

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту автомобілів на основі прогнозування ресурсу та встановлення оптимальної періодичності планових замін (на прикладі заднього моста автомобіля)

Рівень вищої освіти	бакалавр
Галузь знань	27 «Транспорт»
Спеціальність	274 «Автомобільний транспорт»
Освітня програма	Автомобільний транспорт

Шифр: КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ

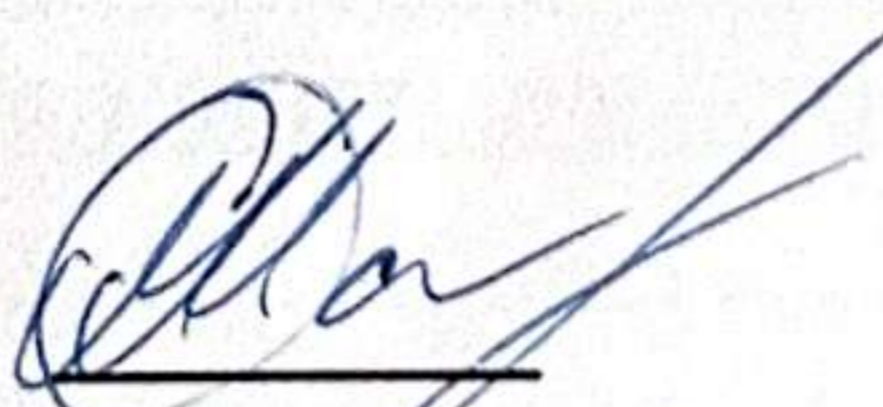
Виконав студент 4-го курсу
група АТз 21-1
Шифр



Підпис

Сергій ПИНДИК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник к.т.н., доц.
Науковий ступінь, звання



Підпис

Олег МАКОВКІН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер




Підпис

Олег БАБАК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри ТАМ
Назва



Підпис

Олександр ДИХА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата 16.06.25

Хмельницький, 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Галузь знань 27 – Транспорт

Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

26 02 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Пиндику Сергію Юрійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема проекту (роботи) _____

«Удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту автомобілів на основі прогнозування ресурсу та встановлення оптимальної періодичності планових замін (на прикладі заднього моста автомобіля)»

керівник проекту (роботи) Маковкін Олег Миколайович к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 7 лютого 2025р. № 23 (Д26)

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2025 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузлів паливної систми; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

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

1. Стан системи технічного обслуговування і ремонту, прийнятої в країні; 2. Створення інформаційної бази системи технічного обслуговування і ремонту; 3. Встановлення структури, обсягу та періодичності планових замін; 4. Технологія розбирання заднього моста для виконання планової заміни

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 02.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд	15.05.2025	
2	Технологічний розділ	25.05.2025	
3	Конструкторський розділ	30.05.2025	
4	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	2.06.2025	
5	Оформлення презентації бакалаврської роботи	5.06.2025	
6	Нормоконтроль магістерської роботи	9.06.2025	
7	Підписання розділів. Затвердження дати захисту	10.06.2025	

Студент

Керівник проекту (роботи)

П.Сем

 Підпис

О.М.

 Підпис

Сергій ПИНДИК
 Ініціали, прізвище

Олег МАКОВКІН
 Ініціали, прізвище

РЕФЕРАТ

У випускній кваліфікаційній роботі бакалавра розглянуто питання удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів шляхом прогнозування ресурсу елементів та встановлення раціональної періодичності планових замін на прикладі заднього моста автомобіля.

Метою роботи є підвищення надійності та ефективності експлуатації транспортних засобів за рахунок науково обґрунтованого планування технічного обслуговування, заснованого на реальних показниках ресурсу вузлів і агрегатів, зокрема заднього моста.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан системи технічного обслуговування і ремонту, що застосовується в Україні, виявлено її недоліки та вплив зовнішніх чинників на ефективність обслуговування. Окреслено основні напрями вдосконалення.

У другому розділі розроблено інформаційну базу для підтримки прийняття рішень щодо обслуговування. Наведено методику прогнозування ресурсу агрегатів, а також представлено результати розрахунків теоретичного ресурсу основних компонентів заднього моста.

У третьому розділі встановлено структуру, обсяг і періодичність планових замін із врахуванням розрахованого ресурсу. Представлено результати впровадження аналітичного підходу до визначення оптимальних термінів технічного обслуговування.

У четвертому розділі наведено технологію розбирання заднього моста для виконання планових замін, з урахуванням вимог безпеки, точності та послідовності операцій.

Результати дипломної роботи можуть бути використані підприємствами, що займаються обслуговуванням і ремонтом автотранспортних засобів, з метою підвищення ефективності використання ресурсів, зниження експлуатаційних витрат та забезпечення безпеки руху.

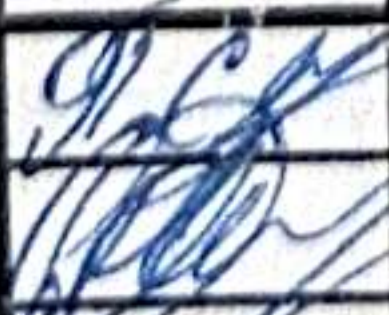
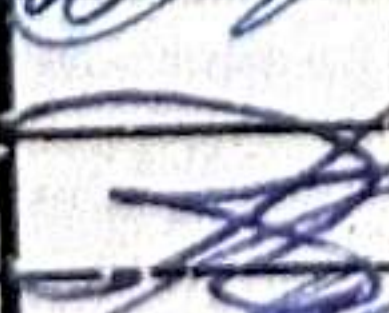


Випускна кваліфікаційна робота містить 65 сторінок, 7 ілюстрацій, 9 таблиць, 18 використаних джерел та 1 додаток.

Ключові слова: технічне обслуговування, прогнозування ресурсу, планова заміна, задній міст, автомобіль, ремонт, періодичність обслуговування.

ЗМІСТ

	ВСТУП	6
1	СТАН СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ, ПРИЙНЯТОЇ В КРАЇНІ	8
1.1	Опис системи технічного обслуговування і ремонту	8
1.2	Недоліки чинної концепції та вплив зовнішніх впливових чинників	9
1.3	Перспективи вдосконалення системи технічного обслуговування і ремонту	18
2	СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ	20
2.1	Опис методів системи технічного обслуговування і ремонту	20
2.2	Загальні положення щодо прогнозування ресурсу елементів агрегатів автотранспортних засобів	22
2.3	Методика розрахунку теоретичного ресурсу	23
2.4	Результати розрахунку теоретичного ресурсу	33
3	ВСТАНОВЛЕННЯ СТРУКТУРИ, ОБСЯГУ ТА ПЕРІОДИЧНОСТІ ПЛАНОВИХ ЗАМІН	37
3.1	Загальні положення	37
3.2	Результати встановлення структури та обсягів планових замін	41
4	ТЕХНОЛОГІЯ РОЗБИРАННЯ ЗАДНЬОГО МОСТА ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПЛАНОВОЇ ЗАМІНИ	44

КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Пинлик					
Перевір.		Маковкін				4	65
Н. Контр.		Бабак			ХНУ АТз-21-1		
Затверд.		Лиха					

Удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту автомобілів на основі прогнозування ресурсу та встановлення оптимальної періодичності планових замін (на прикладі заднього моста автомобіля)

	ВИСНОВОК	56
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	57
	ДОДАТКИ	65

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку автотранспортної галузі рівень якості експлуатаційних нормативів — тобто їх відповідність конкретним моделям автотранспортних засобів (АТЗ) та умовам експлуатації — а також повнота цих нормативів визначають обсяг витрат на утримання транспортних засобів і суттєво впливають на ефективність їх використання.

Проте чинні нормативи з технічної експлуатації автотранспорту (ТЕА) здебільшого не відповідають високим вимогам якості протягом усього життєвого циклу АТЗ — аж до їх списання. При цьому об'єктивно оцінити рівень якості нормативів часто неможливо. Крім того, нормативи, що визначають структуру, обсяг та періодичність планових ремонтів (ПР), вимоги до ремонтних комплектів запасних частин для кожного етапу ПР, а також економічно обґрунтовані строки служби агрегатів АТЗ, зазвичай не розробляються. Це, зокрема, унеможливує забезпечення безвідмовної роботи транспортних засобів навіть за умов ідеально організованої системи технічного обслуговування (ТО) на автотранспортних підприємствах.

Додатковою проблемою є те, що розроблення й уточнення нормативів ТЕА нерідко розпочинається вже після запуску серійного виробництва транспортних засобів. Зазначені недоліки системи ТО та ремонту призводять до необґрунтованого зростання витрат на експлуатацію АТЗ, зниження їх ефективності та конкурентоспроможності.

Основними причинами вказаних проблем є:

- відсутність уніфікованих і взаємно співставних методів обліку зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ);
- несумісність та недосконалість існуючих класифікацій умов експлуатації при оцінюванні нормативних характеристик АТЗ;
- недостатня методологічна база для розробки й упровадження якісних експлуатаційних нормативів.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Усе це стримує розвиток методів довгострокового прогнозування ресурсу елементів АТЗ та потреби в операціях технічного обслуговування, ускладнює формування інформаційних баз для своєчасного оновлення нормативів ТЕА та, зрештою, гальмує вдосконалення самого процесу нормування.

Указані обставини зумовлюють актуальність проблеми підвищення ефективності експлуатації АТЗ шляхом оптимізації експлуатаційних нормативів. Ключовим завданням у цьому контексті є розробка уніфікованої методології опису багатовимірного простору впливових факторів, яка могла б стати єдиною основою для обліку, оцінювання та класифікації ЗВЧ з метою комплексного вирішення всього спектра завдань нормування.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1. СТАН СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ, ПРИЙНЯТОЇ В КРАЇНІ

1.1 Опис системи технічного обслуговування і ремонту

Чинна система технічного обслуговування (ТО) і ремонту автомобільного транспорту вирізняється відносною простотою та поступово вдосконалюється в міру оновлення парку автотранспортних засобів (АТЗ). Водночас значна частина завдань, що визначають ефективність експлуатації АТЗ, потребує оперативнішого і системнішого вирішення.

Одним із ключових завдань у цій сфері є своєчасна розробка повного комплексу якісних нормативів технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) ще до моменту запуску нової моделі АТЗ у серійне виробництво. Зазвичай це питання вирішується виробниками на основі аналогії з попередніми моделями, що не забезпечує необхідного рівня якості нормативів. Іншим підходом є розробка нормативів за результатами випробувань дослідних зразків транспортних засобів, які проводяться у виробничій сфері за стандартними їздовими циклами на полігонах. Проте в такому разі не охоплюється весь діапазон умов експлуатації, для яких призначено конкретну модель АТЗ. Адже дорожні умови в їздовому циклі, як і інші зовнішні впливові чинники (ЗВЧ), чинять комплексний, сумарний вплив на той чи інший показник надійності. У результаті отримується лише одна експериментальна точка, яка не є репрезентативною для всіх умов експлуатації.

Управління технічним станом АТЗ відбувається на основі нормативів ТЕА. Саме тому для скорочення термінів освоєння нових моделей та мінімізації витрат на їх утримання у технічно справному стані (а відтак — підвищення ефективності їх використання), необхідно:

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- забезпечити повноцінну розробку комплексу нормативів ТЕА до початку серійного виробництва;
- гарантувати відповідність цих нормативів особливостям конкретної моделі АТЗ з урахуванням реальних умов її експлуатації.

1.2 Недоліки чинної концепції та вплив зовнішніх впливових чинників

Разом із тим, різноманіття зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ) значно ускладнює можливість аналітичного розв'язання завдань, які виникають у процесі створення та експлуатації автотранспортних засобів (АТЗ). При плануванні експериментальних досліджень математичними методами це різноманіття зумовлює настільки великий обсяг випробувань, що реалізувати їх у прийнятні терміни і в межах допустимих витрат практично неможливо.

