

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автотранспорту та логістики

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36

Виконали студенти 4 курсу, групи МА-41
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Владислав
ГАВРИЛИШИН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Сергій ПИРИГ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Роман ХОРОШУН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Тетяна ПИНДУС

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Гаврилишину Владиславу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36

Керівник роботи Хорошун Роман Васильович доктор філософії
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9-40

2. Термін подання студентом завершеної роботи 08 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Стенд для ремонту коробок переміни передач – А1;

Рама – А1;

Основні характеристики КПП ZF S6.36 – А1;

Перелік основних зон перевірки КПП ZF S6.36 на автомобілі – А1;

Схема перевірки механізму перемикання передач КПП ZF S6.36 – А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21.січня 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	29.01.2026	
2	Технологічний розділ	12.02.2026	
3	Конструкторський розділ	04.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	11.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

_____ (підпис)

Гаврилишин Владислав
Володимирович

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хорошун Роман Васильович

_____ (прізвище та ініціали)

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)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Пирого Сергію Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36

Керівник роботи Хорошун Роман Васильович доктор філософії

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року № 4/9-40

2. Термін подання студентом завершеної роботи 08 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Знімач для розбирання КПП автомобіля – 2А1;

Послідовність ТО КПП ZF S6.36 – А1;

Схема обкатування КПП ZF S6.36 – А1;

ТП обкатування КПП ZF S6.36 – А1;

Стенд для випробування коробок перемикування передач – А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 21.січня 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	29.01.2026	
2	Технологічний розділ	12.02.2026	
3	Конструкторський розділ	04.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	11.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

_____ (підпис)

Пиріг Сергій Вікторович

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хорошун Роман Васильович

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: « Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36 ».

Робота виконана на кафедрі автотранспорту та логістики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра доктор філософії., старший викладач Хорошун Роман Васильович.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 102 сторінки формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини.

Ключові слова обладнання, контроль технічного стану, відновлення працездатності, ремонт, діагностування.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1 Загальна будова коробки перемикач ZF S 6.36.....	10
1.2 Технічна характеристика КПП ZF S 6.36.....	12
1.3 Принцип роботи коробки перемикач.....	14
1.4 Аналіз умов експлуатації КПП ZF S 6.36.....	16
1.5 Основні несправності коробки перемикач.....	19
1.6 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра....	22
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	24
2.1 Діагностування КПП ZF S 6.36 на автомобілі.....	24
2.2 Розроблення ТП ремонту КПП ZF S 6.36.....	27
2.2.1 Зняття та встановлення коробки перемикач у зборі.....	27
2.2.2 Зняття та встановлення сальника вихідного вала.....	28
2.2.3 Зняття та встановлення сальника напрямного кожуха упорного підшипника вимикання зчеплення.....	29
2.2.4 Ремонт валів.....	34
2.2.5 Складання коробки перемикач.....	41
2.2.6 Привід перемикач.....	46
2.3 Розрахунок затрат часу та кількості працівників, залучених до ремонту КПП ZF S 6.36.....	47
2.4 Підбір обладнання, інструменту та матеріалів для ремонту КПП ZF S 6.36.....	50
2.5 Технічне обслуговування КПП ZF S 6.36.....	55
2.6 Розрахунок затрат часу та кількості працівників для технічного обслуговування КПП ZF S 6.36.....	28
2.7 Розроблення технологічного процесу обкатування КПП ZF S 6.36.....	61
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	67
3.1 Технічне обґрунтування розроблення стенда.....	67
3.2 Аналіз існуючих конструкцій стендів.....	68
3.2.1 Універсальний стенд КОПИС КС-02 / КС-021.....	69

	8
3.2.2 Стенд КРОН-КС-06 для обкатування КПП.....	71
3.2.3 Функціональні випробувальні стенди ZF Aftermarket.....	73
3.2.4 Стаціонарний стенд із гідравлічним навантажувальним пристроєм.....	76
3.2.5 Стенд для випробування КПП із двоярусною рамою, штатним зчепленням і гальмовою системою.....	78
3.3 Опис конструкції й принципу роботи.....	81
3.4 Розрахункове обґрунтування параметрів стенда.....	84
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	89
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36.....	89
4.2 Організаційно-технічні заходи безпеки під час виконання ремонтних і діагностичних робіт.....	91
4.3 Вимоги електробезпеки, пожежної безпеки та екологічної безпеки під час обслуговування КПП.....	93
4.4 Інструкція з техніки безпеки при використанні стенду для обкатки коробок передач.....	94
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	97
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	100
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Коробка перемикання передач ZF S 6.36 є механічним ступінчастим агрегатом трансмісії, призначеним для зміни крутного моменту та частоти обертання, що передаються від двигуна до ведучих коліс автомобіля. Її конструкція включає картер, первинний, вторинний і проміжний вали, зубчасті колеса, синхронізатори, підшипникові опори, механізм перемикання передач, привід керування та ущільнювальні елементи.

Актуальність теми зумовлена тим, що під час експлуатації КПП ZF S 6.36 її деталі працюють під дією змінних механічних і теплових навантажень. На ресурс коробки передач істотно впливають правильність перемикання передач, технічний стан зчеплення, якість трансмісійного масла, герметичність картера та своєчасність технічного обслуговування. Недостатній рівень мастила, забруднення масла, порушення регулювання приводу або зношування синхронізаторів можуть призвести до підвищеного шуму, ускладненого вмикання передач, перегрівання, підтікання масла та передчасного виходу агрегату з ладу.

У роботі розглянуто характерні несправності коробки передач, серед яких виділено ускладнене вмикання передач, хрускіт під час перемикання, підвищений шум, самовимикання передач, підтікання масла, перегрівання картера, вібрації та удари. Такі дефекти можуть бути пов'язані зі зношуванням синхронізаторів, підшипників, зубчастих коліс, ущільнювальних елементів, фіксаторів або деталей приводу перемикання передач.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту коробки перемикання передач ZF S 6.36 з урахуванням її конструктивних особливостей, умов експлуатації, характерних несправностей, вимог до діагностування, складання, регулювання та обкатування після ремонту.

Предметом дослідження є технологічні операції діагностування, демонтажу, розбирання, складання, регулювання, обкатування та контролю технічного стану КПП ZF S 6.36.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна будова коробки перемикання передач ZF S 6.36

Коробка перемикання передач ZF S 6.36 є механічним агрегатом трансмісії, призначеним для зміни крутного моменту та частоти обертання, що передаються від двигуна до ведучих коліс автомобіля [1, 6, 16]. Вона забезпечує вибір оптимального тягово-швидкісного режиму руху залежно від дорожніх умов, навантаження автомобіля та режиму роботи двигуна.

За конструкцією КПП ZF S 6.36 належить до механічних ступінчастих коробок передач із синхронізованим перемиканням основних передач. Її будова включає картер, первинний, вторинний і проміжний вали, зубчасті колеса різних передач, синхронізатори, підшипникові опори, механізм перемикання передач, привід керування, ущільнення та кришки. Усі ці елементи працюють як єдина система, що забезпечує передавання крутного моменту з необхідним передавальним числом.

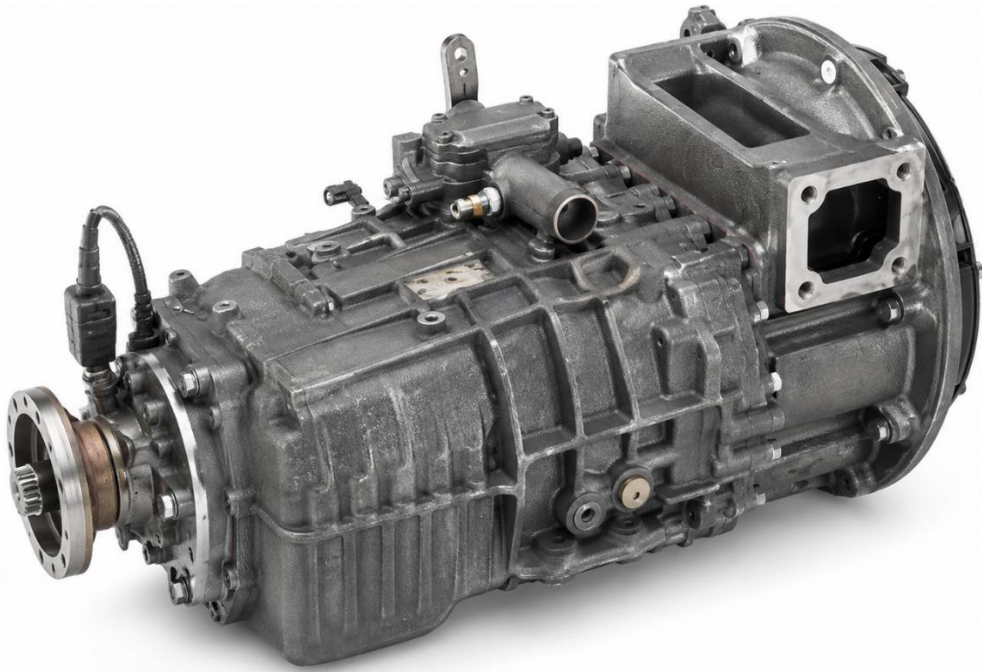


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд коробки перемикання передач ZF S 6.36.

Основною несучою частиною коробки передач є картер. Він виконує функцію корпусу, у якому розміщуються вали, підшипники, шестерні та елементи механізму перемикання. Картер також служить резервуаром для трансмісійного масла, яке забезпечує мащення зубчастих зачеплень,

підшипників і рухомих деталей. Для зручності технічного обслуговування у картері передбачені заливний, контрольний і зливний отвори, а також місця встановлення сапуна та ущільнювальних елементів.

Первинний вал сприймає крутний момент від двигуна через зчеплення. На ньому розташовані елементи, які забезпечують передавання обертання до зубчастих пар коробки передач. Вторинний вал є вихідним елементом КПП, через який крутний момент передається далі на карданну передачу. Проміжний вал забезпечує взаємодію між первинним і вторинним валами через зубчасті колеса відповідних передач.

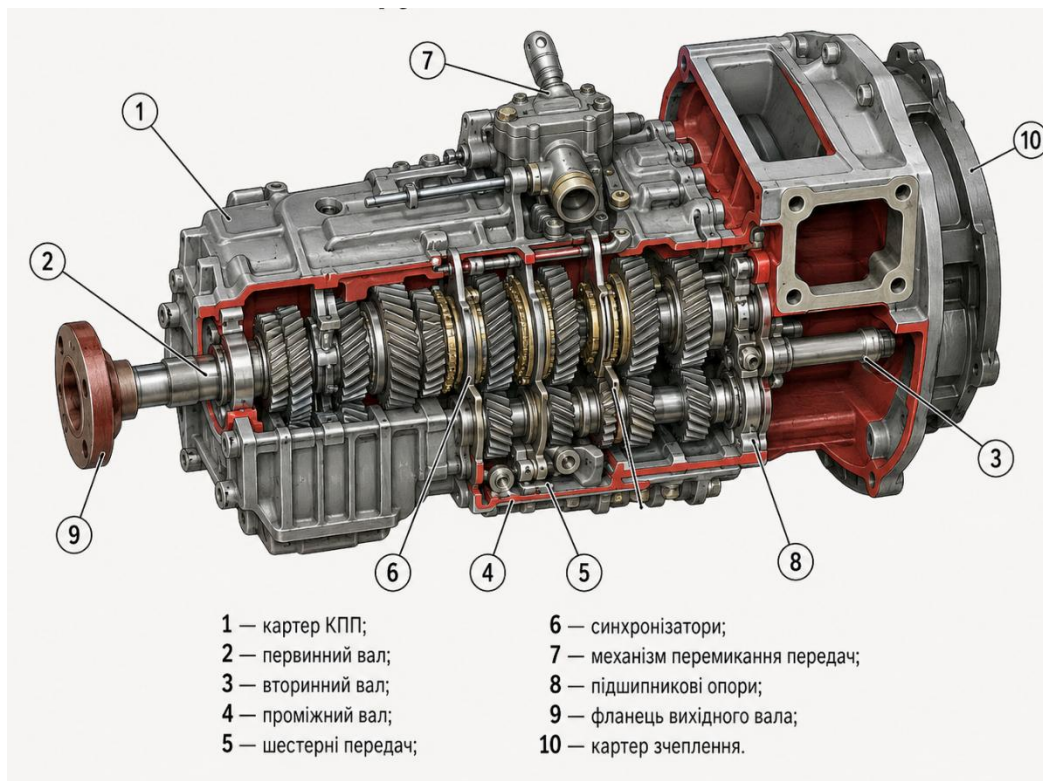


Рисунок 1.2 – Основні конструктивні елементи КПП ZF S 6.36.

Зубчасті колеса коробки передач утворюють окремі пари зачеплення для кожної передачі. Залежно від увімкненої передачі змінюється шлях передавання крутного моменту та передавальне число. Для забезпечення плавного перемикачя передач у конструкції застосовуються синхронізатори. Вони вирівнюють частоти обертання з'єднаних деталей перед увімкненням передачі, що зменшує ударні навантаження, шум і спрацювання зубчастих елементів.

Механізм перемикачя передач складається з вилок, тяг, повзунів, фіксаторів і блокувальних елементів. Його завдання полягає у переміщенні

відповідних муфт синхронізаторів та надійному фіксуванні вибраної передачі. Привід перемикачів передає зусилля від важеля керування в кабіні автомобіля до механізму перемикачів в картері КПП. Від правильного регулювання цього приводу залежить чіткість увімкнення передач і відсутність самовимикання під час руху.

Для зменшення витікання масла та захисту внутрішніх деталей від забруднення у коробці передач застосовуються сальники, прокладки та ущільнювальні кільця. Найбільш відповідальними зонами є ущільнення первинного та вторинного валів, стики картерів, кришки й місця встановлення пробок. Порушення герметичності цих ділянок призводить до зниження рівня масла, перегрівання деталей і прискореного зношування агрегату.

1.2 Технічна характеристика КПП ZF S 6.36

Особливістю КПП ZF S 6.36 є наявність шести передач переднього ходу, що дає змогу точніше підбирати тягово-швидкісний режим автомобіля залежно від навантаження, дорожніх умов і швидкості руху. У каталогах для коробки **S6-36** наведено декілька виконань із різними діапазонами передавальних чисел, зокрема варіанти 6,06–0,73; 6,06–0,84; 6,93–0,80; 7,43–1,00; 8,97–1,00, тому конкретні параметри коробки необхідно уточнювати за її модифікацією або заводською табличкою.

Технічну характеристику коробки передач доцільно подати у вигляді таблиці.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика коробки перемикачів передач ZF S 6.36.

Параметр	Характеристика
Тип агрегату	Механічна ступінчаста коробка перемикачів передач
Модель	ZF S 6.36
Кількість передач переднього ходу	6
Передача заднього ходу	Передбачена конструкцією КПП

Тип перемикання	Механічне, через систему тяг і важелів
Синхронізація	Синхронізовані основні передачі
Основні вали	Первинний, вторинний і проміжний
Тип зубчастих коліс	Косозубі шестерні для основних передач, окремий вузол заднього ходу
Варіанти діапазону передавальних чисел	6,06–0,73; 6,06–0,84; 6,93–0,80; 7,43–1,00; 8,97–1,00
Тип змащування	Картерне мащення трансмісійним маслом
Основні контрольні зони	Сальники, пробки, картер, привід перемикання, фланець вихідного вала
Застосування	Вантажні автомобілі, автобуси, спеціальні транспортні засоби

Конструктивно коробка передач має картерну будову, у якій на підшипникових опорах розміщуються первинний, вторинний і проміжний вали. На валах установлені зубчасті колеса відповідних передач, синхронізатори, втулки, стопорні кільця та підшипникові елементи. Передавання крутного моменту здійснюється через зубчасті пари, а вибір необхідної передачі забезпечується переміщенням муфт синхронізаторів за допомогою вилок механізму перемикання.

З технічної точки зору КПП ZF S 6.36 є достатньо надійним агрегатом, однак її працездатність значною мірою залежить від правильного регулювання приводу перемикання передач, стану синхронізаторів, рівня трансмісійного масла та герметичності ущільнень. Тому під час технічного обслуговування необхідно контролювати не лише зовнішній стан коробки, а й роботу механізму перемикання, наявність стороннього шуму, температуру картера та відсутність підтікання масла.

1.3 Принцип роботи коробки перемикання передач

У коробці перемикання передач ZF S 6.36 крутний момент від двигуна передається через зчеплення на первинний вал [1, 6]. Далі обертання надходить на проміжний вал, на якому розміщені шестерні постійного зачеплення. Через відповідну пару зубчастих коліс момент передається на вторинний вал, який з'єднаний із карданною передачею. Залежно від увімкненої передачі в роботу вводиться певна зубчата пара, що забезпечує потрібне передавальне число.

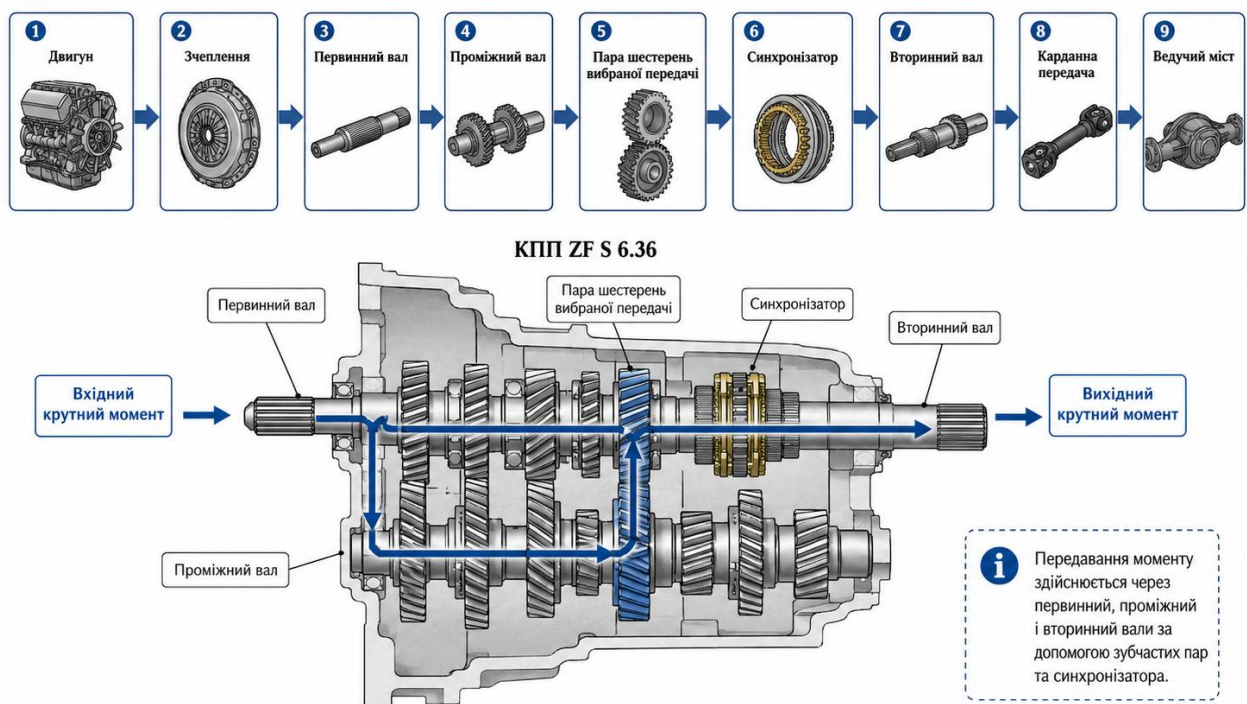


Рисунок 1.3 – Схема передавання крутного моменту в коробці перемикання передач ZF S 6.36.

Під час руху автомобіля на нижчих передачах використовується більше передавальне число. Це дозволяє збільшити крутний момент на ведучих колесах, що необхідно під час рушання з місця, руху на підйомі або перевезення вантажу. На вищих передачах передавальне число зменшується, тому автомобіль може рухатися з більшою швидкістю при меншій частоті обертання двигуна. Такий режим є економічнішим і зменшує навантаження на силовий агрегат.

Перемикання передач у КПП ZF S 6.36 виконується за допомогою механізму перемикання, який складається з тяг, вилок, повзунів, фіксаторів і муфт синхронізаторів. Коли водій переміщує важіль перемикання передач,

зусилля через привід передається до відповідної вилки. Вилка переміщує муфту синхронізатора, яка з'єднує потрібну шестерню з валом. У результаті крутний момент починає передаватися через обрану зубчасту пару.

Особливе значення у роботі коробки передач мають синхронізатори. Перед увімкненням передачі вони вирівнюють частоти обертання шестерні та вала, що дає змогу виконувати перемикавання плавно, без ударів і характерного хрусту. Якщо синхронізатор справний, передача вмикається чітко, без значного зусилля. При зношуванні конусних кілець, пружин або муфт синхронізатора можливе ускладнене перемикавання, шум або неповне увімкнення передачі.

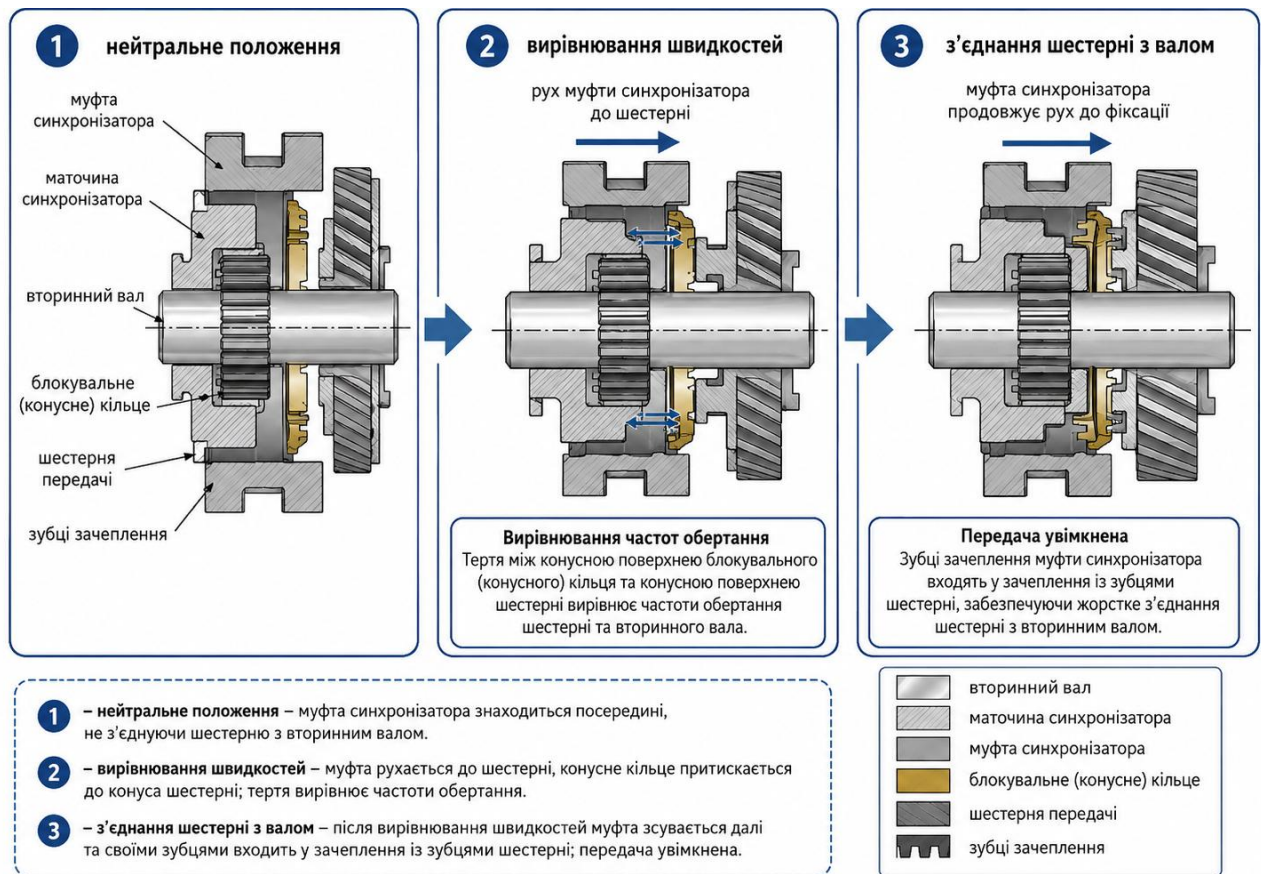


Рисунок 1.4 – Принцип роботи синхронізатора під час увімкнення передачі.

Роботу коробки передач за різних режимів можна подати у вигляді таблиці.

Передача заднього ходу працює за іншим принципом, ніж передачі переднього руху. Для зміни напрямку обертання вторинного вала в зачеплення вводиться додаткова проміжна шестерня. Завдяки цьому напрям обертання вихідного вала змінюється на протилежний, і автомобіль отримує можливість рухатися назад.

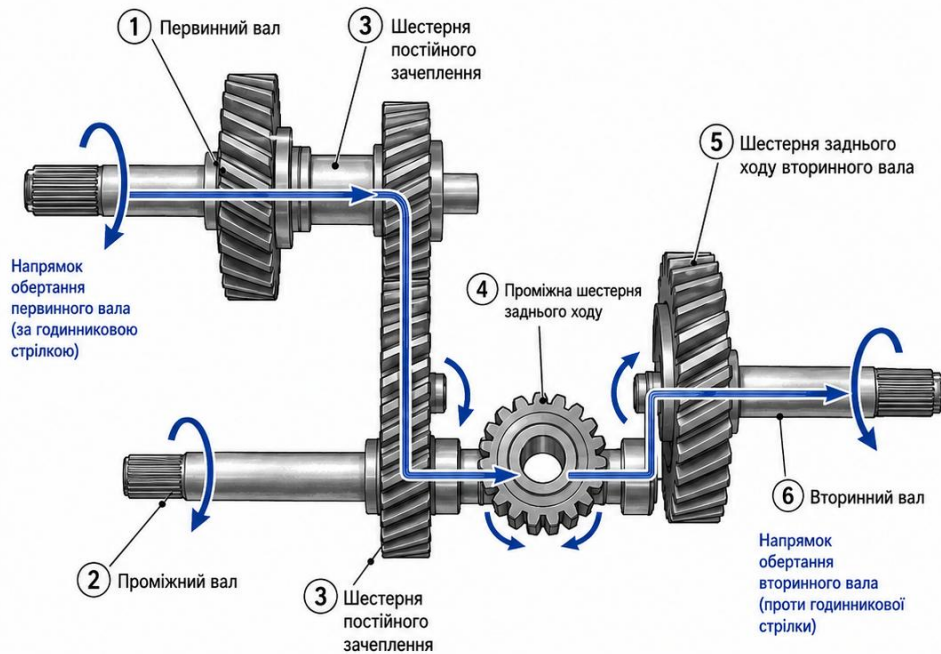


Рисунок 1.5 – Схема роботи передачі заднього ходу в механічній коробці передач.

