

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана
Пулюя»

Відділення транспорту та інженерної механіки

(повна назва відділення)

Циклова комісія автомобільного транспорту

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра

перший (бакалаврський)

(рівень вищої освіти)

на тему: Підвищення ефективності технологічного процесу діагностики
і ремонту коробки перемикач передач автомобіля Citroen C5

Виконав студент: III курсу, групи АТб-706

напряму підготовки (спеціальності)

274 Автомобільний транспорт

Автомобільний транспорт

(освітньо-професійна програма)

Довгалюк М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дутка Я.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Навроцька Т.Д.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Довгалиук М.В. Підвищення ефективності технологічного процесу діагностики і ремонту коробки перемикач передач автомобіля Citroën C5: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. 81 с.

У кваліфікаційній роботі виконано дослідження та розроблено заходи щодо підвищення ефективності технологічного процесу діагностики і ремонту коробки перемикач передач автомобіля Citroën C5 на прикладі покоління X7. Приділено увагу розробці технологічного плану ремонтних операцій з урахуванням типу та конструкції коробки передач, запропоновано заходи щодо зменшення трудомісткості ремонту.

Ключові слова: Citroën C5, коробка передач, BE4R, диференціал, шестерня, вісь, синхронізатор, оснащення, ремонт КПП, технічний стан, несправності, технічне обслуговування, діагностичне обладнання, експлуатаційна надійність, підвищення ефективності.

ABSTRACT

Dovhaliuk Mykola. Improving the efficiency of the technological process of diagnostics and repair of the gearbox of the Citroën C5 car: qualifying work for obtaining a bachelor's degree in specialty 274 Automotive transport. Ternopil: Separate Structural Subdivision "Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University", 2026. 81 p.

The qualification work has conducted research and developed measures to improve the efficiency of the technological process of diagnostics and repair of the gearbox of the Citroën C5 car using the example of the X7 generation. Attention is paid to the development of a technological plan for repair operations taking into account the type and design of the gearbox, measures are proposed to reduce the labor intensity of the repair.

Keywords: Citroën C5, gearbox, BE4R, differential, gear, axle, synchronizer, equipment, gearbox repair, technical condition, malfunctions, maintenance, diagnostic equipment, operational reliability, increasing efficiency.

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення транспорту та інженерної механіки
Циклова комісія автомобільного транспорту
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Кваліфікація: бакалавр з автомобільного транспорту
Галузь знань: 27 Транспорт
Спеціальність: 274 Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма: Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
автомобільного транспорту

_____ Микола ВЕНГЕР

«10» квітня 2026 року

ЗАВДАННЯ № 2

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

ГРУПА АТ6-706

_____ Довгалюк Микола Віталійович _____

1. Тема проекту: Підвищення ефективності технологічного процесу діагностики і ремонту коробки перемикач передач автомобіля Citroen C5.

Керівник проекту: гарантійний інспектор ТОВ «Кристал Моторс», Дутка Я.Д.

Затверджені наказом ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя» від 07.04.2026р. №4/9-186.

2. Строк подання студентом проекту: «22» червня 2026 року.

3. Вихідні дані до проекту: Технічні характеристики коробки перемикач передач автомобіля Citroen C5. Типові ознаки несправності і причини їх виникнення. Технологічні процеси діагностики і ремонту механічних коробок передач. Розрахунок виробничої програми підприємства. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони підприємства. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити): Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

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

1. План зони ТО і ПР (ф. А-1).

2. Технологічна карта на демонтаж КПП (ф. А-1).

3. Схема технологічного процесу ремонту КПП (ф. А-1).

4. Аналіз обладнання для діагностики і ремонту КПП (ф. А-1).

5. Пристосування для ремонту КПП (СК) (ф. А-1).

