) та пістолета для накачування шин із манометром.

Технічні характеристики:

- діаметр затискання зсередини 12"-20";
- діаметр затискання ззовні 10"-20";
- максимальний діаметр колеса 980мм;
- ширина колеса 330мм;
- зусилля на брекері 2600кг;
- електроживлення 220в / 380в.
- загальна вага 220кг;
- розміри в упаковці 970x760x910.

Стенд характеризується зручним розташуванням педалей керування. Є недорогий і швидко окупається, ідеально підходить для малих майстерень і шинних сервісів. Також дає змогу обслуговувати легковий та легкий комерційний транспорт і відповідає сучасним нормам та виконаний з урахуванням сучасних вимог та безпеки.

Шиномонтажний верстат для коліс вантажного транспорту TR26 призначений для розбирання та складання шин вантажівок, сільгосптехніки та промислового транспорту. Демонтаж/монтаж шин не перевищує 3 хвилин, що значно підвищує продуктивність.

Вантажний шиномонтажний стенд 380V, Ø14-26" BEST TR26 (див. рис. 1.10).



Рис. 1.10. Стенд для монтажу і демонтажу шин коліс BEST TR26.

Таблиця 1.3

## Технічна характеристика BEST TR26

Назва показника	Значення показника
Діаметр диска	14"-26
Ширина колеса	760 мм
Вага колеса	120 кг
Зусилля відриву від борту	1500 кг
Швидкість обертання валу	6 об/хв
Тиск у гідросистемі	150 бар
Потужність двигуна редуктора	1,8 кВт
Потужність двигуна гідронасосу	1,1 кВт
Електроживлення	380 В

Особливості верстата: механізм фіксації із 4 затискними кулачками; 2 швидкості обертання, обертання у зворотний бік; гідравлічний привід з єдиним гідроагрегатом надає руху механізму обертання та підйому затискного пристрою, а консоль з монтажним інструментом; гідравлічний привід із регулюванням тиску; рухлива інструментальна консоль; регулювання зусилля фіксації диска.

Аналог шиномонтажного станду BRIGHT LC588S. Вага та розміри в упаковці: Вага: 795 кг Місце 1 (ДхШхВ): 2100x1650x770 мм.

Шиномонтажний стенд HUNTER (центральний затискач, безмонтувальна головка, захоплення диска від 12" до 30") TCX70 (див. рис. 1.11).



Рис. 1.11. Стенд для монтажу і демонтажу коліс HUNTER TCX70

Шиномонтажний верстат Hunter TCX70 із центральним затискачем. Все управління здійснюється за допомогою джойстиків та педалей. Не існує ризику пошкодження диска. Роликова система відтиску бортів дозволить працювати з колесами різної складності. Монтаж/демонтаж шини проводиться без використання монтування. Дозволяє виконувати шиномонтаж всіх типів коліс легкових автомобілів та позашляховиків.

Управління верстатом Hunter TCX70 здійснюється за допомогою 3-х джойстиків та 3-х педалей. Панель із джойстиками інтуїтивно зрозуміла. Центральний затиск убереже від ризику пошкодження диска. Верстат вже оснащений допоміжною пневматичною системою важелів («третьою рукою»), яка суттєво спростить монтаж та демонтаж жорстких та низько-профільних шин. Роликова система відтиску бортів, керована лише одним важелем, акуратно та швидко відокремить шину від диска, не пошкодивши датчик тиску. При необхідності верхній ролик можна відвести убік, звільнивши додатково місце для коліс зі зворотним струмком на диску. Колісний ліфт зручний у керуванні та легко піднімає навіть найважчі колеса.

В таблиці 1.4 зображено технічну характеристику шиномонтажного стенду Hunter TCX70.

Таблиця 1.4

## Технічна характеристика Hunter TCX70

Назва показника	Значення показника
Напруга в мережі	208-230В, 16А, 50-60Гц
Вимоги до п/магістралі	8-12бар, (115-175psi)
Монтаж/Демонтаж	Головка без монтування
Метод затиску	Центральний затискач
Довжина верстата	1415мм
Висота верстата	2135мм
Ширина верстата	1425мм

Глибина верстата: З колісним ліфтом	1675мм
Без колісного ліфта	1400мм
Діапазон затискача дисків	12 "-30" (305-762мм)
Максимальний діаметр колеса	45" (1143мм)
Максимальна ширина колеса	15 "(381 мм)
Частота обертання двигуна	7 об/хв
Крутний момент	880Нм

Універсальний електрогідравлічний шиномонтажний стенд для монтажу та демонтажу шин вантажних автомобілів, автобусів, тракторів та спецтехніки. дозволяє працювати з колесами з діаметром диска 14"-56" дозволяє працювати з колесами з центральним отвором або без нього дозволяє працювати з камерними та безкамерними покриттями максимального діаметра 2300 мм та максимально ширини 1065 мм. потужний гідравлічний шпindel надійно фіксує різні диски у будь-якій позиції, за винятком зсуву пересувний пульт керування монтування.

На рисунку 1.12 зображено шиномонтажний стенд SIVIK ГШС-515В.



Рис. 1.12 Шиномонтажний стенд SIVIK ГШС-515В

У таблиці 1.5 наведено технічні характеристики шиномонтажного стенду SIVIK ГШС-515В.

Таблиця 1.5

## Технічна характеристика SIVIK ГШС-515В

Назва показника	Значення показника
Діаметр ободів коліс	14"-56"
Максимальний діаметр колеса	2300 мм
Максимальна ширина колеса	1065 мм
Напруга в мережі	380 В
Потужність електродвигуна	3,0 кВт
Габаритні розміри	2340 x 2390 x 1810 мм
Маса	770 кг

На рисунку 1.13 зображено мобільний стенд для шиномонтажу MT26 380V BRIGHT



Рис. 1.13. Мобільний шино монтажний стенд MT26 380V BRIGHT

Шиномонтажний стенд-це високоефективне обладнання для професійного шиномонтажу в автомайстернях та автомобільних сервісних центрах. Відрізняється передовими технологіями та функціональністю, що робить його ідеальним інструментом швидкого та точного монтажу та демонтажу автомобільних шин.

Ключові характеристики та переваги цього шиномонтажного стенду включають:

Автоматизація та продуктивність. Цей стенд оснащений автоматичними функціями, які спрощують процес шиномонтажу та знижують трудомісткість. Це дозволяє заощадити час та зусилля при обслуговуванні автомобілів.

Центральний затискач. Шиномонтажний стенд оснащений центральним затискачем, що надійно фіксує шину при монтажі та демонтажі. Це забезпечує безпечну та стабільну роботу.

Широкий діапазон розмірів шин Цей стенд призначений для роботи з шинами діаметром від 14" до 26", що робить його універсальним інструментом для різних типів автомобілів і легкових шин.

Двошвидкісна робота. Можливість вибору двох швидкостей дозволяє точно регулювати процес монтажу та демонтажу шин в залежності від їх розміру та типу. Безмонтажна монтажна головка Auto Hook ZD05: Ця монтажна головка призначена для роботи без використання монтажного рукава та дає змогу легко та швидко встановлювати шину на диск. Технороллер: Технороллер входить у комплект і допомагає працювати з важкими шинами і дисками. Пневматична система: Інтегрована пневматична система забезпечує потужну та рівномірну роботу стенду, що важливо для монтажу та демонтажу шин.

На рисунку 1.14 зображено стенд для шиномонтажу автоматичний Trommelberg 1885 3P.



Рис. 1.14. Стенд шиномонтажний автоматичний Trommelberg 1885 3P

Верстат шиномонтажний автоматичний Trommelberg 1885 3P.

Для роботи зі сталевими дисками діаметром до 23" та алюмінієвими дисками діаметром до 20" Монтажна стійка, що відхиляється 2-х швидкісний привід робочого столу для версії 1885 3P 4-х кулачковий механізм, що самоцентрується, поворотного столу. Пристрій для відриву борту шин з великою гумовою накладкою для дбайливої роботи з дисками та шинами Телескопічна консоль ножа відриву борту шини Манометр контролю тиску повітря змонтовано на монтажній стійці .Стандартна комплектація Верстата Trommelberg 1885 3P монтажна лопатка; ніж для відриву борту шини на телескопічній регульованій консолі; полиця для аксесуарів в основі монтажної стійки; блок підготовки повітря (фільтр); манометр контролю тиску накачування шин; пластикові протектори на затискні кулачки; ємність для пасти. Вага брутто: 300 кг. Місце 1 (ДхШхВ): 1450x1000x1000 мм.

### **1.9. Задачі магістерської кваліфікаційної роботи**

У межах магістерської кваліфікаційної роботи, що спрямована на дослідження технічного стану шин та підвищення ефективності шиномонтажного процесу на автосервісі «Віпос», передбачається виконання комплексу аналітичних та практичних завдань.

Основні завдання роботи полягають в наступному.

1. Здійснити огляд сучасних конструкцій автомобільних шин, проаналізувати їх технічні характеристики, типові пошкодження та чинники, які впливають на довговічність і безпеку під час експлуатації. Вивчити нормативні документи та стандарти, що регламентують вимоги до контролю технічного стану шин, регламентів їх обслуговування та порядку проведення шиномонтажних робіт на сервісних підприємствах.

2. Проаналізувати організацію шиномонтажних робіт на автосервісі «Віпос», виявити особливості технологічного процесу, схему обслуговування та існуючі методи діагностики стану шин.

3. Дослідити технічний стан шин, що проходять обслуговування на підприємстві, визначити рівень їх зносу, характер дефектів та відповідність вимогам експлуатаційної безпеки.

4. Оцінити технічний потенціал наявного шиномонтажного обладнання автосервісу «Віпос», встановити його переваги, обмеження та ступінь зносу, що впливає на якість виконуваних робіт.

5. Визначити недоліки в існуючому шиномонтажному процесі, що можуть спричиняти збільшення часу обслуговування, ймовірність пошкодження колісних дисків або зниження точності монтажно-демонтажних операцій.

6. Розробити технічно обґрунтовані пропозиції щодо модернізації або заміни обладнання, орієнтовані на підвищення продуктивності шиномонтажної дільниці, покращення ергономіки та зниження трудомісткості робіт. Побудувати удосконалену технологічну схему шиномонтажного процесу, яка враховує нове або модернізоване обладнання та забезпечує підвищену точність і безпеку виконання операцій.