Надійна робота КПП залежить не лише від стану шестерень і валів, а й від правильного мащення. Трансмісійне масло зменшує тертя в зубчастих зачепленнях і підшипниках, відводить тепло та знижує інтенсивність зношування деталей [1, 10, 14]. Недостатній рівень масла або його забруднення призводить до перегрівання, підвищеного шуму та прискореного руйнування підшипників і синхронізаторів.

Принцип роботи коробки перемикання передач ZF S 6.36 полягає у послідовному передаванні крутного моменту від двигуна через первинний, проміжний і вторинний вали з використанням відповідних зубчастих пар. Зміна передач забезпечується механізмом перемикання та синхронізаторами, які дають змогу плавно з'єднувати шестерні з валами. Правильна робота цього агрегату забезпечує потрібні тягові властивості автомобіля, економічність руху та надійну експлуатацію трансмісії.

1.4 Аналіз умов експлуатації КПП ZF S 6.36

Коробка перемикання передач ZF S 6.36 працює в умовах змінного навантаження, оскільки під час руху автомобіля на її деталі постійно діють

крутний момент, осьові та радіальні сили, вібрації, температурні коливання й ударні навантаження. Характер роботи агрегату залежить від маси автомобіля, дорожнього покриття, режиму руху, частоти перемикання передач, технічного стану зчеплення та якості трансмісійного масла.

Під час рушання з місця, руху на підйомі або перевезення вантажу на зубчасті колеса і вали діє підвищений крутний момент. У таких умовах найбільш навантаженими є нижчі передачі, синхронізатори та підшипникові опори. Якщо водій різко вмикає зчеплення або перемикає передачі з порушенням режиму роботи, у трансмісії виникають динамічні удари, які прискорюють зношування шестерень, шліцьових з'єднань і фіксувальних елементів.

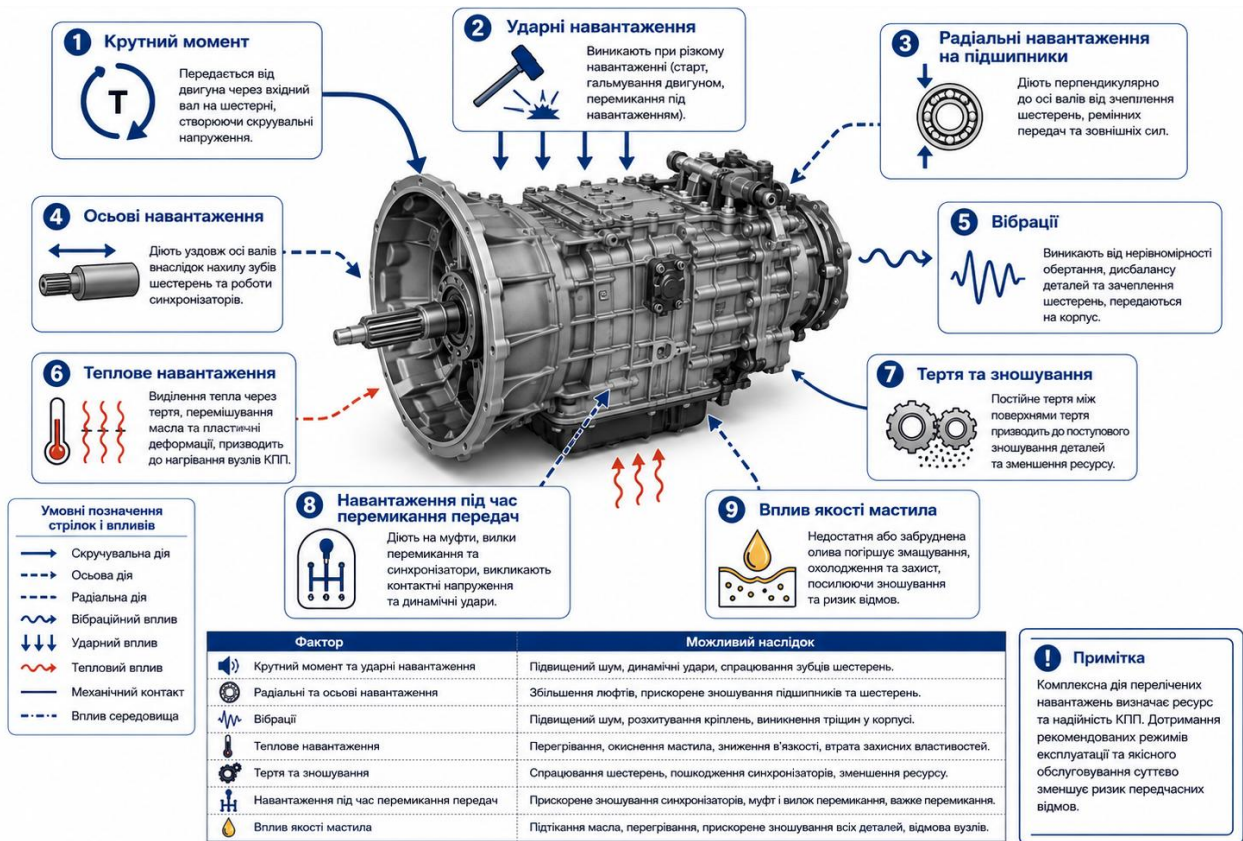


Рисунок 1.6 – Основні експлуатаційні навантаження, що діють на КПП ZF S

6.36.

Важливим чинником експлуатації є температурний режим. Під час роботи зубчасті зачеплення та підшипники виділяють тепло внаслідок тертя. За нормального рівня масла тепло відводиться через картер коробки передач. Якщо рівень мастила недостатній або воно втратило свої властивості, температура агрегату зростає, що призводить до погіршення мащення, збільшення шуму та прискореного спрацювання деталей.

На технічний стан КПП також впливають умови руху автомобіля. Робота в міському циклі супроводжується частими перемиканнями передач, зупинками та розгонами, тому підвищене навантаження припадає на синхронізатори, вилки та привід перемикання. Під час руху трасою коробка передач переважно працює на вищих передачах, однак тривала робота під навантаженням може спричинити перегрівання масла і підшипникових вузлів.

Окрему увагу необхідно приділяти стану трансмісійного масла. Воно виконує не лише функцію мащення, а й відводить тепло, зменшує шум, захищає деталі від корозії та виносить продукти зношування із зон тертя. Наявність металевих частинок у маслі може свідчити про інтенсивне спрацювання зубчастих коліс або підшипників. Тому під час технічного обслуговування необхідно регулярно перевіряти рівень, колір, запах і чистоту мастила.

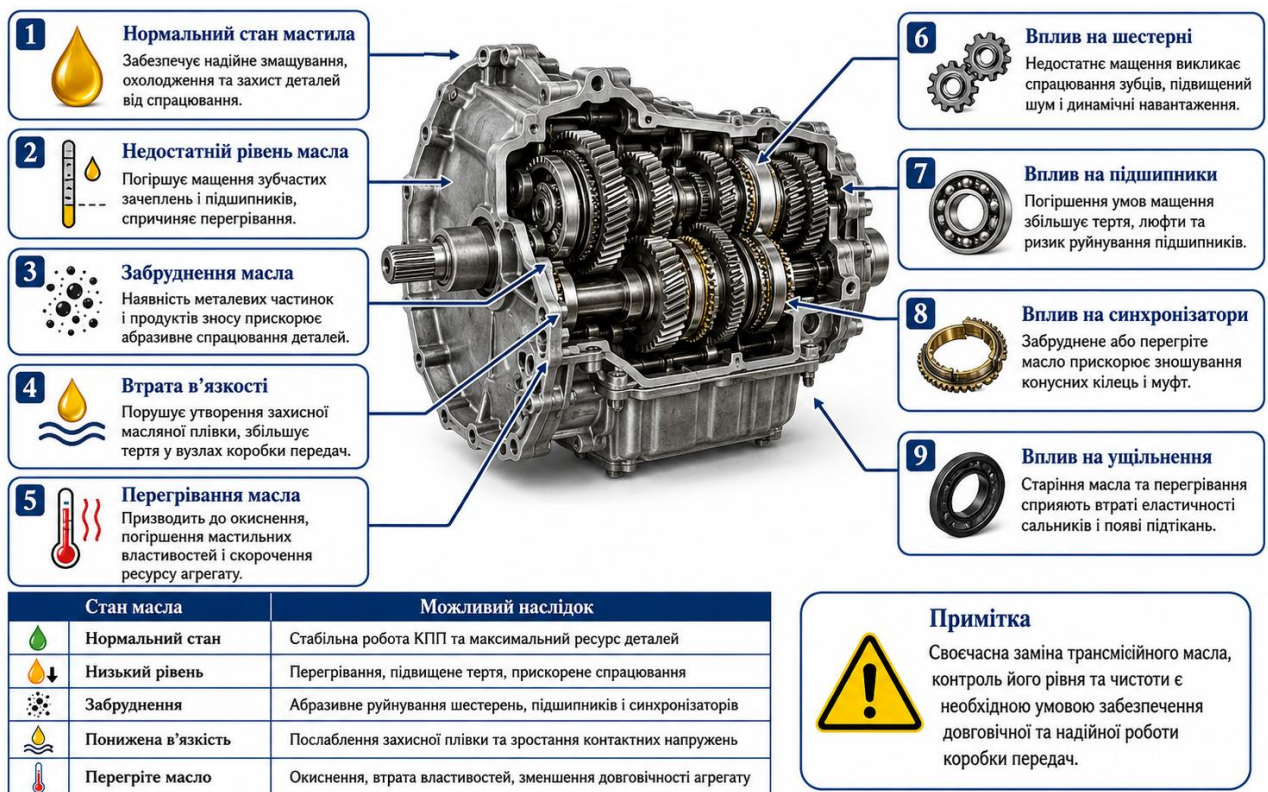


Рисунок 1.7 – Вплив стану трансмісійного масла на ресурс деталей коробки передач.

Умови роботи КПП ZF S 6.36 є достатньо складними, оскільки агрегат працює під дією змінних механічних і теплових навантажень. Найбільший вплив на її довговічність мають правильність перемикання передач, справність зчеплення, якість трансмісійного масла, герметичність картера та своєчасність технічного обслуговування. Саме тому під час експлуатації необхідно регулярно

контролювати рівень масла, стан приводу перемикавання, наявність стороннього шуму, підтікання та перегрівання коробки передач.

1.5 Основні несправності коробки перемикавання передач

Найчастішими ознаками несправності КПП є підвищений шум під час руху, ускладнене вмикання передач, самовимикання передач, підтікання трансмісійного масла, перегрівання картера, вібрація та поява ударів під час перемикавання [10, 11, 16]. Кожна з цих ознак може бути пов'язана як із внутрішнім зношуванням деталей коробки передач, так і з несправністю суміжних вузлів, зокрема зчеплення, карданної передачі або приводу перемикавання.

Рисунок 1.8 – Основні несправності коробки перемикавання передач ZF S 6.36.

Однією з найбільш поширених несправностей є ускладнене вмикання передач. Воно може виникати через зношування синхронізаторів, пошкодження вилок перемикавання, збільшення люфтів у тязі приводу або неправильне регулювання механізму керування. Також причиною може бути неповне вимикання зчеплення, унаслідок чого первинний вал коробки передач продовжує обертатися під час перемикавання.

Підвищений шум у коробці передач зазвичай свідчить про зношування підшипників, зубчастих коліс або недостатній рівень трансмісійного масла. Якщо шум посилюється на певній передачі, це може вказувати на пошкодження відповідної зубчастої пари. Постійний гул на всіх передачах частіше пов'язаний із підшипниками валів або порушенням умов мащення.

Самовимикання передач є небезпечною несправністю, оскільки може призвести до втрати тягового зусилля під час руху автомобіля. Основними причинами такого дефекту є спрацювання зубців муфт синхронізаторів, зношування фіксаторів, деформація вилок перемикавання, збільшені осьові зазори валів або неправильне регулювання приводу перемикавання передач.

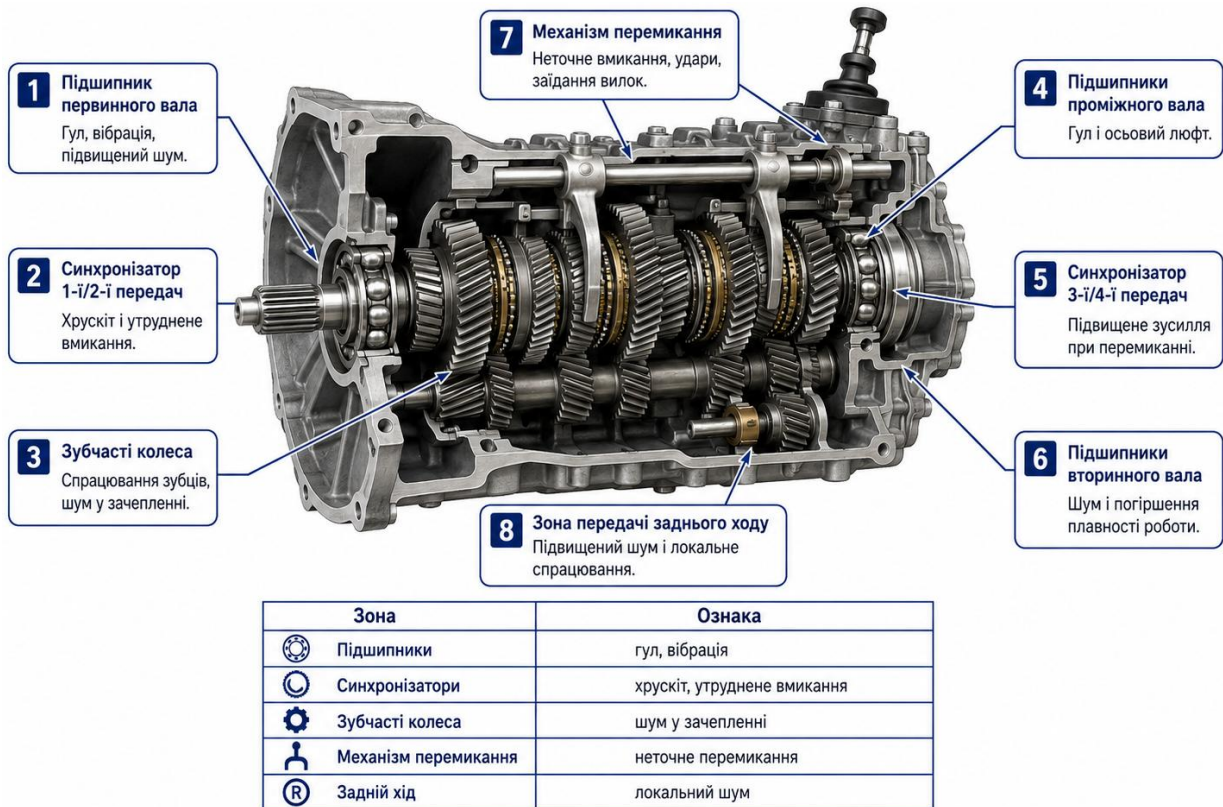


Рисунок 1.9 – Характерні зони виникнення шуму та зношування в КПП.

Підтікання масла виникає переважно через зношування сальників первинного або вторинного вала, пошкодження прокладок, послаблення кріпильних елементів кришок, дефекти ущільнювальних кілець або пошкодження картера. Зниження рівня масла погіршує мащення деталей, що призводить до перегрівання, підвищеного шуму та прискореного руйнування підшипників і шестерень.

Таблиця 1.2 – Основні несправності КПП ZF S 6.36, їх ознаки та можливі причини

Несправність	Зовнішня ознака	Ймовірна причина
Ускладнене вмикання передач	Передачі вмикаються з великим зусиллям або із затримкою	Зношування синхронізаторів, порушення регулювання приводу, неповне вмикання зчеплення
Хрускіт під час перемикання	Металевий звук при переході з однієї передачі на іншу	Спрацювання конусних кілець синхронізаторів або пошкодження муфт

Підвищений шум під час руху	Гул, стукіт або виття в картері КПП	Зношування підшипників, зубчастих коліс, недостатній рівень масла
Самовимикання передач	Передача вимикається під час руху	Зношування фіксаторів, муфт синхронізаторів, вилок або збільшення осьових зазорів
Підтікання масла	Сліди мастила на картері, фланці або пробках	Зношені сальники, пошкоджені прокладки, послаблені кріплення
Перегрівання картера КПП	Підвищена температура корпусу після роботи	Недостатній рівень масла, забруднення мастила, підвищене тертя в підшипниках
Вібрація та удари	Відчутні коливання під час руху або перемикавання	Послаблення кріплень, зношування опор, порушення співвісності агрегатів

Особливу увагу під час аналізу несправностей слід приділяти стану синхронізаторів. Вони безпосередньо впливають на плавність перемикавання передач. При зношуванні конусних кілець зменшується ефективність вирівнювання частот обертання, тому під час перемикавання з'являється хрускіт, збільшується зусилля на важелі та зростає ймовірність пошкодження зубчастих муфт.

Основні несправності КПП ZF S 6.36 пов'язані зі зношуванням синхронізаторів, підшипників, зубчастих коліс, ущільнювальних елементів і деталей приводу перемикавання. Для запобігання серйозним відмовам необхідно регулярно контролювати рівень і стан масла, герметичність картера, роботу механізму перемикавання передач, рівень шуму та температуру корпусу. Це дає змогу своєчасно визначити технічний стан агрегату й обґрунтувати необхідність його технічного обслуговування або ремонту.

1.6 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

1. Проаналізувати призначення, загальну будову та принцип роботи коробки перемикач передач ZF S 6.36.

2. Розглянути технічну характеристику КПП, її основні конструктивні елементи, особливості роботи валів, шестерень, синхронізаторів, підшипників і механізму перемикач передач.

3. Виконати аналіз умов експлуатації коробки передач і визначити фактори, які найбільше впливають на її ресурс: змінні крутні моменти, ударні навантаження, якість трансмісійного масла, стан зчеплення, герметичність картера та правильність перемикач передач.

4. Визначити основні несправності КПП ZF S 6.36, їх зовнішні ознаки та можливі причини виникнення, зокрема ускладнене вмикання передач, підвищений шум, самовимикання передач, підтікання масла, перегрівання та зношування синхронізаторів.

5. Розробити порядок діагностування КПП на автомобілі без попереднього демонтажу, включаючи зовнішній огляд, контроль рівня і стану масла, перевірку приводу перемикач передач, акустичну оцінку та дорожнє випробування.

6. Сформулювати технологічний процес ремонту КПП ZF S 6.36, який охоплює зняття коробки передач з автомобіля, заміну сальників, розбирання картера, демонтаж валів, дефектацію деталей, складання і регулювання вузлів.

7. Розглянути технологію ремонту первинного, вторинного та проміжного валів, а також порядок перевірки синхронізаторів, підбору стопорних кілець, регулювальних прокладок і контролю зазорів.

8. Розробити послідовність складання коробки перемикач передач після ремонту з урахуванням правильного встановлення валів, підшипників, вилок, механізму перемикач передач, ущільнень і кришок.

9. Провести розрахунок трудомісткості ремонту КПП та визначити необхідну кількість працівників для виконання ремонтних операцій.

10. Виконати підбір обладнання, інструменту, пристосувань, матеріалів і запасних частин, необхідних для реалізації технологічного процесу ремонту.

11. Розробити технологічний процес технічного обслуговування КПП ZF S 6.36, передбачивши зовнішній огляд, перевірку герметичності, контроль масла, огляд сапуна, пробок, кріплень і приводу перемикачів передач.

12. Провести розрахунок затрат часу та кількості працівників, необхідних для виконання технічного обслуговування коробки передач.

13. Розробити технологічний процес обкатування КПП після ремонту на випробувальному стенді з контролем шуму, вібрацій, температури, герметичності, чіткості перемикачів та стабільності роботи агрегату.

14. У конструкторському розділі обґрунтувати використання стенда для обкатування й випробування коробок передач та виконати необхідні технічні розрахунки його основних елементів.

15. Розглянути вимоги безпеки життєдіяльності та охорони праці під час технічного обслуговування, ремонту, розбирання, складання й обкатування КПП ZF S 6.36.

У результаті виконання кваліфікаційної роботи має бути розроблений повний технологічний процес технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36, який включає діагностування агрегату, демонтаж, розбирання, дефектацію, відновлення працездатності деталей, складання, регулювання, обкатування та заключний контроль. Запропонований процес повинен забезпечити підвищення якості ремонту, зменшення ймовірності повторних несправностей, раціональне використання обладнання і безпечні умови праці під час виконання робіт.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Діагностування КПП ZF S 6.36 на автомобілі

Діагностування коробки перемикання передач ZF S 6.36 на автомобілі виконують з метою визначення її технічного стану без попереднього демонтажу з транспортного засобу. Така перевірка дозволяє своєчасно виявити ознаки зношування зубчастих коліс, підшипників, синхронізаторів, механізму перемикання передач, а також порушення герметичності картера та недостатній рівень мастила.

На першому етапі проводять зовнішній огляд коробки передач [10, 14, 18]. Перевіряють стан картера, місця з'єднання з двигуном і карданною передачею, наявність підтікання мастила через ущільнення, сапун, пробки та стикові поверхні. Особливу увагу звертають на стан кріпильних елементів, оскільки послаблення болтів може спричинити підвищену вібрацію та перекіс агрегату під час роботи.

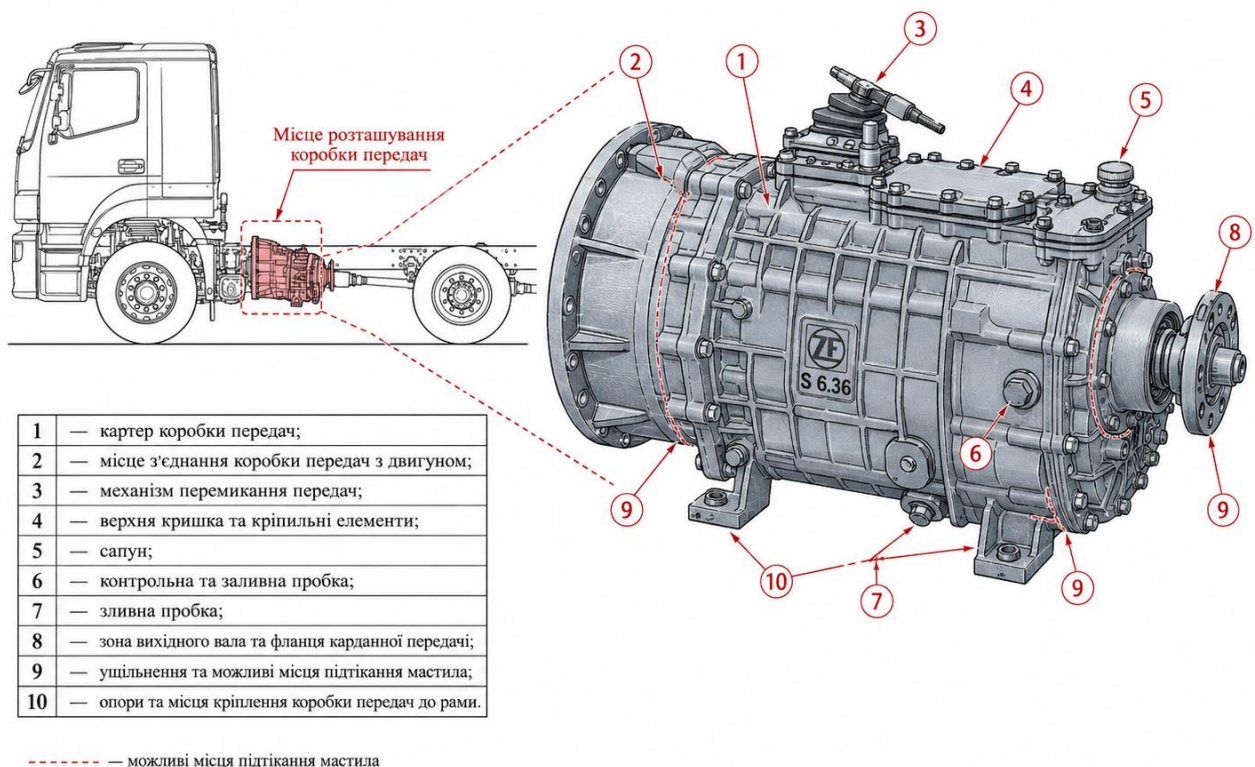


Рисунок 2.1 – Основні зони зовнішнього огляду коробки перемикання передач ZF S 6.36 на автомобілі.

Далі перевіряють рівень і якість трансмісійного мастила. Недостатня кількість мастила або його забруднення продуктами зношування може призвести

до перегрівання деталей, погіршення роботи синхронізаторів і прискороеного руйнування підшипникових опор. Наявність металевої стружки на магнітній пробці свідчить про інтенсивне спрацювання деталей зачеплення або підшипників.

Після цього виконують перевірку роботи коробки передач на нерухомому автомобілі. При вимкненому двигуні оцінюють чіткість перемикання всіх передач, величину вільного ходу важеля, наявність заїдань, сторонніх опорів або самовільного вимикання передач. Потім аналогічну перевірку проводять при працюючому двигуні та натиснутій педалі зчеплення. Ускладнене вмикання передач у цьому випадку може вказувати не лише на несправність КПП, а й на неповне вимикання зчеплення.