6. Робочі креслення деталей пристосування (разом ф. А-1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека життєдіяльності			

7. Дата видачі завдання «10» квітня 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Загально-технічний розділ	22.05.2026	
2.	Технологічний розділ	29.05.2026	
3.	Конструкторський розділ	05.06.2026	
4.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	10.06.2026	
5.	Розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра	17.06.2026	
6.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	22.06.2026	

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Микола ДОВГАЛЮК
(ім'я та прізвище)

Яків ДУТКА
(ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Призначення, будова та принцип роботи коробки передач автомобіля Citroën C5 X7	9
1.2 Опис автомобіля Citroën C5 X7	14
1.3 Характерні несправності КПП	17
1.4 Методи діагностування технічного стану коробки передач	18
1.5 Аналіз існуючого технологічного процесу ремонту КПП	19
1.6 Обґрунтування напрямків підвищення ефективності ремонту КПП	20
1.7 Особливості діяльності зони ТО і ПР	21
1.8 Аналіз обладнання і оснащення зони ТО і ПР	22
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	25
2.1 Технологічний розрахунок універсальної СТО	25
2.1.1 Вихідні дані для проектування	25
2.1.2 Середньорічний пробіг автомобілів	25
2.1.3 Визначення кількості технічних впливів	26
2.1.4 Режим роботи СТОА	26
2.1.5 Визначення трудомісткості технічних впливів	26
2.1.6 Розрахунок річної виробничої програми	27
2.1.6.1 Розрахунок річної виробничої програми міських СТОА	27
2.1.6.2 Розрахунок загальної трудомісткості робіт по ТО і ПР	29
2.1.7 Розподіл трудомісткості ТО і ПР по видах робіт СТОА	29
2.1.7.1 Визначення обсягу робіт по самообслуговуванню	30
2.2 Технологічний процес технічного обслуговування КПП	32
2.3 Технологічний процес зняття КПП взборі	33

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Довгалак М.В.</i>			<i>Підвищення ефективності технологічного процесу діагностики і ремонту коробки перемикач автомобіля Citroen C5</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Дутка Я.Д.</i>					5	81
Реценз.		<i>Навроцька Т.Д.</i>				<i>ВСП «ТФК ТНТУ»</i>		
Н. контр.		<i>Залуцький С.З.</i>						
Затверд.								

2.4 Технологічний процес ремонту КПП	40
2.5 Опис оснащення для проведення ремонту	53
2.6 Технологічний план виконання ремонтних операцій	56
2.7 Заходи щодо зниження трудомісткості ремонту	60
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	61
3.1 Опис стенда для розбирання коробок передач	61
3.2 Розрахунок конструкції стенда	63
3.2.1 Вихідні дані	63
3.2.2 Визначення сили ваги	63
3.2.3 Розрахунок згинального моменту	63
3.2.4 Перевірка стійки на міцність	64
3.2.5 Перевірка на перекидання	64
3.2.6 Навантаження на колеса	65
3.2.7 Висновок про придатність конструкції	65
3.3 Огляд існуючих стендів для ремонту коробок передач	65
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	69
4.1 Організація робіт з охорони праці на підприємстві	69
4.2 Основні вимоги безпеки до технологічних процесів в умовах СТО	70
4.3 Виробнича санітарія в зоні ТО і ПР СТО	72
4.4 Розрахунок вентиляції зони ТО і ПР	74
4.5 Розрахунок штучного освітлення зони ТО і ПР	76
ВИСНОВКИ	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	81
ДОДАТКИ	82

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Сучасний автомобільний транспорт є невід'ємною складовою економіки та повсякденного життя суспільства. Зростання кількості транспортних засобів, ускладнення їх конструкції та підвищення вимог до надійності й безпеки експлуатації зумовлюють необхідність удосконалення процесів технічного обслуговування і ремонту. Особливу роль у забезпеченні працездатності автомобіля відіграє трансмісія, зокрема коробка перемикання передач (КПП), яка є одним із найбільш навантажених і відповідальних вузлів.