Саме ці обставини стали причиною виникнення та тривалого домінування концепції випадковості змін технічного стану АТЗ. Такий підхід призвів до появи численних небажаних наслідків, складних ситуацій, суперечностей та проблем.

Розглянемо окремі складові збитків, спричинених згаданою концепцією:

1. Ігнорування ЗВЧ у дослідженнях. Відповідно до концепції випадковості, дослідник звільняється від необхідності враховувати зовнішні впливові чинники. Це, у свою чергу, призводить до необхідності повторювати одні й ті ж експерименти на кожному підприємстві окремо, адже результати, отримані в одних умовах, не можна без похибок застосувати в інших.

2. Обмеження інструментарію лише теорією ймовірностей. Такий підхід передбачає використання апарату теорії ймовірностей, який, на жаль, не дає змоги виявити причинно-наслідкові зв'язки між явищами. Така

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

інформація є вкрай недостатньою для фахівців, що займаються управлінням надійністю. Їм потрібно знати:

- як правильно добирати пари тертя для забезпечення заданого рівня надійності в конкретних умовах експлуатації;
- як раціонально використовувати потенційні можливості конструкції АТЗ через впровадження якісних експлуатаційних нормативів.

3. Відсутність єдиної методики обліку ЗВЧ у нормативній документації.

Чинна нормативна база не регламентує прийнятних для практики методів врахування зовнішніх чинників. Через це окремі дослідники застосовують власні приватні підходи, які є:

- неоднорідними;
- несумісними між собою;
- неповними й несистемними з точки зору обліку впливу ЗВЧ.

Усе це ускладнює об'єднання результатів різних досліджень у єдину інформаційну базу даних, що, у свою чергу, гальмує створення універсальних експлуатаційних нормативів.

4. Відсутність системного обліку ЗВЧ ускладнює вдосконалення методів прогнозування показників надійності АТЗ в різних умовах експлуатації.

Через брак системності в урахуванні зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ) суттєво ускладнюється розвиток методів прогнозування реалізації нормативних показників надійності автотранспортних засобів в умовах, відмінних від лабораторних або полігонних. Це, в свою чергу, призводить до затримки в отриманні достовірної та своєчасної інформації, необхідної для планування технічної експлуатації.

Більшість відомих розрахункових моделей базуються на експлуатаційних режимах роботи машин, однак такі режими, як правило, не вимірюються під час фактичної експлуатації. Тому виникає потреба у

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

побудові моделей, що оперують саме ЗВЧ, які є більш очевидними, фіксованими і легко піддаються оцінюванню.

У підсумку, на момент запуску серійного виробництва автотранспортних засобів не вдається забезпечити реалізацію нормованих властивостей у повному спектрі реальних умов експлуатації. Це унеможлиблює формування повноцінної інформаційної бази, що є необхідною для розробки якісного, повного комплексу експлуатаційних нормативів, пристосованих до різних моделей АТЗ і умов їх використання [1].

Недоліки системи технічного обслуговування і ремонту та причини їх виникнення

Чинні нормативи технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) не можна вважати якісними протягом усього життєвого циклу автотранспортного засобу (АТЗ) — аж до його списання. Більше того, часто навіть складно об'єктивно оцінити рівень їх якості. Такі важливі нормативи, як структура, обсяг та періодичність планових ремонтів (ПР), рекомендації щодо складників ремонтних комплектів запасних частин (ЗЧ) для кожного етапу ПР, а також економічно обґрунтовані строки служби агрегатів, взагалі не розробляються. Це, зокрема, не дає змоги забезпечити безвідмовну експлуатацію транспортних засобів навіть за умов ідеально організованого технічного обслуговування (ТО) на агропромислових та автотранспортних підприємствах.

Крім того, нормативи ТЕА часто розробляються й уточнюються вже після запуску серійного виробництва АТЗ, що значно знижує їх ефективність і практичну цінність. Унаслідок зазначених недоліків відбувається необґрунтоване зростання витрат на експлуатацію АТЗ, знижується ефективність їх використання та загальна конкурентоспроможність продукції.

Серед основних причин виникнення цих проблем варто виділити такі:

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- відсутність єдності й сумісності методів обліку зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ);
- недосконалість і несумісність класифікацій умов експлуатації, які використовуються для оцінки реалізації нормованих властивостей АТЗ;
- відсутність методологічного підходу до розроблення та впровадження якісних нормативів ТЕА.

Ці чинники гальмують розвиток методів довгострокового прогнозування ресурсу елементів АТЗ та потреби в операціях ТО, ускладнюють створення інформаційних банків даних для своєчасної розробки якісних нормативів і, врешті-решт, стримують удосконалення самого процесу нормування.

Усе це зумовлює необхідність підвищення ефективності експлуатації АТЗ на основі оптимізації системи нормативів. Ключовим завданням у розв'язанні цієї проблеми є розроблення уніфікованої системи опису багатовимірного простору чинників, яка б стала методологічною основою для обліку, оцінювання й класифікації ЗВЧ, необхідних для побудови якісної нормативної бази.

Нинішня система ТО та ремонту вирізняється відносною простотою і вдосконалюється лише зі зміною поколінь АТЗ. Проте значна частина завдань, що визначають ефективність експлуатації, вимагає більш оперативного вирішення.

Одним із головних завдань є розробка повного комплексу якісних нормативів ТЕА ще до початку серійного виробництва транспортного засобу. Зазвичай це завдання вирішується підприємствами-виробниками або шляхом перенесення нормативів з попередніх моделей, що не забезпечує належного рівня якості, або ж за результатами випробувань дослідних зразків, які проводяться в рамках їздових циклів на полігонах. Проте подібні випробування не дозволяють повною мірою реалізувати нормовані властивості в усьому спектрі умов призначення АТЗ, адже дороги їздового

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

циклу та інші ЗВЧ справляють сукупний, агрегований вплив лише на окремі показники надійності. Фактично, ми маємо справу лише з однією експериментальною точкою, яку неможливо коректно екстраполювати на повний діапазон умов експлуатації.

Сучасні методи обліку ЗВЧ не дозволяють виконати адекватну адаптацію нормативів до різних умов, унаслідок чого до нормативів ТЕА застосовуються єдині поправочні коефіцієнти для всіх моделей АТЗ. При цьому інтенсивність зношування агрегатів у різних автомобілях змінюється неоднаково навіть за однакових умов. Це яскраво свідчить про невідповідність чинних нормативів ТЕА як до конкретних моделей, так і до реальних умов експлуатації.

Цю невідповідність посилює ще один важливий чинник: нормативи ТЕА розробляються з урахуванням загальноприйнятих класифікацій умов експлуатації (КУЕ), які не мають чітких кількісних показників. Через це результати досліджень, отримані в умовах полігонів із конкурентними якісними характеристиками, після віднесення до певної КУЕ втрачають свою точність і конкретність. Така ж ситуація виникає під час співвіднесення результатів до відповідних класів транспортних або кліматичних ЗВЧ — відбувається спотворення початкових результатів, що знижує їх цінність для практичного використання.

Таким чином, під час розроблення нормативів технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) до моменту запуску серійного виробництва автотранспортних засобів (АТЗ), забезпечити їх належну якість неможливо. Крім того, не всі нормативи, необхідні для ефективного управління надійністю АТЗ, взагалі підлягають розробці.

Забезпечення якості нормативів ТЕА після початку серійного виробництва

У зв'язку з тим, що своєчасна розробка повного комплексу якісних нормативів ТЕА не здійснюється до початку серійного випуску, перші партії

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

нових АТЗ направляються до експериментальних або базових автогосподарств (відповідно — ЕПАГ або БАТГ). Це дає змогу накопичити необхідну інформацію для доопрацювання конструкції автомобілів, а також для уточнення і розробки традиційного комплексу експлуатаційних нормативів.

Оцінювання зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ) під час випробувань в ЕПАГ здійснюється за допомогою загальноприйнятих класифікацій — здебільшого за категоріями умов експлуатації (КУЕ) та кліматичними районами. Проте такі класифікації мають низку істотних недоліків:

- інтервали зміни умов у межах кожної КУЕ не мають кількісного вираження;
- не враховуються такі важливі параметри, як технічна категорія дороги, рівність дорожнього покриття та його стан за погодними ознаками;
- відсутня достатня деталізація типів умов руху (наприклад, ступінь насиченості перешкодами).

У реальних умовах експлуатації це призводить до розширення діапазонів кожної КУЕ, перехрещення між категоріями та зменшення їх розпізнаваності, що унеможлиблює точну класифікацію умов.

Таке фактичне розширення меж КУЕ може призвести до суттєвих помилок не лише при виборі нормативів, але й під час їх розроблення. Наприклад, у ході експерименту дослідник формально за поєднанням системних ознак (див. додаток А) відносить умови випробування до середини певної КУЕ, тоді як фактична реалізація нормованого показника відбувається на її межі або навіть поза межами інтервалу. Через це, при розрахунку, скажімо, поправочного коефіцієнта до певного нормативу — коли потрібно порівняти фактичну реалізацію показника в певній КУЕ з базовим значенням (у першій КУЕ) — неминуче виникає похибка, яку складно кількісно оцінити.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

При нормуванні властивостей АТЗ не застосовується класифікація, що охоплює всі транспортні фактори. Залишаються не врахованими такі важливі параметри, як ступінь використання пробігу, завантаженість автомобіля, і, за рідкісним винятком, — довжина плеча перевезень. Це природно спричиняє ще більшу невідповідність нормативів ТЕА реальним умовам експлуатації.

Класифікація природно-кліматичних умов зазвичай базується на адміністративному поділі території на кліматичні райони. Проте їх межі визначаються не реальними кліматичними показниками, а адміністративними кордонами. Внаслідок цього реалізація нормованих властивостей у певній репрезентативній точці району може суттєво відрізнитися від реалізації тих самих властивостей на його периферії. Це також додає невизначеності до нормативів ТЕА при їх розробці та подальшому застосуванні.

Аналіз наведеної інформації свідчить, що уточнення та розроблення нормативів технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) за результатами випробувань серійних моделей АТЗ в експериментальних автогосподарствах (ЕПАГ), які тривають 3–5 років і більше, із використанням загальноприйнятих класифікацій для оцінювання зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ), зумовлює ризик отримання неякісних нормативів під час їх створення та подальшого застосування.

З метою впорядкування процесу розробки нормативів в умовах, що склалися, Науково-дослідним інститутом автомобільного транспорту (НДІАТ) була створена Система освоєння нової автомобільної техніки (СОНАТ). Вона охоплює повний життєвий цикл автомобіля — від етапу проєктування, виробництва та експлуатації до моменту списання конкретної моделі через фізичне або моральне старіння. Структурно система складається з одного підготовчого та чотирьох основних етапів. Основне призначення СОНАТ — поетапна розробка нормативів ТЕА. По завершенню четвертого етапу накопичені матеріали за кількома моделями АТЗ дозволяють

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

формувані пропозиції щодо вдосконалення чинного «Положення», яке в попередні роки переглядалося приблизно раз на 10 років.

Крім того, виробники автомобільної техніки постійно працюють над удосконаленням її експлуатаційних властивостей. Багато з реалізованих на промисловому рівні заходів суттєво змінюють потенціал надійності та довговічності АТЗ, що, своєю чергою, вимагає коригування діючих нормативів ТЕА. Проте ці зміни не знаходять оперативного відображення у відповідних інструкціях, адже регламентація ремонтів залишається обмеженою, і кожна суттєва модернізація вимагає повторного проведення досліджень.

У підсумку можна зробити висновок, що чинна система нормативного забезпечення:

- не дозволяє своєчасно розробляти нормативи (тобто до моменту запуску серійного виробництва АТЗ);
- не гарантує належного рівня якості нормативів ТЕА фактично аж до списання автомобіля.

