

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

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

Кафедра автотранспорту та логістики
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Мартинюк Максим Віталійович – Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту МКПП 710/6/711.6 та АКПП 723.345 автомобілів Mercedes-Benz Vario

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МА-41
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Максим МАРТИНЮК

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Роман ХОРОШУН

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Микола СТАШКІВ

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2026

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 Мартинюку Максиму Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту МКПП 710/6/711.6 та АКПП 723.345 автомобілів Mercedes-Benz Varіo

Керівник роботи Левкович Михайло Геннадійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року 4/7-40

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля Mercedes-Benz Varіo, типовий процес обслуговування та ремонту МКПП та АКПП.

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)

Основні характеристики систем та розподіл трудомісткості MAN F90 (A1).

Порівняльна характеристика та характерні несправності МКПП і АКПП

автомобіля Mercedes-Benz Varіo (A1). Технологічна схема діагностики (A1).

Технологічне обладнання дільниці ремонту КПП (A1). Складоаві МКПП (711.613)

(A1). Стенд для дослідження коробок передач, модель НР-7302/3 (A1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 21.01.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	01.02.2026	
2	Технологічний розділ	15.02.2026	
3	Конструкторський розділ	05.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	14.06.2026	
6	Захист дипломної роботи		

Студент

_____ (підпис)

Максим МАРТИНЮК

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи на тему: «Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту МКПП 710/6/711.6 та АКПП 723.345 автомобілів Mercedes-Benz Vario», виконаної студентом студентом групи МА-41 ТНТУ імені Івана Пулюя Мартинюком М.В. Керівник роботи – к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить 55 аркушів формату А4, додатки та графічну частину.

Ключові слова: трансмісія, механічна коробка передач, автоматична коробка передач, МКПП 710/6/711.6, АКПП 723.345, діагностика, технічне обслуговування, ремонт, технологічний процес, стенд

У кваліфікаційній роботі розроблено ТП діагностики, ТО та ремонту механічних і автоматичних коробок передач автомобілів Mercedes-Benz Vario, зокрема МКПП 710/6, 711.6 та АКПП 723.345. Актуальність теми зумовлена широким використанням даних автомобілів та необхідністю забезпечення надійної роботи їх трансмісії в умовах інтенсивної експлуатації.

У загально-технічному розділі наведено характеристику трансмісії автомобіля Mercedes-Benz Vario, розглянуто конструктивні особливості механічних і автоматичних коробок передач, виконано їх порівняльний аналіз та узагальнено характерні несправності.

У технологічному розділі розроблено технологічний процес діагностики, технічного обслуговування та ремонту коробок передач, складено технологічну схему діагностики, визначено трудомісткість і тривалість робіт, обґрунтовано чисельність робітників, кількість робочих постів, площу ділянки та потребу в основному технологічному обладнанні. Описано порядок розбирання, складання та регулювання МКПП 710/6, 711.6 та АКПП 723.345.

У конструкторському розділі обґрунтовано вибір універсального підлогового стенда для розбирання, складання та випробування коробок передач, наведено опис його конструкції та принципу дії, а також виконано розрахунки міцності й жорсткості основних елементів, що підтверджують працездатність розробленого стенда.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Призначення та загальна характеристика трансмісії автомобіля Mercedes-Benz Vario	8
1.2 Коротка технічна характеристика автомобіля Mercedes-Benz Vario	9
1.3 Конструктивні особливості коробок передач, що застосовуються на автомобілях Mercedes-Benz Vario	9
1.4 Порівняльний аналіз механічних та автоматичних коробок передач, що застосовуються на автомобілях Mercedes-Benz Vario	11
1.5 Характерні несправності механічних та автоматичних коробок передач автомобіля Mercedes-Benz Vario	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Загальна характеристика технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту коробок передач	14
2.2 Технологічна схема діагностики коробок передач	14
2.3 Визначення трудомісткості робіт з діагностики, ТО та ремонту КПП	16
2.4 Визначення тривалості ТП ремонту КПП	18
2.5 Обґрунтування чисельності виробничих робітників дільниці ремонту коробок передач	19
2.6 Обґрунтування кількості робочих постів ремонту КПП	20
2.7 Розрахунок площі дільниці ремонту коробок передач	21
2.8 Визначення потреби в основному технологічному обладнанні	23
2.9 МКПП 711.613	24
2.9.1 Корпус МКПП	25
2.9.2 Напрямна плита вилок перемикування передач	27
2.9.3 Первинний вал механічної коробки передач	28
2.9.4 Вторинний та проміжний вали	30
2.9.5 Розбирання та складання вторинного вала	32
2.9.6 Регулювання осьового зазору проміжного вала	34
2.10 Механічна коробка перемикування передач 710.6	36
2.10.2 Задня частина коробки передач	37
2.10.1 Передня частина коробки передач	36
2.11 АКПП 723.345	38

2.11.1 Центробіжний регулятор	40
2.11.2 Модулятор автоматичної коробки передач	40
2.711.3 Коробка клапанів перемикачів передач	41
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Аналіз існуючих конструкцій стендів та вибір конструктивної схеми	43
3.2 Призначення, обґрунтування необхідності та опис конструкції розроблюваного стенда	44
3.3 Розрахунок міцності та жорсткості опорної рами стенда	45
3.4 Розрахунок вала та підшипникових опор стенда	47
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1 Загальні положення та значення охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту коробок передач	48
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час ремонту коробок передач	49
4.3 Вимоги безпеки до організації робочого місця та виробничого середовища	51
4.4 Вимоги безпеки під час виконання робіт з розбирання, складання та випробування коробок передач	51
Загальні висновки	53
Бібліографія	54
Додатки	56

ВСТУП

В умовах інтенсивної експлуатації автомобільного транспорту особливої актуальності набуває питання забезпечення справного технічного стану агрегатів трансмісії, які працюють у режимах змінних навантажень і зазнають значного зношування. Коробка перемикання передач є одним із ключових елементів силової передачі автомобіля, від працездатності якого залежать тягово-динамічні показники, економічність використання палива та загальна надійність транспортного засобу. Порушення у роботі механічних або автоматичних коробок передач призводять не лише до погіршення керованості автомобіля, а й до збільшення витрат на експлуатацію та простоїв техніки.

Автомобілі Mercedes-Benz Varіo широко застосовуються у сфері вантажних, комунальних та спеціалізованих перевезень, де характерним є тривалий режим роботи з частими пусками, зміною швидкісних режимів та перевантаженнями. За таких умов механічні коробки перемикання передач типів 710/6 і 711.6, а також автоматична коробка передач типу 723.345 поступово втрачають початкові експлуатаційні характеристики внаслідок зношування зубчастих передач, підшипників, фрикційних елементів і гідравлічних вузлів. Практика експлуатації показує, що значна частина відмов коробок передач пов'язана не з конструктивними недоліками, а з несвоєчасною діагностикою та порушенням регламентів технічного обслуговування.

Тому виникає потреба покращення чи пошук підходів до організації діагностики, То та ремонту коробок передач з урахуванням їх конструктивних особливостей і реальних умов роботи. Застосування обґрунтованого технологічного процесу дозволяє своєчасно виявляти приховані несправності, запобігати розвитку дефектів та зменшувати обсяг ремонтних робіт. Особливого значення це набуває для автоматичних коробок передач, де несправності гідросистеми або системи керування на початковому етапі можуть не мати явних зовнішніх ознак.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення та загальна характеристика трансмісії автомобіля Mercedes-Benz Varіo

Трансмісія забезпечує узгодження режимів роботи двигуна з дорожніми умовами, навантаженням автомобіля та необхідною швидкістю руху. Правильно спроектована і справна трансмісія дає змогу ефективно використовувати потужність двигуна, зменшувати витрати палива та підвищувати надійність транспортного засобу в цілому.

У силовій схемі автомобіля трансмісія займає проміжне положення між двигуном і ведучими колесами та включає зчеплення або гідротрансформатор, коробку передач, карданну передачу, головну передачу та диференціал. Центральним елементом трансмісії є коробка передач, оскільки саме вона забезпечує зміну передавального числа, можливість руху заднім ходом і роботу двигуна в оптимальному діапазоні частоти обертання.

На автомобілях Mercedes-Benz Varіo застосовуються як механічні, так і автоматичні коробки передач, що зумовлено різними умовами експлуатації та призначенням транспортних засобів. Механічні коробки передач дозволяють водієві безпосередньо керувати процесом перемикання передач і відзначаються високою надійністю та простотою конструкції. Автоматичні коробки передач, у свою чергу, забезпечують підвищений комфорт керування та зменшують навантаження на водія під час руху в міських умовах і при частих зупинках.

Трансмісія автомобіля Mercedes-Benz Varіo розрахована на роботу в умовах значних механічних навантажень, характерних для вантажних і спеціалізованих перевезень. Часті зміни режимів руху, перевантаження, робота в міському циклі та на пересіченій місцевості зумовлюють підвищені вимоги до технічного стану коробки передач і пов'язаних з нею вузлів. Саме тому питання своєчасної діагностики, технічного обслуговування та ремонту трансмісії є важливим чинником забезпечення надійної та безпечної експлуатації автомобіля.

1.2 Коротка технічна характеристика автомобіля Mercedes-Benz Vario

Автомобіль Mercedes-Benz Vario належить до класу середньотоннажних вантажних транспортних засобів і призначений для виконання широкого спектра транспортних і спеціалізованих робіт. Завдяки модульній конструкції та різноманіттю виконань він використовується у вантажних перевезеннях, комунальному господарстві, аварійно-рятувальних службах, а також як база для встановлення спеціального обладнання. Універсальність автомобіля зумовлена поєднанням достатньої вантажопідйомності, компактних габаритів і високої надійності агрегатів.

Трансмсія Mercedes-Benz Vario виконана за класичною схемою з поздовжнім розташуванням двигуна та приводом на задні колеса. Залежно від комплектації автомобілі оснащуються механічними або автоматичними коробками передач, що забезпечує можливість вибору оптимального варіанта з урахуванням умов експлуатації. Механічні коробки передач застосовуються переважно на автомобілях, що працюють у змішаному або міжміському циклі, тоді як автоматичні коробки передач частіше використовуються на транспортних засобах, задіяних у міських умовах з частими зупинками та стартами.

У процесі експлуатації автомобілі Mercedes-Benz Vario зазнають впливу різноманітних зовнішніх і внутрішніх факторів, серед яких значні динамічні навантаження, зміна дорожніх умов, температурні коливання та тривала робота в режимах часткового навантаження. Такі умови сприяють поступовому зношуванню елементів трансмісії, особливо коробки передач, підшипникових вузлів і елементів керування. Тому для забезпечення надійної роботи автомобіля важливе значення має своєчасне технічне обслуговування та правильна організація ремонтних робіт.

1.3 Конструктивні особливості коробок передач, що застосовуються на автомобілях Mercedes-Benz Vario

На автомобілях Mercedes-Benz Vario залежно від модифікації та умов експлуатації застосовуються як механічні, так і автоматичні коробки передач,

що відрізняються принципом роботи, конструкцією та характером взаємодії з водієм. Використання різних типів коробок передач дозволяє адаптувати трансмісію автомобіля до специфіки виконуваних завдань, режимів руху та експлуатаційних навантажень.

Механічні коробки передач типів 710.6 та 711.613 належать до багатоступневих коробок з постійним зачепленням зубчастих коліс і синхронізованим перемиканням передніх передач. Їх конструкція передбачає наявність первинного, проміжного та вторинного валів, розміщених у жорсткому литому корпусі. Передавання крутного моменту від двигуна здійснюється через зчеплення на первинний вал, далі — через систему зубчастих передач на проміжний і вторинний вали з подальшою передачею на карданну передачу.

Перемикання передач у механічних коробках здійснюється за допомогою механічного приводу, що включає важіль, вилки перемикання та напрямні елементи. Усі передні передачі оснащені синхронізаторами, які забезпечують вирівнювання частот обертання валів і плавне перемикання без ударних навантажень. Передача заднього ходу реалізується через проміжну шестерню. Коробка передач 711.613 є конструктивно вдосконаленою версією, що характеризується підвищеною надійністю окремих вузлів, зокрема механізму синхронізації та підшипникових опор, у порівнянні з коробкою передач 710.6.

Автоматична коробка передач типу 723.345 принципово відрізняється від механічних коробок як за конструкцією, так і за принципом дії. Передавання та перетворення крутного моменту в ній здійснюється за допомогою гідротрансформатора, який замінює зчеплення і забезпечує плавний початок руху та автоматичну адаптацію до змін навантаження. Гідротрансформатор також виконує функцію гідродинамічного демпфера, зменшуючи крутильні коливання та навантаження на елементи трансмісії.

Основу автоматичної коробки передач становлять планетарні зубчасті механізми, робота яких керується гідравлічною системою. Перемикання передач відбувається автоматично в залежності від швидкості руху

автомобіля, навантаження двигуна та положення органів керування. Керування потоками робочої рідини здійснюється за допомогою коробки клапанів, у якій розміщені керувальні та регульовальні клапани. Додатковими елементами системи керування є центробіжний регулятор і модулятор, які впливають на моменти перемикання передач.

Змащування та охолодження автоматичної коробки передач здійснюється циркуляцією трансмісійної рідини, що одночасно виконує функцію робочого тіла гідросистеми. Стан цієї рідини має вирішальне значення для надійної роботи АКПП, оскільки забруднення або перегрів призводять до порушення роботи клапанного механізму та фрикційних елементів.

1.4 Порівняльний аналіз механічних та автоматичних коробок передач, що застосовуються на автомобілях Mercedes-Benz Varío

Застосування на автомобілях Mercedes-Benz Varío як механічних, так і автоматичних коробок передач зумовлене різними умовами експлуатації та вимогами до керування транспортним засобом. Кожен тип коробки передач має свої конструктивні та експлуатаційні особливості, які впливають на комфорт керування, ефективність використання потужності двигуна, витрати палива та трудомісткість технічного обслуговування.

Механічні коробки передач типів 710.6 та 711.613 характеризуються простою конструкцією, високою міцністю основних елементів і безпосереднім керуванням процесом перемикання передач водієм. Вони добре пристосовані до роботи в умовах підвищених навантажень і забезпечують високий коефіцієнт корисної дії трансмісії. Водночас експлуатація МКПП потребує певної кваліфікації водія, особливо під час руху в міському циклі або при частих зупинках.