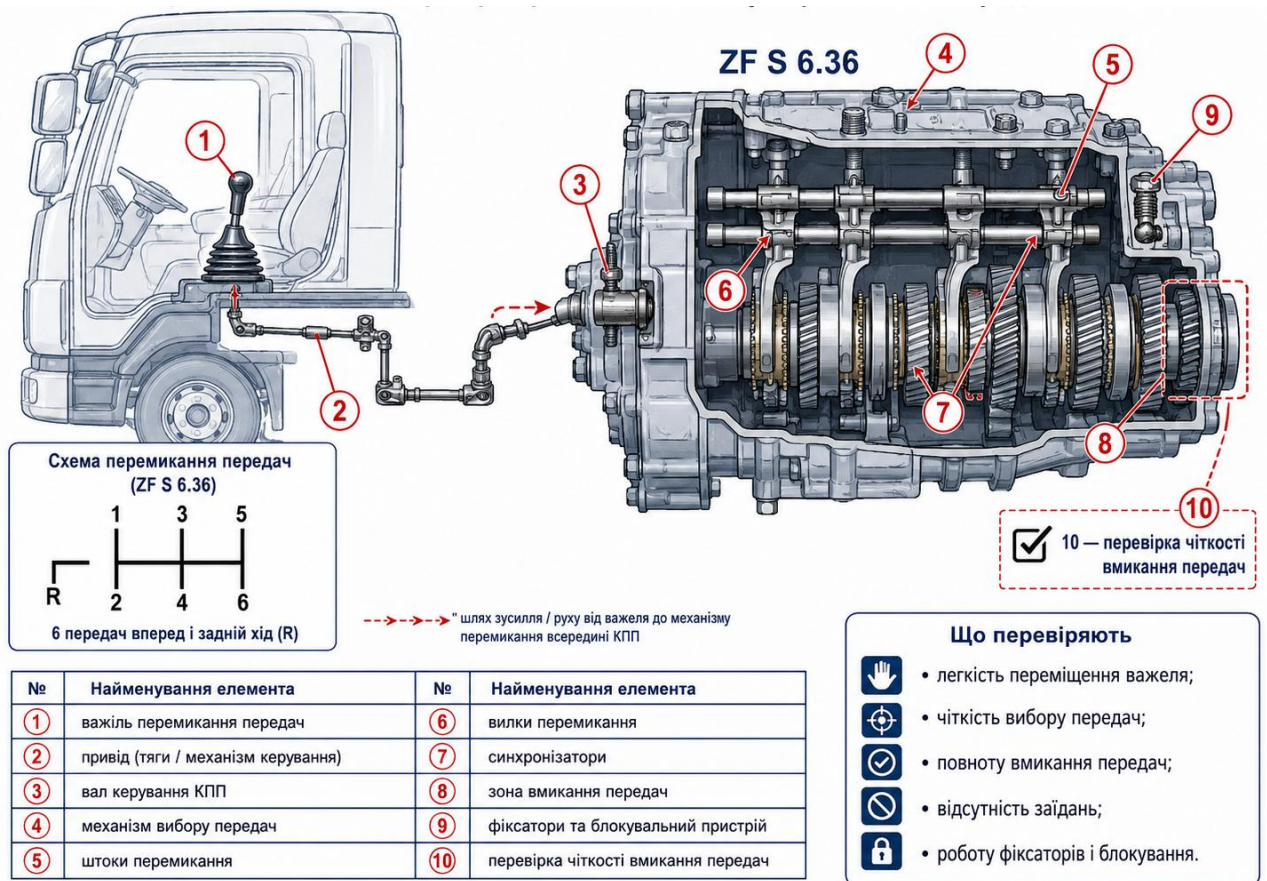


Рисунок 2.2 – Схема перевірки роботи механізму перемикання передач КПП ZF S 6.36.

Під час дорожнього випробування оцінюють роботу коробки передач у реальних умовах навантаження. Автомобіль розганяють послідовно на всіх передачах, контролюючи плавність їх увімкнення, відсутність хрусту, ударів, самовимикання та підвищеного шуму. Характерний гул під час руху може свідчити про зношування підшипників або порушення зачеплення зубчастих коліс. Хрускіт

під час перемикання найчастіше пов'язаний зі зношуванням синхронізаторів або неправильним регулюванням приводу зчеплення.

Для уточнення технічного стану КПП можуть застосовуватися додаткові методи контролю: прослуховування агрегату за допомогою механічного або електронного стетоскопа, вимірювання температури картера після пробігу, перевірка люфтів у з'єднаннях приводу та контроль вібрації. Підвищена температура корпусу коробки передач після нетривалої роботи є ознакою надмірного тертя, недостатнього мащення або перевантаження окремих вузлів.

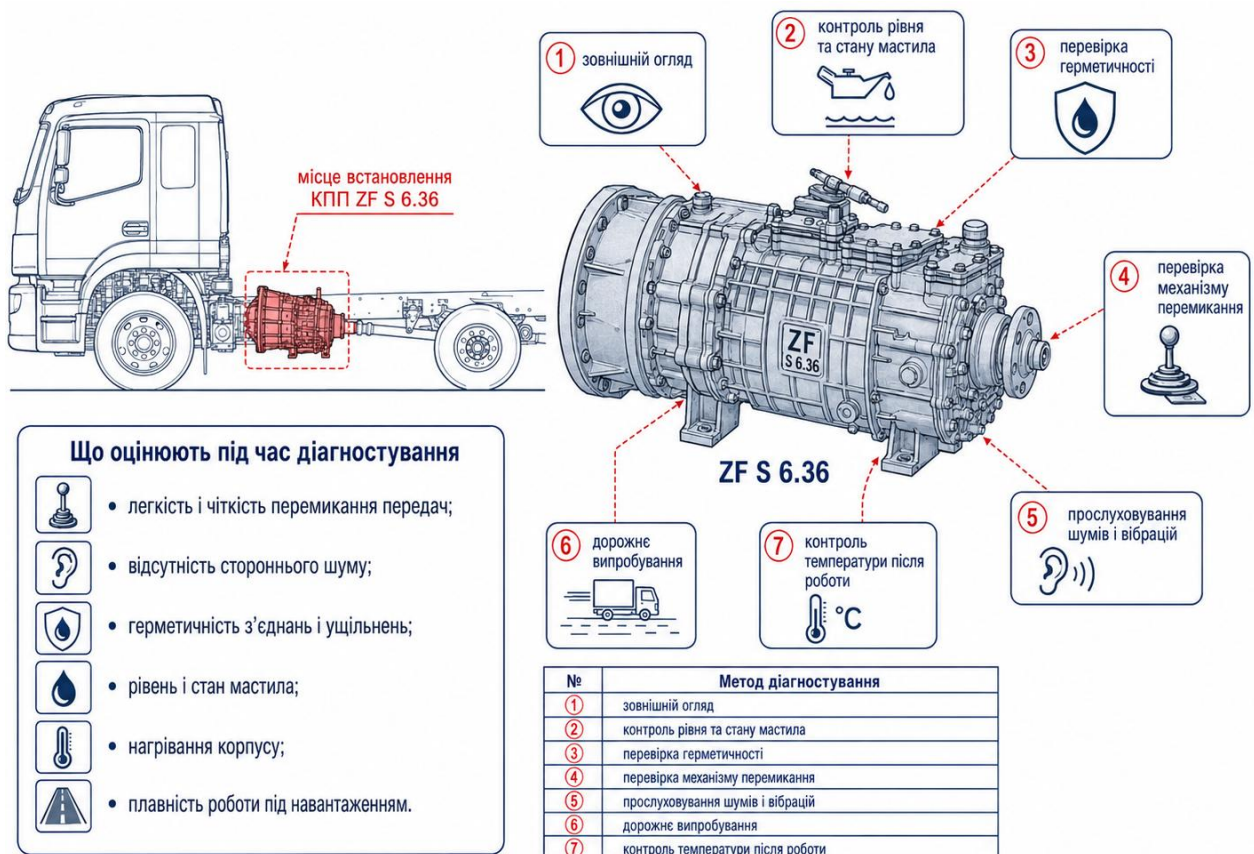


Рисунок 2.3 – Основні методи діагностування коробки перемикання передач ZF S 6.36 на автомобілі.

За результатами діагностування роблять висновок про придатність коробки передач до подальшої експлуатації, необхідність регулювання приводу, заміни мастила або демонтажу агрегату для розбирання та ремонту. Такий підхід дозволяє зменшити трудомісткість ремонту, уникнути необґрунтованого зняття справної коробки передач і своєчасно виявити несправності, які можуть призвести до відмови трансмісії під час експлуатації автомобіля.

2.2 Розроблення ТП ремонту КПП ZF S 6.36

2.2.1 Зняття та встановлення коробки перемикання передач у зборі

Перед демонтажем коробки перемикання передач необхідно прибрати з кабіни всі незакріплені предмети та перекинути кабіну у сервісне положення.

Після цього слід від'єднати провід від мінусової клеми акумуляторної батареї, щоб унеможливити випадкове вмикання електричних споживачів або коротке замикання під час виконання робіт.

Далі від'єднують карданний вал від фланця коробки перемикання передач. Після цього демонтують сервопривід зчеплення, не роз'єднуючи при цьому гідравлічні або пневматичні шланги. Сервомеханізм необхідно зафіксувати та перевірити, щоб педаль зчеплення не перебувала в натиснутому положенні.

Наступним етапом від'єднують привід тахометра від коробки передач, а також роз'єднують електричний роз'єм, підключений до КПП.

Далі необхідно від'єднати тягу приводу важеля перемикання передач від опори реактивної тяги коробки передач. Після цього тягу приводу слід закріпити на шасі або зняти важіль у зборі з опори реактивної тяги.

Наступним етапом демонтують випускну трубу на ділянці між двигуном і глушником, щоб забезпечити вільний доступ до коробки передач та місць її кріплення.

Під коробку перемикання передач встановлюють домкрат або спеціальну підйомну опору. Після надійного підпирання агрегату відкручують усі болти кріплення картера зчеплення. Потім за допомогою домкрата обережно від'єднують коробку передач від двигуна, не допускаючи перекосу агрегату та пошкодження посадкових поверхонь.

Установлення. Монтаж коробки передач виконують у зворотній послідовності до демонтажу з урахуванням вимог щодо центрування агрегату, правильного з'єднання зчеплення, надійного затягування кріпильних елементів і підключення всіх від'єднаних приводів, трубопроводів та електричних роз'ємів [1, 10].

Перед встановленням коробки перемикання передач необхідно ввімкнути одну з передач. Це полегшує суміщення вхідного вала з фрикційним диском під час монтажу агрегату. Перед з'єднанням коробки з двигуном на шліцьову частину вхідного вала наносять тонкий шар рекомендованого консистентного мастила.

Після встановлення КПП перевіряють роботу приводу перемикання передач. За потреби виконують його регулювання відповідно до технічних вимог і конструктивних особливостей механізму керування.

Також необхідно перевірити стан і правильність роботи тяг приводу перемикання передач. У разі виявлення відхилень виконують регулювання тягової системи, щоб забезпечити чітке та повне вмикання всіх передач.

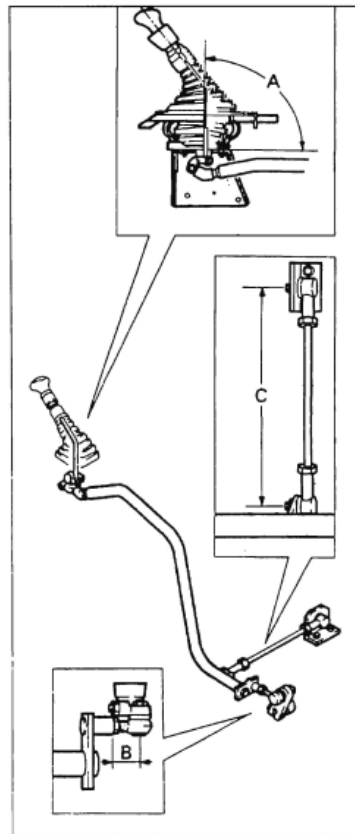


Рисунок 2.4 – Система тяг і важелів приводу перемикання передач коробки передач ZF S 6.36. A = 90°; B = 47 мм; C = 391 мм.

На завершальному етапі контролюють рівень масла в картері коробки перемикання передач і, за необхідності, доводять його до встановленої норми.

2.2.2 Зняття та встановлення сальника вихідного вала

Зняття. Перед початком робіт необхідно від'єднати карданний вал від вихідного фланця коробки передач і надійно зафіксувати його на рамі автомобіля. Це забезпечує вільний доступ до зони ремонту та запобігає пошкодженню елементів трансмісії під час демонтажу.

Після цього вихідний фланець блокують від провертання і відкручують контргайку його кріплення. Демонтаж фланця виконують за допомогою спеціального знімача, що дає змогу зняти його без ударних навантажень і пошкодження посадкових поверхонь.

Для вилучення сальника в його корпусі виконують два невеликі отвори, розташовані по периметру ущільнення. У ці отвори вкручують самонарізні гвинти, після чого за допомогою інерційного знімача сальник витягують із посадкового гнізда картера коробки передач.

Установлення. Перед встановленням нового ущільнення посадкову поверхню в картері КПП необхідно ретельно очистити від залишків мастила, бруду та старого герметика. Це забезпечує правильне прилягання сальника і знижує ймовірність повторного підтікання масла. Якщо використовується сальник у металевій обоймі, його зовнішню поверхню перед запресовуванням покривають тонким шаром герметика. У разі встановлення сальника з гумовим зовнішнім покриттям герметик не застосовують, оскільки така поверхня сама забезпечує необхідну щільність посадки.

Новий сальник запресовують у картер за допомогою оправки або трубки відповідного діаметра до заданої монтажної глибини. Привідний фланець перед установленням нагрівають до температури не більше 120 °С, що полегшує його посадку на вал без надмірного зусилля.

Далі вихідний вал злегка змащують, після чого встановлюють на нього привідний фланець. Поверхню під контргайку покривають тонким шаром рідкого герметика, затягують контргайку встановленим моментом і фіксують з'єднання стопорною пластиною.

2.2.3 Зняття та встановлення сальника напрямного кожуха упорного підшипника вимикання зчеплення

Зняття. Для доступу до сальника напрямного кожуха спочатку необхідно демонтувати коробку перемикання передач з автомобіля. Після цього знімають картер зчеплення у зборі з вилкою та вижимним підшипником механізму вимикання зчеплення. Далі відкручують болти кріплення напрямного кожуха вижимного підшипника та від'єднують кожух від вхідного вала коробки передач.

Регульовальні прокладки, встановлені в зоні приводу вхідного вала, необхідно акуратно зібрати та зберегти для подальшого встановлення.

Після демонтажу кожуха старий сальник вибивають із посадкового місця напрямного кожуха упорного підшипника вимикання зчеплення.

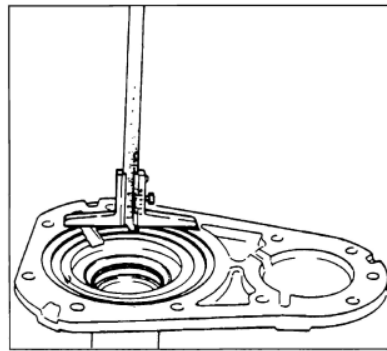


Рисунок 2.5 – Вимірювання глибини гнізда під роликпідшипник первинного вала.

Установлення. За допомогою глибиноміра необхідно виміряти глибину посадкового гнізда в кришці під роликпідшипник і регульовальну прокладку.

Після цього прокладку встановлюють на картер коробки передач.

Далі визначають величину виступання роликпідшипника вхідного вала відносно площини прокладки, розміщеної на картері КПП.

Отримане перше вимірне значення необхідно зменшити на величину другого вимірювання, а також врахувати монтажний зазор у межах 0...0,1 мм. Результат такого розрахунку відповідає потрібній товщині регульовальної прокладки для вхідного вала коробки передач.

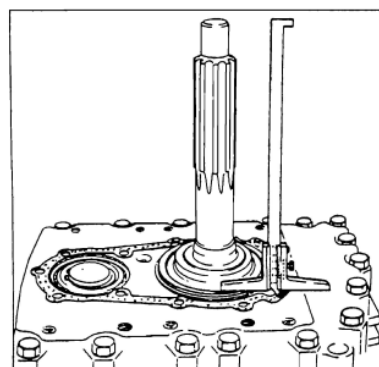


Рисунок 2.6 – Вимірювання величини виступання роликотідшипника первинного вала.

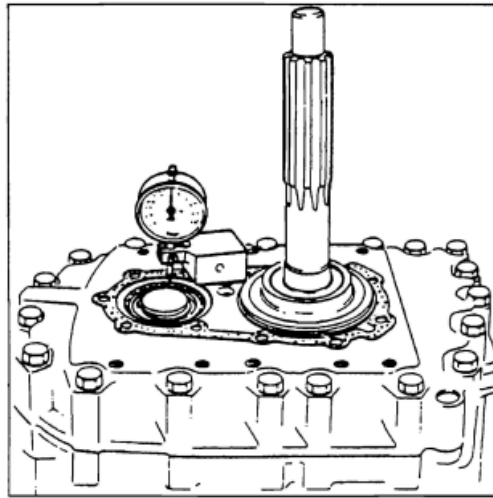


Рисунок 2.7 – Вимірювання осадки зовнішньої обойми переднього роликотідшипника проміжного вала.

Новий сальник установлюють у посадкове місце за допомогою стержня або оправки відповідного діаметра, що дає змогу запресувати ущільнення рівномірно та без перекосу.

Після цього в картер коробки перемикавання передач монтують зовнішню обойму роликотідшипника вала приводу. Її встановлюють таким чином, щоб у підшипниковому вузлі було забезпечено необхідний робочий зазор.

Далі мікрометром визначають відстань між прокладкою та зовнішньою обоймою роликотідшипника вала приводу. Отримане значення використовують для підбору регульовальної прокладки.

Для визначення її необхідної товщини від виміряної величини віднімають зазор 0,1 мм. Результат розрахунку приймають як товщину регульовальної прокладки вала приводу.

Після підбору прокладки напрямний кожух упорного підшипника вимикання зчеплення встановлюють у зборі із сальником, основною прокладкою та регульовальною прокладкою.

Завершальним етапом є встановлення кріпильних болтів і їх затягування встановленим моментом. Після цього картер зчеплення монтують на коробку перемикавання передач.

Розбирання. На початковому етапі з гайки вихідного диска знімають стопорний елемент, після чого відкручують гайку та демонтують сам вихідний диск.

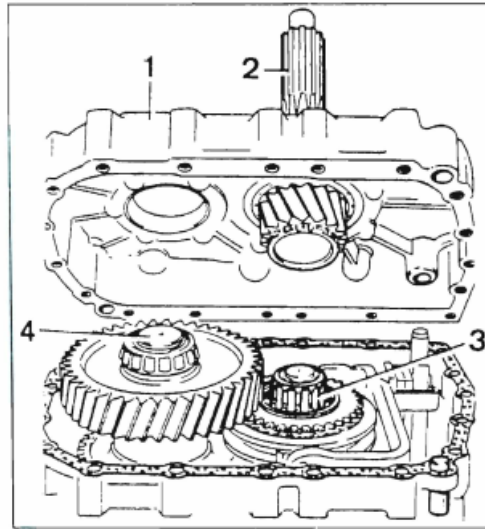


Рисунок 2.8 – Зняття переднього картера коробки передач:

1 – передній картер; 2 – первинний вал; 3 – циліндричний роликопідшипник для центрування вторинного вала; 4 – проміжний вал.

Далі послідовно знімають шестерню приводу тахометра, контактор увімкнення передачі заднього ходу та обмежувач задньої передачі.

Після цього відкручують болти кріплення картера приводу і знімають його з коробки передач. Наступним кроком демонтують напрямний кожух упорного підшипника вимикання зчеплення. За наявності відповідних умов картер КПП доцільно встановити у вертикальне положення з опорою на задній картер, розмістивши первинний вал у верхній частині.

Потім відкручують болти, якими передній картер з'єднаний з основним корпусом коробки передач. У спеціально передбачені отвори встановлюють два центрувальні гвинти, що забезпечують правильне спрямування деталей під час роз'єднання.

Після виконання цих операцій передній картер обережно піднімають разом із передньою кришкою та зовнішньою обоймою переднього підшипника вторинного вала.

Під час розбирання необхідно відкрутити болт кріплення осі шестерні приводу передачі заднього ходу. Цей болт розташований на задній стінці картера поруч із кришкою проміжного вала.

Після цього знімають кришку, встановлену на правій стінці картера коробки передач. Далі вісь шестерні приводу заднього ходу вибивають у напрямку до задньої частини картера КПП. Після виймання осі демонтують шестерню та голчасті роликпідшипники.

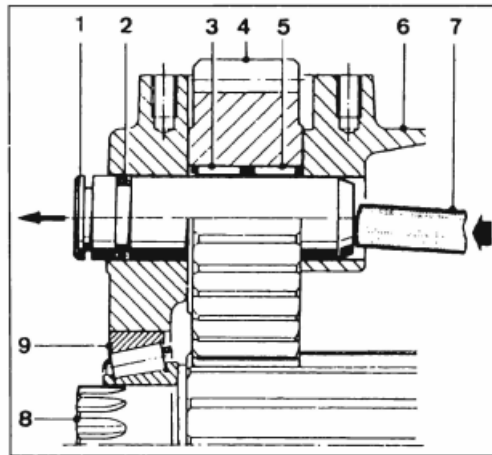


Рисунок 2.9 – Демонтаж осі приводу передачі заднього ходу:

1 – вісь; 2 – кільцеве ущільнення; 3, 5 – голчасті підшипники; 4 – шестерня приводу передачі заднього ходу; 6 – картер коробки передач; 7 – стержень діаметром 15 мм і довжиною 350 мм; 8 – проміжний вал; 9 – конічний роликпідшипник.

Наступним етапом відкручують осі шарнірів вилок. Вони розміщені з обох боків штока вибору передач у картері коробки. Після цього послідовно виймають тяги й вилки 5–6-ї, 3–4-ї та 1–2-ї передач.

Вилка 1–2-ї передач і повзун передачі заднього ходу, який з нею з'єднаний, знімаються після демонтажу осі приводу заднього ходу та первинного вала. На завершення картер коробки передач установлюють у вертикальне положення задньою стінкою донизу.

Вторинний та проміжний вали перед вийманням із картера необхідно зафіксувати між собою за допомогою спеціального пристосування, наведеного на рисунку 2.10. Це забезпечує їх правильне взаємне положення та запобігає зміщенню деталей під час демонтажу.

Після цього напрямну, або повзун механізму приводу передачі заднього ходу, закріплюють безпечною стяжкою. Далі обидва вали обережно витягують із картера коробки передач за допомогою лебідки, контролюючи рівномірність їх переміщення.

Після виймання вузла вторинний і проміжний вали розводять у протилежні боки, після чого з'єднують відповідні вилки механізму перемикавання передач.

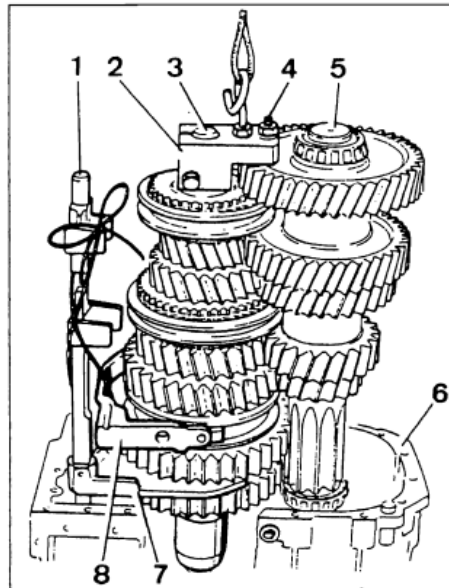


Рисунок 2.10 – Виймання вторинного та проміжного валів із картера коробки передач:

1 – напрямна, або повзун, приводу передачі заднього ходу; 2 – пристосування для з'єднання вторинного та проміжного валів; 3 – передній кінець вторинного вала; 4 – болт пристосування для вирівнювання проміжного вала; 5 – проміжний вал; 6 – картер коробки передач; 7 – вилка приводу передачі заднього ходу; 8 – вилка 1-ї/2-ї передач.

2.2.4 Ремонт валів

Первинний вал від'єднують від напрямного кожуха упорного підшипника механізму вимикання зчеплення. Якщо виникає потреба зняти з первинного вала циліндричний роликпідшипник, спочатку демонтують захисне кільце.

Після цього виймають два півкільця. Оскільки роликпідшипник є розбірним і складається з кількох окремих елементів, після зняття півкільць стає можливим вилучення циліндричних роликів та демонтаж внутрішньої обойми.

На завершальному етапі з первинного вала знімають внутрішню обойму підшипника, дотримуючись обережності, щоб не пошкодити посадкову поверхню вала.

Складання. Внутрішню обойму підшипника необхідно нагріти до температури 85 °С і встановити на вал так, щоб буртик був зорієнтований у бік шестерні та розміщувався у пазу на валу.

Після цього встановлюють зовнішню обойму та кільце 7 відповідно до схеми, наведеної на рисунку 2.11.

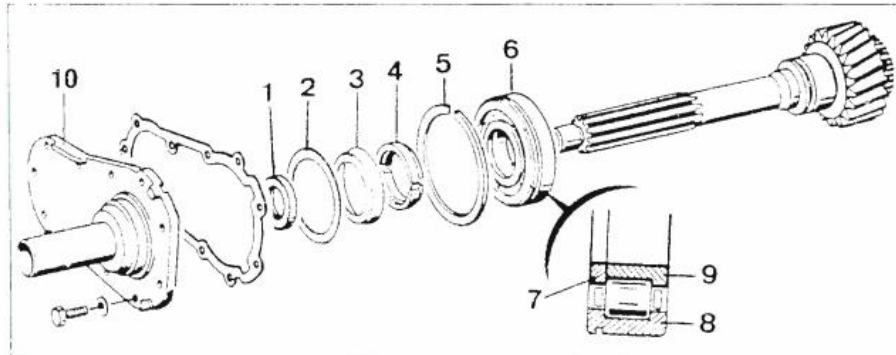


Рисунок 2.11 – Розгорнутий вигляд первинного вала:

1 – сальник; 2 – регульовальна прокладка; 3 – захисне кільце; 4 – два півкільця; 5 – стопорне пружинне кільце; 6 – циліндричний роликпідшипник. Окремо показано три складові частини підшипника: 7 – кільце; 8 – зовнішня обойма; 9 – внутрішня обойма; 10 – напрямний кожух упорного підшипника вимикання зчеплення.

Далі монтують два півкільця і захисне кільце. Захисне кільце необхідно зафіксувати кернуванням у трьох місцях.

На завершальному етапі на зовнішню обойму роликпідшипника встановлюють стопорне кільце.

Вторинний вал.

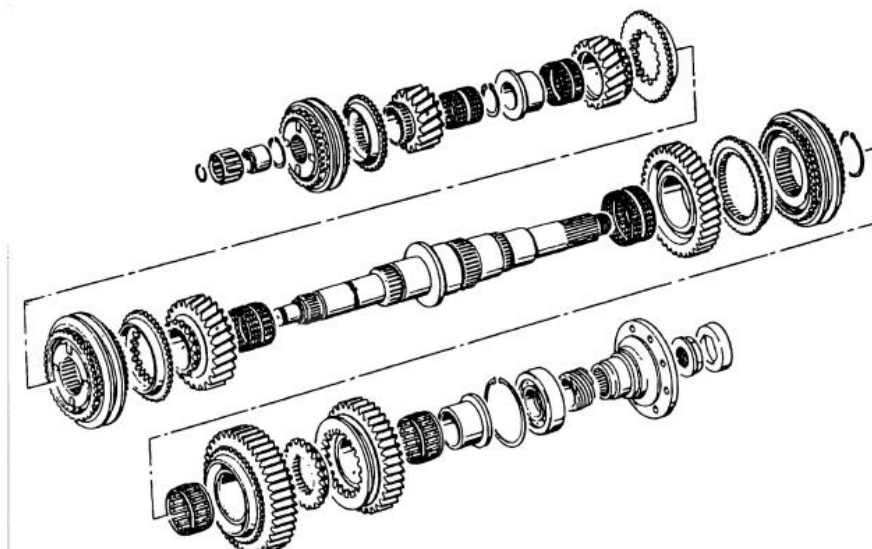


Рисунок 2.11 – Вторинний вал.

