

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Автомобілів
(повна назва кафедри)

на здобуття освітнього ступеня

магістр
(назва освітнього ступеня)
на тему: Проектування технічного обслуговування та ремонту коробки
передач вантажного автомобіля з його дослідженням

«Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

Владислав
КИФОРЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ Михайло ЛЕВКОВИЧ _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____
(підпис) _____ (ім'я та прізвище)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)
«14» листопада 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Кифоренку Владиславу Вадимовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування технічного обслуговування та ремонту коробки передач вантажного автомобіля з його дослідженням

Керівник роботи Гевко Іван Богданович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 14 » листопада 2025 року № 4/7-972

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 грудня 2025

3. Вихідні дані до роботи Базовий ТП технічного обслуговування та ремонту коробки передач вантажного автомобіля

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Стойка трансмісійна – 1А1.

Знімач для розбирання КПП – 1А1.

Стенд для розбирання та складання КПП – 2А1.

Основні операції випробування коробок перемикачів – 1А1.

Стенд для випробування коробок перемикачів – 1А1.

Результати наукових досліджень – 1А1.

План ділянки для ремонту КПП – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, ім'я та прізвище консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 14.11.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	18.11.25	
2	Технологічний розділ	25.11.25	
3	Конструкторський розділ	02.12.25	
4	Науково-дослідний розділ	09.12.25	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12.25	
6	Оформлення графічної частини	16.12.25	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра		

Студент

(підпис)

Владислав КИФОРЕНКО

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Іван ГЕВКО

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проектування технічного обслуговування та ремонту коробки передач вантажного автомобіля з його дослідженням».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н. професор Гевко Іван Богданович.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 61 сторінки формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 1 сторінка додатків.

Ключові слова: обладнання, інструмент, аналіз, ремонт, конструкція.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Аналіз конструкції та принципу роботи коробок передач вантажних автомобілів.....	8
1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	14
2.1 Вдосконалення технологічного процесу ремонту коробки передач в умовах автотранспортного підприємства.....	14
2.2 Розрахунок кількості устаткування на дільниці.....	21
2.3 Технологічні та планувальні рішення дільниці ремонту коробок передач після модернізації.....	24
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	27
3.1 Стенд для розбирання коробки передач.....	27
3.2 Стендове обладнання для навантажувальних випробувань коробок передач.....	31
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	39
4.1 Постановка задачі щодо пошуку сучасних технічних рішень.....	39
4.2 Оцінювання ефективності методів діагностики коробок передач вантажних автомобілів.....	46
4.3 Розрахунок сумарного індексу ефективності.....	46
4.4 Удосконалення та пропонування нових технологічних операцій діагностики та ремонту коробок передач.....	48
4.5 Нові технологічні операції, рекомендовані для впровадження.....	49
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	51
5.1 Вимоги безпеки до приміщення і площадки для зберігання та ремонту автомобілів.....	51
5.2 Шляхи реалізації завдань ЦЗ.....	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	59

ВСТУП

Розвиток автомобільного транспорту та зростання інтенсивності вантажних перевезень вимагають підвищення надійності, економічності та безпеки експлуатації транспортних засобів. Значну роль у забезпеченні працездатності вантажних автомобілів відіграє трансмісія, а саме коробка передач, яка забезпечує оптимальний режим роботи двигуна, передавання крутного моменту та адаптацію автомобіля до різних дорожніх і вантажних умов. Від технічного стану коробки передач залежать динамічні якості автомобіля, паливна економічність, рівень зношування силового агрегату та загальна ефективність транспортного процесу.

У процесі експлуатації коробка передач піддається значним силовим і термічним навантаженням, що призводить до зношування її деталей, появи відмов та зниження технічних характеристик. Несвоєчасне або нераціональне технічне обслуговування та ремонт можуть спричинити збільшення витрат на утримання рухомого складу, підвищення простоїв і, як наслідок, зменшення рентабельності автотранспортних підприємств. Тому розроблення науково обґрунтованих заходів з технічного обслуговування, діагностики та ремонту коробки передач є важливим завданням сучасної транспортної галузі.

Проектування ефективного технологічного процесу ремонту потребує глибокого аналізу конструкції коробки передач, закономірностей зношування її елементів, умов та режимів експлуатації, а також вивчення причин виникнення відмов. Додаткової уваги потребує вибір спеціалізованого обладнання та інструментів, визначення оптимальних технологічних операцій, розроблення методів діагностування та контролю технічного стану агрегату. Поєднання аналітичних і дослідницьких методів дозволяє не лише проектувати технологію обслуговування та ремонту, але й обґрунтувати її ефективність з точки зору надійності, безпеки та ресурсу роботи коробки передач.

Актуальність теми також зумовлена необхідністю підвищення міжремонтного пробігу, зниження експлуатаційних витрат, поліпшення умов праці ремонтного персоналу та впровадження сучасних технологій діагностики. У цьому контексті дослідження технічних аспектів роботи коробки передач та

розроблення раціональних рішень щодо її обслуговування є важливими як для автотранспортних підприємств, так і для виробничо-ремонтних організацій.

Мета магістерської роботи полягає в проєктуванні технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту коробки передач вантажного автомобіля з урахуванням результатів її дослідження, а також у підвищенні ефективності та надійності експлуатації агрегату. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити комплекс завдань, що включають аналіз конструкції коробки передач, визначення основних несправностей, розроблення технології діагностування, вибір обладнання та методів ремонту, а також дослідження факторів, що впливають на довговічність і працездатність агрегату.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз конструкції та принципу роботи коробок передач вантажних автомобілів

Коробка передач (КПП) у вантажних автомобілях є ключовим агрегатом трансмісії, що забезпечує адаптацію крутного моменту двигуна до змінних дорожніх умов, маси вантажу та режимів руху транспортного засобу. Основними завданнями КПП є:

- трансформація частоти обертання та крутного моменту;
- забезпечення рухання автомобіля з місця при високих масах;
- підтримання оптимальних швидкісних режимів роботи двигуна;
- забезпечення руху заднім ходом;
- можливість короткочасного роз'єднання двигуна з трансмісією.

У вантажних автомобілях, які працюють з високими навантаженнями, застосовуються переважно механічні коробки передач підвищеної міцності, а також багатоступінчасті коробки з додатковими ступенями («демультиплікатори» та «редуктори»).2. Дослідити типові несправності КПП, їх причини та умови виникнення.

Конструкція КПП вантажних автомобілів включає такі основні елементи:

Картер. Виконується з високоякісного чавуну або алюмінієвих сплавів. Забезпечує жорсткість конструкції, базування валів та захист механізмів від зовнішніх впливів. Внутрішній простір картера заповнюється трансмісійною оливою.



1.1. Картер.

Вали. У коробках передач використовуються три основні вали:

Первинний вал – приймає крутний момент від двигуна через зчеплення.

Проміжний (ведений) вал – забезпечує передачу моменту між первинним та вторинним валами, містить блок шестерень постійного зачеплення.

Вторинний вал – передає обертання на карданну передачу або роздавальну коробку.

Шестерні розташовані на валах у формі:

шестерень постійного зачеплення;

рухомих шестерень з муфтами перемикавання;

синхронізаторів, що забезпечують плавне та безударне увімкнення передач.

Для вантажних автомобілів характерні прямозубі та косозубі передачі підвищеної міцності.

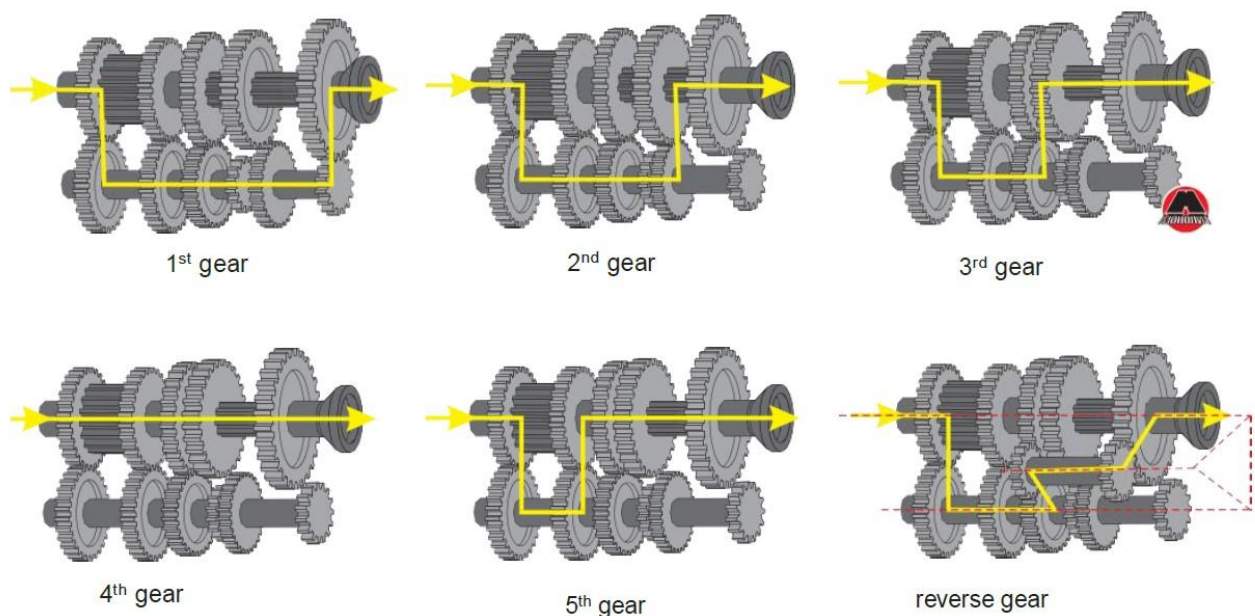
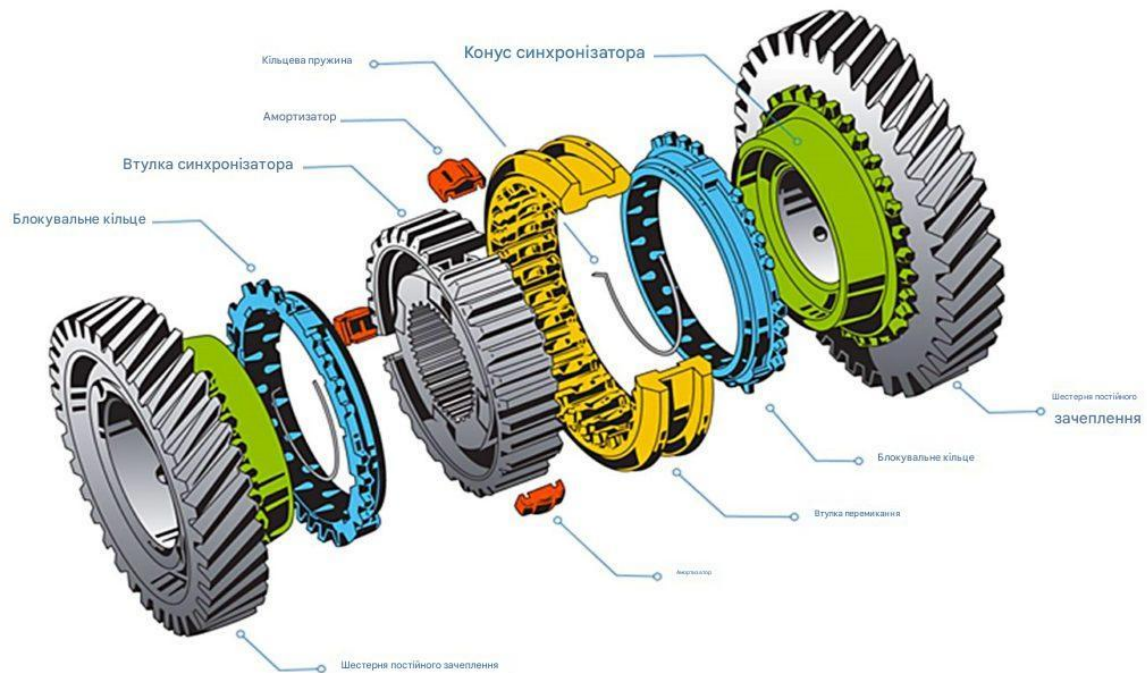


Рис. 1.2. Вали та шестерні.

Синхронізатори. У сучасних КПП використовуються конусні синхронізатори, що вирівнюють частоти обертання рухомих елементів перед з'єднанням. Це значно зменшує зношення зубців та підвищує довговічність механізму.



1.3. Синхронізатори.

Механізм перемикання передач включає:

штоки та вилки перемикання;

фіксатори;

блокувальні пристрої, що унеможливають увімкнення двох передач одночасно.

У вантажних транспортних засобах перемикання часто реалізоване через дистанційний механізм або пневматичний підсилювач.

