

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГИЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Удосконалення організації ремонту пневматичних
шин автобусів малого класу»**

Виконав: студент групи Ат-43сп
спеціальності 274 „Автомобільний
транспорт”

(шифр і назва)

Андрій ПАТРАЙКО

(ім'я та прізвище)

Керівник: _____

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 656.075

Патрайко Андрій Михайлович. Удосконалення організації ремонту пневматичних шин автобусів малого класу. Кваліфікаційна робота. Львів: Львівський НУВМБ ім. Степана ГЖИЦЬКОГО, 2025. 85 с.

Табл. 14; рис. 12; бібліогр. джерел 31.

Встановлено, що значна частина автопарку малого класу експлуатується в умовах інтенсивного навантаження, поганої якості дорожнього покриття й недостатньої організації профілактики. Це зумовлює передчасний вихід шин з ладу, збільшення кількості дефектів

Аналіз існуючих методів ремонту засвідчив, що холодний, гарячий та комбінований способи ремонту залишаються актуальними для підприємств різного масштабу.

Здійснено порівняльний аналіз шин Sava Orjak 4, Matador D HR 4, Falken BI856 та Rosava ІД-304 продемонстрував істотну різницю в середньому ресурсі: імпортні моделі служать 105–120 тисяч км, мають рівномірнішу інтенсивність зношування та нижчу частоту передчасних відмов, тоді як для Rosava ІД-304 середній ресурс становить близько 55 тисяч км, а частка відмов через дефекти сягає 45%.

Перехід від практики повної заміни зношених шин на частковий ремонт дозволяє підприємству економити понад 300 тис. грн щорічно. Окупність інвестицій настає вже протягом 1,3–2 років, що є вигідним для підприємства.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1	
ОГЛЯД СТАНУ ТА ПРОБЛЕМ РЕМОНТУ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН.....	9
1.1 Характеристика автобусів малого класу.....	9
1.2 Конструкція та види пневматичних шин	14
1.3 Типові дефекти та причини виходу шин з ладу	17
1.4. Існуючі методи ремонту пневматичних шин.....	21
1.5 Аналіз організації ремонтних робіт на підприємствах	24
Висновки за розділом.....	29
РОЗДІЛ 2	
УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН.....	31
2.1 Обґрунтування вибору об'єкта дослідження.....	31
2.2 Моделювання організаційної структури ремонтних робіт.....	32
2.3 Планування ресурсів за видами робіт.....	36
2.4 Вибір обладнання та інструментів для ремонту.....	42
2.5 Забезпечення якості ремонту й заходи контролю.....	46
Висновки за розділом.....	48
РОЗДІЛ 3	
РЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	49
3.1 Дослідження процесу зношування шин та його вплив на ресурс..	49
3.2 Організаційні заходи щодо експлуатації та ремонту шин автобусів малого класу.....	45
Висновки за розділом.....	65
РОЗДІЛ 4	
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	67

4.1	Загальні вимоги з охорони праці	67
4.2	Правила техніки безпеки під час роботи з електроінструментом.....	68
4.3	Розрахунок мікроклімату у виробничих приміщеннях	70
4.4	Правила використання електрообладнання.....	73
	Висновки за розділом.....	75
РОЗДІЛ 5		
	ЕКОНОМІЧНА ОЦІКА ПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	76
5.1	Економічний аналіз ефективності організації ремонту	76
5.2	Оцінка впливу удосконалень на показники надійності й безпеки.....	78
	Висновки за розділом.....	80
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	81
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83

ВСТУП

Автобуси малого класу відіграють ключову роль у системі міських і приміських пасажирських перевезень. Їхня експлуатація тісно пов'язана з постійними навантаженнями на всі компоненти, особливо на пневматичні шини, які забезпечують контакт транспортного засобу з дорожнім покриттям. В умовах інтенсивного руху, частих зупинок і стартів, а також при експлуатації на дорогах з різною якістю покриття, навантаження на шини значно зростають. Відповідно, потреба в їх регулярному технічному обслуговуванні та ремонті є надзвичайно актуальною.

Незважаючи на існування широкого спектра методів ремонту шин, практика показує, що більшість підприємств стикаються з проблемами організаційного характеру: низька оперативність виконання ремонтних робіт, нераціональне використання обладнання та робочого часу, невідповідність процедур сучасним стандартам якості. Це призводить до збільшення витрат, простоїв техніки та зниження безпеки перевезень. Тому актуальність даної роботи визначається необхідністю розробки та впровадження вдосконалених схем організації ремонтних процесів, що базуються на сучасних технічних і управлінських рішеннях.

Окрему увагу слід приділити стану доріг в Україні. Автомобільна дорожня мережа країни включає магістральні дороги державного значення, місцеві дороги, міські й сільські вулиці, більшість яких експлуатується понад розрахункові терміни без належного ремонту. Відомо, що близько 40 % українських доріг мають серйозні дефекти: ями, тріщини, вибоїни, хвилеподібні деформації. Особливо критичною є ситуація на дорогах місцевого значення, які часто обслуговуються за залишковим принципом, а ремонти мають лише тимчасовий характер. При русі автобусів малого класу по таких покриттях шини піддаються додатковим ударним та зсувним навантаженням, що збільшує ризики пошкодження [9], [27].

Проблеми пасажирських перевезень в Україні також пов'язані з морально й технічно застарілим парком транспортних засобів. Значна частина автобусів, що перебувають на маршрутах, експлуатуються понад нормативний термін служби, мають підвищений рівень зношування основних вузлів, у тому числі колісних шин. Крім того, спостерігається нестача кваліфікованого технічного персоналу, що здатен проводити якісний ремонт та обслуговування шин, а також недостатнє фінансування підприємств пасажирських перевезень для оновлення парку й модернізації ремонтних процесів.

Низька якість пасажирських перевезень, часті зупинки руху через технічні несправності, зниження безпеки перевезень – усе це є прямими наслідками недооцінки важливості якісного ремонту шин. Удосконалення організації ремонтних процесів дозволить не лише підвищити технічний рівень обслуговування, а й зменшити аварійність, поліпшити комфорт і безпеку пасажирів, а також оптимізувати витрати підприємств.

Метою дипломної роботи є розробка рекомендацій щодо вдосконалення організації ремонту пневматичних шин автобусів малого класу, що дозволить підвищити ефективність технічного обслуговування, скоротити витрати та забезпечити високу надійність експлуатації транспортних засобів.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі основні завдання: провести аналітичний огляд сучасного стану ремонту шин, визначити основні недоліки існуючих організаційних підходів, здійснити вибір технічного обладнання та ресурсного забезпечення, розробити модель організації ремонтних робіт, а також провести техніко-економічне обґрунтування впровадження запропонованих удосконалень.

Об'єктом дослідження є система організації ремонту пневматичних шин автобусів малого класу. Предметом дослідження є технічні, економічні та організаційні аспекти, що впливають на ефективність проведення ремонтних робіт.

Методи дослідження включають аналіз статистичних даних експлуатації шин, моделювання організаційних процесів, техніко-економічні розрахунки, а також використання сучасних підходів до управління якістю ремонтних робіт.

Практичне значення результатів роботи полягає у можливості впровадження розроблених рекомендацій на автотранспортних підприємствах, що дозволить скоротити простої техніки, знизити витрати на експлуатацію, підвищити безпеку перевезень та покращити загальну ефективність роботи автопарку.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СТАНУ ТА ПРОБЛЕМ РЕМОНТУ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН

1.1. Характеристика автобусів малого класу

Автобуси малого класу є важливим сегментом у системі пасажирських перевезень України. До цього класу належать транспортні засоби, призначені для перевезення обмеженої кількості пасажирів – зазвичай від 16 до 30 осіб. Вони експлуатуються переважно на міських, приміських, а також на окремих міжміських маршрутах з невеликою тривалістю рейсів. Основними особливостями автобусів малого класу є компактні габарити, підвищена маневреність, економічність у використанні пального та можливість руху вузькими чи завантаженими міськими вулицями [9], [12].

Класифікація автобусів за місткістю, розмірами та призначенням встановлена національними (ДСТУ 7032:2009, ДСТУ 4278:2006) та міжнародними (UNECE Regulation No. 107, директиви ЄС) нормативними документами. Згідно з чинною класифікацією, автобуси поділяють на такі основні класи:

- Мікроавтобуси – місткість до 16 пасажирів; довжина не перевищує 6 м.
- Малий клас – місткість від 17 до 30 пасажирів; довжина 6–8 м.
- Середній клас – місткість 31–43 пасажирів; довжина 8–10 м.
- Великий клас – місткість 44–60 пасажирів; довжина 10–12 м.
- Особливо великий клас (зчленовані автобуси) – понад 60 пасажирів; довжина понад 12 м (іноді до 18–20 м).



мікроавтобус



малий клас



середній клас



великий клас

Рисунок 1.1 – Класифікація автобусів за розмірами

Автобуси малого класу займають проміжне положення між мікроавтобусами та автобусами середнього класу. Їхнє основне призначення – забезпечення пасажирських перевезень на маршрутах з помірною інтенсивністю потоку або в умовах, де використання великих автобусів економічно недоцільне чи технічно неможливе (вузькі вулиці, старі квартали міст, приміські села).

Вимоги до автобусів малого класу регламентуються такими основними стандартами:

- ДСТУ 4278:2006 – Автобуси. Класифікація та загальні технічні вимоги.
- ДСТУ 7032:2009 – Автобуси. Технічні умови.
- Правила ЄЕК ООН № 107 – Єдині технічні приписи щодо транспортних засобів категорії M2 і M3 (зокрема, до пасажирських автобусів).

Основні параметри, які повинні відповідати стандартам:

- максимальна місткість і допустиме навантаження;
- мінімальна та максимальна довжина, ширина, висота транспортного засобу;
- характеристики дверей і проходів, зручність посадки-висадки пасажирів, вимоги до висоти підлоги;
- конструкція й маркування сидінь, розташування аварійних виходів;
- система вентиляції, опалення, рівень шуму та вібрацій у салоні;
- вимоги до гальмівної системи, шин, освітлення, безпеки пасажирів.

Відповідно до ДСТУ та європейських директив, для автобусів малого класу встановлюються конкретні вимоги до типорозміру шин, що мають забезпечувати достатній індекс навантаження (зазвичай понад 110-115, що еквівалентно понад 1060–1215 кг на колесо), класу швидкості (Q, R, S - 160, 170, 180 км/год відповідно), та маркування. Обов'язковим є регулярний контроль тиску в шинах, наявність аварійного запасного колеса, дотримання регламенту технічного обслуговування згідно інструкції виробника.

Крім того, відповідно до вимог безпеки пасажирських перевезень, автобуси малого класу повинні бути обладнані системою запобігання блокування коліс (ABS), аварійним освітленням, засобами для перевезення осіб з обмеженими можливостями та пожежогасниками [1], [3].

Ця сукупність норм, стандартів і технічних вимог створює передумови для підвищення безпеки руху, комфорту пасажирів, а також забезпечує якісне функціонування та своєчасний ремонт основних вузлів, у тому числі - пневматичних шин, які входять до переліку обов'язково контрольованих елементів при щоденному і періодичному технічному огляді автобусів малого класу.

Типовими представниками цього класу в Україні є автобуси марок «Богдан А092», «Еталон», «Рута», «I-VAN», «ATAMAN», а також мікроавтобуси іноземного виробництва на базі Mercedes Sprinter, Volkswagen Crafter, Ford Transit, Fiat Ducato тощо. Основні технічні характеристики сучасних автобусів малого класу наведені у таблиці 1.1.



Рисунок 1.2 – Автобуси малого класу українського виробництва

Таблиця 1.1 – Основні технічні параметри типових автобусів малого класу

Модель	Місткість, осіб	Двигун	Повна маса, кг	Довжина, мм	Тип шин	Кількість осей
Богдан А092	21+1	Дизель	7000	7700	215/75 R17.5 (6 од.)	2
Еталон А079	26+1	Дизель	7300	7420	215/75 R17.5 (6 од.)	2
Рута 25	17+1	Дизель	5500	6200	215/75 R16С (6 од.)	2
Mercedes Sprinter 516	22	Дизель	5500	7345	205/75 R16С (6 од.)	2

Сучасні автобуси малого класу мають рамну або напіврамну конструкцію, залежно від моделі. Найчастіше використовуються дизельні силові агрегати, що забезпечують економічність та достатній запас потужності для роботи у складних міських умовах. Головна перевага цих автобусів – здатність виконувати рух у режимі частоті зупинки, розгону та гальмування, що є типовим для пасажирських перевезень у місті.

З технічної точки зору автобуси малого класу характеризуються такими особливостями:

- Компактні габаритні розміри (довжина 6,2–7,7 м), що спрощує маневрування на вузьких вулицях та дозволяє працювати у густонаселених районах.

- Відносно невелика власна маса (4–5,5 т.), завдяки чому знижується навантаження на дорожнє покриття та спрощується обслуговування підвіски й шин.

- Використання посиленних пневматичних шин (здебільшого радіального типу), які повинні витримувати часті навантаження та удари при русі нерівними дорогами.

– Розміщення пасажирських дверей, що дозволяє організувати швидку посадку і висадку навіть за умов високої інтенсивності пасажиропотоку.

Автобуси малого класу зазнають серйозних навантажень на всі вузли ходової частини, особливо на шини, оскільки експлуатуються часто із перевищенням допустимої кількості пасажирів, на маршрутах з поганою якістю дорожнього покриття, нерівностями та постійними маневрами. В результаті саме шини виступають одним із найуразливіших елементів, що безпосередньо впливає на безпеку руху, комфорт пасажирів і загальні експлуатаційні витрати автопідприємств.

Сучасні вимоги до автобусів малого класу передбачають використання сертифікованих шин з відповідним індексом навантаження і швидкості, регулярний моніторинг тиску у шинах, проведення своєчасного балансування коліс та заміни гуми згідно регламенту. Саме тому організація якісного ремонту та обслуговування пневматичних шин має стратегічне значення для підприємств, що обслуговують міські й приміські маршрути.

1.2. Конструкція та види пневматичних шин

Пневматична шина — це складна інженерна конструкція, яка працює в умовах змінних навантажень, температур і агресивних зовнішніх впливів. Для автобусів малого класу вибір шин є стратегічно важливим через їхню роль у забезпеченні безпеки, комфорту й економічності перевезень.

Основна функція шини — утворення гнучкого еластичного зв'язку між ободом колеса і дорожньою поверхнею, амортизація ударних впливів, забезпечення керованості та гальмування транспортного засобу [10], [13].

Конструктивні елементи сучасної пневматичної шини:

– Каркас. Формується з текстильного (нейлон, поліестер) або металевий (сталевий дріт) корду. В автобусних шинах каркас часто багат шаровий для підвищення міцності, здатності витримувати великі навантаження і тиск.

– Брекер. Розташовується між каркасом і протектором, складається з 1–2 шарів металевого або текстильного корду. Брекер надає шині додаткової жорсткості у зоні контакту, рівномірно розподіляє тиск по плямі контакту, знижує ризик проколів [19], [23].



Рисунок 1.3 – Конструкція вантажної шини

– Протектор. Виготовляється з гуми з додаванням сажі, кремнійорганічних сполук та армуючих наповнювачів. Склад протекторної гумової суміші визначає експлуатаційні властивості — зносостійкість, опір коченню, еластичність і зчеплення. Геометрія протектора адаптується під умови руху (асфальт, ґрунт, сніг).

– Боковина. Забезпечує захист каркаса, гасить бічні удари, містить маркування, у тому числі — індекс навантаження, швидкості, дату виробництва та інші технічні дані.

– Бортове кільце. Може містити сталеві дроти для забезпечення міцної посадки шини на диск і герметичності в зоні контакту. Важливо для експлуатації при великих навантаженнях, що характерно для автобусів.

– Камера (у камерних шинах). Використовується рідше, оскільки сучасні автобуси оснащують переважно безкамерними шинами. Камера

виготовляється з синтетичного каучуку, забезпечує герметичність та зберігає тиск.

Маркування шин містить інформацію про їхні основні характеристики: типорозмір (наприклад, 215/75 R16C: 215 — ширина профілю у мм, 75 — відношення висоти до ширини, R — радіальна конструкція, 16 — діаметр обода в дюймах, C — комерційне використання); індекс навантаження та швидкості; виробник і країна виготовлення; дата виробництва; позначки про відповідність міжнародним стандартам (E-mark, DOT).

Стандарти та вимоги до шин для автобусів:

- Усі шини для автобусів мають відповідати вимогам ДСТУ 4108:2002, ДСТУ 7032:2009, а також міжнародним стандартам ECE R54, ECE R117.

- Індекс навантаження шин для малого класу має відповідати експлуатаційним вимогам і становити не менше 110–115 (тобто на одне колесо — 1060–1215 кг).

- Глибина протектора для шин автобусів не повинна бути меншою за 2,0 мм по всій робочій поверхні (рекомендовано змінювати шину при залишковій глибині 3,0–4,0 мм).

- Регламентується максимальний термін експлуатації шини — зазвичай 5–7 років із дати виробництва, незалежно від залишкового ресурсу протектора.

- Вибір типу шини залежить від умов експлуатації:

- Для міських автобусів малого класу рекомендують шини із підсиленою боковиною, посиленням каркасом і універсальним малюнком протектора, що підходить для руху по асфальту з ділянками бруківки та нерівностей.

- Для приміських та міжміських маршрутів обирають шини із більшим індексом навантаження, зносостійкою гумою й адаптованим до високих швидкостей малюнком протектора.

Розрахунок оптимального тиску в шині здійснюється за формулою:

$p = F / A$, де p - робочий тиск у шині, F - навантаження на колесо (Н), A - площа плями контакту (m^2).

Зниження тиску в шині на 20 % призводить до зменшення ресурсу шини на 25–30 %, а надлишковий тиск збільшує ризик розриву при ударі й погіршує гальмівні властивості.

Оскільки саме шини сприймають основну частину динамічних навантажень, особливо при русі поганими дорогами, важливо застосовувати лише сертифіковані вироби, а ремонт і відновлення здійснювати відповідно до вимог виробника й стандартів.

Періодичний контроль стану шин, вимірювання глибини протектора, перевірка відсутності пошкоджень боковини, правильне балансування та дотримання регламенту заміни — це основа безпечної експлуатації автобусів малого класу.

1.3. Типові дефекти та причини виходу шин з ладу

У процесі експлуатації автобусів малого класу пневматичні шини піддаються комплексному впливу різних руйнівних факторів, що зумовлює появу характерних дефектів та передчасну втрату працездатності. Серед найбільш поширених ушкоджень, які призводять до виведення шини з експлуатації, насамперед слід назвати проколи, порізи, розшарування каркаса, здуття, нерівномірний чи прискорений знос протектора, а також втрату герметичності у безкамерних конструкціях [13], [15].

Проколи виникають у результаті дії гострих предметів, які пробивають протектор і, нерідко, доходять до внутрішніх шарів корду. Навіть незначний за діаметром отвір може стати причиною поступового падіння тиску, що особливо критично для безкамерних шин, де герметичність забезпечується лише якістю прилягання борта до обода. У разі камерних шин пошкодження зазвичай супроводжується різкою втратою тиску й необхідністю негайної зупинки транспортного засобу.