Розбирання. На початку розбирання з передньої частини вторинного вала демонтують стопорне кільце. Після цього за допомогою преса або інерційного знімача знімають синхронізатор 5–6-ї передач у складеному вигляді.

Далі демонтують шестерню 6-ї передачі. Для зняття шестерні заднього ходу вторинний вал установлюють на стіл преса з опорою на шестерню передачі заднього ходу так, щоб задній кінець вала був спрямований догори.

Після цього знімають стопорне кільце, розташоване поблизу маточини синхронізатора 1–2-ї передач. Вал залишають у вертикальному положенні заднім кінцем догори та демонтують шестерню 2-ї передачі разом із синхронізатором 1–2-ї передач.

Наступним етапом знімають стопорне кільце, установлене біля кільця шестерні 4-ї передачі. Вторинний вал розміщують на столі преса вертикально, переднім кінцем догори, спираючи його на шестерню 3-ї передачі. Після цього одночасно демонтують шестерню 4-ї передачі, синхронізатор 3–4-ї передач і шестерню 3-ї передачі.

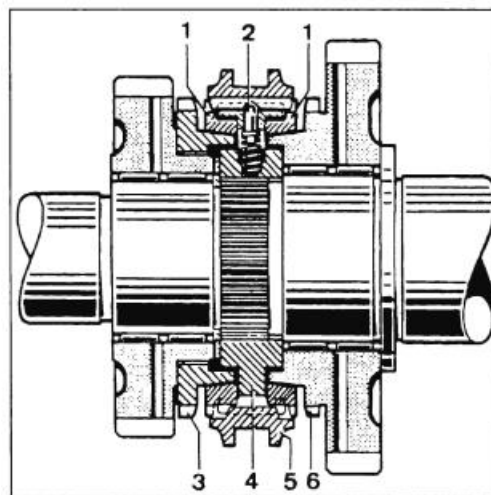


Рисунок 3.12 – Розріз синхронізатора 1-ї/2-ї передач:

1 – кільце синхронізатора; 2 – стопор; 3 – конусне кільце синхронізатора, що встановлюється на шестерню 2-ї передачі; 4 – маточина синхронізатора; 5 – ковзна шестерня; 6 – конусне кільце синхронізатора, виконане як одне ціле з шестерню 1-ї передачі.

Для розбирання синхронізатор необхідно встановити конусною частиною догори, після чого від'єднати ковзну шестерню від маточини. Стопорні елементи

та пружини демонтують окремо з кожного синхронізатора, не допускаючи їх перемішування між собою.

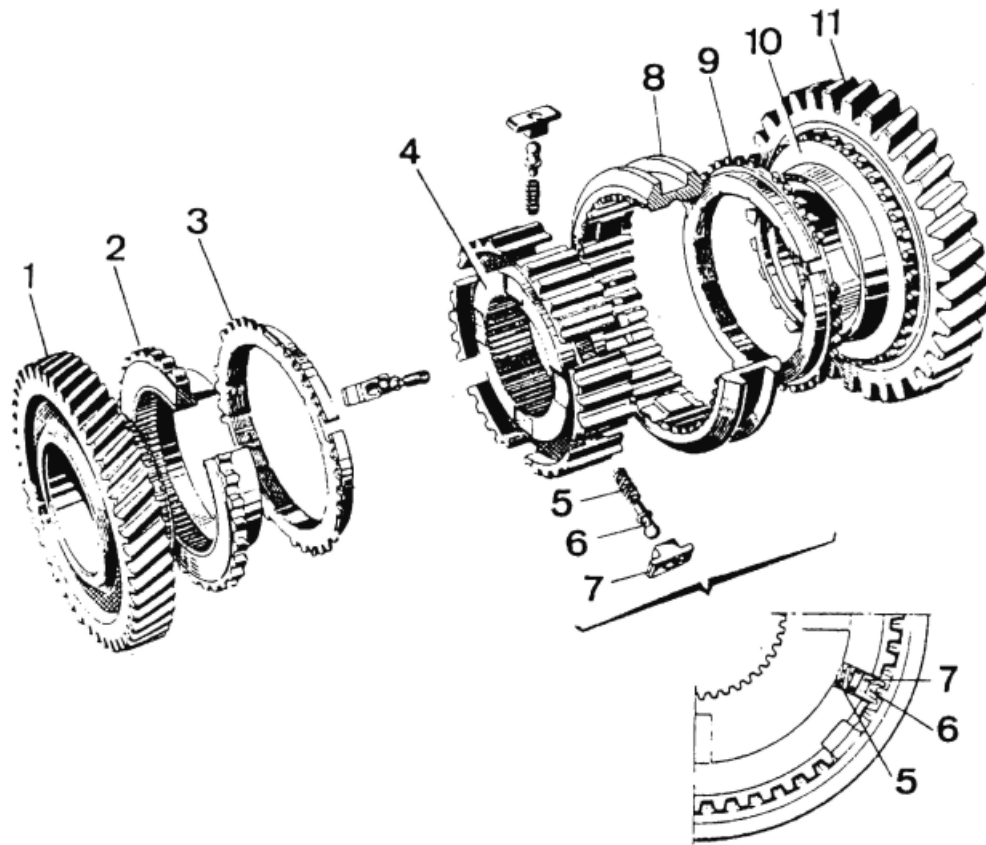


Рисунок 2.14 – Розгорнутий вигляд синхронізатора 1-ї/2-ї передач:

1 – шестерня 2-ї передачі; 2 – конусне кільце синхронізатора; 3 і 9 – кільця синхронізатора; 4 – маточина синхронізатора; 5 – пружина; 6 – вісь; 7 – стопор; 8 – ковзна шестерня; 10 – конусне кільце синхронізатора, виконане як одне ціле з шестернею 1-ї передачі; 11 – шестерня 1-ї передачі.

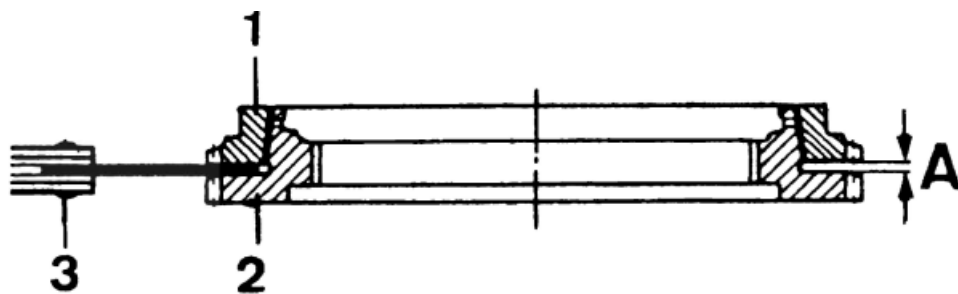


Рисунок 2.15 – Перевірка ступеня зношування кільця синхронізатора.

A – мінімально допустимий зазор 0,8 мм:

1 – кільце синхронізатора; 2 – конусне кільце синхронізатора; 3 – регулювальні прокладки.

Після кожного розбирання синхронізатора пружини підлягають заміні. Це пов'язано з необхідністю збереження встановленого зусилля тертя в межах 270...310 Н·м, що є допустимим значенням для трьох виконань синхронізаторів.

Деталі синхронізаторів за конструкцією є однотипними. Водночас потрібно враховувати, що конусне кільце синхронізатора 1-ї передачі виконане нероз'ємно з відповідною шестернею.

Складання. Перед початком складання необхідно перевірити технічний стан конусних кілець синхронізаторів і визначити ступінь їх зношування.

Втулки шестерень заднього ходу та 4-ї передачі, а також внутрішню обойму переднього підшипника перед установленням нагрівають до температури 120 °С. Маточини синхронізаторів монтують після попереднього нагрівання до 85 °С.

Стопорні пружинні кільця, які встановлюються біля голчастих роликотпідшипників, необхідно розміщувати гладкою поверхнею в напрямку до підшипників.

Боковий зазор шестерні 1-ї передачі має бути в межах 0,15...0,50 мм. Для шестерень 2-ї та 3-ї передач допускається зазор 0,20...0,60 мм, для шестерні 4-ї передачі – 0,25...0,65 мм, а для шестерні 5-ї передачі – також 0,25...0,65 мм.

Під час складання вторинний вал установлюють у вертикальному положенні переднім кінцем догори. Насамперед монтують шестерню 3-ї передачі разом із роликотпідшипником, після чого встановлюють синхронізатор 3–4-ї передач у зборі.

Далі на вал установлюють шестерню 4-ї передачі з роликотпідшипником і втулкою. Після цього підбирають і монтують стопорне пружинне кільце відповідної товщини, яке повинно забезпечити відсутність осьового зазору. Для цього передбачено три варіанти товщини кільця.

Наступною встановлюють шестерню 6-ї передачі разом із роликотпідшипником. Після неї монтують синхронізатор 5–6-ї передач і стопорне пружинне кільце потрібного розміру, яке також забезпечує нульовий зазор. У цьому випадку застосовують одне з восьми можливих виконань кільця за товщиною.

Потім на вторинний вал установлюють внутрішню обойму переднього підшипника, після чого фіксують її стопорним пружинним кільцем.

На завершальному етапі вал перевертають і виконують установлення шестерні 2-ї передачі, синхронізатора 1–2-ї передач та стопорного пружинного кільця необхідної товщини. Для цього вузла передбачено п'ять варіантів товщини стопорного кільця.

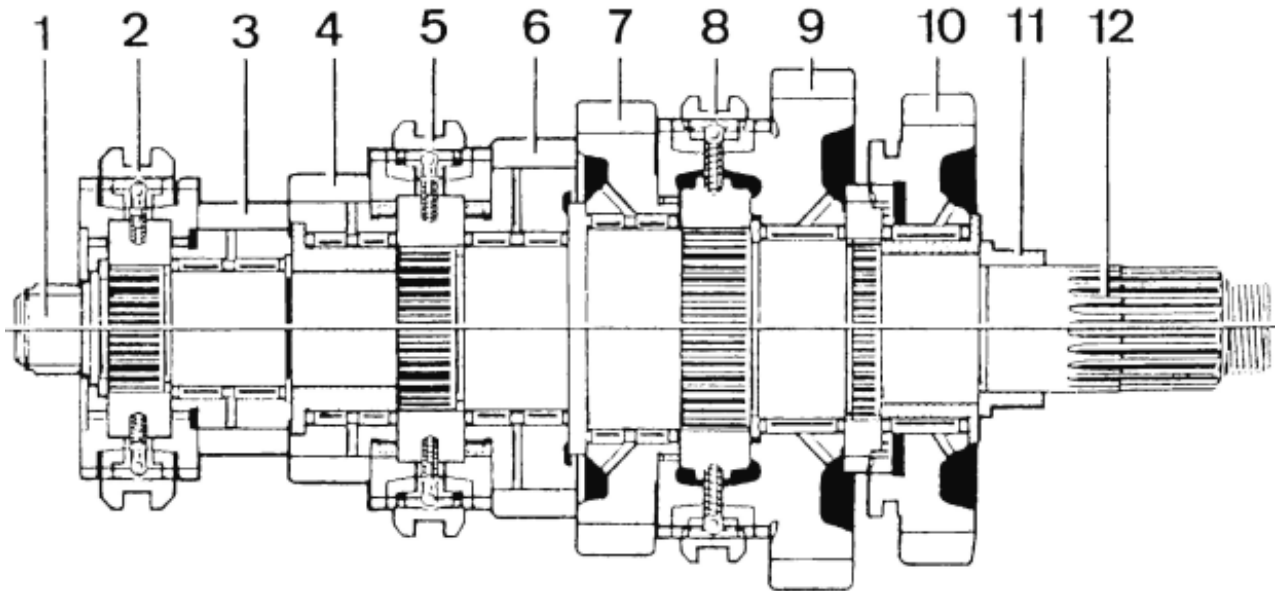


Рисунок 2.16 – Складання вторинного вала:

1 – внутрішня обойма переднього підшипника; 2 – синхронізатор 5-ї/6-ї передач; 3 – шестерня 5-ї передачі прямого зачеплення і шестерня 6-ї підвищувальної передачі; 4 – шестерня 4-ї передачі; 5 – синхронізатор 3-ї/4-ї передач; 6 – шестерня 3-ї передачі; 7 – шестерня 2-ї передачі; 8 – синхронізатор 1-ї/2-ї передачі; 9 – шестерня 1-ї передачі; 10 – шестерня передачі заднього ходу; 11 – внутрішня обойма заднього підшипника; 12 – проміжний вал.

Шестерню 1-ї передачі монтують у комплекті з роликотпідшипником, конусним кільцем шестерні заднього ходу та самою шестернею заднього ходу. Під час установлення необхідно стежити, щоб проточка на вилці була спрямована до переднього кінця вторинного вала.

Після цього встановлюють роликотпідшипник шестерні заднього ходу разом із внутрішньою обоймою, забезпечуючи правильне розміщення деталей на посадкових поверхнях.

Далі на вторинний вал монтують внутрішню обойму заднього роликopідшипника. Вона повинна щільно прилягати до відповідної посадкової поверхні без перекосу та зміщення.

Проміжний вал.

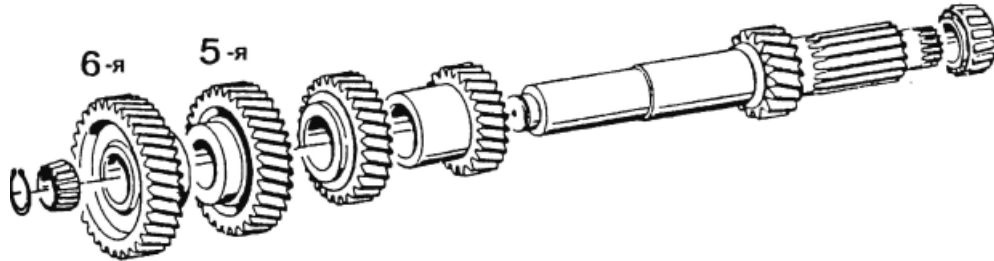


Рисунок 2.17 – Проміжний вал.

Шестерні проміжного вала посаджені з натягом, тому в цьому вузлі не застосовуються шліцьові або шпонкові з'єднання. Оскільки встановлення шестерень виконане із зусиллям близько 300 кг, їх зняття слід проводити поетапно, демонтувавши кожну шестерню окремо.

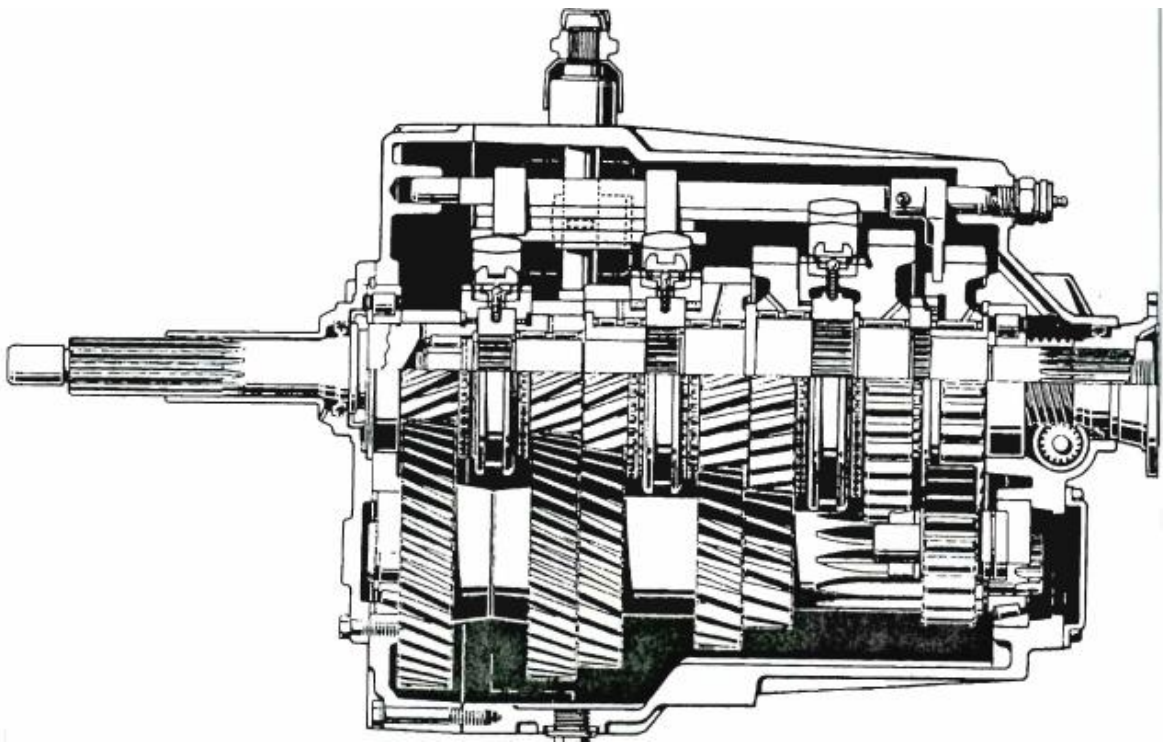


Рисунок 2.18 – Розріз коробки перемикання передач ZF S 6.36.

Розбирання. На початку розбирання з передньої частини проміжного вала знімають стопорне пружинне кільце. Після цього вал розміщують на столі преса, забезпечивши опору на шестерню постійного зачеплення.

Далі за один технологічний прийом демонтують шестерню постійного зачеплення разом із роликopідшипником.

Необхідно враховувати, що шестерні 5-ї та 6-ї передач у цій коробці передач належать до підвищувальних. Тому перед їх зняттям слід обов'язково позначити взаємне положення деталей.

Після цього решту шестерень демонтують послідовно, по одній. Одночасне зняття кількох шестерень не допускається. Шестерня 2-ї передачі виконана заодно з валом, тому вона не підлягає демонтажу.

Складання. Перед установленням шестерень на проміжний вал необхідно чітко визначити шестерні 5-ї та 6-ї передач, щоб не порушити їхнє правильне розміщення.

Внутрішні поверхні шестерень, втулки підшипників і посадкові ділянки вала ретельно очищають від залишків мастила, забруднень і продуктів спрацювання.

Перед монтажем шестерню нагрівають до температури 160 °С, після чого встановлюють на вал [7, 8]. Під час складання необхідно контролювати орієнтацію деталей: подовжена частина шестерні 3-ї/4-ї передач має бути спрямована до переднього кінця вала, а подовжена частина шестерні постійного зачеплення – до задньої частини.

Перед установленням конічні роликпідшипники попередньо нагрівають до 85 °С.

Після завершення складання на передню частину проміжного вала встановлюють стопорне пружинне кільце.

2.2.5 Складання коробки перемикання передач

У картер коробки перемикання передач попередньо встановлюють задні роликпідшипники вторинного та проміжного валів.

Після цього вторинний і проміжний вали з'єднують між собою за допомогою спеціального пристосування. Послідовність виконання цієї операції відповідає способу, який застосовувався перед демонтажем валів із картера КПП.

Далі з'єднані вали обережно опускають у картер коробки передач за допомогою лебідки. При цьому напрямна, або повзун механізму приводу

заднього ходу, а також вилки передачі заднього ходу мають бути встановлені у свої робочі положення та тимчасово зафіксовані на валах безпечною стрічкою.

Перед монтажем осей шарнірів вилок на їх різьбову частину наносять герметизувальний склад.

Потрібно враховувати, що осі шарнірів вилок 3–4-ї та 5–6-ї передач мають однакове виконання, тоді як осі шарнірів вилки 1–2-ї передач відрізняються від інших за конструкцією.

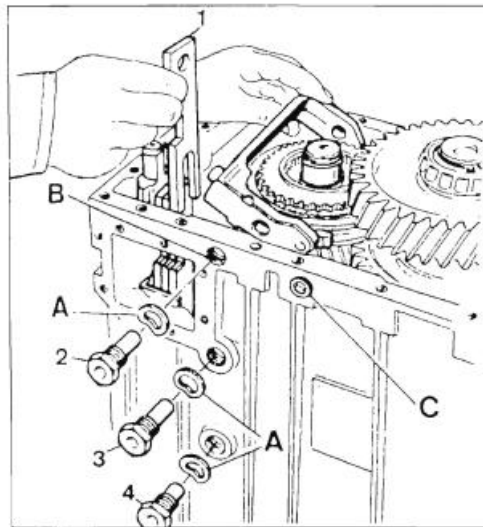


Рисунок 2.19 – Установлення вилки 5-ї/6-ї передач:

A – пружинне кільце; B – місце встановлення осі вилки 5-ї/6-ї передач для коробки передач із постійним зачепленням шестерні 6-ї передачі; C – місце встановлення осі вилки 5-ї/6-ї передач для КПП із підвищувальною 6-ю передачею. 1 – тяга 5-ї/6-ї передач; 2 – вісь вилки 5-ї/6-ї передач; 3 – вісь вилки 3-ї/4-ї передач; 4 – вісь вилки 1-ї/2-ї передач.

Осі вилки 1-ї/2-ї передач разом із пружинними кільцями монтують із зовнішнього боку картера. Після цього встановлюють напрямну приводу вилки 1-ї/2-ї передач.

Далі знімають тимчасову фіксувальну стяжку, якою була закріплена напрямна приводу передачі заднього ходу. Потім послідовно встановлюють вилку 3-ї/4-ї передач із приводом, а після неї – вилку 5-ї/6-ї передач. Усі кріпильні елементи затягують із заданим моментом.

Перед монтажем первинного вала посадкове місце роликотідшипника у передньому картері попередньо нагрівають. Після встановлення необхідно

перевірити правильність положення первинного вала. Стопорне пружинне кільце має щільно прилягати до поверхні картера без перекосу.

Після цього встановлюють дві скоби, які забезпечують надійне прилягання роликів підшипника. За допомогою лінійки та глибиноміра визначають розмір «А» згідно з рисунком 2.20. Під час виконання вимірювання конусне кільце синхронізатора на первинному валу не встановлюють. Картер КПП повинен знаходитися у вертикальному положенні передньою частиною догори.

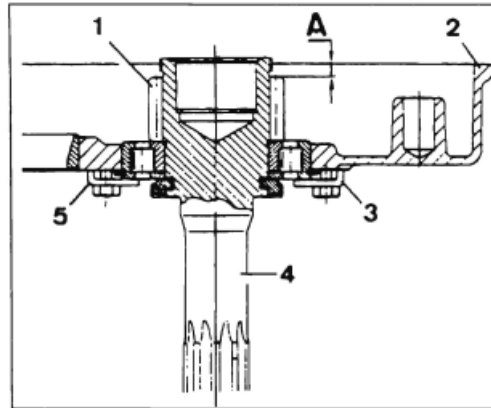


Рисунок 2.20 – Вимірювання розміру «А» для первинного вала.

1 – шестерня, виготовлена разом із первинним валом; 2 – площина стику картера; 3 і 5 – скоби; 6 – первинний вал.

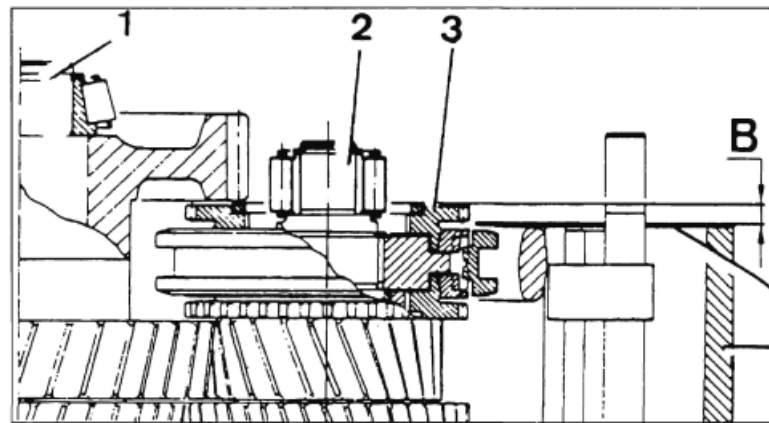


Рисунок 2.21 – Вимірювання розміру «В» для вторинного вала:

1 – проміжний вал; 2 – вторинний вал; 3 – конусне кільце синхронізатора; 4 – прокладка; 5 – картер.

На синхронізатор 5-ї/6-ї передач монтують кільце та конусне кільце, після чого на тунельний картер установлюють прокладку.

Потім виконують вимірювання розміру «В», тобто відстані між прокладкою картера і конусним кільцем синхронізатора. За отриманим значенням визначають зазор між первинним та вторинним валами.

Якщо величина зазору становить приблизно 1,5 мм, її вважають завеликою. У такому випадку конусне кільце слід замінити на кільце більшої товщини.

Далі на вісь монтують шестерню приводу передачі заднього ходу разом із новим кільцевим ущільненням. Вісь установлюють так, щоб нижній стопор канавки був розташований в одній площині з проточкою.

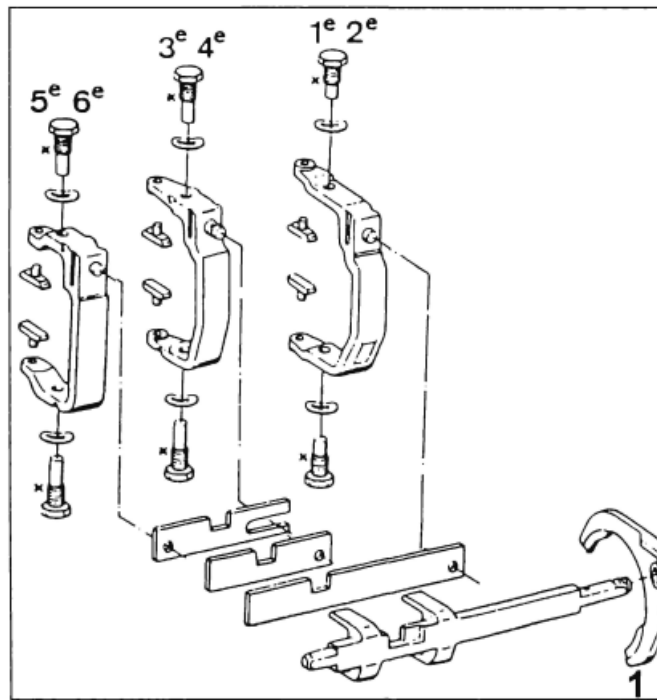


Рисунок 2.22 – Ідентифікація вилок:

1 – передача заднього ходу.

Встановлюють болт разом із плоскими пружинними шайбами.

Після монтажу прокладки та роликпідшипника переднього вала встановлюють передню бокову кришку.

Коробку перемикання передач розміщують вертикально, передньою частиною догори.

Далі монтують зовнішню обойму переднього роликпідшипника проміжного вала. Для правильного встановлення роликів під час цієї операції первинний вал необхідно періодично провертати.

Після цього на картер встановлюють прокладку. На завершення перевіряють зазор роликпідшипника та його попередній натяг. За потреби виконують регулювання відповідно до технічних вимог складання коробки передач.