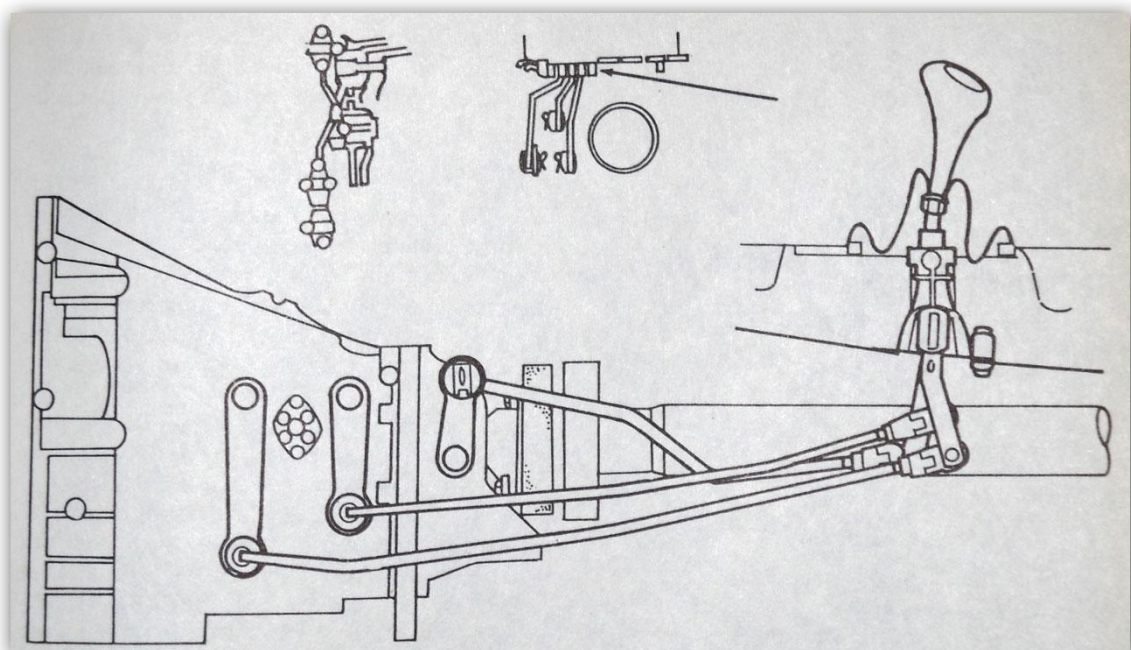


Рис. 1.4. Механізм перемикання передач.

Принцип роботи коробки передач. Після включення певної передачі, крутний момент від двигуна передається наступною послідовністю:

Двигун → зчеплення → первинний вал.

Первинний вал постійно зачеплений з однією зі шестерень проміжного валу.

Обертання проходить через відповідну пару шестерень, вибрану механізмом перемикавання.

Вторинний вал отримує момент і передає його до карданної передачі.

Кожна передача має своє передаточне число. На нижчих передачах воно значно більше за одиницю, що забезпечує підвищений крутний момент для рушання та подолання підйомів.

Вищі передачі мають менші передаточні числа, що забезпечує економічний режим руху та менші оберти двигуна при високій швидкості.

Реалізується через холосту шестерню, яка змінює напрям обертання відносно первинного валу.

Через велику масу та різноманітні умови експлуатації вантажні автомобілі можуть мати:

- 8-, 9-, 12-, 16-ступінчасті механічні КПП;
- коробки з демультиплікатором (збільшення кількості передач удвічі);
- роздавальні коробки (на повноприводних моделях).

Шестерні виготовляються із легованих сталей, що проходять цементацію, азотування або загартування ТВЧ. Вали мають підвищену жорсткість та зносостійкість.

Більшість сучасних КПП вантажних автомобілів оснащуються синхронізаторами навіть на нижніх передачах, що полегшує керування та знижує ризик поломок.

Великі теплові навантаження потребують:

- примусової циркуляції оливи;
- застосування високов'язких трансмісійних рідин;
- установлення додаткових охолоджувачів для КПП.

Аналіз конструкції та принципу роботи коробок передач вантажних автомобілів дозволяє зробити такі узагальнення:

КПП є складним механічним агрегатом, що визначає ефективність роботи трансмісії та загальну експлуатаційну придатність автомобіля.

Конструкція коробок передач вантажних автомобілів орієнтована на підвищену міцність, довговічність і можливість роботи при високих навантаженнях.

Сучасні КПП використовують синхронізатори, багатоступінчасті схеми та підсилювачі перемикачів для підвищення керованості.

Принцип роботи КПП базується на зміні передаточних чисел, що дозволяє оптимізувати режим роботи двигуна для різних умов руху.

Впровадження сучасних систем мащення, охолодження та керування забезпечує високу надійність агрегату в умовах інтенсивної експлуатації.

1.2 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

Метою даної роботи є розроблення, удосконалення та наукове обґрунтування технологічних процесів діагностики, ремонту та випробування коробок передач вантажних автомобілів з урахуванням сучасних вимог до ефективності, безпеки та організації виробництва в умовах автотранспортного підприємства.

У рамках виконання роботи необхідно вирішити такі завдання:

Проаналізувати існуючий технологічний процес ремонту коробки передач, визначити його недоліки та фактори, що знижують надійність та продуктивність ремонтних операцій, і розробити пропозиції щодо його вдосконалення в умовах АТП.

Виконати розрахунок необхідної кількості технологічного устаткування для дільниці ремонту коробок передач, обґрунтувати вибір обладнання та визначити його ефективну компоновку.

Розробити технологічні та планувальні рішення модернізованої ремонтної дільниці, визначити вимоги до приміщень, інженерних мереж, систем забезпечення та організації робочих місць.

Опрацювати конструктивну частину, яка передбачає створення:

стенда для розбирання коробки передач;

стендового обладнання для навантажувальних випробувань і оцінювання технічного стану коробок передач після ремонту.

Виконати науково-дослідний розділ, що включає:

постановку задачі щодо пошуку сучасних технічних рішень у сфері діагностики та ремонту КПП;

оцінювання ефективності діючих методів діагностування коробок передач вантажних автомобілів;

розрахунок сумарного індексу ефективності технологічного процесу діагностики;

розробку нових та вдосконалених технологічних операцій, спрямованих на підвищення надійності, точності та швидкості виконання ремонтних робіт;

формування переліку технологічних нововведень, рекомендованих до впровадження у виробничий процес.

Опрацювати розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, зокрема:

встановити вимоги безпеки до приміщень і майданчиків, призначених для зберігання та ремонту автомобілів;

визначити шляхи реалізації заходів цивільного захисту на території підприємства та при виконанні ремонтних робіт.

Результатом виконання роботи має стати комплексне техніко-технологічне обґрунтування діяльності дільниці ремонту коробок передач, удосконалення її роботи, підвищення технічної готовності автомобільного парку та забезпечення безпечних умов праці.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вдосконалення технологічного процесу ремонту коробки передач в умовах автотранспортного підприємства

Ефективне технічне обслуговування та ремонт коробки передач передбачає систематичний контроль за станом мастильного матеріалу й своєчасне його оновлення. Основною операцією догляду є перевірка відповідності рівня масла встановленій позначці контрольного отвору, а також повне зливання відпрацьованого мастила. Злив здійснюють лише на прогрітому агрегаті, використовуючи всі передбачені конструкцією дренажні канали.

Після видалення мастила необхідно демонтувати нижню кришку картера, очистити її та внутрішні порожнини від забруднень, виконати промивання й встановити вузол у зворотній послідовності. Під час складання важливо переконатися, що прокладка або кришка не перекриває масляні канали, оскільки це може спричинити дефіцит мастила та прискорене зношування механізмів.

Для промивки коробки передач рекомендується застосовувати 2,5–3,0 л індустриальних масел марки И-12А або И-20А. Після заповнення коробки промивальним мастилом запускають двигун на холостому ході на 7–8 хвилин при нейтральному положенні важеля перемикачання передач. Після цього двигун зупиняють, промивальне масло зливають, а коробку передач заповнюють мастилом, визначеним картою мастильних матеріалів для конкретної моделі автомобіля.

Категорично забороняється використовувати для промивання коробки передач гас, дизельне паливо або інші розчинники, які можуть викликати деградацію ущільнювальних матеріалів і прискорене зношування деталей.

У процесі експлуатації механізму приводу коробки передач виникає потреба у періодичному виконанні регулювальних робіт. До основних видів регулювань належать:

- коригування положення важеля 3 (рис. 2.1) у поздовжньому напрямку;
- встановлення оптимального положення важеля перемикачання передач у поперечній площині;

– налагодження блокувального механізму телескопічних елементів поздовжньої тяги.

Для забезпечення правильного кута нахилу важеля 3 у поздовжньому напрямі необхідно послабити гайки болтів 6, після чого провести осьове переміщення тяги 4, встановлюючи важіль у положення, що відповідає приблизно 85° відносно вертикальної осі при нейтральному положенні механізму коробки передач (рис. 2.1).

Регулювання положення важеля в поперечному напрямі здійснюють шляхом зміни робочої довжини поперечної тяги 17. Для цього один із наконечників 16 від'єднують, послаблюють фіксувальні гайки та змінюють довжину тяги таким чином, щоб важіль керування коробкою передач у нейтральному положенні – між зонами вмикання пар передач 6–2 та 5–1 – формував кут близько 90° відносно горизонтальної площини кабіни в поперечному напрямку автомобіля.

Регулювання блокувального механізму приводу перемикавання передач слід виконувати у такій послідовності:

- підняти кабіну автомобіля для забезпечення доступу до елементів приводу;
- видалити шплінт із пальця 23 та від'єднати тягу 4 від вилки 22;
- очистити сережку 25 та внутрішню тягу від залишків мастильного матеріалу та забруднень;
- перемістити внутрішню тягу доти, доки не відчується характерне «кляцання», що свідчить про спрацювання блокувальної втулки 15;
- послабити контргайку на сережці 25 та, зафіксувавши викруткою шліц на хвостовику внутрішньої тяги, здійснювати її обертання до повного усунення кутового люфту сережки;
- утримуючи хвостовик 24 від провертання, остаточно затягнути контргайку;
- виконати контроль регулювання. При переміщенні блокувальної втулки 21 у напрямку пружини 19 внутрішня тяга повинна без заїдань виходити на всю робочу довжину, а при зворотному русі до упору – блокувальна втулка має переміщуватися чітко та з виразним «кляцанням», спираючись на нижній виступ.

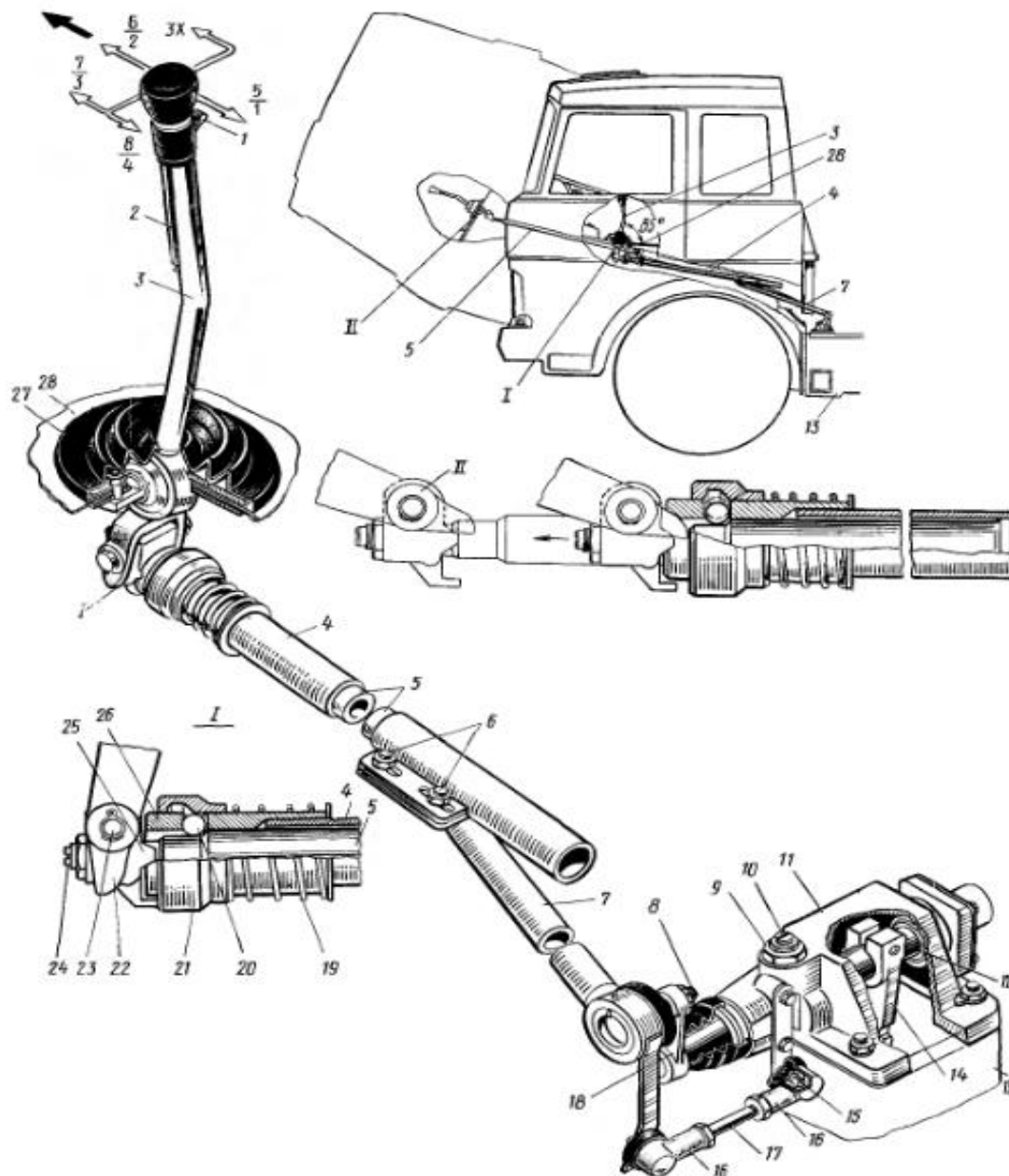


Рис. 2.1. Привід коробки передач:

I – положення приводу у транспортному режимі; II – положення приводу за умови піднятої (перекинутої) кабіни. Позначення елементів приводу: 1 – перемикач діапазонів; 2 – троси керування пневматичним краном; 3 – важіль перемикання; 4, 7, 17 – тяги механізму приводу; 6 – болт кріплення; 8 – шаровий палець; 9 – механізм фіксації передач; 10 – стопорний елемент; 11 – картер; 12 – проміжний валик; 13 – основна коробка передач; 14, 18 – важелі керування; 15 – кульовий палець; 16 – наконечник; 19 – пружина; 20 – кулька блокувального механізму; 21 – блокувальна втулка; 22 – вилка; 23 – фіксувальний палець; 24 – хвостовик; 25 – серезка; 26 – наконечник тяги; 27 – ущільнювальний чохол; 28 – підлога кабіни.