7. Провести техніко-економічне обґрунтування запропонованих удосконалень, оцінити їх ефективність, економічну доцільність та потенційний вплив на рентабельність роботи автосервісу «Віпос». Сформулювати підсумкові висновки, що підтверджують досягнення поставлених цілей, та надати практичні рекомендації для подальшого вдосконалення шинного сервісу.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 2.1. Розподіл шиномонтажних робіт

Організація шиномонтажних робіт в автосалоні «Віпос» здійснюється з урахуванням структурної побудови сервісного підрозділу, технологічної послідовності операцій та рівномірного завантаження виробничих потужностей. Розподіл робіт формується таким чином, щоб забезпечити максимально ефективне використання обладнання, оптимізувати трудові витрати працівників та забезпечити високу якість обслуговування клієнтів.

У межах шиномонтажної дільниці виділяються кілька основних типів робіт, що виконуються протягом року. До них належать: демонтаж і монтаж шин, балансування коліс, діагностика їх технічного стану, усунення локальних пошкоджень, а також сезонна заміна шин. Частка кожного виду робіт визначається зміною попиту впродовж року, що зумовлено сезонними піками навантаження. У перехідні періоди (весна та осінь) обсяг робіт значно зростає, що потребує додаткової організації робочого часу, перерозподілу персоналу та коригування графіків прийому транспортних засобів.

Розподіл шиномонтажних операцій здійснюється з урахуванням складності та тривалості процесу (рис. 2.1). Прості операції, такі як підкачування шин або перевірка тиску, виконуються оперативно й не потребують великого використання ресурсів. Натомість монтаж низькопрофільних шин, робота з великогабаритним колесом чи складний ремонт пошкоджень вимагають більше часу, досвіду та застосування спеціалізованого обладнання, тому такі роботи плануються з урахуванням доступності технічних ресурсів.

### Організація трудових потоків шиномонтажних робіт в автосалоні «Віпос»



Рис. 2.1 Схема трудових потоків шиномонтажних робіт в автосалоні «Віпос»

Для забезпечення рівномірного навантаження шиномонтажної дільниці застосовується попередній запис клієнтів, що дозволяє уникнути черг та створює передумови для прогнозування добового й тижневого обсягу робіт. Крім того, внутрішній розподіл робочих місць забезпечує можливість паралельного виконання кількох видів шиномонтажних операцій, що позитивно впливає на продуктивність сервісу.

## 2.2. Планування роботи ремонтної майстерні

Ефективна організація та планування роботи ремонтної майстерні в автосалоні «Віпос» є ключовою умовою забезпечення безперервного функціонування сервісного підрозділу та високої якості надання послуг клієнтам. Планування здійснюється на основі аналізу виробничого навантаження, чисельності персоналу, технічного стану обладнання та прогнозу потреб у ремонтних роботах.

На рисунку 2.2 зображено схему організації роботи ремонтної майстерні в автосалоні «Віпос»



Рис. 2.2 Схема організації роботи ремонтної майстерні в автосалоні «Віпос»

У процесі планування визначаються основні види робіт, які виконуються в межах майстерні: регламентне технічне обслуговування, діагностичні операції, ремонт вузлів та агрегатів, шиномонтажні та слюсарні роботи. Розподіл завдань між виконавцями здійснюється з урахуванням їх кваліфікації, досвіду та спеціалізації, що сприяє підвищенню продуктивності праці та скороченню часу обслуговування автомобілів.

### 2.3. Проектування технологічного процесу ремонту шин

Проектування технологічного процесу ремонту шин в автосалоні «Віпос» спрямоване на створення раціональної, безпечної та ефективною системи виконання ремонтних операцій, яка забезпечує високу якість відновлення шин і стабільну продуктивність шиномонтажної дільниці. Процес проектування передбачає

послідовне визначення етапів ремонту, добір необхідного обладнання, оптимізацію трудових операцій та встановлення технологічних параметрів.

Формування технологічного процесу починається з аналізу типових видів пошкоджень, з якими найчастіше звертаються клієнти. До них належать проколи, бокові порізи, нерівномірний знос протектора та порушення герметичності. На основі цього аналізу визначається перелік ремонтних операцій, необхідних для відновлення працездатності шини, і формується поопераційна схема.

Схема технологічного процесу ремонту шин зображено на рисунку 2.3



Рис. 2.3 Схема технологічного процесу ремонту шин

Ключовими етапами технологічного процесу є: зовнішній огляд шини, очищення та дефектація, підготовка пошкодженої ділянки, нанесення ремонтного матеріалу, вулканізація та контроль якості. Кожен етап розробляється з урахуванням вимог безпеки, технологічних норм та можливостей наявного обладнання. Значна увага приділяється вибору інструментів і матеріалів, оскільки від цього залежить довговічність відремонтованої шини.

## **2.4. Підбір технологічного обладнання на шиномонтажній дільниці**

Процес вибору технологічного обладнання для шиномонтажної дільниці автосалону «Віпос» є важливим етапом формування ефективної виробничої інфраструктури, що забезпечує високу якість та оперативність виконання робіт. Підбір оснащення здійснюється з урахуванням обсягу послуг, специфіки сервісного навантаження, технічних вимог до обробки шин та сучасних стандартів безпеки.

На першому етапі визначаються основні операції, які регулярно виконуються у межах шиномонтажного процесу: демонтаж та монтаж шин, їх балансування, перевірка стану боковини і протектора, ремонт пошкоджень та контроль кінцевих параметрів. Для кожної з цих операцій підбирається обладнання, що забезпечує відповідну продуктивність, точність і надійність.

До обов'язкового оснащення входять шиномонтажні стенди, балансувальні машини, компресори необхідної потужності, пневматичний інструмент, підйомні пристрої, обладнання для ремонту проколів та бокових пошкоджень. Особливу увагу приділяють відповідності обладнання вимогам ергономіки та енергозбереження, а також можливості інтеграції в існуюче виробниче середовище автосалону.

Під час вибору враховуються технічні параметри обладнання: робочий діапазон діаметрів коліс, максимальний тиск, точність балансування, витрати повітря, швидкість циклу та рівень автоматизації. Це дозволяє сформуванню комплексу машин і пристроїв, який відповідає як сучасним стандартам сервісного обслуговування, так і очікуваному потоку клієнтів.

Правильно сформований комплект технологічного обладнання забезпечує стабільність роботи шиномонтажної дільниці, мінімізує час виконання операцій, підвищує безпеку персоналу та гарантує високу якість обслуговування клієнтів автосалону «Віпос».

Схема підбору технологічного обладнання на шиномонтажній дільниці зображено на рисунку 2.4



Рис. 2.4 Схема підбору технологічного обладнання на шиномонтажній дільниці

Нормативні відстані та вимоги, яких необхідно дотримуватися при розстановці постів зон ТО і ремонту, встановлюються залежно від категорії ремонтного (сервісного підприємства) (додаток). Централь-но-периферійна схема застосовується при розташуванні устаткування на наступних дільницях: по

відновленні агрегатів, електротехнічній та ремонту двигунів. План шиномонтажної дільниці приведений на рис. 2.5.

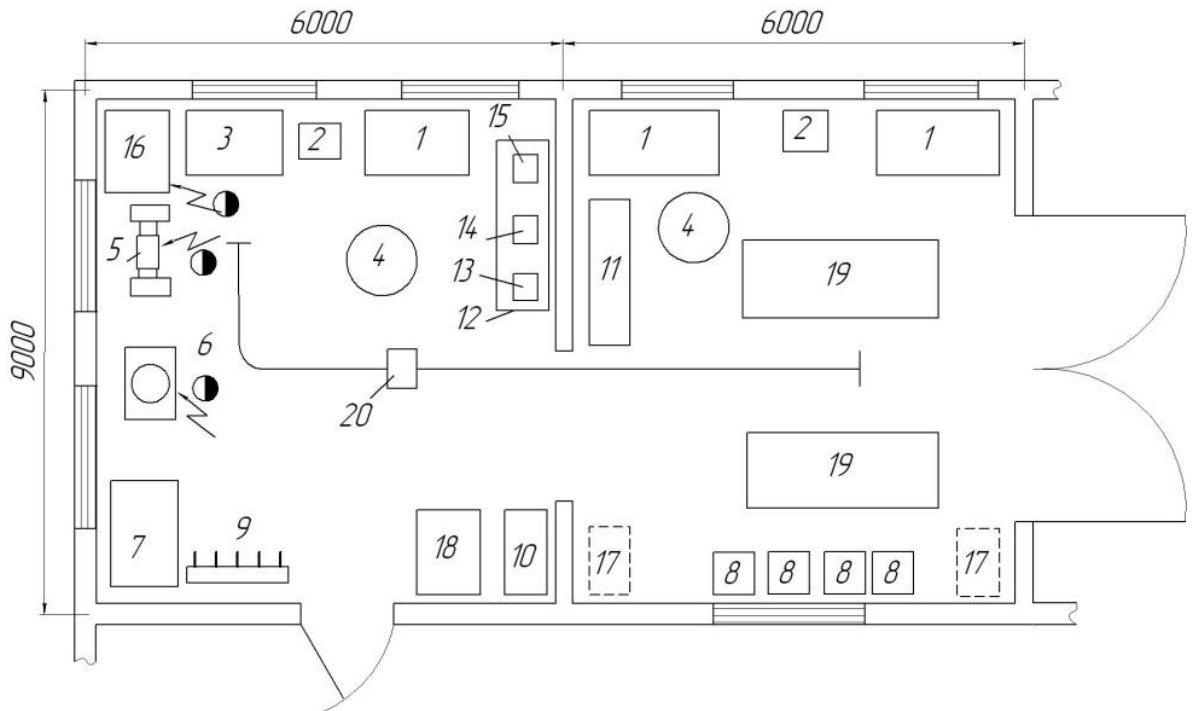


Рис. 2.5 Проект шиномонтажної дільниці СТО ВІПОС:

1 – слюсарний верстак для ремонту шин TRGL209-2; 2 – балансувальний стенд СВ910GBS; 3 – ванна для перевірки герметичності камер ОПГ - 5137; 4 – компресор Dnipro-M AC-100 VG; 5 – верстат точильно-шліфувальний для шліфування і зачищення місцевих ушкоджень шин і камер ЗЕ631; 6 – мульда М 38-60; 7 – електрогідравлічний стенд Моделі MS 70; 8 – домкрат для вивантаження автомобіля 80-255; 9 – настінна вішалка для камер ОПГ - 5132; 10 – шафа для ремонтних матеріалів ОПГ - 5128А; 11 – стелаж для шин TWSR4125; 12 – стіл для вулканізаційних апаратів TRAD004 TORIN; 13 – апарат вулканізаційний для камер ОШ - 8939; 14 – апарат електро-вулканізаційний для ремонту шин М 6140; 15 – набір інструменту для ремонту шин ЦКБ 6209; 16 – пристосування для накачування шин КИ - 8903; 17 – візок для транспортування коліс; 18 – пристосування для розбирання коліс; 19 – електрогідравлічний підіймач; 20 – таль електрична

Розроблення планувального рішення шиномонтажної дільниці.