Наслідки недоліків у системі ТО та ремонту АТЗ

Сформована система нормативного забезпечення зумовлює тривалий термін розробки та уточнення нормативів ТЕА і не забезпечує їх відповідність до конкретних умов експлуатації. Як наслідок, у значній частині випадків управління технічним станом АТЗ здійснюється на основі неякісних нормативів, що завдає збитків автотранспортним підприємствам:

- як у вигляді необґрунтованого підвищення витрат у разі передчасного технічного обслуговування;
- так і через зростання інтенсивності зношування вузлів у випадках запізненого обслуговування або ремонту.

Відсутність рекомендацій щодо структури, обсягу та періодичності планових ремонтів (ПР) призводить до того, що навіть за зразкової організації технічного обслуговування (ТО) не вдається досягти безвідмовної

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

роботи автотранспортних засобів (АТЗ), тобто не реалізується головна мета системи ТО і ремонту. Причина полягає в тому, що залишається невідомим, коли і які деталі агрегатів АТЗ потребуватимуть заміни, що ускладнює:

- формування комплектів запасних частин (ЗЧ) для кожного ПР;
- своєчасне виявлення зношування елементів;
- запобігання супутнім простоям через очікування ремонту або через неповне технічне відновлення.

Крім того, виключається можливість цілеспрямованої діагностики технічного стану АТЗ. Унаслідок цього виникає потреба у повній перевірці технічного стану кожного агрегату перед кожним ТО-2, що значно підвищує витрати на проведення діагностування.

Процес вибору та застосування діагностичних засобів також ускладнюється тим, що:

- виробники АТЗ, як правило, не надають інформації щодо взаємозв'язку між діагностичними та конструктивними параметрами елементів тертя;
- засоби вбудованої діагностики впроваджуються повільно та нерівномірно.

У результаті агрегати АТЗ часто направляються на капітальний ремонт передчасно, що створює необґрунтовані економічні втрати.

Відсутність належного обліку та аналізу динаміки зростання витрат на ремонти в залежності від напрацювання також унеможлиблює повноцінну оцінку ефективності експлуатації та знижує конкурентоспроможність техніки на ринку.

У цілому, зазначені недоліки призводять до багаторазового перевищення фактичних витрат на експлуатацію АТЗ порівняно з нормативними, що негативно позначається як на діяльності підприємств, так і на національній транспортній інфраструктурі в цілому.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

1.3 Перспективи вдосконалення системи технічного обслуговування і ремонту

У сучасних умовах, коли агропромислові підприємства (АП) переходять на господарський розрахунок, значення якісної нормативної бази суттєво зростає. Це обумовлено, зокрема, тим, що прибуток має розподілятися між службами підприємства об'єктивно, на основі фактичної ефективності їх роботи.

Основна частина завдань, спрямованих на усунення згаданих раніше недоліків системи ТО і ремонту, має вирішуватись на рівні заводів-виробників автотранспортних засобів (АТЗ), як це практикується у провідних світових автомобільних компаніях, що дбають про конкурентоспроможність своєї продукції. Проте вітчизняна ситуація склалася так, що вирішення більшості таких завдань покладено на сферу експлуатації — тобто безпосередньо на автопідприємства. При цьому централізовано розв'язується лише частина питань, і то зі значним запізненням, оскільки вся експериментальна база даних залишається у розпорядженні виробників.

Відсутність прозорої системи передачі даних і повільне впровадження фірмового обслуговування унеможливають прогнозування, коли і яким чином ця ситуація буде врегульована. У зв'язку з цим фахівці, відповідальні за управління технічним станом АТЗ, повинні не лише володіти методиками нормативного забезпечення, а й самостійно, як і раніше, розв'язувати прикладні завдання безпосередньо в межах АП. Це дає змогу обґрунтовано знижувати витрати на підтримання техніки в справному стані.

Зазначене, у свою чергу, передбачає необхідність організації системи інженерного нагляду та спостережень за технічним станом АТЗ безпосередньо на підприємствах.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Розроблення повного комплексу нормативів ТЕА можливе ще на етапі підготовки АТЗ до серійного виробництва за умови своєчасного формування вичерпної інформаційної бази даних. Це досягається шляхом:

- більш широкого використання експериментальних даних, накопичених заводами-виробниками;
- вдосконалення методів прогнозування ресурсу елементів автомобілів і потреби в операціях ТО для різних умов експлуатації.

Досягнення високої якості нормативів ТЕА — як під час їх розробки, так і при адаптації до конкретних умов — напряду залежить від можливості співставлення результатів досліджень, отриманих за допомогою різних методів урахування ЗВЧ. Саме тому постає потреба у створенні єдиного методологічного підходу, який дозволив би:

- ідентифікувати та порівнювати існуючі методи урахування ЗВЧ;
- оптимізувати наявні класифікації умов експлуатації;
- розробити нові класифікації з обов'язковим включенням їх кількісної оцінки.

Це є вузловою (ключовою) задачею всієї проблематики нормативного забезпечення.

Для підвищення ефективності експлуатації АТЗ також необхідно вдосконалити та розвинути методи нормування в інших напрямках, зокрема:

- структуру, обсяг та оптимальну періодичність планових ремонтів;
- нормування витрат пального;
- прогнозування потреб у запасних частинах тощо [1].

2. СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ

2.1 Опис методів системи технічного обслуговування і ремонту

Оскільки зовнішні впливові чинники (ЗВЧ) мають істотний вплив на реалізацію показників нормованих властивостей автотранспортних засобів (АТЗ), вкрай важливо здійснювати об'єктивну оцінку цих чинників у процесі інженерних спостережень, а також при розробленні й виборі нормативів технічної експлуатації.

На сьогодні застосовуються чотири основні варіанти опису умов експлуатації АТЗ:

1. Якісний опис умов експлуатації
Здійснюється шляхом класифікації за категоріями умов експлуатації, групами складності транспортних умов, кліматичними районами відповідно до положень чинних нормативних документів.

2. Оцінка умов за непрямыми ознаками
В цьому випадку використовуються узагальнені показники експлуатаційних властивостей АТЗ, зокрема: витрати пального, середня швидкість, загальний напрацювання у мотогодинах або кілометрах — без прив'язки до конкретних умов експлуатації.

3. Кількісна оцінка кожного врахованого фактора
Здійснюється за допомогою параметрів, таких як коефіцієнт опору коченню, коефіцієнт використання пробігу, коефіцієнт завантаженості, інтенсивність транспортних перешкод, температура навколишнього середовища тощо.

4. Оцінка умов експлуатації комплексними кількісними показниками складності

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Використовуються інтегральні кількісні показники складності дорожніх (Кд), транспортних (Ктр) та кліматичних (Ккл) умов.

Метод кількісної комплексної оцінки ЗВЧ (ККО ЗВЧ) має такі переваги:

1. Зменшення розмірності факторного простору
Метод дозволяє зменшити тривалість і обсяг випробувань до прийнятних значень, з гарантованою оцінкою впливу кожного окремого чинника, включеного до інтегрального показника складності. Прикладом може бути порівняння моделей 2.1 та 2.3.

2. Відмова від концепції випадковості
Метод дає змогу відмовитися від концепції випадковості зміни технічного стану АТЗ та пов'язаних із нею небажаних наслідків, що знижують якість діагностики та планування обслуговування.

3. Повнота та системність обліку ЗВЧ
Забезпечується однозначний і системний облік усіх впливових чинників, виключається дублювання умов у процесі досліджень. Результати випробувань можуть бути подані у вигляді функцій від відповідних шкал Кд, Ктр, Ккл або ж як одно- чи багатфакторні рівняння регресії різного порядку.

4. Формування інформаційної бази
Метод дозволяє своєчасно формувати повноцінну базу даних шляхом прогнозування та ідентифікації апріорної інформації, оптимізувати існуючі класифікації умов, розробити сучасні методи нормативного забезпечення та створити розрахункові моделі реалізації показників надійності в конкретних умовах.

5. Міжнародна адаптація нормативів
Створюється можливість зіставлення вітчизняних і зарубіжних класифікацій, адаптації нормативів ТЕА до умов конкретної країни без проведення

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

додаткових експериментів — що особливо актуально при імпорті або експорті АТЗ.

6. Коригування нормативів для закордонних умов
Метод дозволяє коригувати нормативи ТЕА з урахуванням умов експлуатації за кордоном, наприклад, використовуючи будівельні норми та паспорти доріг для визначення показників складності дорожніх умов (Кд) [1].

2.2 Загальні положення щодо прогнозування ресурсу елементів агрегатів автотранспортних засобів

Ефективне використання автотранспортних засобів (АТЗ) на етапі їх освоєння (тобто з моменту початку серійного виробництва) та в подальшій експлуатації значною мірою залежить від своєчасної розробки якісних нормативів технічної експлуатації автомобілів (ТЕА), а також від реалізації потенційних властивостей, закладених у конструкцію під час проектування і забезпечених у процесі виробництва.

Для створення нормативів, зокрема щодо структури, обсягу й періодичності виконання комплексів технічного обслуговування та планових ремонтів, необхідно мати інформацію про реалізацію потреб в операціях ТО і фактичний ресурс елементів АТЗ в усьому діапазоні умов експлуатації, для яких призначено конкретний автомобіль.

Однак результати усічених експлуатаційних (полігонних) випробувань дослідних зразків АТЗ, проведених за стандартними їздовими циклами, надають лише одну експериментальну точку. Її, до того ж, досить складно коректно віднести до певної категорії умов експлуатації, особливо при приведенні до базових умов (тобто першої категорії умов експлуатації — КУЕ). Це породжує низку небажаних наслідків, які детально розглянуто в першому розділі.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Щоб забезпечити своєчасне отримання достовірної інформації про реалізацію нормованих властивостей в усьому спектрі умов експлуатації, необхідно застосовувати методи прогнозування. Проте відомі на сьогодні методи прогнозування не враховують специфіку умов експлуатації, або ж передбачають проведення масштабних і тривалих досліджень, які можуть бути реалізовані тільки після запуску серійного виробництва. Це зумовлено відсутністю системності в обліку зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ).

У зв'язку з цим, на основі комплексної кількісної оцінки ЗВЧ, яка забезпечує системний підхід до врахування умов (тобто дозволяє планувати дослідження та виключити випадкове дублювання випробувань), а також шляхом синтезу результатів стендових, режимометричних та усічених полігонних випробувань дослідних зразків АТЗ, було розроблено метод прогнозування потреби в операціях ТО і ресурсу деталей агрегатів АТЗ. Цей метод став подальшим розвитком методики, опублікованої в джерелі [1].

2.3 Методика розрахунку теоретичного ресурсу

Для спрощення розуміння методики розглянемо її на прикладі прогнозування ресурсу деталей автотранспортного засобу (АТЗ) із зазначенням умов її застосування, що пов'язані з прогнозуванням потреби в операціях технічного обслуговування (ТО).

Запропонований експериментально-розрахунковий метод прогнозування ресурсу деталей базується на ширшому використанні результатів традиційних досліджень, які проводяться в процесі підготовки АТЗ до серійного виробництва, порівняно з практикою, яка існує на сьогодні.

Загальна блок-схема алгоритму прогнозування ресурсу деталей агрегатів АТЗ наведена на рисунку 1 [1].