Автоматична коробка передач типу 723.345 забезпечує автоматичний вибір передавального числа залежно від режиму руху, що знижує навантаження на водія та підвищує комфорт керування. Наявність гідротрансформатора та гідравлічної системи керування сприяє плавності

рушання і перемикання передач, проте ускладнює конструкцію коробки передач і підвищує вимоги до якості та стану трансмісійної рідини.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика МКПП і АКПП автомобіля Mercedes-Benz Vario

Ознака порівняння	МКПП 710.6, 711.613	АКПП 723.345
Тип керування	Ручне, механічне	Автоматичне, гідравлічне
Основні вузли	Вали, шестерні, синхронізатори, зчеплення	Гідротрансформатор, планетарні механізми, коробка клапанів
Плавність перемикання передач	Залежить від дій водія	Висока, автоматично забезпечується
Навантаження на водія	Підвищене	Знижене
ККД трансмісії	Вищий	Нижчий порівняно з МКПП
Чутливість до якості мастила	Середня	Висока
Трудомісткість ремонту	Нижча	Вища
Придатність до міської експлуатації	Обмежена	Висока
Надійність за важких умов	Висока	Залежить від стану гідросистеми

1.5 Характерні несправності механічних та автоматичних коробок передач автомобіля Mercedes-Benz Vario

КПП зазнають інтенсивних навантажень, пов'язаних із характером вантажних і спеціалізованих перевезень. Часті пуски з місця, робота з перевантаженням, рух у міському циклі та тривалі режими роботи призводять до поступового зношування деталей трансмісії й виникнення типових несправностей.

Для МКПП типів 710.6 і 711.613 найбільш поширеними є несправності, пов'язані з механічним зношуванням зубчастих передач, підшипників і синхронізаторів. Порушення регламентів технічного обслуговування, зниження рівня або погіршення якості трансмісійного масла спричиняють підвищений шум під час роботи, утруднене перемикавання передач і появу вібрацій. Також характерними є зношування вилок і механізмів перемикавання, що призводить до нечіткого включення передач або їх самовимикання під навантаженням.

АКПП типу 723.345 мають більш складну конструкцію, тому спектр можливих несправностей є ширшим. Найчастіше вони пов'язані з порушенням роботи гідравлічної системи, забрудненням трансмісійної рідини, зношуванням фрикційних елементів і клапанів гідроблоку. Ознаками таких несправностей можуть бути затримки під час перемикавання передач, ривки, перегрів коробки передач або відсутність окремих режимів роботи. Значний вплив на надійність АКПП має стан масляного радіатора та герметичність гідравлічних магістралей.

Таблиця 1.2 – Характерні несправності МКПП і АКПП автомобіля Mercedes-Benz Vario

Тип КПП	Несправність	Ймовірні причини
МКПП 710.6, 711.613	Утруднене перемикавання передач	Зношування синхронізаторів, низький рівень масла
МКПП 710.6, 711.613	Самовимикання передач	Зношування вилок, муфт і шліцьових з'єднань
МКПП 710.6, 711.613	Підвищений шум	Зношування підшипників, зубчастих передач
АКПП 723.345	Затримка перемикавання передач	Забруднення гідроблоку, зниження тиску масла
АКПП 723.345	Ривки під час руху	Зношування фрикційних елементів, несправність модулятора
АКПП 723.345	Перегрів коробки передач	Порушення роботи масляного радіатора
АКПП 723.345	Відсутність окремих передач	Порушення роботи клапанів або гідротрансформатора

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Загальна характеристика технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту коробок передач

Діагностика коробок передач займає початкове місце в загальній структурі технологічного процесу та передує виконанню робіт з технічного обслуговування або ремонту. Вона дозволяє оцінити технічний стан механічних і автоматичних коробок передач без повного розбирання, визначити характер несправностей і обґрунтувати доцільність подальших ремонтних операцій. За результатами діагностики приймається рішення щодо виконання регламентних робіт технічного обслуговування або проведення поточного чи капітального ремонту.

ТО коробок передач спрямоване на підтримання їх працездатного стану та включає контроль рівня і стану мастильних матеріалів, перевірку герметичності, регулювання приводів керування та виконання інших профілактичних операцій. Регулярне проведення т ТО дозволяє зменшити інтенсивність зношування деталей і запобігти виникненню складних несправностей, що потребують значних ремонтних витрат.

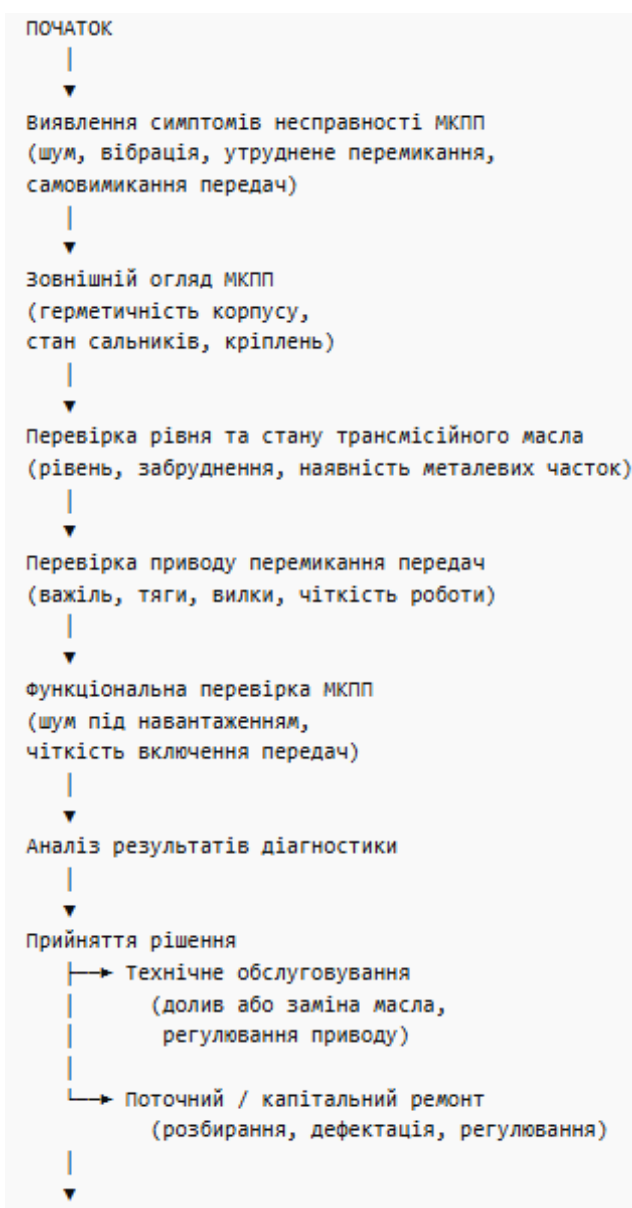
Для механічних і автоматичних коробок передач технологічний процес ремонту має свої особливості, зумовлені конструктивною складністю, кількістю вузлів та вимогами до точності складання. Особливої уваги потребують операції, пов'язані з регулюванням осьових зазорів, станом підшипникових опор і роботою системи керування.

2.2 Технологічна схема діагностики коробок передач

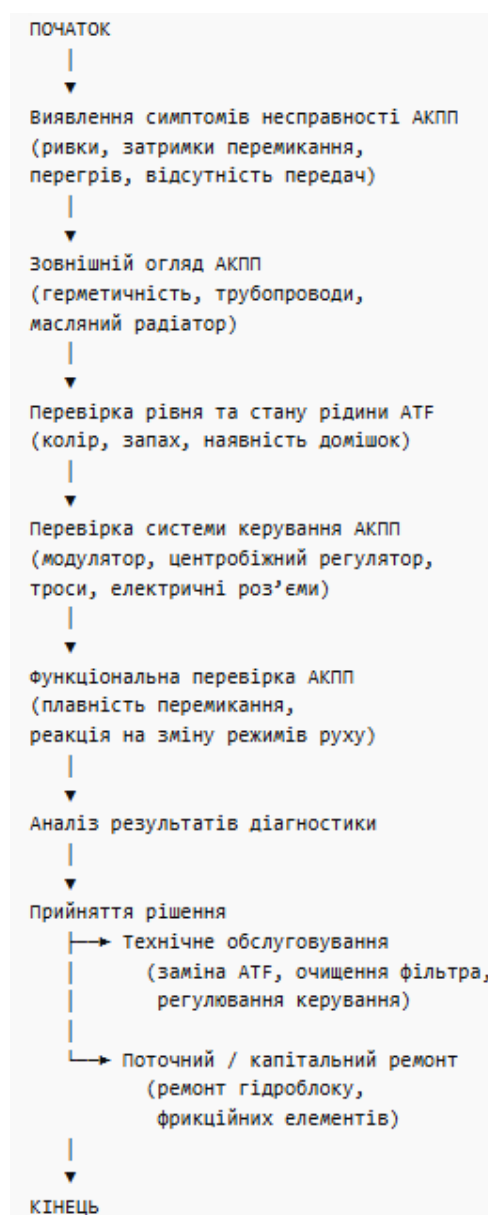
Технологічна схема діагностики КПП Mercedes – Benz Vario являє собою послідовність взаємопов'язаних операцій, спрямованих на визначення технічного стану механічних і автоматичних коробок передач та вибір подальших дій щодо технічного обслуговування або ремонту. Схема побудована за принципом поетапного уточнення несправності – від загальних зовнішніх ознак до прийняття рішення про обсяг ремонтних робіт.

Діагностику розпочинають з аналізу експлуатаційних симптомів, які проявляються під час роботи автомобіля. До таких ознак належать утруднене або несвоєчасне перемикавання передач, сторонні шуми, вібрації, ривки під час руху, а також витік трансмісійної рідини. На цьому етапі також враховуються скарги водія та умови експлуатації транспортного засобу.

Наступним кроком є зовнішній огляд коробки передач і суміжних вузлів. Під час огляду перевіряють герметичність корпусу, стан сальників, з'єднань і трубопроводів, а також правильність роботи приводів керування. Для автоматичних коробок передач додатково оцінюють стан і рівень трансмісійної рідини, її колір і наявність сторонніх домішок.



а)



б)

Рисунок 2.1 – Технологічна схема діагностики: а – МКПП; б – АКПП

Після зовнішнього огляду виконують функціональні перевірки. Для механічних коробок передач оцінюють чіткість включення передач, відсутність самовимикання та рівень шуму під навантаженням. Для автоматичних коробок передач перевіряють плавність перемикавання, наявність затримок, реакцію на зміну режимів руху та роботу систем керування. За необхідності застосовують вимірні засоби та діагностичні засоби для уточнення параметрів роботи агрегату.

На основі отриманих результатів здійснюють аналіз технічного стану коробки передач і приймають рішення щодо подальших заходів. У разі відсутності суттєвих відхилень коробки передач допускають до подальшої експлуатації після виконання регламентних операцій технічного обслуговування. Якщо ж виявлено ознаки зношування або несправності, що впливають на працездатність агрегату, приймається рішення про проведення поточного або капітального ремонту з частковим чи повним розбиранням коробки передач.

Таким чином, запропонована технологічна схема діагностики дозволяє систематизувати процес визначення технічного стану коробок передач, зменшити ймовірність помилкових рішень і забезпечити раціональний вибір обсягу ремонтних робіт. Вона є основою для подальших розрахунків трудомісткості, тривалості технологічного процесу та організації роботи ремонтної дільниці.

2.3 Визначення трудомісткості робіт з діагностики, ТО та ремонту КПП

Визначення трудомісткості робіт з діагностики, ТО та ремонту КПП є необхідним етапом розроблення технологічного процесу, оскільки дозволяє обґрунтувати тривалість виконання робіт, чисельність виробничого персоналу, кількість робочих постів і раціональну організацію ремонтної дільниці. Трудомісткість відображає сумарні витрати робочого часу на виконання комплексу операцій, пов'язаних з відновленням працездатності коробок передач.

Для механічних і автоматичних коробок передач трудомісткість визначають з урахуванням конструктивної складності агрегату, обсягу виконуваних робіт та застосовуваних технологічних операцій. У зв'язку з цим розрахунок проводять окремо для механічних коробок передач типів 710.6 і 711.613 та для автоматичної коробки передач типу 723.345.

Трудомісткість робіт на одну коробку передач визначають як суму нормативних витрат часу на окремі операції технологічного процесу:

$$T_{\text{одн}} = \sum_{i=1}^n t_i. \quad (2.1)$$

До складу технологічного процесу діагностики, ТО та ремонту коробок передач входять такі основні операції: первинна діагностика та огляд, перевірка рівня і стану мастильних матеріалів, зняття КПП, очищення агрегату, розбирання, дефектація деталей, складання, регулювання, контрольні випробування та встановлення КПП на автомобіль.

Для МКПП сумарна трудомісткість повного циклу робіт (зняття, ремонт і встановлення) становить:

$$T_{\text{МКПП}} = 9,25 \text{ люд. год.}$$

Для автоматичної коробки передач, яка має більш складну конструкцію та включає гідравлічну систему керування, трудомісткість аналогічного циклу робіт є значно більшою і становить:

$$T_{\text{АКПП}} = 22,25 \text{ люд. год.}$$

Отримані значення свідчать про суттєву різницю в трудомісткості ремонту механічних і автоматичних КПП, що необхідно враховувати при плануванні роботи ремонтної дільниці та розподілі виробничих ресурсів.

Для визначення річної трудомісткості робіт приймають задану кількість автомобілів в автопарку та середню частоту виконання ремонтних операцій. У розрахунках прийнято, що в автопарку експлуатується 60 автомобілів Mercedes-Benz Vario, з яких 70 % оснащені механічними коробками передач, а 30 % – автоматичними. Частота ремонту механічних коробок передач прийнята на рівні 0,3 ремонту на один автомобіль за рік, для автоматичних коробок передач – 0,2 ремонту на один автомобіль за рік.

Річну трудомісткість ремонтних робіт:

$$T_{\text{річ}} = \sum(N_j \cdot k_j \cdot T_j) \quad (2.2)$$

Після підстановки вихідних даних сумарна річна трудомісткість робіт з ремонту коробок передач становить:

$$T_{\text{річ}} = 215,13 \text{ люд. – год/рік.}$$

2.4 Визначення тривалості ТП ремонту КПП

Тривалість ТП ремонту коробки передач визначають з метою планування завантаження ремонтної дільниці, раціонального використання робочого часу та організації послідовності виконання технологічних операцій. На відміну від трудомісткості, яка відображає сумарні витрати робочого часу персоналу, тривалість процесу характеризує фактичний час перебування коробки передач у ремонті.