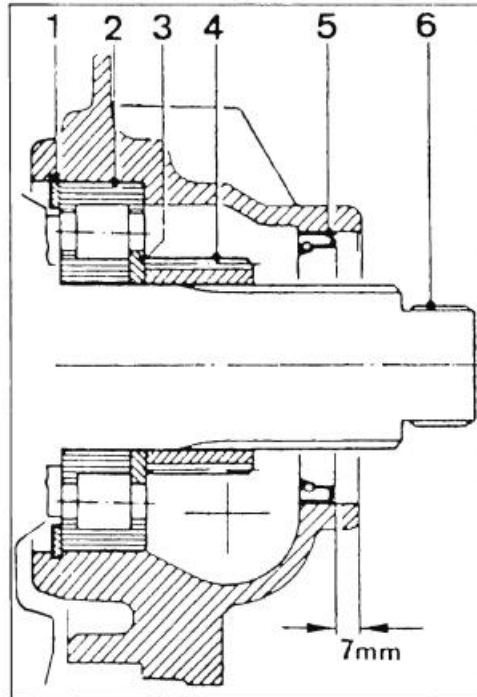


Рисунок 2.23 – Частковий розріз задньої частини коробки перемикання передач:
1 – стопорне кільце; 2 – циліндричний роликпідшипник; 3 – втулка роликпідшипника; 4 – черв'як тахометра; 5 – сальник; 6 – вторинний вал.

Новий сальник запресовують у напрямний кожух упорного підшипника вимикання зчеплення за допомогою стержня відповідного діаметра, забезпечуючи рівномірну посадку ущільнювача без перекосу.

Після цього підбирають і встановлюють регульовальні прокладки, які відповідають положенню зовнішніх обойм роликпідшипників первинного та проміжного валів.

Далі напрямний кожух упорного підшипника вимикання зчеплення встановлюють на місце та затягують його кріпильні елементи заданим моментом.

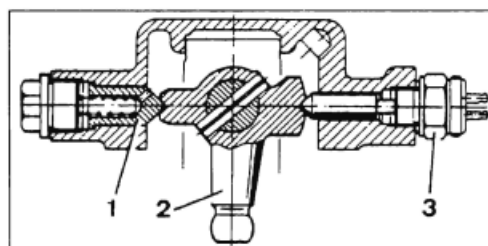


Рисунок 2.24 – Частковий розріз картера привода перемикання передач:
1 – механізм блокування 1-ї/6-ї передач; 2 – палець привода; 3 – контактор нейтрального положення, встановлюється за потреби.

Після виконання цих операцій монтують черв'як приводу тахометра, сальник і вихідний диск.

Завершальним етапом є встановлення картера зчеплення, після чого коробку перемикання передач монтують на автомобіль.

2.2.6 Привід перемикання передач

Відновлення та обслуговування приводу перемикання передач не потребує складних технологічних операцій, оскільки вузол має порівняно просту конструкцію [1, 10, 16]. Розміщення його основних елементів показано на рисунку 2.25.

Палець приводу, що працює у контакті з тягою приводу вилок, фіксується на осі за допомогою двох пружинних шплінтів. Під час монтажу пальця необхідно правильно зорієнтувати його на осі: виступ, призначений для взаємодії з механізмом блокування 1-ї/6-ї передач, має бути спрямований уперед. Саме таке положення відповідає конструкції картера, зображеній на частковому розрізі на рисунку 2.24.

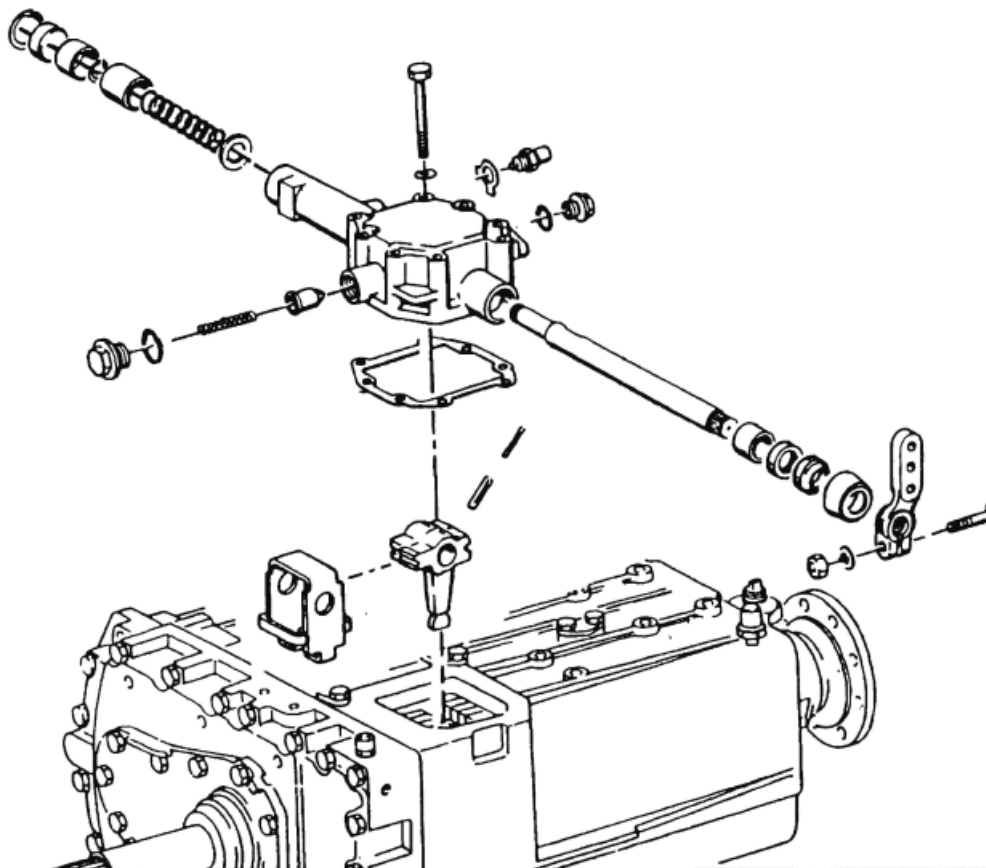


Рисунок 2.25 – Привід перемикання передач.

У разі заміни втулок підшипників потрібно дотримуватися заданої глибини їх посадки. Ліва втулка повинна бути встановлена в гніздо з осадкою приблизно 2 мм.

2.3 Розрахунок затрат часу та кількості працівників, залучених до ремонту КПП ZF S 6.36

Розрахунок виконуємо на основі розробленого технологічного процесу ремонту коробки перемикач передач ZF S 6.36, який передбачає зняття та встановлення КПП у зборі, заміну сальників, розбирання картера, демонтаж і складання первинного, вторинного та проміжного валів, складання коробки передач і перевірку приводу перемикач передач.

Для визначення трудомісткості ремонту приймаємо, що роботи виконуються у ремонтній ділянці із застосуванням домкрата або підйомної опори, преса, знімачів, вимірювального інструменту та стандартного слюсарного оснащення. Норма часу встановлюється за складністю операцій і кількістю виконавців, необхідних для безпечного виконання демонтажно-монтажних робіт.

Трудомісткість окремих операцій визначаємо за залежністю:

$$T_i = t_i \cdot n_i,$$

де T_i – трудомісткість окремої операції, люд·год;

t_i – тривалість виконання операції, год;

n_i – кількість виконавців, залучених до операції.

Таблиця 2.1 – Розрахунок трудомісткості ремонту КПП ZF S 6.36

№	Найменування операції	Кількість виконавців	Час виконання, год	Трудомісткість, люд·год
1	Підготовка автомобіля до демонтажу КПП	1	0,6	0,6
2	Від'єднання карданного вала, приводу зчеплення,	1	1,2	1,2

	електричних роз'ємів і тяг перемикання			
3	Зняття коробки передач з автомобіля	2	1,4	2,8
4	Зняття та встановлення сальника вихідного вала	1	1,3	1,3
5	Зняття та встановлення сальника напрямного кожуха упорного підшипника	1	1,5	1,5
6	Розбирання переднього картера та демонтаж осі приводу заднього ходу	1	2,2	2,2
7	Виймання вторинного та проміжного валів із картера КПП	2	1,2	2,4
8	Розбирання і складання первинного вала	1	1,1	1,1
9	Розбирання, дефектація та складання вторинного вала	1	4,4	4,4
10	Розбирання, дефектація та складання проміжного вала	1	2,5	2,5
11	Перевірка синхронізаторів, кілець, зазорів і підбір стопорних кілець	1	1,8	1,8
12	Складання коробки перемикання передач	2	3,5	7,0
13	Регулювання підшипників, підбір прокладок і контроль зазорів	1	1,6	1,6
14	Обслуговування та перевірка приводу перемикання передач	1	0,8	0,8

15	Установлення КПП на автомобіль	2	1,8	3,6
16	Заправлення маслом, перевірка роботи приводу, заключний контроль	1	0,8	0,8
Разом				35,6

Оперативна трудомісткість ремонту становить:

$$T_{\text{оп}} = 35,6 \text{ люд}\backslash\text{год.}$$

До оперативного часу додаємо підготовчо-завершальний час, час на обслуговування робочого місця та організаційні перерви. Для ремонтних робіт приймаємо коефіцієнт додаткового часу:

$$K_{\text{д}} = 1,12.$$

Тоді загальна нормативна трудомісткість ремонту коробки передач становитиме:

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{оп}} \cdot K_{\text{д}},$$

$$T_{\text{заг}} = 35,6 \cdot 1,12 = 39,87 \text{ люд}\backslash\text{год.}$$

Приймаємо:

$$T_{\text{заг}} \approx 40 \text{ люд}\backslash\text{год.}$$

Отже, повна трудомісткість ремонту однієї коробки перемикач передат ZF S 6.36 становить приблизно 40 люд·год.

Кількість працівників визначаємо за формулою:

$$P = \frac{T_{\text{заг}}}{F_{\text{зм}} \cdot D \cdot K_{\text{в}}},$$

де P – необхідна кількість працівників;

$F_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

D – кількість робочих днів, відведених на ремонт;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання робочого часу.

Приймаємо:

$$F_{\text{зм}} = 8 \text{ год}, D = 3 \text{ дні}, K_{\text{в}} = 0,9.$$

Тоді:

$$P = \frac{40}{8 \cdot 3 \cdot 0,9} = \frac{40}{21,6} = 1,85.$$

Приймаємо:

$$P = 2 \text{ працівники.}$$

Для виконання ремонту коробки перемикання передач ZF S 6.36 доцільно залучити двох слюсарів з ремонту автомобілів [5, 10, 18]. Один працівник виконує основні слюсарно-складальні, вимірювальні та регулювальні операції, а другий залучається під час демонтажу та встановлення КПП, виймання валів, складання картера й інших операцій, пов'язаних із переміщенням важких вузлів. За таких умов тривалість ремонту однієї коробки передач становитиме близько 3 робочих днів, а загальні затрати праці – приблизно 40 люд·год.

2.4 Підбір обладнання, інструменту та матеріалів для ремонту КПП ZF S 6.36

Підбір оснащення виконано відповідно до технологічного процесу ремонту коробки перемикання передач ZF S 6.36, який включає демонтаж КПП з автомобіля, заміну сальників, розбирання картерів, ремонт первинного, вторинного та проміжного валів, перевірку синхронізаторів, складання коробки та регулювання приводу перемикання передач. У процесі ремонту передбачено використання домкрата або підйомної опори для зняття агрегату, спеціальних знімачів для демонтажу фланців і сальників, преса для роботи з валами, вимірювального інструменту для визначення зазорів і прокладок, а також лебідки для встановлення валів у картер.

Таблиця 2.2 – Підбір обладнання, інструменту та матеріалів для ремонту КПП ZF S 6.36.

№	Операція ремонту	Обладнання	Інструмент і пристосування	Матеріали та запасні частини
1	Підготовка автомобіля до зняття КПП	Оглядова канава або підйомник для	Набір слюсарного інструменту, ключі, викрутки	Ганчір'я, очищувач, маркувальні бирки

		вантажного автомобіля		
2	Від'єднання карданного вала, приводу зчеплення, тяг і роз'ємів	Підкатна опора, пересувний світильник	Набір торцевих головок, різькові та накидні ключі, пасатижі	Проникне мастило, фіксувальні стяжки
3	Демонтаж коробки передач з автомобіля	Трансмісійна стійка або гідравлічний домкрат, кран-балка	Монтажні лопатки, воротки, подовжувачі, страхувальні ланцюги	Захисні прокладки, технічне мастило
4	Заміна сальника вихідного вала	Верстак, лещата	Знімач фланця, інерційний знімач, оправка для сальника, динамометричний ключ	Новий сальник, рідкий герметик, мастило
5	Заміна сальника напрямного кожуха вижимного підшипника	Верстак, прес ручний або гідравлічний	Оправки, глибиномір, мікрометр, набір щупів	Сальник, регульовальні прокладки, герметик
6	Розбирання переднього картера КПП	Складальний стенд або стіл для агрегатів	Центрувальні гвинти, ключі, знімачі, мідний молоток	Прокладки, очищувач деталей
7	Демонтаж осі приводу заднього ходу	Верстак, прес або ручне вибивне пристосування	Стержень Ø15 мм, молоток із м'яким бойком, знімачі	Кільцеві ущільнення, голчасті

				підшипники за потреби
8	Виймання вторинного та проміжного валів	Лебідка або кран-балка, стенд для КПП	Спеціальне пристосування для з'єднання валів, стяжки	Захисні прокладки, маркувальні бирки
9	Ремонт первинного вала	Верстак, нагрівальна шафа або індукційний нагрівач	Знімач стопорних кілець, оправки, мікрометр	Підшипник, стопорні кільця, сальник
10	Розбирання вторинного вала	Гідравлічний прес 20–40 т	Інерційний знімач, знімач стопорних кілець, оправки	Підшипники, стопорні кільця, пружини синхронізаторів
11	Перевірка синхронізаторів	Верстак дефектації	Штангенциркуль, щупи, мікрометр, контрольні шаблони	Кільця синхронізаторів, пружини, регульовальні прокладки
12	Складання вторинного вала	Прес, нагрівальна шафа	Оправки, знімач стопорних кілець, динамометричний ключ	Втулки, підшипники, стопорні кільця різної товщини
13	Розбирання і складання проміжного вала	Гідравлічний прес, нагрівальна шафа	Оправки для шестерень, мікрометр, індикатор годинникового типу	Підшипники, стопорні кільця, мастило

14	Складання коробки передач	Складальний стенд, лебідка або кран-балка	Спеціальне пристосування для встановлення валів, динамометричні ключі	Прокладки, герметик, кільцеві ущільнення
15	Регулювання зазорів і попереднього натягу підшипників	Складальний стенд	Глибиномір, лінійка, мікрометр, набір щупів	Регулювальні прокладки різної товщини
16	Обслуговування приводу перемикачів передач	Верстак	Пасатижі, вибивка, ключі, знімач шплінтів	Втулки, шплінти, герметик
17	Установлення КПП на автомобіль	Трансмісійна стійка, підйомник або оглядова канава	Центрувальна оправка, динамометричний ключ, монтажні лопатки	Консистентне мастило для шліців, кріпильні елементи
18	Заправлення маслом і заключний контроль	Маслозаправна установка	Мірна тара, контрольний ключ пробки, оглядовий ліхтар	Трансмісійне масло, ганчір'я

Для виконання даного ремонту доцільно передбачити один спеціалізований пост ремонту коробок передач, обладнаний агрегатним верстаком, гідравлічним пресом, трансмісійною стійкою, ванною або установкою для миття деталей, набором знімачів і вимірювальним інструментом [17, 18, 19]. Оскільки технологічний процес передбачає операції з важкими вузлами, виймання валів із картера та встановлення КПП на автомобіль, частина робіт повинна виконуватися двома працівниками.

Розрахунок кількості основного обладнання

Кількість обладнання для ремонтної дільниці визначаємо за залежністю [2, 17, 19]:

$$N = \frac{T_{об}}{F_{д} \cdot K_{в}}$$

де N – розрахункова кількість одиниць обладнання;

$T_{об}$ – час зайнятості обладнання за один ремонт, год;

$F_{д}$ – фонд часу роботи обладнання за період ремонту, год;

$K_{в}$ – коефіцієнт використання обладнання.

Для ремонту однієї КПП приймаємо тривалість циклу 3 робочі дні, тривалість зміни 8 год, коефіцієнт використання обладнання 0,85:

$$F_{д} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ год.}$$

Основне обладнання, яке використовується найбільше, – це агрегатний верстак або складальний стенд. Орієнтовний час його зайнятості під час ремонту становить близько 14 год.

$$N = \frac{14}{24 \cdot 0,85} = \frac{14}{20,4} = 0,69.$$

Приймаємо:

$$N = 1 \text{ од.}$$

Для ремонту КПП ZF S 6.36 достатньо передбачити один складальний стенд або агрегатний верстак. Гідравлічний прес, кран-балка, трансмісійна стійка та мийна установка також приймаються по 1 одиниці, оскільки вони використовуються періодично й не завантажені протягом усього ремонтного циклу.

Таблиця 2.3 – Підсумковий комплект обладнання для дільниці.

Найменування	Кількість
Оглядова канава або автомобільний підйомник	1
Трансмісійна гідравлічна стійка	1
Кран-балка або пересувна лебідка	1
Складальний стенд для КПП	1
Верстак слюсарний з лещатами	1

Гідравлічний прес 20–40 т	1
Нагрівальна шафа або індукційний нагрівач	1
Установка для миття деталей	1
Комплект знімачів підшипників, фланців і сальників	1
Комплект вимірювального інструменту	1
Маслозаправна установка	1

Підібраний комплект обладнання, інструменту та матеріалів забезпечує повний цикл ремонту коробки перемикач ZF S 6.36: від демонтажу агрегату з автомобіля до складання, регулювання, заправлення маслом і заключного контролю. Обрані засоби дозволяють виконувати роботи без пошкодження посадкових поверхонь, забезпечувати точне регулювання підшипників і синхронізаторів, а також дотримуватися вимог безпеки під час роботи з важкими деталями трансмісії.

2.5 Технічне обслуговування КПП ZF S 6.36

Технічне обслуговування коробки перемикач ZF S 6.36 спрямоване на підтримання її справного технічного стану, запобігання підвищеному зношуванню зубчастих коліс, підшипників, синхронізаторів і ущільнювальних елементів [10, 14, 18]. Особливу увагу під час обслуговування приділяють герметичності картера, рівню та стану трансмісійного масла, роботі приводу перемикач ZF S 6.36, а також відсутності стороннього шуму, перегрівання й ускладненого вмикання передач.

Під час щоденного огляду перевіряють зовнішній стан картера коробки передач, місця з'єднання з двигуном, фланець вихідного вала, пробки заливного та зливного отворів, а також зону встановлення сальників. Наявність слідів масла на корпусі КПП свідчить про порушення герметичності ущільнень або послаблення кріпильних з'єднань. У такому випадку необхідно визначити місце підтікання та усунути причину несправності.

Важливим етапом технічного обслуговування є перевірка рівня та якості масла в картері коробки передач. Недостатній рівень мастила призводить до погіршення мащення зубчастих зачеплень і підшипникових вузлів, що може

спричинити перегрівання, підвищений шум і прискорене спрацювання деталей. Якщо масло має темний колір, запах перегріву або містить металеві частинки, його необхідно замінити, а коробку передач додатково перевірити на наявність внутрішніх пошкоджень.

Окремо контролюють стан приводу перемикання передач. Перевіряють чіткість увімкнення всіх передач, вільний хід важеля, стан тяг, шарнірів, втулок і кріпильних елементів. У разі появи заїдань, збільшеного люфту або неповного вмикання передач виконують регулювання приводу. Для КПП ZF S 6.36 правильне положення системи тяг і важелів має важливе значення, оскільки від цього залежить повнота переміщення вилок і надійність фіксації передач. У технологічному процесі ремонту також передбачено перевірку та регулювання приводу перемикання після встановлення коробки передач на автомобіль.

Під час планового обслуговування необхідно перевіряти кріплення коробки передач до картера зчеплення, стан опор агрегату, з'єднання карданного вала з вихідним фланцем, а також надійність підключення електричних роз'ємів і приводу тахометра. Послаблення кріплення або порушення співвісності агрегатів може спричинити вібрацію, шум і нерівномірне навантаження на підшипники та шліцьові з'єднання.

У процесі експлуатації коробку передач перевіряють також за акустичними ознаками. Сторонній гул, стукіт або хрускіт під час перемикання можуть свідчити про зношування підшипників, зубчастих коліс або синхронізаторів. Якщо шум змінюється залежно від увімкненої передачі, це може вказувати на несправність окремої пари шестерень або відповідного синхронізатора. Ускладнене вмикання передач часто пов'язане з неправильним регулюванням приводу, зношуванням синхронізаторів або недостатнім вимиканням зчеплення.



Рисунок 2.26 – Послідовність технічного обслуговування коробки перемикання передач ZF S 6.36.

Таблиця 2.4 – Основні роботи з технічного обслуговування КПП ZF S 6.36 доцільно подати у вигляді таблиці.

Вид робіт	Зміст операції	Мета виконання
Зовнішній огляд КПП	Перевірка картера, фланців, пробок,	Виявлення підтікання масла та механічних пошкоджень

	сальників і стикових поверхонь	
Контроль рівня масла	Перевірка рівня мастила в картері та його стану	Забезпечення нормального мащення деталей КПП
Перевірка приводу перемикання	Контроль тяг, шарнірів, втулок, люфтів і чіткості вмикання передач	Забезпечення правильного перемикання передач
Контроль кріплення	Перевірка болтів кріплення КПП, опор і карданного вала	Запобігання вібрації та зміщенню агрегату
Акустична перевірка	Прослуховування роботи КПП на різних передачах	Виявлення ознак зношування підшипників і шестерень
Перевірка після обслуговування	Контроль роботи коробки передач під час пробного руху	Оцінка працездатності КПП у реальних умовах

Після завершення обслуговування виконують контрольну перевірку роботи коробки передач на нерухомому автомобілі та під час пробного руху [14, 18]. Передачі повинні вмикатися без надмірного зусилля, хрусту, самовимикання або затримок. Картер коробки не повинен перегріватися, а зони ущільнень мають залишатися сухими.

2.6 Розрахунок затрат часу та кількості працівників для технічного обслуговування КПП ZF S 6.36

Розрахунок виконуємо на основі прийнятої послідовності технічного обслуговування коробки перемикання передач ZF S 6.36. До складу робіт входять зовнішній огляд агрегату, перевірка герметичності, контроль рівня і стану трансмісійного масла, огляд пробок та сапуна, перевірка приводу

перемикання передач, контроль кріплення коробки передач і заключна перевірка її роботи.

Трудомісткість окремих операцій визначаємо за залежністю:

$$T_i = t_i \cdot n_i,$$

де T_i – трудомісткість операції, люд·год;

t_i – тривалість виконання операції, год;

n_i – кількість працівників, які виконують операцію.

Таблиця 2.5 – Розрахунок трудомісткості технічного обслуговування КПП ZF S

6.36.

№	Найменування операції	Кіль. праців.	Час, год	Трудо-сть, люд·год
1	Підготовка автомобіля до огляду та забезпечення доступу до КПП	1	0,15	0,15
2	Зовнішній огляд картера, кришок, фланців і стикових поверхонь	1	0,25	0,25
3	Перевірка герметичності сальників, пробок і місць з'єднання картера	1	0,20	0,20
4	Контроль рівня трансмісійного масла в картері КПП	1	0,20	0,20
5	Оцінювання стану масла за кольором, запахом і наявністю домішок	1	0,15	0,15
6	Огляд заливної, контрольної та зливної пробок, перевірка сапуна	1	0,20	0,20
7	Перевірка тяг, шарнірів, втулок і люфтів приводу перемикання передач	1	0,35	0,35
8	Перевірка чіткості вмикання всіх передач на нерухомому автомобілі	1	0,25	0,25
9	Контроль кріплення КПП, опор агрегату та фланця карданного вала	1	0,30	0,30
10	Акустична перевірка роботи КПП на різних передачах	1	0,30	0,30

11	Пробний рух автомобіля та оцінювання роботи КПП під навантаженням	1	0,35	0,35
12	Заключний огляд після обслуговування та оформлення результатів	1	0,20	0,20
Разом				2,90

Оперативна трудомісткість технічного обслуговування становить:

$$T_{\text{оп}} = 2,90 \text{ люд}\backslash\text{год.}$$

Для врахування підготовчо-завершального часу, обслуговування робочого місця та незначних організаційних перерв приймаємо коефіцієнт додаткового часу:

$$K_{\text{д}} = 1,10.$$

Загальна трудомісткість технічного обслуговування визначається за формулою:

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{оп}} \cdot K_{\text{д}}.$$

$$T_{\text{заг}} = 2,90 \cdot 1,10 = 3,19 \text{ люд}\backslash\text{год.}$$

Приймаємо:

$$T_{\text{заг}} \approx 3,2 \text{ люд}\backslash\text{год.}$$

Отже, загальна трудомісткість одного технічного обслуговування коробки перемикачів передач ZF S 6.36 становить приблизно 3,2 люд·год.

Кількість працівників визначаємо за залежністю:

$$P = \frac{T_{\text{заг}}}{F_{\text{зм}} \cdot K_{\text{в}}},$$

де P – необхідна кількість працівників;

$F_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання робочого часу.

Приймаємо:

$$F_{\text{зм}} = 8 \text{ год}, K_{\text{в}} = 0,9.$$

$$P = \frac{3,2}{8 \cdot 0,9} = \frac{3,2}{7,2} = 0,44.$$

Оскільки розрахункове значення менше одиниці, для виконання технічного обслуговування приймаємо:

$$P = 1 \text{ працівник.}$$

Технічне обслуговування коробки перемикання передач ZF S 6.36 може виконувати один слюсар з ремонту автомобілів [5, 10, 18]. Орієнтовна тривалість виконання робіт становить близько 3,2 год, тобто операції можуть бути виконані протягом однієї робочої зміни без залучення додаткового персоналу. Другий працівник може залучатися лише за потреби, наприклад, під час виконання робіт під автомобілем, перевірки карданного з'єднання або проведення контрольного пробного руху.

2.7 Розроблення технологічного процесу обкатування КПП ZF S 6.36

Обкатування коробки перемикання передач ZF S 6.36 є завершальним етапом технологічного процесу ремонту, який виконується після складання агрегату, регулювання підшипникових вузлів, перевірки синхронізаторів, установлення ущільнень і заправлення картера трансмісійним маслом. Метою обкатування є перевірка працездатності коробки передач у режимах, наближених до експлуатаційних, а також виявлення можливих дефектів, які не завжди можна встановити під час статичного контролю.

Під час обкатування оцінюють легкість і чіткість увімкнення передач, рівномірність роботи зубчастих зачеплень, відсутність підвищеного шуму, стукоту, вібрацій, перегрівання корпусу та підтікання масла через сальники, прокладки й стикові поверхні картера. Особливу увагу приділяють роботі синхронізаторів, оскільки саме вони забезпечують плавність перемикання передач і зменшують ударні навантаження на зубчасті колеса.