Планування шиномонтажної дільниці має здійснюватися з обов'язковим урахуванням установлених нормативів щодо відстаней між технологічним обладнанням, конструктивними елементами будівлі, а також робочими зонами персоналу. Рациональне розміщення устаткування забезпечує безпечні умови праці, оптимізацію виробничого процесу та ефективне використання площі приміщення.

Сучасні конструкції шин і коліс, зокрема різноманітні типи каркасів, незалежні підвіски, підрамники з амортизаційними елементами та інші інженерні рішення, значно підвищують чутливість автомобіля до дисбалансу колеса. Найменше порушення рівномірності маси викликає появу високочастотних коливань, що призводить до зниження стійкості автомобіля, погіршення керованості та збільшення дії відцентрових сил на елементи ходової частини.

У зв'язку з цим необхідним є проведення як статичного, так і динамічного балансування коліс. Крім того, в процесі експлуатації автомобіля регулярно виникає потреба у виконанні демонтажних і монтажних операцій із колісними комплектами. Сучасна шиномонтажна дільниця не може функціонувати без спеціалізованого технологічного обладнання, серед якого особливе місце займають стенди для балансування та устаткування для монтажно-демонтажних робіт.

Комплексне проектування планувального рішення з урахуванням характеристик обладнання, потоків руху персоналу та нормативних вимог створює умови для безпечної, злагодженої та продуктивної роботи шиномонтажного підрозділу автосалону «Віпос».

Електрогідравлічний шиномонтажний стенд Моделі LC590D BRIGHT зображено на рисунку 2.6



Рис. 2.6 Електрогідравлічний шиномонтажний стенд Моделі LC590D  
BRIGHT

Характеристика технологічного обладнання для шиномонтажної дільниці автосалону «Віпос» (унікалізований текст)

Для ефективної роботи шиномонтажної дільниці автосалону «Віпос» застосовується сучасне високопродуктивне обладнання, що забезпечує виконання всіх типових операцій з обслуговування та ремонту коліс. Одним з основних елементів оснащення є електрогідравлічний шиномонтажний стенд LC590D BRIGHT, призначений для обслуговування коліс вантажних автомобілів та автобусів. Станок працює з дисками діаметром від 14 до 24 дюймів, допускає колеса максимальною висотою 1620 мм та шириною до 850 мм. Конструкція обладнання передбачає гідравлічний привод затискних кулачків і зручний виносний пульт керування, що покращує ергономіку роботи. Для коректної роботи агрегату необхідний тиск у пневмомагістралі 8–12 бар, а привід електродвигуна потужністю 2,2 кВт живиться від трифазної мережі 380 В. Маса стенда становить 690 кг, що забезпечує його стійкість та надійність.

Балансувальне обладнання.

Проведення балансування коліс потребує високої точності та сучасних технологічних рішень. Перші промислові стенди для балансування були створені італійською компанією SEMB у 1946 році, і до сьогодні їх обладнання

залишається одним із найбільш надійних та ефективних. У шиномонтажних дільницях найчастіше застосовують моделі С61, С65 та С72, які відзначаються високою точністю та доступною вартістю.

Модель С61 є найбільш економічним варіантом із широкими функціональними можливостями: вона дозволяє виконувати балансування коліс діаметром до 24 дюймів з точністю  $\pm 0,5$  г. Програмне забезпечення станда забезпечує можливість статичного та динамічного балансування, роботи з самоклеючими вантажами, оптимізації розподілу важків та компенсації дисбалансу шини та диска.

Стенд С72 – це універсальний сучасний комплекс, оснащений LED-дисплеєм та системою автоматичного визначення діаметра диска й відстані до вимірювального блока. Програмне забезпечення підтримує весь перелік сучасних методів балансування та забезпечує роботу з колесами до 24 дюймів.

Модель С65 орієнтована на підвищену точність і зручність роботи. Система дозволяє досягати точності балансування до 0,5 г, операції супроводжуються візуалізацією на кольоровому дисплеї з підтримкою 3D-графіки. Пристрій виконує вимірювання за 6 секунд, а ширина шини визначається за допомогою запатентованого ультразвукового датчика.

Обладнання для правки дисків.

Для відновлення геометрії пошкоджених коліс використовують спеціальні верстати для правки дисків. Принцип їх роботи полягає у фіксації деформованого диска на фланці станда та впливі профільних роликів, які закріплені у напрямних. При повільному обертанні (не більше одного оберту за хвилину) ролики відновлюють пошкоджену ділянку диска, вирівнюючи його поверхню. Сучасні моделі таких машин виготовляються на підприємствах країн СНД та повністю відповідають вимогам автомобільного сервісу.

Балансувальний стенд Trommelberg CB1990B.

Ще одним ефективним рішенням є балансувальний комплекс Trommelberg CB1990B, оснащений пневматичним затиском та

рідкокристалічним дисплеєм (130×38 мм). Система автоматично вводить два параметри колеса (технологія 2D), підтримує шість режимів встановлення вантажів, функції PAX, AUTO-STOP та педаль блокування обертання. Частота обертання під час вимірювання становить 100 об/хв, точність 0,5 г, а повний цикл займає 6 секунд. У комплектацію входять конуси до 104 мм, балансувальні кліщі, стандартні вантажі та калібрувальна міра. Діапазон дисків 10–24 дюйми, ширина 1,5–22 дюйми, максимально допустима маса колеса 65 кг, живлення 220 В.

Балансувальний стенд Trommelberg CB1990В зображено на рисунку 2.7



Рис. 2.7 Балансувальний стенд Trommelberg CB1990В

Вулканізатори. Вулканізатори в шиномонтажній дільниці – прилад має велике значення для вдалої роботи шиномонтажу. Велика кількість автовласників в нашій країні часто вважають, що краще використовувати камеру. Це свідчить про, неминучі «проколи» і звернення до шиномонтажу. Китайські вулканізатори з брендом «TORIN» запропоновано обладнання для не великих шиномонтажних майстерень. Заслуговує на увагу модель TRAD004, TORIN (Китай). Технічні характеристики: Потужність 1000Вт, напруга - 220 В,

температура нагріву - 144-165 °С, підігрівалася пластина - верхня і нижня. Пневматичний притискач - 1-12 бар. Розміри - 570 x 400 x 1420 мм. Маса - 63 кг.

Електровулканізатор TRAD004 TORIN для вулканізації шин зображено на рисунку 2.8



Рис. 2.8 Електровулканізатор TRAD004 TORIN

Вулканізатор TRAD004 призначений для ремонту камер будь-якого типу. У лінійці продукції TORIN також представлені моделі з удосконаленою конструкцією, що дозволяють відновлювати не лише камери, але й покриття зокрема, усувати дрібні бічні порізи. Продумана форма корпусу забезпечує можливість установки обладнання як на робочу поверхню стенда, так і на вертикальні опори чи стіну, що підвищує зручність його використання.

Компресорне обладнання.

Компресор є одним із ключових агрегатів будь-якої шиномонтажної дільниці, оскільки забезпечує подачу стисненого повітря до шин. До нього пред'являються основні вимоги: висока надійність, безперервна робота та достатня продуктивність. Сучасні технології дають змогу випускати компресори, що повністю відповідають потребам шиномонтажних майстерень різного рівня.

Розглянута модель компресора поршневого типу, пересувна, з продуктивністю 400 л/хв та робочим тиском 8 бар. Ресивер має об'єм 100 л. Компресор встановлюється у горизонтальному положенні та використовує повітряне охолодження. Потужність двигуна становить 2,20 кВт, живлення 230 В, частота 50 Гц. Маса обладнання дорівнює 64 кг, що забезпечує достатню мобільність при експлуатації. Компресор Dnipro-M AC-100 VG зображено на рисунку 2.9.



Рис. 2.9 Компресор Dnipro-M AC-100 VG

Важливий елемент в житті шиномонтажа є обладнання для вивантаження, тобто домкрат. Домкрат для підіймання автомобіля 75 - 500. Вантажопідйомність 3 т, мінімальна висота піднімання становить 120 мм, максимальна висота піднімання - 500 мм. Маса 34 кг. Домкрат для підняття автомобіля CARMAX зображено на рисунку 2.10



Рис. 2.10 Домкрат для підняття автомобіля CARMAX

Для перевірки коліс та камер в умовах шиномонтажу в наявності є ванна, в якій такі розміри 840x440x640 мм, та зовнішні 900x500x800 мм. Ванна покрита фарбою антикорозійною і має товщину металу 1,5 мм. Для полегшення використання ванна має 3 пластикових ролика на металевій осі та кран для видалення води (див. рисунок 2.11)



Рис. 2.11 Ванна для перевірки коліс та камер.

Вибір номенклатури ремонтно-технологічного обладнання та ремонтної організаційної оснастки виходить із технології шино монтажних робіт [1, 23, 24]. Вона містить інформацію про технічну характеристику обладнання (габарити, масу, потужність, зайняту площу). Частина обладнання (1-3) закріплюється за окремими робочими місцями, а його кількість відповідає кількості відповідних робочих місць. Для виконання різноманітних робіт при ремонті повно комплектних машин, чи їхніх вузлів, агрегатів і механізмів, а також при ремонті і відновленні деталей застосовуються різноманітні верстати, стенди, машини, пристосування, прилади, інструмент.

В таблиці 2.1 вказано обладнання для шиномонтажної дільниці.