Експлуатація автомобілів у складних дорожніх та кліматичних умовах призводить до інтенсивного зношування деталей КПП, що в свою чергу викликає необхідність проведення ремонту. При цьому ефективність технологічного процесу ремонту безпосередньо впливає на якість відновлення, тривалість простою транспортного засобу та економічні витрати підприємства. У зв'язку з цим особливого значення набувають питання вдосконалення організації та технології ремонту агрегатів, зокрема для автомобілів сучасних моделей, таких як Citroen C5 X7.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає у необхідності підвищення ефективності технологічного процесу ремонту коробки перемикання передач шляхом оптимізації операцій, удосконалення застосовуваного обладнання та впровадження сучасних методів діагностики й відновлення. Це дозволить зменшити трудомісткість робіт, скоротити час ремонту, підвищити якість виконаних операцій та забезпечити економічну доцільність виробничого процесу.

Об'єктом дослідження є технологічний процес ремонту КПП автомобіля Citroen C5 X7.

Предметом дослідження є методи, засоби та організаційно-технологічні рішення, спрямовані на підвищення ефективності ремонту коробки перемикання передач.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						7
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Метою роботи є розробка заходів щодо підвищення ефективності технологічного процесу ремонту КПП автомобіля Citroen C5 X7.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати конструктивні особливості коробки перемикачів передач автомобіля Citroen C5 X7;
- дослідити існуючий технологічний процес ремонту КПП;
- визначити основні несправності та причини їх виникнення;
- оцінити ефективність організації ремонту та виявити її недоліки;
- розробити пропозиції щодо удосконалення технологічного процесу ремонту;
- обґрунтувати техніко-економічну доцільність запропонованих заходів.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання розроблених рекомендацій на підприємствах технічного обслуговування для підвищення якості ремонту та зниження витрат часу і ресурсів.

Таким чином, підвищення ефективності технологічного процесу ремонту КПП є важливим напрямом удосконалення технічної експлуатації автомобілів, що сприяє забезпеченню їх надійності, безпеки та економічності.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						8
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Призначення, будова та принцип роботи коробки передач автомобіля Citroën C5 X7

Коробка передач є одним із основних агрегатів трансмісії автомобіля, призначеним для зміни величини крутного моменту, що передається від двигуна до ведучих коліс, забезпечення руху заднім ходом та тривалого роз'єднання двигуна з трансмісією. Застосування коробки передач дозволяє двигуну працювати в оптимальному діапазоні обертів незалежно від умов руху автомобіля.

На автомобілях Citroën C5 X7 залежно від модифікації встановлювалися механічні та автоматичні коробки передач. Найбільш поширеними є п'яти та шестиступеневі механічні коробки передач і автоматичні коробки передач типу Aisin AM6.

Принцип роботи коробки передач полягає у зміні передаточного числа між двигуном та ведучими колесами шляхом вибору відповідної передачі. На нижчих передачах забезпечується збільшення тягового зусилля, а на вищих – зменшення частоти обертання двигуна при збільшенні швидкості руху автомобіля.

Надійна робота коробки передач залежить від технічного стану всіх її елементів, якості мастила та дотримання правил експлуатації.

Типи КПП, що можуть встановлюватися на автомобіль Citroen C5 в залежності від комплектації: BE4R, MCM, ML6C, MCR. [3]

Автомобілі, які поставлялися на Український ринок, здебільшого комплектувалися механічна коробка передач типу «BE4R» – це двовальна КПП, з п'ятьма передачами переднього ходу та однією – заднього, із синхронізаторами на всіх передачах переднього ходу. [3]

Коробка передач виконана в одному вузлі з головною передачею та диференціалом. Її корпус складається з трьох елементів, виготовлених із

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

алюмінієвого сплаву: картера зчеплення, об'єднаного з картером коробки передач, проміжного картера та задньої кришки.