Обкатування доцільно виконувати на спеціальному випробувальному стенді, який забезпечує обертання первинного вала коробки передач і можливість створення контрольованого навантаження на вихідному валу [17, 19, 22]. Для цього може застосовуватися стенд із приводним електродвигуном, з'єднувальною муфтою, системою кріплення КПП, навантажувальним

пристроєм, пультом керування та засобами контролю частоти обертання, температури, шуму й навантажувального моменту.

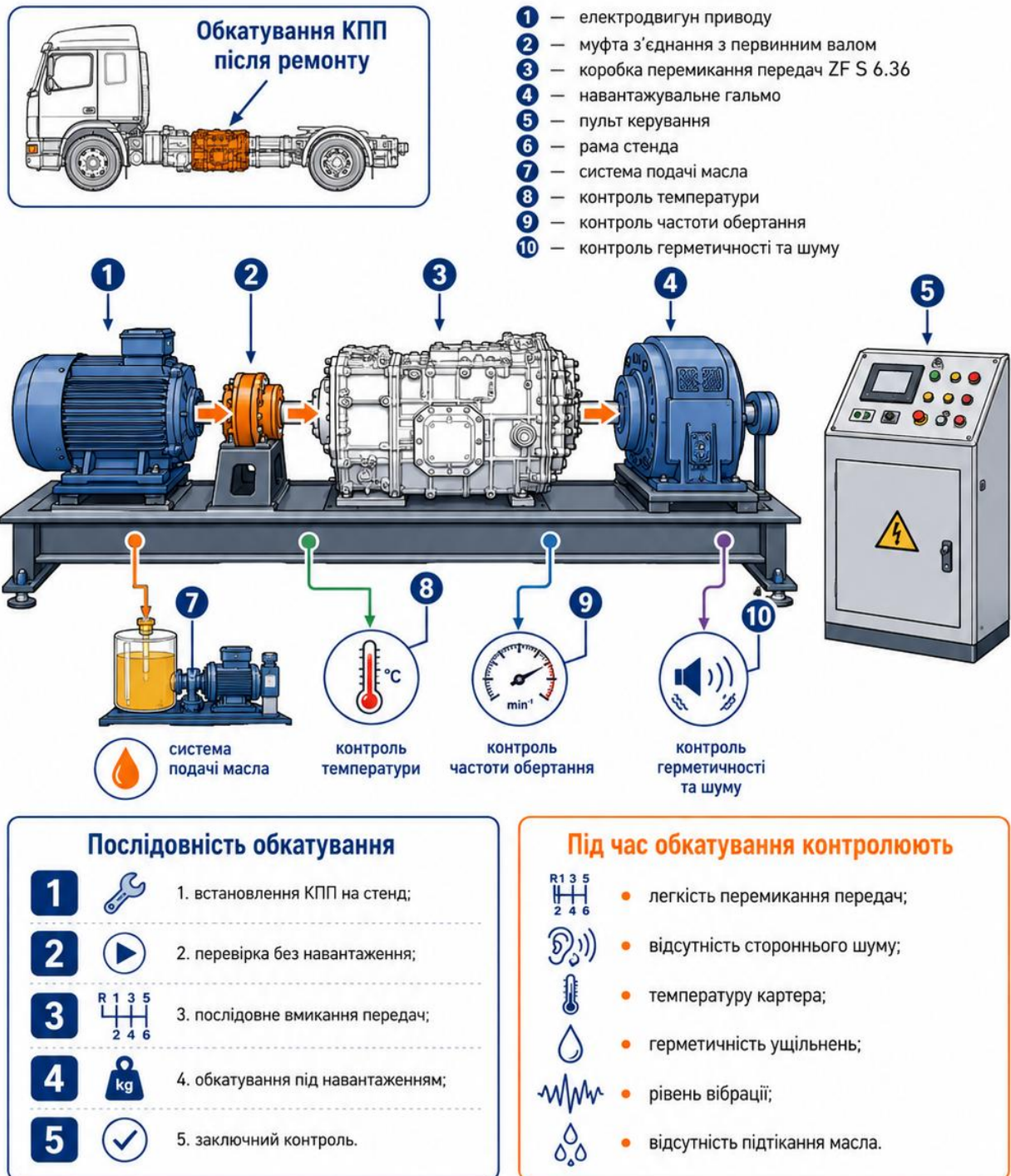


Рисунок 2.27 – Схема обкатування коробки перемикання передач ZF S 6.36 на випробувальному стенді.

Перед початком обкатування коробки передач установлюють на стенд і надійно закріплюють за передбачені монтажні поверхні. Первинний вал з'єднують із приводом стенда через шліцьову або фрикційну муфту, а вихідний вал – із навантажувальним пристроєм. Після цього перевіряють співвісність

валів, надійність кріплення агрегату, справність захисних кожухів і правильність підключення контрольних приладів.

У картер КПП заливають трансмісійне масло встановленої марки до необхідного рівня. Перед запуском станда перевіряють відсутність сторонніх предметів у зоні обертання, справність приводу перемикавання передач, легкість увімкнення всіх передач і герметичність пробок. Початковий запуск виконують без навантаження, що дозволяє перевірити правильність складання коробки передач і роботу основних вузлів без інтенсивного силового впливу.



Рисунок 2.28 – Послідовність виконання технологічного процесу обкатування КПП ZF S 6.36.

На першому етапі обкатування коробку передач перевіряють без навантаження. Передачі вмикають послідовно, починаючи з нижчих і

переходячи до вищих. На кожній передачі агрегат повинен працювати рівномірно, без різких шумів, ударів і самовимикання. Якщо під час обкатування виявлено підвищений шум, заїдання або перегрівання, випробування припиняють і встановлюють причину несправності.

На другому етапі проводять обкатування під навантаженням. Навантаження створюється за допомогою гальмівного або іншого навантажувального пристрою стенда. Його збільшують поступово, щоб уникнути різких динамічних навантажень на зубчасті колеса, підшипники та синхронізатори. Під час цього етапу контролюють стабільність роботи КПП, температуру картера, плавність перемикавання передач і відсутність витікання масла.

Таблиця 2.6 – Основні операції технологічного процесу обкатування.

№ операції	Найменування операції	Зміст виконання	Контрольований параметр
1	Підготовка КПП до обкатування	Перевірка складання, кріплення, рівня масла та зовнішнього стану агрегату	Герметичність, рівень масла
2	Установлення КПП на стенд	Закріплення коробки передач і з'єднання валів зі стендовим приводом	Співвісність, надійність кріплення
3	Перевірка без навантаження	Послідовне вмикання всіх передач при роботі без навантаження	Шум, вібрація, чіткість перемикавання
4	Обкатування під навантаженням	Перевірка КПП при поступовому навантаженні вихідного вала	Температура, шум, стабільність роботи

5	Контроль герметичності	Огляд сальників, пробок, стиків картера та кришок	Відсутність підтікання масла
6	Заключна перевірка	Повторне перемикавання передач і оцінка роботи агрегату після обкатування	Плавність роботи, відсутність дефектів

Під час обкатування необхідно фіксувати основні показники роботи коробки передач: частоту обертання первинного вала, тривалість роботи на кожній передачі, температуру картера, рівень шуму, характер перемикавання та наявність витоків масла. Такі дані дають змогу об'єктивно оцінити якість ремонту та прийняти рішення щодо придатності агрегату до подальшої експлуатації.



Рисунок 2.29 – Контрольні параметри під час обкатування коробки перемикавання передач ZF S 6.36.

Після завершення обкатування стенд зупиняють, коробку передач від'єднують від навантажувального пристрою та проводять заключний

зовнішній огляд. Перевіряють сухість стиків картера, сальників і пробок, відсутність перегрівання корпусу, сторонніх шумів і слідів механічного пошкодження. За потреби додатково перевіряють рівень масла та стан приводу перемикачів передач.

Коробка перемикачів передач вважається такою, що пройшла обкатування, якщо всі передачі вмикаються чітко, без хрусту та заїдання, самовимикання передач не спостерігається, шум і вібрація не перевищують допустимого рівня, температура картера залишається в межах нормальної роботи, а підтікання масла відсутнє. Виконання обкатування після ремонту дозволяє підвищити надійність КПП ZF S 6.36 і зменшити ймовірність повторного демонтажу агрегату після встановлення на автомобіль.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Технічне обґрунтування розроблення стенда

Під час капітального ремонту агрегатів і вузлів важливо не лише відновити їхню працездатність, а й забезпечити подальшу надійну експлуатацію. Для цього після завершення ремонтно-складальних робіт необхідно виконувати обкатування та випробування відремонтованих виробів. Обкатка дає змогу виявити можливі дефекти складання, неточності регулювання, підвищене тертя або інші відхилення в роботі механізмів, а також забезпечує поступове припрацювання деталей, що працюють у спряжених парах.

У процесі обкатування коробки перемикачів передач перевіряють чіткість і плавність увімкнення передач, характер шуму зубчастих коліс у зачепленні, відсутність стуків, перегрівання, підтікання оливи через манжети, ущільнення та стикові з'єднання корпусних деталей. Крім того, контролюють загальну стабільність роботи агрегату на різних режимах навантаження, що дозволяє своєчасно виявити недоліки ремонту до встановлення КПП на автомобіль.

Запропонована конструкція стенда забезпечує виконання зазначених операцій із мінімальним залученням ручної праці. Вона дає можливість у скорочений термін провести обкатування коробки перемикачів передач у трьох навантажувальних режимах, послідовно перевіряючи роботу кожної передачі. Такий підхід підвищує об'єктивність контролю, зменшує трудомісткість випробувань і сприяє поліпшенню якості ремонту.

Завдяки простоті конструкції, невеликій тривалості випробувального циклу та достатній продуктивності стенд може застосовуватися як на спеціалізованих ремонтних підприємствах, так і в ремонтних майстернях автотранспортних або виробничих господарств. Його використання є доцільним для підвищення надійності відремонтованих КПП та забезпечення стабільної якості виконання ремонтних робіт.

3.2 Аналіз існуючих конструкцій стендів

Зібрані коробки перемикання передач після завершення ремонтно-складальних операцій обов'язково піддають обкатуванню та випробуванню. Такі перевірки виконують як без прикладеного навантаження, так і в умовах навантаження, що дає змогу оцінити якість складання, правильність роботи механізмів перемикання та загальний технічний стан агрегату.

Для проведення обкатування і випробування застосовують спеціалізовані стенди та установки. За способом створення робочого навантаження їх поділяють на стенди з розімкнутою та замкнутою схемою навантаження. Кожен із цих варіантів має свої конструктивні особливості, сферу застосування та рівень енергетичної ефективності під час перевірки коробок передач.

Обкатування за розімкнутою схемою здійснюють за таким принципом.

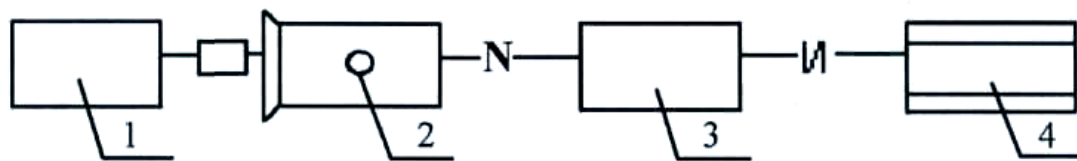


Рис. 3.1 - Схема обкатування коробки передач

1 - електродвигун, 2 - коробка передач, 3 - прискорювальний редуктор, 4 - гальмо.

Коробку перемикання передач 2, зображену на рис. 3.1, встановлюють на випробувальний стенд, після чого її первинний вал з'єднують з валом електродвигуна 1. У процесі обкатування необхідне навантаження створюють за допомогою гальмових пристроїв 4, які можуть мати механічне, гідравлічне або електричне виконання. Стенди такого типу відзначаються порівняно простою будовою, зручністю обслуговування та невисокою складністю виготовлення.

Особливістю розімкнутої схеми є те, що енергія, яка передається від електродвигуна до коробки передач, надалі поглинається гальмовим пристроєм і перетворюється в інший вид енергії, переважно теплову. Завдяки простоті конструкції такі стенди набули поширення як у ремонтних майстернях підприємств автомобільного транспорту, так і на спеціалізованих ремонтних підприємствах, де виконують обкатування та випробування агрегатів трансмісії.

Окрім стаціонарних стендів, у практиці ремонту застосовують спеціальні пристрої з електродвигуном, які монтують безпосередньо на раму або корпус трансмісії автомобіля. Такі пристосування дають змогу виконувати обкатування коробки передач разом із заднім мостом. Проте їхнім суттєвим недоліком є відсутність повноцінних гальмових механізмів, які могли б створювати регульоване навантаження під час випробування.

3.2.1 Універсальний стенд КОПИС КС-02 / КС-021

Універсальні стенди КОПИС КС-02 та КОПИС КС-021 призначені для післяремонтного обкатування і випробування коробок перемикачів передач вантажних, легкових та малотоннажних автомобілів. Таке обладнання використовують на ремонтних підприємствах, у сервісних центрах, навчальних закладах та на виробництвах, де необхідно перевіряти технічний стан КПП після складання або ремонту. За даними виробника, стенди забезпечують обкатування різномарочних коробок передач відповідно до технічних умов і вимог заводів-виробників агрегатів.

Принцип роботи. Коробку перемикачів передач установлюють на навантажувально-приводну станцію стенда та закріплюють за допомогою відповідних установочних і приєднувальних елементів. Первинний вал КПП з'єднують із приводним електродвигуном, який забезпечує обертання валів коробки передач. Вихідний вал агрегату з'єднують із навантажувальним електродвигуном, що створює опір обертанню і дозволяє імітувати роботу КПП під навантаженням.

Обкатування може виконуватися у двох режимах: без навантаження та під навантаженням. На першому етапі перевіряють плавність обертання валів, чіткість увімкнення передач, відсутність сторонніх шумів, стуків, перегрівання та підтікання оливи. У режимі навантаження оцінюють роботу коробки передач в умовах, наближених до експлуатаційних, контролюючи стабільність передачі крутного моменту, роботу зубчастих зачеплень, синхронізаторів і підшипникових вузлів.



Рисунок 3.2 – Універсальний стенд КОПИС КС-02 для обкатування та випробування коробок перемикання передач

Особливістю стендів КОПИС КС-02 / КС-021 є енергозберігаючий принцип роботи. Електроенергія, яку виробляє навантажувальний електродвигун під час створення опору, рекуперується у приводний електродвигун. Завдяки цьому зменшується фактичне енергоспоживання стенда під час випробування під навантаженням.

Основні вузли стенда. До складу стенда входять навантажувально-приводна станція, приводний електродвигун, навантажувальний електродвигун, захисні кожухи, з'єднувальні пристрої, шафа електрообладнання, пульт керування, система автоматизованого керування, вимірювальні пристрої, комплект установочних і приєднувальних деталей. Така будова забезпечує можливість встановлення різних типів КПП і проведення контрольної обкатки за заданою програмою.

Система автоматизованого керування стенда дає змогу керувати режимами обкатування, вимірювати та контролювати параметри випробування, виводити отримані дані на пульт керування і монітор персонального комп'ютера, зберігати результати та формувати протоколи випробування. У разі відхилення параметрів від допустимих значень система передбачає аварійне вимкнення обладнання.

Контрольовані параметри. Під час роботи стенда контролюють частоту обертання вхідного вала КПП, частоту обертання вихідного вала, гальмовий або навантажувальний момент на вихідному валу, тривалість обкатування, час роботи в окремому режимі та передаточне число. Такі параметри дозволяють

оцінити якість ремонту, правильність складання і відповідність роботи КПП заданим технічним вимогам.

Основні технічні дані. Для стендів КОПИС КС-02 / КС-021 наведено такі основні характеристики: сумарна встановлена потужність електрообладнання становить 75 кВт, живлення здійснюється від трифазної мережі 380 В, 50 Гц, тиск стисненого повітря – 7...8 кгс/см², кількість обслуговуючого персоналу – 1 особа. Маса стенда КОПИС КС-02 становить близько 1500 кг, а КОПИС КС-021 – близько 1600 кг.

У базовій комплектації стенд КОПИС КС-02 орієнтований на обкатування КПП вантажних автомобілів, зокрема коробок передач ЯМЗ, КАМАЗ, МАЗ, ЗІЛ і ГАЗ. Для КС-021 додатково передбачено можливість роботи з КПП легкових і малотоннажних автомобілів. Також виробник зазначає можливість додаткової комплектації для КПП ZF 16 S ECOSPLIT, що підтверджує універсальність стендів і можливість адаптації під різні типи агрегатів.

Переваги та недоліки. До основних переваг стендів КОПИС КС-02 / КС-021 належать універсальність, автоматизоване керування режимами обкатування, контроль основних параметрів, можливість збереження результатів випробування, енергозбереження за рахунок рекуперації, надійність і безпечність роботи. Такі стенди доцільно застосовувати на підприємствах, де виконують значний обсяг ремонту коробок передач різних марок.

Недоліками можна вважати значну масу обладнання, потребу в трифазному електроживленні, необхідність підготовленого робочого місця та використання відповідних установочних і з'єднувальних пристроїв для конкретної моделі КПП. Для випробування коробки передач ZF S 6 може знадобитися виготовлення або підбір спеціальних адаптерів, які забезпечать правильне встановлення агрегату на стенд і надійне з'єднання його валів із приводною та навантажувальною частинами.

3.2.2 Стенд КРОН-КС-06 для обкатування КПП

Стенд КРОН-КС-06 призначений для післяремонтного обкатування та випробування коробок перемикачів передач. Його застосовують на

автомоторних заводах, у сервісних центрах, ремонтних підприємствах і навчальних закладах, де необхідно перевіряти працездатність КПП після ремонту або складання. За даними постачальників, стенд працює у двох основних режимах: обкатування без навантаження та обкатування під навантаженням.

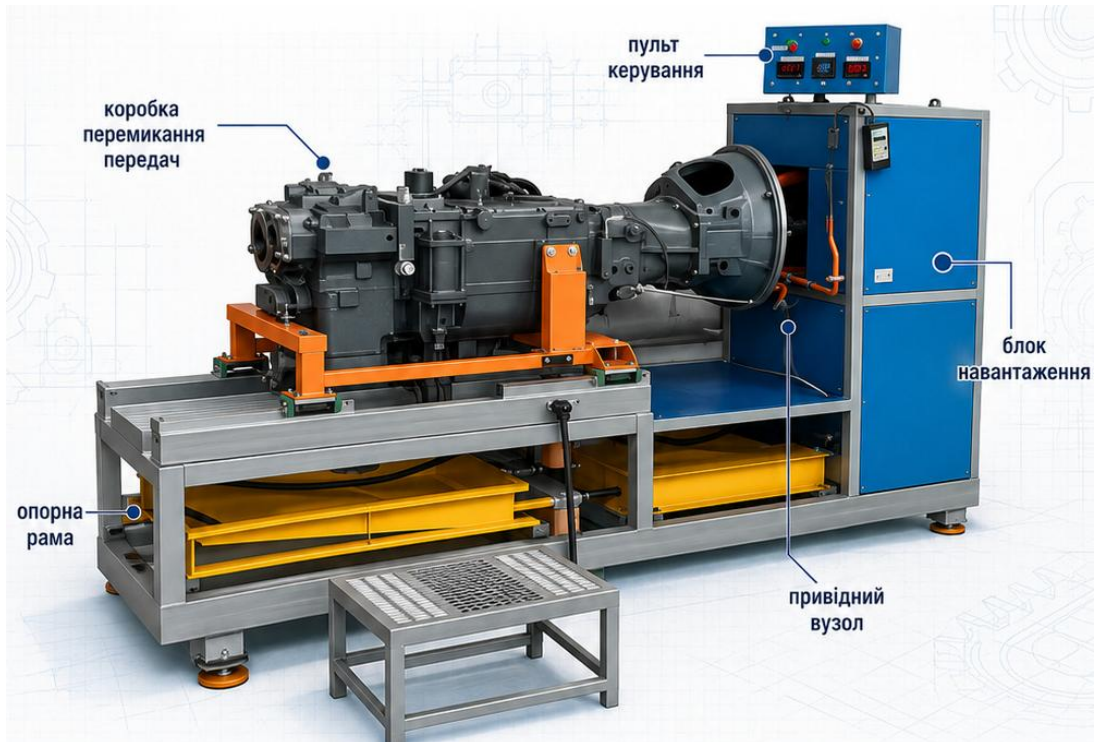


Рисунок 3.3 – Стенд КРОН-КС-06 для обкатування та випробування коробок перемикачів передач.

За конструктивним виконанням КРОН-КС-06 є комплексом окремих модулів, які з'єднані між собою електричними проводами та трубопроводами. Основні елементи стенда виготовляють зі сталевих листів товщиною від 1,5 до 10 мм, а поверхні покривають полімерно-порошковою фарбою для підвищення зносостійкості та захисту від корозії. Керування стендом здійснюється з пульта, а в окремих виконаннях передбачене підключення пульта керування через Wi-Fi.

Принцип роботи. Перед початком випробування коробку передач установлюють на стенд і закріплюють за допомогою відповідних опор або перехідних елементів. Після цього вхідний вал КПП з'єднують із приводним вузлом стенда, а вихідний вал – із навантажувальною частиною. На першому етапі виконують обкатування без навантаження. У цьому режимі перевіряють плавність обертання валів, правильність увімкнення передач, відсутність сторонніх шумів, стуків, перегрівання підшипників і підтікання оливи.

Після попередньої перевірки стенд переводять у режим роботи під навантаженням. У цьому випадку навантажувальний пристрій створює опір обертанню, що дає змогу оцінити роботу КПП в умовах, наближених до реальної експлуатації. Під час випробування контролюють частоту обертання, тиск у головній магістралі, тиск у магістралі мащення, температуру робочої рідини, навантажувальний момент і тривалість обкатування.

Основні технічні дані. Для стенда КРОН-КС-06 вказують живлення від мережі 380 В / 50 Гц, трифазну мережу, частоту обертання до 3000 об/хв і масу близько 3555 кг. Базова комплектація, за інформацією постачальників, орієнтована на КПП тракторів «Кировець» К-700, К-701, К-702, К-703, К-744, але додаткова комплектація може виготовлятися під інші типи коробок передач.

Переваги та недоліки. До переваг стенда КРОН-КС-06 можна віднести універсальність, можливість роботи у двох режимах, порівняно зручне керування, міцну металеву конструкцію, модульність і можливість адаптації під різні типи КПП. Таке обладнання дозволяє проводити контроль агрегату до його встановлення на автомобіль, що зменшує ризик повторного демонтажу після ремонту.

Недоліками стенда є значні габарити та маса, потреба у підготовленому виробничому приміщенні, трифазному електроживленні та відповідній кваліфікації персоналу. Крім того, для випробування конкретних моделей КПП, зокрема ZF S 6, може знадобитися виготовлення або підбір спеціальних перехідних кронштейнів і з'єднувальних елементів.

3.2.3 Функціональні випробувальні стенди ZF Aftermarket

Функціональні випробувальні стенди ZF Aftermarket призначені для контрольного випробування коробок передач після ремонту, відновлення або складання. Таке обладнання застосовують у сервісних центрах і спеціалізованих ремонтних підприємствах, де необхідно підтвердити працездатність трансмісії до її встановлення на автомобіль. За інформацією ZF, стенди можуть використовуватися для перевірки трансмісій комерційних автомобілів, будівельної, сільськогосподарської та спеціальної техніки, а також окремих

коробок передач інших виробників.



Рисунок 3.4 – Функціональний випробувальний стенд ZF Aftermarket для контролю коробок перемикавання передач.

Принцип роботи. Перед початком випробування коробки передач установлюють на монтажну платформу стенда та закріплюють за допомогою відповідного адаптаційного комплекту. Такий підхід дає змогу приєднувати до стенда трансмісії різних конструктивних виконань, оскільки ZF передбачає використання спеціальних адаптерів для фланцевого встановлення стандартних коробок передач.

Після механічного закріплення агрегату вхідний вал КПП з'єднують із приводною частиною стенда, а вихідний вал – із навантажувальним або вимірювальним модулем. Далі стенд запускає задану програму перевірки, у межах якої послідовно контролюється робота коробки передач на окремих режимах. Під час випробування можна оцінювати роботу передач, підшипникових вузлів, зубчастих зачеплень, синхронізаторів, систем мащення, ущільнень і керуючих елементів трансмісії.

Важливою особливістю стендів ZF є використання інтегрованої вимірювальної системи. Вона забезпечує отримання експлуатаційних параметрів, необхідних для оцінювання технічного стану відремонтованої

трансмисії. У поєднанні з діагностичним програмним забезпеченням ZF Testman стенд дає змогу відстежувати параметри перевірки, виконувати трансмісійно-орієнтовану процедуру випробування, зберігати результати та формувати протокол контролю.

Контрольовані параметри. Під час функціонального випробування можуть контролюватися частота обертання вхідного та вихідного валів, температура, тиск у гідравлічних або мастильних магістралях, передаточне число, якість перемикання, герметичність, шумові прояви та інші параметри, які характеризують працездатність трансмісії. Для виробничих і дослідницьких стендів ZF також зазначає можливість автоматизованої перевірки функціональності, ресурсу, ефективності, акустичних параметрів, передаточних чисел, якості перемикання та герметичності.

Конструктивні особливості. Функціональні стенди ZF Aftermarket випускаються у різних класах продуктивності, що дозволяє підібрати обладнання залежно від типу трансмісій, які обслуговуються на підприємстві. Для комерційного транспорту передбачені стенди різних виконань, зокрема CH ED 20 lite, CH EG 50, CH EG 80 та CH EG 110 big console. Вони можуть застосовуватися для випробування таких сімейств трансмісій, як Ecolite, Ecomid, Ecosplit, AS-Tronic, Traxon та інших.

Конструкція стенда, як правило, включає монтажну базу, приводний агрегат, навантажувальний модуль, систему адаптерів, вимірювальні канали, пульт керування та програмне забезпечення для проведення випробувань. Завдяки такій структурі стенд може працювати не лише як пристрій для обкатування, а як повноцінна система якості, яка підтверджує придатність трансмісії до подальшої експлуатації.

Переваги та недоліки. До основних переваг функціональних стендів ZF Aftermarket належать висока точність контролю, можливість випробування різних типів трансмісій, використання спеціалізованих адаптаційних комплектів, наявність вбудованої метрології, документування результатів і застосування трансмісійно-орієнтованих програм перевірки. Такі стенди особливо доцільні для підприємств, які виконують професійний ремонт КПП ZF та потребують підтвердження якості відновленого агрегату.

Недоліками можна вважати високу вартість обладнання, складність конструкції, потребу в підготовленому персоналі та необхідність застосування фірмових адаптерів і програмного забезпечення. Для випробування КПП ZF S 6 такий стенд є технічно придатним рішенням, однак його впровадження доцільне переважно на спеціалізованих сервісних підприємствах із достатнім обсягом робіт.