Таблиця 2.1

## Обладнання шиномонтажної дільниці

№ п/п	Назва обладнання	Марка обладнання	Кількість обладнання, шт.	Габаритні розміри, мм	Площа, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
1.	Верстат точильно-шліфувальний для шліфування і зачищення місцевих пошкоджень шин і камер	TBG-4515	1	860 x 550	0,47
2.	Мульда	М 38-6	1	1340 x 640	0,85
3.	Електрогідравлічний стенд	Моделі MS 70	1	1640x 1240	2,03
4.	Домкрат для вивантаження автомобіля	CARMAX	2	350 x 250	0,2
5.	Настінна вішалка для камер	ОРГ - 5132	1	1000x1000	1,0
6.	Шафа для ремонтних матеріалів	ШИ-20/2П	2	860 x 360	0,6
7.	Стелаж для шин	ОРГ - 5119	2	3000x 1000	5,0
8.	Стіл для вулканізаційних стендів	ОРГ - 1468	1	1200 x 800	0,96
9.	Апарат вулканізаційний для камер	TRAD004	1	323 x 200	0,64
10.	Апарат електро-вулканізаційний для ремонту шин	М 6140	1	350 x 320	0,11

Продовення табл. 2.1

11.	Набір інструменту для ремонту шин	ЦКБ 6209	3	600 x 380	0,68
12.	пристосування для накачування шин	IG-16	1	240 x 220	0,13
13.	Візок для транспортування коліс	цеховий	2	860 x340	0,58
14.	Стенд шиномонтажний	цеховий	1	3300x 1000	3,3
15.	Електрогідравлічний підіймач	RAV1450N	2	1620x540	1,74
16.	Слюсарний верстак	ЗМСБ	4	1200 x 800	8,0
17.	Балансувальний стенд	ОРГ - 5143		970 x 670	0,65
18.	Ванна для діагностики герметичності камер та коліс	ОРГ - 5137	1	910 x 510	0,5
19.	Компресор	М АС-100 VG	2	1080 x 420	0,9

Інше обладнання (4-15) мало завантажене і закріплюється за дільницею в цілому, а кількість одиниць обладнання приймаємо рівною одиниці по кожному найменуванню. У таблиці 2.2 наведено технологічну оснастку для шиномонтажної дільниці.

Таблиця 2.2

## Технологічна оснастка шиномонтажної дільниці

Найменування	Тип або модель	Кількість, шт.
Прилад для вимірювання радіального зазору в підшипниках кочення	REWOLT (T0055)	1

Продовження табл. 2.2

Універсальний комплект знімачів і пристосувань для розбирання та збирання вузлів автомобілів	УКАСП - 58 ПІМ - 192	1
Комплект оправок для виконання робіт	цеховий	1
Пневматичний гайковерт Великий набір гайкових ключів	DTW-202BC I - 105 -M (1,2,3)	3 3
Напилки різні	-	20
Шабери різні	-	6
Комплектація інструментів слюсаря	2446	5

Технологічна оснастка шиномонтажної дільниці являє собою комплекс обладнання, інструментів та допоміжних засобів, призначених для виконання робіт з монтажу, демонтажу, ремонту та технічного обслуговування автомобільних шин і колісних дисків. Раціонально підібрана оснастка забезпечує високу продуктивність, безпечні умови праці та необхідну якість виконання операцій.

## 2.5 Технологічний процес шиномонтажної дільниці

Технологічний процес шиномонтажної дільниці автосалону «Віпос» являє собою послідовність операцій, спрямованих на обслуговування, ремонт та відновлення коліс автомобілів. Організація процесу побудована таким чином, щоб забезпечити високу якість робіт, скоротити час обслуговування та гарантувати безпеку персоналу. Усі операції виконуються з використанням сучасного обладнання та відповідають нормативним вимогам до технічного обслуговування автотранспорту.

Приймання та первинний огляд колеса. На цьому етапі працівник приймає колесо від клієнта або знімає його безпосередньо з автомобіля. Проводиться зовнішній огляд шини та диска з метою виявлення видимих дефектів: порізів, проколів, деформацій диска, нерівномірного зносу протектора. За результатами огляду визначається перелік необхідних робіт – ремонт, заміна або балансування. Демонтаж шини з диска. Колесо встановлюється на шиномонтажний стенд. За допомогою відтискача борта та монтажних важелів проводиться відокремлення покриття від диска. Сучасні стенди, що використовуються в автосалоні «Віпос», дозволяють виконувати процес швидко та без ризику пошкодження боковини шини чи захисного покриття диска.

Діагностика внутрішніх дефектів. Після демонтажу внутрішня частина шини оглядається на предмет проколів, порізів, розривів корду та інших пошкоджень, які не завжди видно зовні. За потреби проводиться занурення шини у ванну з водою для визначення місця витoku повітря або використовується спеціальний діагностичний стенд. Ремонт шини або камери. Якщо пошкодження підлягає ремонту, майстер виконує підготовчі операції: зачистку поверхні, нанесення клею, встановлення латки або ремонтного елемента. Для камер застосовується вулканізатор, який забезпечує надійне з'єднання. У випадку серйозних пошкоджень приймається рішення про заміну шини.

Монтаж шини на диск. Відновлена або нова шина встановлюється на диск у зворотному порядку. Важливо дотримуватися монтажних вимог виробників, особливо при роботі з низькопрофільними або посиленіми шинами. Після монтажу колесо герметизується та готується до накачування.

Накачування та перевірка герметичності. Колесо заповнюється стисненим повітрям до номінального тиску згідно зі стандартами та рекомендаціями виробника автомобіля. Після цього проводиться контроль герметичності

перевіряється відсутність витoku повітря в зоні борта, вентиля та місця ремонту.

Динамічне балансування колеса. На балансувальному стенді вимірюється розподіл маси колеса. Дисбаланс усувається шляхом встановлення вантажів сталевих або свинцевих, які фіксуються на зовнішньому та внутрішньому боці диска. Ця операція є критично важливою, оскільки неправильне балансування впливає на стійкість автомобіля, підвищує вібрації та зменшує ресурс ходової частини.

Завершальний контроль та видача колеса.

Відбалансоване колесо проходить кінцеву перевірку. Переконається правильність встановлення грузів, відсутність пошкоджень після виконаних робіт, відповідність тиску нормам. Колесо встановлюється на автомобіль або передається клієнту. Схема технологічного процесу робіт у шиномонтажній дільниці зображено на рисунку 2.12

**Технологічний процес шиномонтажної  
дільниці автосалону «Віпос»**



Рис. 2.12 Схема технологічного процесу робіт у шиномонтажній дільниці

Покришки та камери, що повертаються зі шиномонтажної дільниці, підлягають попередній консервації: їх необхідно ретельно вимити, висушити й переконатися, що за характером і масштабом пошкоджень вони відповідають вимогам ремонтпридатності. Зокрема, шини мають належати до 1-го або 2-го виду ремонту, а камери до 1-ї, 2-ї чи 3-ї групи.

Процес відновлення шин і камер включає кілька послідовних етапів: загальну підготовку виробу до ремонту, обробку дефектної ділянки, нанесення ремонтних матеріалів та виконання операції вулканізації. Для забезпечення міцного з'єднання ремонтної сировини з поверхнею шини або камери пошкоджену зону обов'язково піддають шорсткуванню.

Після завершення ремонту та контрольної перевірки відновлені шини й камери повертаються до шиномонтажної дільниці для подальшого складання, передачі клієнтові або використання наступною зміною.

## **РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН**

### **3.1 Дослідження зносу шин при експлуатації автомобіля Audi Q7**

Дослідження зносу шин при експлуатації автомобіля Audi Q7 в умовах автосалону «Віпос».

1. Загальна характеристика об'єкта дослідження.

Автомобіль Audi Q7 відноситься до класу повнорозмірних кросоверів преміум-сегменту, обладнаний повним приводом, системами стабілізації, адаптивною підвіскою та потужним силовим агрегатом. Масивність конструкції та висока динаміка безпосередньо впливають на процес зносу шин, що робить його вартим окремого аналізу.

Типові розміри шин Audi Q7: 255/55 R19, 285/45 R20, 285/40 R21

Особливості конструкції автомобіля визначають характер навантаження на шини та специфіку їх зношування в умовах сервісного використання.

Метою дослідження є визначення закономірностей зносу шин під час експлуатації Audi Q7 на території автосалону «Віпос», аналіз впливу дорожніх умов, режимів руху, навантажень та технічного стану ходової частини на інтенсивність стирання протектора. Умови проведення дослідження

Експлуатаційне середовище.

Дослідження проводилося на основі руху автомобіля територією автосалону та прилеглих ділянок, включаючи: бетоновані та асфальтовані покриття; часті маневрування на малій швидкості; рух у стислих умовах парковки; періодичні виїзди на міські дороги.

Характер режимів руху: низькі та середні швидкості (до 50 км/год); інтенсивне маневрування; часті гальмування короткими циклами; відсутність високошвидкісних режимів. В таблиці 3.1 вказано результати дослідження зносу шин.

Таблиця 3.1

Дослідження зносу шин на нових автомобілі Audi Q7

№ авто Audi Q7	Пробіг авто на початку, км	Пробіг авто в кінці заміру, км	Висота протектора початкова, мм	Висота протектора в кінці заміру, мм	Знос протектора, мм
1	0	11600	8	7,2	0,8
2	0	23750	8	6,3	1,7
3	0	4700	8	7,6	0,4
4	0	8900	8	7,4	0,6

5	0	21450	8	6,2	1,8
6	0	14000	8	6,8	1,2
7	0	500	8	8	0
8	0	29500	8	5,6	2,4
9	0	8500	8	7,5	0,5
10	0	3800	8	7,7	0,3
11	0	19200	8	6,3	1,7
12	0	16600	8	6,6	1,4
13	0	23500	8	6	2
14	0	1450	8	7,9	0,1
15	0	17900	8	6,4	1,6
16	0	32500	8	5,1	2,9
17	0	26400	8	5,5	2,5
18	0	13800	8	6,8	1,2
19	0	19800	8	6,3	1,7
20	0	24600	8	5,8	2,2
21	0	4600	8	7,7	0,3
22	0	15500	8	6,7	1,3
23	0	9800	8	7,2	1,8
24	0	17800	8	6,4	1,6
25	0	7100	8	7,5	0,5

Перед початком дослідження було перевірено: тиск у шинах згідно з нормами виробника (2.7–3.0 бар); відсутність порушень геометрії підвіски; справність систем ABS, ESP; рівномірність навантаження на осі.