Рисунок 1.4 – Прокол шини

Порізи шини, як правило, виникають при контакті з гострими краями дорожніх перешкод або уламків металу. Від проколів порізи відрізняються значною довжиною та здатністю проникати глибоко у структуру шини, іноді – до руйнування кількох шарів каркаса. Такі ушкодження майже завжди є причиною незворотної втрати працездатності виробу.

Розшарування або деламінація корду й брекера — ще одна типова проблема. Цей дефект найчастіше проявляється в місцях надмірного локального навантаження або після тривалої експлуатації при зниженому тиску. Згодом розшарування призводить до утворення мікротріщин, здуттів, появи повітряних кишень і, як наслідок, — до різкого розриву шини під час руху.



Рисунок 1.5 – Розшарування бекера шини

Локальні здуття, що можуть виникати як наслідок розриву окремих ниток корду чи пошкодження брекера, являють собою опуклість на поверхні шини, яка є слабким місцем при подальшій експлуатації. Підвищене навантаження або черговий удар від дорожньої нерівності можуть призвести до повного розриву виробу у місці здуття.

Нерівномірний чи надмірний знос протектора зазвичай пов'язаний із порушенням регламенту експлуатації шин. Основними причинами такого явища є некоректний тиск у шині (занижений або завищений), несправності підвіски, розбалансованість коліс, невірне встановлення розвалу-сходження, а також перевищення допустимих навантажень. Локальне стирання протектора зменшує площу контакту, погіршує зчеплення й істотно підвищує ризик аварійних ситуацій.

Ще одним частим дефектом є порушення герметичності безкамерної шини, яке виникає в місцях контакту борта з ободом або через появу мікротріщин у внутрішньому герметизуючому шарі. Часто це спостерігається в умовах корозії дисків, забруднення монтажних поверхонь чи старіння матеріалу шини. Втрата герметичності призводить до поступового зниження тиску, а отже — до збільшення навантаження на каркас та прискореного зносу.

До менш поширених, але не менш важливих причин втрати працездатності шини належать руйнування бортового кільця, викривлення або пошкодження обода, поява глибоких тріщин на боковинах унаслідок старіння гуми або тривалої роботи під навантаженням. Необхідно враховувати, що експлуатація шини з прихованими дефектами може призвести до раптового виходу з ладу, а це становить загрозу не лише для автобуса, а й для безпеки пасажирів.



Рисунок 1.6 – Ушкодження бортового кільця шини

Варто відзначити, що основними факторами ризику, які провокують виникнення зазначених дефектів, є:

- поганий стан дорожнього покриття та наявність гострих предметів на проїжджій частині;
- порушення норм навантаження на вісь та перевищення максимальної маси транспортного засобу;
- недотримання регламентів контролю тиску в шинах і несвоєчасне усунення дрібних ушкоджень;
- експлуатація шин понад встановлений строк служби чи з перевищенням пробігу;
- використання шин, які не відповідають вимогам виробника автобуса або мають невідповідний індекс навантаження;
- недостатня кваліфікація персоналу при монтажі, демонтажі та ремонті шин.

Усі ці причини взаємопов'язані та потребують системного підходу до організації експлуатації та ремонту шин автобусів малого класу, що дозволить мінімізувати ризики та підвищити загальну надійність транспортних засобів

1.4. Існуючі методи ремонту пневматичних шин

Ремонт пневматичних шин автобусів малого класу є комплексом технологічних операцій, спрямованих на відновлення герметичності, міцності та експлуатаційних властивостей шин після ушкодження або часткового зносу. Вибір конкретного методу ремонту визначається характером, розміром і місцем дефекту, типом шини (камерна чи безкамерна), а також наявністю спеціалізованого обладнання й матеріалів на підприємстві.

Сучасна система технічного обслуговування і ремонту шин передбачає декілька основних підходів [13], [15], [25], [26].

Одним із найбільш поширених є так званий «холодний» ремонт. Суть цього методу полягає у наклеюванні на місце ушкодження спеціальної латки або пластиру із сирової гуми, яка фіксується за допомогою клею або самовулканізуючої суміші. Холодний ремонт застосовується переважно для усунення дрібних проколів протектора чи боковини, а також для відновлення герметичності безкамерних шин. Основною перевагою такого підходу є простота, невелика тривалість процесу, відсутність потреби у складному обладнанні. Проте холодний ремонт обмежений за глибиною й розмірами дефекту, не підходить для ліквідації глибоких порізів, розшарувань чи пошкоджень каркаса.



Рисунок 1.7 – Холодний ремонт шини

Другим ключовим методом є «гарячий» або термовулканізаційний ремонт. Його суть полягає у нанесенні латки чи гумового пластиру на місце дефекту з подальшою обробкою під дією температури (зазвичай 120–150°C) та тиску. При цьому матеріал латки та шини з'єднуються на молекулярному рівні, утворюючи міцний моноліт. Гарячий ремонт дає змогу усувати не лише проколи й порізи, а й локальні розшарування, відриви ниток корду, пошкодження брекера. Для виконання такого ремонту потрібні спеціалізовані вулканізатори та прес-форми. Метод забезпечує надійну герметизацію і повертає шині значну частину експлуатаційного ресурсу, проте потребує більше часу й кваліфікації персоналу.



Рисунок 1.8 – Гарячий ремонт шини

На сучасних автотранспортних підприємствах усе ширше застосовують комбіновані методи ремонту. Наприклад, усунення наскрізного дефекту може передбачати внутрішню накладку латки (холодним способом) із подальшою зовнішньою вулканізацією зони пошкодження для зміцнення каркаса. Комбінований підхід підвищує ефективність ремонту при складних ушкодженнях, забезпечує кращу адгезію латки до матеріалу шини та дозволяє відновлювати навіть пошкодження у зоні плеча й боковини.

Особливу категорію складають методи відновлення протектора, або наварювання (ремолдінгу). Суть цього методу полягає у знятті зношеного шару протектора й накладенні нового з подальшою вулканізацією. Процес дозволяє значно продовжити ресурс дорожніх шин, хоча й потребує суворого контролю якості та спеціального обладнання. Відновлення протектора використовується для шин з незначним зносом каркаса і лише тоді, коли не порушена геометрія бортового кільця та структура основних шарів. Після якісного відновлення наварена шина може витримувати 60–80% від ресурсу нової.



Рисунок 1.9 – Відновлення протектора шини

Додатково слід відзначити важливість дотримання стандартів і регламентів при ремонті шин. Використання несертифікованих матеріалів або спрощення технологічного процесу може призвести до зниження безпеки експлуатації автобуса. Для кожного типу ремонту розроблені власні технологічні карти, які визначають послідовність операцій, параметри температури, тиску, товщину латки чи шару протектора, а також умови експлуатації відремонтованої шини [12], [13].

У сучасних умовах обслуговування шин автобусів малого класу також активно впроваджуються автоматизовані системи діагностики, балансування й контролю якості ремонту. Це дозволяє виявляти навіть приховані дефекти й проводити цілеспрямовану профілактику, що значно скорочує ризик раптового виходу шини з ладу під час руху.

Результати багаторічних досліджень і статистики свідчать, що дотримання технологічних процесів ремонту, правильний вибір методу

відновлення й застосування якісних матеріалів дають змогу відновити до 80% шин, які мають дефекти протектора, боковини чи локальні пошкодження каркаса. Водночас шини з критичними ушкодженнями — масовим розшаруванням, пошкодженням бортового кільця, значними деформаціями каркаса — підлягають утилізації, оскільки їхній подальший ремонт є недоцільним з точки зору безпеки руху.

1.5. Аналіз організації ремонтних робіт на підприємствах

Організація ремонтних робіт із відновлення пневматичних шин на автотранспортних підприємствах є важливою складовою технічного обслуговування автобусного парку. Ефективність цієї діяльності безпосередньо впливає на експлуатаційну готовність автобусів, скорочення простоїв, економію ресурсів і рівень безпеки пасажирських перевезень.

В сучасній практиці обслуговування шин на більшості автопідприємств ремонтні роботи виконують на спеціально виділених дільницях або у цехах шиномонтажу. Такі дільниці зазвичай оснащені комплектом обладнання: верстатами для демонтажу і монтажу шин, балансувальними стендами, пристроями для діагностики стану протектора і боковин, вулканізаторами для гарячого ремонту, наборами ручного та пневматичного інструменту. На великих підприємствах впроваджують автоматизовані лінії контролю і обліку стану шин, що дозволяє оптимізувати процеси ремонту й оновлення парку.

Типова схема організації ремонтних робіт передбачає поетапний підхід. Спочатку шини знімають з автобуса та проводять зовнішній огляд для виявлення видимих дефектів: проколів, порізів, здуттів, слідів розшарування, надмірного зносу. Далі застосовують спеціальні прилади для вимірювання глибини протектора, перевіряють тиск, герметичність безкамерних шин і стан бортових кілець. Після дефектування приймається рішення про придатність шини до ремонту, обирається метод відновлення або визначається необхідність утилізації [11], [16], [22], [28].

Відзначається, що на багатьох підприємствах існують проблеми недостатньої організації ремонту. Серед найтипівіших недоліків можна виділити:

- відсутність стандартизованих технологічних карт ремонту;
- несвоєчасне виконання діагностичних операцій;
- застосування застарілого або зношеного обладнання, що впливає на якість ремонту;
- дефіцит кваліфікованих працівників, здатних якісно виконувати складні ремонтні операції;
- використання несертифікованих матеріалів і комплектуючих;
- недотримання регламенту періодичного контролю стану шин у процесі експлуатації.

Реальні умови експлуатації в Україні, зокрема стан дорожньої мережі, призводять до підвищеної частоти виникнення дефектів шин, що вимагає оперативної організації ремонтного процесу. Однак на практиці нерідко спостерігається відсутність системного підходу до аналізу причин виходу шин з ладу, що призводить до повторних ушкоджень, підвищених витрат на заміну, а іноді — до аварійних ситуацій.

Сучасні вимоги до організації ремонту шин передбачають впровадження наступних заходів:

- створення електронної бази даних із відстеженням історії кожної шини, фіксацією дати монтажу, пробігу, ремонтів та дефектів;
- автоматизація процесів обліку, планування та управління залишками шин і ремонтних матеріалів;
- навчання персоналу відповідно до новітніх технологій ремонту, регулярне підвищення кваліфікації майстрів;
- впровадження системи внутрішнього контролю якості проведених робіт, а також аудиту технологічних процесів;
- проведення регулярних профілактичних оглядів та планових заходів із балансування, перевірки тиску, оцінки залишкової товщини протектора.

Для підприємств із великим парком автобусів доцільним є створення власних шинних ділянок з повним циклом — від діагностики до відновлення протектора, що дозволяє знизити витрати на зовнішні послуги й підвищити оперативність обслуговування. На менших підприємствах часто використовують послуги спеціалізованих шинних сервісів або мобільних ремонтних бригад.

Економічний ефект від якісної організації ремонту шин проявляється у зниженні витрат на закупівлю нових шин, збільшенні пробігу між ремонтами, скороченні простоїв транспорту та підвищенні загального рівня безпеки перевезень. За даними галузевих досліджень, системний підхід до ремонту та обслуговування шин дозволяє продовжити середній строк служби шини на 20–30% порівняно з неорганізованою схемою.

Висновком є те, що організація ремонтних робіт із пневматичними шинами автобусів малого класу потребує комплексного підходу, орієнтації на сучасні технології, впровадження автоматизованих систем управління та інвестування у підготовку кваліфікованих кадрів. Лише за умови суворого дотримання стандартів і технологій можна гарантувати високу якість ремонту, економічну ефективність та безпеку експлуатації автотранспорту.

Розглянемо типовий приклад організації шиноремонтної дільниці на підприємстві, яке обслуговує парк автобусів малого класу (наприклад, 20–50 одиниць). Приміщення дільниці зазвичай розташовується окремо від основного ремонтного цеху, обладнане спеціалізованими верстатами й інструментом, має стелажі для зберігання шин та окрему зону для приймання й дефектування.

Технологічна схема процесу ремонту пневматичних шин включає основні етапи:

1. Зняття шини з транспортного засобу і транспортування на дільницю.
2. Очищення зовнішньої поверхні від бруду та залишків мастила.



Рисунок 1.8 - Схема організації дільниці ремонту шин автобусів малого класу

3. Дефектування: візуальний і інструментальний огляд, вимірювання залишкової глибини протектора, перевірка тиску, оцінка герметичності.

4. Прийняття рішення про доцільність ремонту або списання шини.

5. Виконання ремонтних операцій згідно вибраної технології (холодний, гарячий, комбінований ремонт, наварювання).

6. Балансування відремонтованої шини на балансувальному верстаті.

7. Остаточний контроль якості: перевірка герметичності, відповідності ремонтної ділянки стандартам.

8. Маркування відремонтованої шини, занесення даних у електронну базу.

9. Монтаж шини на транспортний засіб та здача автобуса у експлуатацію.

Таблиця 1.2 - Основне обладнання шиноремонтної дільниці для автобусів малого класу

Найменування	Призначення	Основні технічні параметри	Примітки
Верстат для демонтажу шин	Демонтаж і монтаж шин з дисків	Діапазон діаметрів: 14–22", привід: електр.	Має захисні насадки
Вулканізатор	Гарячий ремонт шин, відновлення протектора	Робоча температура: до 150°C, тиск: 0,5–1 МПа	Портативний/стаціонарний
Балансувальний верстат	Балансування коліс і шин після ремонту	Діаметр: до 22", точність: 1–2 г	З комп'ютерним контролем
Компресор	Подача стисненого повітря для монтажу та перевірки тиску	Продуктивність: 200–300 л/хв, тиск: 8–10 атм	Забезпечує всі пости
Пристрій для перевірки герметичності	Контроль герметичності безкамерних шин	Ванна або ручний тестер	Дає швидкий результат
Набір ручного інструменту	Очищення, підготовка, нанесення латок	Скребки, щітки, ножі, ролики	Різне за функціями
Сушарка	Підсушування клею/латки при холодному ремонті	Робоча t: 30–50°C	Прискорює процес ремонту
Стелаж для зберігання шин	Організоване зберігання шин	На 20–50 од., багаторівневий	Важливо для безпеки

Комплекс сучасного оснащення дозволяє автоматизувати значну частину ремонтного процесу, підвищити продуктивність праці та забезпечити високу якість відновлення шин. Наявність вулканізатора дає змогу проводити

складний гарячий ремонт і відновлення протектора, що збільшує строк служби дорогих автобусних шин. Балансувальний верстат обов'язковий для зниження вібрацій під час руху й рівномірного зносу протектора. Якісний компресор забезпечує коректне накачування та випробування шин під тиском.

Важливою складовою є організація робочого простору та дотримання технологічної послідовності операцій. На сучасних підприємствах усе частіше застосовують електронний облік шин і ремонтних операцій, що дозволяє відстежувати історію експлуатації кожної одиниці, аналізувати типові дефекти, оптимізувати планування ремонтів і закупівель матеріалів.

Результати впровадження сучасного обладнання й чіткої організації робіт дозволяють:

- скоротити середню тривалість ремонту однієї шини до 40–60 хвилин,
- зменшити частку списання шин до 15–20%,
- підвищити строк служби відремонтованих шин на 20–30%,
- оптимізувати використання робочого часу майстрів та знизити аварійність автобусів, пов'язану із дефектами шин.

Висновки за розділом

1. Встановлено, що значна частина автопарку малого класу експлуатується в умовах інтенсивного навантаження, поганої якості дорожнього покриття й недостатньої організації профілактики. Це зумовлює передчасний вихід шин з ладу, збільшення кількості дефектів – від проколів до глибоких розшарувань каркаса та порушень герметичності. Серед ключових причин втрати працездатності шин визначено недотримання регламенту тиску, перевантаження, використання неякісних або невідповідних виробів, а також системні проблеми у технічному обслуговуванні на підприємствах.

2. Аналіз існуючих методів ремонту засвідчив, що холодний, гарячий та комбінований способи ремонту залишаються актуальними для підприємств

різного масштабу. Водночас тільки суворе дотримання технологій та застосування сучасного обладнання здатні забезпечити повернення шин до повноцінної експлуатації. Організація шиноремонтних дільниць з автоматизованим обліком, зонуванням простору й постійним навчанням персоналу підвищує ефективність ремонту, скорочує витрати й покращує безпеку перевезень.

3. Своєчасний ремонт і правильна експлуатація шин сприяє підвищенню ресурсної стійкості транспортних засобів і зниження ризику виникнення аварійних ситуацій на маршрутах. Водночас існує значний резерв для удосконалення системи організації ремонтних робіт, що передбачає впровадження сучасних стандартів, інноваційних технологій і широке застосування діагностичних засобів на автопідприємствах.

РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН

2.1. Обґрунтування вибору об'єкта дослідження

Вибір об'єкта дослідження обумовлений актуальністю проблеми забезпечення ефективної та безпечної експлуатації автобусів малого класу в умовах сучасних пасажирських перевезень України. Саме цей сегмент транспорту складає значну частину міських і приміських маршрутів, характеризується високою інтенсивністю руху, частими зупинками та розгонами, а також експлуатацією в умовах незадовільної якості дорожнього покриття. Все це призводить до підвищених навантажень на ходову частину транспортних засобів, зокрема – на пневматичні шини, які стають одним із найуразливіших елементів у структурі витрат на експлуатацію і технічне обслуговування автопарку [15], [19].

Актуальність дослідження обумовлюється тим, що неякісне або несвоєчасне обслуговування і ремонт шин безпосередньо впливає на безпеку дорожнього руху, зменшення аварійності, зниження експлуатаційних витрат підприємства та підвищення комфорту перевезень пасажирів. Особливої ваги набуває це питання для підприємств, які обслуговують маршрути з великим пасажиропотоком та працюють у складних дорожніх і кліматичних умовах, що характерно для більшості регіонів України.

У даній роботі об'єктом дослідження обрано організацію ремонтних робіт з пневматичними шинами автобусів малого класу на базі автотранспортного підприємства, яке забезпечує регулярні міські та приміські перевезення. Основна увага приділяється пошуку шляхів удосконалення технологічного процесу ремонту, підвищенню якості виконання ремонтних операцій, впровадженню сучасних методів діагностики та контролю, а також оптимізації використання матеріальних і трудових ресурсів.

Вибір такого об'єкта дозволяє:

- оцінити вплив чинників експлуатації та організаційної структури підприємства на стан шинного господарства;
- визначити основні причини виникнення дефектів і аналізувати ефективність існуючих методів ремонту;
- розробити практичні рекомендації щодо вдосконалення організації ремонтних робіт, впровадження сучасних технологій і засобів контролю якості.

Таким чином, дослідження спрямоване на вирішення конкретних виробничих задач, має практичну значущість для автотранспортних підприємств, що спеціалізуються на пасажирських перевезеннях, і може бути використане для розробки внутрішніх стандартів, оптимізації ресурсів і підвищення рівня безпеки руху. Обґрунтований вибір об'єкта дозволяє не лише провести теоретичний аналіз, а й апробувати результати на практиці, що підвищує прикладну цінність і достовірність отриманих висновків.