Тривалість ТП залежить від трудомісткості виконуваних робіт, кількості задіяних робітників, рівня механізації операцій та організації праці. Для розрахунку тривалості процесу ремонту однієї коробки передач використовують співвідношення:

$$\tau = \frac{T_{\text{одн}}}{n}. \quad (2.3)$$

Відповідно до розрахунків трудомісткості, наведених у підпункті 2.3, приймаємо:

для МКПП:

$$T_{\text{МКПП}} = 9,25 \text{ люд. – год.}$$

для АКПП:

$$T_{\text{АКПП}} = 22,25 \text{ люд. – год.}$$

Для виконання ремонтних робіт приймаємо участь двох робітників, що є типовим для операцій з демонтажу, розбирання та складання КПП середньотоннажних авто.

Тоді тривалість ремонту однієї МКПП становитиме:

$$\tau_{\text{МКПП}} = 9,252 = 4,63 \text{ год.}$$

Для АКПП відповідно:

$$\tau_{\text{АКПП}} = 22,252 = 11,13 \text{ год.}$$

Отримані значення свідчать про те, що ремонт АКПП є значно тривалішим за ремонт механічної, що обумовлено складністю її конструкції та наявністю гідравлічної системи керування.

Для оцінки середньої тривалості ТО ремонту за річною програмою робіт можна використати середньозважене значення, яке визначається з урахуванням частки механічних і автоматичних КПП у загальному обсязі ремонтів. Проте в практичних розрахунках доцільно розглядати ці процеси окремо, оскільки вони відрізняються за трудомісткістю та вимогами до організації робіт.

2.5 Обґрунтування чисельності виробничих робітників дільниці ремонту коробок передач

Визначення чисельності виробничих робітників дільниці ремонту КПП є важливим етапом, оскільки від правильного підбору персоналу залежать ритмічність виконання ремонтних робіт, дотримання виробничих термінів і раціональне використання робочого часу. Розрахунок чисельності робітників виконують на основі річної трудомісткості робіт, режиму роботи дільниці та ефективного фонду робочого часу одного працівника.

Вихідними даними для розрахунку є річна трудомісткість робіт з діагностики, ТО та ремонту коробок передач, визначена у підпункті 2.3. Згідно з проведеними розрахунками, сумарна річна трудомісткість робіт становить:

$$T_{\text{річ}} = 215,13 \text{ люд. – год/рік.}$$

Чисельність виробничих робітників визначають за формулою:

$$N = \frac{T_{\text{річ}}}{F_{\text{еф}} \cdot \eta} \quad (2.4)$$

Ефективний фонд робочого часу одного робітника для умов дільниці ремонту коробок передач приймаємо:

кількість робочих днів на рік – 250;

тривалість робочої зміни – 8 год.

Фонд становить:

$$F_{\text{еф}} = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ год/рік.}$$

Коефіцієнт використання часу урахує перерви, підготовчо-заклучні операції та можливі простої. Для ремонтних робіт приймаємо:

$$\eta = 0,85.$$

Підставляючи числові значення у формулу, отримаємо:

$$N = \frac{215,13}{2000 \cdot 0,85} = \frac{215,13}{1700} = 0,13 \text{ осіб.}$$

Оскільки отримане значення є меншим за одиницю, для забезпечення безперервного та якісного виконання робіт приймаємо одного виробничого робітника дільниці ремонту КПП. З урахуванням того, що частина операцій (зняття та встановлення коробки передач, переміщення агрегатів, складання) потребує виконання двома працівниками, у технологічному процесі передбачається залучення допоміжного персоналу або суміщення професій у межах ремонтної дільниці.

Прийнята чисельність персоналу є достатньою для обслуговування заданого автопарку автомобілів Mercedes-Benz Vario та забезпечує виконання рем. робіт у встановлені терміни без перевантаження виробничих потужностей.

2.6 Обґрунтування кількості робочих постів ремонту КПП

Кількість робочих постів дільниці ремонту КПП визначають з метою забезпечення ритмічності виконання рем. робіт, раціонального використання виробничих площ і обладнання, а також дотримання встановлених термінів обслуговування автомобілів. Робочий пост являє собою оснащене місце, на якому виконується повний або частковий комплекс операцій з діагностики, ТО та ремонту коробок передач.

Розрахунок кількості робочих постів виконують на основі річної трудомісткості робіт, ефективного фонду робочого часу одного поста та прийнятого режиму роботи дільниці. Кількість постів визначають за формулою:

$$n_{\Pi} = \frac{T_{\text{річ}}}{F_{\Pi}}. \quad (2.5)$$

Річну трудомісткість робіт приймаємо відповідно до підпункту 2.3:

$$T_{\text{річ}} = 215,13 \text{ люд. – год/рік.}$$

Ефективний фонд робочого часу одного поста визначають з урахуванням кількості робочих днів на рік і тривалості робочої зміни. Для умов дільниці ремонту коробок передач приймаємо однозмінний режим роботи з такими параметрами:

кількість робочих днів на рік – 250;

тривалість робочої зміни – 8 год.

Ефективний фонд роб. часу поста становить:

$$F_{\text{п}} = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ год/рік.}$$

Підставляючи числові значення у формулу, отримаємо:

$$n_{\text{п}} = \frac{215,13}{2000} = 0,11.$$

Оскільки отримане значення є меншим за одиницю, для забезпечення повного та безперервного виконання робіт приймаємо один робочий пост ремонту коробок передач. Така кількість постів є достатньою для обслуговування заданого автопарку і дозволяє виконувати роботи з діагностики, ТО та ремонту коробок передач без утворення черг і простоїв.

Прийнятий робочий пост може використовуватися універсально для обслуговування як механічних, так і автоматичних КПП, з урахуванням відповідного оснащення та організації робочого місця. У разі необхідності виконання трудомістких операцій (зняття та встановлення КПП, складання агрегатів) передбачається залучення допоміжного персоналу або тимчасове використання суміжних виробничих зон.

2.7 Розрахунок площі дільниці ремонту коробок передач

Площа дільниці ремонту КПП визначається для забезпечення раціонального розміщення робочих постів, технологічного обладнання, місць складування агрегатів і проходів для безпечного виконання робіт. Достатня площа є необхідною умовою дотримання технологічної дисципліни, підвищення продуктивності праці та зменшення втрат часу на переміщення інструменту й агрегатів.

Розрахунок площі дільниці виконують за кількістю робочих постів та нормативною площею, що припадає на один пост, з урахуванням коефіцієнта, який враховує допоміжні зони (проходи, місця для інструменту, стелажі, візки, підйомні пристрої тощо). Загальна площа дільниці визначається за формулою:

$$S = n_{\text{п}} \cdot S_{\text{п}} \cdot k. \quad (2.6)$$

Згідно з підпунктом 2.6 приймаємо кількість постів ремонту коробок передач:

$$n_{\text{п}} = 1.$$

Нормативна площа одного поста ремонту агрегатів трансмісії залежить від розміщення верстаків, преса, стенда для збирання, стелажів та можливості під'їзду візка/талі. Для універсального поста ремонту коробок передач середньотоннажних автомобілів доцільно прийняти:

$$S_{\text{п}} = 18 \text{ м}^2.$$

Коеф. k враховує площі проходів, місця для проміжного складування агрегатів, інструментальні шафи та зони безпечного обслуговування. Для ремонтних дільниць зазвичай приймають $k = 1,2 \dots 1,4$.

У розрахунку приймаємо:

$$k = 1,3.$$

Тоді загальна площа дільниці ремонту коробок передач становитиме:

$$S = 1 \cdot 18 \cdot 1,3 = 23,4 \text{ м}^2.$$

Одержане значення округлюємо до зручного для планування розміру, приймаючи:

$$S \approx 24 \text{ м}^2.$$

Прийнята площа забезпечує можливість розміщення універсального робочого поста ремонту коробок передач, верстака для розбирання та складання, пресового обладнання, стелажів для деталей і витратних матеріалів, а також організацію проходів для безпечного переміщення агрегатів. Результати розрахунку площі дозволяють визначити склад основного технологічного обладнання та формування планувального рішення дільниці.

2.8 Визначення потреби в основному технологічному обладнанні

Основне технологічне обладнання дільниці ремонту коробок передач визначається з урахуванням виконуваних операцій діагностики, ТО та ремонту механічних і автоматичних КПП Mercedes-Benz Vario. Підібране обладнання має забезпечувати можливість безпечного виконання робіт, зручність доступу до вузлів агрегатів, зменшення фізичного навантаження на працівників і дотримання вимог технологічного процесу.

Враховуючи, що на дільниці передбачено один універсальний робочий пост ремонту КПП, комплект обладнання формується таким чином, щоб забезпечити повний цикл робіт – від демонтажу агрегату до його складання, регулювання та контрольної перевірки. До складу основного технологічного обладнання входять підймальні пристрої, обладнання для розбирання і складання, вимірювальний інструмент, а також допоміжні засоби для транспортування і зберігання деталей.

Таблиця 2.2 – Основне технологічне обладнання дільниці ремонту коробок передач

№	Найменування обладнання	Кількість, од.	Призначення	Примітка
1	Гідравлічний підйомник або таль	1	Демонтаж та встановлення коробок передач	Типове
2	Верстак слюсарний	1	Розбирання та складання вузлів КПП	Типове
3	Гідравлічний прес	1	Запресування та випресування підшипників і шестерень	Типове
4	Набір знімачів	1 комплект	Демонтаж підшипників і фланців	Типове
5	Стелаж для деталей	1	Тимчасове зберігання деталей і вузлів	Типове

6	Візок для транспортування агрегатів	1	Переміщення коробок передач	Типове
7	Вимірювальний інструмент (штангенциркуль, індикатор, мікрометр)	1 комплект	Контроль розмірів і зазорів	Типове
8	Стенд для розбирання та складання коробок передач	1	Фіксація коробки передач у процесі ремонту	Підлягає конструкторській розробці

З наведеного переліку обладнання особливу увагу приділяють стенду для розбирання та складання КПП. Використання стандартного слюсарного верстака не завжди забезпечує необхідну жорсткість фіксації агрегату, зручність доступу до всіх вузлів та безпечні умови праці, особливо під час ремонту АКПП, що мають значну масу та складну конфігурацію.

Виникає доцільність використання спеціалізованого стенда, який дозволяє надійно закріплювати коробку передач, змінювати її положення в просторі та виконувати розбирання і складання з мінімальними фізичними зусиллями. Такий стенд сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню ергономіки робочого місця та зниженню ризику травматизму.

2.9 МКПП 711.613

Перед початком робіт автомобіль встановлюють на підйомник або оглядову канаву та від'єднують мінусову клему акумуляторної батареї. Після цього знімають важіль перемикачів передач і захисний кожух двигуна для забезпечення доступу до трансмісії. Далі відгвинчують болти кріплення карданного вала до коробки передач і знімають кріплення його проміжної опори. Для запобігання перекосу силового агрегату двигун підпирають у зоні піддона.

На наступному етапі відкручують кріплення опорного кронштейна коробки передач і демонтують задню поперечну балку. Робочий циліндр зчеплення від'єднують від корпусу коробки передач та відводять убік без порушення гідравлічної системи. Після цього від'єднують електричні роз'єми

вимикача ліхтарів заднього ходу та датчика спідометра. На завершальному етапі відкручують болти кріплення коробки передач до двигуна, від'єднують масовий провід і за допомогою підйомного пристрою знімають коробку передач з автомобіля.

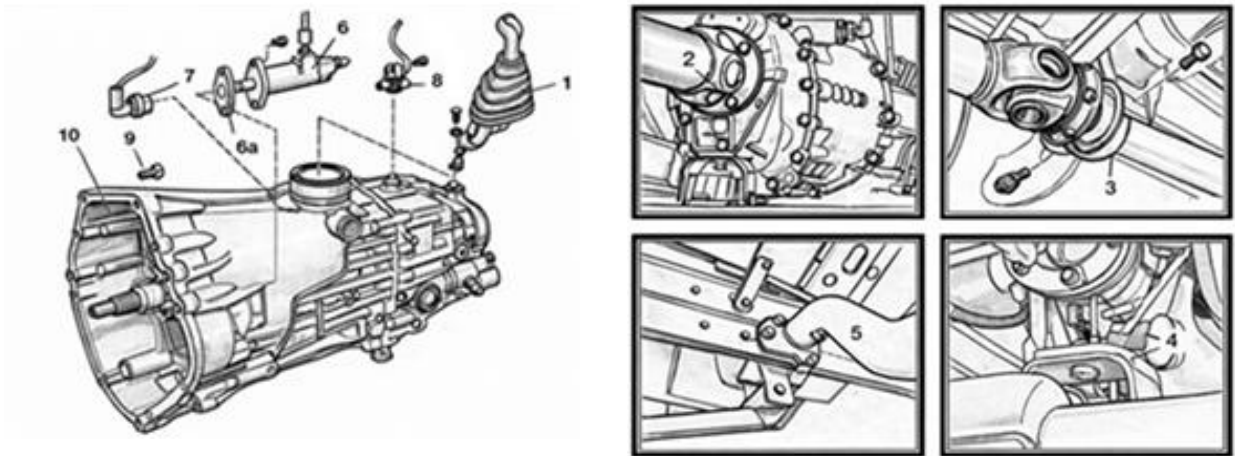


Рисунок 2.2 – Зняття та встановлення МКПП: 1 – важіль перемикачя передач; 2 – карданний вал; 3 – проміжний підшипник карданного вала; 4 – гайка; 5 – задня поперечна балка двигуна; 6 – робочий циліндр зчеплення; 6а – прокладки; 7 – провід вимикача ліхтарів заднього ходу; 8 – генератор імпульсів спідометра; 9 – болт; 10 – коробка передач

2.9.1 Корпус МКПП

Спочатку знімають захисну кришку корпусу, після чого витягують фіксувальний палець механізму перемикачя. Далі демонтують нижню частину важеля перемикачя передач і відгвинчують кріпильні болти, що утримують напрямну плиту вилок перемикачя. Після цього знімають напрямний фланець механізму.

Радіальний сальник вала витягують за допомогою плоскої викрутки або спеціального знімача, дотримуючись обережності, щоб не пошкодити посадочні поверхні корпусу коробки передач. Далі демонтують генератор імпульсів спідометра та знімають вихідний фланець коробки відбору потужності, використовуючи накидний ключ у поєднанні зі знімачем.