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

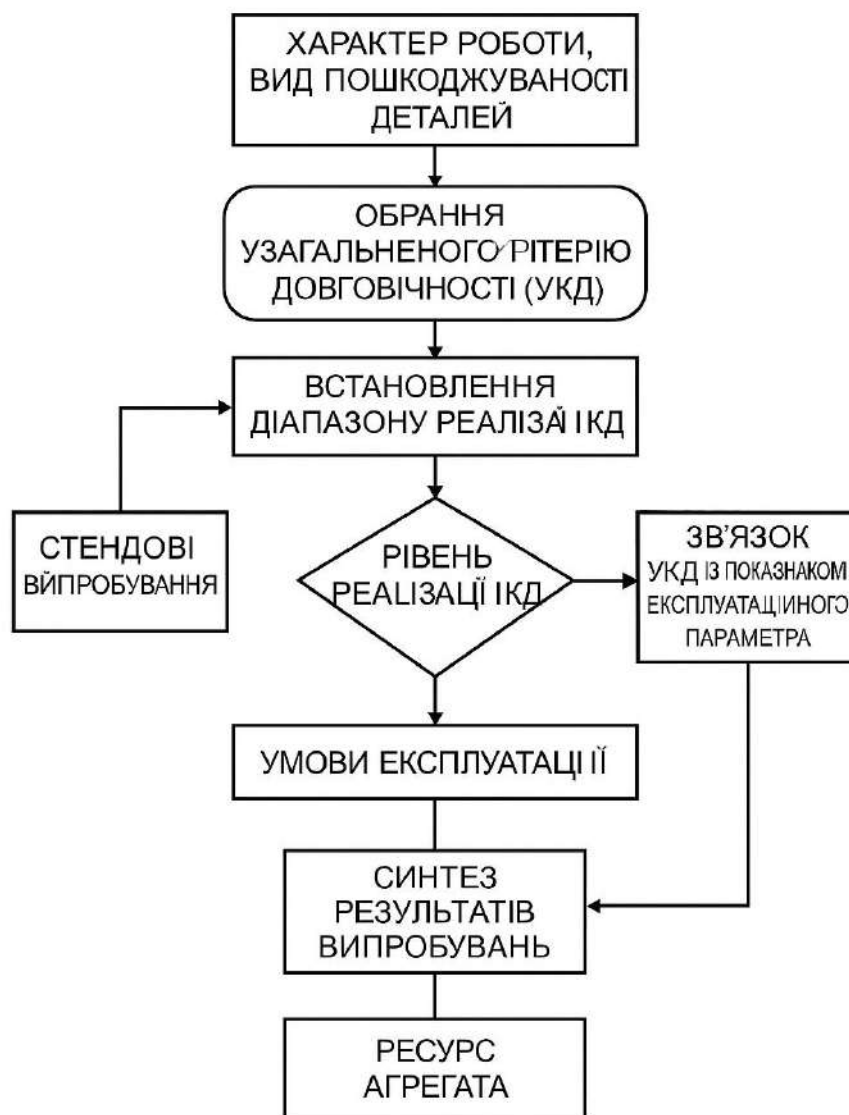


Рисунок 1 – алгоритм прогнозування ресурсу деталей агрегатів АТЗ

У якості узагальненого критерію довговічності (УКД), який відповідає зазначеному типу пошкоджуваності та переліченим вимогам, пропонується величина ресурсної роботи, що може бути визначена за наступним виразом:

$$A_{PCTj} = \frac{J_{пдj}}{U_{jст}} = T_{Tj} \cdot a_{успi}, \quad (1)$$

де:

- A_{PCTj} — ресурсна робота, тобто робота, яку виконує двигун до досягнення граничного зносу j -ї деталі, Дж;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- L_{Dj} — величина гранично допустимого зносу j -ї деталі, мкм (визначається за конструкторською документацією);
- U_{jCT} — інтенсивність зношування j -ї деталі за час стендових випробувань, мкм/Дж;
- T_{Tj} — теоретичний ресурс j -ї деталі в заданих умовах експлуатації, м;
- $a_{срj}$ — середня питома робота, що виконується двигуном на маршруті випробувань АТЗ, Дж/м.

Введене поняття теоретичного ресурсу T_{Tj} дозволяє здійснювати прогнозування на основі відносних характеристик, що особливо важливо на ранніх етапах життєвого циклу АТЗ. Теоретичний ресурс може бути оперативно розрахований за формулою (1).

Важливо зазначити, що ресурс деталей є пропорційним до питомої роботи, яка виконується агрегатом транспортного засобу, що містить ці деталі.

Якщо експлуатаційний ресурс враховує вплив усіх значущих факторів, то теоретичний ресурс відображає вплив лише тих чинників, які визначають питомаю роботу, а отже — й роботу, що може бути виконана агрегатом до досягнення гранично допустимого зносу j -ї деталі. Іншими словами, виконана агрегатом робота формує свою частку в загальному зношуванні деталі до граничного стану.

Якщо розрахувати ресурс деталі, що зазнає зношування виключно під впливом виконуваної роботи, то саме ця величина й буде визначати її теоретичний ресурс.

Відповідно до алгоритму (рисунок 1), наступним кроком є аналіз методів випробувань АТЗ та їх агрегатів, результати яких дають вихідні дані для здійснення прогнозу. При цьому необхідно дотримуватися таких умов:

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- результати прогнозу мають бути отримані до початку серійного виробництва АТЗ і їх агрегатів;
- прогнозна інформація повинна відповідати конкретним поєднанням зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ) та бути достовірною.

Для забезпечення оперативності прогнозу та врахування рівня потенційного ресурсу, досягнутого на етапі проектування, на основі результатів стендових випробувань можна визначити наступні параметри:

$$A_U = 3,6 \cdot 10^6 \cdot N_{cp} \cdot t_u, \quad (2)$$

де:

- A_u — корисна (ефективна) робота двигуна за період стендових випробувань, Дж;
- N_{cp} — середня потужність двигуна під час випробувань, кВт;
- t_u — тривалість випробувань, год.

З огляду на це, інтенсивність зношування j -ї деталі під час стендових випробувань визначається за формулою:

$$U_{jCT} = J_{jCT} / A_U, \quad (3)$$

де:

- J_{jCT} — величина зносу деталі, що виникла в результаті стендових випробувань, мкм.

Якщо експлуатаційний ресурс враховує вплив усіх значущих зовнішніх і внутрішніх чинників, то теоретичний ресурс відображає лише вплив тих факторів, які визначають питому роботу, а відповідно — загальну роботу, яку може виконати агрегат до досягнення гранично допустимого зносу j -ї деталі. Робота, що виконується агрегатом, формує відповідну частку в сумарному зношуванні деталі до граничного технічного стану.

Отже, якщо обчислити ресурс деталі, яка зношується виключно під впливом виконуваної роботи, це і буде теоретичний ресурс.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

У відповідності до алгоритму (рисунок 1), наступним кроком є аналіз методів випробувань АТЗ та їх агрегатів, результати яких надають вихідні дані для прогнозування ресурсу. При цьому мають виконуватись такі ключові умови:

- прогнозні розрахунки повинні бути завершені до початку серійного виробництва АТЗ;
- отримана інформація повинна бути достовірною і відповідати конкретним поєднанням зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ).

З метою дотримання вимог достовірності та оперативності прогнозу, а також для урахування досягнутого при проектуванні потенційного ресурсу, на основі результатів усічених експлуатаційних випробувань обчислюються такі показники.

1. Середня питома робота двигуна при певному поєднанні ЗВЧ:

Формула (4):

$$a_{\text{уср},j} = 1000 N_{e_i} / V_i, \quad (4)$$

де:

$a_{\text{уср},j}$ — середня питома робота, виконувана двигуном АТЗ при i -му поєднанні ЗВЧ, Дж/м;

N_{e_i} — середня потужність двигуна при i -му поєднанні ЗВЧ, кВт;

V_i — середня технічна швидкість АТЗ при i -му поєднанні ЗВЧ, м/с.

2. Ефективна робота двигуна за період експлуатаційних випробувань:

Формула (5):

$$A_{e_i} = a_{\text{уср},j} \cdot l_{u,i}, \quad (5)$$

де:

A_{e_i} — ефективна (корисна) робота двигуна за період випробувань, Дж;

$l_{u,i}$ — пробіг АТЗ за період випробувань при певному поєднанні ЗВЧ,

м.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Розрахунок пробігу за період випробувань:

Формула (6):

$$I_{ui} = T_u \cdot V_{cp.i} , \quad (6)$$

де:

T_u — тривалість експлуатаційних випробувань, с (при цьому $t_u \leq T_u$);

$V_{cp.i}$ — середня технічна швидкість АТЗ за період випробувань, м/с.

4. Інтенсивність зношування j -ї деталі:

Формула (7):

$$U_{jэu} = J_{jэu} / A_{эu} \quad (7)$$

де:

$U_{jэu}$ — інтенсивність зношування j -ї деталі під час експлуатаційних випробувань, мкм/Дж;

$J_{jэu}$ — середній знос j -ї деталі за період випробувань, мкм.

Примітка:

Середній знос J_{jCT} або $J_{jэu}$ визначається шляхом вимірювання зміни розмірів або ваги деталі після контрольного періоду випробувань.

Визначивши таким чином параметри навантаженості деталі та оцінку інтенсивності її пошкодження, розраховують спочатку узагальнений критерій довговічності (УКД) за формулою (1), а потім — коефіцієнт приведення.

Коефіцієнт приведення інтенсивності зношування:

Формула (8):

$$C_{ji} = U_{jст} / U_{jэ} , \quad (8)$$

де:

C_{ji} — коефіцієнт приведення інтенсивності зношування за результатами стендових випробувань;

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

U_{jCT} — інтенсивність зношування j -ї деталі під час стендових випробувань, мкм/Дж;

U_{jE} — інтенсивність зношування j -ї деталі під час експлуатаційних випробувань, мкм/Дж.

У разі використання стендових випробувань, що проводяться на форсованих режимах, які не зустрічаються у звичайній експлуатації, необхідно приводити результати до реальних умов. Це досягається шляхом співставлення зносу з УКД, обчисленням коефіцієнтів прискорення, а далі — коефіцієнтів приведення.

Коефіцієнт приведення C_{ji} також може бути розрахований як відношення ресурсів, з урахуванням чого прогнозування експлуатаційного ресурсу здійснюється за наступним виразом:

Прогнозування експлуатаційного ресурсу:

Формула (9):

$$T_{eji} = (A_{rstj} / a_{usr_i}) \cdot C_{ji}, \quad (9)$$

де:

T_{eji} — експлуатаційний ресурс j -ї деталі двигуна при i -му поєднанні складності умов (Кд, Ктр, Ккл);

A_{rstj} — ресурсна робота деталі до граничного зносу, Дж;

a_{usr_i} — питома робота в умовах i -го поєднання ЗВЧ, Дж/м;

C_{ji} — коефіцієнт приведення.

Цей вираз також можна подати у скороченому вигляді:

Формула (10):

$$T_{eji} = T_{tji} \cdot C_{ji}. \quad (10)$$

де:

T_{tji} — теоретичний ресурс j -ї деталі у відповідних умовах експлуатації;

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_{ji} — коефіцієнт приведення, що враховує відмінності між умовами стендових та реальних випробувань.

Таким чином, використовуючи результати випробувань, отриманих у процесі підготовки АТЗ до серійного виробництва, можна:

- розрахувати теоретичний ресурс;
- визначити коефіцієнти приведення;
- здійснювати прогнозування експлуатаційного ресурсу для різних поєднань умов складності (КІП).

Прогнозування ресурсу елементів АТЗ може також здійснюватися на основі теорії подібності. В її основі лежить положення: знаючи поведінку моделі, можна передбачити поведінку об'єкта в натурі. Теорія розмірної подібності може бути застосована не лише для розрахунку основних параметрів і аналізу їх взаємозв'язків, а й для оцінки реалізації експлуатаційних властивостей.

Враховуючи це, експериментальні дані, накопичені під час досліджень базових моделей АТЗ, можуть використовуватись для прогнозування реалізації експлуатаційних характеристик нових або модифікованих моделей.

Оцінка ресурсу модифікації на основі базової моделі:

Формула (11):

$$T_{ejb} / T_{ejm} = T_{tjb} / T_{tjm}, \quad (11)$$

де:

T_{ejb} , T_{ejm} — експлуатаційні ресурси j -ї деталі відповідно для базової моделі АТЗ та її модифікації;

T_{tjb} , T_{tjm} — теоретичні ресурси тієї ж деталі у відповідних умовах.