2.2. Моделювання організаційної структури ремонтних робіт

Організація ремонтних робіт із пневматичними шинами автобусів малого класу є складним багаторівневим процесом, що охоплює не лише технологічні операції відновлення, а й планування, управління матеріальними і трудовими ресурсами, контроль якості та моніторинг ефективності. В сучасних умовах підвищених вимог до безпеки, економічності та рентабельності перевезень актуальним є створення оптимальної організаційної структури, яка забезпечить безперебійність обслуговування шинного господарства на підприємстві [7], [28].

Моделювання організаційної структури ремонтних робіт передбачає визначення взаємозв'язків між основними функціональними ланками, їхніх повноважень, відповідальності та порядку інформаційної взаємодії. Створення ефективної моделі дозволяє мінімізувати втрати часу, підвищити

якість ремонту, зменшити витрати на запасні частини й матеріали, а також скоротити ймовірність людського фактора при прийнятті рішень.

Базові елементи організаційної структури ремонтних робіт із пневматичними шинами:

Керівник автотранспортного підприємства – несе загальну відповідальність за організацію технічного обслуговування, визначає політику підприємства щодо управління парком шин, контролює виконання нормативних документів та економічних показників.

Відділ експлуатації транспорту (диспетчерська служба) – здійснює облік руху автобусів, реєстрацію пробігу, аналізує інформацію про несправності та дефекти, що виникають у процесі експлуатації, готує заявки на ремонт.

Майстер або начальник дільниці ремонту шин – відповідає за організацію виробничого процесу на шиномонтажній дільниці, розподіляє завдання між працівниками, контролює якість виконання ремонтних операцій, веде облік відремонтованих і списаних шин.

Шиномонтажна дільниця – основна виробнича ланка, що виконує діагностику, дефектування, ремонт і випробування шин. Складається з майстрів-ремонтників, операторів обладнання, допоміжного персоналу.

Склад шин і матеріалів – забезпечує зберігання нових, відремонтованих та зношених шин, запасних частин, матеріалів для ремонту, здійснює контроль обліку, обслуговує видачу матеріалів у виробництво.

Служба контролю якості – проводить вибірковий контроль виконаних ремонтних робіт, випробування відремонтованих шин, аналізує причини повторних дефектів, оформляє висновки про придатність виробу до подальшої експлуатації.

Типова модель інформаційно-логістичного потоку виглядає наступним чином:

– На основі даних пробігу та періодичних огледів диспетчер формує заявку на обслуговування або ремонт шини.

- Майстер дільниці приймає шину, проводить дефектування і приймає рішення про метод ремонту або списання.
- Склад шин забезпечує видання необхідних матеріалів і комплектуючих.
- Майстри-ремонтники виконують операції згідно затвердженої технологічної карти.
- Відремонтована шина проходить балансування та контроль герметичності.
- Служба контролю якості здійснює вибірковий контроль і дає дозвіл на встановлення шини на автобус.
- Інформація про ремонт, пробіг, вид дефекту та застосовані матеріали фіксується в електронній базі даних.
- Диспетчер отримує підтвердження про готовність автобуса до експлуатації.

Варіанти організації роботи шиномонтажної дільниці можуть бути наступними. Централізована схема – всі операції ремонту шин зосереджені в одній спеціалізованій дільниці, що дозволяє забезпечити високу якість, ефективний контроль і раціональне використання ресурсів. Застосовується на великих підприємствах з парком понад 30–40 автобусів.

Децентралізована (мобільна) схема – ремонт шин виконується за допомогою мобільних шиномонтажних бригад, що виїжджають безпосередньо до місця базування автобуса. Така модель ефективна для невеликих підприємств або у разі сезонних робіт.

Змішана схема – поєднання централізованого шиномонтажного цеху з можливістю виїзного ремонту в разі аварійних ситуацій чи великого завантаження.

Велике значення має правильне планування чисельності персоналу та зонування виробничих приміщень. На великих підприємствах із парком понад 30 автобусів зазвичай створюється централізована шиномонтажна дільниця, де зосереджені всі операції з ремонту й відновлення шин, що

дозволяє підвищити якість контролю й ефективність використання ресурсів. На невеликих підприємствах часто застосовуються змішані або мобільні форми організації ремонтних робіт, зокрема залучення виїзних бригад для оперативного реагування на позаштатні ситуації.

Моделювання ефективної структури організації передбачає впровадження електронних систем обліку шин, автоматизацію обробки інформації, розробку стандартних технологічних карт і регулярне навчання персоналу сучасним методам ремонту. Такий підхід дає змогу скоротити простої автобусів, знизити ймовірність людських помилок і підвищити загальний рівень безпеки руху.

Враховуючи різноманітність виробничих умов, доцільно адаптувати організаційну модель під конкретне підприємство з урахуванням масштабу автопарку, технічного стану обладнання та кваліфікації персоналу. Гнучкість і чіткість структури організації ремонтних робіт є визначальними для досягнення високих показників надійності й рентабельності експлуатації автобусів малого класу.

Приклад функціональної схеми організації:

➤ Керівник АТП

- Відділ експлуатації транспорту.
- Майстер шиномонтажної дільниці.
 - Майстри-ремонтники шин.
 - Оператор вулканізатора.
 - Оператор балансувального верстата.
- Склад шин і матеріалів.
- Служба контролю якості.

Визначення такої організаційної структури дає змогу раціонально використовувати ресурси підприємства, підвищити якість і ефективність ремонтних робіт, скоротити витрати часу й матеріалів, а також покращити безпеку і надійність експлуатації автобусів малого класу. Гнучкість та адаптивність організаційної структури до зміни парку техніки чи обсягу

робіт є запорукою стабільної роботи автотранспортного підприємства в сучасних умовах.

2.3. Планування ресурсів за видами робіт

Планування ремонтних і обслуговуючих робіт на автотранспортному підприємстві є ключовим етапом для раціонального використання трудових, матеріальних і фінансових ресурсів. Для цього розглянемо модельний приклад АТП з парком у 40 автобусів малого класу, які експлуатуються на міських і приміських маршрутах із середньорічним пробігом одного автобуса – 60 000 км [15], [28].

Класичний розрахунок виробничої програми по обслуговуванню автобусів малого класу для АТП на 40 автобусів

Вихідні дані для розрахунку

- Кількість автобусів малого класу: $N_a = 40$ шт.
- Середньорічний пробіг одного автобуса: $L = 60\,000$ км.
- Кількість робочих днів у році: $D = 312$.

Обслуговування проводиться за системою: ЩТО (щоденний), ТО-1 (через 5 000 км), ТО-2 (через 20 000 км), сезонні роботи, поточний та капітальний ремонт.

Кількість проведення технічного обслуговування і ремонтів. ЩТО: кожен автобус — щодня, тобто 312 разів на рік: $N_{щто} = 40 \times 312 = 12\,480$ операцій.

ТО-1: кожні 5 000 км, тобто $60\,000 / 5\,000 = 12$ разів/рік на автобус:
 $N_{то1} = 40 \times 12 = 480$ ТО-1.

ТО-2: кожні 20 000 км, тобто $60\,000 / 20\,000 = 3$ рази/рік на автобус:
 $N_{то2} = 40 \times 3 = 120$ ТО-2

Сезонне обслуговування (СО): 2 рази на рік на автобус (переведення на літній/зимовий сезон): $N_{co} = 40 \times 2 = 80$ СО

Поточний ремонт (ПР): орієнтовно кожен автобус проходить 2 поточних ремонти на рік: $N_{np} = 40 \times 2 = 80$ ПР

Капітальний ремонт (КР): здійснюється для $\approx 10\%$ парку на рік (через значний пробіг): $N_{kr} = 40 \times 0,10 = 4$ КР

Трудомісткість основних видів робіт та їх орієнтовні нормативи трудомісткості (на 1 автобус/операцію), год:

- ЩТО: 0,25
- ТО-1: 4,0
- ТО-2: 12,0
- СО: 3,0
- Поточний ремонт: 20,0
- Капітальний ремонт: 120,0

Таблиця 2.2 - Розрахунок річної трудомісткості робіт за типом обслуговування

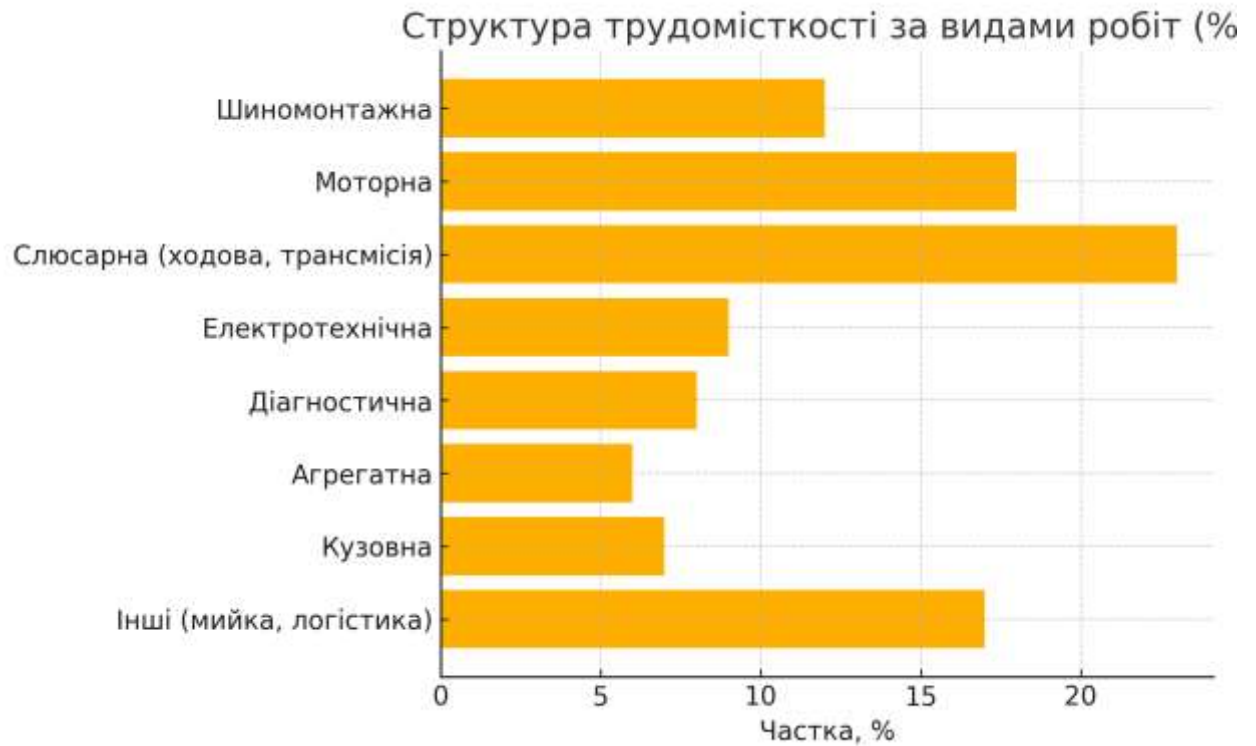
Вид робіт	Кількість	Норма часу (год)	Трудомісткість, люд-год/рік
ЩТО	12 480	0,25	3 120
ТО-1	480	4,0	1 920
ТО-2	120	12,0	1 440
СО	80	3,0	240
Поточний ремонт	80	20,0	1 600
Капітальний ремонт	4	120,0	480
Всього			8 800

Структура трудомісткості за видами робіт

У класичній структурі обслуговування парку автобусів трудомісткість розподіляється наступним чином:

Таблиця 2.4 - Розрахунок річної трудомісткості робіт за видами робіт

Ділянка/вид роботи	Частка, %	Трудомісткість, люд- год/рік
Шиномонтажна	12	1 056
Моторна	18	1 584
Слюсарна (ходова, трансмісія)	23	2 024
Електротехнічна	9	792
Діагностична	8	704
Агрегатна	6	528
Кузовна	7	616
Інші (мийка, логістика)	17	1 496
Разом	100	8 800



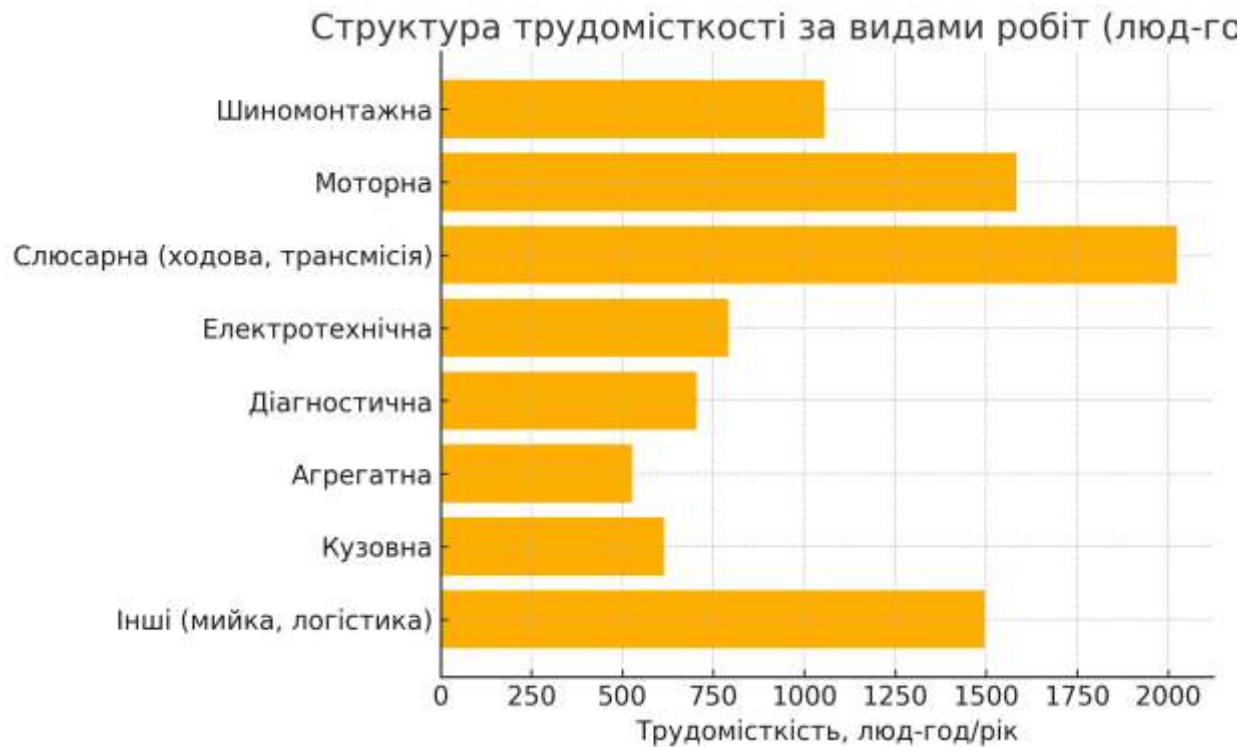


Рисунок 2.1 - Розрахунок річної трудомісткості робіт за видами робіт

Розрахунок чисельності персоналу. Річний фонд робочого часу одного працівника – 1 800 годин (з урахуванням відпусток, лікарняних).

$N_n = 8\,800 / 1\,800 = 4,93$ урахуванням нерівномірності завантаження, сезонних піків, хвороб та відпусток, доцільно формувати штат чисельністю 6 працівників основного виробництва (по 1–2 на кожну основну ділянку), а також 1–2 допоміжних працівники.

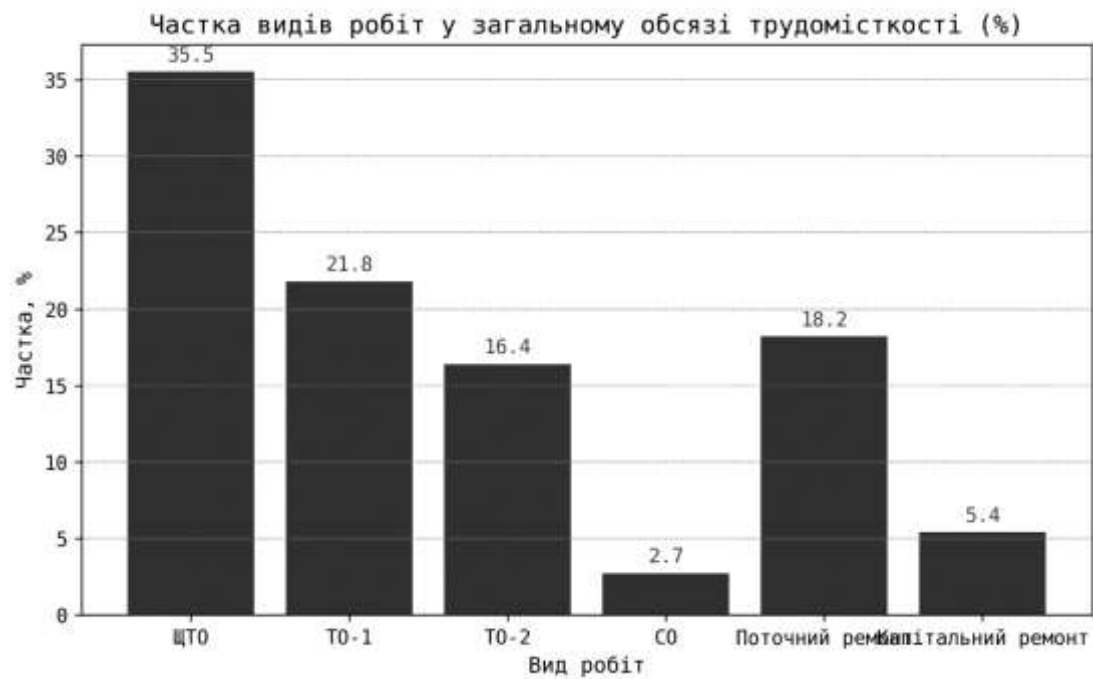


Рисунок 2.3 – Розподіл робіт за видами

Таблиця 2.3 – Загальний розподіл робіт для виконання виробничої програми

Вид робіт	Кількість операцій	Трудомісткість (год)	Частка від загального обсягу, %
ЩТО	12 480	3 120	35,5
ТО-1	480	1 920	21,8
ТО-2	120	1 440	16,4
СО	80	240	2,7
Поточний ремонт	80	1 600	18,2
Капітальний ремонт	4	480	5,4
Разом		8 800	100