Після цього з корпусу коробки передач знімають кришку підшипника коробки відбору потужності, витягують її вихідний вал і демонтують приводний елемент. Наступним етапом відкручують болти кріплення вала заднього ходу,

після чого корпус коробки передач установлюють у спеціальний знімач або пристрій для под remempering розбирання.

Далі відгвинчують болти кріплення задньої кришки до корпусу коробки передач. Передню та нижню частини корпусу роз'єднують легкими ударами дерев'яного молотка, уникаючи використання металевих інструментів, які можуть пошкодити привалювальні поверхні. Застосування викруток для роз'єднання частин корпусу не допускається.

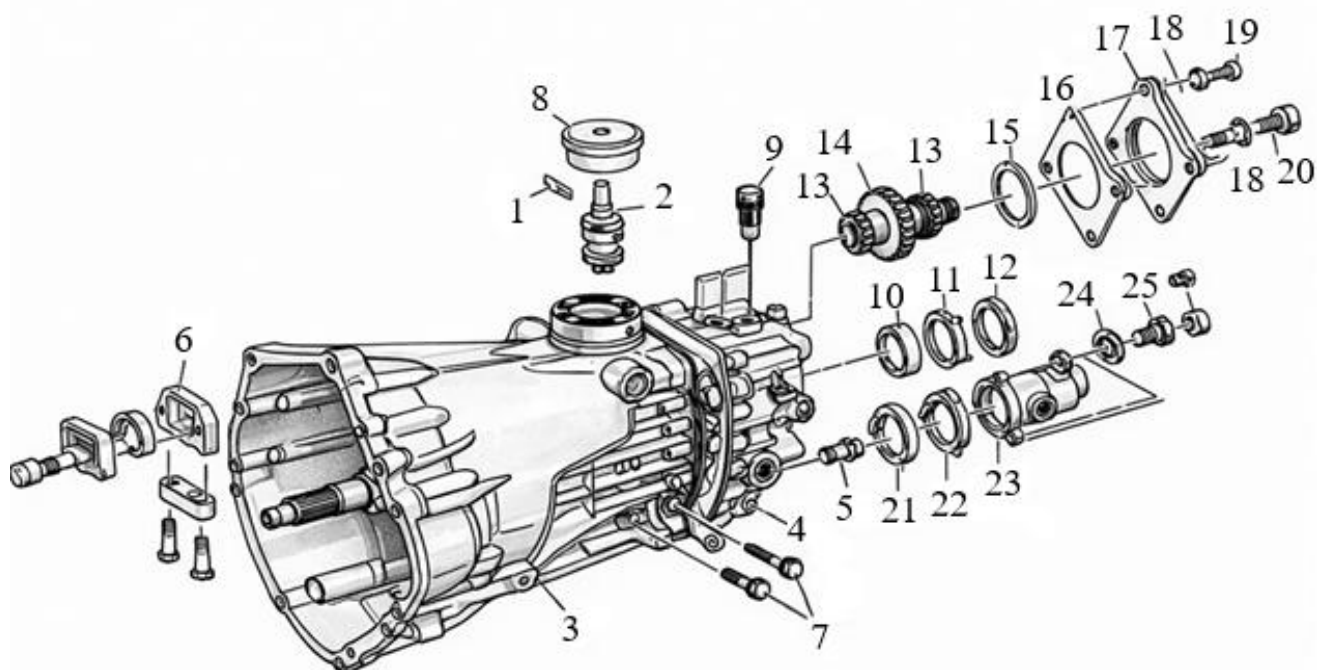


Рисунок 2.3 – Корпус коробки передач

1 – палець; 2 – нижня частина важеля перемикання передач; 3 – передня частина корпусу коробки передач; 4 – задня частина корпусу коробки передач; 5, 25 – болти; 6 – напрямна плита вилки перемикання передач; 7 – болти кріплення вала задньої передачі; 8 – захисна кришка; 9 – болти кріплення вилки перемикання передач; 10 – втулка; 11 – генератор імпульсів; 12 – радіальний сальник; 13 – голчастий підшипник; 14 – вихідний вал коробки відбору потужності; 15, 16, 22 – прокладки; 17 – кришка підшипника; 18, 21, 24 – шайби; 19 – гайка; 20 – болт м12; 23 – привід перемикання передач

На завершальному етапі демонтують вал і шестерню задньої передачі. Для цього вал із встановленою шестернею провертають проти годинникової стрілки

та обережно виймають його у вертикальному напрямку. Після зняття виконують контрольний вимір довжини пальця вала задньої передачі. Номінальне значення довжини A становить 46,15 мм, отриманий результат порівнюють з установленим значенням для оцінки ступеня зношування та придатності деталі до подальшого використання.

2.9.2 Напрямна плита вилок перемикачів передач

Розбирання вузла починають зі зняття кришки разом із ущільнювальним кільцем. Після цього відкручують кріпильні болти та демонтують упорну плиту разом з ущільнювальним кільцем. З напрямної плити виймають фіксувальні пальці, а з упорної плити — кульки фіксаторів, які забезпечують чітке позиціонування вилок перемикачів передач.

Перед складанням усі деталі необхідно очистити та перевірити їх технічний стан. Складання розпочинають з установлення кульок у відповідні гнізда упорної плити. Перед монтажем кульки змащують тонким шаром мастильного матеріалу для зменшення зношування та забезпечення плавної роботи механізму.

Після цього у напрямну плиту встановлюють фіксувальні пальці, які також попередньо змащують. В упорну плиту монтують нове ущільнювальне кільце, оскільки повторне використання ущільнювачів не допускається. Далі упорну плиту закріплюють на напрямній плиті за допомогою болтів. Встановлюють ущільнювальне кільце в напрямну плиту та монтують кришку вузла.

Зібрану напрямну плиту вилок перемикачів передач встановлюють на коробку передач, після чого остаточно затягують болти кріплення упорної плити з дотриманням встановленого зусилля. Далі встановлюють важіль із підшипником вимикання зчеплення та виконують монтаж коробки передач на автомобіль відповідно до технологічного процесу.

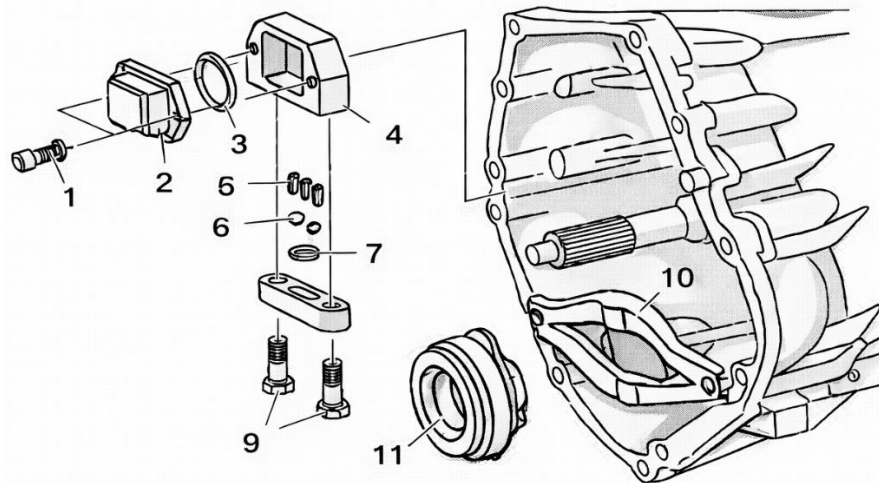


Рисунок 2.4 – Напрямна плита вилок перемикання передач:

1, 9 – болти; 2 – кришка; 3, 7 – ущільнювальні кільця; 4 – напрямна плита; 5 – палець; 6 – кульки; 8 – упорна плита; 10 – важіль вимикання зчеплення; 11 – підшипник вимикання зчеплення

2.9.3 Первинний вал механічної коробки передач

Демонтаж первинного вала виконують після повного розбирання відповідної частини КПП і забезпечення вільного доступу до вузла. Спочатку знімають ущільнювальний сальник первинного вала, дотримуючись обережності, щоб не пошкодити посадочну поверхню корпусу.

Після цього демонтують стопорне кільце, яке фіксує первинний вал у корпусі коробки передач. Далі первинний вал випресовують у напрямку встановленого стопорного кільця, використовуючи відповідний прес або оправку. Після виймання вала знімають друге стопорне кільце, що утримує підшипниковий вузол.

На завершальному етапі демонтажу за допомогою пробійника або спеціальної оправки випресовують кульковий підшипник первинного вала. Під час виконання цієї операції необхідно прикладати зусилля рівномірно, уникаючи перекосів та пошкодження доріжок кочення.

Установлення первинного вала здійснюють у послідовності, зворотній демонтажу. Перед монтажем усі деталі очищають, перевіряють їхній технічний стан і за необхідності замінюють зношені елементи. Особливу увагу приділяють правильності встановлення підшипника, стопорних кілець та ущільнювального

сальника, що забезпечує надійну фіксацію вала і герметичність коробки передач у процесі подальшої експлуатації.

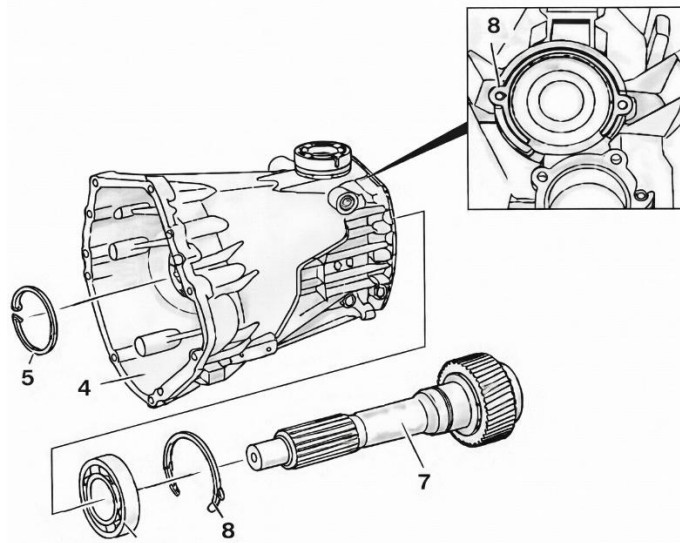
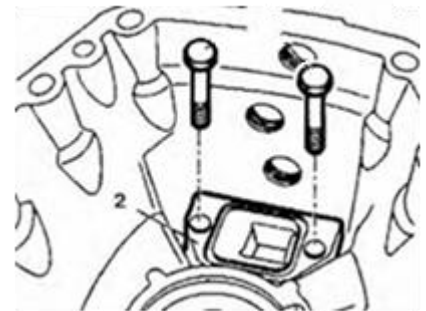


Рисунок 2.4 – Первинний вал: 4 – корпус коробки передач; 5, 8 – стопорні кільця; 6 – кульковий підшипник; 7 – первинний вал

Розбирання вузла розпочинають зі зняття напрямної плити. Для цього відгвинчують кріпильні болти, після чого напрямну плиту обережно відокремлюють від корпусу механізму, забезпечуючи вільний доступ до подальших елементів розбирання.



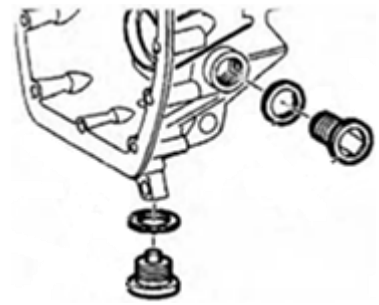
Після зняття напрямної плити демонтують стопорне кільце вторинного вала, яке забезпечує фіксацію елементів вузла та запобігає їх осьовому зміщенню в процесі роботи коробки передач.



Після демонтажу стопорного кільця за допомогою преса або спеціальної оправки випресовують підшипник вторинного вала, дотримуючись співвісності прикладеного зусилля для запобігання пошкодженню посадочних поверхонь.



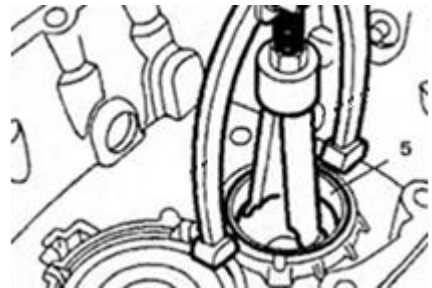
Викручують пробки заливного та зливного отворів разом з установленими ущільнювальними сальниками. Під час виконання операції контролюють стан ущільнювальних елементів і за потреби передбачають їх заміну перед подальшим складанням.



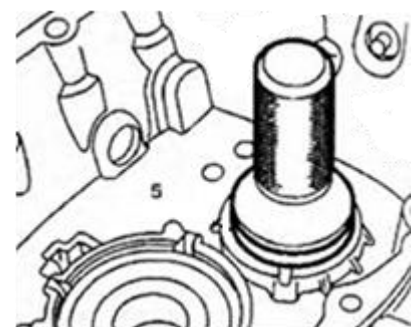
Демонтують стопорне кільце, після чого виймають пробку індуктивного датчика з корпусу коробки передач, дотримуючись обережності, щоб не пошкодити посадочне місце та елементи датчика



За допомогою спеціальних знімачів знімають зовнішнє кільце конічного роликового підшипника, забезпечуючи рівномірне прикладання зусилля для недопущення перекосу та пошкодження посадочних поверхонь.



Посадочне гніздо під зовнішнє кільце конічного роликового підшипника попередньо прогрівають до температури приблизно 100 °С, після чого виконують запресовування зовнішнього кільця. Після охолодження корпусу підшипник остаточно запресовують до упору. Під час виконання операції кришка коробки передач повинна бути встановлена у горизонтальному положенні, що забезпечує правильне взаємне розташування елементів і рівномірність посадки.



2.9.4 Вторинний та проміжний вали

Роботи з розбирання вторинного та проміжного валів виконують після демонтажу механічної коробки передач з автомобіля та попереднього

роз'єднання корпусу коробки передач. Після відкриття корпусу знімають конусне та внутрішнє кільця синхронізатора відповідної передачі, забезпечуючи доступ до підшипникових вузлів.