Первинний вал має збірну конструкцію. На його шліцьовій частині закріплено блок ведучих шестерень першої–четвертої передач, а також ведучу шестерню п'ятої передачі. Усі ведучі шестерні постійно знаходяться в зачепленні з відповідними веденими шестернями передач переднього ходу. Передачі виконані у вигляді циліндричних косозубих шестерень, за винятком механізму заднього ходу, де використовуються прямозубі шестерні. [3]

Вторинний вал має порожнисту конструкцію, що забезпечує подачу мастила до підшипників ведених шестерень. На ньому розташовані ведені шестерні, синхронізатори передач переднього ходу та ведуча шестерня головної передачі, виконана як єдине ціле з валом. Кожна ведена шестерня обладнана додатковим прямозубим вінцем, з яким під час увімкнення передачі взаємодіє ковзна муфта синхронізатора.

Для опори валів використовуються підшипники двох типів: спереду встановлені роликові, а ззаду — кулькові. Роликові підшипники призначені для сприйняття значних радіальних навантажень, тоді як кулькові одночасно витримують як радіальні, так і осьові навантаження, що виникають у процесі роботи косозубих передач. Від осьового зміщення вали утримуються кульковими підшипниками, які розміщені в проміжному картері. [3]

У конструкції коробки передач використано конічний двосателітний диференціал. Необхідний попередній натяг підшипників забезпечується регулюванням спеціальною гайкою, розташованою з боку лівого приводу.

Ведена шестерня головної передачі закріплена на фланці корпусу диференціала за допомогою болтового з'єднання. Усередині корпусу диференціала встановлено два сателіти та дві півосьові шестерні. Сателіти обертаються на осі, жорстко зафіксованій у корпусі диференціала.

Хвостовики внутрішніх шарнірів приводів коліс входять у зачеплення з півосьовими шестернями та утримуються в них за допомогою пружинних стопорних кілець.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

Герметичність вузла забезпечується сальниками, які запресовані в посадкові місця картера та працюють по циліндричних поверхнях хвостовиків приводів.

Для захисту внутрішньої порожнини коробки передач від потрапляння води та пилу передбачений сапун, розташований у верхній частині КПП. Через сапун також здійснюється заливання трансмісійної оливи в коробку передач.

Важіль керування коробкою передач встановлений на центральному тунелі кузова в пластиковому корпусі механізму керування. Передача зусилля від важеля до механізму перемикачів здійснюється за допомогою тросового приводу. З іншого боку троси з'єднані з механізмом перемикачів передач, розташованим безпосередньо на коробці передач, що забезпечує точне та надійне керування процесом вибору передач.

Рівень масла в коробці повинен бути на рівні нижньої кромки контрольного отвору.

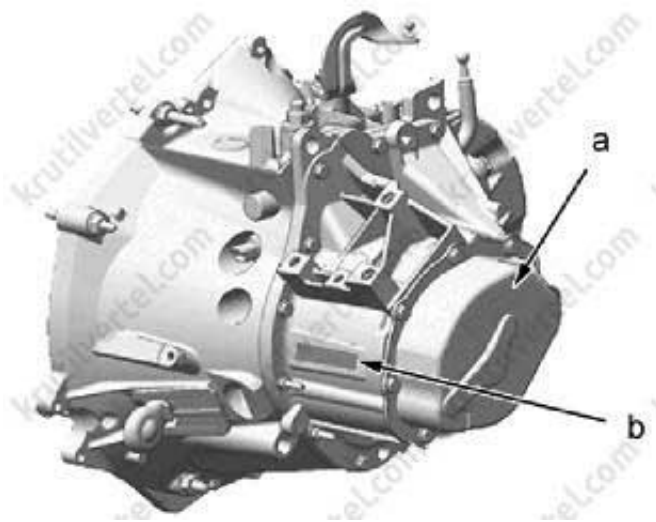


Рисунок 1.1 – Коробка передач VE4R:

«а» – місце гравіювання заводського номера та марки коробки передач;