На рисунку 3.1 зображено графік зносу шин.

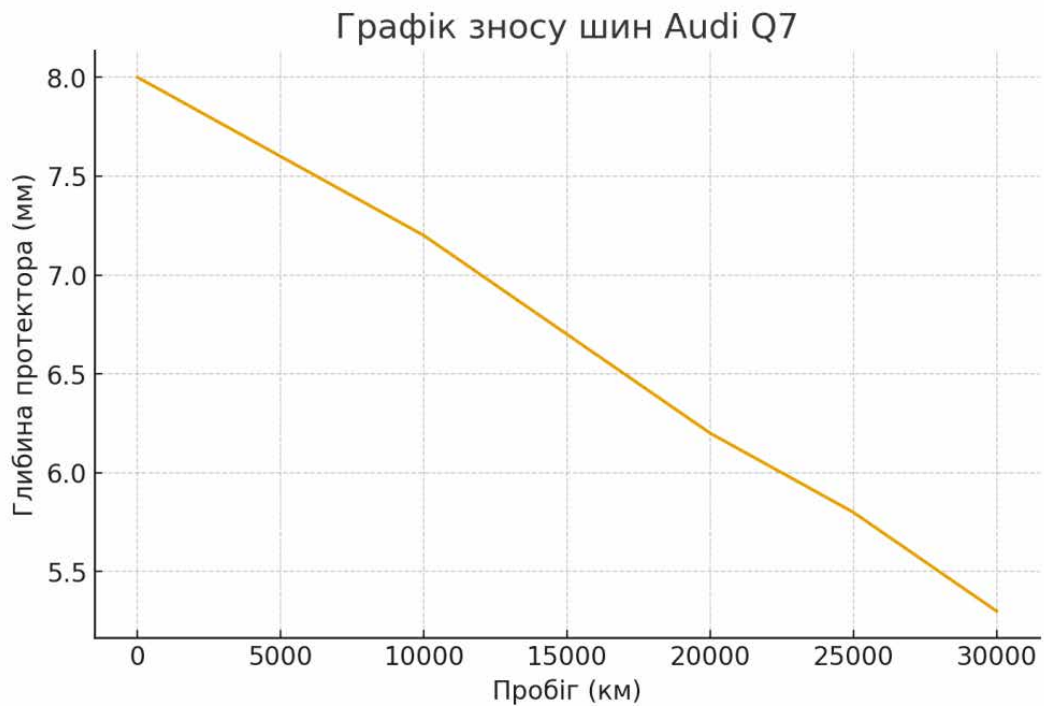


Рис. 3.1 Графік зносу шин Audi Q7

Методика оцінювання зносу. Оцінювання ступеня зношування шин проводилося за такими методами: Вимірювання залишкової глибини протектора. Використовувався цифровий глибиномір. Проводилися вимірювання у 5 контрольних точках шини: центральна зона; внутрішня частина; зовнішня частина; діагональні точки. Візуальний аналіз дефектів.

Лінійний графік (рис. 3.2) показує динаміку зносу глибини протектора передніх та задніх шин залежно від пробігу.

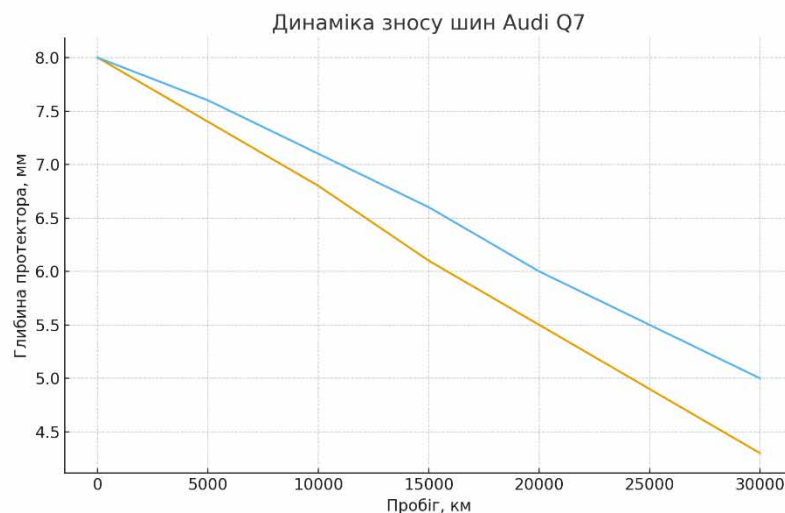


Рис. 3.2 Динаміка зносу шин Audi Q7

Вибірка з 25 автомобілів Audi Q7.

Оцінювалися: нерівномірність стирання; наявність «плічового» зносу; поява «пилкоподібного» протектора; ознаки перегріву або розшарування гумової суміші. Статистичний аналіз періодичності використання  
Враховувалися: пробіг; кількість маневрових циклів; питомі навантаження на передню і задню вісь.

Вимірювання висоти протектора на автомобілі Audi Q7(див. рисунок 3.3).



Рис. 3.3 Вимірювання висоти протектора

Результати дослідження: характер зносу передніх шин. Передні шини зафіксували дещо швидший темп зношування через: високе навантаження при поворотах; часте маневрування; вплив повного приводу.

Типовий знос протектора за період дослідження становив: 0,4–0,6 мм у центральній зоні; до 0,8 мм на зовнішніх ребрах.

Характер зносу задніх шин – задні шини зношувалися повільніше: 0,2–0,4 мм середнє стирання.

Причини – рівномірніші навантаження; менший вплив кермових маневрів.

Нерівномірність зношування.

Було виявлено: невелике підвищене стирання внутрішньої частини протектора (до 0,2 мм), що пов'язано з особливостями підвіски Audi Q7 (від'ємний розвал коліс); локальне підвищення температури гуми після багаторазових маневрів.

Аналіз отриманих даних.




Висока маса Audi Q7 (понад 2,2 т) створює значне навантаження на шини навіть при низьких швидкостях. Повний привід з постійним розподілом моменту також підвищує інтенсивність зношування. Маневрування на обмеженій території автосалону сприяє характерному «плечовому» зносу. Погодні умови практично не вплинули на результати завдяки використанню закритих та обладнаних майданчиків. Знос протектора залишається в межах нормативів та не перевищує допустимих значень згідно з вимогами виробника.

Отже, умови експлуатації Audi Q7 в автосалоні «Віпос» сприяють помірному та рівномірному зношуванню шин, яке не виходить за межі норм. Найбільша інтенсивність стирання спостерігається на передній осі, що відповідає конструктивним особливостям транспортного засобу. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації графіків технічного обслуговування, планування запасів шин та підвищення безпеки руху. В таблиці 3.2 показано пляма контакту при різних швидкостях та зносі шини.







Таблиця 3.2

Пляма контакту при різних швидкостях та зносі шини

Висота протектора шини/ швидкість	Нова шина 8мм	Середнє зношування 4мм	Зношена шина 1.6мм
--------------------------------------	---------------	---------------------------	--------------------

5км/г	 100%	 100%	 100%
-------	---	--	---

Продовження табл. 3.2

75км/г	 74%	 58%	 16%
125км/г	 47%	 11%	 6%

Необхідність знімання та встановлення колеса зазвичай виникає під час заміни шин як нових, так і тих, що вже були в експлуатації, а також у випадках їх пошкодження. Перед тим як демонтувати шину з обода, обов'язково потрібно позначити її точне положення відносно колеса, щоб під час повторного монтажу не порушити балансування. Перед установленням шини слід ретельно оглянути обід і саме колесо: перевірити, чи немає деформацій, тріщин, задрів або гострих елементів, здатних пошкодити гуму. На сталевих дисках ділянки з корозією необхідно зачищати до чистого металу та підфарбовувати для безкамерних шин це особливо важливо.

Якщо борт шини важко відділяється від обода, варто нанести у стик невелику кількість проникаючої рідини (WD-40, «multi spray» чи аналог) та дати їй 3–5 хвилин подіяти це значно полегшить процес. Демонтаж безкамерних шин інколи ускладнюється: за тривалої експлуатації та якісної

гуми вони міцно «прилипають» до посадкової поверхні обода. Не менш складним може бути і зворотний процес повторне встановлення такої шини.

Рівень якості монтажно-демонтажних робіт багато в чому визначається станом обладнання на шиномонтажній дільниці та професійністю слюсаря, який виконує ремонт.

Види автомобільної шини яка використовується та приймала участь в дослідках по стиранню протектора.

У автосалоні «Віпос» для комплектації та подальших досліджень експлуатаційних властивостей використовуються різні типи шин, що встановлюються на автомобілі Audi Q7. Підбір гуми здійснюється відповідно до технічних вимог виробника, умов експлуатації та сезонності. Для Audi Q7 найчастіше застосовуються шини преміум-класу, які забезпечують високий рівень зчеплення, стійкість до зносу та комфорт руху. До основних категорій належать літні, зимові та всесезонні шини, кожна з яких має свої конструктивні особливості та показники зносостійкості.

Для потреб автосалону «Віпос» такі шини не лише монтуються на автомобілі перед передачею клієнту, а й проходять практичні дослідження, зокрема тестування рівня стирання протектора. Це дозволяє оцінити реальну довговічність гуми, порівняти характеристики різних виробників та визначити оптимальні варіанти для подальшої експлуатації.

### **3.2 Класифікація шин, що використовуються на Audi Q7**

Літні шини (рис. 3.4) призначені для температур вище +7 °С, висока жорсткість протектора; оптимізовані для сухого та мокрого асфальту; стійкі до перегріву; типові розміри: 255/55 R19, 285/45 R20, 285/40 R21.



Рис. 3.4 Літня шина *Pirelli Scorpion Verde 285/45 R20 112Y XL AO*

Зимові шини: м'який протектор, ефективний при низьких температурах; покращене зчеплення на снігу та льоду; доступні як фрикційні (липучки), так і шиповані; типові моделі: *Continental VikingContact*, *Pirelli Scorpion Winter* (див. рис. 3.5).



Рис.3.5 *Continental WinterContact TS 870P 285/35 R22 106V XL*

Всесезонні шини – компромісне рішення між літніми та зимовими характеристиками; зручні для регіонів з м'якою зимою; мають середню жорсткість протектора та універсальний малюнок; частіше застосовуються на службових авто.