Далі демонтують голчастий підшипник, після чого знімають конічний роликівий підшипник. При цьому рекомендується позначити положення корпусу підшипника відносно корпусу коробки передач, що полегшує подальше складання та зберігає початкові регульовальні параметри. Після цього з коробки передач виймають вторинний вал разом із вилками перемикавання передач та проміжний вал, попередньо відкрутивши з'єднувальні болти.

Після демонтажу виконують регулювання осьового зазору вторинного вала відповідно до нормативних значень, наведених у технічній документації. Контроль зазору є необхідною умовою забезпечення стабільної роботи коробки передач та запобігання підвищеному шуму й передчасному зношуванню деталей.

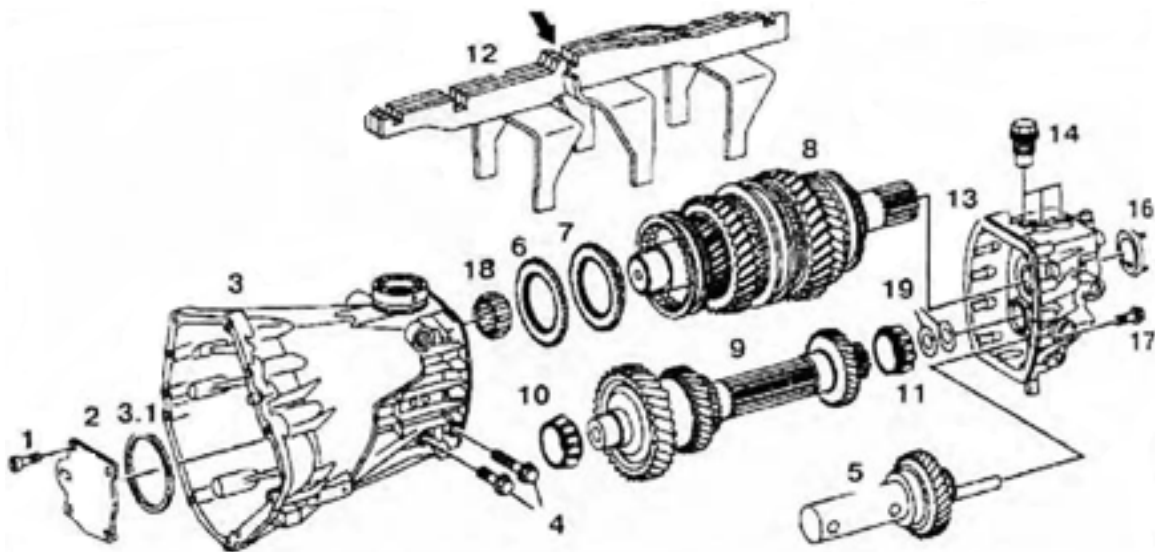


Рисунок 2.5 – Вторинний та проміжний вали

1, 17 – болти; 2 – кришка; 3 – передня частина корпусу коробки передач; 3.1 – регульовальне кільце; 4 – болти кріплення вала задньої передачі; 5 – вал задньої передачі; 6 – конічне кільце синхронізатора; 7 – внутрішнє кільце синхронізатора; 8 – вторинний вал; 9 – проміжний вал; 10, 11 – конічні роликівий підшипники; 12 – вилки перемикавання передач; 13 – задня частина корпусу коробки передач; 14 – болт кріплення вилок перемикавання передач; 16 – генератор імпульсів; 18 – голчастий підшипник

Складання вузла розпочинають з установлення вилок перемикання передач у зібраному вигляді. При цьому монтажні виїмки на вилках повинні бути суміщені між собою, що забезпечує правильну роботу механізму перемикання. Після цього виконують регулювання осьового зазору проміжного вала.

Далі встановлюють конічний роликівий підшипник, який перед монтажем змащують рекомендованим мастильним матеріалом. Після цього монтують конусне та внутрішнє кільця синхронізатора відповідної передачі. Голчастий підшипник також попередньо змащують і встановлюють у посадочне місце.

Після завершення монтажу зазначених елементів коробки передач збирають у повному обсязі. На заключному етапі обов'язково виконують остаточне регулювання осьового зазору проміжного вала для коробки передач типу 711.613.

Після завершення складання та регулювання механічну коробку передач встановлюють на автомобіль у зворотній послідовності до демонтажу з дотриманням вимог технологічного процесу.

2.9.5 Розбирання та складання вторинного вала

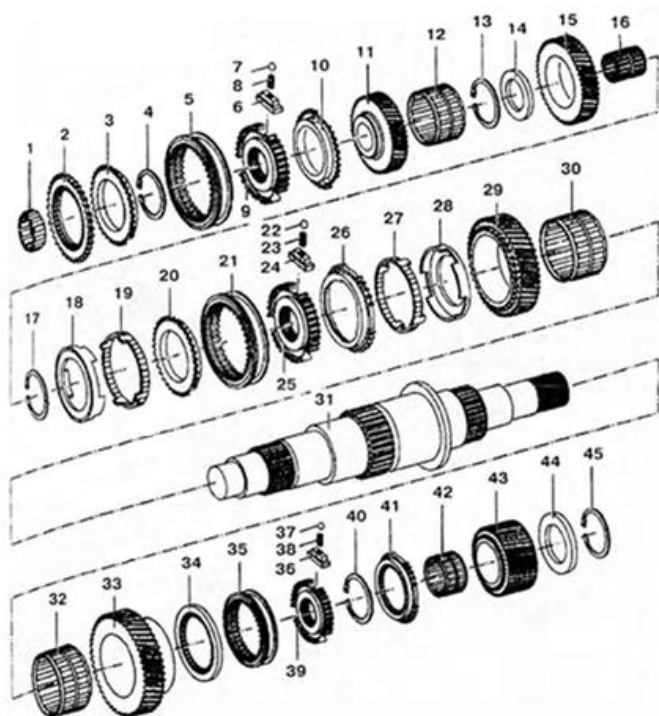


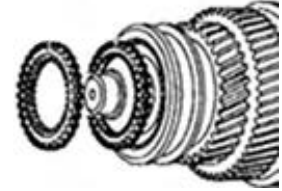
Рисунок 2.6 – Вторинний вал у розібраному стані

1, 12, 16, 30, 32, 42 – голчасті підшипники; 2, 10, 18, 20, 26, 28, 41 – конічні кільця синхронізаторів; 3, 19, 27 – внутрішні кільця синхронізаторів; 4, 13, 17, 40, 45 – стопорні кільця; 5, 21, 35 – муфти синхронізаторів; 6, 24, 36 – сухарі синхронізаторів; 7, 22, 37 – кульки; 8, 23, 38 – пружини; 9, 25, 39 – ступиці синхронізаторів; 11 – шестерня 3-ї передачі; 14, 34, 44 – упорні прокладки; 15 – шестерня 2-ї передачі; 29 – шестерня 1-ї передачі; 31 – вторинний вал; 33 – шестерня передачі заднього ходу; 43 – шестерня 5-ї передачі

Під час розбирання вузла демонтують голчастий підшипник, обережно виймаючи його з посадочного місця без пошкодження доріжок кочення та поверхонь корпусу.



Після зняття підшипника демонтують конусне кільце та внутрішнє кільце синхронізатора четвертої передачі, акуратно виймаючи їх із посадочних місць для запобігання пошкодженню робочих поверхонь.



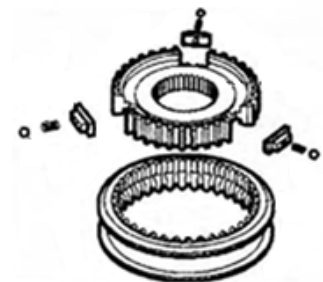
На наступному етапі розбирання знімають стопорне кільце, яке фіксує елементи вузла та запобігає їх осьовому зміщенню під час роботи коробки передач.



Після демонтажу стопорного кільця знімають муфту разом зі маточиною синхронізатора, обережно виймаючи вузол із посадочного місця без перекосів та ударних навантажень.



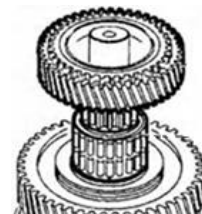
Муфту синхронізатора відокремлюють від маточини, після чого демонтують сухарі, пружини та кульки фіксаторів, уважно контролюючи розташування деталей для запобігання їх втраті та полегшення подальшого складання.



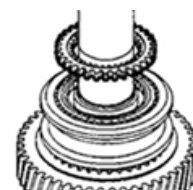
Далі демонтують конусне кільце синхронізатора, обережно знімаючи його з робочої поверхні без пошкодження фрикційних зон.



Після цього знімають шестерню третьої передачі разом із голчастим підшипником, дотримуючись обережності, щоб не пошкодити робочі поверхні зубчастого зачеплення та підшипникового вузла.



На завершальному етапі демонтажу знімають конусне кільце, акуратно виймаючи його з посадочного місця та уникаючи пошкодження фрикційних поверхонь.

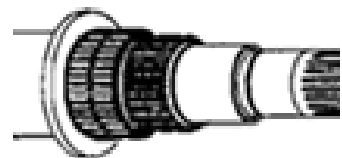
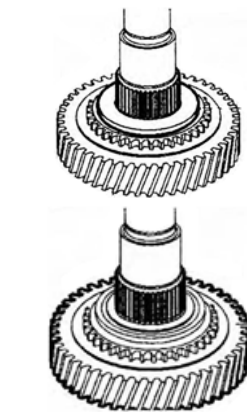
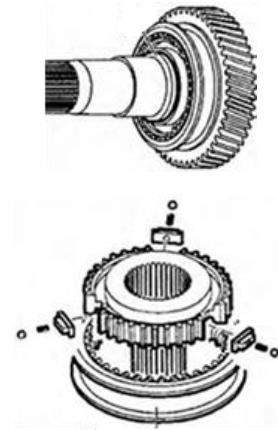


Після цього демонтують стопорне кільце, яке утримує елементи вузла та запобігає їх осьовому зміщенню під час роботи коробки передач.

Муфту синхронізатора від'єднують від маточини, після чого демонтують сухарі, пружини та кульки фіксаторів, забезпечуючи збереження комплектності деталей і правильність їх подальшого складання.

Муфту синхронізатора від'єднують від маточини, після чого виймають сухарі, пружини та кульки фіксувального механізму. Після демонтажу фіксувальних елементів знімають упорну прокладку, контролюючи її стан і положення для подальшого складання. Після цього демонтують шестерню передачі заднього ходу, обережно знімаючи її з вала та уникаючи пошкодження зубчастих поверхонь

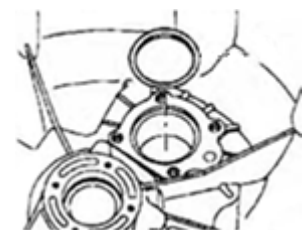
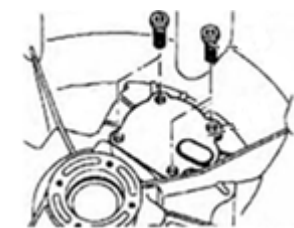
Після демонтажу шестерні заднього ходу знімають голчастий підшипник, обережно виймаючи його з посадочного місця без пошкодження доріжок кочення.



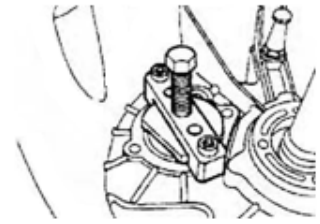
2.9.6 Регулювання осьового зазору проміжного вала

Перед виконанням регулювальних робіт від'єднують кришку підшипника проміжного вала, знімаючи її з корпусу коробки передач для забезпечення доступу до регулювальних елементів.

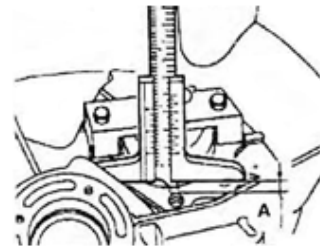
Після зняття кришки підшипника демонтують регулювальне кільце, обережно виймаючи його з посадочного місця для подальшого коригування осьового зазору.



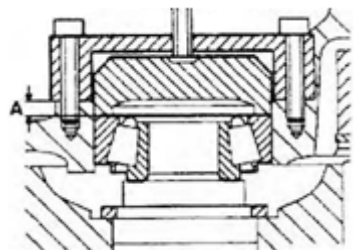
Фіксувальний затискач разом з упорною деталлю встановлюють на зовнішнє кільце конічного роликвого підшипника, забезпечуючи його надійну фіксацію. Після цього затискач закріплюють на корпусі коробки передач, що створює необхідні умови для точного вимірювання та подальшого регулювання осьового зазору



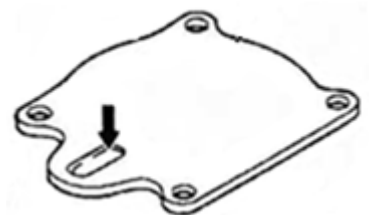
Кріпильний болт затягують із моментом $10 \text{ Н} \cdot \text{м}$, одночасно провертаючи ведучий вал для забезпечення правильного самоустановлення конічних роликвих підшипників. Після цього за допомогою штангенциркуля виконують вимірювання розміру A – відстані від крайки ущільнювальної поверхні до зовнішнього кільця конічного роликвого підшипника, що необхідно для осьового зазору.



На основі отриманого вимірювання визначають необхідну товщину регулювального кільця. Наприклад, при виміряному значенні розміру A , що дорівнює $2,7 \text{ мм}$, застосовують регулювальне кільце з такою ж товщиною. Набір регулювальних кілець передбачає значення товщини в діапазоні $2,2 - 2,95 \text{ мм}$ з кроком $0,05 \text{ мм}$, що дає змогу встановити необхідний осьовий зазор проміжного вала.



Підібране регулювальне кільце встановлюють у відповідне посадочне місце корпусу коробки передач. Після цього монтують кришку підшипника та затягують болти її кріплення з установленим моментом. Перед установленням на кришку наносять тонкий шар герметика, уникаючи його потрапляння до масляних каналів коробки передач, що може порушити циркуляцію мастильного матеріалу.



2.10 Механічна коробка перемикавання передач 710.6

2.10.1 Передня частина коробки передач

Демонтаж передньої частини коробки передач розпочинають після зняття механізму перемикавання передач та прямої труби. Після цього викручують різьбові пробки, розташовані на корпусі, і знімають пружини разом із кріпильними болтами, що забезпечують фіксацію елементів механізму.