«b» - ідентифікаційна табличка

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

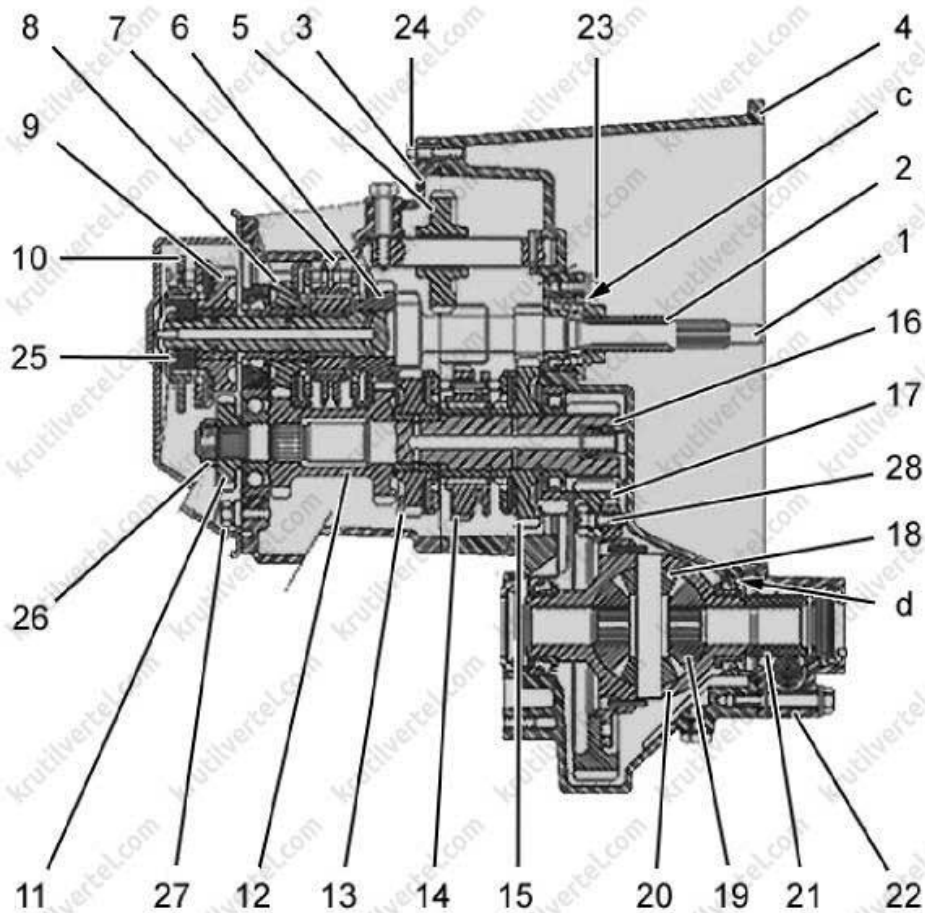


Рисунок 1.2 – Будова коробки передач BE4R:

1 - первинний вал; 2 - напрямна втулка упорного підшипника; 3 - картер коробки; 4 - картер зчеплення; 5 - проміжна шестерня заднього ходу; 6 - ведуча шестерня (третя передача); 7 - синхронізатор (третя/четверта передача); 8 - ведуча шестерня (четверта передача); 9 - ведуча шестерня (п'ята передача); 10 - синхронізатор (п'ята передача); 11 - ведена шестерня (п'ята передача); 12 - ведена шестерня (третя/четверта передача); 13 - ведена шестерня (друга передача); 14 - синхронізатор (перша/друга передача); 15 - ведена шестерня (перша передача); 16 - вторинний вал; 17 - коронна шестерня диференціалу; 18 - сателіти; 19 - планетарні шестерні; 20 - корпус диференціалу; 21 - привід спідометра; 22 - подовжувач; 23 - напрямна втулка упорного підшипника; 24 - болт; 25 - гайка первинного валу; 26 - гайка вторинного валу; 27 - болт кріплення стопорної пластини; 28 - болт коронної шестерні диференціала; «с» - щупи для регулювання: 0,70-1,95 мм; «d» - щупи для регулювання: 1,4-1,6 мм.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