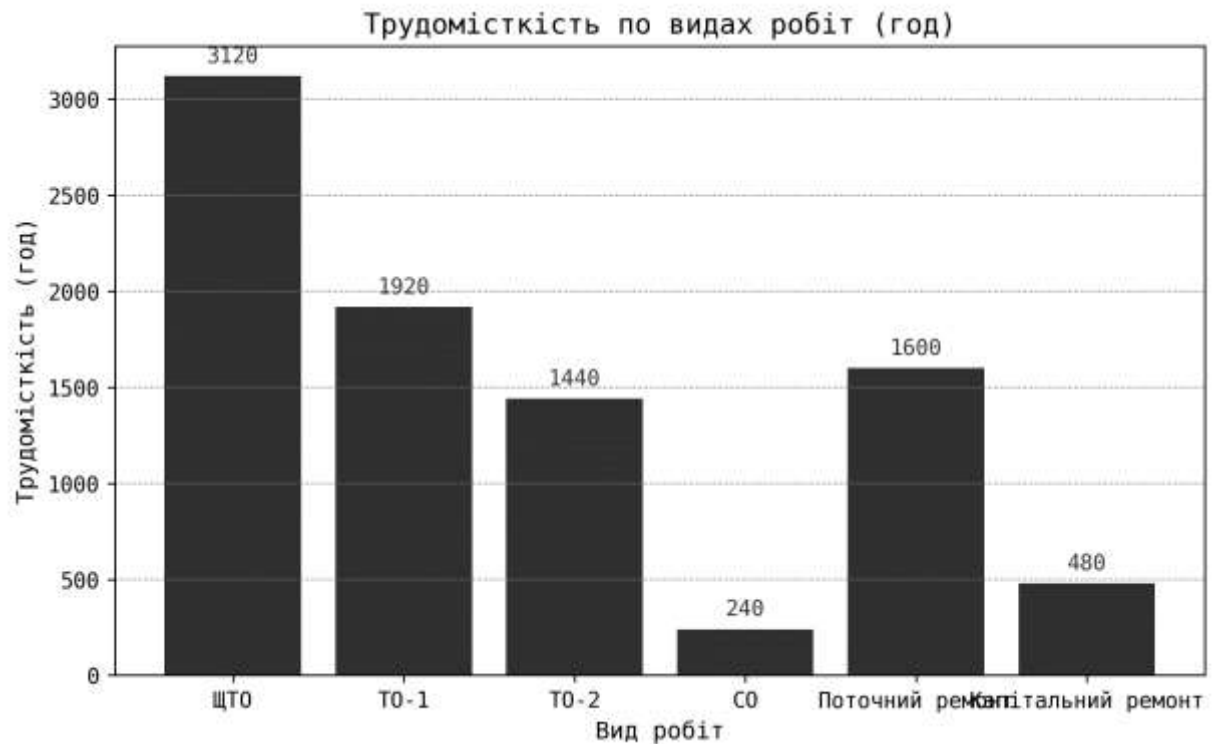


Рисунок 2.4 - Розрахунок річної трудомісткості робіт за видами

Розрахунок показує (рис. 2.4), що для повноцінного обслуговування 40 автобусів малого класу автотранспортному підприємству потрібно близько 8 800 людино-годин на рік, що відповідає навантаженню 5–6 основних працівників різних спеціалізацій. Найбільша трудомісткість припадає на щоденне обслуговування і поточний ремонт, що вимагає оптимальної організації потоків робіт, чіткого зонування майстерень, наявності сучасного обладнання та достатньої кількості запасних частин і матеріалів. Рациональний розподіл навантаження між ділянками (шиномонтажна, моторна, електротехнічна, слюсарна, діагностична) є критичним для скорочення простоїв транспорту і забезпечення безпеки пасажирських перевезень.

2.4. Вибір обладнання та інструментів для ремонту

Раціональний вибір технологічного оснащення дільниці для технічного обслуговування та ремонту автобусів малого класу безпосередньо визначає якість, продуктивність та економічну ефективність виробничого процесу на автотранспортному підприємстві. Вибір і комплектація обладнання повинні відповідати річній виробничій програмі, структурі та обсягу робіт, що виконуються на різних етапах обслуговування та ремонту автобусів.

1. Вихідні дані:

- Кількість автобусів малого класу: $N_a = 40$
- Кількість шин на одному автобусі: $n_{ш} = 6$
- Середня кількість шин в експлуатації: $N_{ш} = 40 \times 6 = 240$

Річна виробнича програма шиномонтажної дільниці (усі види робіт):

- ЩТО: 74 880 операцій/рік
- ТО-1: 2 880 операцій/рік
- ТО-2: 720 операцій/рік

Поточний ремонт: 480 ремонтів/рік, режим роботи: 8 год/день, 312 робочих днів/рік.

Фонд робочого часу одного верстата на рік:

$$F_p = 8 \times 312 = 2\,496 \text{ год/рік}$$

2. Трудомісткість основних шиномонтажних операцій (орієнтовно):

- ЩТО (огляд/підкачка): 0,07 год/шину;
- ТО-1 (балансування, дрібний ремонт): 0,2 год/шину;
- ТО-2 (демонтаж/монтаж, перевірка, гарячий ремонт): 0,5 год/шину;
- Поточний ремонт (прокол, поріз, наварка): 2,2 год/ремонт.

Враховуючи, що щороку виконується понад 8 000 людино-годин обслуговування, зокрема 3 120 годин — це щоденне ТО, а також великий обсяг шиномонтажних, моторних, діагностичних, слюсарних і електротехнічних операцій, комплектація обладнання має забезпечувати можливість проведення кількох робіт одночасно. Особливу увагу слід приділяти універсальності, автоматизації процесів, простоті технічного

обслуговування самого обладнання, енергоефективності та ергономіці робочих місць.

Таблиця 2.3 - Перелік основного обладнання для шиномонтажної, моторної, електротехнічної, слюсарної та допоміжної дільниць

Найменування обладнання	Основне призначення	К-сть	Технічні характеристики	Модель (приклад)	Орієнтовна вартість, тис. грн	Обґрунтування вибору
Верстат шиномонтажний	Демонтаж/монтаж шин	1	Для коліс 14–22", електропривід	Butler HP441 (Італія), Bright LC885 (Китай)	95–120	Враховано роботу однієї бригади
Вулканізатор стаціонарний	Гарячий ремонт, наварювання протектора	1	t max 150°C, тиск 1 МПа	Tip Top Mobile 100 (Німеччина), Кентавр ВРШ-1 (Україна)	65–100	Для ремонту шин усіх типів
Балансувальний стенд	Балансування коліс після ремонту	1	Діаметр до 22", точність 1–2 г	Sicam SBM 135A (Італія), Trommelberg CB1930 (Китай/ЄС)	60–110	Для всіх типів автобусних коліс
Компресор повітряний	Накачування шин, робота інструменту	1	300 л/хв, тиск 10 атм	FIAC AB 100/360 (Італія), Дніпро-М АС-50 (Україна)	18–40	Забезпечує всі робочі пости
Гідравлічний домкрат	Підйом автобуса для зняття/монтажу коліс	2	Вантажопідйомність 8 т	TOR T83008 (Польща), Сорокін 3.693 (Україна)	7–15	Для безпечної роботи з обома осями
Верстак універсальний	Складання/ремонт агрегатів, слюсарні роботи	2	Довжина 1,5–2 м	Werk 2000 (Україна), Geko G02036 (Польща)	7–12	Для одночасної роботи майстрів

Електродіагностичний сканер	Діагностика електросистем автобуса	1	Підтримка OBD-II, CAN	Launch X431 Pro (Китай/ЄС)	25–40	Для сучасних моделей автобусів
Прилад для перевірки герметичності шин	Контроль безкамерних шин	1	Ванна або електронний детектор	Air-Liner (Італія), Velyen VT-50 (Іспанія)	10–18	Оперативна перевірка під час ТО
Підйомник електрогідравлічний	Підйом автобуса для огляду/ремонту ходової	1	Вантажопідйомність 6–10 т	Launch TLT-640A (Китай/ЄС)	150–220	Для моторних, ходових і кузовних робіт
Станція для заміни масла	Злив/залив мастил при ТО-1, ТО-2	1	Резервуар 30–50 л	Werther SODP (Італія), Trommelberg UM100 (ЄС)	14–22	Для швидкої заміни, скорочення часу ТО
Комплект ручного інструменту	Універсальні слюсарні, монтажні роботи	4 – 6	Набори ключів, головок, викруток	Intertool, King Tony, Yato	3–7 (за набір)	Для кожного працівника
Осцилограф автомобільний	Діагностика електричних сигналів	1	Діапазон частот 0–50 кГц	Hantek 1008C (Китай), PicoScope 2204A (Англія)	12–28	Для складних електричних робіт
Мийка деталей	Очищення запчастин, вузлів	1	Об'єм 50–100 л, циркуляція	Trommelberg SB90 (Німеччина), Stels 68325 (Китай)	15–28	Підвищення якості ремонту
Сушарка	Сушіння деталей після мийки, ремонт шин	1	t max 50°C	Toolberg TB7002 (Китай), Werk W701 (Україна)	6–10	Прискорення процесу, особливо взимку
Стелажі для зберігання шин/запчастин	Зберігання, маркування шин, деталей	2 – 3	Багатоярусні	Proflin, Garage Equipment (UA)	4–8 (за одиницю)	Оптимізація простору, організація запасу

Проведемо розрахунок річного завантаження основного обладнання.

Верстат шиномонтажний: використовується при ТО-2 та всіх поточних ремонтах:

$$\text{ТО-2: } 720 \times 0,5 = 360 \text{ люд-год/рік}$$

$$\text{Поточний ремонт: } 480 \times 2,2 = 1\,056 \text{ люд-год/рік}$$

$$\text{Разом: } 360 + 1\,056 = 1\,416 \text{ люд-год/рік}$$

Вулканізатор: гарячий ремонт, наварювання Припустимо, що 50% ремонтів виконують із застосуванням вулканізатора, тоді: $480 \times 0,5 \times 2,2 = 528$ люд-год/рік.

Коефіцієнт завантаження (K_3) = річна трудомісткість робіт / фонд робочого часу верстата

$$\text{Для шиномонтажного верстата: } K_3 = 1\,416 / 2\,496 \approx 0,57 \text{ (57\%).}$$

$$\text{Для вулканізатора: } K_3 = 528 / 2\,496 \approx 0,21 \text{ (21\%).}$$

Розрахунок такту обслуговування — мінімального часу, за який необхідно виконати одну операцію, щоб забезпечити виконання річної програми:

Тактом роботи для шиномонтажного верстата буде:

$$T_m = F_p / N_{\text{опер}},$$

де $N_{\text{опер}}$ — кількість шиномонтажних операцій (ТО-2 + ремонти) = $720 + 480 = 1\,200$

$$T_m = 2\,496 \text{ год} / 1\,200 = 2,08 \text{ год/операцію, або у хвиликах: } 2,08 \times 60 = 125 \text{ хв/операцію.}$$

За умови, що операції рівномірно розподілені протягом року, тобто до 4 операцій на день.

Розрахунок пропускної здатності, тобто максимальної кількості шин, яку можна обслужити на ділянці за певний період (день, рік):

$$П_3 = F_p / t_{\text{сер}},$$

де $t_{\text{сер}}$ — середня тривалість однієї операції.

Середня тривалість операції:

$$t_{\text{сер}} = (720 \times 0,5 + 480 \times 2,2) / (720 + 480)$$

$$t_{сер} = (360 + 1\,056) / 1\,200 = 1,18 \text{ год/операція.}$$

$$П_3 = 2\,496 / 1,18 = 2\,117 \text{ шин/рік, або } 117 / 312 = 6,8 \text{ шин/день.}$$

Розрахунок показує, що шиномонтажний верстат завантажений на 57%, що є оптимальним показником для забезпечення ефективності та резерву під пікові навантаження чи аварійні ситуації.

Такт обслуговування становить близько 2 годин на одну складну операцію (демонтаж/ремонт), що дозволяє виконувати 4–5 операцій на зміну.

Пропускна здатність дільниці становить понад 2 000 шиномонтажних операцій на рік (або майже 7 шин на день), що повністю покриває річні виробничі потреби підприємства для парку із 40 автобусів малого класу з урахуванням ремонтів, ТО-2, заміни та відновлення шин

2.5. Забезпечення якості ремонту й заходи контролю

Якість ремонтних робіт на автотранспортному підприємстві, зокрема під час обслуговування й ремонту пневматичних шин автобусів малого класу, має вирішальне значення для безпеки перевезень, надійності транспортних засобів та економічної ефективності експлуатації парку. Забезпечення високого рівня якості можливо лише за умови впровадження чіткої багаторівневої системи контролю на всіх етапах виробничого процесу.

На сучасних підприємствах розробляються і впроваджуються технологічні карти та регламенти для всіх типових ремонтних операцій. Ці документи деталізують допуски, послідовність виконання робіт, вимоги до інструментів і матеріалів, дозволяючи стандартизувати якість на кожному етапі. Значну увагу приділяють регулярному підвищенню кваліфікації майстрів, навчальним тренінгам, а також контролю за дотриманням технологій і використанням сертифікованих матеріалів, що відповідають чинним стандартам (ДСТУ, ISO, ECE) [4], [29].

Першим етапом контролю є вхідний огляд матеріалів і запасних частин, які надходять на дільницю ремонту шин. Перевіряється відповідність

виробів технічним вимогам, їхня цілісність, відсутність прихованих дефектів і відповідність супровідної документації. Відбраковка неякісних чи фальсифікованих матеріалів знижує ризики невдалого ремонту та аварійних ситуацій.

На етапі виконання ремонту здійснюється поточний технологічний контроль. Механік або майстер перевіряє дотримання параметрів вулканізації (температура, тиск, тривалість), правильність нанесення латки чи герметика, якість балансування коліс після ремонту, точність монтажу й дотримання моменту затягування кріплень. Всі ці дії фіксуються у виробничих журналах або електронних системах обліку.

Відремонтовані шини та вузли обов'язково проходять вихідний контроль. Перед видачею у експлуатацію перевіряється герметичність, баланс, відповідність зовнішнього вигляду, глибини протектора і маркування. Перевірка здійснюється за допомогою спеціалізованих приладів — ванн для виявлення витоків повітря, балансувальних стендів, манометрів, каліброваних індикаторів глибини протектора. При виявленні дефектів або відхилень шина направляється на повторний ремонт або вибраковується.

Важливо вести точний облік усіх виконаних ремонтів, відомостей про дефекти, результати контролю, використані матеріали та прізвища відповідальних працівників. Такий облік ведеться у журналі ремонту шин, а на сучасних підприємствах — також у електронних системах, що дозволяють відстежувати історію експлуатації кожної шини, аналізувати причини зношування, планувати обсяги робіт та попереджати повторні відмови.

Додаткову роль у забезпеченні якості відіграє періодичний внутрішній аудит. Інженерно-технічний персонал регулярно перевіряє відповідність технологій, стан інструментів, якість виконання робіт, наявність сертифікованих матеріалів. Своєчасно виявлені помилки чи недоліки усуваються ще до надходження шин на лінію.

Загалом системний підхід до контролю якості ремонту, впровадження сучасних засобів діагностики й обліку, підвищення кваліфікації працівників і

чітке дотримання стандартів дозволяє суттєво знизити кількість відмов, збільшити строк служби шин, мінімізувати експлуатаційні витрати і підвищити рівень безпеки пасажирських перевезень.

Висновки за розділом

1. Розрахунки виробничої програми для парку з 40 автобусів демонструють, що обслуговування такого автопарку вимагає близько 8 800 людино-годин на рік та залучення 6–8 кваліфікованих працівників основних і допоміжних спеціальностей. Найбільша трудомісткість припадає на щоденне обслуговування, поточні ремонти та шиномонтажні операції, що визначає пріоритетність оснащення дільниці відповідним обладнанням.

2. Раціональний підбір основних інструментів і устаткування (шиномонтажний верстат, вулканізатор, балансувальний стенд, підйомники, компресори, електродіагностичні прилади тощо) дозволяє не лише виконувати весь спектр необхідних операцій, але й створити резерв потужностей для реагування на сезонні чи аварійні ситуації. Розрахунок завантаження обладнання, такту обслуговування і пропускної здатності підтверджує достатність обраної комплектації для потреб підприємства й забезпечує належний рівень технічної готовності парку автобусів.

3. Особливу увагу у роботі приділено організації системи контролю якості, що охоплює вхідний контроль матеріалів, технологічний супровід виконання ремонтів, вихідний контроль готових виробів, а також ведення детального обліку й періодичний аудит процесів. Такий комплекс заходів дозволяє значно підвищити надійність і безпеку експлуатації шин, мінімізувати ризик повторних дефектів та зменшити витрати підприємства.

РОЗДІЛ 3 РЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження процесу зношування шин та його вплив на ресурс

Вивчення закономірностей зношування шин на автобусах малого класу, зокрема моделі «Еталон», має ключове значення для прогнозування їхнього ресурсу та впровадження ефективних заходів з підвищення економічної доцільності експлуатації. Швидкість і характер зносу шин залежать не лише від технічних характеристик виробу, а й від погодних умов, режимів руху, навантаження та стану доріг.

Дослідження показують, що у холодну пору року інтенсивність зношування шин знижується на 25–30% порівняно з весною та літом. Це пояснюється зміною коефіцієнта зчеплення з дорожнім покриттям: зниження температури зменшує пружність гуми, а отже, й контактні навантаження на протектор. В умовах українських доріг, де часті ями та гострі нерівності, зниження тиску в шині на 20–50% скорочує її пробіг на 15–20%. Додаткове перевантаження навіть на 20% прискорює знос на третину.

Як зазначають виробники, перевантаження шини автобуса на 10% скорочує її ресурс на аналогічну величину. Якщо навантаження підвищується до 50% вище норми, ресурс шини зменшується вже на 60%. До факторів, що негативно впливають на знос, належать також невідрегульовані кути установки коліс, неправильний вибір типорозміру шин, відхилення тиску повітря від норми, що спричиняє підвищення витрат пального на 12–15%.

Проведені на базі АТП вимірювання та аналіз зразків шин різних марок дозволили оцінити статистичні характеристики їхнього ресурсу. Було визначено середній пробіг до списання, середньоквадратичне відхилення, а також щільність розподілу напрацювання на відмову, результати яких наведені в таблиці нижче для шин, що встановлюються на автобуси «Еталон»:

Шини Sava Orjak 4, Matador D HR 4, Falken BI856 і Rosava ІД-304 є серед найбільш поширених у сегменті автобусів малого класу, завдяки поєднанню оптимальної вартості, доступності та адаптованості до українських доріг. Вони використовуються як на керованих, так і на ведучих осях автобусів «Еталон», «Богдан» тощо.

Таблиця 3.1 – Шини, поширені у сегменті автобусів малого класу

Модель шини	Країна/виробник	Тип протектора	Індекс навантаження	Тип конструкції	Сезонність
Sava Orjak 4	Словенія/Good year	Універсальний	148/145	Радіальна	Всесезонна
Matador D HR 4	Словаччина/Continental	Універсальний	148/145	Радіальна	Всесезонна
Falken BI856	Японія/ЄС	Універсальний	149/146	Радіальна	Всесезонна
Rosava ІД-304	Україна	Дорожній	146/143	Радіальна	Всесезонна

Згідно з опитуваннями експлуатаційних підприємств, аналізом пробігу шин на автобусах малого класу (з урахуванням стану доріг, сезонних факторів, типу маршруту), одержано такі типові результати щодо ресурсу до списання:

Таблиця 3.2 – Основні показники зносу та ресурсу шин

Модель шини	Початкова висота протектора, мм	Висота при списанні, мм	Середній пробіг до списання, тис. км	Середня інтенсивність зносу, мм/1000 км	Стандартне відхилення, тис. км
Sava Orjak 4	16,5	2,1	110	0,130	8,5
Matador D HR 4	16,0	2,0	105	0,134	9,0
Falken BI856	17,0	2,2	120	0,123	7,8
Rosava ІД-304	15,5	2,3	55	0,241	6,0

Аналіз процесу зношування починається зі збору великих вибірок експлуатаційних даних, що дозволяє оцінити середній ресурс, щільність

розподілу відмов, частоту виникнення критичних дефектів та інтенсивність зносу у різних умовах. Для отримання об'єктивної картини враховувалися середній пробіг шин до списання, залишкова висота протектора на момент вибракування, а також частка списань через природний знос і механічні пошкодження. Особлива увага приділялася сезонності зношування — в осінньо-зимовий період інтенсивність втрати протектора знижується приблизно на чверть, що пов'язано з фізико-механічними властивостями гуми за низьких температур та зміною дотичних напружень у зоні контакту шини з дорожнім покриттям. Літом інтенсивність стирання суттєво зростає, особливо на маршрутах із грубим асфальтом і частими стартами-стопами.