Якщо ресурс T_{ejb} представити згідно з формулою (10) як добуток T_{tjb} * C_{jb} , то експлуатаційний ресурс модифікації можна обчислити так:

Формула (12):

$$T_{ejm} = T_{tjm} \cdot C_{jb}. \quad (12)$$

де:

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_{jb} — коефіцієнт приведення, що взято з бази даних на основі результатів досліджень базової моделі.

Висновок:

Згідно з виразом (12), експлуатаційний ресурс модифікації АТЗ може бути розрахований без проведення нових експлуатаційних випробувань, за умови наявності відповідної інформації про базову модель, що дозволяє оптимізувати витрати та скоротити терміни введення нових моделей у серійне виробництво.

Проте використання коефіцієнта C_{jb} для прогнозування може призвести до спотворення результатів, оскільки характер реалізації ресурсу деталі у базовій моделі АТЗ та її модифікаціях не є ідентичним. Щоб уникнути цього, доцільно використовувати середнє значення C_{jb} , оскільки залежності експлуатаційного та прогнозованого ресурсу деталі від відповідних шкал КІП, як правило, перетинаються.

Запропонована експериментально-розрахункова методика дозволяє здійснювати прогнозування ресурсу деталей агрегатів АТЗ для таких випадків:

1. базовий агрегат у складі базового АТЗ;
2. базовий агрегат у складі першої модифікації АТЗ;
3. модифікований агрегат у складі базового АТЗ;
4. модифікований агрегат у складі модифікованого АТЗ.

Застосування цієї методики для прогнозування потреби в операціях технічного обслуговування передбачає вибір або розробку відповідного узагальненого критерію довговічності (УКД) та введення поняття теоретичної потреби в операціях ТО (регулювальних, кріпильних, змащувальних тощо) [1].

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2.4 Результати розрахунку теоретичного ресурсу

Розрахунок проведено на прикладі діаметра шийки підшипника чашки диференціала. Інші обчислення виконані за допомогою створеної комп'ютерної програми.

Упродовж експлуатації заднього моста діаметр шийки поступово зменшується внаслідок зношування. Для визначення теоретичного ресурсу даного елемента скористаємось результатами одного з найдовших стендових випробувань на безвідмовність, проведених за режимами максимальної потужності відповідно до вимог ГОСТ 14846-81 на базі ЯМЗ. Режим передбачає 95% часу роботи на максимальній потужності та 5% — на холостому ході. Загальна тривалість випробування — 1000 годин. Максимальна потужність двигуна ЯМЗ-236 становить 132,4 кВт. В аналогічних умовах функціонує і задній міст автомобіля.

$$A_U = 3,6 \cdot 10^6 \cdot 132 \cdot 0,95 \cdot 1000 = 4,53 \cdot 10^{11} \text{ Дж.}$$

Визначимо ефективну роботу (формула 2):

$$U_{jCT} = 5/4,53 \cdot 10^{11} = 1,104 \cdot 10^{-11} \text{ мкм/Дж.}$$

Визначимо інтенсивність зношування за формулою (3):

$$A_{pCTj} = \frac{80}{4,41688 \cdot 10^{-11}} = 2,9 \cdot 10^{12} \text{ Дж.}$$

Для значень $K_d = 6,2; 9,4; 14,6$ ($K_{тр} = 2,3; K_{кл} = 2,4 - \text{const}$), які вважаються сталими) розрахуємо питомі роботи, що виконуються заднім мостом при відповідних комбінаціях ЗВЧ для базової моделі та модифікацій, скориставшись рівнянням регресії з джерела [1]:

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Рівняння регресії:

$$a_{yb} = 6,6 - 0,42 \cdot K_d + 1,45 \cdot K_{тр} - 2,9 \cdot K_{кл} + 0,05 \cdot K_d^2 - 0,03 \cdot K_{тр}^2 + 0,81 \cdot K_{кл}^2 + 0,02 \cdot K_d \cdot K_{тр} + 0,02 \cdot K_d \cdot K_{кл} - 0,05 \cdot K_{тр} \cdot K_{кл} .$$

Підставляємо значення:

$$K_d = 6,15:$$

$$a_{yb1} = 6,6 - 0,42 \cdot 6,2 + 1,45 \cdot 2,3 - 2,9 \cdot 2,4 + 0,053 \cdot 6,2 \cdot 6,15 - 0,024 \cdot 2,33 \cdot 2,33 + 0,81 \cdot 2,4 \cdot + 0,02 \cdot 6,2 \cdot 2,33 + 0,02 \cdot 6,2 \cdot 2,4 - 0,05 \cdot 2,33 \cdot 2,4 = 7,3;$$

$$a_{yb2} = 6,6 - 0,42 \cdot 9,4 + 1,45 \cdot 2,33 - 2,9 \cdot 2,4 + 0,06 \cdot 9,4 \cdot 9,4 - 0,024 \cdot 2,33 \cdot 2,33 + 0,81 \cdot 2,4 \cdot + 0,021 \cdot 9,4 \cdot 2,33 + 0,02 \cdot 9,4 \cdot 2,4 - 0,05 \cdot 2,33 \cdot 2,4 = 8,866;$$

$$a_{yb3} = 6,6 - 0,42 \cdot 14,6 + 1,45 \cdot 2,33 - 2,9 \cdot 2,4 + 0,053 \cdot 14,6 \cdot 14,6 - 0,024 \cdot 2,33 \cdot 2,33 + 0,81 \cdot 2,4 \cdot + 0,021 \cdot 14,6 \cdot 2,33 + 0,018 \cdot 14,6 \cdot 2,4 - 0,05 \cdot 2,33 \cdot 2,4 = 13,8;$$

Далі, на основі співвідношення між $ARST_j$ та a_{yb} , буде визначено теоретичний ресурс елемента заднього моста в метрах для кожного поєднання КП.

Розрахунок теоретичного ресурсу

Експлуатаційний ресурс j -ї деталі для відповідного поєднання зовнішніх впливових чинників визначається згідно з формулою:

Формула (13):

$$T_{zji} = A_{рстj} / a_{усрі} . \quad (13)$$

де:

T_{zji} — прогнозований експлуатаційний ресурс, тис. км;

$A_{рстj}$ — ресурсна робота, що виконується до граничного зносу, Дж;

$a_{усрі}$ — питома робота при i -му поєднанні ЗВЧ, Дж/м.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Розраховані значення теоретичного ресурсу:

- $T_{тб1} = 2,9 \cdot 10^{12} / 7,26 = 400$ тис. км
- $T_{тб2} = 2,9 \cdot 10^{12} / 8,87 = 330$ тис. км
- $T_{тб3} = 2,9 \cdot 10^{12} / 13,78 = 220$ тис. км

Визначення експлуатаційного ресурсу за формулою (10):

$$T_{еj} = T_{тj} * C_{jб}$$

де $C_{jб}$ — коефіцієнт приведення (0,43; 0,49; 0,7 для кожного з варіантів).

- $T_{эб1} = 400 * 0,43 = 172$ тис. км
- $T_{эб2} = 330 * 0,49 = 160$ тис. км
- $T_{эб3} = 220 * 0,70 = 150$ тис. км

Таблиця 1 – Результати розрахунку ресурсу діаметра шийки підшипника чашки диференціала

КД	ТТБ, ТИС. КМ	ТЭБ, ТИС. КМ	СБ
6,15	400	172	0,43
9,40	330	160	0,49
14,60	220	150	0,70

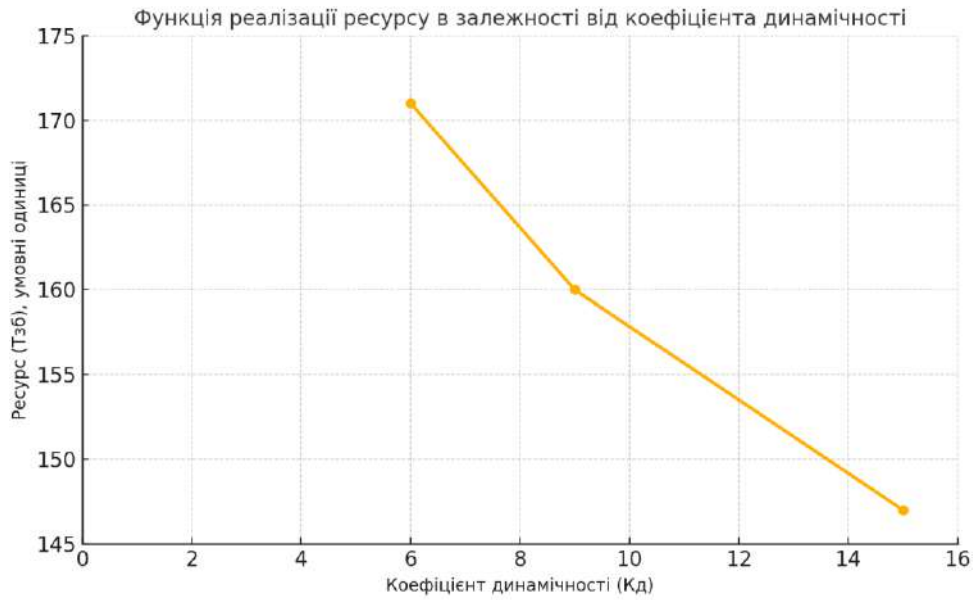


Рисунок 2 - функції реалізації ресурсу в залежності від коефіцієнта динамічності (Кд)

Коефіцієнти приведення до базового варіанта:

Обчислимо коефіцієнти K_i за формулою:

$$K_i = T_i / T_6$$

- $K_1 = T_1 / T_6 = 1,00$
- $K_2 = T_2 / T_6 = 0,93$
- $K_3 = T_3 / T_6 = 0,857$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ

Арк.

36

3 ВСТАНОВЛЕННЯ СТРУКТУРИ, ОБСЯГУ ТА ПЕРІОДИЧНОСТІ ПЛАНОВИХ ЗАМІН

3.1 Загальні положення

Сучасні економічні, матеріальні та технічні умови не дозволяють забезпечити однакову зносостійкість усіх елементів автотранспортного засобу (АТЗ). Крім того, значна варіативність зовнішніх впливових чинників (ЗВЧ) спричиняє додаткове розсіювання ресурсу деталей.

Це, у свою чергу, обумовлює необхідність заміни певних елементів агрегатів у процесі експлуатації, формуючи тим самим структуру ремонтів для кожної моделі АТЗ. Кількість замін у цій структурі, а також пов'язані з ними трудові й матеріальні витрати, визначають потенційну ефективність використання транспортного засобу.

Отже, зниження кількості відмов, трудомісткості ремонтних робіт та простоїв АТЗ доцільно здійснювати на основі економічно обґрунтованого аналізу планових замін.

Етапність визначення планових замін

Розробку планових замін доцільно проводити у два етапи:

- Перший етап — встановлення стратегії замін деталей агрегатів АТЗ.
- Основним завданням є групування деталей у ресурсні групи (РГ) на основі прогнозованих даних щодо ресурсу.

Для цього ресурси окремих деталей агрегату, розраховані для базового поєднання КПП, розміщують на паралельних лініях у порядку зростання. Це дозволяє:

- визначити межі кожної ресурсної групи;

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виявити елемент з найменшим ресурсом у групі, заміна якого й диктуватиме потребу у виконанні відповідного виду технічних робіт.

Умови формування ресурсних груп

Встановлення деталей, які визначають момент заміни, повинно відповідати нерівності:

$$T'o \leq T_i < T''o$$

де:

$T'o$ — ресурс деталі, що визначає поточну РГ;

$T''o$ — ресурс деталі, що визначає наступну РГ;

T_i — ресурс i -ї деталі, що належить до встановлюваної РГ.