Шини підвищеної вантажності (*XL/Extra Load*): посилена боковина; стійкість до деформацій на високих швидкостях; рекомендовані для кросоверів і позашляховиків, таких як *Audi Q7*.

Автомобільні шини, що встановлюються на *Audi Q7*, виготовляються за складною багатокомпонентною формулою, яка забезпечує високу міцність,

стійкість до зношування та надійне зчеплення з дорожнім покриттям. Хімічний склад гуми для кросоверів преміум-класу включає спеціально підібрані полімери, наповнювачі та модифікатори, що оптимізують роботу протектора в різних умовах.

Основою шин є суміш натурального та синтетичного каучуку, яка поєднує еластичність і стійкість до механічних навантажень. До складу також входять технічний вуглець та кремнієві добавки (силіка), що покращують зносостійкість, знижують опір коченню та підвищують ефективність гальмування. Пластифікатори та масла визначають гнучкість гуми, а вулканізуючі компоненти, зокрема сірка та акселератори, формують міцну сітчасту структуру після термообробки.

Завдяки збалансованому хімічному складу шини для Audi Q7 демонструють стабільні експлуатаційні властивості під час різних режимів руху від міських умов до динамічного шосейного водіння та легкого бездоріжжя.

Основні групи компонентів, що входять до складу гуми Audi Q7:

- Каучукова основа;
- Натуральний каучук (природні полімери з латексу);
- Синтетичні полімери;
- СКІ (стирол-каучуковий каучук);
- Бутилкаучук;
- Полібутандієн;
- Наповнювачі;
- Технічний вуглець (carbon black) - покращує міцність та зносостійкість;
- Кремнієвий наповнювач (силіка) - підвищує зчеплення на мокрій дорозі;
- Пластифікатори та масла;
- Ароматичні та парафінові масла;

- Полімерні пластифікатори для еластичності при низьких температурах;
- Вулканізуючі речовини;
- Сірка (основний елемент вулканізації);
- Акселератори: тіурам, меркаптобензотіазол;
- Активатори оксиди цинку та стеаринова кислота;
- Додаткові модифікатори;
- Антиоксиданти захист від старіння гуми;
- Протизносні добавки;
- Антиозонові компоненти, що запобігають тріщинам.

## **РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ШИНОМОНТАЖНИХ РОБІТ**

### **4.1 Призначення та застосування пристосувань**

Шиномонтажне обладнання, яке використовується на станції технічного обслуговування «Віпос», відіграє ключову роль у забезпеченні безперебійної та якісної роботи автосервісу. Основне призначення таких пристосувань полягає у виконанні повного комплексу операцій, пов'язаних з обслуговуванням, ремонтом та заміною шин і коліс автомобілів. Використання сучасних механізованих і автоматизованих пристроїв дає можливість підвищити продуктивність роботи, зменшити трудомісткість процесів і гарантувати високий рівень безпеки як для персоналу, так і для транспортних засобів.

До основних функцій шиномонтажного обладнання належать: демонтаж та монтаж шин з обода колеса; розбирання шини та підготовка до подальшого ремонту шини; балансування коліс; перевірка герметичності та накачування шин до потрібного тиску зазначеним заводом виробником; ремонт та відновлення шин.

Спеціальні стенди та монтажні важелі дозволяють виконувати ці операції

акуратно та з мінімальним ризиком пошкодження шини чи диска. Сучасні моделі обладнання часто мають пневматичні та гідравлічні приводи, що забезпечують стабільний тиск і надійне утримання колеса під час роботи.

Важливою частиною процесу є відділення борта шини від обода. Для цього застосовують пристрої з регульованим зусиллям натиску, які дають змогу швидко порушити зчеплення між гумою та металом, навіть якщо шина довго перебувала в експлуатації.

Балансувальні стенди дозволяють точно визначити місця дисбалансу та встановити коригувальні вантажі. Правильне балансування є необхідною умовою безпечної експлуатації автомобіля та зменшення зношування протектора та керованість автомобілем.

Для перевірки на герметичності використовують спеціальні ванни або датчики витoku повітря. Нагнітання тиску здійснюється за допомогою компресорів, обладнаних манометрами високої точності, що дозволяє дотримуватися рекомендованих параметрів виробника.

На СТО «Віпос» застосовуються різні типи обладнання для локального відновлення протектора, закладення порізів, проколів та бокових пошкоджень. До цього належать вулканізаційні апарати, пристрої для нанесення латок і шліфувальні інструменти. В таблиці 4.1 показані параметри та характеристики установки для шиномонтажу.

Таблиця 4.1

## Параметри і характеристики установки.

Назва показника	Одиниці виміру	Норма
Тип	—	Стационарний
Продуктивність, не менше	шт./год.	2
Напруга живлення	В	$380^{+10\%}$ $-5\%$
Встановлена потужність, не більше	кВт	1,5

Частота обертання приводного валу, не більше	хв <sup>-1</sup> (об./хв)	0,047 (2,8)
Питома енергомісткість , не більше	кВт шт./год.	0,75
Габаритні розміри, не більше	мм	3300 · 1000 · 1830
Маса, не більше	кг	1200
Строк служби, не менше	років	8
Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	1

Запропоноване в магістерському дослідженні удосконалення дозволяє розширити функціональні можливості шиномонтажної дільниці та підвищити якість технічного обслуговування коліс. Зокрема, впровадження нової конструкції сприяє оптимізації технологічних процесів, пов'язаних із демонтажем та монтажем шин, що є важливим фактором підвищення продуктивності роботи.

Розроблене у межах дипломного проекту спеціальне пристосування відзначається високим рівнем ергономічності, зручністю у використанні та простотою обслуговування. Його інтеграція у виробничий процес забезпечує суттєве скорочення часу виконання основних шиномонтажних операцій, мінімізує фізичні навантаження на працівників і водночас підвищує загальну ефективність сервісних послуг.

Упровадження запропонованої конструкції сприятиме покращенню технологічної культури виробництва, підвищенню надійності виконання робіт та формуванню більш сучасного рівня технічного обслуговування транспортних засобів.

#### **4.2 Будова та принцип роботи установки**

Пристосування, призначене для виконання монтажно-демонтажних робіт із шинами, включає в себе такі основні конструктивні вузли (рис. 4.1): раму 2,

каретку 1, редуктор 3, мотор-редуктор 30, електродвигун 29, електричну шафу керування, пульт управління 11 та механізм приводу обертання колеса 4.

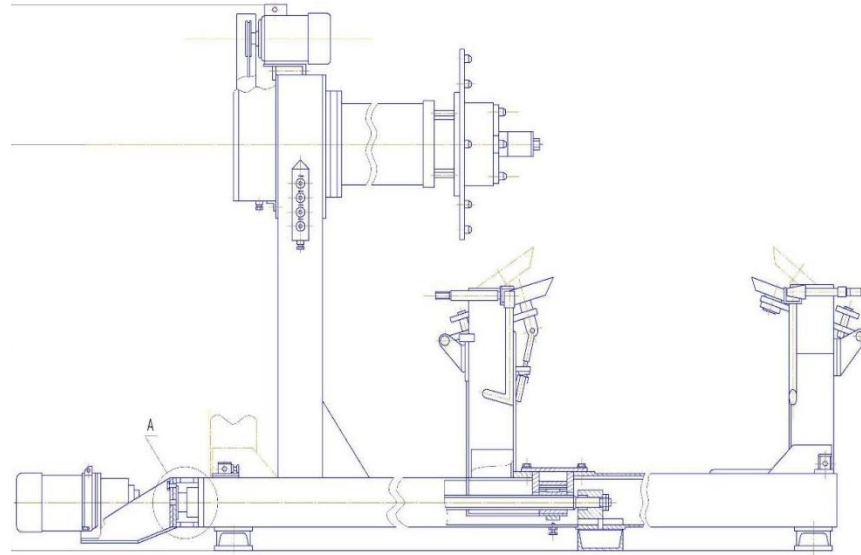


Рис. 4.1 Пристосування для проведення шиномонтажних робіт

Рама 2 є несівною конструкцією пристосування: вона сприймає навантаження, що виникають у процесі монтажу та демонтажу шин, а також слугує основою для встановлення та закріплення всіх вузлів стану.

По напрямних рами переміщується каретка 1. Механізм її руху складається з мотор-редуктора 30, з'єднаного півмуфтами з диском, а також гвинтом 22, який встановлений у підшипниках ковзання та опорних підшипниках. Гвинт 22 взаємодіє з гайкою 8, змонтованою у кронштейні 15, що розміщений на каретці 1.

Для забезпечення повного виконання операцій пристосування укомплектоване спеціальним переліком інструментів. До його складу входять: ключ, захватний пристрій, інструмент для забортовування, монтажна наладка, перехідна плита, затискач і крюк. На рисунку 4.2 зображена каретка пристосування для шиномонтажних робіт.

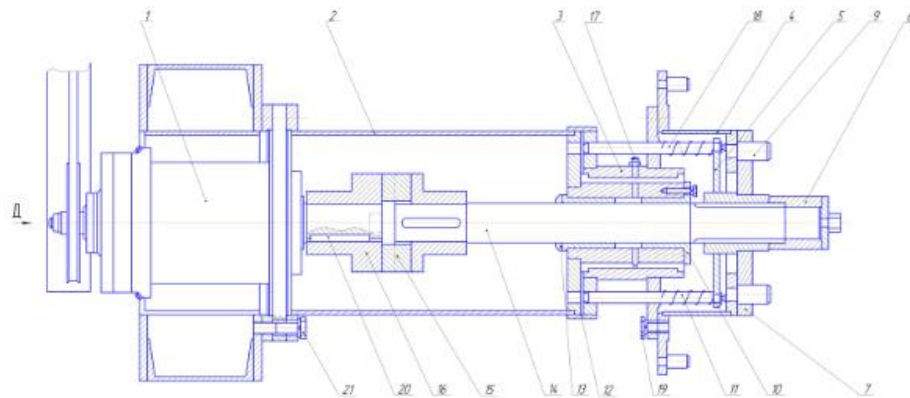


Рис. 4.2. Каретка пристосування для шиномонтажних робіт

1 – опорний фланець; 2 – корпус каретки; 3 – втулка; 4 – напрямна; 5 – шток приводу; 6 – супорт робочого механізму; 7 – регулювальний гвинт; 8 – фіксатор; 9 – пружина; 10 – задній фланець

Пристрій для забортовування шин використовується під час монтажу коліс різних типорозмірів, передбачених технологічними вимогами. Перед уведенням обладнання в експлуатацію проводять комплекс підготовчих заходів: поверхні механізмів очищають від антикорозійного мастила (зазвичай із застосуванням бензину), після чого здійснюють заправлення або дозаправлення редуктора та мотор-редуктора індустріальною оливою.