Під час виконання регулювальних операцій приводу перемикавання передач необхідно дотримуватися таких технічних вимог:

- усі регулювальні дії здійснюються виключно при піднятій кабіні та непрацюючому двигуні, що гарантує безпечний доступ до елементів приводу;
- слід запобігати будь-яким деформаціям, вигинам чи пошкодженням зовнішньої та внутрішньої рухомої тяг системи керування;
- щоб уникнути руйнування з'єднання тяги 4 з вилкою 22, монтаж необхідно здійснювати так, щоб отвір у сережці під палець 23 знаходився безпосередньо над подовжньою віссю тяги 4;
- нейтральне положення коробки передач при піднятій кабіні визначають шляхом вільного поперечного переміщення важеля 18 механізму перемикавання передач відносно поздовжньої осі автомобіля. У цьому стані валик 12 повинен мати осьовий хід у межах 30...35 мм, при якому чітко відчувається стискання пружини.

Зазначені вище регулювальні роботи приводу коробки передач необхідно виконувати після демонтажу та при повторному встановленні двигуна або кабіни.

Зняття коробки передач. Для демонтажу коробки передач необхідно виконати таку послідовність операцій:

- перекинути кабіну для забезпечення доступу до трансмісійних агрегатів;
- злити мастильну рідину з корпусу коробки передач;
- демонтувати майданчик шасі;
- послабити хомути та зняти повітропровід подачі очищеного повітря від системи повітроочистки;
- видалити шплінт, відкрутити гайку та від'єднати тягу керування коробкою передач від важеля механізму перемикавання;
- відкрутити кріпильні болти і зняти другу поперечину рами;
- від'єднати приймальну трубку глушника;
- розшплінтувати, відвернути гайки та демонтувати задню опору двигуна;
- відкрутити болти кріплення кронштейна з паливними трубопроводами від кришки коробки передач;

- зняти кронштейни задньої опори двигуна;
- роз'єднати важіль приводу вимикання зчеплення з вилкою штока клапана;
- від'єднати електричні дроти від датчика сигнальної лампи перемикачів передач у додатковій коробці;
- відкрутити болти кріплення карданного вала до фланця коробки передач, від'єднати вал і закріпити його на лівому лонжероні рами;
- від'єднати трубопровід подачі повітря до редукційного клапана;
- зняти трубку глушника після відвертання кріпильних болтів;
- підвести під коробку передач підйомник канави із спеціальним пристроєм для її демонтажу або використати інший вантажопідіймальний засіб;
- відвернути болти кріплення картера зчеплення до картера маховика, відсунути коробку передач і від'єднати її від двигуна;
- обережно опустити коробку передач на платформу підйомника, підняти задню частину автомобіля, викотити підйомник із знятою коробкою з-під рами, після чого опустити автомобіль на опори.

Установлення коробки передач здійснюють у зворотній послідовності відносно операцій її демонтажу.

Для проведення подальшого розбирання необхідно послідовно виконати такі дії: демонтувати фланець кріплення карданного вала, зняти кришку вторинного вала, вийняти черв'як приводу спідометра, демонтувати кульковий підшипник задньої опори, роликовий підшипник передньої опори, а також каретку синхронізатора. Після цього вал разом із роликовим підшипником задньої опори витягують як єдину збірну одиницю.

Наступні операції з розбирання додаткової коробки передач не становлять технічних труднощів: вали з картера коробки необхідно вилучати у зібраному вигляді, забезпечуючи збереження взаємного розташування елементів та запобігаючи їх пошкодженню.

Для проведення розбирання основної коробки передач у першу чергу необхідно демонтувати стопорне кільце підшипника вторинного вала. Після цього, використовуючи спеціальні болти-знімачі, знімають центрувальне кільце підшипника вторинного вала. Вали з картера основної коробки передач слід вилучати як зібрані комплекти, не порушуючи їх взаємне розташування.

Після розбирання всі деталі трансмісійного вузла підлягають ретельному очищенню: їх промивають у гасі або дизельному паливі та продувають струменем стисненого повітря. Подальше обстеження здійснюють візуально, звертаючи увагу на наявність тріщин, уламів, виривання різьби, слідів вищерблення чи сколювання зубів шестерень, а також інших дефектів. Шестерні підлягають обов'язковій заміні у разі появи тріщин, відламаних зубців або інтенсивного зносу робочих поверхонь.

Найбільш уразливим елементом коробки передач є синхронізатор, для якого характерні такі типові несправності: послаблення посадки штифтів муфти на каретці, знос конусних кілець, пошкодження зубців каретки, а також збільшення люфту у шліцьових отворах.

У ситуації, коли спостерігається ослаблення фіксації муфти на каретці синхронізатора, зношені штифти висвердлюють, після чого встановлюють нові, закріплюючи їх латунним обварюванням. Після виконання зварювальних робіт поверхню зачистити до отримання рівної робочої площини.

Після заміни пошкоджених або зношених елементів збирання коробки передач виконують у зворотній послідовності відносно процесу її розбирання. Під час встановлення коробки передач на автомобіль доцільно використовувати підйомні пристрої або спеціалізовані опорні стенди, що дає змогу запобігти деформації чи поломці ведених дисків зчеплення. Після монтажу агрегату обов'язково проводять регулювання приводу перемикачів передач, забезпечуючи коректну роботу механізму.

Діюча на підприємстві технологічна карта ремонту паливного насоса високого тиску наведена в таблиці 2.1.

Після впровадження запропонованих удосконалень у технологічний процес було переглянуто та скориговано трудомісткість операцій з ремонту паливного насоса, результати чого відображено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 Технологічна карта ремонту коробки передач, що діє на підприємстві на даний момент

№ п/п	Найменування операції	Обладнання та інструмент	Технічні умови	Трудомісткість операцій Т _{ш.к.} люд.-год
1	Мийка КПП	Мийна установка	Розчин лобоміду-101	0,5
2	Розбирання КПП	Верстак слюсарний Набір головок та ключів Вороток		6,0
3	Дефектація та ремонт деталей	Штангенциркуль Лінійка Стіл для дефектації	Виконати дефектацію деталей згідно технологічних умов	5,0
4	Збирання КПП	Верстак слюсарний Набір головок та ключів	Витримати всі технологічні умови	4,0
5	Випробування та обкатка КПП		Встановити КПП на автомобіль та виконати необхідні регулювання	5,0
Всього				20,5

Таблиця 2.2. Технологічна карта ремонту коробки передач, після впровадження інноваційних рішень

№ п/п	Найменування операції	Обладнання та інструмент	Технічні умови	Трудомісткість операцій Т _{ш.к.т.} люд.-год
1	Мийка КПП	Мийна установка	Розчин лобоміду-101	0,5
2	Розбирання КПП	Стенд для розбирання КПП Набір головок та ключів Вороток		4,0

3	Дефектація та ремонт деталей	Штангенциркуль Лінійка Ваги	Виконати дефектацію деталей згідно технологічних умов	5,0
4	Збирання КПП	Стенд для збирання КПП Набір головок та ключів	Витримати всі технологічні умови	4,0
5	Випробування та обкатка КПП	Стенд для іспиту та обкатки коробок передач	Час іспиту $t = 3$ год., кількість обертів $n = 1000 \text{ хв}^{-1}$	4,0
Всього				17,5

У результаті впровадження модернізованого технологічного обладнання загальна трудомісткість виконання ремонтних робіт із коробками передач була скорочена приблизно на 15 %, що позитивно вплинуло на продуктивність ділянки та якість виконуваних операцій.

2.2 Розрахунок кількості устаткування на ділянці

Підбір або розрахунок необхідного технологічного устаткування для ділянки ремонту коробок передач здійснюється відповідно до вимог визначеного технологічного процесу. Методика розрахунку визначається функціональним призначенням обладнання та специфікою технологічних операцій, які виконуються на кожному етапі ремонту.

На основі трудомісткості окремих операцій визначають необхідну кількість одиниць технологічного устаткування для виконання розбірно-складальних, діагностичних, випробувальних та регулювальних робіт.

Кількість одиниць устаткування X_o , од., визначають за формулою:

$$X_o = \frac{T_p}{\Phi_{e.o}}, \quad (2.1)$$

При розрахунку кількості технологічного устаткування приймаємо фонд часу роботи обладнання на одну одиницю $F_{\text{в.о.}} = 2025 \text{ год.}$ за умови однозмінного режиму роботи.

Згідно з виробничою програмою, розрахованою в загальній частині проєкту, річна трудомісткість робіт на дільниці ремонту коробок передач становить 12250 люд.-год. До цього обсягу входять мийно-очисні, розбірні, ремонтні, складальні, випробувальні, регулювальні, слюсарно-механічні, підйомно-транспортні та інші допоміжні операції.

На підставі аналізу діяльності виробничих дільниць прийнято такі співвідношення у структурі річного обсягу робіт:

- частка мийно-очисних операцій – 10 %,
- розбірно-складальних операцій – 60 %,
- регулювально-випробувальних робіт – 15 %.

Виходячи з цих даних, визначаємо трудомісткість зазначених груп робіт.

Мийні роботи

$$T_{\text{мийн.}} = 12250 \cdot 0,1 = 1225 \text{ люд. – год;}$$

Розбирально-складальні роботи

$$T_{\text{роз – збор}} = 12250 \cdot 0,6 = 7350 \text{ люд. – год;}$$

Регулювально-випробувальні роботи

$$T_{\text{рег}} = 12250 \cdot 0,15 = 1838 \text{ люд. – год;}$$

Розбірно-складальні операції виконуються переважно на спеціалізованому обладнанні: близько 70 % цих робіт здійснюється на відповідних стендах, тоді як решта 30 % припадає на виконання операцій на слюсарних верстаках. Регулювально-випробувальні заходи проводять виключно на спеціалізованих стендах, призначених для діагностування та випробування трансмісійних механізмів.

Кількість стендів для миття деталей коробок передач:

$$X_o = \frac{1225}{2025} = 0,6.$$

Приймаємо до використання одну установку для мийно-очисної обробки деталей коробки передач, що забезпечує необхідну продуктивність та відповідає вимогам технологічного процесу.

Кількість стендів для розбирання та збирання коробок передач:

$$X_o = \frac{7350}{2025} = 3,6.$$

Для забезпечення раціональної організації розбірно-складальних операцій приймаємо два спеціалізовані стенди для розбирання коробок передач, а також два окремі стенди для розбирання кришок коробки передач. Таке розподілення обладнання дає змогу підвищити пропускну здатність ділянки та скоротити простої між технологічними операціями.

Кількість стендів для випробування коробок передач після збирання

$$X_o = \frac{1838}{2025} = 0,91.$$

Для проведення випробувальних операцій приймаємо один стенд, що забезпечує необхідні умови для контролю працездатності коробок передач після їх збирання.

Інше технологічне обладнання добирається відповідно до вимог технологічного процесу, розробленого для ділянки ремонту коробок передач та поданого вище.

Під час вибору підйомно-транспортного устаткування враховують такі ключові чинники: масу й габарити агрегатів, що підлягають переміщенню; конфігурацію та довжину шляхів транспортування; необхідну продуктивність та безпечні умови виконання вантажопідйомних операцій.

Виробничий інвентар підбирається з урахуванням його функціонального призначення:

- забезпечення виконання технологічних операцій (верстаки, монтажні столи);
- організація раціональних умов праці (стелажі, підставки, технологічна тара);
- підвищення рівня безпеки (захисні екрани та огорожувальні пристрої).

Усі ці елементи повинні відповідати вимогам технологічного процесу та сприяти ефективній організації робочих місць.

Перелік технологічного обладнання та виробничого інвентарю, необхідного для функціонування ділянки ремонту коробок передач, наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Перелік технологічного устаткування та інвентаря на дільниці

№ п/ п	Найменування устаткування	Кіл.	Габарити, мм	Площа, м ²		Потужність, кВт
				од.	всього	
1	Токарно-гвинторізний станок	1	2600x1400	3,64	3,64	5,0
2	Станок для заточки інструменту	1	1300x800	1,04	1,04	2,0
3	Інструментальний шкаф	1	600x400	0,24	0,24	
4	Настільно-свердлильний станок	1	660x450	0,3	0,3	2,0
5	Прес з ручним приводом	1	400x500	0,2	0,2	
6	Слюсарний верстак	4	2200x800	1,76	7,04	
7	Слюсарні тиски	4	300x200	0,06	0,06	
8	Стенд для збірки кришки КПП	2	740x560	0,42	0,84	
9	Стенд для розбірки коробок передач	2	810x780	0,63	1,26	
10	Повірна плита	1	1000x750	0,75	0,72	
11	Місце для агрегатів	1	3500x2500	8,75	8,75	
12	Ванна для мийки деталей	1	500x1000	0,5	0,5	2,0
13	Кран-балка	1	6000x12000	—	—	3,0
14	Стелаж для деталей	4	1400x450	0,63	2,52	
15	Стенд для випробування масляних насосів КПП	1	920x1200	1,1	1,1	
16	Стенд для випробування КПП	1	3620x550	1,99	1,99	2,0
17	Ящик для сміття	1	500x400	0,2	0,2	7,0
Разом				30,4		23

2.3 Технологічні та планувальні рішення дільниці ремонту коробок передач після модернізації

Виробнича дільниця ремонту коробок передач розташована в межах основного цехового корпусу. Геометричні параметри приміщення в плані визначаються, виходячи з кількості робочих постів, площі, необхідної для розміщення технологічного обладнання, а також архітектурно-конструктивних особливостей будівлі.