Крім того, значення T_o повинне відповідати ймовірності безвідмовної роботи не менше 90%.

У деяких випадках складно чітко віднести елемент до тієї чи іншої групи. Заміна низки деталей разом із визначальною може спричинити втрати невикористаного ресурсу, які мають бути мінімальними або компенсуватись зменшенням розбірно-складальних витрат на агрегат.

Оптимізація кількості планових замін (ПЗ)

Завдання оптимізації полягає в мінімізації сумарних питомих витрат на заміну деталей агрегату протягом періоду експлуатації до заміни елемента, що визначає кінцеву ситуацію замін в i -му варіанті кількості РГ.

Цільова функція оптимізації:

$$C_{\Sigma i} = \frac{\sum_{j=1}^n (C_{gj} + C_{zj} + C_{yj}) \cdot K_{nj}}{T_{o_max_i}} \rightarrow \min \quad , \quad (14)$$

де:

$C_{\Sigma i}$ — сумарні питомі витрати на заміну деталей в i -му варіанті ресурсного групування, грн/км;

C_{gj} — вартість замінюваних деталей j -ї РГ, грн;

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

S_{zj} — вартість виконання робіт з їх заміни, грн;

S_{uj} — втрати через простої АТЗ під час заміни, грн;

K_{nj} — коефіцієнт повторюваності заміни деталей j -ї РГ у межах напрацювання $T_{o\ max\ i}$;

$T_{o\ max\ i}$ — ресурс деталі, що визначає останню (n -ту) ситуацію замін у i -му варіанті кількості РГ, тис. км.

Примітка:

У формулі (14) враховано повну економічну модель вартості планових замін, що охоплює не лише вартість деталей і робіт, а й економічні втрати від простою техніки.

Оцінка вартості робіт та визначення повторюваності замін

Вартість робіт із заміни деталей визначається на основі:

- результатів оцінювання ремонтпридатності дослідних зразків АТЗ;
- або шляхом використання чинних нормативів трудомісткості та тарифно-кваліфікаційних нормативів.

Для кожної ресурсної групи визначається коефіцієнт повторюваності замін K_{nj} , який розраховується за формулою:

Формула (15):

$$K_{nj} = \frac{T_3}{T_{nj}} \quad (15)$$

де:

K_{nj} — коефіцієнт повторюваності замін деталей j -ї ресурсної групи;

$T_{o\ max\ i}$ — ресурс деталі, що визначає останню (n -ту) ситуацію замін у i -му варіанті РГ, тис. км;

T_{oj} — ресурс визначальної деталі j -ї РГ, тис. км;

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{рj}$ — коефіцієнт, що враховує величину вторинного ресурсу деталі, визначається як відношення вторинного ресурсу до первинного.

Оптимізація структури та обсягу замін

Порівнюючи обчислені на ЕОМ питомі витрати СΣі на планові заміни (за формулою 14) для різних варіантів формування ресурсних груп, визначають оптимальний варіант з мінімальними питомими витратами. Саме цей варіант і приймається як базовий для визначення структури та обсягу замін деталей відповідного агрегата АТЗ.

Спрощення при оптимізації: використання теоретичного ресурсу

Під час оптимізації кількості планових замін (ПЗ) допустимо оперувати теоретичним ресурсом деталей агрегата. У такому разі прогнозування експлуатаційного ресурсу здійснюється лише для визначальних деталей, що значно скорочує обсяг розрахунків.

Формування обсягу і груп операцій ТО

Обсяг і кількість груп операцій технічного обслуговування агрегатів визначається за аналогією з обсягом і кількістю ПЗ деталей — на основі прогнозованої потреби в операціях ТО. Однак може виявитися, що варіант із найменшими витратами супроводжується максимальною кількістю груп операцій ТО, що призводить до збільшення простоїв АТЗ.

Тому під час остаточного вибору оптимального варіанта необхідно враховувати не лише абсолютне мінімум витрат, а й:

- інтенсивність зниження витрат у порівнянні з іншими варіантами;
- кількість груп операцій ТО.

Раціональним слід вважати той варіант, де витрати лише незначно перевищують мінімальні, а кількість груп операцій є суттєво меншою.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Висновок

Зазначений підхід дозволяє:

- своєчасно встановлювати економічно обґрунтовані строки служби агрегатів;
- оптимізувати структуру замін і операцій технічного обслуговування;
- забезпечити підвищення ефективності та надійності експлуатації АТЗ.

3.2 Результати встановлення структури та обсягів планових замін

Для проведення економічних розрахунків відповідно до методики, викладеної в розділі 3, необхідна така інформація:

- вартість нових деталей для заміни;
- нормативи трудомісткості виконання ремонтних робіт;
- тарифні ставки відповідних розрядів.

На основі розрахованого теоретичного ресурсу (див. пункт 2.4), відповідно до обраної методики, виникає потреба у формуванні варіантів поєднань деталей у ресурсні групи. Після цього для кожного з варіантів виконується економічна оцінка витрат на проведення замін.

Економічний розрахунок для першого варіанту

(див. рисунок 1)

Ресурсна група 1

Таблиця 2 – Перелік деталей, що підлягають заміні в межах першої ресурсної групи

Розрахунок загальних витрат на заміну деталей

Використовуючи дані про вартість нових деталей та нормативи трудомісткості, отримуємо:

$$Cz1 = 1,23 \times 72,5 + 0,3 \times 65 = 108,7 \text{ грн}$$

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Сумарна трудомісткість виконання ремонтних робіт:

$$T_{заг} = 1,53 \text{ люд.-год}$$

Визначення коефіцієнта повторюваності замін деталей K_{nj}

$$K_{nj} = \left(1 + \frac{276,12 - 251,58}{251,58 \cdot 0,3}\right) = 1,325$$

Розраховується за формулою (15) на основі ресурсу визначальної деталі групи та її вторинного ресурсу.

Сумарні питомі витрати на заміну

Відомо, що вартість простою АТЗ протягом однієї години становить 1062,5 грн. З урахуванням витрат на деталі, роботу та простої обчислюється загальний рівень питомих витрат:

$$C_{з1} = \frac{(3411,41 + 108,7 + 1,53 \cdot 1062,5) \cdot 1,325}{251,58} = 27,1 \text{ грн/км}$$

$$C_{\Sigma} = 22785 + 27,1 = 22812,1 \text{ грн/км}$$

$$C_{\Sigma 1} = 27,1 \text{ грн/км}$$

Висновок

Після проведення розрахунків по всіх варіантах поєднання деталей у ресурсні групи встановлено, що найменші витрати спостерігаються у варіанті №2. Таким чином, другий варіант приймається як оптимальний варіант планових замін.

Для контролю зносу визначальної деталі планової заміни №2 здійснюється моніторинг зносу гнізда підшипника вала ведучої шестерні шляхом встановлення відповідного датчика контролю зносу (див. додаток Б).

Це дозволяє достовірно встановити структуру та обсяг планових замін.

Подальший крок — встановлення періодичності

Наступним етапом є визначення періодичності виконання кожної планової заміни. Для цього необхідно:

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

• спрогнозувати експлуатаційний ресурс деталі, що визначає відповідну заміну;

• скористатися графічним методом на основі рисунку 2;

• рисунок 1 (схема ресурсу/поєднання);

• рисунок 2 (графік періодичності ПЗ);

					<i>КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4 ТЕХНОЛОГІЯ РОЗБИРАННЯ ЗАДНЬОГО МОСТА ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПЛАНОВОЇ ЗАМІНИ

Розбирання заднього моста виконується в наступній послідовності:

Задній міст є провідним і складається з центрального редуктора та двох планетарних колісних передач.

Центральний редуктор

Центральний редуктор включає пару конічних шестерень із круговими зубцями та міжколісний конічний диференціал.

Будову центрального редуктора заднього моста наведено на рисунку 2.

Колісна передача

- Колісна передача (див. рисунок 3) являє собою планетарний редуктор, який складається з циліндричних прямозубих шестерень із зовнішнім і внутрішнім зачепленням. Ведуча шестерня (4) встановлена на шліцах напівосі (6).

- Сателіти (14) змонтовані на підшипниках кочення та встановлені на осях (10), які закріплені в гніздах водила (12).

- Водило кріпиться до кільця ступиці задніх коліс.

- Ведена шестерня (15) з внутрішнім зачепленням змонтована через ступицю (16) на шліцевому кінці цапфи картера. Вона фіксується від осьового зсуву гайками (2, 23).

- Осьове переміщення напівосі (6) обмежується сухарем (7) і упором (8).

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

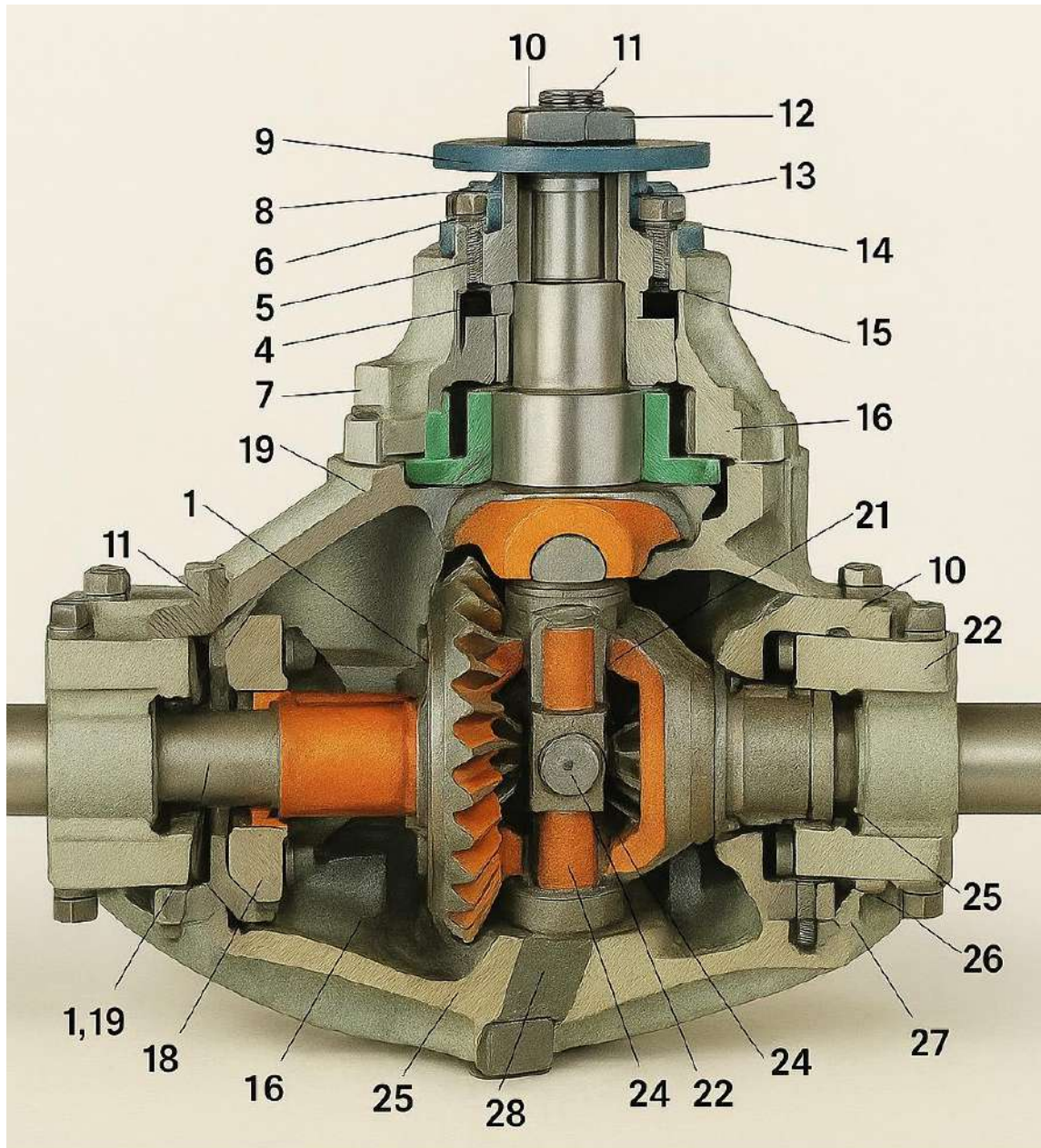


Рисунок 3 – Центральний редуктор заднього моста

Позначення елементів:

1, 19 – півосі; 2, 23 – чашки диференціала; 3 – ведена шестерня; 4, 7, 22 – підшипники; 5 – ведуча шестерня; 6, 16 – регулювальні прокладки; 8 – сальники; 9 – фланець; 10 – гайка; 11 – шайба; 12 – ущільнювач; 13 – кришка; 14 – болт; 15 – картер підшипників; 17 – сателіт; 18 – упорне кільце; 20 – гайка підшипника диференціала; 21 – кришка підшипника; 24 – хрестовина;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25.21197.000.ПЗ

Арк.