Далі демонтують кришку передньої частини корпусу та відгвинчують центральний болт її кріплення. Після цього відкручують болти, розміщені по периметру КПП, за винятком двох болтів, розташованих паралельно один до одного, які залишають для тимчасової фіксації корпусу. На наступному етапі виймають фіксувальний палець.

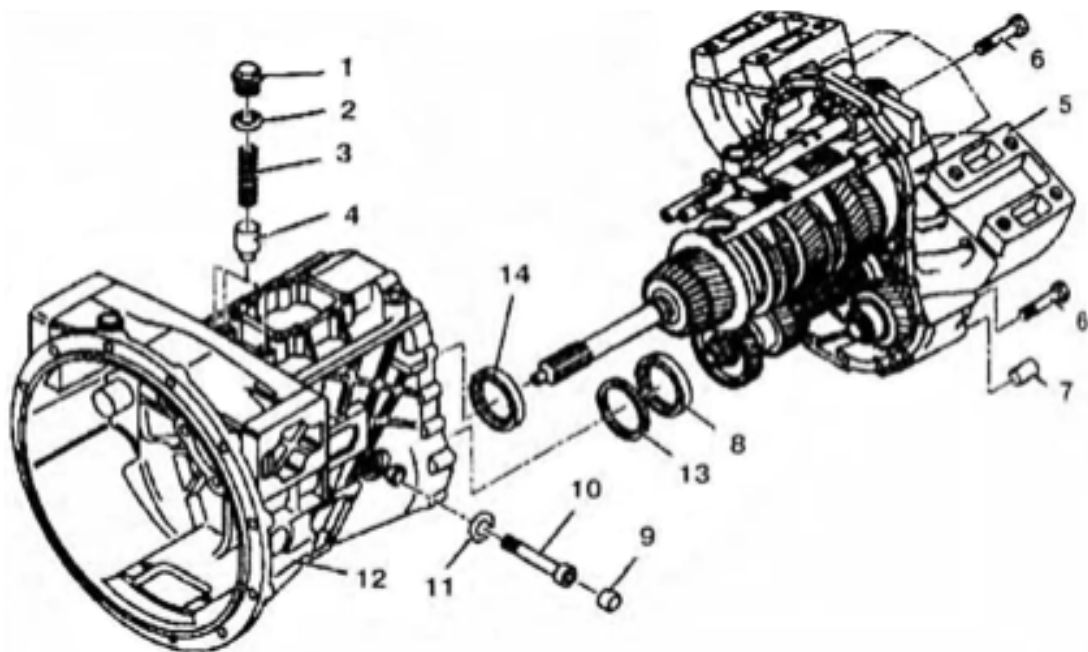


Рисунок 2.7 – Передня частина коробки передач

1 – пробка; 2 – ущільнювальне кільце; 3 – пружина; 4, 6, 10 – болти; 5 – задня частина коробки передач; 7 – палець; 8 – зовнішнє кільце конічного роликового підшипника проміжного вала; 9 – кришка; 11, 13 – прокладки; 12 – передня частина коробки передач; 14 – зовнішнє кільце конічного роликового підшипника вторинного вала

Після цього опорну плиту приєднують до вихідного фланця та послаблюють гайку його кріплення. Коробку передач встановлюють у вертикальне положення на опорній плиті, після чого відкручують два раніше

залишені болти кріплення. Далі передню частину коробки передач обережно відокремлюють від основного корпусу та знімають, піднімаючи її у вертикальному напрямку.

Установлення передньої частини коробки передач виконують у послідовності, зворотній зняттю. Під час складання необхідно визначити та підібрати відповідну товщину прокладки для проміжного вала, що забезпечує правильний осьовий зазор і надійну роботу коробки передач у процесі експлуатації.

2.10.2 Задня частина коробки передач

Демонтаж задньої частини коробки передач виконують після зняття її передньої частини. Після відкриття доступу знімають шестерню передачі заднього ходу, а також демонтують центральний вал механізму перемикавання передач.

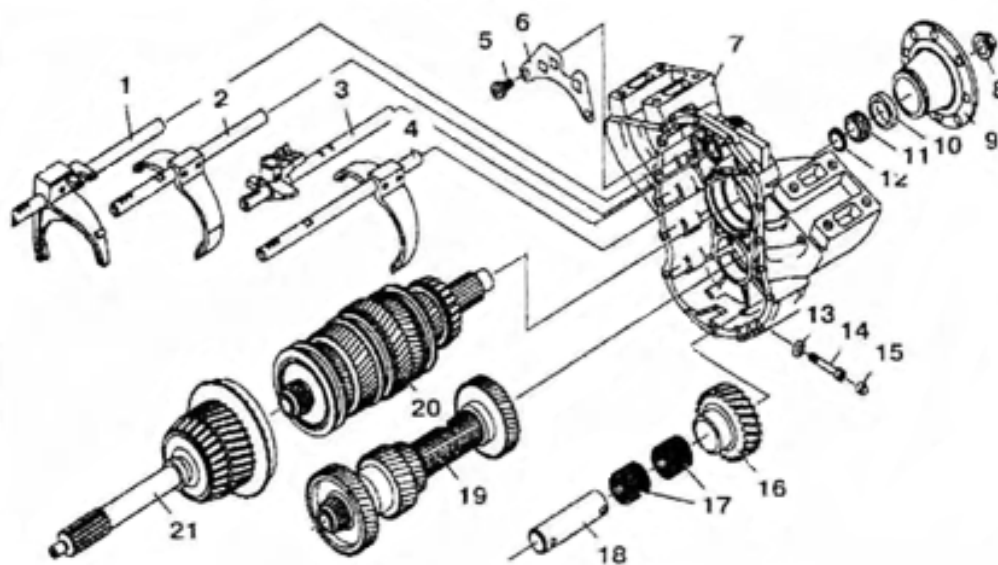


Рисунок 2.8 – Задня частина коробки передач

1 – вилка вмикання 3-ї/4-ї передач; 2 – вилка вмикання 1-ї/2-ї передач; 3 – центральний вал перемикавання передач; 4 – вилка вмикання 5-ї передачі / передачі заднього ходу; 5, 14, 18 – болти; 6 – замок блокування перемикавання передач; 7 – задня частина коробки передач; 8 – гайка; 9 – вихідний фланець; 10 – сальник; 11 – генератор імпульсів; 12, 13 – прокладки; 15 – кришка; 16 – шестерня передачі заднього ходу; 17 – голчастий підшипник; 18 – болт кріплення вала передачі заднього ходу; 19 – проміжний вал

Далі відкручують кріпильні болти замка блокування перемикачів передач і встановлюють задню частину коробки передач на опорну плиту для забезпечення стійкого положення під час подальших робіт.

Після цього знімають вихідний фланець, відокремлюють задню частину корпусу коробки передач та демонтують замок блокування перемикачів передач. Наступним етапом знімають вилки перемикачів передач разом із кронштейном, після чого витягують ущільнювальний сальник із корпусу.

2.11 АКПП 723.345

Перед початком демонтажних робіт автоматичної коробки передач автомобіль установлюють на підйомник або оглядову канаву та від'єднують мінусову клему акумуляторної батареї. Після цього знімають захисні кожухи КПП і двигуна, що забезпечує доступ до агрегатів трансмісії. Далі викручують зливну пробку та зливають трансмісійне масло з автоматичної коробки передач у підготовлену ємність.

На наступному етапі демонтують маслозаливну трубу та знімають вимикач ліхтарів заднього ходу. Після цього від'єднують маслопроводи, що з'єднують коробку передач з масляним радіатором, і від'єднують електричний роз'єм від вимикача блокування пуску двигуна. Далі від'єднують трос керування від важеля селектора перемикачів передач і знімають кронштейн його кріплення.

Після цього від'єднують нагнітальний трубопровід від вакуумного модулятора та демонтують компресор, фіксуючи його збоку без від'єднання основних магістралей. Далі від'єднують карданний вал від вихідного фланця автоматичної коробки передач. На наступному етапі відкручують консоль кріплення коробки передач до опор, розташованих на поперечній балці.

Двигун разом з автоматичною коробкою передач підпирають домкратом або підйомним пристроєм, після чого від'єднують опору коробки передач від поперечної балки. Поперечну балку послаблюють з обох боків і зміщують у задньому напрямку, що дозволяє опустити силовий агрегат разом із коробкою передач.

Після цього знімають пластикову кришку піддона та відкручують болти кріплення гідротрансформатора. Далі відкручують болти кріплення автоматичної коробки передач до двигуна, від'єднують коробку передач і знімають її з автомобіля. На завершальному етапі демонтують гідротрансформатор, дотримуючись обережності для запобігання пошкодженню шліцьових з'єднань.

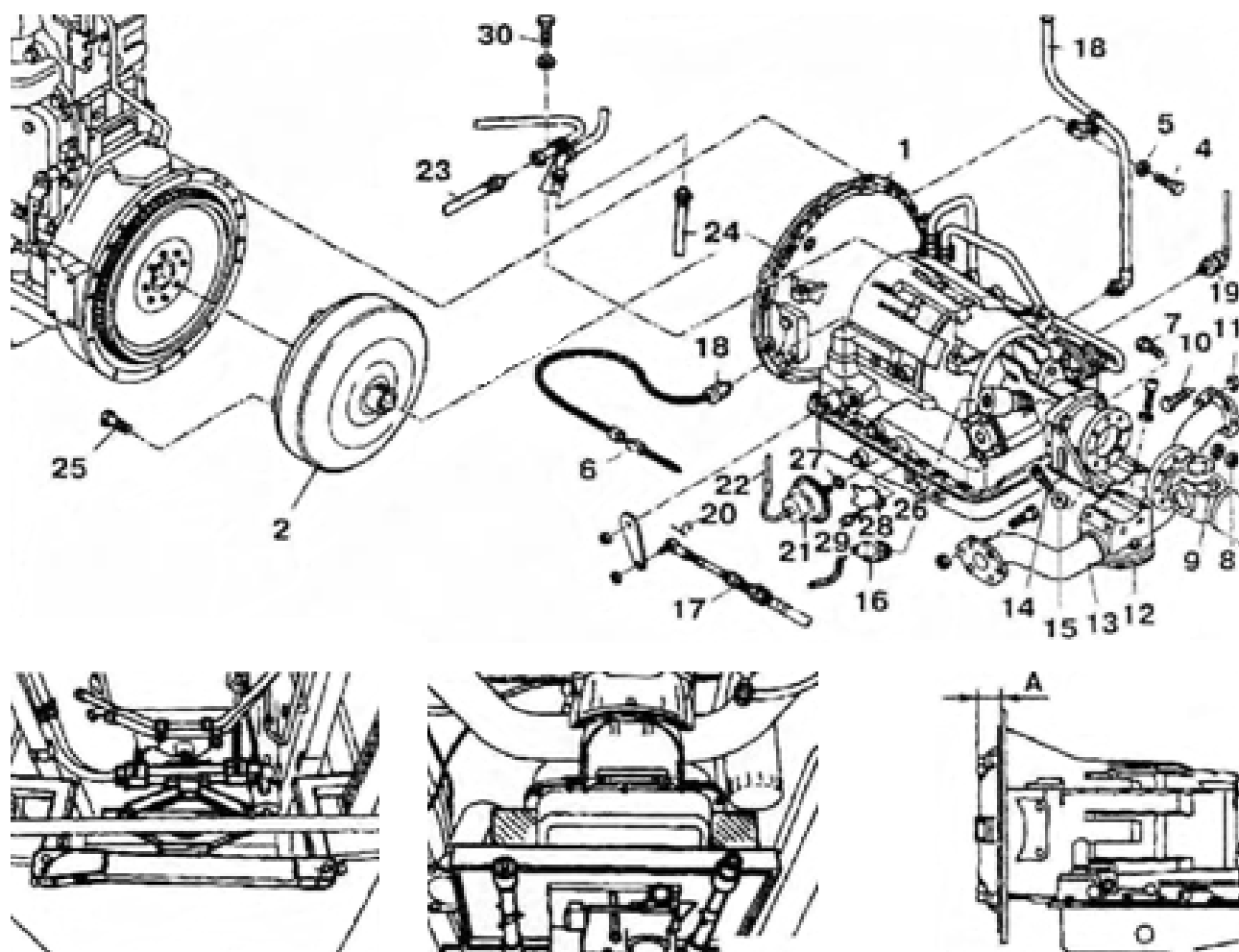


Рисунок 2.9 – Зняття та встановлення АКПП

1 – автоматична коробка передач (акпп); 2 – гідротрансформатор крутного моменту (гтр); 3 – маслозаливна трубка; 4, 7, 10, 25, 29, 30 – болти; 5, 9, 15 – прокладки; 6 – роз'єм проводки вимикача блокування стартера; 8, 11 – гайки; 12 – опора акпп; 13 – поперечна балка; 16 – привід спідометра; 17 – трос перемикання передач; 18 – вимикач блокування стартера; 19 – вимикач ліхтарів заднього ходу; 20 – блокувальний пристрій; 21 – модулятор; 22 – нагнітальний трубопровід; 23, 24 – маслопроводи; 26 – кронштейн троса перемикання передач; 27 – ущільнювальне кільце; 28 – кронштейн модулятора

2.11.1 Центробіжний регулятор

Демонтаж центробіжного регулятора виконують після зняття захисних кожухів двигуна та автоматичної коробки передач, що забезпечує доступ до вузла. Після цього від'єднують кришку центробіжного регулятора від корпусу АКПП. Далі регулятор обережно виймають з корпусу коробки передач, уникаючи пошкодження посадочних поверхонь і елементів механізму.

Установлення

Установлення центробіжного регулятора виконують у послідовності, зворотній демонтажу. Під час монтажу контролюють правильність посадки регулятора в корпусі АКПП та надійність кріплення його кришки, що забезпечує коректну роботу регулятора у процесі експлуатації автоматичної коробки передач.