Загальна площа дільниці розраховується відповідно до наступного виразу:

$$F_y = f_{об} \cdot k, \quad (2.2)$$

Планові площі, необхідні для розміщення основного технологічного обладнання, наведено в таблиці 2.3.

$$F_y = 30,4 \cdot 3,5 = 106,4 \text{ м}^2.$$

У підсумку площа ремонтної ділянки, визначена за площею розміщення технологічного устаткування, відповідає геометричним параметрам приміщення та становить 108 м² (розміри – 9 × 12 м).

Висота виробничого приміщення задається з урахуванням умови, що мінімальна відстань між верхньою точкою обладнання та нижньою площиною підвісних елементів кранового обладнання повинна бути не меншою ніж 0,2 м. Враховуючи це, прийнято висоту приміщення 6,0 м.

Конструктивні елементи будівлі – міжповерхові перекриття, колони, зовнішні стінові панелі та огорожувальні конструкції – виконані із залізобетону з нормативним ступенем вогнестійкості не менше 0,765 год.

Природна освітленість робочої зони характеризується коефіцієнтом природного освітлення (КПО). Для бічного освітлення нормативне значення КПО становить $e_n = 0,855$.

Система опалення проєктується таким чином, щоб забезпечити підтримання нормативного мікроклімату в холодний період року. Умови експлуатації приміщення передбачають підтримання температури повітря в межах 15...21 °С при відносній вологості 40...60%, що відповідає вимогам комфортності та охорони праці.

Водопостачання ділянки здійснюється за рахунок підключення до загальнозаводської системи пожежогасіння, що функціонує у межах виробничого корпусу. Параметри подачі води відповідають вимогам технологічного процесу: робочий тиск у мережі становить 0,25 МПа, а витрата води – 2,5 л/с.

Магістралі внутрішнього водопроводу виконуються з водогазопровідних сталевих труб. Прокладання трубопроводів здійснюється відкритим способом – із закріпленням на кронштейнах та підвісках, що монтуються безпосередньо на конструктивних елементах будівлі.

Для забезпечення роботи технологічного обладнання та пневмоінструменту передбачається система подачі стисненого повітря. Робочий тиск у мережі стисненого повітря підтримується в межах 0,4...0,6 МПа, а джерелом його подачі виступає центральна компресорна станція підприємства.

Електроживлення обладнання ділянки здійснюється від локальних електромереж з напругою 380/220 В, при цьому як силовий кабель застосовують провід марки АВВГ–0,66 кВ.

Функцію розподільного силового пункту виконує навісний щит серії ПР-11, оснащений автоматичними вимикачами типу АЕ-2046, що забезпечують надійний захист електричних ланцюгів.

У приміщенні необхідно виконати монтаж внутрішнього контуру заземлення, який виконується зі сталевий смуги перерізом 4×25 мм та прокладається по периметру виробничої зони на висоті 0,4...0,6 м від рівня підлоги. Контур заземлення має бути приєднаний до зовнішньої системи заземлення будівлі шляхом зварювання не менше ніж у двох протилежно розташованих точках, що забезпечує низький опір та підвищену надійність роботи електрообладнання.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Стенд для розбирання коробки передач

Стенд призначений для виконання операцій розбирання та збирання коробок передач вантажних автомобілів (рис. 3.1). Це стаціонарна універсальна установка, у якій коробка передач фіксується за допомогою притискних елементів. Привід фіксатора здійснюється ногою педаллю, тоді як поворот планшайби виконується вручну. Загальні габаритні розміри стенда становлять $746 \times 1000 \times 1074$ мм, маса – 45 кг.

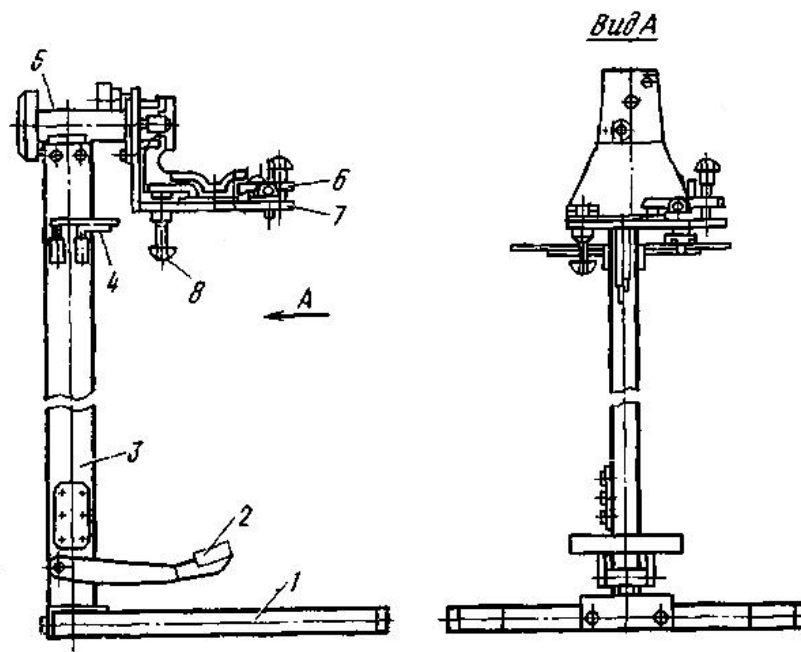


Рис. 3.1. Стенд для розбирання та збирання коробок передач:

1 – підставка; 2 – педаль; 3 – стійка; 4 – піддон; 5 – корпус; 6 і 8 – затискачі; 7 – планшайба.

Конструктивно стенд складається зі станини, планшайби 7 та притискних елементів 6 і 8. Станина – це зварена металева конструкція, що включає підставку 1, вертикальну стійку 3, корпус 5, педаль 2 та піддони 4. Підставка і стійка виготовлені з труб прямокутного профілю. Для полегшення транспортування підставка виконана знімною і кріпиться до станини безпосередньо на місці монтажу за допомогою болтових з'єднань або зварювання.

У корпусі 5 розміщено вал із закріпленим на ньому фланцем, що призначений для монтажу планшайби 7. З протилежного боку на конусну частину вала встановлено диск з отворами, які забезпечують фіксацію планшайби в необхідному робочому положенні.

Планшайба 7 являє собою зварну конструкцію зі сталі, до складу якої входять підставка, два упори, втулка та обмежувач. На верхній площині підставки жорстко закріплено три напрямні штирі, тоді як у нижній частині конструкції приварена втулка, що забезпечує взаємодію з валом станда та фіксацію планшайби в робочому положенні.

Розрахунок фіксатора станда. На педаль фіксатора, кінематична схема якого зображена на рисунку 3.2, прикладається зусилля $P = 50 \text{ Н}$, яке створюється натиском ноги оператора під час фіксації положення планшайби.

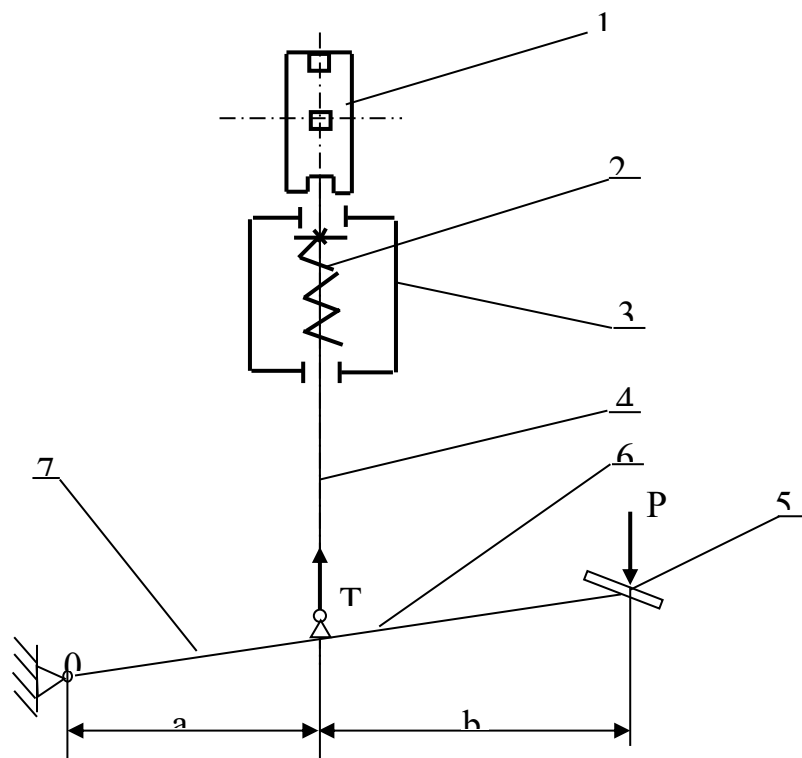


Рис. 3.2. Кінематична схема фіксатора:

1 — диск фіксатора; 2 — пружина; 3 — кожух пружини; 4 — вертикальна тяга; 5 — педаль; 6 — довге плече; 7 — коротке плече.

Зусилля T , H , яке передається на тягу фіксатора, визначають за аналітичним виразом:

$$T = \frac{P \cdot (a + b)}{a}, \quad (3.1)$$

Відповідно до конструктивних параметрів стенда приймаємо значення $a = 75$ мм та $b = 175$ мм.

За цих умов одержуємо:

$$T = \frac{50 \cdot (75 + 175)}{75} = 175 \text{ Н.}$$

Використовуючи отримане значення зусилля T , виконуємо перевірочний розрахунок циліндричної пружини стиснення. Пружина виготовлена зі сталі марки 60С2А, для якої межа міцності становить $\sigma_b = 1600$ МПа.

Допустиме напруження для пружинного дроту визначається за відповідними нормативними залежностями та враховує експлуатаційні характеристики матеріалу.

$$[\tau] = 0,35 \cdot \sigma_b, \quad (3.2)$$

$$[\tau] = 0,35 \cdot 1600 = 560 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт, що враховує вплив кривизни витка та дію поперечних сил, позначимо як K . Його значення визначають за формулою:

$$K = \frac{4C + 2}{4C - 3}, \quad (3.3)$$

Індекс пружини визначається відповідно до діаметра застосованого дроту. У даному випадку доцільно прийняти значення $C = 5$, що узгоджується з типовими рекомендаціями для розрахунку пружних елементів.

$$K = \frac{4 \cdot 5 + 2}{4 \cdot 5 - 3} = 1,294.$$

Для подальшого розрахунку необхідно встановити діаметр дротини d_p , мм.

$$d_n = \sqrt{\frac{8 \cdot T \cdot C \cdot K}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (3.4)$$

$$d_n = \sqrt{\frac{8 \cdot 175 \cdot 5 \cdot 1,294}{3,14 \cdot 560}} = 2,27 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_n = 2,5$ мм, $D = 28$ мм.

Розрахунковий крок пружини у її вільному стані визначається з урахуванням допустимого рівня напружень та значення модуля зсуву G , МПа. Величину кроку t , мм, доцільно обчислювати за відповідною аналітичною залежністю, що забезпечує коректне співвідношення між пружними властивостями матеріалу та геометричними параметрами витків

$$t = \frac{(D-d)^2 \cdot [\tau]}{25460 \cdot k \cdot d} + d, \quad (3.5)$$

$$t = \frac{(28-2,5)^2 \cdot 560}{25460 \cdot 1,294 \cdot 2,5} + 2,5 = 6,1 \text{ мм.}$$

Отримане розрахункове значення кроку пружини заокруглюємо до найближчого табличного значення. Для подальших розрахунків приймаємо $t = 10,5$ мм відповідно до нормативних рекомендацій.