45

25 – шестерня півосева; 26 – шайба; 27 – стопор гайки підшипника; 28 – картер моста

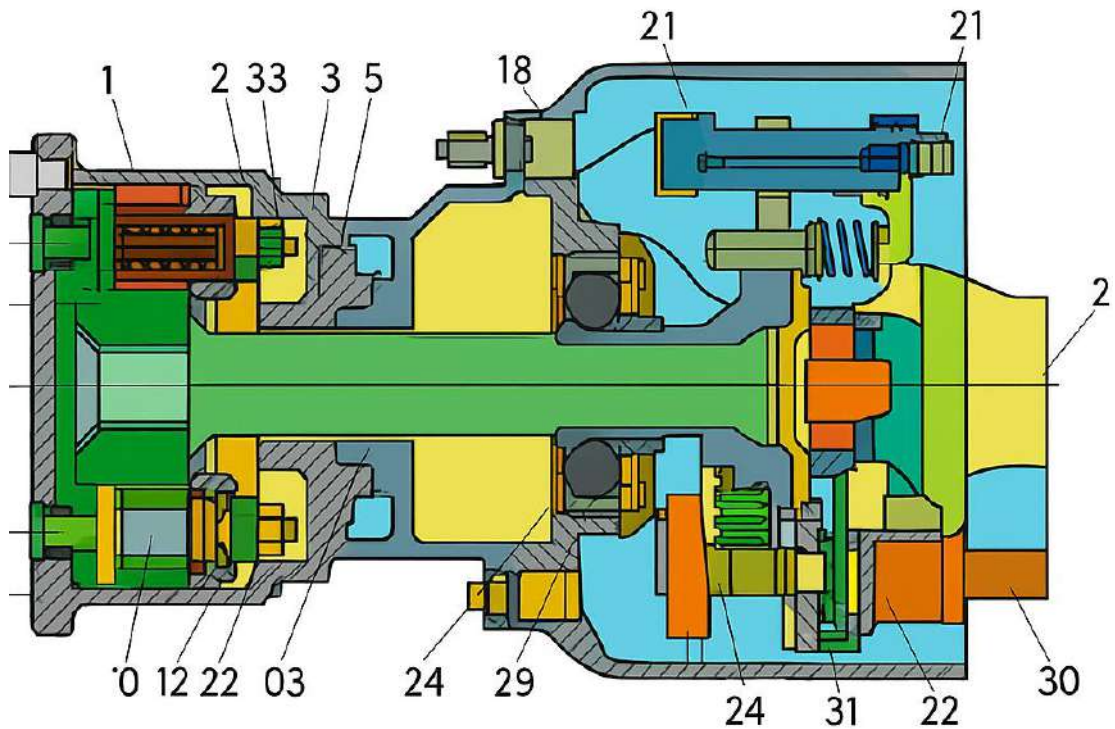


Рисунок 4 – Колісна передача

Позначення елементів:

1 – шайба; 2, 33 – гайки; 3, 5 – пробки; 4 – ведуча шестерня; 6 – піввісь;
 7 – сухар; 8 – упор півосі; 9 – кришка; 10, 22 – осі; 11 – голчастий підшипник;
 12 – водило; 13 – ущільнювальне кільце; 14 – сателіт; 15 – ведена шестерня;
 16, 17 – маточини; 18 – підшипник; 19, 20 – болти; 21 – щит; 23 – розтискний кулак;
 24 – пружина; 25 – маслоуловлювач; 26 – сальник; 27 – кришка сальника;
 28 – гальмівна колодка; 29 – гальмівний барабан; 30 – болт; 31 – підшипник;
 32 – ущільнювальне кільце

Продовження розбирання заднього моста

Ремонт провідних мостів

Ремонт передбачає заміни зношених або пошкоджених деталей. Розбирання центральних редукторів середнього та заднього мостів рекомендується виконувати за допомогою універсального знімача (див. рисунок 4) та комплекту оправок (див. рисунок 5).

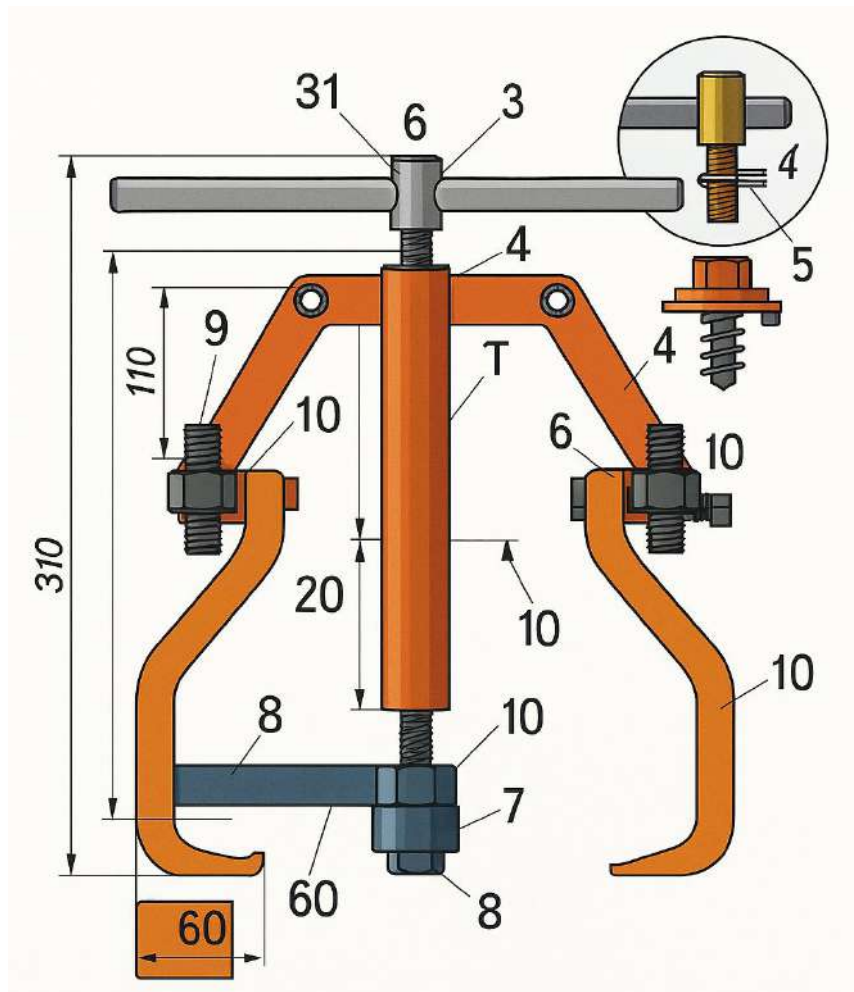


Рисунок 5 – Універсальний знімач для демонтажу підшипників середнього та заднього мостів

Позначення елементів:

1 – ручка; 2 – гвинт; 3 – палець; 4 – шплінт; 5 – шайба; 6 – упорна п'ята; 7 – кільце; 8 – захват; 9 – болт; 10 – траверса

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ

Арк.

47

Заміна сальників ведучої конічної шестерні

1. Від'єднайте карданний вал
2. Розшпінтуйте та відкрутіть гайку кріплення фланця (позиція 9), зніміть ущільнювач і фланець
3. Відкрутіть болти та зніміть кришку (позиція 13) із сальниками
4. Замініть сальники, заповнивши їх внутрішню порожнину мастилом Літол-24
5. Зберіть вузол у зворотній послідовності

Сальники запресовуються в кришку до упору в опорний буртик за допомогою оправки.

Гайку (позиція 10) кріплення фланця затягнути з моментом 441–588 Н·м (44–59 кгс·м) та обов'язково зашпінтувати.

Зняття редуктора

Для зняття редуктора виконайте такі дії:

1. Злийте мастило з картера моста (відкрутивши зливну і заливну пробки)
2. Від'єднайте карданний вал
3. Зніміть кришки (позиція 9) колісних передач
4. Вийміть напівосі разом із ведучими шестернями (позиція 4) колісних передач

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

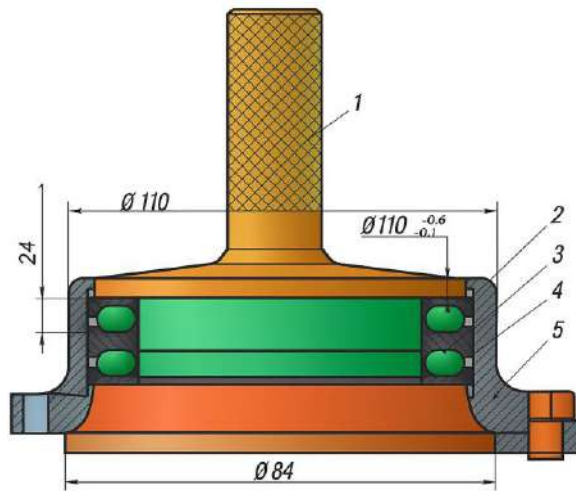


Рисунок 6 – Оправка для запресовування сальників у кришки середнього та заднього мостів: 1 - оправка; 2, 3 - сальники; 4 – кільце; 5 – кришка

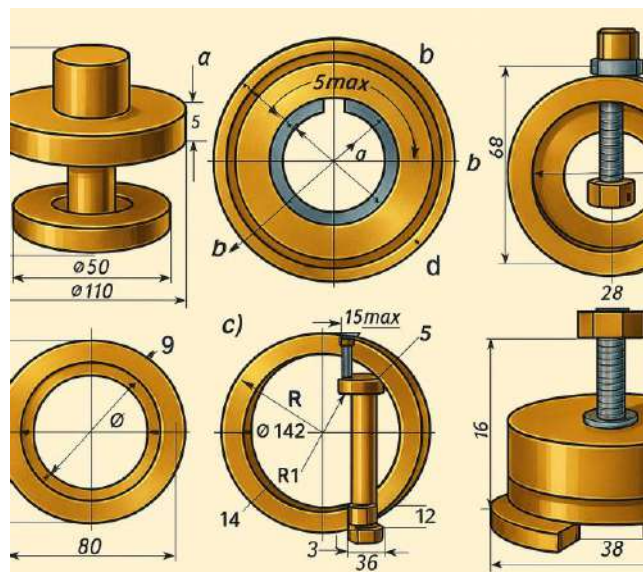


Рисунок 7 — Комплект оправок до універсального знімача для демонтажу підшипників середнього та заднього мостів

Позначення:

- а — опора для зняття внутрішнього кільця підшипника диференціала та внутрішнього кільця зовнішнього підшипника ступиці середнього і заднього мостів;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ

Арк.