3.2.4 Стационарний стенд із гідравлічним навантажувальним пристроєм

Стационарний стенд із гідравлічним навантажувальним пристроєм належить до поширених конструкцій обладнання, яке використовують для післяремонтного обкатування та випробування коробок перемикач передач вантажних автомобілів. Основне призначення такого стенда полягає у перевірці працездатності КПП після складання або ремонту до її встановлення на автомобіль. Це дає змогу виявити дефекти монтажу, підвищений шум зубчастих зачеплень, несправності підшипників, порушення роботи механізму перемикач передач, перегрівання окремих вузлів або підтікання оливи через ущільнення.

Конструктивно стенд складається зі зварної рами, на якій розміщують приводний електродвигун, опори для встановлення коробки передач, з'єднувальні муфти або карданні вали, гідравлічний навантажувальний пристрій, масляний бак, трубопроводи, регулювальну арматуру та контрольно-вимірювальні прилади. Для встановлення коробок передач різних типів можуть застосовуватися змінні кронштейни, перехідні плити та фланці, що підвищує універсальність стенда.

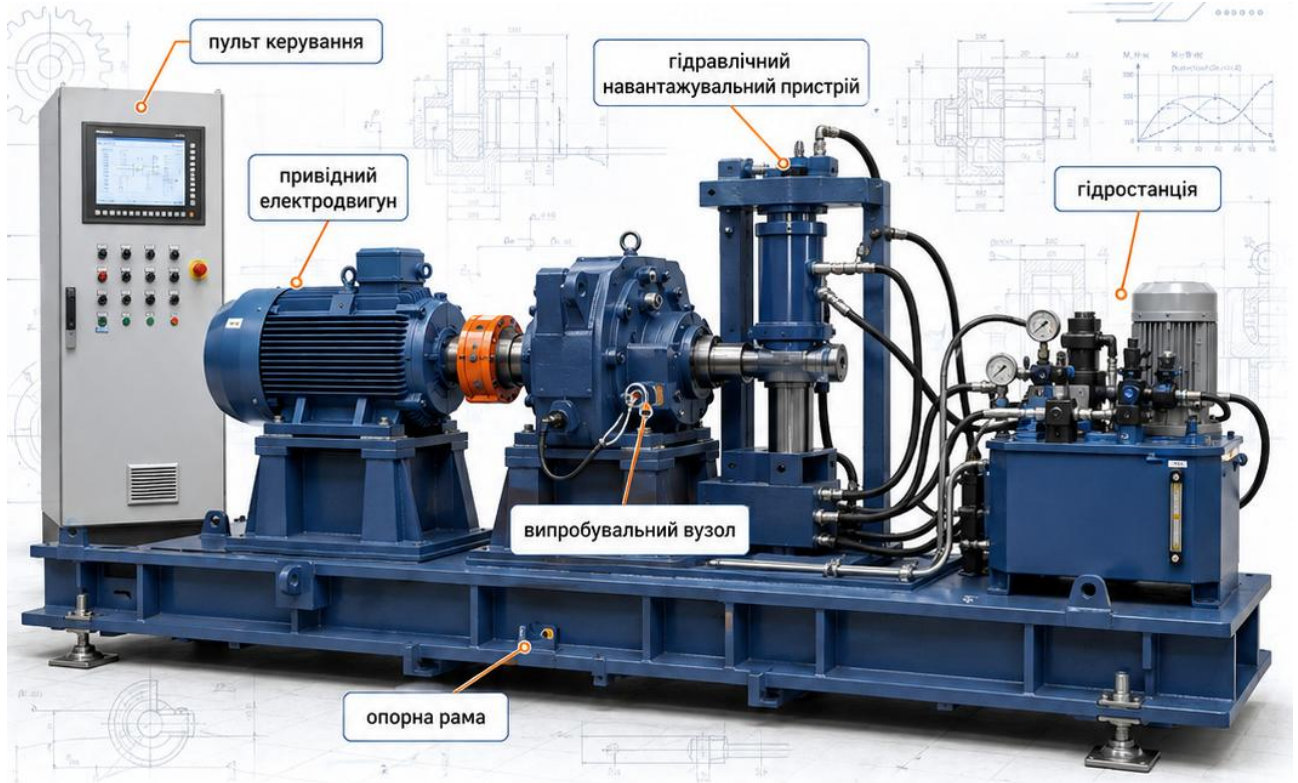


Рисунок 3.5 – Стационарний стенд із гідравлічним навантажувальним пристроєм.

Принцип роботи стенда ґрунтується на передачі крутного моменту від електродвигуна до первинного вала коробки передач. Після закріплення КПП на рамі стенда її вхідний вал з'єднують із приводним валом, а вихідний вал – із гідравлічним навантажувальним пристроєм. На першому етапі коробку передач обкатують без навантаження. У цьому режимі перевіряють плавність обертання валів, чіткість увімкнення всіх передач, відсутність сторонніх шумів, стуків і заклинювання.

Після попередньої перевірки стенд переводять у режим роботи під навантаженням. У цьому випадку вихідний вал коробки передач приводить у дію гідронасос, який перекачує робочу рідину через гідравлічну систему стенда. Навантаження створюється шляхом штучного підвищення опору руху рідини за допомогою регулювального або редуційного клапана. Чим більший опір створюється в гідросистемі, тим вищий гальмовий момент діє на вихідний вал КПП. Таким чином імітується робота коробки передач в умовах експлуатаційного навантаження.

Під час обкатування контролюють частоту обертання вхідного та

вихідного валів, навантажувальний момент, температуру робочої рідини, тиск у гідравлічній системі, тривалість випробування, шумність роботи та герметичність корпусу коробки передач. Перевірку виконують послідовно на всіх передачах, що дозволяє оцінити якість роботи зубчастих коліс, синхронізаторів, підшипників і механізму перемикавання.

Перевагою стенда з гідравлічним навантажувальним пристроєм є відносна простота конструкції, можливість плавного регулювання навантаження, технологічна доступність виготовлення та придатність для використання в умовах ремонтних підприємств. Такий стенд не потребує складної електронної системи рекуперації енергії, а навантажувальний момент можна змінювати безпосередньо під час випробування.

До недоліків цієї конструкції слід віднести підвищені енергетичні втрати, оскільки механічна енергія в гідравлічному навантажувачі переважно перетворюється в теплоту. Через це необхідно контролювати температуру робочої рідини та, за потреби, передбачати її охолодження. Крім того, точність відтворення навантажувальних режимів у таких стендах нижча, ніж у сучасних автоматизованих випробувальних установках із електричним або рекуперативним навантаженням.

Стаціонарний стенд із гідравлічним навантажувальним пристроєм є практичним і технічно доцільним рішенням для обкатування коробок перемикавання передач вантажних автомобілів після ремонту. Його використання дозволяє провести попередню перевірку агрегату, зменшити ймовірність повторного демонтажу КПП після встановлення на автомобіль і підвищити якість ремонтних робіт. Для обкатування КПП типу ZF S 6 така схема може бути використана за умови виготовлення відповідних перехідних кронштейнів і з'єднувальних елементів.

3.2.5 Стенд для випробування КПП із двоярусною рамою, штатним зчепленням і гальмовою системою

Стенд для випробування коробок перемикавання передач із двоярусною рамою належить до конструкцій, у яких умови перевірки агрегату максимально

наближені до реальної роботи трансмісії автомобіля. Такий стенд може використовуватися після виготовлення, складання або ремонту КПП для контролю її працездатності, шумності, правильності перемикування передач і здатності працювати під навантаженням. Конструкція передбачає верхній і нижній яруси рами, які жорстко з'єднані між собою стійками; на верхньому ярусі встановлюють випробовувану коробку передач, а на нижньому розміщують приводний електродвигун.

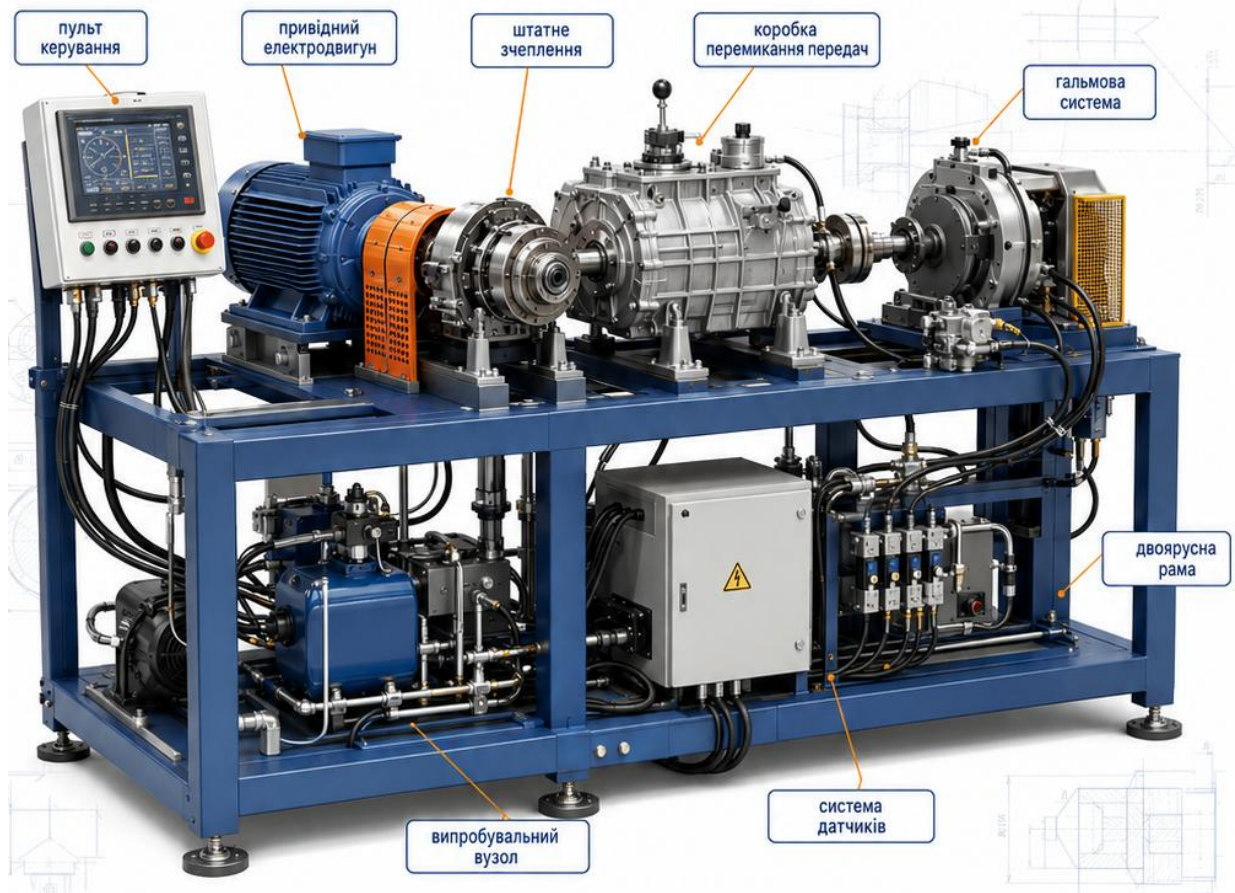


Рисунок 3.6 – Стенд для випробування коробок перемикування передач із двоярусною рамою, штатним зчепленням і гальмовою системою.

Особливістю такого стенда є застосування штатного зчеплення, яке приводиться в дію від колінчастого вала блока циліндрів, з'єданого з електродвигуном через ремінну передачу. Завдяки цьому крутний момент передається до ведучого вала коробки передач не безпосередньо, а через вузол зчеплення, тобто за схемою, близькою до роботи агрегату на автомобілі. Це дозволяє перевірити не лише обертання валів КПП, а й характер передавання моменту через зчеплення, плавність увімкнення передач та поведінку коробки в умовах змінного навантаження.

Після встановлення коробки передач на верхньому ярусі стенда її ведучий вал з'єднують зі зчепленням, а вихідний вал кінематично пов'язують із навантажувальним пристроєм. У наведеній конструкції навантажувач виконаний у вигляді штатної гальмової системи, що дає можливість створювати опір обертанню вихідного вала КПП. Додатково навантажувальний вузол може бути з'єднаний із гідронасосом, який забезпечує формування робочого опору в системі та дає змогу оцінювати роботу коробки передач під навантаженням.

Принцип роботи стенда полягає в тому, що електродвигун, розміщений на нижньому ярусі, через ремінну передачу обертає штатний блок із механізмом зчеплення. Після вмикання зчеплення крутний момент передається на первинний вал коробки передач. Далі, залежно від увімкненої передачі, обертання передається через зубчасті колеса й вали КПП до вихідного вала, який з'єднаний із навантажувальною частиною стенда. При створенні гальмівного моменту вихідний вал працює під опором, що дає змогу перевірити коробку передач у режимах, наближених до експлуатаційних.

Під час випробування послідовно вмикають усі передачі та контролюють стабільність роботи агрегату. Основну увагу приділяють відсутності сторонніх шумів, стуків, самовільного вимикання передач, перегрівання, підтікання оливи та порушень у роботі механізму перемикавання. Для оцінювання шумності в конструкції передбачено встановлення шумоміра із записувальним елементом на верхньому ярусі рами, що дозволяє фіксувати акустичні прояви роботи КПП під час випробування.

Перевагою такого стенда є більш реалістичне відтворення умов роботи трансмісії порівняно з простими стендами, у яких коробка передач з'єднується безпосередньо з електродвигуном. Використання штатного зчеплення і гальмової системи дає змогу комплексно оцінити роботу КПП у взаємодії з елементами приводу та навантаження. Крім того, наявність шумоміра підвищує об'єктивність контролю якості ремонту.

Недоліком конструкції є її відносна складність, збільшені габарити та потреба у значній кількості допоміжних вузлів: електродвигуні, ремінній передачі, штатному блоці циліндрів, зчепленні, гідронасосі, гальмовій системі та контрольно-вимірювальному обладнанні. Через це такий стенд складніше

виготовити й обслуговувати, ніж прості розімкнуті установки з електродвигуном і гальмовим пристроєм.

Отже, стенд із двоярусною рамою, штатним зчепленням і гальмовою системою є технічно цікавим рішенням для випробування коробок передач після ремонту. Його доцільно розглядати як прототип для спеціалізованих ремонтних підприємств, де важливо не лише перевірити обертання валів КПП, а й оцінити роботу агрегату в умовах, максимально наближених до реальної експлуатації автомобіля.

3.3 Опис конструкції й принципу роботи

Стенд призначений для обкатування та перевірки працездатності коробок перемикачів передач після складання або ремонту. Його конструкція включає приводний вузол, навантажувальне гальмо, пульт керування, візок для встановлення коробки передач, механізм затиску, механізм поздовжнього переміщення та несучу раму.

Основою стенда є зварна рама, виготовлена зі швелерного прокату. Вона забезпечує необхідну жорсткість конструкції, точність взаємного розташування робочих вузлів і стійкість обладнання під час випробування. На рамі розміщуються привод, навантажувальний пристрій, напрямні для переміщення окремих вузлів та допоміжні механізми.

Приводний вузол служить для передавання обертального руху на первинний вал коробки передач, що випробовується. Його основним несучим елементом є стійка. З одного боку до неї закріплюється електродвигун, а з протилежного боку передбачене місце для встановлення та фіксації коробки передач. Кріплення коробки здійснюється за монтажні вушка картера за допомогою двох притискних елементів, які приводяться в дію окремими циліндрами.

Передавання крутного моменту від вала електродвигуна до первинного вала коробки передач виконується через фрикційну муфту. У конструкції стенда як така муфта використовується штатне автомобільне зчеплення. Увімкнення та вимкнення муфти здійснюється за допомогою важеля керування зчепленням, що

дає змогу плавно з'єднувати привод із коробкою передач і зменшувати ударні навантаження під час запуску.

Для створення навантаження на вихідному валу коробки передач у стенді застосовується електромагнітне порошкове гальмо. Воно встановлене на рухомій плиті, яка може переміщуватися вздовж напрямних. Таке компонування дає змогу підводити гальмо до вторинного вала коробки передач і точно суміщати їхні осі. Поздовжнє переміщення гальмівного вузла забезпечується спеціальним механізмом переміщення.

На кінці вала навантажувального гальма встановлена з'єднувальна муфта, за допомогою якої вал гальма сполучається з фланцем вторинного вала коробки передач. Для підвищення безпеки роботи муфта обладнана рухомих захисним кожухом, який закриває обертові елементи під час випробування.

Після з'єднання навантажувального гальма з коробкою передач рухома плита фіксується у заданому положенні механізмом затиску. Це запобігає зміщенню гальмівного вузла під час роботи стенда та забезпечує стабільність передавання навантаження на коробку передач.

Встановлення коробки передач на стенд виконується за допомогою спеціального візка. Він має підпружинену опорну площадку з можливістю регулювання зусилля стискання пружини. Така конструкція дозволяє виконувати вертикальне центрування осі коробки передач відносно осей приводу та навантажувального гальма. Крім того, візок може переміщуватися у поздовжньому й поперечному напрямках, що забезпечує точне виставлення коробки передач у горизонтальній площині. Верхня частина візка є змінною, тому стенд може бути адаптований для встановлення коробок передач різних типорозмірів.

Пульт керування розташовується окремо від основної частини стенда та встановлюється в місці, зручному для оператора. Конструктивно він виконаний у вигляді електричної шафи, на передній панелі якої розміщено основні органи керування, індикації та контролю режимів роботи.

Робота стенда ґрунтується на створенні контрольованого навантаження на зубчасті передачі коробки, що випробовується. Навантаження формується електромагнітним порошковим гальмом, яке імітує робочий опір, що виникає під

час експлуатації агрегату.

Величина гальмівного моменту регулюється шляхом зміни напруги постійного струму, яка подається від випрямляча на котушки електромагнітного гальма. Завдяки цьому забезпечується плавне встановлення необхідного навантаження відповідно до заданого режиму обкатування або випробування.

Конструкція основних вузлів стенда розроблена з урахуванням технологічної послідовності обкатування коробок передач, зручності їх встановлення, центрування, фіксації та подальшого контролю роботи під навантаженням.

Перед початком роботи необхідно виконати підготовчі операції. Спочатку готують робочу суміш і заливають її в електромагнітне порошкове навантажувальне гальмо. За потреби регулюють зусилля пружини візка відповідно до маси коробки передач, яка буде встановлюватися на стенд.

Після цього у вал приводу встановлюють шліцьову муфту з відповідним маркуванням, призначену для конкретного типу коробки передач, що підлягає випробуванню. Це забезпечує правильне з'єднання первинного вала коробки з приводним механізмом стенда та підготовку обладнання до подальшого обкатування.

Заливання масла в картер коробки передач виконують відповідно до технічних умов на капітальний ремонт автомобіля певної марки. Після цього коробку встановлюють на візок стенда та вмикають зчеплення.

Далі за допомогою рукоятки переміщують рухому плиту з навантажувальним гальмом у напрямку до коробки передач. Переміщення виконують до моменту, коли муфта гальма або відповідне перехідне кільце з'єднається з фланцем вторинного вала коробки передач чи гальмівного барабана. Після цього подачу плити з гальмом і встановленою коробкою продовжують обертанням рукоятки до входження шліців первинного вала коробки в муфту приводу. При цьому торець картера повинен щільно прилягати до стійки приводного вузла.

Після правильного встановлення агрегату рукоятку крана переводять у положення «Затиск плити». Потім відкривають вентиль подачі води до навантажувального гальма, вмикають електродвигун приводу та зчеплення.

Спочатку коробку передач випробовують без навантаження на кожній передачі відповідно до вимог технічних умов на капітальний ремонт. Після завершення цього етапу виконують перевірку коробки передач під навантаженням, також послідовно на всіх передачах.

Після закінчення випробування знімають напругу з випрямного пристрою, переводячи перемикач і вимикач у початкове положення. Далі натискають кнопку «Стоп», знімають коробку передач зі стенда та повністю відключають обладнання від роботи.

3.4 Розрахункове обґрунтування параметрів стенда

Розрахунок шпонкового з'єднання

T_c й $[T_c]$ - розрахункове й допустиме напруження на зріз для шпонки, МПа
 ($[T_c] = 60 \dots 90 \text{ МПа}$)

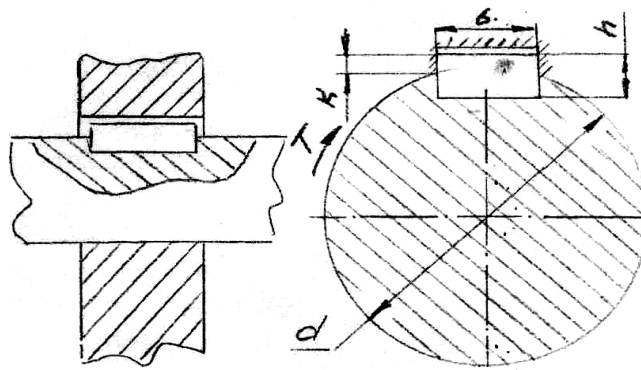


Рисунок 3.4 - Схема шпонкового з'єднання.

Робоча довжина шпонки:

$$4L_p = L - b,$$

де L - довжина шпонки, мм;

b - ширина шпонки, мм.

$$L_p = 90 - 16 = 74 \text{ мм}$$

Виступ шпонки:

$$4K = h - t_1$$

де h - висота шпонки, мм;

t_1 - глибина паза, мм.

$$K = 10 - 6 = 4 \text{ мм}$$

$$\sigma_{\text{см}} = 2 \cdot 215 \cdot 10^3 / 56 \cdot 74 \cdot 4 = 25,9 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{см}}] = 100 \dots 150 \text{ МПа}$$

$$T_c = 2 \cdot 215 \cdot 10^3 / 56 \cdot 74 \cdot 16 = 6,5 \text{ МПа} < [T_c] = 60 \dots 90 \text{ Мпа}$$

Отже, за результатами перевірки можна зробити висновок, що прийняті параметри шпонки забезпечують необхідну міцність з'єднання.

У приводному вузлі розробленого стенда на валу електродвигуна встановлюється напівмуфта МУВП, яка з'єднується з валом за допомогою шпонкового з'єднання. Для цього прийнято призматичну шпонку розміром $16 \times 10 \times 90$ мм.

Для підтвердження правильності вибраних геометричних параметрів необхідно виконати перевірочний розрахунок шпонкового з'єднання на міцність. Такий розрахунок, як правило, проводять з метою визначення здатності шпонки сприймати робоче навантаження без виникнення недопустимих напружень.

Перевірку призматичної шпонки виконують за умовою міцності на зминання за такими залежностями:

$$\sigma_{\text{см}} = 2T/dl_p K < [\sigma_{\text{см}}],$$

і на зріз:

$$T_c = 2T/dl_p b < [T_c],$$

де T - переданий крутний момент, Н·мм;

d - діаметр вала, мм ($d = 56$ мм);

b й l_p - відповідно ширина й робоча довжина шпонки, мм;

K - довідковий розмір для розрахунку на зминання, мм,;

$\sigma_{\text{см}}$ й $[\sigma_{\text{см}}]$ - розрахункове й допустиме напруження на зминання для шпонкового з'єднання МПа ($[\sigma_{\text{см}}] = 100 \dots 150$ МПа).

Оскільки вибір муфти виконується відповідно до вимог, її розрахунок має перевірочний характер. Це дає змогу підтвердити, що прийнята муфта здатна передавати необхідний крутний момент без перевищення допустимих напружень у робочих елементах.

Для муфти типу МУВП основним етапом перевірки є визначення напружень зминання у пружних елементах. Саме ці елементи сприймають частину навантаження, компенсують незначні перекоси валів і знижують

динамічні удари під час роботи приводу.

Перевірочний розрахунок пружних елементів муфти на зминання виконують за такою залежністю:

$$\sigma_{\text{см}} = 2T_{\text{к}} / (ZD + ld) < [\sigma_{\text{см}}],$$

і перевірочного розрахунку пальців на згин:

$$\sigma_{\text{и}} = T_{\text{к}} l / 0,1 dz D_1 < [\sigma_{\text{и}}],$$

де $T_{\text{к}}$ - розрахунковий крутний момент муфти;

D_1 - діаметр кола розташування центрів пальців ($D_1 = 108$ мм);

d - діаметр пальців під гумовими кільцями або втулкою ($d = 14$ мм);

l - довжина втулки ($l = 32$ мм);

Z - число пальців ($Z = 6$);

$\sigma_{\text{см}}$ - розрахункове напруження зминання між пальцями й втулкою;

$[\sigma_{\text{см}}] = 2..4$ МПа - допустиме напруження зминання для гуми;

$\sigma_{\text{и}}$ - розрахункове напруження згину для пальців;

$[\sigma_{\text{и}}] = 60..80$ МПа - допустиме напруження згину для пальців.

Схема для виконання перевірочного розрахунку пружної втулково-пальцевої муфти.

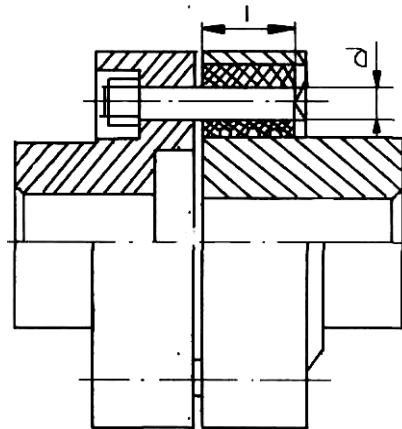


Рисунок 3.8 – Пружна втулочно-пальцева муфта.

$$T_{\text{к}} = kT,$$

де T - крутний момент, переданий муфтою при сталому режимі роботи (номінальний момент);

k - коефіцієнт динамічності або режиму роботи, що враховує додаткові інерційні динамічні навантаження на муфту, його значення залежать від виду приводного двигуна й призначення робочої машини ($k = 1,5$).

Крутний момент T , який передається обертовим елементом, визначається

через потужність P та кутову швидкість ω . Між цими параметрами існує така залежність:

$$T = P/\omega,$$

де T - крутний момент, Н·м;

P - передана потужність, Вт ($P = 15000$ Вт);

ω - кутова швидкість, рад/с.

$$T = 15000/104,7 = 143,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$T_k = 1,5 \cdot 143,3 = 215 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Звідси:

$$\sigma_{\text{см}} = 1,48 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{см}}] = 2 \dots 4 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\text{и}} = 38,7 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{и}}] = 60 \dots 80 \text{ МПа}.$$

Умови міцності виконуються, тому вибрана муфта забезпечує необхідну працездатність приводу та може бути використана в конструкції стенда.