12

Технічні характеристики коробки передач BE4R [3]

1. Кількість мастила:

- суха коробка передач – $1,9 \pm 0,15$ л;
- при заміні масла – $1,8 \pm 0,15$ л;

2. Марка масла: ESSO 75W80 EZL 848 або TOTAL 75W80 Н 6965

3. Контроль рівня: перевіряти рівень мастила не потрібно (за відсутності підтікань). Примітка: При кожній зміні оливи в двигуні здійснювати візуальну перевірку герметичності коробки передач.

4. Періодичність заміни мастила: не потребує заміни.

5. Заливка масла здійснюється через вентиляційний отвір 27 (див. рис. 1.3).

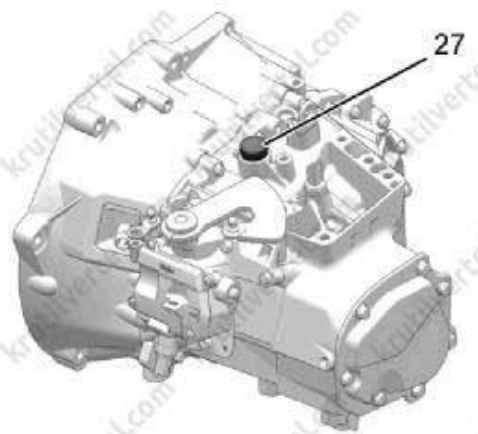


Рисунок 1.3 – Вентиляційна пробка (сапун)

Таблиця 1.1 – Передавальні числа КПП BE4R

Тип коробки передач	20DP43	20DM75	20DP55	20DP42	20DP41
Двигун	DV6TED4	DV6ATED4	EP3	EP6	EP6DT
Діаметр диференціала	84 мм	84 мм	84 мм	84 мм	84 мм
Передавальні відношення:					
Перша передач	11x38	11x38	11x38	11x38	11x38
Друга передач	15x28	15x28	15x28	15x28	15x28
Третя передач	32x37	32x37	31x40	31x40	31x40
Четверта передач	45x37	45x37	41x39	41x39	41x39
П'ята передач	50x33	50x33	47x35	47x35	47x35
Передача заднього ходу	12x31x40	12x31x40	12x31x40	12x31x40	12x31x40

1.2 Опис автомобіля Citroën C5 X7

Citroën C5 X7 є автомобілем середнього класу (клас D), який випускався французькою компанією Citroën з 2008 року. Автомобіль характеризується високим рівнем комфорту, сучасними технічними рішеннями та широким вибором силових агрегатів.



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд автомобіля в кузові універсал

Автомобіль випускається тільки з кузовами седан і універсал (див. рис. 1.4). [2]

Нове покоління моделі зросло в розмірах, а салон автомобіля вийшов просторим і містким (див. рис. 1.5). [2]

Найбільшу увагу творці приділили комфорту пасажирів. Внутрішнє оздоблення оброблено якісними і дорогими матеріалами, а також прикрашено вставками з матового алюмінію. Шумоізоляція салону зроблена аналогічно більшому Citroën C6, включаючи ламіновані бокові скла та захищене від шумів лобове скло. [2]

Покупці Citroën C5 даного покоління отримають можливість вибрати тип підвіски: крім традиційної для C5 «гідропневматики» Hydractive 3 Plus, автомобіль може оснащуватися і більш дешевою пружинною підвіскою. [2]

Гамма двигунів включає широкий вибір моторів: бензинові четвірки 1,6 і 2,0 літра, трилітровий V6 потужністю 127, 143 і 215 к.с. відповідно, а також