Силове навантаження, що діє на пружину під час її стискання до повного дотику витків, визначається для сталевих матеріалів із модулем зсуву $G = 80000$, МПа. Величину зусилля F , Н, доцільно обчислювати за встановленою формулою, яка відображає залежність між жорсткістю пружного елемента та його геометричними параметрами.

$$P_{cm} = 10000 \frac{d^4}{(D-d)^3} \cdot (t-d), \quad (3.6)$$

$$P_{cm} = 10000 \cdot \frac{2,5^4}{(28-2,5)^3} \cdot (10,5-2,5) = 184 \text{ Н.}$$

Розрахункове навантаження P_1 , Н, яке відповідає реальному робочому режиму пружини за умови коефіцієнта використання $[\tau]_1 = 0,55$, визначається на підставі аналітичної залежності, що дозволяє встановити величину діючої сили з урахуванням фактичних умов експлуатації.

$$P_1 = \frac{0,393 \cdot d^3 \cdot [\tau]_1}{k \cdot (D-d)}, \quad (3.7)$$

$$P_1 = \frac{0,393 \cdot 2,5^3 \cdot 0,55 \cdot 350}{1,294 \cdot (28-2,5)} = 41 \text{ Н.}$$

$$f_1 = \frac{P_1}{P_{cm}} \cdot (D-d), \quad (3.8)$$

$$f_1 = \frac{41}{184} \cdot (28-2,5) = 1,8 \text{ мм.}$$

Крок пружини в деформованому стані, t_1 , мм, розраховується на основі співвідношення:

$$t_1 = t - f_1, \quad (3.9)$$

$$t_1 = 10,5 - 1,8 = 8,7 \text{ мм.}$$

Отримане значення кроку t_1 додатково підлягає перевірці, що здійснюється відповідно до такого розрахункового виразу:

$$t_1 \geq S + d, \quad (3.10)$$

З урахуванням діаметра пружинного дроту приймаємо величину зазору $S = 0,5\text{мм}$, що відповідає рекомендованим нормативним даним згідно з літературними джерелами.

$$t_1 \geq 0,5 + 2,5 \geq 3, \quad 8,7 \geq 3.$$

Висоту пружини в умовах дії робочого навантаження H_1 , мм, визначають на основі такого розрахункового співвідношення:

$$H_1 = H_0 - h, \quad (3.11)$$

$$H_0 = 60 \text{ мм}; h = 15 \text{ мм}.$$

$$H_1 = 60 - 15 = 45 \text{ мм}.$$

Кількість робочих витків пружини n , шт., обчислюємо за допомогою наступного аналітичного виразу:

$$n = \frac{H_1 - d}{t_1}, \quad (3.12)$$

$$n = \frac{45 - 2,5}{8,7} = 5 \text{ шт.}$$

Довжину заготовки пружини стискання, з урахуванням підгинання та підшліфування кінця на величину $\frac{3}{4}$ витка, $L_{\text{заг}}$, мм, визначають за таким розрахунковим виразом:

$$L = \pi(D - d) \cdot (n + 1,5), \quad (3.13)$$

$$L = 3,14(28 - 2,5) \cdot (5 + 1,5) = 520,5 \text{ мм}.$$

Для подальших розрахунків приймаємо, що довжина пружинного дроту, необхідного для виготовлення пружини, становить $L = 520\text{мм}$.

3.2 Стендове обладнання для навантажувальних випробувань коробок передач

Стендовий комплекс призначений для проведення функціональних випробувань коробок передач вантажних автомобілів в умовах, що імітують

реальні експлуатаційні навантаження. Основне завдання полягає у визначенні технічного стану агрегату та виявленні можливих дефектів, що проявляються під час роботи в навантаженому режимі.

Конструктивно стенд змонтований на жорсткій рамі 1 (рис. 3.2), яка є несучою основою для всіх вузлів системи. На ній закріплено: Привідний асинхронний електродвигун 2, що виконує роль джерела обертового моменту; Кронштейн кріплення коробки передач 3, який забезпечує надійне встановлення випробуваного агрегату; Стендову еталонну коробку передач 5, яка використовується для відтворення типових навантажувальних режимів; Електрогальмо 6, що створює опір на вихідному валу системи для моделювання робочого навантаження; Ваговий механізм 7, який дає змогу точно фіксувати зміну зусиль у процесі випробування; Реостат 8, розміщений поряд зі стендом для зручного регулювання навантаження та забезпечення контрольованої роботи всієї системи.

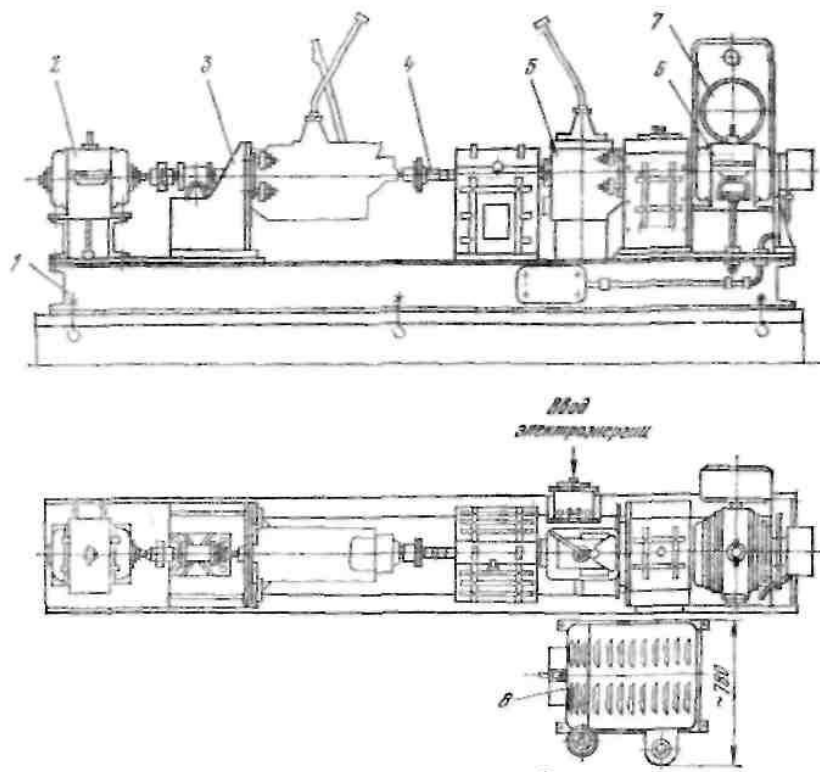


Рис. 3.2. Стендове обладнання для навантажувальних випробувань коробок передач вантажних автомобілів:

1 – несуча рама; 2 – привідний електродвигун; 3 – монтажний кронштейн; 4 – проміжний вал; 5 – стендова (еталонна) коробка передач; 6 – електрогальмо; 7 – вимірювальний ваговий механізм; 8 – регульований рідкісний реостат.

Запропонована компоновка забезпечує ефективне і безпечне виконання діагностичних процедур для коробок передач, дозволяючи виявити несправності, що не виявляються при візуальному огляді чи безнавантажувальних тестах.

Привідний електродвигун через муфту, проміжну опору та налагоджувальну вставку передає обертання на ведучий вал досліджуваної коробки передач. Останній з'єднується з вихідним валом стендової коробки передач 5 за допомогою проміжного валу 4 та подвійного карданного шарніра, що розміщений у захисному кожусі.

Шліцьова частина приводного валу стендової коробки передач з'єднана з валом гальмівного електродвигуна 6 через муфтовий вузол із налагоджувальними елементами, які також закриті кожухом. Гальмівний електродвигун встановлений на балансірному підвісі та взаємодіє з ваговим механізмом 7, що забезпечує точне вимірювання величини гальмівного моменту.

Для визначення частоти обертання вала гальмівного електродвигуна використовується дистанційний електричний тахометр, датчик якого приводиться в дію передавальною парою зубчастих коліс із передаточним числом 2.

Щоб запобігти перевищенню допустимої частоти обертання, у системі передбачене захисне реле, яке автоматично відключає живлення стенду при досягненні швидкості 2000–2500 об/хв.

Регулювання величини гальмівного моменту здійснюється шляхом зміни опору рідинного реостата 8, що дозволяє плавно формувати навантаження на випробовуваний агрегат.

Технічна характеристика стенду

Тип стенду: стаціонарний комплекс із застосуванням електричного гальмівного пристрою.

Номінальна потужність привідного електродвигуна, кВт: 13

Потужність гальмівного електродвигуна, кВт: 7

Перелік виконуваних випробувань: контроль рівня шуму та перевірка на самовимикання передач.

Габаритні розміри, мм: 3620 × 770 × 1300

Маса, кг: 125

Вибір привідного електродвигуна. Вихідними параметрами для розрахунку є передавальне зусилля $F = 40,33 \text{ кН}$ та робоча швидкість руху $V = 0,3 \text{ м/с}$.

Необхідна потужність на вихідному валу приводу $P_{\text{вих}}$, кВт, визначається за таким розрахунковим співвідношенням:

$$P_{\text{вих}} = F \cdot V, \quad (3.14)$$

$$P_{\text{вих}} = 40,33 \cdot 0,3 = 12,1 \text{ кВт.}$$

Необхідну встановлену потужність електродвигуна $P_{\text{ел}}$, кВт, визначають на основі такого розрахункового виразу:

$$P_{\text{ел}} = \frac{P_{\text{вих}}}{\eta_{\text{заг}}}, \quad (3.15)$$

$$\eta_{\text{общ.}} = \eta_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{п.}}, \quad (3.16)$$

$$\eta_{\text{б}} = 0,95; \eta_{\text{п.}} = 0,98.$$

$$\eta_{\text{заг.}} = 0,95 \cdot 0,98 = 0,931.$$

Отже, на підставі проведених розрахунків визначаємо необхідну потужність привідного електродвигуна

$$P_{\text{ел}} = \frac{12,1}{0,931} = 13 \text{ кВт.}$$

Отримані розрахункові значення потужності електродвигуна та частоти його обертання приводяться до найближчих стандартних параметрів згідно з рекомендаціями. Для приводу обираємо трифазний асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором серії А4, типу 4А112МА6У3, номінальною потужністю $P_{\text{ел}} = 13,0 \text{ кВт}$ та частотою обертання $n_{\text{ел}} = 1000 \text{ хв}^{-1}$.

Розрахунок привідного валу. Крутний момент, що передається валом, M , Н·м, визначають за таким аналітичним виразом:

$$M = \frac{N}{\omega_{\text{дв}}}, \quad (3.17)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}}{30}, \quad (3.18)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,6 \text{ с}^{-1}.$$

$$M = \frac{2700}{104,6} = 25,8 \text{ Н·м.}$$

Проведемо попереднє визначення розрахункового діаметра валу d , мм, використовуючи таке розрахункове співвідношення:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_u}{0,2 \cdot [\tau]}}, \quad (3.19)$$

$$[\tau] = 20 \text{ МПа.}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{25800}{0,2 \cdot 20}} = 18,6 \text{ мм.}$$

З огляду на конструктивні вимоги приймаємо діаметр ділянок валу під установку підшипників $d_2 = 45 \text{ мм}$, а діаметр посадочної частини валу для приєднання муфти – $d_3 = 40 \text{ мм}$.

Ескізна побудова валу представлена на рисунку 3.3.

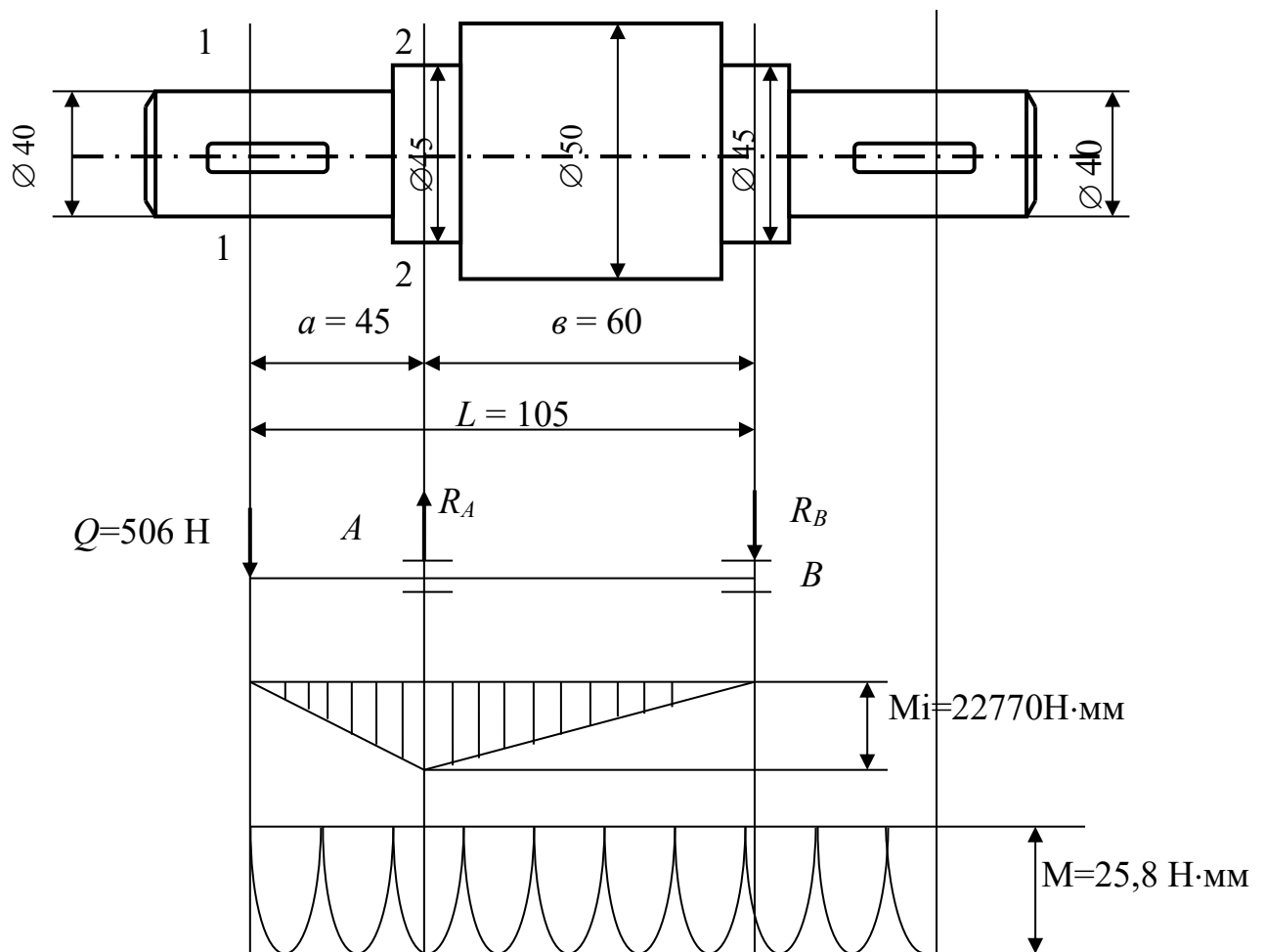


Рис. 3.3. Схема валу і епюри моментів/

Визначення згинальних моментів

$$M_u = Q \cdot a, \quad (3.20)$$

$$M_u = 506 \cdot 45 = 22770 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Крім дії поперечних сил, вал також передає крутний момент $M = 25\,800 \text{ Н}\cdot\text{мм}$.