49

- в — оправка для зняття внутрішнього кільця внутрішнього підшипника ведучої шестерні;
- с — оправка для зняття внутрішнього кільця зовнішнього підшипника циліндричної шестерні середнього моста;
- d — опора для зняття внутрішнього кільця циліндричного підшипника міжмостового диференціала;
- 1, 4 — півкільця;
- 2, 5 — кільця;
- 3, 6 — болти.

Зняття редуктора

1. Відкрутіть гайки шпильок, які кріплять редуктор до картера моста (за винятком двох верхніх);
2. Підкотіть тележку з підйомником під редуктор;
3. Забезпечивши надійну опору, відкрутіть дві верхні гайки;
4. За допомогою двох демонтажних болтів, встановлених у фланець кріплення редуктора, зніміть редуктор з картера.

Розбирання редуктора

Розбирання редуктора проводиться на спеціальному поворотному стенді. У разі його відсутності дозволено використання низького слюсарного верстака висотою 500–600 мм.

Послідовність розбирання:

1. Зніміть ведучу шестерню (позиція 5) разом із підшипниками в зборі;
2. Зніміть стопори та викрутіть гайки (позиція 20) підшипників диференціала;
3. Демонтуйте кришки (позиція 21) підшипників диференціала;

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

4. Відкрутіть болти кріплення чашок диференціала, скориставшись демонтажними болтами для роз'єднання диференціала (сателіти, напівосьові шестерні, упорні шайби);

5. При необхідності — зніміть підшипники (позиція 22) диференціала за допомогою знімача (див. рисунок 7).

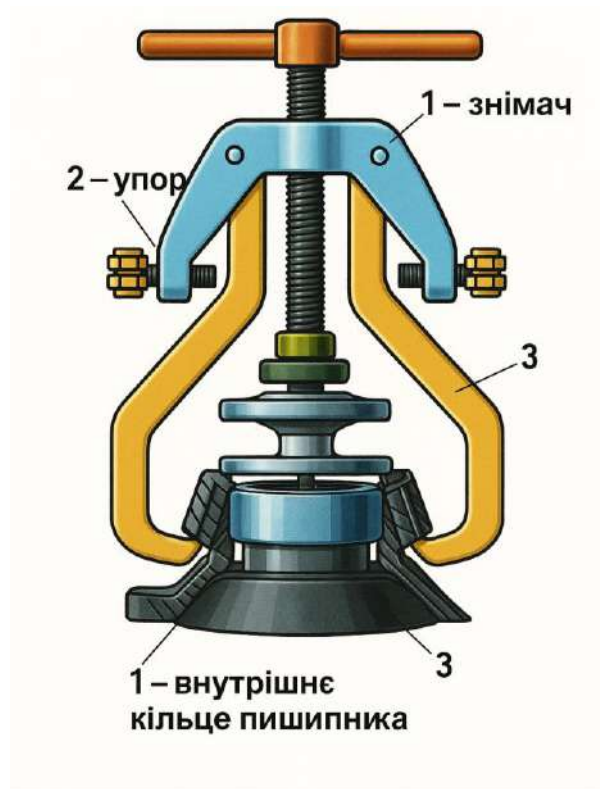


Рисунок 8 — Зняття внутрішнього кільця підшипника диференціала

Позначення елементів:

- 1 — знімач
- 2 — опора
- 3 — внутрішнє кільце підшипника

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ

Арк.

51

Зняття ведучої шестерні та підшипника

1. Затисніть ведучу шестерню в лещатах із м'якими накладками на губках (з кольорового або м'якого металу — наприклад, алюмінію або міді);
2. Зніміть фланець (позиція 9) ведучої шестерні;
3. Зніміть кришку (позиція 13) разом із сальником;
4. Демонтуйте корпус (позиція 15) разом із підшипниками;
5. За допомогою спеціального знімача (див. рисунок 8) зніміть внутрішнє кільце конічного підшипника з вала ведучої шестерні.

Наступний крок — оформлення рисунка 8, який ілюструє процес зняття підшипника ведучої шестерні, або підготовка до зворотного складання та оформлення технологічної карти.

Чи бажаєш побачити рисунок 8 або переходити до наступного розділу (збирання/діагностика/контроль)?

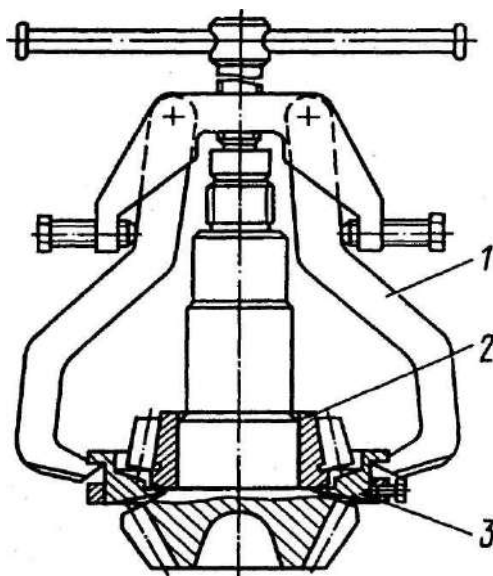


Рисунок 9 – Зняття внутрішнього кільця внутрішнього підшипника ведучої шестерні заднього моста:

1 — знімач;

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

2 — внутрішнє кільце підшипника;

3 — оправка.

У випадку необхідності випресуйте зовнішні обойми підшипників ведучої шестерні з корпусу підшипників за допомогою знімача без кільця (див. рисунок 9).

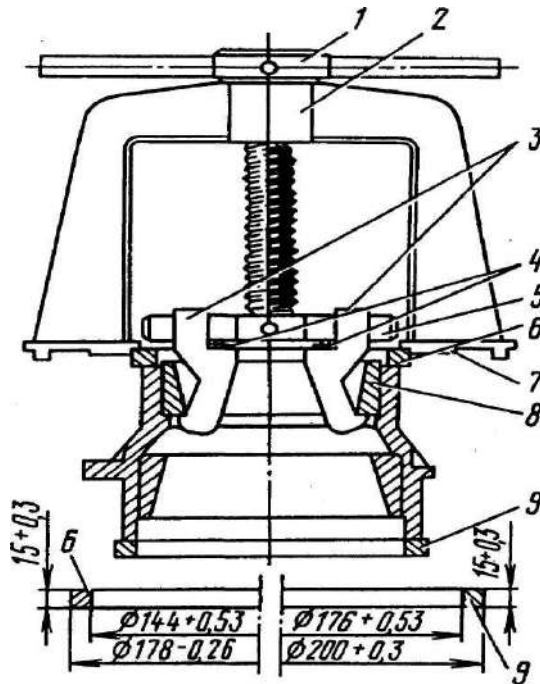


Рисунок 9 – Зняття зовнішніх кілець підшипників ведучої шестерні середнього і заднього мостів:

Позначення:

1 — гайка; 2 — знімач; 3 — захвати; 4 — болти; 5 — скалка; 6, 9 — кільця; 7 — упор; 8 — зовнішнє кільце підшипника.

Огляд і дефектація деталей центрального редуктора

Після розбирання всі деталі центрального редуктора необхідно ретельно промити і візуально оглянути. Зверніть увагу на такі параметри:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ

Арк.

53

Підшипники

- На робочих поверхнях не повинно бути: вибоїн, тріщин, вм'ятин, ознак шелушіння.

Зубчасті колеса (шестерні)

- Заборонені пошкодження: сколи, обломи, тріщини, вищерблення цементованого шару, раковини.
- У разі незначної ступенчатої виробітки зубців допускається їх зачистка.

Забоїни і заусенці слід видалити механічним способом.

Боковий зазор

- Зношування зубців кутових шестерень визначається по величині бокового зазору при правильному зацепленні (оцінюється за плямою контакту).
- При перевищенні зазору до 0,8 мм і появі шуму в редукторі, шестерні підлягають заміні.
- Заміна ведучої або веденої шестерні здійснюється лише комплектно, оскільки вони підбираються попарно на заводі (по зазору, контакту, номеру).

Огляд деталей диференціала

- Огляньте: шийки хрестовини, отвори і сферичні поверхні сателітів, опорні поверхні шестерень півосей, опорні шайби, торцеві поверхні чашок.
- Всі ці поверхні повинні бути без задирів.

Втулки сателітів

- При значному зношуванні або ослабленні посадки — замінити.
- Після запресування нову втулку розточити до $\varnothing (32 \pm 0,05)$ мм.

Опорні шайби

- Бронзові шайби, якщо зношені — замінити.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Товщина нових шайб: 1,5 мм.

Чашки диференціала

- У разі необхідності заміни однієї чашки — змінювати комплектно обидві.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Проведена в рамках курсового проекту робота ще раз підтверджує наявність значних недоліків у діючій системі технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) автотранспортних засобів. Аналіз показав, що недосконалі нормативи періодичності технічного обслуговування спричиняють необґрунтоване зростання витрат — як у випадку передчасного обслуговування, так і при запізненому проведенні регламентних робіт, що призводить до підвищеного зносу сполучень і вузлів.

Очевидним є той факт, що одним із найефективніших способів підвищення прибутковості виробництва є оптимізація витрат, у тому числі за рахунок вдосконалення системи обслуговування техніки. У цьому контексті підвищення конкурентоспроможності вітчизняного автотранспортного комплексу на пряму залежить від впровадження сучасних методів діагностики, прогнозування ресурсу та інноваційних підходів до експлуатації автотранспортних засобів на автотранспортних підприємствах (АТП).

Таким чином, результати даної роботи можуть бути використані як основа для розробки пропозицій щодо вдосконалення системи ТО і Р, що, у свою чергу, сприятиме зниженню експлуатаційних витрат, підвищенню ефективності автопарків і забезпеченню більш тривалого ресурсу техніки.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борецький Б.І., Лисенко О.А. Технічна експлуатація автомобілів. — Київ: Ліра-К, 2020. — 392 с.
2. Boretskyi B.I., Lysenko O.A. Vehicle Technical Operation. — Kyiv: Lira-K, 2020. — 392 p.
3. Руденко А.О., Кузьменко А.В. Організація технічного сервісу автомобілів: навчальний посібник. — Харків: ХНАДУ, 2019. — 236 с.
4. Rudenko A.O., Kuzmenko A.V. Organization of Vehicle Technical Service: Textbook. — Kharkiv: KhNADU, 2019. — 236 p.
5. Національний транспортний університет. Методичні рекомендації до курсового проекту з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів». — Київ: НТУ, 2023. — 47 с.
6. National Transport University. Guidelines for Course Project in the Discipline "Vehicle Technical Operation". — Kyiv: NTU, 2023. — 47 p.
7. Державний стандарт України ДСТУ 3649:2010. Автотранспортні засоби. Терміни та визначення понять. — К.: Держспоживстандарт України, 2010.
8. Ukrainian State Standard DSTU 3649:2010. Motor Vehicles. Terms and Definitions. — Kyiv: Derzhspozhyvstandart, 2010.
9. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. — Geneva: International Organization for Standardization, 2015.
10. Sergienko A., Bondarenko I. Predictive maintenance of vehicle systems: European experience and prospects for implementation in CIS. // Automobile Engineering, 2020, Vol. 5(2), pp. 15–22.
11. Brezinski K., Müller B. Maintenance optimization in vehicle fleets using digital twin models. // Journal of Transportation Technologies, 2021, Vol. 11(3), pp. 45–56.

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

12. Bishop R., Harper K. Intelligent Vehicle Technologies. — London: Taylor & Francis Group, 2020. — 302 p.

13. Bosch Automotive Handbook. Service, Maintenance and Diagnostics. — 10th ed. — Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2021. — 576 p.

14. Tschöke H., Seiffert U. Handbook of Automotive Engineering. — Berlin: Springer Vieweg, 2022. — 544 p.

					<i>КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

ДОДАТКИ

					КРБАТ 25. 21197.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59