Вибір електродвигуна виконують з урахуванням необхідної потужності приводу, частоти обертання вала та умов роботи випробувального стенда. Електродвигун повинен забезпечувати стабільне обертання первинного вала коробки передач у заданому діапазоні режимів, а також мати достатній запас потужності для подолання втрат у приводі та навантаження, що виникає під час обкатування.

$$\eta_{\text{общ.}} = \eta_{\text{муфт}}^2 \eta_{\text{тд}}^4 = 0,98^2 \cdot 0,99^4 = 0,923$$

Необхідну потужність електродвигуна визначаємо за розрахунковим навантаженням приводу стенда:

$$P_{\text{тр}} = P_k / \eta_{\text{общ.}} = 27,2 / 0,923 = 29,5 \text{ кВт}$$

Приймаємо до встановлення електродвигун серії АИР з номінальною потужністю:

$$P = 30 \text{ кВт}.$$

Таблиця 3.1 - Варіанти електродвигунів.

Варіант	Тип ЕД	кВт	Частота обертання		
			синхронна		
1 2	АИР180М2	30 30	2950	1,4	2,5
	АИР180М4		1470	1,4	2,3

За умовами проведення обкатування частота обертання повинна знаходитися в межах:

$$n = 1000 \dots 1400 \text{ об/хв.}$$

Із двох розглянутих варіантів доцільно прийняти другий, оскільки його параметри краще відповідають заданим умовам роботи стенда.

Кутову швидкість визначаємо за залежністю:

$$\omega = \omega_{\text{НОМ}} = \pi n_{\text{НОМ}} / 30 = 3,14 \cdot 1470 / 30 = 154 \text{ с}^{-1}$$

Крутний момент на валу електродвигуна визначаємо за значенням прийнятої потужності та кутової швидкості обертання [7, 17, 22]:

$$T = P_{\text{дв}} / \omega_{\text{НОМ}} = 30 \cdot 10^3 / 154 = 194,8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36

У цьому підрозділі доцільно розглянути умови праці слюсаря з ремонту автомобілів під час виконання робіт із коробкою перемикачів передач ZF S 6.36. Оскільки КПП є масивним агрегатом трансмісії, основну небезпеку становлять операції демонтажу, переміщення, встановлення на стенд, розбирання та складання вузлів. Під час таких робіт можливе травмування працівника внаслідок падіння агрегату, затискання рук між деталями, зриву інструмента або порушення стійкості коробки передач на підйомному пристрої.

До основних небезпечних факторів належать рухомі частини обладнання, важкі деталі трансмісії, гострі кромки корпусних елементів, пружинні стопорні кільця, деталі, що нагріваються під час складання, а також підвищені фізичні навантаження на працівника [3, 15, 23]. Окрему небезпеку створює робота з гідравлічним пресом, інерційними знімачами, підйомними механізмами та випробувальним стендом для обкатування КПП.

Шкідливими виробничими факторами є контакт із трансмісійним маслом, мийними рідинами, герметиками, аерозолями очищувачів, а також шум і вібрація під час обкатування коробки передач. Недостатнє освітлення робочої зони, слизька підлога через потрапляння масла, незручне положення тіла під час робіт під автомобілем також погіршують умови праці та можуть стати причиною виробничого травматизму.

Таблиця 4.1 – Основні небезпечні та шкідливі фактори під час ремонту КПП ZF S 6.36.

Виробничий фактор	Джерело виникнення	Можливі наслідки
Велика маса КПП	Демонтаж, установлення, переміщення агрегату	Травмування, затискання, падіння агрегату

Рухомі деталі станда	Обкатування КПП після ремонту	Захоплення одягу, травмування рук
Робота з пресом і знімачами	Демонтаж підшипників, шестерень, фланців	Ударні травми, виліт деталей
Нагріті деталі	Установлення підшипників, втулок, фланців	Опіки шкіри
Трансмiсійне масло та герметики	Заміна масла, ущільнень, прокладок	Подразнення шкіри, забруднення робочого місця
Шум і вібрація	Робота КПП на стенді	Втома, зниження уваги працівника
Слизька підлога	Розлив масла або мийних рідин	Падіння, травмування

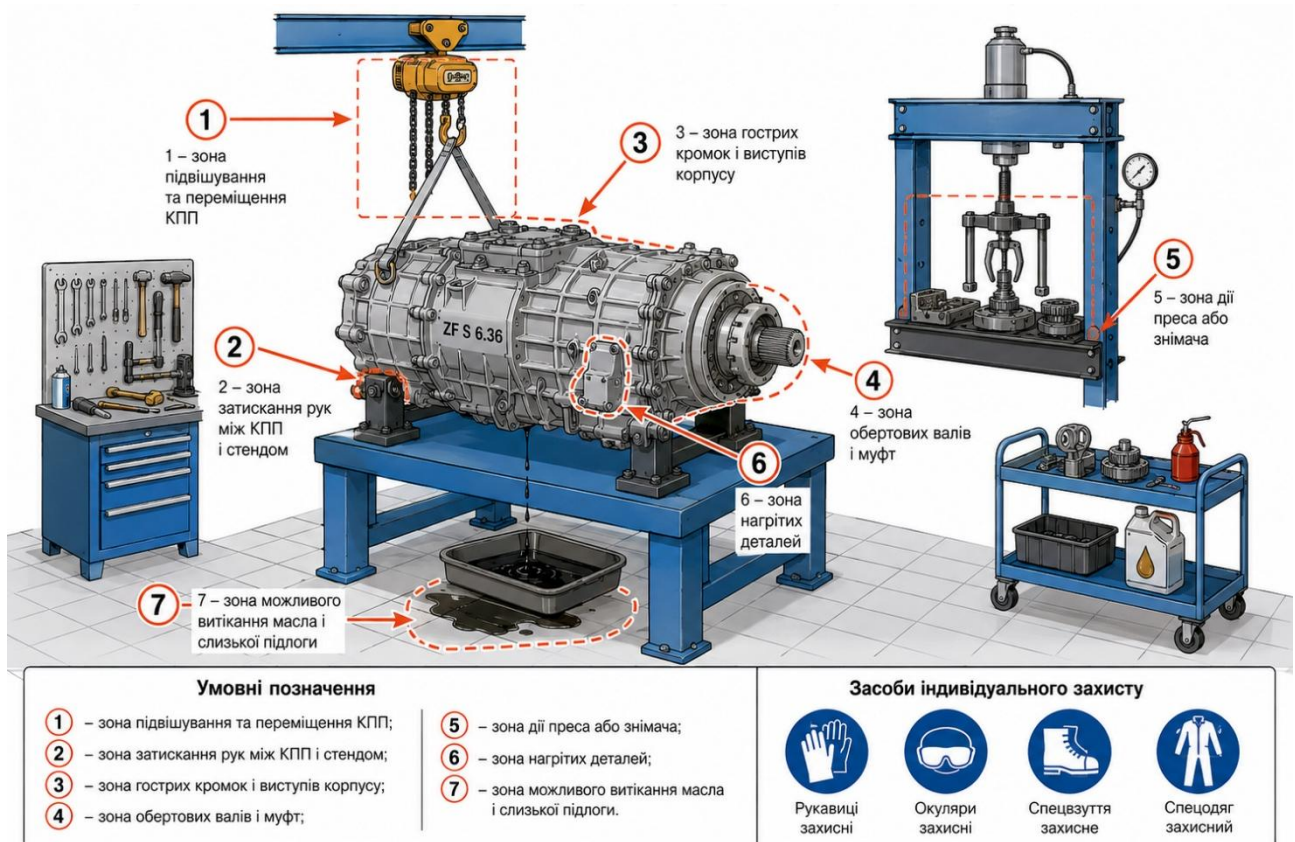


Рисунок 4.1 – Небезпечні зони під час ремонту коробки перемикач передач ZF S 6.36.

4.2 Організаційно-технічні заходи безпеки під час виконання ремонтних і діагностичних робіт

Безпечне виконання технічного обслуговування та ремонту КПП ZF S 6.36 забезпечується правильною організацією робочого місця, застосуванням справного обладнання, дотриманням технологічної послідовності та використанням засобів індивідуального захисту. Робоче місце слюсаря повинно бути чистим, добре освітленим, обладнаним верстаком, підйомно-транспортними засобами, комплектом справного інструменту та пристроями для надійної фіксації агрегату.

Перед початком ремонту автомобіль необхідно встановити на рівному майданчику, загальмувати стоянковим гальмом і зафіксувати противідкотними упорами. Під час демонтажу КПП обов'язково використовують трансмісійну стійку, гідравлічний домкрат або кран-балку. Забороняється утримувати коробку передач вручну або працювати під агрегатом, який не має надійної опори.

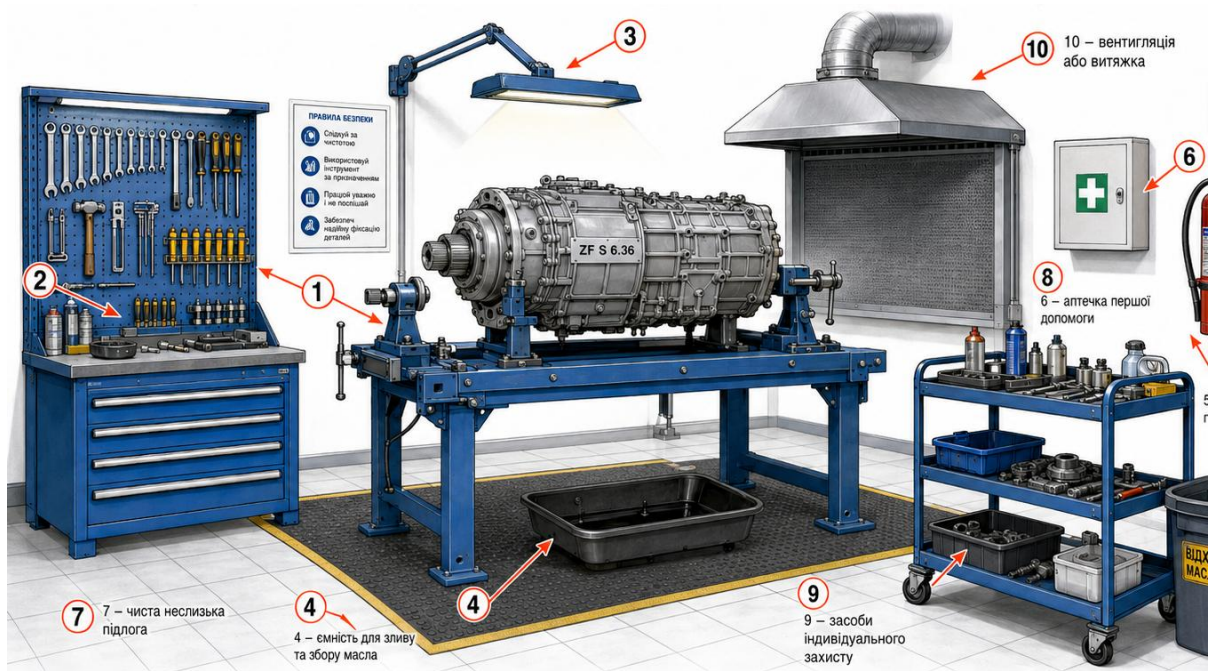
Розбирання коробки передач виконують на спеціальному стенді або міцному слюсарному верстаку. Перед застосуванням преса необхідно перевірити правильність установлення деталі, справність оправок і відсутність перекосу. Підшипники, шестерні та втулки потрібно знімати лише відповідними знімачами, не допускаючи ударів по робочих поверхнях валів і зубчастих коліс.

Під час обкатування коробки передач на стенді необхідно перевірити надійність кріплення агрегату, справність захисних кожухів, правильність з'єднання валів і відсутність сторонніх предметів у зоні обертання. Пуск стенда дозволяється виконувати тільки після закриття огорожень і попередження працівників, які перебувають поруч. Під час роботи стенда забороняється торкатися обертових елементів, регулювати муфти або виконувати будь-які монтажні дії.

Працівник повинен використовувати спецодяг, захисні рукавиці, окуляри, а під час роботи з мийними рідинами або очищувачами – засоби захисту органів дихання за потреби. У разі розливу масла його необхідно негайно прибрати, а забруднену поверхню посипати абсорбентом або витерти спеціальними матеріалами.

Таблиця 4.2 – Заходи безпеки під час ремонту КПП ZF S 6.36.

Вид робіт	Основні вимоги безпеки
Демонтаж КПП з автомобіля	Використовувати трансмісійну стійку, не перебувати під незакріпленим агрегатом
Розбирання КПП	Фіксувати картер на стенді або верстаку, застосовувати справний інструмент
Робота з пресом	Контролювати співвісність деталі й оправки, не перевищувати допустиме зусилля
Нагрівання деталей	Використовувати термостійкі рукавиці, контролювати температуру нагрівання
Заміна масла та сальників	Уникати контакту масла зі шкірою, застосовувати тару для відпрацьованих рідин
Обкатування КПП	Перевірити огороження, кріплення агрегату та справність пульта керування
Прибирання робочого місця	Не допускати розливу масла, своєчасно прибирати забруднення







Умовні позначення	Засоби індивідуального захисту
<ul style="list-style-type: none"> 1 – стенд для надійної фіксації КПП; 2 – впорядкований слюсарний інструмент; 3 – місцеве освітлення робочої зони; 4 – ємність для зливу та збору масла; 	<ul style="list-style-type: none"> 6 – аптечка першої допомоги; 7 – чиста неслизька підлога; 8 – контейнер для деталей і відходів; 9 – засоби індивідуального захисту;
	<ul style="list-style-type: none">  Рукавиці  Окуляри  Спецвзуття  Спецодяг

Рисунок 4.2 – Організація безпечного робочого місця для ремонту КПП.

4.3 Вимоги електробезпеки, пожежної безпеки та екологічної безпеки під час обслуговування КПП

Під час ремонту та обкатування КПП ZF S 6.36 використовується електрифіковане обладнання: випробувальний стенд, електродвигун приводу, пульт керування, переносні світильники, нагрівальні пристрої, мийні установки та електроінструмент. Тому важливе значення має дотримання вимог електробезпеки. Усе електрообладнання повинно мати справне заземлення, непошкоджену ізоляцію кабелів і захищені струмопровідні частини. Перед початком роботи необхідно перевірити справність аварійного вимикача стенда та відсутність пошкоджень на пульті керування.

Переносні світильники слід застосовувати у захисному виконанні, особливо під час огляду нижньої частини автомобіля або роботи в зоні можливого потрапляння масла. Забороняється користуватися несправним електроінструментом, підключати обладнання через пошкоджені подовжувачі або торкатися електричних частин мокрими руками.

Пожежна небезпека під час ремонту КПП пов'язана з використанням трансмісійного масла, очищувачів, ганчір'я, герметиків і нагрівальних пристроїв [3, 15, 23]. У зоні ремонту забороняється палити, використовувати відкритий вогонь і зберігати легкозаймисті матеріали поблизу нагрітих деталей. Відпрацьоване масло, забруднене ганчір'я та використані фільтрувальні матеріали необхідно збирати у спеціально призначену металеву тару.

Екологічна безпека полягає у правильному поводженні з відпрацьованим трансмісійним маслом, мийними розчинами, забрудненими матеріалами та непридатними ущільненнями. Відпрацьоване масло не допускається зливати в каналізацію, ґрунт або на підлогу виробничого приміщення. Його потрібно збирати в герметичні ємності та передавати на утилізацію або регенерацію. Зношені сальники, прокладки, металеві деталі та забруднені матеріали необхідно сортувати відповідно до прийнятого порядку поводження з виробничими відходами.

Таблиця 4.3 – Вимоги безпеки під час використання електрообладнання та технічних рідин.

Напрямок безпеки	Основні вимоги
Електробезпека	Перевірка заземлення, справності кабелів, пульта керування та аварійного вимикача
Пожежна безпека	Заборона відкритого вогню, правильне зберігання масла, наявність вогнегасника
Екологічна безпека	Збирання відпрацьованого масла в герметичну тару, недопущення потрапляння в ґрунт
Санітарна безпека	Використання рукавиць, спецодягу, миття рук після контакту з мастильними матеріалами
Організація робочого місця	Своєчасне прибирання розливів, зберігання інструменту у визначених місцях

4.4 Інструкція з техніки безпеки при використанні стенду для обкатки коробок передач

Загальні вимоги безпеки. До роботи на стенді можуть бути допущені особи не молодше 18 років, що пройшли інструктаж, здали іспит кваліфікаційної комісії й мають на руках посвідчення.

Всі нові працівники, незалежно від попереднього виробничого стажу й виду робіт, допускаються до роботи тільки після проходження медичного огляду, вступного й первинного (на робочому місці, з інструкцією й підписом у журналі реєстрації проведених інструктажів з охорони праці) інструктажів.

Працівники зобов'язані виконувати тільки ту роботу, по якій пройшли навчання, інструктаж з охорони праці й до якої допущені керівником.

Працівники зобов'язані знати сигнали оповіщення про пожежу, місце знаходження засобів для гасіння пожежі й уміти ними користуватися.

Виконувати вимоги знаків безпеки.

Виконувати інструкції з охорони праці, правила внутрішнього розпорядку, вказівки керівника, працівників служби охорони праці й техніки безпеки й інспекторів з охорони праці.

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Упорядкувати робочий одяг: застебнути рукава, підібрати волосся під головний убір, що щільно облягає.

Перевірити справність вмикачів і проводів.

Щодня перевіряти механізм аварійного відключення. При аварійному відключенні відбувається повне знеструмлення стенда.

Перевірити кріплення рами.

Дані вказівки повинні бути вивішені на видному місці в зоні експлуатації стенда.

Вимоги безпеки під час роботи.

Перед початком обкатки КПП переконатися в надійності кріплення КПП до рами за допомогою спеціального кріплення.

Центр ваги КПП повинен установлюватися напроти центра рами.

Не допускати порушення ізоляції кабелю в процесі роботи.

Під час роботи перебувати безпосередньо біля системи керування.

Забороняється:

перевантаження стенда;

перебувати в зоні роботи стенда;

робити які-небудь роботи зі стендом при встановленій КПП.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях. При помічених несправностях стенду, а також, якщо при дотику до стенда відчувається дія електричного струму, або має місце сильне нагрівання електропроводів, електродвигунів, поява іскріння або обрив проводів і т.д., попередити працюючих про небезпеку, негайно довести до відома керівника й вжити заходів по усуненню аварійної ситуації.

При виявленні диму й виникнення загоряння, пожежі, негайно оголосити пожежну тривогу, вжити заходів до ліквідації пожежі. При необхідності організувати евакуацію людей з небезпечної зони.

При нещасних випадках з людьми надати допомогу, негайно довести до відома керівника робіт.

При враженні електричним струмом якнайшвидше звільнити потерпілого від дії струму, тому що тривалість його дії визначає тяжкість травмування. Для

цього швидко відключити рубильником ту частину електроустановки, якої торкається потерпілий.

Вимоги безпеки по закінченню робіт. Перевірити відсутність інструментів на вузлах стенду.

Упорядкувати робоче місце, зробити прибирання ділянки, на якій виконувалася робота.

Повідомите керівника робіт про всі виявлені неполадки, вжиті заходи по їхньому усуненню.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У загально-технічному розділі проаналізовано конструкцію КПП ZF S 6.36, її призначення, принцип роботи та умови експлуатації. Встановлено, що коробка передач є важливим агрегатом трансмісії, який забезпечує зміну крутного моменту та частоти обертання, що передаються від двигуна до ведучих коліс автомобіля. Її основними елементами є картер, первинний, вторинний і проміжний вали, зубчасті колеса, синхронізатори, підшипникові опори, механізм перемикання передач і ущільнювальні елементи.

Під час аналізу умов експлуатації визначено, що на працездатність КПП найбільше впливають змінні крутні моменти, ударні навантаження, вібрації, температурний режим, якість трансмісійного масла, стан зчеплення та правильність перемикання передач. Порушення цих умов призводить до підвищеного шуму, перегрівання, ускладненого вмикання передач, підтікання масла та прискороного зношування деталей.

У роботі розглянуто основні несправності коробки перемикання передач ZF S 6.36. До найбільш характерних віднесено ускладнене вмикання передач, хрускіт під час перемикання, самовимикання передач, підвищений шум, вібрації, перегрівання картера та порушення герметичності. Встановлено, що ці несправності найчастіше пов'язані зі зношуванням синхронізаторів, підшипників, зубчастих коліс, сальників, прокладок, фіксаторів і деталей приводу перемикання передач.

У технологічному розділі розроблено послідовність діагностування КПП на автомобілі без попереднього демонтажу. Передбачено зовнішній огляд картера, перевірку місць з'єднання з двигуном і карданною передачею, контроль герметичності, рівня та стану трансмісійного масла, перевірку роботи механізму перемикання передач, оцінювання шуму, вібрації та температури корпусу. Такий порядок діагностування дозволяє своєчасно виявити несправності та обґрунтувати необхідність регулювання, технічного обслуговування або ремонту агрегату.

Розроблено технологічний процес ремонту КПП ZF S 6.36, який включає зняття та встановлення коробки передач у зборі, заміну сальника вихідного вала,

заміну сальника напрямного кожуха упорного підшипника вимикання зчеплення, розбирання переднього картера, демонтаж осі приводу заднього ходу, виймання вторинного та проміжного валів, ремонт валів, перевірку синхронізаторів, складання коробки передач і регулювання приводу перемикачів. Для забезпечення якості ремонту передбачено використання преса, знімачів, оправок, лебідки, спеціальних пристосувань і вимірювального інструменту.

Під час розроблення технологічного процесу особливу увагу приділено операціям складання та регулювання. Зокрема, передбачено підбір регулювальних прокладок, контроль зазорів, правильне встановлення підшипників, синхронізаторів, вилок і стопорних кілець. У процесі складання проміжного вала враховано необхідність правильного розміщення шестерень 5-ї та 6-ї передач, очищення посадкових поверхонь, нагрівання шестерень до 160 °С та попереднє нагрівання конічних роликів до 85 °С.

Виконано розрахунок трудомісткості ремонту коробки перемикачів передач. Оперативна трудомісткість становить 35,6 люд·год, а з урахуванням підготовчо-завершального часу, обслуговування робочого місця та організаційних перерв повна трудомісткість ремонту однієї КПП ZF S 6.36 прийнята на рівні 40 люд·год. Для виконання ремонтних робіт доцільно залучити двох слюсарів з ремонту автомобілів, що забезпечує безпечне виконання демонтажних операцій і робіт з важкими вузлами.

Окремо розглянуто технічне обслуговування КПП ZF S 6.36. Встановлено, що його основними операціями є зовнішній огляд, контроль герметичності, перевірка рівня та якості масла, огляд сапуна і пробок, перевірка приводу перемикачів передач, контроль кріплення агрегату, акустична перевірка та пробний рух. Загальна трудомісткість одного технічного обслуговування становить приблизно 3,2 люд·год, а виконувати ці роботи може один слюсар протягом однієї робочої зміни.

Розроблено технологічний процес обкатування коробки передач після ремонту. Обкатування визначено як завершальний етап ремонту, який виконується після складання, регулювання підшипникових вузлів, перевірки синхронізаторів, встановлення ущільнень і заправлення картера трансмісійним

маслом. Його метою є перевірка працездатності КПП у режимах, наближених до експлуатаційних, а також виявлення прихованих дефектів, які не завжди можна встановити під час статичного контролю.

Під час обкатування передбачено перевірку коробки передач без навантаження та під навантаженням. Контролюються легкість і чіткість увімкнення передач, рівномірність роботи зубчастих зачеплень, відсутність підвищеного шуму, стукоту, вібрацій, перегрівання корпусу та підтікання масла через сальники, прокладки і стикові поверхні картера. Початковий запуск виконується без навантаження, що дає змогу оцінити правильність складання агрегату без інтенсивного силового впливу.

У конструкторському розділі обґрунтовано застосування випробувального стенда для обкатування та контролю коробок перемикачів передач. Розглянуто конструкцію стенда, до складу якого входять приводний вузол, навантажувальне гальмо, пульт керування, рама, механізми переміщення і затиску, а також візок для встановлення КПП. Проведені розрахунки елементів приводу, зокрема шпонкового з'єднання, муфти та електродвигуна, підтверджують можливість використання стенда для обкатування КПП після ремонту.

У розділі з безпеки життєдіяльності та охорони праці визначено основні небезпечні й шкідливі фактори під час технічного обслуговування, ремонту та обкатування КПП ZF S 6.36. До них належать значна маса агрегату, рухомі частини обладнання, робота з пресом і знімачами, гострі кромки деталей, нагріті елементи, трансмісійне масло, герметики, мийні рідини, шум і вібрація. Також розглянуто вимоги електробезпеки, пожежної безпеки та екологічної безпеки під час використання випробувального стенда, електроінструменту, нагрівальних пристроїв і технічних рідин.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навчальний посібник / укладачі: Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
2. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : підручник / І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. – 264 с.
3. Закон України «Про охорону праці». – Харків : Вид-во «ФОРТ», 2003. – 32 с.
4. Канарчук В.Є. та ін. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах. – К. : Логос, 1996. – 348 с.
5. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн. 2. Організація, планування й управління : підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. – К. : Вища шк., 1994. – 383 с.
6. Кисляков В.Ф., Луцик В.В. Будова і експлуатація автомобілів : підручник. – К. : Либідь, 2006. – 400 с.
7. Кіркач Н.Ф. Розрахунок і проектування деталей машин. – Харків, 1991. – 274 с.
8. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
9. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна діагностика» для студентів спеціальності «Автомобільний транспорт» денної і заочної форми навчання / Босюк П.В., Левкович М.Г., Тесля В.О. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. – 236 с.
10. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К. : Знання-Прес, 2003. – 511 с.
11. Мигаль В.Д., Мигаль В.П. Методи технічної діагностики автомобілів : навчальний посібник. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014.

12. НАОП 60.2-3.06-98. Типові норми видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту.
13. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт», спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ, 2022. – 61 с.
14. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс України, 1998. – 36 с.
15. Практикум з охорони праці : навчальний посібник / за ред. В.Ц. Жидецького. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с.
16. Форнальчик Є.Ю., Качмар Р.Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. – Львів : Львівська політехніка, 2017. – 324 с.
17. Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту : навчальний посібник. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2007. – 252 с.
18. Кукурудзяк Ю.Ю., Біліченко В.В. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
19. Андрусенко С.І., Білецький В.О., Бортницький П.І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навчальний посібник / за ред. проф. С.І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
20. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1 : теоретичні основи. – К. : Вища школа, 1994. – 342 с.
21. Курніков І.П., Корольов М.К., Токаренко В.М. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навчальний посібник. – К. : Вища школа, 1993. – 191 с.
22. Строков О.П., Макаренко М.Г., Фролов В.Ф. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів : підручник : у 2 кн. – К. : Грамота, 2005.

23. Войналович О.В., Марчиниша Є.І., Кофто Д.Г. Охорона праці в галузі автомобільного транспорту : навчальний посібник. – Харків : ХНАДУ, 2020. – 695 с.

24. Ткаченко І.Г., Левкович М.Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». – Тернопіль : ТНТУ, 2024. – 118 с.