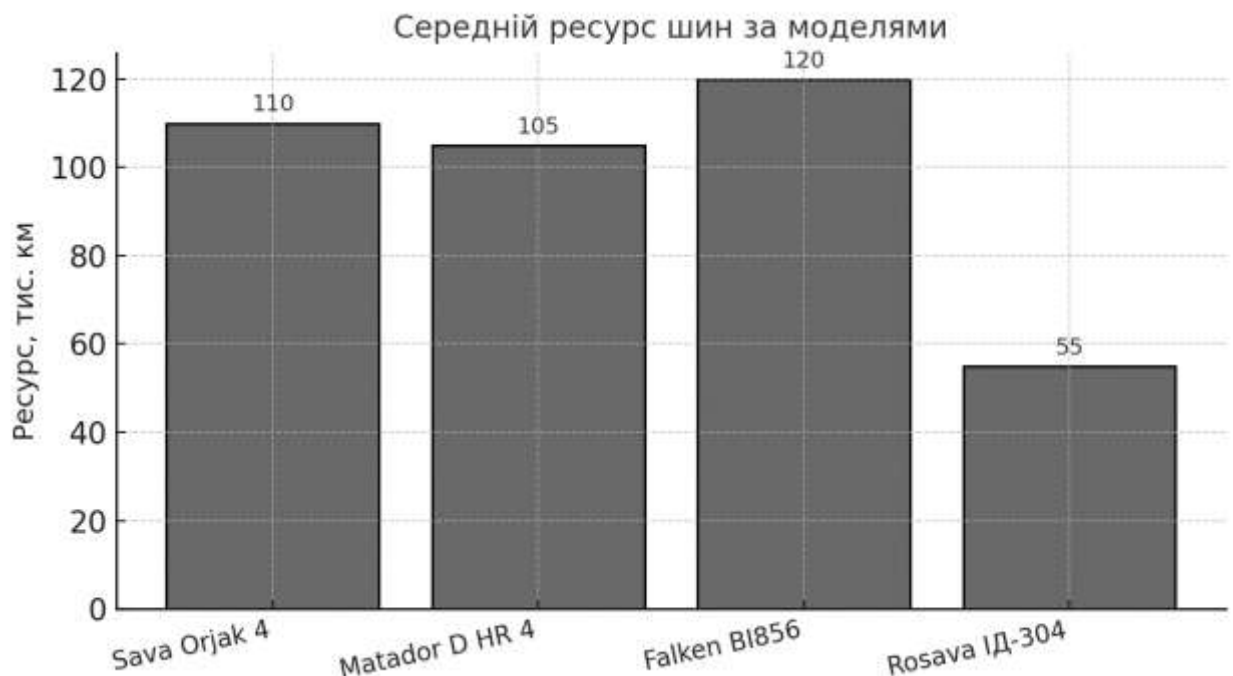


Рисунок 3.1 - Середні показники ресурсу шин

Серед зовнішніх факторів, що найбільше впливають на зношування, слід відзначити коливання тиску в шинах, якість дорожнього полотна, перевантаження автобусів понад норму, а також якість і регулярність виконання технічного обслуговування. Відомо, що експлуатація шин зі зниженим тиском на 20–25% від норми скорочує їх реальний ресурс у середньому на 15–20 відсотків. Якщо ж навантаження на шину збільшується хоча б на 10–20%, то знос гуми пришвидшується на 30 і більше відсотків.

Систематичний контроль тиску, правильний розподіл ваги та недопущення перевантажень суттєво подовжують термін служби шин, що особливо важливо для дорогих імпорتنих виробів, у яких співвідношення вартості до ресурсу вище.

Експериментальні дані для типових автобусних маршрутів дозволили побудувати регресійні моделі для прогнозування залишкової висоти протектора (h) в залежності від пробігу (L, тис. км):

$$\text{Sava Orjak 4: } h = -0,00021 \times L^2 - 0,082 * L + 16,5$$

$$\text{Matador D HR 4: } h = -0,00023 \times L^2 - 0,088 * L + 16,0$$

$$\text{Falken BI856: } h = -0,00019 \times L^2 - 0,078 * L + 17,0$$

$$\text{Rosava ІД-304: } h = -0,00035 \times L^2 - 0,162 * L + 15,5$$

Графіки цих залежностей дають змогу прогнозувати наближення до критичної зони зносу для кожної моделі.

Таблиця 3.3 – Порівняльний аналіз ресурсу шин

Модель шини	Граничний пробіг (тис. км)	Частка відмов через знос, %	Частка відмов через дефекти, %
Sava Orjak 4	110	78	22
Matador D HR 4	105	75	25
Falken BI856	120	80	20
Rosava ІД-304	55	52	48

Розрахунок та статистичний аналіз даних показав, що для шин Sava Orjak 4 середній пробіг до списання становить близько 110 тисяч кілометрів за умови дотримання рекомендованих умов експлуатації. Матадор D HR 4 показує схожий результат — до 105 тисяч кілометрів. Шини Falken BI856 демонструють дещо вищий ресурс — у середньому до 120 тисяч кілометрів, що зумовлено використанням покращених матеріалів і спеціальної рецептури гуми для інтенсивних перевезень. Для Rosava ІД-304, яка є українським аналогом для бюджетного сегменту, типовий ресурс помітно нижчий: у

середньому близько 55 тисяч кілометрів до моменту досягнення критичної висоти протектора. Цей показник підтверджується і підвищеною інтенсивністю зношування — майже 0,24 мм/1000 км проти 0,12–0,13 мм/1000 км для імпорتنих моделей.

Аналіз форми та структури причин вибракування шин дозволяє побачити принципову різницю у поведінці різних марок. Для шин Sava, Matador та Falken абсолютна більшість випадків списання пов'язана саме із природним стиранням протектора до нормативної висоти (від 75 до 80% від загального обсягу). У той же час для Rosava ІД-304 характерною є висока частка передчасних відмов, які виникають унаслідок появи механічних дефектів, розшарувань, здуттів, порізів або руйнування корду (до 45–50% від усіх випадків списання). Поява таких дефектів у дешевших моделях пов'язана із менш жорстким контролем якості, простішою конструкцією каркаса та меншою стійкістю гуми до ударних і бічних навантажень, що трапляються на вітчизняних дорогах.

Поглиблений розгляд впливу дорожнього покриття, кліматичних і сезонних чинників виявив ще одну характерну рису: для всіх моделей шин типовий темп зношування у фазі припрацювання (перші 1–3 тисячі км) приблизно у два-три рази перевищує темп у стабільній фазі експлуатації. Цей ефект пов'язаний із початковим стиранням технологічного шару протектора та адаптацією шини до умов експлуатації. Особливо помітна різниця у шин Falken і Michelin, де зниження інтенсивності зносу настає після проходження 5–8 тисяч кілометрів, а для шин Rosava і Matador фаза припрацювання коротша, але супроводжується підвищеною частотою появи дефектів.

Важливе значення мають результати вимірювання залишкової висоти рисунка протектора на різних етапах експлуатації. В середньому для шин Sava Orjak 4 та Matador D HR 4 середня висота протектора на момент списання становить 2,1–2,2 мм, для Falken BI856 — 2,2 мм, а для Rosava ІД-304 — 2,3 мм. Середня інтенсивність зношування на тисячу кілометрів становить 0,12–0,13 мм для імпорتنих шин і до 0,24 мм для вітчизняних, що

свідчить про суттєву різницю у тривалості експлуатації. Регресійний аналіз показав, що процес зношування найбільш передбачуваний для шин преміумкласу, які підпорядковуються нормальному закону розподілу та мають менше відхилень від середнього ресурсу. У шинах бюджетного сегменту розсіювання ресурсу суттєво вище: середнє квадратичне відхилення досягає 6–9 тисяч кілометрів.

Таблиця 3.4 – Загальні експлуатаційні показники шин для автобусів малого класу

Параметр	Sava Orjak 4	Matador D HR 4	Falken BI856	Rosava ІД-304
Країна-виробник	Словенія/ЄС	Словаччина/ЄС	Японія/ЄС	Україна
Конструкція	Радіальна	Радіальна	Радіальна	Радіальна
Середній ресурс, тис. км	110	105	120	55
Середня інтенсивність зносу, мм/1000 км	0,13	0,14	0,12	0,24
Середня висота протектора (початкова), мм	17	17	18	16
Висота протектора (на момент списання), мм	2,0	2,0	2,2	2,2
Кількість списань через дефекти, %	20	22	18	45
Частка списань через природний знос, %	80	78	82	55
Середнє квадратичне відхилення ресурсу, тис. км	8	7	7	10
Відносна вартість (одиниця)	Середня	Середня	Висока	Низька
Оптимальна експлуатація	Міські/приміські	Міські/приміські	Інтенсивні маршрути	Локальні маршрути

Порівняльний аналіз статистичних і експериментальних даних дозволяє зробити висновок, що у середньому 30–40% шин вітчизняного виробництва не досягають нормативного ресурсу через поєднання конструктивно-технологічних недоліків і недосконалої організації системи технічного обслуговування. Для шин Sava, Matador, Falken ця частка значно менша й не перевищує 20–25%. Дослідження також підтвердили тісний

зв'язок між дотриманням нормативів тиску в шинах і їх фактичним ресурсом: навіть тимчасове зниження тиску на 15–20% може призвести до втрати 10–15% пробігу, особливо у моделях із менш армованим кордом.

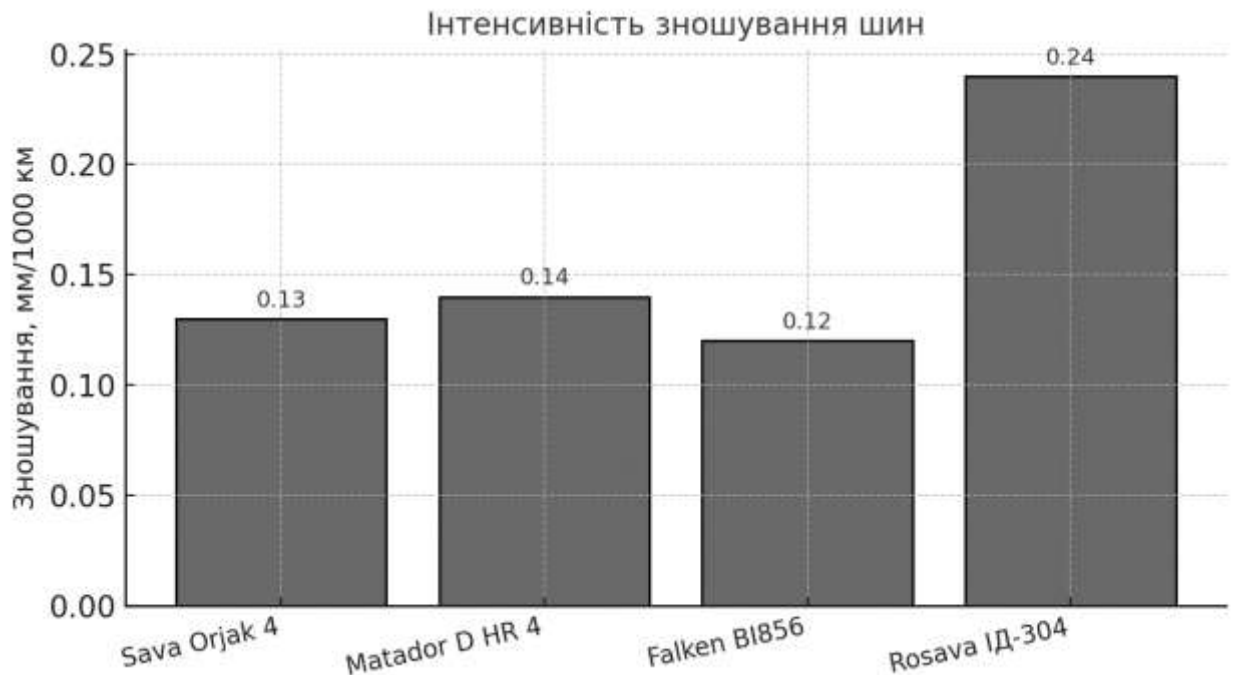


Рисунок 3.2 - Середні показники ресурсу шин

На практиці це означає, що ефективне управління ресурсом шин можливе лише за умови комплексного контролю експлуатаційних параметрів: систематичного моніторингу тиску, контролю завантаження автобусів, регулярного технічного огляду та вибору якісних шин, адаптованих до реальних умов руху.

Таблиця 3.5 - Економічна ефективність та загальні витрати на експлуатацію шин

Параметр	Sava Orjak 4	Matador D HR 4	Falken BI856	Rosava ID-304
Середня ціна, грн/шина	6 800	7 000	8 500	4 400
Орієнтовна вартість пробігу, грн/км	0,062	0,067	0,071	0,08
Частота ремонтів (за рік, на	1,1	1,2	1,0	2,2

шину)				
Середній термін служби, років	2–2,5	2–2,2	2,5–3	1–1,2
Загальні витрати на експлуатацію (сума шина+ремонт+заміна, грн/100 тис. км)	7 000	7 400	8 600	5 700

Економічна доцільність використання дорожчих шин (Falken, Sava) підтверджується нижчою інтенсивністю зносу, рідшими випадками списання через дефекти і зменшенням ризику аварійних ситуацій у фазі критичного зношування. У той же час, використання бюджетних моделей має сенс лише за умови їх регулярної перевірки і готовності до дострокової заміни.

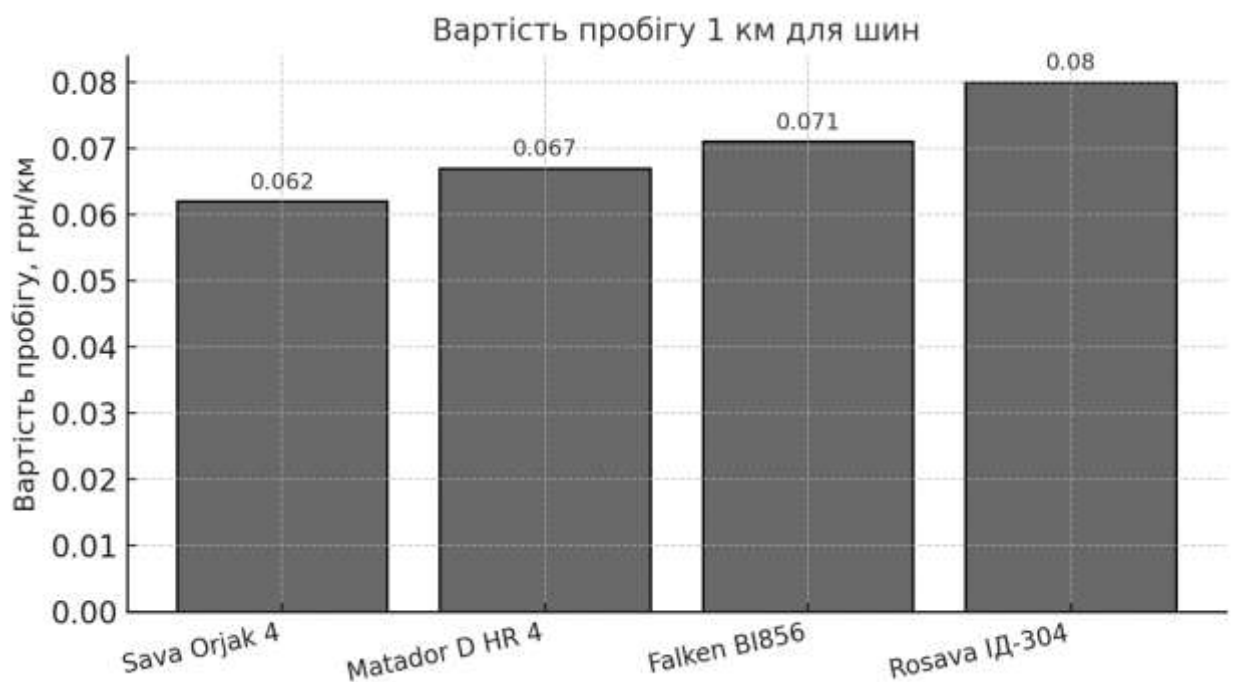


Рисунок 3.4 - Середні показники витрат на експлуатацію шин

У підсумку можна стверджувати, що раціональна організація системи технічного обслуговування, регулярний контроль основних параметрів шин і грамотний вибір постачальника дозволяють суттєво вплинути на економіку

експлуатації автобусів малого класу. Впровадження автоматизованих систем обліку та аналізу стану шин, а також модернізація підходів до ремонту й відновлення гуми дадуть змогу не лише знизити витрати, а й підвищити загальний рівень безпеки пасажирських перевезень. Таке комплексне дослідження процесу зношування дає змогу підприємствам не просто реагувати на збої у роботі шинного господарства, а й ефективно управляти ресурсом, запобігаючи передчасному виходу шин із ладу та пов'язаним із цим фінансовим втратам.

3.2. Організаційні заходи щодо експлуатації та ремонту шин автобусів малого класу

Організація ефективної експлуатації й ремонту шин автобусів малого класу вимагає впровадження комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на зменшення темпів зносу шин, підвищення їх ресурсу та мінімізацію витрат на обслуговування й заміну.

Одним із ключових чинників є вплив експлуатаційних умов, зокрема динаміки руху, стану дорожнього покриття, завантаження транспортних засобів та інтенсивності використання. Відомо, що нерівності дороги та перевантаження викликають додаткові ударні навантаження на шини, сприяють появі мікротріщин і розшарувань у їх конструкції. Для мінімізації цих негативних явищ доцільно впроваджувати комплексну систему моніторингу й управління ресурсом шин, що базується на регулярному аналізі технічного стану ходової частини, контролі тиску в шинах та організації своєчасного технічного обслуговування.

Важливе місце займає створення інформаційної бази даних, яка повинна містити як нормативні ресурси шин, встановлені виробниками, так і реальні показники експлуатації на підприємстві. Така база дозволяє проводити аналіз відхилень фактичного ресурсу від нормативного, визначати вплив конкретних експлуатаційних і технічних факторів на знос

шин, а також своєчасно приймати рішення щодо доцільності ремонту або заміни окремих комплектів.