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

чотири турбодизеля – 1,6, 2,0, 2,2 і 2,7 літра потужністю від 100 до 208 кінських сил. Залежно від типу мотори агрегуються з 5-ти і 6-ти ступінчастими механічними трансмісіями або з 6-ти діапазонним автоматом Aisin. [2]

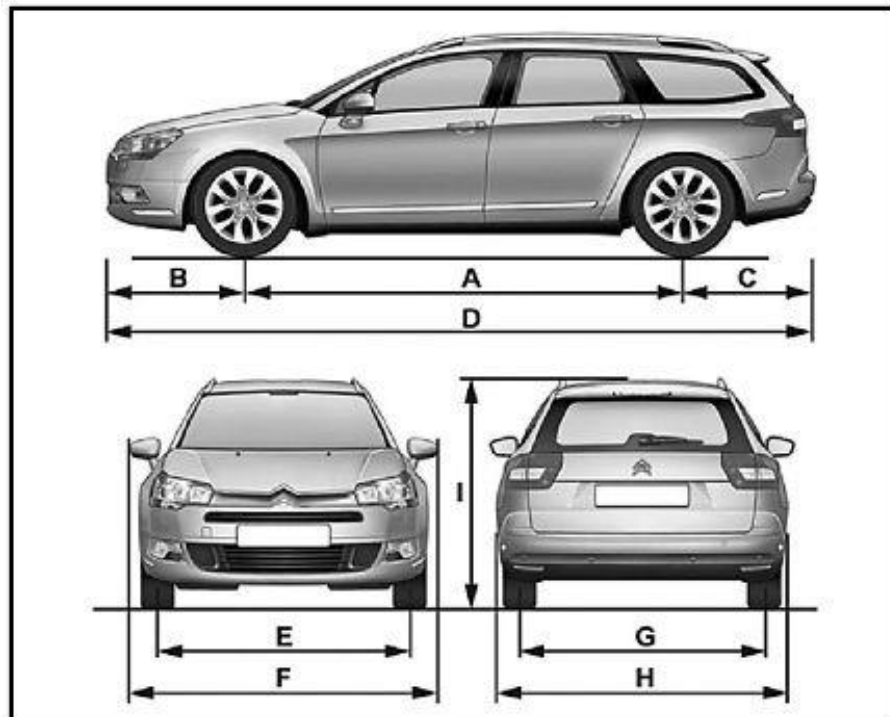


Рисунок 1.5 – Габаритні розміри автомобіля в кузові універсал (мм):
 A=2815; B=1054; C=959; D=4829; E=1586; F=2096; G=1557; H=1860; I=1470

Перелік дизельних силових агрегатів починається з 1.6-літрового чотирициліндрового HDi на 110 кінських сил. Оснащений ним седан до 96.5 км/год. розганяється за 12.2 с, універсал – за 12.5 секунд. Витрата палива сягає 5.6 та 5.5 л/100 км відповідно. Наступним у переліку є 2.0-літровий чотирициліндровий дизельний двигун. Універсал він розжене за 9.3 с, а седан за 9.1 секунд. Витрата палива становить 5.1 л/100 км для універсалу та 4.9 л/100 км для седана. Пару йому складає шестиступінчаста механічна або автоматична коробка передач. Верхню позицію дизельного переліку займає 3.0-літровий V6. Універсал з таким двигуном до 96.5 км/год. розганяється за 8.2 секунди. Витрачає автомобіль 9.6 л/100 км. Єдиний бензиновий чотирициліндровий двигун на 1.6 літра пропонує 120 кінських сил. Універсал з ним розганяється за 12.3 секунди. Витрачає 6.4 л/100 км. Седан розженеться за 12.2 секунди, витративши 6.2 л/100 км. [2]

Список стандартного устаткування включає систему електронної стабілізації ESP, від 7 до 9 подушок безпеки (в залежності від комплектації). Як додаткове обладнання пропонуються біксенонові фари, система визначення необхідного простору при парковці. Система комфортного входу-виходу відсуває і підсуває водійське сидіння до рульової колонки. У дорогих комплектаціях є навіть функція «масаж спини». [2]