Після завершення підготовки обладнання запускають у режимі холостого ходу для оцінки роботи приводу планшайби та пересування каретки в обох напрямках.

Перед початком робочого циклу оператор повинен перевірити, що зона виконання операцій повністю звільнена від сторонніх предметів та людей, а пульт керування розташований таким чином, щоб забезпечувати максимальний огляд робочого місця.

Підготовка до роботи.

Конструктивне виконання пристрою дає можливість працювати з колесами великих розмірів діаметром до 2700 мм і масою до 2500 кг. Під час

проведення монтажних операцій необхідно суворо дотримуватися правил техніки безпеки. Для підвищення безпечності та керованості процесом рекомендується за можливості залучати додаткового кваліфікованого оператора, забезпеченого відповідними засобами індивідуального захисту.

Підготовка колеса:

- видалити балансувальні вантажі (грузи) з обох боків колеса;
- демонтувати центральну частину вентиля та повністю випустити повітря з шини;
- визначити сторону шини з монтажним поглибленням, з якої доцільно розпочинати демонтаж;
- перевірити надійність фіксації обода на пристосуванні.

Послідовність виконання демонтажу шини:

- 1) установити колесо на стенд і надійно його зафіксувати;
- 2) відкрутити гайку на відкидному болту 23, розташувати ролик 19 на 5–8 мм нижче краю обода та зафіксувати його положення гвинтом 25;
- 3) перемістити каретку 1 праворуч до моменту, поки край ролика 19 не зайде за обріз обода;
- 4) відпустити гвинт 25, увімкнути привід планшайби та перемістити борт шини в демонтажний жолоб;
- 5) повторити аналогічну операцію для другого боку шини;
- 6) перемістити каретку на протилежний бік;
- 7) встановити захват у проміжок між ободом і шиною та подати каретку ліворуч до входження крюка захватного пристрою в середину шини;
- 8) повернути ручку 17 і зафіксувати захват;
- 9) перемістити каретку вправо, виводячи нижню кромку борта шини за край обода;
- 10) увімкнути привід планшайби та повністю змістити борт шини за межі обода;

11) перемістивши каретку, вивести нижню частину борта шини за обріз обода на 30–40 мм;

12) увімкнути привід планшайби та повністю зняти шину з колеса.

На рисунку 4.3 зображено процес зняття шини з диска колеса.



Рис. 4.3 Схема зняття коліс

Процес демонтажу автомобільної шини включає низку послідовних технологічних операцій, кожна з яких виконується відповідно до вимог техніки безпеки та регламенту роботи зі спеціалізованим стендом.

Підготовчий етап.

На початковій стадії колесо очищують від зовнішніх забруднень. Далі здійснюють повне стравлювання повітря шляхом викручування золотника, що дозволяє уникнути пошкодження бортових зон шини під час подальшого розбортовування.

Розбортовування шини.

Колесо встановлюють на розбортовувальний майданчик. Віджимний башмак подають до борта шини, створюючи необхідний тиск для зсуву борта з полицки диска. Операцію виконують по всьому периметру окремо для зовнішньої та внутрішньої сторін, забезпечуючи рівномірне відділення бортів.

Фіксація колеса.

Після розбортовування диск встановлюють на затискний стіл стенда, центрують та надійно фіксують лапами. Жорстка фіксація є критичною для запобігання зміщенням диска під час наступних операцій.

Демонтаж верхнього борта.

Монтажний важіль заводять між бортом шини та краєм диска, фіксують у робочому положенні та запускають обертання стола. У процесі обертання верхній борт плавно сходить із диска без застосування надмірних зусиль.

Демонтаж нижнього борта.

За аналогією до попереднього етапу, монтажний інструмент заводять під нижній борт шини. Обертовий механізм поступово знімає покришку до її повного відокремлення від диска.

Завершення циклу.

Після вилучення шини диск демонтують зі стенда та передають на подальшу підготовку: очищення, огляд чи встановлення нової шини.

Монтаж шини: послідовність операцій.

Монтажна схема зазвичай відображає ключові етапи процесу та містить такі елементи:

Фіксація диска.

Диск жорстко закріплюють на затискному столі стенда; на схемі зазначають положення лап та напрямок обертання.

Нанесення монтажної пасти.

Борт шини та відповідна полиця диска обробляються спеціальною пастою, що зменшує тертя та полегшує посадку покришки та дає герметичність прилягання.

Установлення нижнього борта.

Шину вдягають на диск, а монтажна головка або важіль контролює опускання нижнього борта на полицю.

Монтаж верхнього борта.

На схемі відображають положення інструменту, що утримує верхній борт під час обертання стола. Обертальний рух забезпечує поступову посадку борта по всьому периметру.

Підкачування та посадка борта.

Після встановлення обох бортів у шину подають повітря. На схемі виділяють зони, де борт має зафіксуватися з характерним звуком клацання, що свідчить про герметичну посадку.

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Охорона праці під час робіт із шиномонтажним станком

Забезпечення безпечних умов праці в шиномонтажних майстернях є одним із ключових елементів організації виробничого процесу, адже проведення робіт, пов'язаних з демонтажем, монтажем та ремонтом автомобільних шин, супроводжується дією механічних, фізичних, хімічних та ергономічних факторів ризику. Відсутність належного технічного забезпечення та недотримання вимог охорони праці може призвести до травматизму, ушкодження обладнання та порушення технологічних процесів.

У межах роботи виконано аналіз виробничих небезпек, характерних для шиномонтажних дільниць. До основних загроз належать: підвищений тиск у шинах під час накачування, небезпека відскоку або розриву шини, дія важких предметів, робота з обертовими елементами обладнання, шум, вібрація та можливий контакт зі шкідливими хімічними речовинами (мастила, клеї, очищувачі). Крім того, значне навантаження на опорно-руховий апарат виникає при ручному переміщенні коліс, що потребує впровадження раціональних методів організації праці.

Особлива увага у роботі приділена вимогам до технічного стану обладнання. Регулярне технічне обслуговування шиномонтажних стендів, балансувальних установок, компресорів та систем подачі повітря є запорукою зниження аварійності. Зношені, неправильно відрегульовані або несправні механізми можуть створювати додаткові небезпеки для персоналу, що обґрунтовує необхідність їх модернізації та впровадження засобів автоматизації.

Важливою складовою організації безпечної роботи є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту: захисними окулярами, рукавицями, спецвзуттям з протиударними носками, протишумовими

навушниками та робочим одягом. Також необхідно забезпечувати відповідне освітлення робочої зони, ефективну вентиляцію та підтримання оптимальних мікрокліматичних умов.

У розділі розглянуто вимоги нормативно-правових документів щодо охорони праці у сфері технічного обслуговування транспортних засобів, включаючи правила експлуатації підйомного та шиномонтажного обладнання, порядок проведення інструктажів та вимоги до організації робочих місць. Наведено рекомендації щодо покращення безпеки праці, серед яких: застосування стендів із системами автоматичного фіксування колеса, використання захисних кожухів, впровадження ергономічних допоміжних пристроїв для переміщення важких коліс.

Забезпечення комплексного підходу до охорони праці дозволяє мінімізувати ризики травматизму, підвищити ефективність роботи шиномонтажної дільниці та створити умови для безпечної експлуатації обладнання. Результати, отримані в межах магістерської роботи, можуть слугувати основою для підвищення рівня безпеки на підприємствах, що спеціалізуються на обслуговуванні шин.

## ВИСНОВКИ

1. У магістерській роботі здійснено комплексне дослідження технічного стану автомобільних шин та технологічних особливостей виконання шиномонтажних робіт в умовах автосалону «Віпос». Обґрунтовано, що технічний стан шин безпосередньо визначає рівень безпеки дорожнього руху, стійкість автомобіля, ефективність гальмування.

2. Проведено детальний аналіз чинників, що впливають на ресурс шин, зокрема: маси автомобіля, особливостей повного приводу, маневрування на обмеженій території, дорожніх та кліматичних умов, а також тиску в шинах і геометрії підвіски. Встановлено, що для автомобілів Audi Q7 характерне підвищене навантаження на шини через велику масу та динамічні режими руху.

3. За результатами експериментальних досліджень зносу шин встановлено, що інтенсивність зношування передніх шин є вищою, ніж задніх. Типовий знос передніх шин за період дослідження становив 0,4–0,8 мм, тоді як задніх – 0,2–0,4 мм. Виявлено нерівномірність стирання протектора, зокрема підвищений знос внутрішньої частини, пов'язаний з від'ємним розвалом коліс та особливостями підвіски Audi Q7.

4. Доведено, що умови експлуатації шин в автосалоні «Віпос» забезпечують помірний та рівномірний характер зношування, який не перевищує нормативних значень. Отримані експериментальні дані можуть бути використані для оптимізації графіків технічного обслуговування.

5. Узагальнено технологічний процес відновлення шин, який включає підготовку виробу, обробку дефектної ділянки, нанесення ремонтних матеріалів та вулканізацію. Показано, що якість шорсткування поверхні та дотримання технологічних режимів суттєво впливають на міцність з'єднання та довговічність відновленої шини.

6. У роботі обґрунтовано необхідність удосконалення обладнання для шиномонтажних робіт. Запропоновані конструктивні рішення спрямовані на підвищення зручності роботи оператора, скорочення тривалості технологічного

циклу, зменшення ризику пошкодження бортових зон шин і дисків, а також на автоматизацію основних операцій шиномонтажу.

7. Проведено аналіз вимог з охорони праці під час виконання шиномонтажних робіт.