Практика показує, що ефективне управління ресурсом шин досягається завдяки використанню системи поправочних коефіцієнтів, які враховують особливості маршрутів, дорожніх умов, сезонності, технічного стану підвіски, а також індивідуальних характеристик кожного автобуса. Поправочні коефіцієнти розраховують як відношення фактичного пробігу шини до базового нормативного показника. Це дає змогу коригувати плани обслуговування й організовувати ремонт саме тоді, коли це дійсно необхідно, що сприяє зниженню частоти передчасних відмов шин.

На практиці реалізація таких заходів передбачає:

- впровадження стандартних регламентів контролю стану шин, що охоплюють огляд, перевірку тиску, вимірювання залишкової глибини протектора, виявлення дефектів боковини й бортового кільця;
- автоматизацію обліку ресурсів і ремонтів через електронні журнали, які дозволяють відстежувати історію експлуатації кожної шини;
- організацію зонованих робочих місць для виконання різних етапів шиномонтажних і ремонтних робіт, що скорочує простой та оптимізує виробничі потоки;
- забезпечення взаємодії між підрозділами обслуговування, ремонту й контролю якості, що дозволяє оперативно реагувати на появу дефектів і не допускати експлуатації шин із критичним зносом;
- періодичне навчання персоналу, з метою підвищення їх компетентності в питаннях сучасних методів ремонту, діагностики дефектів та використання сучасних матеріалів.

Додатково, важливим є впровадження адаптивних систем технічного обслуговування, які орієнтуються не лише на нормативи, а й на реальний технічний стан ходової частини та шин. Це дозволяє враховувати специфіку експлуатації на кожному маршруті, коригувати періодичність оглядів,

своєчасно виявляти дефекти та підвищувати ефективність використання шинного фонду.

Загальний ресурс шини залежатиме від цілого ряду факторів, які аналітично можна представити:

$$L = L_{\text{шн}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7, \text{ тис. км,} \quad (3.1)$$

де $N_{\text{шн}}$ – норма середнього ресурсу шин (згідно з даними виробника шин або автопідприємства), тис. км;

k_1 – коефіцієнт, що залежить від дорожньо-кліматичних умов і враховує тип дорожнього покриття, поздовжній похил дороги і ступінь хімічного забруднення;

k_2 – коефіцієнт, що враховує пробіг вантажного автомобіля в особливих умовах (будівельні майданчики, кар'єрні розробки);

k_3 – коефіцієнт, що залежить від режиму роботи колеса;

k_4 – коефіцієнт, що залежить від швидкісного перевантаження шин вантажних автомобілів;

k_5 – коефіцієнт, що залежить від відхилення внутрішнього тиску в шинах від нормативних значень;

k_6 – коефіцієнт, що залежить від співвідношення пробігу у межах міста до загального, що дозволяє врахувати інтенсивність зношування за рахунок прискорень і гальмувань;

k_7 – коефіцієнт, що залежить від коефіцієнта використання вантажності k_v відносно оптимальної вантажності автомобілів з урахуванням динамічної складової.

k_i - це спеціальний показник, який дозволяє враховувати відмінності фактичної експлуатації шин порівняно з базовим (нормованим) ресурсом, установленим виробником або нормативними документами:

$$k_i = \frac{L_{\text{факт}j}}{L_{\text{норм}j}}, \quad (3.2)$$

де $L_{факт}$ - фактичний пробіг шини до моменту її списання або досягнення граничного зносу (вимірюється на підставі даних експлуатації автобуса);

$L_{норм}$ - базовий (нормативний, середній) ресурс шини, який вказує завод-виробник або прийнято в галузевих стандартах.

На практиці це означає:

Якщо $k_i = 1$, то фактичний ресурс збігається з нормативним, тобто шина відпрацювала стільки, скільки і повинна була.

Якщо $k_i < 1$ (наприклад, 0,8), — шина прослужила менше норми, що свідчить про несприятливі умови експлуатації, підвищене навантаження, порушення тиску, або поганий стан ходової частини.

Якщо $k_i > 1$ (наприклад, 1,2), — шина перевищила нормативний пробіг, тобто використовується ефективніше, ніж в середньому.

У процесі дослідження було розроблено комплексний підхід до аналізу та прогнозування зношування шин автобусів, який враховує широкий спектр технічних факторів. Такий підхід дозволяє не обмежуватися лише простим урахуванням пробігу чи нормативних значень ресурсу, а враховувати цілу систему взаємопов'язаних параметрів, що реально впливають на знос протектора й загальний ресурс шини. До них належать тиск у шині, конструктивні особливості підвіски, стан амортизаторів, точність регулювання розвалу та сходження коліс, рівень навантаження на вісь, стан дорожнього покриття, частота й характер гальмування, а також регулярність технічного обслуговування.

Запропонований комплекс оформлено у вигляді структурно-функціональної схеми, що, по суті, є графом, де кожен із технічних факторів представлено як окремий елемент або вузол. Між елементами схеми вказано логічні зв'язки, які відображають причинно-наслідкові залежності між конкретним технічним параметром і зміною інтенсивності зношування протектора. Наприклад, порушення регулювання кутів установки коліс безпосередньо призводить до підвищеного локального зносу, а поганий стан

амортизаторів – до нерівномірного розподілу навантаження на шину й прискореного старіння гумового складу.

Особливість структурно-функціональної схеми полягає в тому, що вона дозволяє наочно визначити ключові чинники, які найсильніше впливають на ресурс шин у конкретних експлуатаційних умовах. Це дає можливість цілеспрямовано впливати на технічний стан ходової частини автобуса, вчасно коригувати режими обслуговування, впроваджувати профілактичні заходи, а також розробляти обґрунтовані рекомендації для зменшення інтенсивності зносу шин.

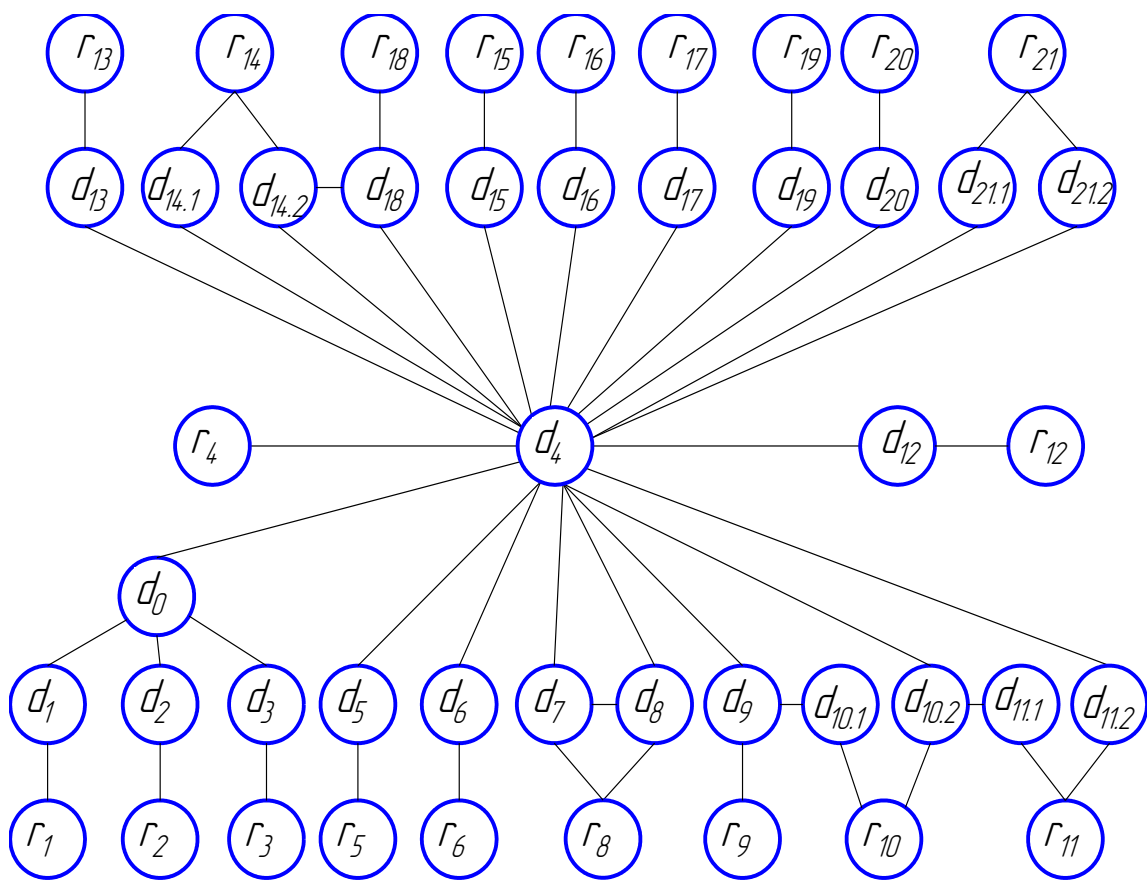


Рисунок 3.5 - Структурно-функціональна схема взаємозв'язків факторів на експлуатацію шин

Пропонується комплекс технічних впливів з урахуванням форми й інтенсивності зношування протектора у вигляді розміченого графа елементів d_0 і d_1 – люфт рульового відповідно колеса та механізму і тяг;

d_2 – люфт підшипників маточини коліс;

d_3 – люфт шкворневого з'єднання;

d_4 – технічний стан шин;

d_5 – тиск повітря в шинах;

d_6 – перекіс мостів;

d_7 – розвал коліс;

d_8 – сходження коліс;

d_9 – биття диску колеса;

$d_{10.1}$ і $d_{10.2}$ – дисбаланс шин відповідно динамічний і статичний;

$d_{11.1}$ і $d_{11.2}$ – відповідно овальність і технічний стан гальмівного механізму;

d_{12} – співвідношення поворотів кутів керованих коліс;

d_{13} – значення гальмівних сил;

$d_{14.1}$ і $d_{14.2}$ – ефективність відповідно підвіски й амортизаторів;

d_{15} – деформація обода;

d_{16} і d_{17} – невідповідність технічним умовам відповідно посадки бортів і кріплення колеса;

d_{18} – несправність амортизатора;

d_{19} – порушення бази (затягування гайок стрем'янок задніх ресор);

d_{20} – кут нахилу шворня;

$d_{21.1}$ і $d_{21.2}$ – невідповідність заданому розподілу навантаження відповідно за вісями й за колесами внутрішніми і зовнішніми;

r_i – локалізація й усунення несправності. Виділяються параметри, що впливають ($d_0, d_1 - d_3$), і ті, що безпосередньо не впливають на безпеку руху

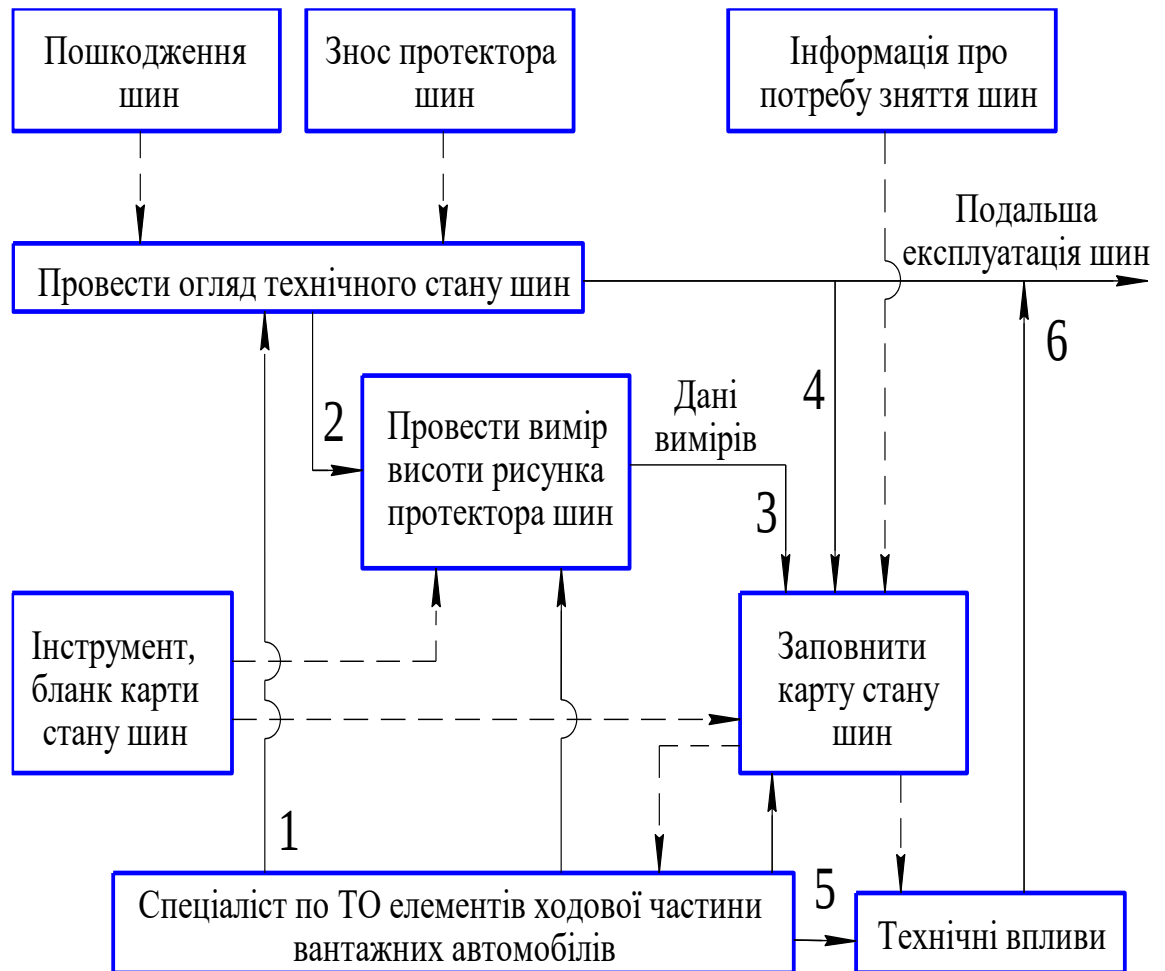


Рисунок 3.6 – Удосконалена система організації технічного обслуговування шин

Сучасний підхід до управління технічним станом шин на автотранспортному підприємстві базується на широкому впровадженні інформаційних систем, які акумулюють та обробляють ключові дані щодо ресурсів, експлуатації та технічного стану як самих шин, так і пов'язаних з ними елементів ходової частини автобуса. Центральною складовою такої системи є створення комплексної бази даних, що поєднує інформацію різного характеру: від нормативних показників, які визначають заводи-виробники та державні стандарти, до реальних експлуатаційних даних, отриманих безпосередньо у процесі використання шин.

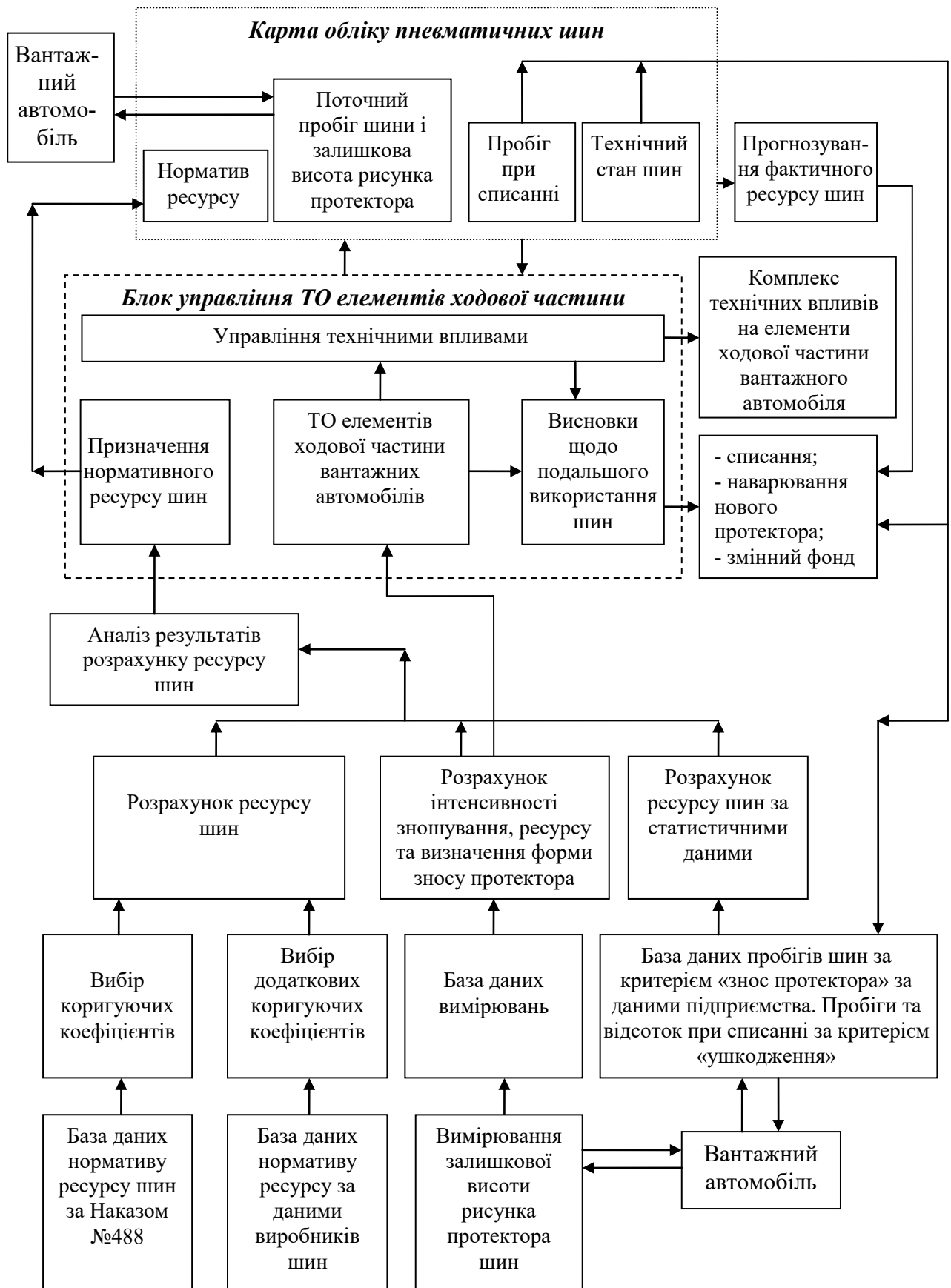


Рисунок 3.7 – Інформаційна система контролю ресурсу шин

В цій базі даних обов'язково фіксуються нормативні показники ресурсу шин, які слугують базовим орієнтиром для планування заміни або ремонту. Паралельно з цим заносяться поправочні коефіцієнти, що враховують специфіку умов експлуатації конкретного автобусного парку — наприклад, підвищене навантаження, особливості маршрутів, стан дорожнього покриття та вплив кліматичних факторів. Дані про фактичний ресурс кожної шини оновлюються у міру експлуатації, що дозволяє своєчасно відстежувати відхилення від нормативу та приймати обґрунтовані рішення щодо продовження або припинення експлуатації тієї чи іншої шини.