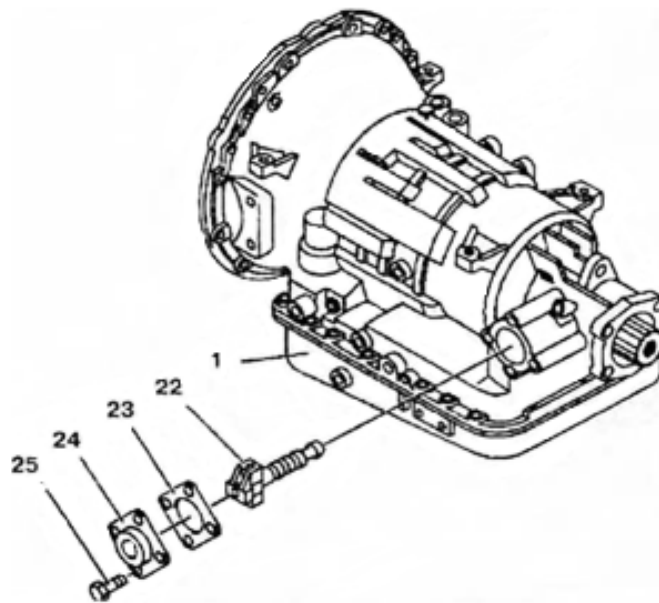


Рисунок 2.10 – Центробіжний регулятор:

1 – АКПП; 22 – центробіжний регулятор; 23 – прокладка; 24 – кришка; 25 – болт

2.11.2 Модулятор автоматичної коробки передач

Для демонтажу модулятора спочатку від'єднують нагнітальну трубку від його корпусу, забезпечуючи вільний доступ до вузла. Після цього викручують кріпильний болт і знімають монтажний кронштейн. Далі модулятор обережно відокремлюють від корпусу автоматичної коробки передач, уникаючи пошкодження ущільнювальних поверхонь та з'єднань.

Установлення модулятора здійснюють у послідовності, зворотній демонтажу. Під час монтажу необхідно проконтролювати герметичність з'єднань нагнітальної трубки та надійність кріплення кронштейна, що забезпечує правильну роботу системи керування автоматичною коробкою передач.

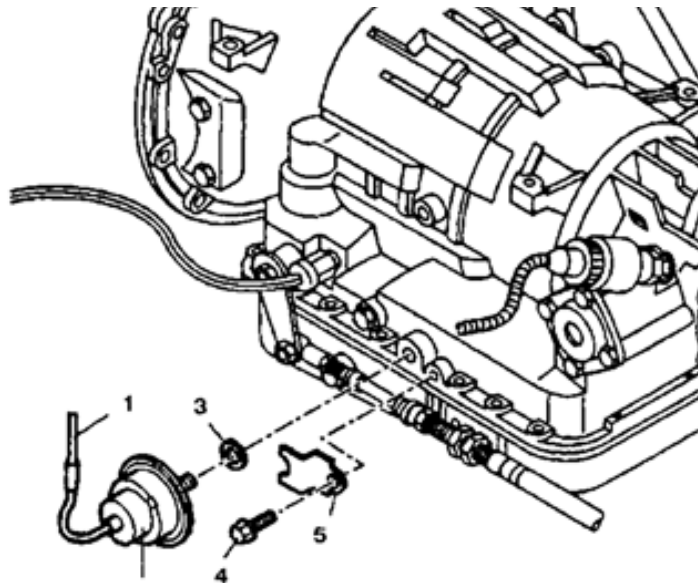


Рисунок 2.11 – Модулятор: 1 – нагнітальна трубка; 2 – модулятор; 3 – ущільнювальне кільце; 4 – болт; 5 – кронштейн

2.711.3 Коробка клапанів перемикачів передач

Коробка клапанів перемикачів передач автоматичної коробки передач є одним із ключових елементів системи гідравлічного керування. Вона забезпечує розподіл і регулювання тиску робочої рідини залежно від режиму руху автомобіля, положення дросельного органу та частоти обертання вихідного вала. Від справного стану клапанів, каналів і керувальних елементів безпосередньо залежать своєчасність і плавність перемикачів передач, а також загальна працездатність АКПП.

У процесі експлуатації коробка клапанів зазнає впливу забруднень трансмісійної рідини, зношування плунжерів і пружин, а також можливих порушень герметичності каналів. Типовими ознаками несправностей цього вузла є затримки під час перемикачів передач, ривки, некоректний вибір передавального числа або відсутність окремих режимів роботи. Тому під час ТО та ремонту автоматичної коробки передач особлива увага приділяється контролю технічного стану коробки клапанів.

Роботи з демонтажу та обслуговування коробки клапанів виконують у суворій послідовності з дотриманням вимог чистоти, оскільки навіть незначне забруднення гідравлічних каналів може призвести до порушення роботи АКПП. Під час розбирання здійснюють очищення деталей, перевірку рухливості клапанів, стану пружин і ущільнювальних елементів, а також контроль відповідності параметрів заводським вимогам. Після складання обов'язково перевіряють правильність взаємного розташування елементів і надійність кріплення вузла.

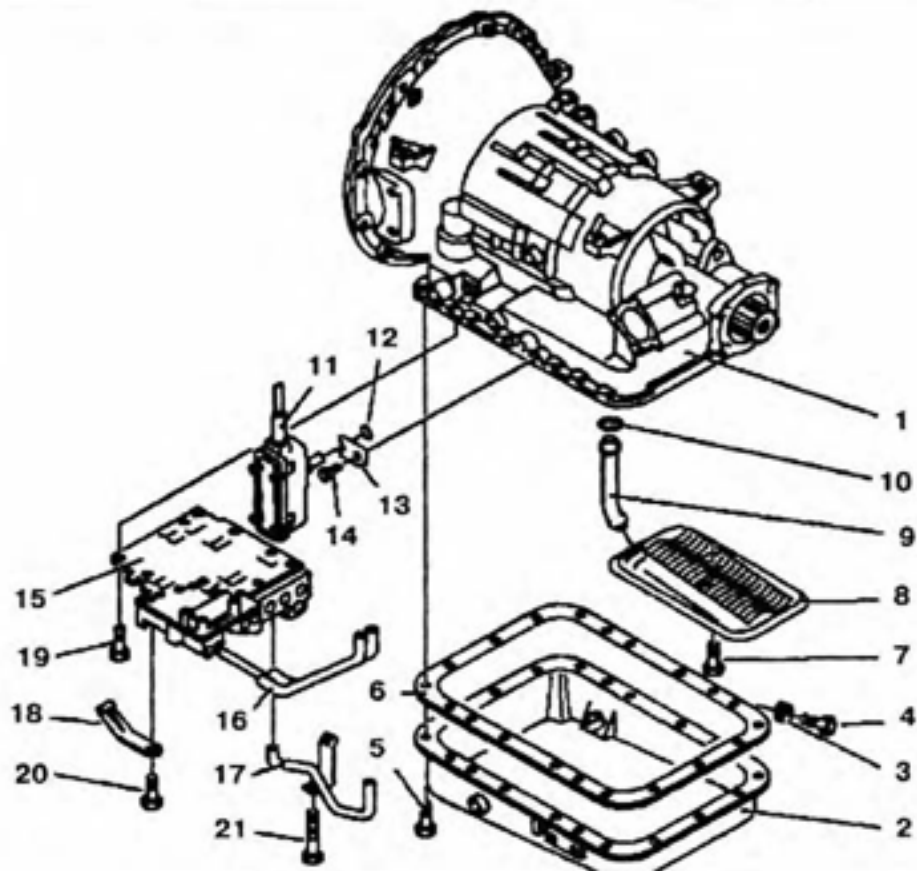


Рисунок 2.12 – Коробка клапанів перемикачів передач

1 – АКПП; 2 – піддон; 3, 10, 12 – ущільнювальні кільця; 4 – зливна пробка; 5, 14, 19, 20, 21 – болти; 6 – прокладка; 8 – масляний фільтр; 9 – маслозбірник; 11 – модулятор; 13 – кронштейн; 15 – коробка клапанів перемикачів передач; 16, 17 – маслопроводи; 18 – пружина

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз існуючих конструкцій стендів та вибір конструктивної схеми

У практиці ремонту агрегатів трансмісії застосовується декілька типів стендів для розбирання та складання коробок передач, які відрізняються конструктивним виконанням, способом фіксації агрегату та функціональними можливостями. Аналіз таких конструкцій дозволяє оцінити їх придатність для використання на дільниці ремонту КПП та обґрунтувати вибір раціональної конструктивної схеми для подальшої розробки.

Найпростішими є стаціонарні стенди без можливості повороту коробки передач, приклад яких наведено на рисунку 3.1. Такі стенди мають жорстку раму



Рисунок 3.1 – Стенд стаціонарний

і прості кріпильні елементи для фіксації агрегату в одному положенні. Їх основними перевагами є проста конструкція, висока надійність та невисока собівартість. Разом з тим відсутність можливості зміни просторового положення коробки передач обмежує доступ до окремих поверхонь корпусу, що ускладнює виконання розбірно-складальних операцій і призводить до збільшення фізичного навантаження на працівників.

Поширеними на ремонтних підприємствах є поворотні стенди для коробок передач, приклади яких наведено на рисунку 3.2. Такі стенди оснащуються



Рисунок 3.2 – Стенд поворотний

поворотним вузлом, який дозволяє змінювати положення агрегату відносно вертикальної або горизонтальної осі та фіксувати його в необхідному положенні. Застосування поворотних стендів значно підвищує зручність обслуговування, скорочує тривалість ремонтних операцій та зменшує ризик травматизму. Недоліком даного типу конструкцій є підвищені вимоги до міцності несучих елементів та

ускладнення конструкції поворотного механізму.



Рисунок 3.3 – Універсальний
стенд для КПП, АКПП

Окрему групу складають універсальні стени з регульованими кріпленнями, приклади яких показано на рисунку 3.3. Вони дозволяють закріплювати коробки передач різних типів і габаритів за рахунок змінних або регульованих адаптерів. Перевагою таких стендів є висока універсальність та можливість використання на дільницях з різнотипним обладнанням. Водночас надмірна універсальність може призводити до зменшення жорсткості

конструкції та зниження точності фіксації агрегату.

З урахуванням умов дільниці ремонту коробок передач, необхідності обслуговування як механічних, так і автоматичних коробок передач, а також вимог до безпеки та ергономіки, найбільш доцільною є використання універсального підлогового стенда для розбирання, складання та випробування агрегатів трансмісії, зокрема коробок передач.

3.2 Призначення, обґрунтування необхідності та опис конструкції розроблюваного стенда

У процесі обслуговування Mercedes-Benz Varіo значну частину робіт становлять операції, які потребують надійної фіксації агрегатів, зручного доступу до їхніх вузлів і забезпечення безпечних та ергономічних умов праці. Застосування стандартних слюсарних верстаків або допоміжних підставок не завжди дозволяє виконувати ці вимоги в повному обсязі, особливо під час ремонту автоматичних коробок передач, які характеризуються значною масою та складною конструкцією.

Виникає потреба у використанні спеціалізованого обладнання – універсального підлогового стенда для розбирання, складання та випробування агрегатів трансмісії, зокрема механічних і автоматичних коробок передач. Застосування такого стенда дозволяє зменшити фізичне навантаження на

ремонтний персонал, підвищити продуктивність праці та покращити якість виконаних заходів.

Розроблюваний стенд призначений для виконання повного комплексу операцій з агрегатами трансмісії в умовах ремонтної дільниці. Він забезпечує жорстку фіксацію коробки передач у робочому положенні, можливість провертання валів під час складання та контрольних операцій, а також зручний доступ до всіх елементів корпусу агрегату. Універсальність конструкції дозволяє використовувати стенд для коробок передач різних типів і габаритів без суттєвих конструктивних змін.

Стенд виконано у вигляді стаціонарної підлогової установки рамного типу з жорсткою зварною опорною рамою зі сталевого профільного прокату. Рама забезпечує стійкість конструкції та сприймає навантаження від маси агрегатів трансмісії і зусиль, що виникають під час ремонтних робіт.

На опорній рамі розміщені вузли встановлення і фіксації коробки передач, що включають кріпильні плити, фланці та регульовані елементи. Закріплення агрегату здійснюється через штатні отвори корпусу, що забезпечує надійну фіксацію та універсальність застосування стенда, а також швидке встановлення і зняття коробки передач.

Його оснащено опорними вузлами з підшипниками, які дозволяють провертати вали коробки передач під час складання та контрольних операцій. Це забезпечує можливість перевірки плавності обертання та правильності збирання механізмів без встановлення коробки передач на автомобіль.

Коробку передач встановлюють на стенд за допомогою підйимального пристрою та фіксують у кріпильних вузлах, після чого виконують операції з розбирання, складання, регулювання або випробування. Після завершення робіт агрегат знімають зі стенда та передають на подальший етап технологічного процесу.

3.3 Розрахунок міцності та жорсткості опорної рами стенда

Опорна рама стенда є основним несучим елементом конструкції, який сприймає навантаження від маси агрегатів трансмісії та зусиль, що виникають під

час виконання розбірно-складальних і випробувальних робіт. Метою розрахунку є перевірка рами на міцність і жорсткість та обґрунтування вибору її конструктивних елементів.

Вихідні дані для розрахунку	
маса найважчого агрегату трансмісії, що встановлюється на стенд	$m = 1800$ кг
прискорення вільного падіння	$g = 9,81$ м/с ²
коефіцієнт динамічності, що враховує ривки та ударні навантаження	$k_d = 1,3$
довжина прольоту поздовжніх балок рами	$L = 1,0$ м
матеріал рами конструкційна сталь Ст3 (S235)	з межею текучості $R_e = 235$ МПа
допустиме напруження	$[\sigma] = 0,6 \cdot R_e = 141$ МПа.

Визначення розрахункового навантаження.

Вага агрегату: $G = m \cdot g = 180 \cdot 9,81 = 1765,8$ Н.

З урахуванням динамічних навантажень:

$$P = k_d \cdot G = 1,3 \cdot 1765,8 = 2295,5 \text{ Н.}$$

Навантаження рівномірно розподіляється між двома поздовжніми балками:

$$P_1 = \frac{P}{2} = 1147,75 \text{ Н.}$$

Приймається профільна труба розміром $60 \times 40 \times 3$ мм.

Момент інерції перерізу: $I = 273852$ мм⁴.

Момент опору: $W = \frac{I}{h/2} = 27385230 = 9128$ мм³

Напруження згину: $\sigma = \frac{M_{max}}{W} = 286937,59128 = 31,4$ МПа.

Умова міцності: $\sigma \leq [\sigma], 31,4 \leq 141$.

Запас міцності: $n = \frac{[\sigma]}{\sigma} \approx 4,5$.

Прогин балки при центральному навантаженні: $f = \frac{P_1 L^3}{48EI}, f \approx 0,42$ мм.

Отримане значення значно менше допустимого, отже умова жорсткості виконується.