8. Загалом виконане дослідження підтверджує, що поєднання систематичної діагностики технічного стану шин із модернізацією шиномонтажного обладнання є ефективним шляхом підвищення надійності експлуатації автомобілів, зниження аварійності та підвищення економічної ефективності роботи автосервісних підприємств.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельник В. І., Лісецький В. О., **Ковратовський О. В.** Кейси використання цифрових технологій у технічному сервісі агросфери // Сучасні проблеми землеробської механіки : зб. тез доп. XXVI Міжнар. наук. конф. (17–18 жовт. 2023 р.). Київ : НУБіП України, 2023. 479 с.
2. Мельник В. І., Лісецький В. О., **Ковратовський О. В.** Бізнес-моделі циркулярної економіки та їх значення для аграрного сектору України // Технічний прогрес в АПК : матеріали XX Міжнар. наук.-практ. конф. (21–22 трав. 2025 р.). Харків : ДБТУ, 2025. С. 553–555.
3. Мельник В. І., Лісецький В. О., **Ковратовський О. В.** Ефективність впровадження логістичних інновацій на сервісному підприємстві // Збірник тез магістрів факультету конструювання та дизайну. Київ : НУБіП України, 2025. (у друці).
4. Ружи́ло З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2016. Вип. 2. С. 223–231.
5. Новицький А. В., Бистрий О. М., Ружи́ло З. В., Банний О. О., Сиволапов В. А. Надійність машин та обладнання. Т. 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2023. 213 с.
6. Ружи́ло З. В., Мельник В. І., Новицький А. В., Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Попик П. С. Надійність машин та обладнання. Ч. 2. Ремонткування машин та відновлення деталей : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2023. 309 с.
7. Новицький А. В. Дослідження надійності складних технологічних систем «ЛМС» у тваринництві: ремонтпридатність машин // Крамаровські

читання : зб. тез доп. XII Міжнар. наук.-техн. конф. (20–21 лют. 2025 р.). Київ : ВЦ НУБіП України, 2025. С. 28–31.

8. Новицький А. В., Ружи́ло А. З. Основні методи ремонту автотракторних шин // Крамаровські читання : зб. тез доп. XII Міжнар. наук.-техн. конф. (20–21 лют. 2025 р.). Київ : ВЦ НУБіП України, 2025. С. 107–110.

9. Ружи́ло А. З., Новицький А. В. Забезпечення працездатності техніки: обладнання для проведення шиномонтажних робіт // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених (Запоріжжя, 03–28 лют. 2025 р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2025. С. 224–225.

10. Ruzhylo Z., Novitskii A., Milko D., Bulgakov V., Beloev I., Rucins A. Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man–Machine” // Engineering for Rural Development. Jelgava, Latvia, 2022. P. 911–917.

11. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine // Machinery and Energetics. 2021. Vol. 12, No. 2. P. 39–47.

12. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation // Machinery and Energetics. 2021. Vol. 12, No. 4. P. 85–93.

13. Болтянська Н. І. Надійність технологічних систем : посібник-практикум. Мелітополь : Люкс, 2019. 162 с.

14. ДСТУ 2470–94. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення. Чинний від 1995-01-01. Київ : Держстандарт України, 1995. 28 с.

15. Новицький А. В., Ружи́ло З. В., Банний О. О., Бистрий О. М., Сиволапов В. А. Надійність машин та обладнання. Ч. 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання. Київ : НУБіП України, 2023. 211 с.

16. Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. Кваліметрія : навч. посіб. Київ : Прінтеко, 2022. 201 с.

17. Zhang Y., Li X., Wang H., Chen J. Automatic tire surface defect detection using deep convolutional neural networks // *Neural Computing and Applications*. 2023. Vol. 35. P. 15267–15279. DOI: 10.1007/s00521-022-07984-6.
18. Luo Y., Zhang C., Sun J. Tire defect detection and classification using deep learning and image processing // *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2022. Vol. 33. P. 1541–1553. DOI: 10.1007/s10845-021-01787-0.
19. Li J., Wang Z., Zhao Y. Tire surface defect detection based on transfer learning and deep neural networks // *Neural Computing and Applications*. 2021. Vol. 33. P. 16671–16683. DOI: 10.1007/s00521-021-06001-9.
20. Bensalah W., Haddar M. Cost analysis and management of tire maintenance and repair in road transport fleets // *Transport Engineering*. 2023. Vol. 13. 100182. DOI: 10.1016/j.treng.2023.100182.
21. Vasan V., Sridharan N. V., Sreelatha A. P., Vaithiyanathan S. Tire condition monitoring using transfer learning-based deep neural network approach // *Sensors*. 2023. Vol. 23, No. 4. Art. 2177. DOI: 10.3390/s23042177.
22. Tong Z., Cao Y., Wang R., Chen Y., Li Z., Lu J., Yang S. Machine learning-driven intelligent tire wear detection system // *Measurement*. 2024. Vol. 227. 113785. DOI: 10.1016/j.measurement.2024.113785.
23. Prasshanth C. V., Sugumaran V. Tire wear monitoring using feature fusion and CatBoost classifier // *Artificial Intelligence Review*. 2024. Vol. 57. Art. 337. DOI: 10.1007/s10462-024-10999-6.
24. Deng Y., Li Q., He Z., Zhang L. A comprehensive review on non-pneumatic tyre research // *Materials & Design*. 2023. Vol. 230. 111956. DOI: 10.1016/j.matdes.2023.111956.
25. Araujo-Morera J., Verdejo R., López-Manchado M. A., Santana M. H. The route of tires through the circular economy model // *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 281. 125200. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125200.

26. Sharma R., Pandey K. M., Tewari V. K. Effect of inflation pressure and temperature on tire wear characteristics // *Wear*. 2022. Vol. 488–489. 204168. DOI: 10.1016/j.wear.2021.204168.
27. Lee S., Park J., Kim H. Predictive maintenance and wear estimation for automotive tires using IoT sensors // *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2023. Vol. 19, No. 11. P. 11342–11351. DOI: 10.1109/TII.2023.3265148.
28. Lee H., Kim S. Design and optimization of tire service racks and mounting systems // *Journal of Mechanical Design*. 2022. Vol. 144, No. 8. 083301. DOI: 10.1115/1.4054103.
29. Zhang L., Wang Y., Chen X. Automated tire balancing and mounting systems for automotive service robots // *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 2023. Vol. 79. 102428. DOI: 10.1016/j.rcim.2022.102428.
30. Márquez F. P. G., Roberts C., Tobias A. Maintenance and servicing technologies for automotive systems: a review // *International Journal of Automotive Technology and Management*. 2021. Vol. 21, No. 2. P. 123–141. DOI: 10.1504/IJATM.2021.114527.
31. ISO 4000:2018 Passenger car, truck and bus tyres — Dimensions and ratings. (стандарт розмірів і параметрів шин). (ISO), 2018. 45 p.
32. ISO 4204:2019 Wheel and rim dimensions for passenger cars and light trucks. (стандарт коліс). (ISO), 2019. 36 p.
33. ISO 15144-1:2014 Road vehicles — Method for external rolling resistance measurement — Part 1. (метод оцінки опору коченню шин). (ISO), 2014. 24 p.
34. ISO 20563:2017 Rubber vulcanized-on, molded-on, and solid tread rubber tyres — Terminology. (ISO), 2017. 20 p.
35. ASTM F1805-20 Standard Practice for Tire Pressure Monitoring System (TPMS) Calibration. (ASTM), 2020. 15 p.
36. SAE J1269 Tire Testing – Uniform Tire Quality Grading (UTQG) Standards. (SAE), 2021. 22 p.

37. SAE J2658 Tire rolling resistance measurement standard. (SAE) , 2019. 18 p.
38. ETRTO Europe-Tyre and Rim Technical Organisation Standards. (європейські технічні вимоги шин) , 2020. 56 p.
39. UNECE Regulation R117 Uniform provisions concerning the approval of tyres with regard to rolling sound emissions and/or adhesion on wet surfaces. (EU regulation) , 2021. 44 p.
40. Чурсов С. О. Процеси деградації матеріалів пневматичних шин та забезпечення опору механічних властивостей // Вісник Херсонського національного технічного університету. 2023. № 4(87). С. 22–30.
41. Захаров С. В., Кравченко О. П., Лукічов О. В., Сакно О. П. Моделювання процесу зносу шин та математичні залежності його від наробітку в умовах експлуатації вантажних автомобілів // Вісник ЖДТУ. Серія “Технічні науки”. 2016. № 3(58). С. 27–32.
42. Шльончак І. А., Батраченко О. В. Утилізація автомобільних шин в українській перспективі // Збірник наукових праць. 2024. № 10(41). С. 221–227.
43. Захара І. Я. Аналіз проблематики утилізації та переробки зношених автомобільних шин // Науковий вісник НУ “ІФНТУНГ”. 2025. №1(43). С. 161–170.
44. Прогній П. Б., Попович П. В., Шевчук О. С., Лоїк І. О., Мишко С. А., Коваль Ю. Б., Вітрук М. О. До аналізу викидів від зносу автомобільних шин, як екологічної складової використання автомобільного транспорту // ЦНТУ. 2024. С. 1–12.
45. Червінчук А., Пилипенко Є. Сезонність шин колісних транспортних засобів: технічні вимоги та правова регламентація // Аналітично-порівняльне правознавство. 2023. Т. 1. С. 71–78.
46. Гупка А. Б., Ковалчук Д. О., Луциків І. А. Проблеми тертя та зношування автомобільних шин // Матеріали XII Міжнародної

науково-практичної конференції «Актуальні задачі сучасних технологій» : зб. тез. – Тернопіль : ТНТУ, 2023. С. 45–49.

47. Когут І. Р., Присяжнюк Р. В. Дослідження процесу зношування шин // Тези доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» : зб. тез. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. С. 197.

48. Markina L. M., Kriva M. S. Дослідження технологічних параметрів піролізу зношених автомобільних шин при їх статичному навантаженні // Технології та техніка переробки матеріалів. 2018. URL: <https://nasplib.isofts.kiev.ua/handle/123456789/162614>

49. NHTSA. Safety and Savings Ride on Your Tires : National Highway Traffic Safety Administration (офіційна інформація щодо безпеки експлуатації шин, моніторинг тиску, вплив зносу на безпеку). U.S. Dept. of Transportation. URL: <https://www.nhtsa.gov/es/tires/safety-and-savings-ride-your-tires>

50. Михайлюта С. С., Маркович С. І. Підвищення зносостійкості шин методом оптимізації структури // Збірник наукових праць ЦНТУ. Технічні науки. 2020. Вип. 33. С. 84–90.