Особливо важливим аспектом є інтеграція у систему даних про результати контролю технічного стану елементів ходової частини автобуса. Адже саме несправності підвіски, амортизаторів чи неправильне регулювання розвалу і сходження коліс часто стають причиною аномально швидкого зносу шин. Таким чином, систематичний збір і аналіз цієї інформації дозволяє ідентифікувати критичні точки, своєчасно організовувати профілактичний ремонт або регулювання ходової частини.

Впровадження такої інформаційної системи дає змогу суттєво знизити частоту передчасних відмов шин, оскільки завдяки аналізу комплексних даних підприємство отримує можливість швидше реагувати на погіршення технічного стану окремих елементів автобуса, зменшити непланові простої транспорту та оптимізувати витрати на закупівлю нових шин. У довгостроковій перспективі це сприяє підвищенню загальної надійності та безпеки пасажирських перевезень, дозволяє планувати обслуговування на основі реальних показників, а не лише за формальними нормативами.

Висновки за розділом

1 Дослідження закономірностей зношування шин на автобусах малого класу в українських умовах показало, що ресурс шини визначається не тільки її конструкцією та матеріалами, але й багатьма експлуатаційними чинниками:

сезонністю, станом доріг, навантаженням транспорту, коректністю тиску повітря та регулярністю технічного обслуговування. У холодний період знос зменшується на 25–30%, у той час як перевантаження чи зниження тиску в шинах значно скорочують ресурс.

2. Порівняльний аналіз шин Sava Orjak 4, Matador D HR 4, Falken BI856 та Rosava ІД-304 продемонстрував істотну різницю в середньому ресурсі: імпортні моделі служать 105–120 тисяч км, мають рівномірнішу інтенсивність зношування та нижчу частоту передчасних відмов, тоді як для Rosava ІД-304 середній ресурс становить близько 55 тисяч км, а частка відмов через дефекти сягає 45%. Причини цього криються у конструктивних особливостях, якості матеріалів, а також у меншій стійкості до експлуатаційних перевантажень і локальних пошкоджень.

3. Статистичний та регресійний аналіз підтвердив: грамотна організація контролю стану шин, регулярний моніторинг тиску, своєчасне усунення дефектів ходової частини, використання автоматизованих інформаційних систем та орієнтація на реальні експлуатаційні показники здатні істотно підвищити ресурс навіть бюджетних шин і знизити витрати на їх утримання. Водночас для сучасних автобусних підприємств доцільно орієнтуватися на моделі шин із доведеною стійкістю до українських дорожніх умов і низькою частотою відмов, навіть якщо їхня початкова вартість дещо вища.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Загальні вимоги з охорони праці

Технічне обслуговування й ремонт автомобілів виконують у призначених для цього місцях (на постах). На робочих місцях мають забезпечуватися безпечні умови для проведення робіт; обладнання, інструмент та прилади мають відповідати характеру виконуваної роботи й унеможливлувати травматизм.

У разі примусового переміщення автомобілів з поста на пост потокової лінії передбачають світлову або звукову сигналізацію. Після сигналу про початок пересування конвеєра робітники повинні покинути робочі місця, вийти з оглядової ями й відійти від конвеєра. Для екстреного зупинення конвеєра на кожному посту є кнопки «Стоп» [2], [5], [31].

Електричне обладнання діагностичного стенда з біговими барабанами (пульт керування, апаратні шафи, блоки барабанів тощо) має бути надійно заземлене.

Наприкінці зміни слід вимкнути рубильник стенда, закрити крани паливних баків, перекрити вентиль подачі стисненого повітря.

Під час роботи під перекинутою кабіною автомобіля положення обмежувача треба зафіксувати заціпкою, в разі опускання кабіни – надійно закрити запірний механізм і правильно встановити запобіжний кріюк у пазу опорної балки.

Пуск двигуна треба здійснювати стартером, як виняток - пусковою рукояткою. Аби уникнути травмування кисті, рукоятку слід брати так, щоб всі пальці правої руки розташовувалися по один бік ручки. Повертати

колінчастий вал треба тільки знизу вгору, довкола - забороняється. Пускати газовий двигун, якщо є витікання газу, не допускається.

Регульовальні роботи з двигуном, що працює, слід виконувати на спеціальному посту з місцевою вентиляцією для видалення відпрацьованих

газів. Забороняється підтягувати деталі газобалонного обладнання автомобілям виконувати інший ремонт, якщо у вузлах і трубопроводах є газ під тиском.

У приміщеннях для ТО й ремонту автомобілів забороняється залишати порожню тару з паливом та мастильними матеріалами. Розлите паливо або оливу слід негайно прибрати, використовуючи пісок чи тирсу. Після завершення роботи всі використані ганчірки слід скласти у спеціальну тару.

Технічне обслуговування й ремонт приладів системи живлення, знятих з автомобіля, виконують у цеху (на дільниці). Біля ванни для миття деталей системи живлення, біля верстаків для розбирання-складання, перевірки й регулювання приладів, а також біля токарного верстата мають бути вентиляційні відсмоктування.

Роботи, пов'язані із зачищенням деталей перед паянням та лудінням, виконують на робочих місцях, обладнаних місцевою вентиляцією. Паливні баки й тару з-під пальних сумішей перед ремонтом треба промити гарячою водою, пропарити гострою парою, промити каустичною содою та просушити гарячим повітрям. Перед паянням і заварюванням слід відкрити пробки.

Займання треба гасити за допомогою вогнегасників, піском або струменем розпиленої води. Балони з газом слід поливати холодною водою, щоб запобігти підвищенню тиску в них.

Роботи з акумуляторними батареями треба виконувати в ізольованих приміщеннях із дотриманням вимог безпеки, викладених нижче. Усі особи, які причетні до роботи з акумуляторними батареями, повинні пройти спеціальний інструктаж з техніки безпеки.

У разі потрапляння електроліту або кислоти на шкіру необхідно негайно змити їх водою, 10 %-м розчином соди чи нашатирного спирту.

Закінчивши роботу з акумуляторами, перед уживанням їжі треба прополоскати рот і старанно вимити руки гарячою водою з милом. Заходити в їдальню в спецодязі забороняється.

На робочих місцях мають бути аптечки з йодом, ватою, марлею та 10%-м розчинами соди й нашатирного спирту. Питну воду слід зберігати у шафі в закритій місткості. При акумуляторному цеху мають бути обладнані роздягальня та вмивальня з шафами для зберігання домашнього одягу й окремо – спецодягу. Забороняється транспортувати акумуляторні батареї вручну (незалежно від кількості їх).

В акумуляторних та зарядних приміщеннях мають бути вікна, що відчиняються. Покриття стелажів, стін і підлоги має бути кислототривким, а поверхня стін крім того, - гладенькою по висоті не менше ніж 1,75 м. Поверхня робочих столів, на яких розбирають і складають акумуляторні батареї, має бути рівною, без щілин і тріщин, а покриття - стійким проти сірчаної кислоти.

Непридатні пластини, свинець та його відходи треба зберігати в окремому ящику, що закривається. В акумуляторному цеху обов'язково має бути водопровід, щоб у разі потрапляння кислоти на шкіру робітника її можна було б змити.

Електропроводка в акумуляторній майстерні має бути герметичною й виконуватися в металевих трубах, покритих асфальтовим лаком. Освітлення акумуляторного цеху й зарядного приміщення, а також зарядна установка мають бути вибухобезпечного виконання.

У приміщенні категорично забороняється палити й користуватися відкритим вогнем, оскільки водень, який виділяється під час заряджання акумуляторів, разом з киснем повітря, утворює гримучий газ, що легко вибухає.

Зварювальні, бляшано-кузовні, фарбувальні роботи слід виконувати в окремих ізольованих приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією [2], [5], [31].

Демонтаж і монтаж шин автомобілів слід здійснювати на спеціально відведених місцях (постах). Перед демонтажем шини потрібно випустити повітря з камери. Під час накачування необхідно стежити за показами

манометра, не допускаючи підвищення тиску повітря в шині понад установлену норму.

Миття автомобілів, агрегатів і деталей здійснюють на мийній дільниці, підлога якої має вологостійке покриття та уклон для стікання рідини. Дільницю обладнують припливно-витяжною вентиляцією, а мийні ванни - витяжними зонтами. Перед приготуванням і використанням мийних розчинів слід надягти гумові фартух, чоботи, рукавички, а також захисні окуляри.

4.2 Розрахунок мікроклімату у виробничих приміщеннях

Якщо природної вентиляції немає в приміщенні, тоді розхід повітря на одного працюючого повинен складати не менше 60 м³/год. В нашому випадку слюсарно-механічна дільниця має площу 42 м², число працюючих – 3 робітники [2], [5], [31].

1. Для приміщення з нормальним мікрокліматом і відсутністю виділення шкідливих речовин повітрообмін при загально-обмінній вентиляції визначається по формулі:

$$L = n \cdot L_1, \quad (4.1)$$

де n - кількість працюючих;

L_1 -розхід повітря на одного працюючого (приймається в залежності від об'єму приміщення, тобто від 20 до 60 м³/ год);

Розхід повітря рівний: $L = 3 \cdot 50 = 150$ м³/ год.

2. Для приміщень з виділенням шкідливих речовин (газ, пилюка), розхід повітря визначається із умов балансу поступаючих в приміщення і видалених із нього шкідливих речовин і розбавлення їх до допустимих концентрацій, по такій формулі:

$$G + L \cdot g_{np} = L \cdot g_{вид}, \quad (4.2)$$

де L - об'ємний розхід припливного і видаленого повітря м³/год;

g_{np} і $g_{вид}$ - концентрації шкідливих речовин в припливному і видаленому повітрі, мг/м³.

G - масове виділення шкідливих речовин, визначається по формулах.

Об'ємний розхід видаленого повітря ($\text{м}^3/\text{год}$) визначається по формулі:

$$L_1 = \frac{\varphi \cdot G}{g_{\text{вид}} \cdot g_{\text{пр}}}, \quad (4.3)$$

де φ - коефіцієнт нерівномірності виділення шкідливих речовин (приймається від 1.2 до 2,0)

3. Якщо припливне (зовнішнє) повітря не містить шкідливих речовин:

$$L = \frac{\varphi \cdot G}{k_g}, \quad (4.4)$$

k_g – гранично допустима концентрація шкідливих речовин в робочій зоні, $\text{мг}/\text{м}^3$

4. Масове виділення окису вуглецю, окисів азоту і альдегідів при технічному обслуговуванні, ремонті і регулюванні двигунів при ВТО і майстернях визначається:

а) для автомобілів з інжекторним двигуном: $\text{кг}/\text{год}$.

$$G = 15(0,6 + 0,8B) \frac{P}{100} \cdot \frac{T}{60} \quad (4.5)$$

де B - робочий об'єм двигуна в (л)

P - об'ємна доля шкідливих речовин у відпрацьованих газах (4-6% - бензинових двигунів; 0.05-0.07 – дизельні)

T - час роботи двигуна (хв.)

Отже для одного автобуса, з часом обслуговування працюючого двигуна приблизно 30 хв:

$$G = 15(0,6 + 0,8B) \frac{P}{100} \cdot \frac{T}{60} = 15(0.6 + 0.8 \cdot 3) \frac{5}{100} \cdot \frac{30}{60} = 1,125$$

Розрахунок втрат тиску повітря проводиться за методикою:

Втрати тиску $P_v(\text{Па})$ залежить від довжини, діаметру кількості поворотів розгалужень повітропроводів, швидкості руху повітря і т.д.

$$P = v^2 \gamma 2g(\psi_T l_g / d + \sum \psi_m), \quad (4.6)$$

де ψ_T - коефіцієнт втрат тиску (приймається рівним 0.02);

ν - швидкість повітря в повітропроводі : 1-4 для віддалених ділянок; 8-12 для прилеглих;

γ - коефіц. втрат тиску на тертя повітря до стінок (приймається рівним 0.02);

ψ_m - коефіцієнт місцевих втрат;

l_g - довжина ділянок повітропроводів.

Втрати тиску рівні $P = 2^2 \cdot 0.02 \cdot 2 \cdot 9.81 \cdot (0.02 \cdot 20/0.2 + 2,4 \cdot 10^2) = 365 \text{ Па}$

Необхідна потужність (кВт) електродвигуна для приводу вентилятора визначається за формулою:

$$N = \frac{kLP}{3600 \cdot 1000 \eta_\epsilon \eta_n}, \quad (4.7)$$

де k - коефіцієнт запасу (приймається 1.05-1.5)

L - подача вентилятора

P - тиск, що створюється вентилятором

η_ϵ - к.к.д вентилятора (приймається 0.5-0.55)

η_n - к.к.д приводу вентилятора (приймають 0.9-1.0)

Отже: $N = 1.05 \cdot 50 \cdot 365 / 3600 \cdot 1000 \cdot 0.5 \cdot 0.9 = 0.05 \text{ кВт}$ для одного циклу повітрообміну. Для оціночних розрахунків застосовують метод кратності повітрообміну. Кількість повітря, яку необхідно видалити із приміщення за 1 год. Визначається по формулі:

$$L = V_p \cdot n, \quad (4.8)$$

де n – кратність повітрообміну.

Враховуючи об'єм приміщення $42 \cdot 3 = 126 \text{ м}^3$, кратність повітрообміну – 8:

$$L = 126 \cdot 8 = 1328 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Отже потужність необхідна вентилятору рівна:

$$N = 1.05 \cdot 50 \cdot 365 / 3600 \cdot 1000 \cdot 0.5 \cdot 0.9 = 0.05 \text{ кВт}$$

4.3 Правила використання електрообладнання

Згідно вимог правил встановлення електрообладнання виробничі приміщення класифікуються по ступеню безпеки ураження людини електричним струмом.

Проектована діляниця відноситься до особливо небезпечних приміщень, так як вона характеризується за наступними ознаками:

- струмопровідна підлога – залізобетонна;
- в приміщенні виділяється струмопровідний пил;
- застосовуються змащувально-охолоджувальні суміші;
- не виключене одночасне дотикання до корпусів обладнання, що може бути під напругою і до заземлених частин будівлі;
- згідно рекомендацій [5] на ділянках застосовують трифазну ,чотири провідну електричну мережу з заземленою нейтраллю.
- Напруга в мережі 220/380 В.

Мережа з заземленою нейтраллю застосовується там, де неможливо забезпечити добру ізоляцію проводів при тривалому ремонті пошкодженої ізоляції проводів.

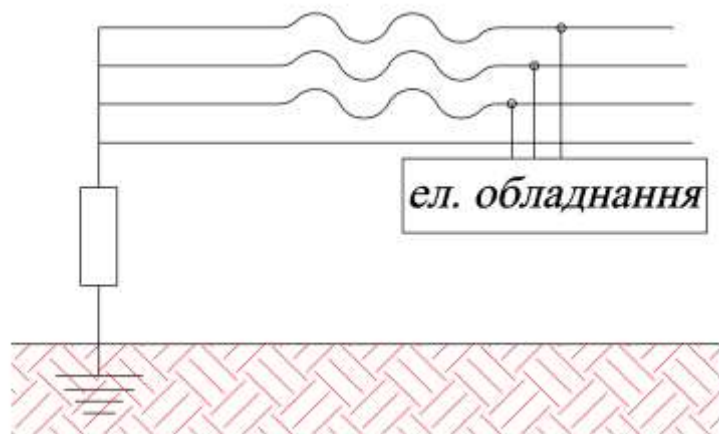


Рисунок 4.1 – Схема трифазної чотирипровідної мережі з заземленою нейтраллю

Основними причинами нещасних випадків від дії електричного струму є:

- випадковий дотик або наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;
- поява напруги на металічних конструктивних частинах електрообладнання – корпусах, кожухах і т.п. – в результаті пошкодження ізоляції та інших причин;
- поява напруги на відключених струмоведучих частинах, на яких працюють люди, внаслідок помилкового включення установки;
- виникнення крокової напруги на поверхні землі в результаті замикання проводу на землю [5].

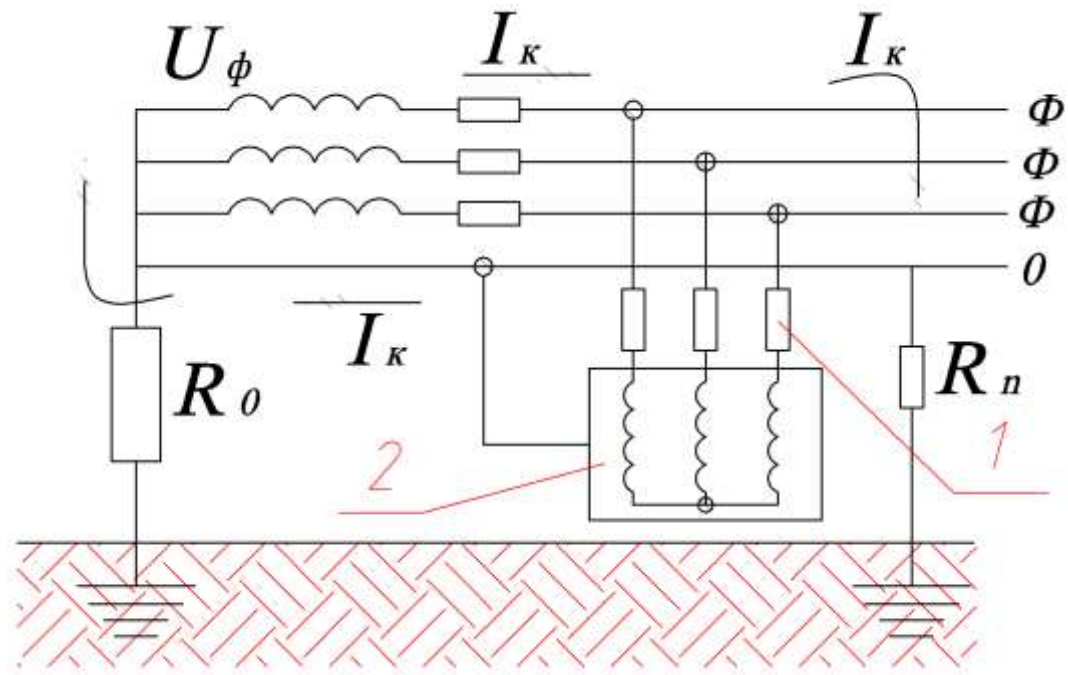
На проєктованій ділянці передбачені наступні заходи по забезпеченню електробезпеки:

- кожен верстат має вимикач ручної дії, що розміщений в безпечному місці;
- двері шаф з електрообладнанням блоковані вимикачем таким чином, щоб двері шафи не відкривались при його ввімкненому положенні і електрообладнання не можна було вимкнути при його відкритих дверях, передбачена можливість відключення блокування для перегляду і перевірки апаратури;
- для живлення світильників місцевого освітлення з лампами розжарювання застосовують напругу не більше 24 В;
- для світильників місцевого освітлення передбачені окремі вимикачі;
- на кожному верстаті опір ізоляції електрообладнання в будь-якій надземній частині не менше 1 МОм, а ізоляцій обмоток електродвигуна (без з'єднувальних проводів) 0,5 МОм, (ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту).