Найбільш навантаженим і, відповідно, небезпечним з точки зору міцності є переріз 2–2, у якому спостерігається максимальне поєднання згинальних і крутних навантажень.

Момент опору перерізу 2 для згину. Для цього перерізу момент опору вигину W_u , мм^3 , визначається за відповідним геометричним виразом:

$$W_u = \frac{\pi d^3}{32}, \quad (3.21)$$

$$W_u = \frac{3,14 \cdot 45^3}{32} = 8941 \text{ мм}^3.$$

Полярний момент опору перерізу валу W_n , мм^3 , визначається за відомим геометричним співвідношенням:

$$W_n = \frac{\pi d^3}{16}, \quad (3.22)$$

$$W_n = \frac{3,14 \cdot 45^3}{16} = 17882 \text{ мм}^3.$$

Амплітудну складову напруження при вигині σ_a , МПа, визначають на підставі відповідного розрахункового виразу, що враховує діючі згинальні моменти та геометричні характеристики перерізу:

$$\sigma_a = \frac{M_u}{W_u}, \quad (3.23)$$

$$\sigma_a = \frac{22770}{8941} = 2,54 \text{ МПа}.$$

Амплітудну дотичну напругу τ_a , МПа, визначають за відповідною розрахунковою залежністю, що враховує величину крутного моменту та полярний момент опору перерізу

$$\tau_a = \frac{M_k}{W_n}, \quad (3.24)$$

$$\tau_a = \frac{25800}{17882} = 1,44 \text{ МПа}.$$

Середнє значення напружень у циклі при вигині становить $\sigma_m = 0$, тоді як для кручення середня складова визначається як $\tau_m = \tau_a = 2,71 \text{ МПа}$.

На цій основі проводимо уточнений розрахунок міцності привідного валу. Основним концентратором напружень у розглядуваній зоні є посадкове місце під підшипник, виконане з натягом за посадкою $k6$.

За таких умов ефективні коефіцієнти концентрації напружень, приведені до масштабного чинника, становлять:

при вигині – $K_\sigma / \varepsilon_\sigma = 2,7$;

при крученні – $K_\tau / \varepsilon_\tau = 2,15$.

Коефіцієнт, що враховує вплив чистоти поверхні обробки, приймаємо $\beta = 0,95$. Вплив асиметрії навантажувального циклу описується коефіцієнтом $\varphi = 0,1$.

Матеріалом валу є конструкційна сталь марки 20, для якої межа витривалості становить:

при згині – $\sigma_{-1} = 165 \text{ МПа}$;

при крученні – $\tau_{-1} = 98 \text{ МПа}$.

Готовий переробити наступний фрагмент або продовжити виклад розрахунків:

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\beta \cdot \varepsilon_\sigma} \cdot \sigma_a}, \quad (3.25)$$

$$S_\sigma = \frac{165}{\frac{2,15}{0,95} \cdot 2,54} = 28,7.$$

Коефіцієнт безпеки щодо дії дотичних напружень S_τ визначають відповідно до такого розрахункового рівняння:

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\beta \cdot \varepsilon_\tau} \cdot \tau_a + \varphi_\tau \cdot \tau_m}, \quad (3.26)$$

$$S_\tau = \frac{98}{\frac{2,15}{0,95} \cdot 2,71 + 0,1 \cdot 2,71} = 15,3.$$

Сумарне значення коефіцієнта безпеки для контрольного перерізу 2–2
визначається як:

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}}, \quad (3.27)$$

$$S = \frac{28,7 \cdot 15,3}{\sqrt{28,7^2 + 15,3^2}} = 12,9 > [S] = 2,5.$$

Умови міцності дотримані.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Постановка задачі щодо пошуку сучасних технічних рішень

Об'єкт дослідження. Процес технічного обслуговування, діагностики та ремонту коробок передач вантажних автомобілів у виробничих умовах автотранспортного підприємства.

Предмет дослідження. Методи та технологічні процедури діагностування, випробування і ремонту коробок передач, включаючи конструктивні та експлуатаційні фактори, що впливають на їх працездатність, ресурс та якість відновлення.

Гіпотеза дослідження. Вважається, що впровадження удосконалених технологічних методів діагностики та стендових випробувань коробок передач вантажних автомобілів у поєднанні з оптимізованими ремонтними процедурами дозволить підвищити надійність агрегатів, збільшити тривалість їх безвідмовної роботи, скоротити трудомісткість ремонтних операцій та зменшити експлуатаційні витрати автотранспортного підприємства.

Автомобільний транспорт посідає ключове місце в інтегрованій транспортній інфраструктурі держави та суттєво впливає на динаміку розвитку національного господарства. Поряд зі зростанням кількості транспортних засобів відбувається підвищення їх технічного рівня, зокрема збільшення вантажопідйомності та розширення функціональних можливостей. У сучасних умовах особлива увага приділяється раціональній організації роботи технічної служби, ефективному використанню її виробничих ресурсів, а також активному впровадженню механізації та автоматизованих засобів у процесі технічного обслуговування та ремонту рухомого складу.

Перед підприємствами автомобільного транспорту сформульовано низку стратегічних завдань, спрямованих на підвищення ефективності їх діяльності, зокрема:

а) забезпечення істотного покращення якості транспортного обслуговування, що передбачає підвищення надійності, оперативності та доступності перевезень;

б) розширення спектра професійних послуг, які автотранспортні підприємства надають народному господарству та населенню, з урахуванням зростаючих вимог до технічної підтримки та сервісу;

в) збільшення продуктивності праці щонайменше у два рази, що можливо реалізувати через широке використання інноваційних технологій, упровадження модернізованих засобів механізації, розвиток орендних форм взаємодії та застосування інших прогресивних організаційно-технічних рішень.

Під час формування загальної концепції були враховані ключові підходи, що забезпечують її ефективність та відповідність сучасним вимогам галузі. До основних принципів належать:

- Спрямованість на задоволення потреб споживачів, що передбачає орієнтацію на очікування клієнтів, підвищення рівня сервісу та гнучкість у наданні послуг;
- Пріоритет надання комплексу послуг, необхідних для повного забезпечення потреб як народного господарства, так і населення, з акцентом на їхню функціональність, доступність та своєчасність;
- Максимальне різноманіття організаційних, управлінських, технічних і технологічних рішень, які сприяють удосконаленню структури галузі, підвищенню її адаптивності та ефективності функціонування в умовах змінної ринкової кон'юнктури.

Для розв'язання актуальних проблем, що постають перед автомобільним транспортом, необхідно виконати комплекс взаємопов'язаних завдань. Насамперед йдеться про оптимізацію організаційної структури та удосконалення технологічних процесів технічного обслуговування й ремонту транспортних засобів. Важливим аспектом є також зменшення кількості ремонтних операцій, скорочення витрат на їх виконання та раціональне використання матеріально-трудових ресурсів, що набуває особливої значущості в умовах ринкової економіки.

Сучасна практика свідчить, що сумарні витрати на технічне обслуговування і ремонт автомобілів нерідко перевищують їх виробничу собівартість. У зв'язку з цим одним із ключових завдань науково-технічного прогресу у транспортній галузі є зниження трудомісткості та матеріалоемності

операцій з обслуговування й відновлення агрегатів. Досягнення цього повинно відбуватися паралельно з підвищенням експлуатаційної надійності рухомого складу та збільшенням його ресурсу, що є основою стабільної та ефективної роботи автомобільних підприємств.

Систематичне вивчення структури витрат автотранспортного підприємства є важливим інструментом управління, який дозволяє оперативно реагувати на зміни внутрішніх і зовнішніх факторів та своєчасно впроваджувати заходи, спрямовані на підвищення ефективності його функціонування. Аналіз собівартості транспортних послуг виступає одним із ключових показників, що характеризує економічний стан підприємства та рівень результативності його діяльності.

Регулярний, глибокий та всебічний аналіз витрат дає змогу простежити динаміку їх зміни, оцінити ступінь досягнення запланованих показників і порівняти їх із фактичними результатами. Окрім цього, він забезпечує можливість комплексно оцінити ефективність роботи автотранспортного господарства, виявити внутрішні резерви та визначити шляхи зниження собівартості транспортних послуг.

Особливу увагу слід приділяти витратам, які мають найбільшу частку в загальній структурі, зокрема фонду оплати праці, витратам на паливно-мастильні матеріали, шини та запасні частини. Навіть незначне скорочення витрат за цими статтями здатне забезпечити відчутну економію та позитивно вплинути на фінансові результати підприємства, підвищивши його загальну конкурентоспроможність і стійкість у ринкових умовах.

Контроль якості технічного обслуговування та ремонту автомобілів є невід'ємним елементом загального виробничого процесу автотранспортного підприємства. Основним його призначенням виступає своєчасне запобігання появі дефектів і забезпечення високого рівня виконання робіт. Формування якості обслуговування та ремонту відбувається безпосередньо в процесі їх виконання, а її об'єктивна оцінка здійснюється за результатами контролю технічного стану автомобіля як під час виходу на лінію, так і у процесі його експлуатації.

Одним із найбільш об'єктивних критеріїв оцінювання якості технічного обслуговування та ремонтних робіт є тривалість безвідмовної експлуатації автомобіля після їх виконання. Забезпечення ефективної системи контролю за якістю ТО і ПР є досить складним завданням, що зумовлено специфікою технологічних процесів, різноманітністю операцій та високими вимогами до точності їх виконання.

Важливою складовою контролю виступає участь водіїв, які зацікавлені у надійній та тривалій роботі транспортного засобу. Завдяки практичному досвіду та безпосередньому контакту з автомобілем вони виступають додатковими, доволі вимогливими контролерами, здатними оперативно виявляти недоліки або відхилення від норми.

Оцінювання якості виконаних робіт здійснюється на кількох рівнях: безпосередньо на постах технічного обслуговування та ремонту, на діагностичних лініях і постах, а також у контрольних пунктах технічного приймання. Ремонт вузлів і агрегатів, демонтованих з автомобіля, зазвичай перевіряється на профільних виробничих ділянках, де є необхідне обладнання та фахівці відповідної кваліфікації.

Після проведення ТО-1 і ТО-2 контроль охоплює не лише оцінку якості виконаних робіт, але й перевірку повноти та правильності виконання всього регламентованого переліку операцій. Застосовуються різні методи контролю: візуальна оцінка, використання переносних вимірювальних засобів, а також діагностичного обладнання, що дозволяє визначити технічний стан автомобіля та його агрегатів.

З метою економії часу на деяких виробничих дільницях може застосовуватися вибірковий контроль, коли перевіряється лише частина виконаних операцій або стан найбільш відповідальних вузлів і агрегатів, що безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху.

Автотранспортне підприємство (АТП) є ключовою виробничою ланкою, що забезпечує підтримання рухомого складу у працездатному стані та гарантує його ефективну експлуатацію. До основних функцій АТП належать організація та виконання вантажних перевезень, проведення технічного обслуговування і

ремонту транспортних засобів, забезпечення їх належного зберігання, а також матеріально-технічне постачання рухомого складу.

Для аналізу та прогнозування зростання продуктивності праці на підприємстві використовується класифікація факторів, що визначають підвищення її рівня. До таких факторів належать:

Технічний прогрес, який охоплює механізацію та автоматизацію технологічних процесів, впровадження нових технологій на сучасному й наявному обладнанні, модернізацію існуючих виробничих засобів. До цього блоку також відносять удосконалення конструкції виробів, підвищення якості вихідних матеріалів, використання нових типів ресурсів та енергоносіїв, а також забезпечення вищої якості продукції та послуг.

Удосконалення організації виробництва, праці та системи управління, що включає оптимізацію норм і зон обслуговування, раціоналізацію структури управління (зокрема перехід до безцехових форм), скорочення втрат робочого часу, зменшення кількості браку та відхилень від встановлених нормативів.

Зміна масштабів виробництва та відносне скорочення чисельності персоналу, що відображається у підвищенні ефективності використання трудових ресурсів за рахунок оптимізації кількості робітників, керівників, спеціалістів та службовців.

У результаті проведеного аналізу стану чинної системи технічного обслуговування та ремонту рухомого складу, а також оцінювання організації праці персоналу, залученого до виконання операцій ТО і ПР, були визначені напрями модернізації, необхідні для підвищення ефективності виробничих процесів. На основі отриманих висновків формується комплекс заходів, спрямованих на удосконалення функціонування ремонтної системи в межах ділянки, що підлягає технічному переоснащенню.

Реалізація запропонованих дій орієнтована на розв'язання низки ключових завдань: підвищення продуктивності праці, покращення надійності роботи транспортних засобів, оптимізація техніко-експлуатаційних показників їх використання, скорочення поточних витрат на виконання операцій технічного обслуговування та ремонту, а також підвищення загальної ефективності виробничої діяльності підприємства.

Перелік заходів, що передбачають технічне переоснащення ремонтної дільниці, подано в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Перелік запропонованих заходів щодо модернізації дільниці ремонту коробок передач.