3.4 Розрахунок вала та підшипникових опор станда

Вал станда використовується для підтримки та контрольованого провертання агрегатів трансмісії під час складання і випробувань. Вал працює в умовах комбінованого навантаження – згину та кручення, тому його необхідно перевірити на міцність і довговічність.

відстань між підшипниковими опорами	L=400 мм
радіальне навантаження на вал	P=1000 Н
крутний момент	T=120 Н·м = 120000 Н·мм
матеріал вала	сталь 45
допустиме еквівалентне напруження	$[\sigma_{eq}] = 80$ МПа

Визначення згинального моменту.

$$M_{max} = \frac{P \cdot L}{4} = \frac{1000 \cdot 400}{4} = 100000 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Для суцільного круглого вала напруження згину: $\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$.

дотичні напруження від кручення: $\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$.

Еквівалентне напруження: $\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$, $\sigma_{eq} \approx 66,9$ МПа.

Після підбору приймаємо стандартний діаметр вала: $d = 30$ мм.

Умова міцності: $\sigma_{eq} \leq [\sigma_{eq}]$, $66,9 \leq 80$.

Реакції в підшипниках: $R_1 = R_2 = \frac{P}{2} = 500$ Н.

Для опор обираються радіальні кулькові підшипники типорозміру 6206.

Еквівалентне навантаження: $P_{eq} = 500$ Н.

Розрахунок довговічності:

$$L_d = \left(\frac{C}{P_{eq}}\right)^3 \cdot 10^6.$$

де $C = 19000$ Н – динамічна вантажопідйомність підшипника.

$$L_d \approx 5,5 \cdot 10^{10} \text{ об.}$$

Ресурс підшипників у годинах роботи перевищує вимоги експлуатації, що свідчить про значний запас довговічності.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Загальні положення та значення охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту коробок передач

Безпека життєдіяльності та охорона праці займають важливе місце в системі організації виробничої діяльності на підприємствах автомобільного транспорту. Їх дотримання є необхідною умовою забезпечення стабільної роботи персоналу, підвищення ефективності виробничих процесів і збереження здоров'я працівників. Особливо актуальними ці питання є під час виконання робіт з діагностики, технічного обслуговування та ремонту коробок передач, які характеризуються підвищеною складністю та потенційною небезпекою.

Ремонт і обслуговування механічних та автоматичних коробок передач пов'язані з виконанням значної кількості технологічних операцій, що потребують застосування фізичної сили, спеціалізованого інструменту, підіймально-транспортних засобів і стаціонарного обладнання. У процесі виконання таких робіт працівники можуть зазнавати дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів, до яких належать механічні травмувальні чинники, електричний струм, підвищений рівень шуму, вібрація, а також контакт з мастильними матеріалами та технічними рідинами. Нехтування вимогами охорони праці в таких умовах може призвести до виникнення нещасних випадків, професійних захворювань і зниження працездатності персоналу.

Складність конструкції коробок передач сучасних автомобілів, зокрема автоматичних трансмісій, обумовлює необхідність виконання точних і відповідальних операцій, що потребують високого рівня зосередженості та уваги з боку працівника. Наявність важких і габаритних деталей, обертових вузлів та з'єднань підвищує ризик травмування у разі неправильних дій або використання несправного обладнання. Тому організація безпечних умов праці повинна враховувати специфіку технологічного процесу ремонту коробок передач та особливості застосовуваного обладнання.

Охорона праці в процесі технічного обслуговування і ремонту коробок передач передбачає комплекс організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів, спрямованих на створення безпечного виробничого

середовища. До таких заходів належать раціональна організація робочих місць, використання справного та сертифікованого обладнання, дотримання технологічної дисципліни, а також систематичне навчання персоналу безпечним прийомам роботи.

Важливу роль у забезпеченні безпеки відіграє правильна організація технологічного процесу ремонту. Застосування спеціалізованих стендів для розбирання і складання коробок передач, підймальних пристроїв та допоміжних механізмів дозволяє зменшити фізичне навантаження на працівників і знизити ймовірність виникнення травмонебезпечних ситуацій. Крім того, механізація окремих операцій сприяє підвищенню точності виконання робіт і покращенню їх якості.

Основною метою охорони праці під час технічного обслуговування і ремонту коробок передач є створення таких умов, за яких вплив небезпечних і шкідливих факторів або повністю усувається, або зводиться до мінімально можливого рівня. Це досягається шляхом впровадження безпечних технологій, застосування засобів колективного та індивідуального захисту, а також контролю за дотриманням встановлених правил і вимог безпеки.

Забезпечення належного рівня охорони праці має не лише соціальне, але й економічне значення. Зменшення виробничого травматизму і професійних захворювань сприяє скороченню втрат робочого часу, підвищенню продуктивності праці та зниженню витрат на ліквідацію наслідків аварійних ситуацій. Таким чином, охорона праці є важливим елементом ефективної діяльності підприємств автомобільного транспорту та невід'ємною складовою системи управління виробництвом.

4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час ремонту коробок передач

Під час виконання робіт з діагностики, технічного обслуговування та ремонту коробок передач на працівників ділянки впливають різноманітні небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Їх аналіз є необхідним етапом для

розроблення ефективних заходів з охорони праці та забезпечення безпечних умов виконання робіт.

До механічних небезпечних факторів належать рухомі та обертові елементи обладнання, зокрема вали, фланці та приводні частини стендів, а також підіймально-транспортні пристрої. Значну небезпеку становлять масивні деталі коробок передач, які мають велику масу і можуть спричинити травмування у разі падіння або ненадійної фіксації. Особливої уваги потребують операції з демонтажу та встановлення агрегатів, під час яких можливі удари, защемлення кінцівок або порушення стійкості обладнання.

Електричні небезпечні фактори пов'язані з використанням електрифікованого інструменту, електроприводів стендів, освітлювальних установок та допоміжного обладнання. Небезпека ураження електричним струмом може виникати внаслідок пошкодження ізоляції кабелів, несправності вимикачів, порушення правил експлуатації електрообладнання або підвищеної вологості в приміщенні. Тому справність електричних мереж і обладнання має постійно контролюватися.

До хімічних шкідливих факторів належать мастильні матеріали, трансмісійні масла, очисні рідини та продукти зносу деталей. Контакт із такими речовинами може викликати подразнення шкіри, алергічні реакції або інші негативні наслідки для здоров'я, особливо за тривалого впливу. Накопичення парів мастильних матеріалів у повітрі робочої зони також може погіршувати самопочуття працівників.

Фізичні фактори включають підвищений рівень шуму та вібрації, які виникають під час роботи з механізованим інструментом, пресами або при випробуванні коробок передач. Тривалий вплив шуму негативно впливає на нервову систему, знижує увагу та може призводити до швидкої втоми.

Важливу роль відіграють також ергономічні фактори, зокрема значні фізичні навантаження, вимушені робочі пози, повторюваність рухів і необхідність виконання точних операцій. Нераціональна організація робочого місця або неправильне планування технологічного процесу можуть призводити до перевтоми та зниження безпеки праці.

4.3 Вимоги безпеки до організації робочого місця та виробничого середовища

Безпечна організація робочого місця є одним із ключових чинників зниження виробничого травматизму під час ремонту коробок передач. Робочі місця повинні бути організовані з урахуванням технологічної послідовності виконання операцій та забезпечувати зручний і безпечний доступ до обладнання, інструменту й агрегатів.

Розміщення обладнання на ділянці ремонту коробок передач має забезпечувати достатні проходи між робочими зонами та вільний доступ до стендів і підймальних пристроїв. Робочі поверхні повинні бути рівними, неслизькими та очищеними від мастильних матеріалів, що зменшує ризик падінь і травмування.

Стенди для розбирання, складання та випробування коробок передач повинні бути стійкими, надійно закріпленими та відповідати умовам експлуатації. Перед початком роботи необхідно перевіряти справність фіксуючих механізмів, відсутність люфтів і пошкоджень конструктивних елементів. Забороняється експлуатація обладнання з явними дефектами або несправностями.

Інструмент і пристрої повинні зберігатися у спеціально відведених місцях, що виключає можливість їх випадкового падіння. Робочі місця мають бути забезпечені достатнім освітленням, яке дозволяє чітко контролювати виконання операцій і зменшує навантаження на зір.

Виробниче приміщення повинно мати ефективну систему вентиляції, яка забезпечує видалення парів мастильних матеріалів і підтримання сприятливого мікроклімату. Раціональні умови праці сприяють зниженню втомлюваності працівників і підвищенню рівня безпеки.

4.4 Вимоги безпеки під час виконання робіт з розбирання, складання та випробування коробок передач

Під час виконання робіт з розбирання та складання коробок передач необхідно дотримуватися встановленої технологічної послідовності та застосовувати лише справний інструмент і пристрої. Перед початком робіт

коробку передач слід надійно закріпити на стенді або підйимальному пристрої, переконавшись у стійкості її положення.

Демонтаж і встановлення коробок передач повинні виконуватися з використанням підйимально-транспортних засобів, що зменшує фізичне навантаження на працівників і знижує ризик травмування. Забороняється виконувати роботи під піднятим вантажем або залишати агрегат у підвішеному стані без нагляду.

Під час використання механізованих пристроїв, знімачів і пресів необхідно дотримуватися вимог безпеки та не перевищувати допустимі зусилля. Всі операції слід виконувати плавно, уникаючи різких рухів, які можуть призвести до зриву деталей або пошкодження обладнання.

Випробування коробок передач на стенді повинні проводитися лише після перевірки правильності складання агрегату та надійності його фіксації. Оберткові елементи мають бути захищені, а зона випробувань – огорожена від сторонніх осіб. Провертання валів дозволяється виконувати тільки за відсутності інструменту та сторонніх предметів у робочій зоні.

Дотримання вимог безпеки під час виконання розбірно-складальних і випробувальних робіт дозволяє значно знизити ризик нещасних випадків, підвищити якість ремонту та забезпечити безперебійну роботу дільниці ремонту коробок передач.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра виконано розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту механічних і автоматичних коробок передач автомобіля Mercedes-Benz Vario, зокрема МКПП 710.6, 711.613 та АКПП 723.345.

У загальнотехнічному розділі розглянуто призначення та роль трансмісії в силовій схемі автомобіля, наведено коротку технічну характеристику Mercedes-Benz Vario, проаналізовано конструктивні особливості механічних і автоматичних коробок передач, виконано їх порівняльний аналіз та узагальнено характерні несправності, що виникають у процесі експлуатації.

У технологічному розділі розроблено технологічний процес діагностики, технічного обслуговування, ремонту КПП. Наведено технологічну схему діагностики, визначено трудомісткість і тривалість ремонтних робіт, обґрунтовано чисельність виробничих робітників, кількість робочих постів, площу ділянки та потребу в основному технологічному обладнанні. Детально описано операції з розбирання, складання та регулювання механічних і автоматичних коробок передач.

У конструкторському розділі проаналізовано існуючі конструкції стендів та обґрунтовано вибір універсального підлогового стенда для розбирання, складання та випробування коробок передач. Виконано розрахунки міцності й жорсткості опорної рами, а також розрахунок вала та підшипникових опор, які підтверджують працездатність і надійність розробленої конструкції.

Розглянуто небезпечні та шкідливі виробничі фактори, визначено основні вимоги безпеки до організації робочого місця й виконання ремонтних робіт, що сприяє зменшенню виробничого травматизму.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.
2. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / Укладачі: Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
3. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
4. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
5. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів: навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль: ТДТУ, 2009. 108
6. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
7. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
8. Навчально-методичний посібник до практичних заняття з дисципліни «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» для студентів освітнього ступеня „бакалавр" усіх спеціальностей та форм навчання / Укладачі : О. Я. Гурик, І. Б. Окіпний, В. С. Сенчишин, С. Ю. Мариненко, О. І. Король. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2025. 123 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. – ТНТУ ім. І.Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 236 с.

10. 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: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
11. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
12. 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.
13. Гевко І. Б., Рогатинський Р. М., Ляшук О. Л., Гудь В. З., Левкович М. Г., Сташків М. Я., Сіправська М. Д. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
14. Автомобілі. Теорія: навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
15. ZF Friedrichshafen AG. Manual Transmissions – Design and Service. – Friedrichshafen, Germany, 2016. – 368 p.
16. Naunheimer H., Bertsche B., Ryborz J., Novak W. Automotive Transmissions: Fundamentals, Selection, Design and Application. – Berlin : Springer, 2011. – 720 p.
17. Mercedes-Benz AG. Mercedes-Benz Vario Workshop Manual. Transmission Systems. – Stuttgart, Germany, 2003. – 520 p.
18. ELARTU – Інституційний репозитарій ТНТУ імені Івана Пулюя.

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

2.3 Визначення трудомісткості робіт з діагностики, ТО та ремонту КПП

$T_{\text{одн}}$ – трудомісткість робіт на одну коробку передач, люд.-год;

t_i – трудомісткість окремої i -тої операції, люд.-год;

$i = 1$ – кількість операцій, що входять до технологічного процесу;

N_j – кількість автомобілів з відповідним типом коробки передач;

k_j – середня частота ремонту коробки передач за рік;

T_j – трудомісткість ремонту однієї коробки передач відповідного типу.

2.4 Визначення тривалості технологічного процесу ремонту коробки передач

τ – тривалість технологічного процесу ремонту однієї коробки передач, год;

$T_{\text{одн}}$ – трудомісткість ремонту однієї коробки передач, люд.-год;

n – кількість робітників, які одночасно виконують ремонтні роботи.

2.5 Обґрунтування чисельності виробничих робітників дільниці ремонту коробок передач

N – необхідна кількість виробничих робітників, осіб;

$T_{\text{річ}}$ – річна трудомісткість робіт, люд.-год;

$F_{\text{еф}}$ – ефективний фонд робочого часу одного робітника, год/рік;

η – коефіцієнт використання робочого часу.

2.6 Обґрунтування кількості робочих постів ремонту КПП

$n_{\text{п}}$ – необхідна кількість робочих постів, од.;

$T_{\text{річ}}$ – річна трудомісткість робіт, люд.-год/рік;

$F_{\text{п}}$ – ефективний фонд робочого часу одного поста, год/рік.

2.7 Розрахунок площі дільниці ремонту коробок передач

S – загальна площа дільниці, м²;

$n_{\text{п}}$ – кількість робочих постів, од.;

$S_{\text{п}}$ – нормативна площа одного поста, м²;

k – коефіцієнт, що враховує допоміжні площі та проходи.