Необхідність застосування занулення пояснюється областю застосування – трифазні, чотири провідні мережі з напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю.

Зазвичай це мережі з напругою 220/380 В, що широко використовуються в машинобудуванні та інших галузях народного господарства [5].

Призначення нульового захисного щитка – створення для струму короткого замикання мережі з малим опором, щоб цей опір був достатнім для швидкого відключення пошкодженої установки.



1- корпус; 2- апарати для захисту від струму короткого замикання (плавкі запобіжники та ін.); R_0 – опір заземлення нейтралі джерела струму; R_n – опір повторного заземлення нульового провідника; I_k – струм короткого замикання

Рисунок 4.1 – Принципова схема занулення

Висновки за розділом

1 В розділі наведено заходи, щодо покращення умов праці на підприємстві, розраховано параметри системи повітрообміну проекрованої дільниці, впроваджено заходи для підвищення електробезпеки.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІКА ПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

5.1 Економічний аналіз ефективності організації ремонту

Організація якісного ремонту пневматичних шин на автотранспортному підприємстві має безпосередній вплив на економічні результати діяльності підприємства, зокрема на зменшення витрат на оновлення шинного парку, скорочення простоїв автобусів, підвищення експлуатаційної готовності транспорту та безпеки перевезень [5], [20], [29].

Розглянемо типову економічну ситуацію для АТП із парком у 40 автобусів малого класу. Протягом року на такому підприємстві в експлуатації перебуває приблизно 240 шин. З урахуванням щорічної норми зносу, характерного рівня ушкоджень і термінів служби, близько 30–40% шин підлягають ремонту або заміні. Ефективна організація шиноремонтної дільниці дозволяє збільшити частку шин, які відновлюються, до 70–80% (замість списання), що суттєво знижує витрати на придбання нових шин.

Витрати на нову шину для автобуса малого класу складають орієнтовно 6 500–9 000 грн/од. Вартість якісного ремонту однієї шини — 900–1 500 грн (залежно від характеру дефекту і обраної технології).

Порівняльний економічний ефект розраховується як різниця між витратами на придбання нових шин і витратами на ремонт:

Якщо за рік 80 шин підлягають заміні/ремонту, то повна заміна новими шинами:

$$80 \times 8\,000 = 640\,000 \text{ грн}$$

За умови ремонту 60% шин (48 шт.), решта — списання та заміна:

$$48 \times 1\,200 = 57\,600 \text{ грн (ремонт)} \quad 32 \times 8\,000 = 256\,000 \text{ грн (заміна)}.$$

$$\text{Загальні витрати: } 57\,600 + 256\,000 = 313\,600 \text{ грн.}$$

$$\text{Економія: } 640\,000 - 313\,600 = 326\,400 \text{ грн/рік.}$$

Окупність вкладень у модернізацію шиномонтажної дільниці. Вартість основного обладнання для сучасної дільниці (шиномонтажний верстат, вулканізатор, балансувальний стенд, компресор, домкрати та допоміжний

інструмент) складає близько 400–600 тис. грн. За умови економії понад 300 тис. грн на рік окупність вкладень настає вже за 1,3–2 роки.

Крім прямої економії на шинах, впровадження сучасної організації ремонту дозволяє скоротити простої транспорту (за рахунок скорочення часу ремонту з 2–3 днів до 1 дня), що, у свою чергу, забезпечує виконання більших обсягів перевезень і додаткові доходи для підприємства.

Додаткові економічні ефекти:

- Зниження аварійності та витрат на ліквідацію наслідків аварій, спричинених дефектами шин.
- Зменшення витрат на паливе за рахунок своєчасного балансування коліс і правильного тиску в шинах.
- Подовження строку служби шин та зниження загального рівня зношування ходової частини.

Економічний аналіз свідчить, що впровадження сучасної організації ремонту пневматичних шин дає змогу автотранспортному підприємству значно скоротити витрати на експлуатацію шинного господарства, швидко окупити інвестиції в обладнання, підвищити надійність та безпеку перевезень, а також оптимізувати роботу автобусного парку в цілому.

Таблиця 5.1 - Порівняльні витрати на шини залежно від організації ремонту (для 40 автобусів)

Показник	Варіант 1: лише заміна шин	Варіант 2: з ремонтом (60%)	Економія
Кількість шин, що вибувають, шт.	80	80	—
Кількість шин, що ремонтуються, шт.	0	48	—
Кількість шин, що замінюються, шт.	80	32	—
Вартість нової шини, грн	8 000	8 000	—
Вартість ремонту однієї шини, грн	—	1 200	—
Загальні витрати на нові шини, грн	640 000	256 000	384 000

Загальні витрати на ремонт, грн	—	57 600	–57 600
Загальні витрати, грн	640 000	313 600	326 400

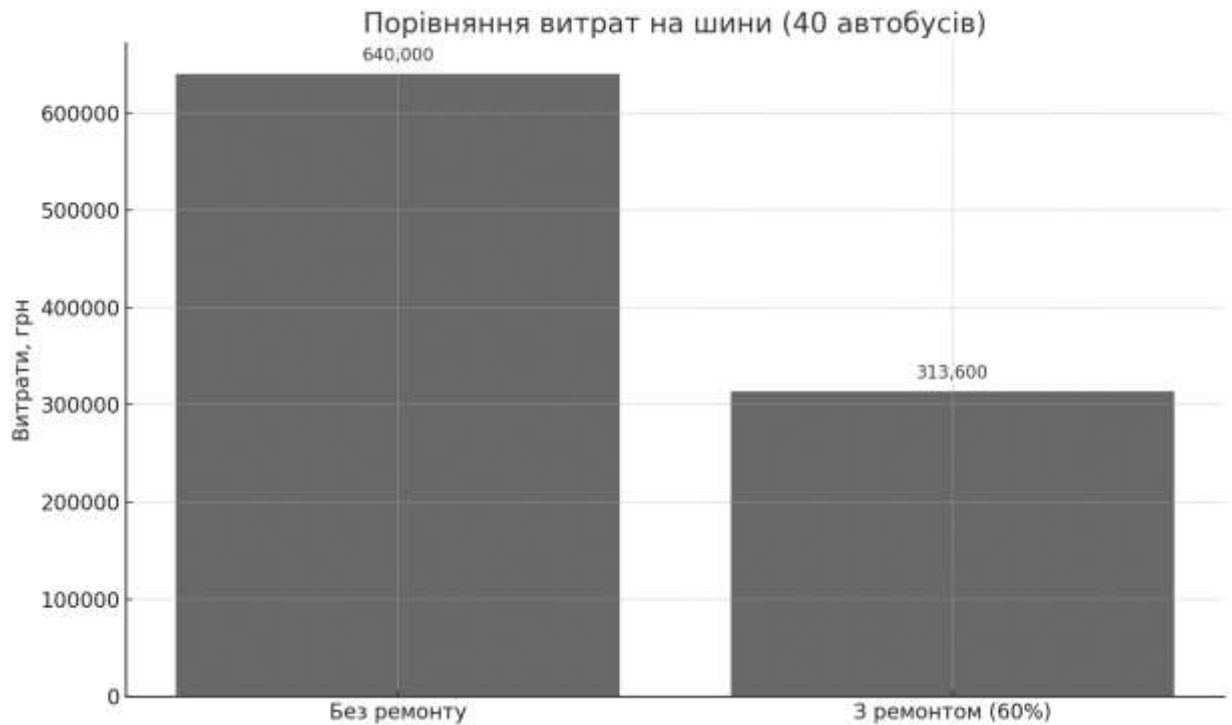


Рисунок 5.1 – Порівняльні витрати на шини залежно від організації ремонту (для 40 автобусів)

5.2. Оцінка впливу удосконалень на показники надійності й безпеки

Впровадження удосконаленої організації ремонту пневматичних шин на автотранспортному підприємстві безпосередньо впливає на підвищення надійності роботи автобусного парку та рівня безпеки пасажирських перевезень. Ключовими напрямками такого впливу є зменшення частоти відмов шин під час руху, скорочення аварійних зупинок на маршруті, зниження ймовірності виникнення аварійних ситуацій, а також підвищення прогнозованості стану шинного господарства.

Основні ефекти впровадження нових рішень:

- Зниження кількості передчасних відмов шин за рахунок систематичного діагностування, балансування та ремонту.

– За результатами практичних впроваджень і статистичних досліджень, рівень раптових пошкоджень шин знижується мінімум на 30–35%. Зменшується частота розривів шин, здуттів, втрати герметичності, а кількість випадків екстреної заміни в польових умовах зменшується удвічі.

– Підвищення надійності роботи автобусного парку. Якісний ремонт, дотримання регламенту й застосування сучасних матеріалів забезпечують стабільний пробіг шин між ремонтами та зменшують ймовірність серйозних відмов у період між обслуговуваннями. Це дозволяє підтримувати парк у робочому стані навіть за інтенсивної експлуатації.

– Підвищення рівня безпеки пасажирських перевезень. Своєчасна діагностика й оперативний ремонт шин знижують ризики виникнення ДТП, пов'язаних із втратою тиску чи раптовим руйнуванням шини на ходу. Поліпшується контроль за дотриманням тиску, станом протектора, цілісністю бортового кільця й герметичністю. Це забезпечує відповідність нормативам ДСТУ, ЕСЕ та внутрішнім стандартам безпеки підприємства.

– Скорочення простоїв автобусів. Системний підхід до обліку та планування ремонтів дозволяє мінімізувати аварійні зупинки на лінії, що прямо підвищує коефіцієнт технічної готовності парку та забезпечує регулярний випуск автобусів на маршрут.

Ключові показники, що покращуються завдяки удосконаленням:

– Середній ресурс шини між відмовами збільшується з 60–70 тис. км до 80–90 тис. км.

– Частка шин, що підлягають повній заміні, зменшується з 80% до 40%.

– Кількість аварійних ситуацій, пов'язаних із шинами, знижується до 2–3 випадків на 100 транспортних засобів на рік (замість 6–8 раніше).

– Коефіцієнт технічної готовності парку автобусів підвищується на 7–12% завдяки скороченню простоїв.

Запропоновані удосконалення організації ремонту шин дозволяють досягти істотного підвищення надійності роботи автобусів і безпеки пасажирських перевезень. Систематичний контроль, своєчасний ремонт і

використання сучасних методів діагностики забезпечують сталий технічний стан шинного господарства, скорочують ризики відмов і підвищують рівень сервісу для користувачів міського транспорту.

Висновки за розділом

1. У розділі проведено детальний економічний аналіз ефективності впровадження сучасних рішень в організацію ремонту пневматичних шин на автотранспортному підприємстві, зокрема для парку автобусів малого класу. Аналіз показав, що правильно організована система ремонту шин має вагомий економічний ефект.

2. Розрахунки демонструють, що перехід від практики повної заміни зношених шин на частковий ремонт дозволяє підприємству економити понад 300 тис. грн щорічно. Враховуючи, що вартість модернізації шиноремонтної ділянки складає близько 400–600 тис. грн, окупність таких інвестицій настає вже протягом 1,3–2 років, що є вигідним для підприємства навіть у середньостроковій перспективі. Крім того, модернізована організація робіт дозволяє скоротити простої автобусів, зменшити час відновлення шин (до одного дня) і забезпечити регулярний випуск техніки на маршрут, підвищуючи обсяги перевезень і загальну дохідність підприємства.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Встановлено, що значна частина автопарку малого класу експлуатується в умовах інтенсивного навантаження, поганої якості дорожнього покриття й недостатньої організації профілактики. Це зумовлює передчасний вихід шин з ладу, збільшення кількості дефектів

2. Аналіз існуючих методів ремонту засвідчив, що холодний, гарячий та комбінований способи ремонту залишаються актуальними для підприємств різного масштабу.

3. Своєчасний ремонт і правильна експлуатація шин сприяє підвищенню ресурсної стійкості транспортних засобів і зниження ризику виникнення аварійних ситуацій на маршрутах.

4. Розрахунки виробничої програми для парку з 40 автобусів демонструють, що обслуговування такого автопарку вимагає близько 8 800 людино-годин на рік та залучення 6–8 кваліфікованих працівників основних і допоміжних спеціальностей.

5. Раціональний підбір основних інструментів і устаткування (шиномонтажний верстат, вулканізатор, балансувальний стенд, підйомники, компресори, електродіагностичні прилади тощо) дозволяє виконувати весь перелік необхідних операцій та реагувати на сезонні чи аварійні ситуації. Розрахунок завантаження обладнання, такту обслуговування і пропускної здатності й забезпечує належний рівень технічної готовності парку автобусів.

6. Особливу увагу у роботі приділено організації системи контролю якості, що охоплює вхідний контроль матеріалів, технологічний супровід виконання ремонтів, вихідний контроль готових виробів, а також ведення детального обліку.

7. Дослідження закономірностей зношування шин на автобусах малого класу в українських умовах показало, що ресурс шини визначається не тільки її конструкцією та матеріалами, але й багатьма експлуатаційними чинниками: сезонністю, станом доріг, навантаженням транспорту, коректністю тиску повітря та регулярністю технічного обслуговування. У холодний період знос

зменшується на 25–30%, у той час як перевантаження чи зниження тиску в шинах значно скорочують ресурс.

8. Порівняльний аналіз шин Sava Orjak 4, Matador D HR 4, Falken BI856 та Rosava ІД-304 продемонстрував істотну різницю в середньому ресурсі: імпортні моделі служать 105–120 тисяч км, мають рівномірнішу інтенсивність зношування та нижчу частоту передчасних відмов, тоді як для Rosava ІД-304 середній ресурс становить близько 55 тисяч км, а частка відмов через дефекти сягає 45%. Причини цього криються у конструктивних особливостях, якості матеріалів, а також у меншій стійкості до експлуатаційних перевантажень і локальних пошкоджень.

9. Розрахунки демонструють, що перехід від практики повної заміни зношених шин на частковий ремонт дозволяє підприємству економити понад 300 тис. грн щорічно. Окупність інвестицій настає вже протягом 1,3–2 років, що є вигідним для підприємства. Крім того, пропонована організація робіт дозволяє скоротити простої автобусів, зменшити час відновлення шин.

СПИСОК ВИКОРИСНАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Wheel slip control for decentralized EVs. Vehicle dynamics international. 2019. P. 24–26
2. Безпека життєдіяльності: підруч. для студ. с.-г. вузів / І. П. Пістун [та ін.]. Львів : Світ, 1995. 288 с.
3. Гашук П. Автомобіль: Теорія колісного рушія: Навчальний посібник. Київ: Кондор, 2018. 328 с.
4. ДСТУ 3524-97. Надійність техніки. Проектна оцінка надійності складних систем з урахуванням технічного і програмного забезпечення та оперативного персоналу. Основні положення. Київ. Держстандарт України, 1999. 21 с. 23.
5. ДСТУ ІЕС 61140:2005 Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання (ІЕС 61140:2001, IDT).
6. Економічний потенціал підприємства: формування та використання. 2-ге вид. перероб. та доп.: підручник / Н. В. Касьянова, Д. В. Солоха, В. В. Морєва, О. В. Белякова, О. Б. Балакай. Київ. Центр учбової літератури. 2013. 248 с.
7. Експлуатація автомобілів. Курсове та дипломне проектування: Навчальний посібник. упор. В. Я. Чабанний. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2010. 382 с.
8. Захарчук Б. В., Кулинич В. П., Маліновський С. О. Організація ремонту та технічного обслуговування автомобілів: навч. посібник. Київ: Видавничий дім «Альтернативи», 2018. 346 с.
9. Інтернет-ресурс <http://interdalnoboy.com/avtobusi/klas/sredniy/>
10. Іщенко В. А., Березюк А. П. Хімічні перетворення зношених автомобільних шин у довкіллі. *Вісник НТУ України: Київський політехнічний інститут*, 2014. № 2(13). С. 52-54.
11. Канарчук В. С., Лудченко О. А., Чигринєць А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Київ:, Вища школа,; 1994 (у 3-ох кн..).

12. Кисликов В.Ф. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. Київ: Либідь, 1999. 280 с.
13. Коваль І.Р., Білецький В.О. Автомобільні шини: обслуговування та ремонт. Київ: Мотор-Прес, 2012. 320 с
14. Кравченко О.П., Сакно О.П. Поліпшення технічного сервісу автомобілів на підставі контролю інтенсивності зносу шин. *Вісник ХНТУСГ [Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві]*. Х. : ХНТУСГ, 2012. Вип. 122. С. 41–48.
15. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
16. Міляєв Ю. П. Основи надійності технічних систем: навч. посіб. / Ю. П. Міляєв, О. М. Нечипоренко. Київ: Видавн.-полігр. центр Акад. муніцип. управління, 2008. 246 с.
17. Науково-практичний коментар до Закону України “Про охорону праці”. Київ: Основа, 1996.
18. Олег Сукач, Олег Миронюк, Віктор Шевчук. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційної роботи здобувачами першого бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Дубляни, 2023. 50 с.
19. Основенко М. Ю., Сахно В. П. Автомобілі: Навч. посібник. Київ: НМК ВО, 1992. 344 с.
20. Основи економіки транспорту : підручник. Щелкунов В. І., Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загорулько В. М. [та ін.]. Київ: Кондор, 2011. 392 с.
21. Пістун І.П., Хом’як Й.В., Хом’як В.В. Охорона праці на автотранспорті: навч. посіб. Київ: Університетська книга, 2015. 256 с.
22. Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту України. Міністерство транспорту України. Київ, 1994. 36 с.
23. Рудзінський В. В. Транспортні засоби: навч. посібник. Київ: НТУ, 2001. 136 с.

24. Сакно О. П. Визначення ресурсу шин вантажних автомобілів за коефіцієнтами впливу експлуатаційних факторів та їх оцінка експертним аналізом. *Вісті Автомобільно-дорожнього інституту*. Горлівка : ДВНЗ «ДонНТУ». АДІ, 2011. №2 (13). С. 92-100.

25. Сакно О.П. Аналіз системи управління технічним станом рухомого складу на підставі інформації зносу протектора шин. *Вісті Автомобільно-дорожнього інституту* [Науково-виробничий збірник]. Горлівка : ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2011. №1 (12). С. 52–58.

26. Сакно О.П. Оптимізація показників роботи АТП за рахунок поліпшення управління технічною експлуатацією шин вантажних автомобілів. *Вісник СевНТУ Машиноприладобудування та транспорт*. Севастополь : СевНТУ, 2012. Вип. 135/2012. С. 8–11.

27. Сахно В. П. Веремчук О. А., Загороднов М. І. Вплив компоновальних параметрів міських автобусів великого класу на показники їх маневреності. *Вісник НТУ*. Київ, 2004. 9. С. 132-137.

28. Строков О.П. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів: Підручник Київ: Грамота, 2005. 350 с.

29. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. К.: Каравела, 2009 368 с.

30. Технологія відновлення деталей та ремонту автомобілів: навчальний посібник. О. С. Полянський, Б. В. Савченков, Є. О. Дубінін та ін. Харків: ХНАДУ, 2012. 320с.

31. Ткачук К. Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник по охороні праці на промисловому підприємстві. Київ: Техніка, 1991.