Найменування організаційних і технічних заходів	Економічний або соціальний результат від запровадження заходу
1. Проектування та впровадження спеціалізованого стенда для розбирання і складання коробок передач	– Зменшення трудомісткості ремонтних операцій та зростання продуктивності праці персоналу; – Скорочення витрат на оплату праці в розрахунку на одну ремонтну операцію; – Покращення умов праці, зменшення фізичного навантаження на робітників.
2. Створення та введення в експлуатацію стенда для випробування коробок передач	– Підвищення точності виконання ремонтних робіт та рівня надійності подальшої експлуатації агрегатів; – Скорочення простоїв рухомого складу під час ремонтів; – Зростання продуктивності праці ремонтної дільниці; – Зниження матеріаломісткості та енергоспоживання на одиницю ремонтної операції.
3. Розроблення та використання стенда для випробування коробок передач	– Підвищення продуктивності праці на спеціалізованій ремонтній дільниці; – Скорочення трудомісткості діагностичних і ремонтних процедур.

4.2 Оцінювання ефективності методів діагностики коробок передач вантажних автомобілів

Ефективність діагностики коробок передач вантажних автомобілів визначається сукупністю показників, що характеризують точність виявлення дефектів, тривалість проведення робіт та економічні витрати на їх виконання. На основі проведеного порівняльного аналізу розглянуто три найбільш поширені методи: візуальну діагностику, вібраційний аналіз та стендові випробування.

На рисунку 4.1 наведено зіставлення точності роботи кожного з методів. Візуальна діагностика забезпечує орієнтовну точність на рівні 70%, що зумовлено значною часткою суб'єктивності та залежністю результатів від досвіду фахівця. У свою чергу, вібраційний аналіз підвищує точність до 85% завдяки інструментальному контролю стану підшипників, шестерень та синхронізаторів. Найвищий показник, близько 95%, демонструють стендові випробування, які моделюють реальні експлуатаційні режими та дозволяють комплексно перевірити працездатність агрегату.

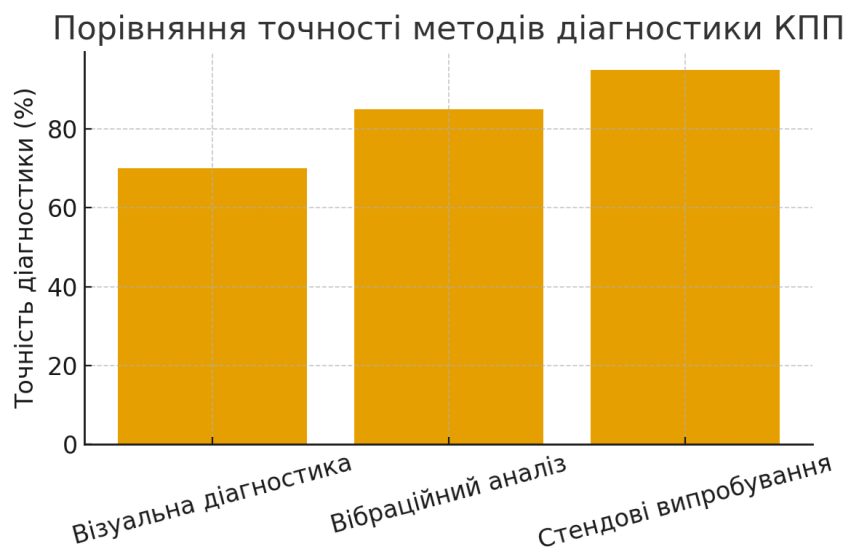


Рис. 4.1. Порівняння точності методів діагностики КПП.

Стосовно часових витрат (рис. 4.2) встановлено, що візуальна діагностика потребує близько 60 хвилин, оскільки передбачає значний обсяг ручних операцій. Вібраційний аналіз скорочує тривалість робіт до 40 хвилин внаслідок автоматизації збору параметрів та зменшення обсягу розбирання. Найменш трудомісткими є стендові випробування (близько 30 хв), оскільки робота виконується за стандартизованим алгоритмом і частково автоматизується.

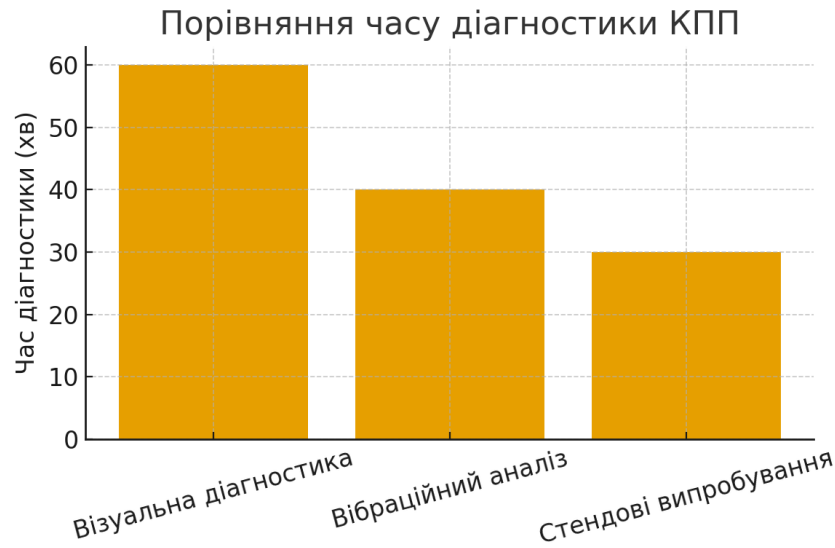


Рис. 4.2. Порівняння часу діагностики КПП.

Аналіз вартості робіт показав (рис. 4.3), що найдешевшим методом є візуальна діагностика (близько 20 умовних одиниць). Вібраційний аналіз потребує збільшення затрат до 35 умовних одиниць через використання спеціалізованих вимірювальних приладів. Стендові випробування є найдорожчими (близько 50 умовних одиниць), що пояснюється складністю обладнання та необхідністю забезпечення енергетичних режимів роботи стенда.

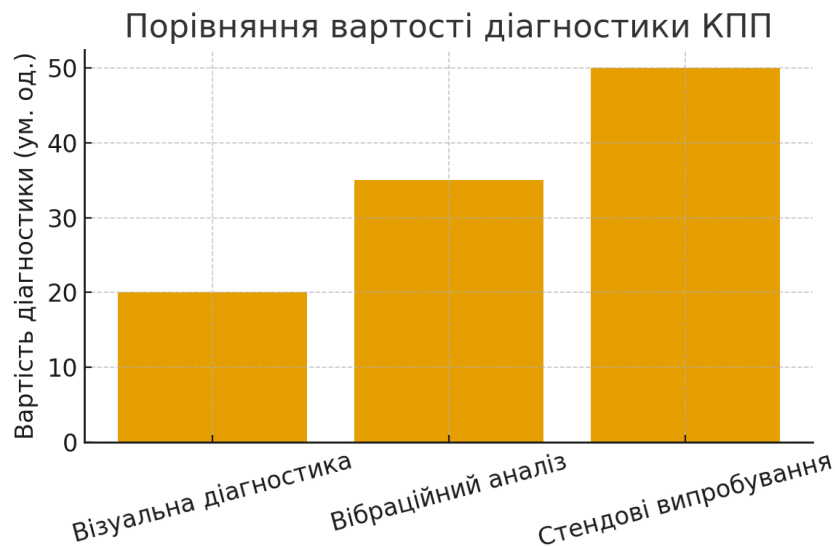


Рис. 4.3. Порівняння вартості діагностики КПП.

4.3 Розрахунок сумарного індексу ефективності

Для інтегральної оцінки введено узагальнений показник ефективності:

$$E = w_1 \cdot A + w_2 \cdot \left(\frac{1}{T} \right) + w_3 \cdot \left(\frac{1}{C} \right),$$

де A – точність діагностики (%),

T – час (години),

C – вартість (ум. од.),

$w_1=0.6$. $w_2=0.25$. $w_3=0.15$ – вагові коефіцієнти.

Результати розрахунків показано у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Результати інтегрального оцінювання ефективності методів діагностики КПП.

Метод	Індекс ефективності E
Візуальна діагностика	42.26
Вібраційний аналіз	51.38
Стендові випробування	57.50

Стендові випробування є найбільш ефективним методом діагностики коробок передач за всіма ключовими параметрами – точністю, тривалістю та достовірністю результатів.

Попри найвищу вартість, стендовий метод забезпечує значне зниження ризику повторних ремонтів, зменшує кількість простоїв техніки та підвищує надійність рухомого складу.

Вібраційний аналіз може розглядатися як оптимальний компроміс між точністю і вартістю, будучи доцільним для регулярної діагностики технічного стану КПП.

Візуальна діагностика повинна застосовуватися лише як попередній або допоміжний метод, оскільки її точність є найнижчою серед розглянутих.

Таким чином, упровадження стендових випробувань та їх інтеграція в технологічний процес ремонту КПП дозволяє значно підвищити якість відновлення агрегатів і ефективність технічного обслуговування вантажних автомобілів.

4.4 Удосконалення та пропонування нових технологічних операцій діагностики та ремонту коробок передач

Ефективність ремонту та діагностики коробок передач вантажних автомобілів значною мірою залежить від рівня технологічного забезпечення, вибору методів оцінювання технічного стану та застосування прогресивних інструментально-вимірювальних засобів. З огляду на результати аналізу існуючих технологічних процесів і виявлені недоліки, запропоновано комплекс удосконалених та нових технологічних операцій, спрямованих на підвищення точності діагностики, скорочення трудомісткості ремонту та покращення надійності відновлених агрегатів.

Удосконалені операції діагностики КПП. Впровадження комплексної багатоканальної віброакустичної діагностики.

Сучасні сенсорні модулі дозволяють одночасно реєструвати вібрації, шумові параметри, локальні механічні удари та температурні зміни. Це дає можливість виявляти початкові дефекти зубчастих коліс, підшипників і синхронізаторів до появи значних механічних пошкоджень.

Діагностика за спектральним аналізом мастильних матеріалів. Пропонується впровадити періодичний аналіз оливи за вмістом металевих частинок та хімічних домішок. Це дозволяє оцінити ступінь зношування деталей КПП без розбирання агрегату. Спектроскопічні методи підвищують точність прогнозування залишкового ресурсу.

Використання тепловізійного контролю КПП під час стендових випробувань. Тепловізійне картографування допомагає виявляти дефекти масляних каналів, перевантаження підшипників або неправильну роботу насоса, що проявляється локальними перегрівками корпусу агрегату.

Використання датчиків магнітної індукції для контролю шестерень. Дозволяє фіксувати мікротріщини, задири та руйнування поверхні зубців на ранніх етапах експлуатації або після ремонту.

Удосконалені технологічні операції ремонту КПП. Застосування прецизійного обладнання для юстування та регулювання валів КПП.

Завдяки індикаторним системам та лазерним нівелірам підвищується точність співвісності валів, що суттєво знижує шумність та вібрації агрегату.

Використання технології відновлення поверхонь методом мікродугового напилення. Дозволяє відновлювати посадкові місця під підшипники, робочі поверхні валів та шестерень із високою твердістю і зносостійкістю. Метод підвищує ремонтпридатність КПП і зменшує витрати на заміну деталей.

Механізована система пресування та демонтажу підшипників. Передбачається використання гідравлічних пресів із автоматизованим контролем зусилля та положення. Це мінімізує ризик пошкодження підшипників та валів під час монтажно-демонтажних робіт.

Автоматизована система очищення корпусних деталей та шестерень. Пропонується застосування ультразвукових ванн, які забезпечують високу якість очищення складних поверхонь і каналів, що недоступні для традиційних методів.

Удосконалений метод притирки та полірування зубчастих передач. Застосування мікроабразивних суспензій дозволяє зменшити шорсткість робочих поверхонь, що покращує плавність роботи КПП і знижує шумність.

4.5 Нові технологічні операції, рекомендовані для впровадження

Цифровий близнюк (Digital Twin) КПП. Розроблення віртуальної моделі коробки передач дозволяє прогнозувати дефекти, аналізувати режими навантажень та оптимізувати ремонтні стратегії.

Автоматичне стендове тестування з використанням машинного навчання. Алгоритми ШІ з високою точністю визначають нестандартні режими роботи, порівнюють їх із великою базою еталонних характеристик та прогнозують імовірність відмови.

Онлайн-моніторинг технічного стану КПП після ремонту. Встановлення датчиків вібрації та температури з передачею даних у хмарну систему дозволяє оперативно контролювати стан КПП у реальній експлуатації.

Запропонований комплекс нових та удосконалених технологічних операцій діагностики і ремонту коробок передач дозволяє:

підвищити точність діагностування на 15–25%;

- скоротити трудомісткість ремонтних операцій на 20–30%;
- зменшити ймовірність повторних відмов;
- підвищити ресурс відремонтованих КПП;
- знизити сумарні експлуатаційні витрати підприємства.

Упровадження запропонованих методів забезпечує суттєве підвищення технологічного рівня ремонтної ділянки та покращення економічних показників її роботи.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Вимоги безпеки до приміщення і площадки для зберігання та ремонту автомобілів

Приміщення для зберігання автомобілів не повинні безпосередньо з'єднуватися з іншими виробничими і допоміжними приміщеннями, де постійно знаходяться люди. При необхідності таке сполучення повинно здійснюватися через тамбур-шлюз.

Приміщення для зберігання автомобілів повинні мати безпосередній виїзд через ворота, які відкриваються назовні.

Підлога в приміщеннях для зберігання автомобілів повинна мати ухил не менше 1% в бік трапів і лотків

Площадки і підлога в приміщеннях для зберігання автомобілів повинні мати розмітку, яка виконана незмивною фарбою або іншим способом і визначає місця установлення автомобілів і проїздів. При нанесенні розмітки слід враховувати, що відстань між двома автомобілями, які стоять паралельно, повинна бути достатньою для вільного відчинення дверей кабіни.

Площадки для зберігання автомобілів, що перевозять пально- мастильні матеріали, повинні розташовуватися на відстані не менше 12 м одна від одної і від площадок для зберігання інших автомобілів.

Для полегшення запуску двигуна в холодний період року (при температурі повітря нижче - 15 °С) площадки для відкритого зберігання автомобілів повинні бути обладнані засобами для їх підігрівання.

Обладнання, яке полегшує запуск двигуна в холодний період року, повинно забезпечувати безпеку обслуговуючого персоналу і водіїв

Приміщення для профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів повинні забезпечувати безпечне виконання усіх технологічних операцій.

Повітря робочої зони, шум, вібрація, освітлення тощо на робочих місцях виробничих приміщень повинні відповідати вимогам діючих нормативних актів.

При розміщенні в загальному виробничому приміщенні дільниць (робочих місць), на яких згідно з технологічним процесом виділяються шкідливі речовини (гази, пил, аерозолі тощо), тепло, створюється шум, вони повинні розташовуватися в окремих приміщеннях, ізольованих від інших стінами до стелі.

Висота виробничих приміщень постів профілактичного обслуговування та ремонту автомобілів повинна бути такою, щоб відстань від верху автомобіля, що знаходиться на підйомнику, або від верху піднятого кузова автомобіля-самоскида, який стоїть на підлозі, до низу конструкцій покриття або перекриття, або до низу частин вантажопідіймального обладнання, що виступають, була не менше 0,2 м. Найменша висота цих приміщень повинна бути не менш 3,0 м.

Розташування оглядових каналів і естакад на території підприємства або в приміщеннях повинно забезпечувати безпечний заїзд та з'їзд з них транспортних засобів.

Розміри оглядових каналів і естакад визначаються у залежності від типу автомобілів, технологічного устаткування, що застосовується.

Довжина робочої зони оглядової каналу і естакади повинна бути не менше габаритної довжини транспортних засобів.

Довжина робочої зони тупикової оглядової каналу повинна бути такою, щоб транспортний засіб міг повністю установлюватися на каналу, не закриваючи вхідні сходи і запасний вихід.

Ширина оглядової каналу і естакади повинна встановлюватися виходячи із розмірів колії транспортного засобу з урахуванням обладнання зовнішніх або внутрішніх реборд.

Глибина оглядових каналів і висота естакад повинні забезпечувати вільний доступ до деталей, вузлів і агрегатів, розташованих знизу транспортних засобів, і складати:

для легкових автомобілів і автобусів особливо малого класу - 1,3 - 1,5 м;

для вантажних автомобілів і автобусів - 1,1 - 1,2 м;

для великотоннажних (позашляхових) автомобілів - самоскидів – 0,5-0,7 м.

5.2 Шляхи реалізації завдань ЦЗ

З метою реалізації цього завдання проводяться наступні заходи. Завчасно проводяться інженерно-технічні заходи цивільного захисту (ІТЗ ЦЗ) для зменшення імовірності виникнення НС.

Проведення прогнозування і оцінки соціально-економічних наслідків НС, визначення на основі прогнозу потреби в силах, засобах, матеріальних та фінансових ресурсах.

Здійснюється постійне спостереження за станом потенційно небезпечних об'єктів (далі - ПНО) і навколишнім середовищем.

Підтримується у готовності до негайного застосування засоби оповіщення і інформаційного забезпечення населення, створюються локальні системи сповіщення про місця зараження.

Створюються спеціалізовані формування, і здійснюється їх підготовка.

Проводиться забезпечення робітників і службовців засобами індивідуального захисту, а також ведеться будівництво захисних споруд.

Забезпечується готовність міністерств та інших центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підпорядкованих їм сил і засобів до дій, спрямованих на запобігання і реагування на НС.

Опрацювання інформації про надзвичайні ситуації, видання інформаційних матеріалів з питань захисту населення і територій від наслідків НС.

Розроблення та виконання державних цільових програм, спрямованих на запобігання НС, забезпечення сталого функціонування підприємств, установ та організацій, зменшення можливих матеріальних втрат.

Здійснюється створення, раціональне збереження і використання резерву матеріальних та фінансових ресурсів, необхідних для запобігання і реагування на НС.

Пом'якшення можливих наслідків НС у разі їх виникнення.

Проводяться заходи щодо державного регулювання діяльності суб'єктів господарювання з питань ЦЗ (державна стандартизація, експертиза, державний

нагляд і контроль, страхування у сфері ЦЗ, сертифікація засобів ЦЗ, атестація аварійно-рятувальних служб та рятувальників).

З метою виконання завдання у всіх ланках міських і позаміських пунктів на основі автоматизованих систем централізованого оповіщення, мережі зв'язку і радіомовлення, а також спеціальних засобів, створюється система оповіщення та інформаційного забезпечення. Вона являє собою комплекс організаційно-технічних засобів для передачі відповідних сигналів і розпоряджень органам державної виконавчої влади, адміністрації підприємств, установ і організацій, силам ЦЗ і населенню.

Автоматизована система оповіщення та інформаційного забезпечення створюється на базі загальнодержавної мережі зв'язку та радіомовлення і поділяється на державну і регіональну. Система має забезпечити циркулярне оповіщення посадових осіб із застосуванням для цього міської телефонної мережі, засобів радіомовлення і телебачення.

Система оповіщення та інформаційного забезпечення використовується централізовано.

Сповіднення підлеглих штабів ЦЗ і НС, сил ЦЗ і населення організує вищестоящий штаб ЦЗ і НС.

Здійснюється опрацювання інформації про НС, видання інформаційних матеріалів з питань захисту населення і територій від наслідків НС.

Захист населення у разі виникнення НС. З метою виконання завдання здійснюється комплекс заходів, які мають забезпечити укриття населення в захисних спорудах, його евакуацію, медичний, біологічний (бактеріологічний), радіаційний і хімічний захист, а також здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалого населення.

Реалізуються визначені законом права у сфері захисту населення від наслідків НС, в тому числі осіб (чи їх сімей), що брали безпосередню участь у ліквідації цих ситуацій.

Організація життєзабезпечення постраждалого населення. Завдання передбачає заходи, що здійснюються центральними та місцевими органами державної виконавчої влади, виконками місцевих Рад народних депутатів, штабами цивільного захисту, адміністрацією підприємств, установ і організацій

завчасно, а також у разі надзвичайної ситуації з метою створення умов для виживання населення, яке може опинитися (опинилося) в осередках ураження.

Заходами життєзабезпечення населення, спрямованими на задоволення мінімуму життєвих потреб громадян, які потерпіли (можуть потерпіти) від наслідків НС, надання їм побутових послуг і реалізацію соціальних гарантій на період проведення рятувальних та інших невідкладних робіт, є:

- тимчасове розселення громадян в безпечних районах;
- організація харчування у районах лиха і тимчасового розселення;
- організація забезпечення населення, що потерпіло, одягом, взуттям і товарами першої необхідності;
- організація подання фінансової допомоги потерпілим;
- забезпечення медичного обслуговування та санітарно-епідеміологічного нагляду в районах тимчасового розселення.

Здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалого населення.

Проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків НС. З метою ліквідації наслідків НС організуються і проводяться рятувальні та інші невідкладні роботи (РІНР).

РІНР є важливою складовою заходів по ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, які проводяться в стислі терміни в осередках ураження.

Ефективність цих робіт визначається кількістю врятованих життів і матеріальних цінностей, що в значній мірі залежить від правильності вибору способів і організації проведення РІНР.

Основними документами, що регламентують порядок оперативного виконання рятувальних та інших невідкладних робіт у районі НС є Кодекс цивільного захисту України, накази Міністерства внутрішніх справ України від 04.05.2016 №356 «Про затвердження Положення про підсистему реагування на надзвичайні ситуації, проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт єдиної державної системи цивільного захисту», від 26.12.2014 №1406

—Про затвердження Положення про штаб з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації та видів оперативно-технічної і звітної документації штабу з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації», наказ Державної служби

України з надзвичайних ситуацій від 15.05.2013 №226 «Про забезпечення готовності та організацію роботи Штабу з ліквідації надзвичайної ситуації».

Мета і зміст рятувальних та інших невідкладних робіт. РІНР виконуються з метою рятування людей і надання допомоги потерпілим, локалізації і ліквідації аварій, створення умов для подальшого відновлення виробничої діяльності об'єкта.

Термін РІНР об'єднує: групу рятувальних робіт і групу невідкладних робіт.

Види рятувальних робіт:

- розвідка маршрутів висування в осередок ураження і об'єкта робіт;
- локалізація і гасіння пожеж;
- розшук і порятунок людей з-під завалів, зруйнованих будівель;
- подача повітря в завалені захисні споруди
- розкриття завалених захисних споруд і рятування людей, які в них знаходяться ;
- надання першої медичної допомоги ураженим людям і евакуація їх в медичні установи;
- виведення населення із небезпечних районів в безпечні місця;
- санітарна обробка людей і знезаражування їх одягу, техніки, будівель, території, провізії і води.

Невідкладні роботи виконуються в інтересах рятування людей і включають такі види робіт:

- створення проїздів (проходів) у завалах і на зараженій території;
- локалізація і ліквідація аварій на комунально-енергетичних і технологічних мережах;
- відновлення порушених ліній зв'язку,
- укріплення, або руйнування нестійких конструкцій, які загрожують проведенню рятувальних робіт;
- знешкодження і знищення знайдених боєприпасів та інших вибухонебезпечних предметів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра виконано комплексне дослідження, проєктування та удосконалення процесів технічного обслуговування, діагностики й ремонту коробки передач вантажного автомобіля.

У загально-технічному розділі виконано аналіз ролі КПП у забезпеченні ефективності роботи вантажного автомобіля, розглянуто будову агрегату та його основні вузли. Це підтверджується структурою роботи та вступом.

У технологічному розділі розроблено оновлений технологічний процес ремонту, проаналізовано вихідний процес та впроваджено зміни, спрямовані на підвищення продуктивності та зменшення трудомісткості операцій.

Проведено визначення кількості устаткування, необхідного для організації ремонтного процесу, та сформовано вимоги до оснащення дільниці відповідно до її виробничої програми.

Визначено вимоги до приміщення, інженерних мереж, організації робочих місць і компоновки обладнання, що забезпечують ефективне виконання робіт після модернізації.

У конструкторському розділі виконано проєктування:
стенда для розбирання коробки передач,
стендового обладнання для навантажувальних випробувань КПП після ремонту.

Описано конструкцію, принцип роботи та призначення кожного стенда.

У науково-дослідному розділі виконано:
постановку задачі щодо пошуку сучасних технічних рішень у діагностиці КПП;

аналіз існуючих методів діагностування;
розрахунок сумарного індексу ефективності;
розроблення вдосконалених технологічних операцій;
формування переліку рекомендацій для впровадження.

Розглянуто вимоги до приміщень, обладнання, електробезпеки, заземлення, пожежної безпеки та цивільного захисту в умовах ремонтної дільниці.

Підготовлено графічний матеріал формату A1 та додатки відповідно до вимог кафедри.

Робота представляє собою повноцінне інженерне дослідження, що охоплює аналіз, проектування, розрахунки, удосконалення технологій і заходи з безпеки. Вона демонструє здатність магістра комплексно вирішувати технічні задачі, пов'язані з ремонтом і діагностикою коробок передач вантажних автомобілів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
2. Технічний контроль стану дорожніх машин / Малишев В., Кущевська Н., Петренко Т, Докуніхін В. - Університет "Україна", 2022. 252 с.
3. Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с.
4. Коноваленко О.Д., Черниш А.А. Ідентифікація транспортних засобів: навчальний посібник. – Харків: Мадрид, 2020. – 259 с.
5. Кисликов В.Ф., В.В. Лущик Будова і експлуатація автомобілів. Підручник - Либідь м.Київ, 2018 – 400с.
6. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.
7. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
8. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння: Навчальний посібник. - Кременчук: КНУ, 2011. - 194 с.
9. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
10. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
11. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).
12. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотransпортних

підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.

13. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1 :теоретичні основи. Технологія: підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 342 с.

14. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2: організація, планування і управління : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К.: "Вища школа", 1994. – 383 с.

15. Курніков І. П. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навчальний посібник / І. П. Курніков, М. К. Корольов, В. М. Токаренко. – К. : Вища школа, 1993. – 191 с.

16. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.

17. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – 8-те вид. - К.: Либідь, 2018. – 400 с.

18. Кисликов В.Ф. Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 2016. – 400 с. 5. Ю.А.

19. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф.Фролов Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. К.: Грамота, 2005.

20. Ляшук, О., Гевко, І., Гупка, А., Слободян, Л., Гевко, Б., & Хорошун, Р. (2023). Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту. сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 2(21), 135-144.

21. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

22. Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»: навчальний посібник / В.С. Стручок.– Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. – 156 с.

23. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108.

24. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.

25. Конспект лекцій з дисципліни “Охорона праці в галузі” для студентів спеціальності 7.07010601 “Автомобілі та автомобільне господарство” форми навчання / Укладач: Толок А.О., Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2016 - 42 с.

26. Стеблюк М.І. Цивільна оборона: Підручник. — К.: Знання, 2006. — 487 с