На сторожі безпеки пасажирів система AFIL (попередження про мимовільному перетині лінії дорожньої розмітки). При включенні дана система фіксує (при вимкненому покажчику повороту) мимовільний перетин лінії дорожньої розмітки на автострадах та на автомагістралях при швидкості понад 80 км / год. У такій ситуації з боку перетину лінії дорожньої розмітки включаються вібродатчики, вбудовані у водійське сидіння. Таким чином система повідомляє водія про необхідність скорегувати напрямок руху автомобіля. [2]

Як додаткове обладнання на новій моделі С5 встановлюється навігаційна система останнього покоління, яка поєднує в собі такі функції, як телефон стандарту GSM, аудіосистему (радіоприймач, програвач CD і MP3, збереження музичних файлів на жорсткому диску) і навігаційну систему формату GPS. У комплект системи NaviDrive входить жорсткий диск на 30 Гб для зберігання карт місцевості (30 країн) і музичних файлів. Функція Juke Box дозволяє зберігати на диску до 180 годин музичних файлів, з частковим або повним копіюванням з дисків CD або MP3. Функція GPS передбачає режим Birdview («З висоти пташиного польоту»), який дозволяє розглянути свій маршрут на кольоровій карті в тривимірній проєкції, а також режим Carrefour («Перехрестя»), який дозволяє більш детально розглянути конкретну ділянку перетину доріг. [2]

Двері багажного відсіку універсала обладнана електроприводом, причому, щоб задати максимальну висоту, на яку вона повинна відкриватися її можна просто зупинити під час підйому, комп'ютер запам'ятає це положення і надалі буде відкривати двері на задану висоту. [2]

У новому С5 встановлено кермо другого покоління з нерухомою маточиною і клавішами управління. Клавіші управління функціями обмежувача

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

швидкості, круїз-контролю, бортового комп'ютера і комфорту (автомагнітола, телефон, управління центральним дисплеєм і інше) легко доступні і добре читаються в темноті, завдяки піктограмам з підсвічуванням. Рульове колесо нової С5 також є важливим нововведенням з точки зору безпеки: в його центральній нерухомій частині знаходиться подушка безпеки водія, яка має оптимальну форму і у разі удару більш ефективно захищає водія. [2]

У жовтні 2010 року С5 був трохи модернізований. [2]

І седан і універсал отримали фари з світлодіодними лампами денного світла замість звичайних ламп, змінені задні ліхтарі. Крім того, автомобіль отримав новий базовий бензиновий двигун з 1,6 л і потужністю 120 к.с. і два нові варіанти дизельних двигунів 1,6 л HDi на 112 к.с. і 2,2 л HDi 204 к.с. [2]

У липні 2012 року С5 був трохи модернізований вдруге, змінений передній бампер, були скориговані задні фари. [2]

Навігаційні системи MyWay та NaviDrive3D були замінені системою eMyWay. [2]

У квітні 2014 року представлена підвищена версія під назвою С5 CrossTourer. Кросовер отримав зовнішній вигляд позашляховика, подібного до Peugeot 508 RXH, але без повного приводу. Автомобіль отримав турбодизелі потужністю 140, 163 або 204 к.с. У липні 2015 року дизельні двигуни були перетворені в стандарт Євро-6 і виконувалися як BlueHDi 150 (з ручним приводом) або 180 к.с. (з автоматичною трансмісією). [2]

У травні 2017 року виробництво другого покоління С5 Х7 було припинено.

1.3 Характерні несправності КПП

У процесі експлуатації коробка передач піддається значним механічним навантаженням, що призводить до поступового зношування її деталей. Найчастіше несправності виникають через порушення правил експлуатації, недостатній рівень мастила, використання неякісних мастильних матеріалів або природне зношування деталей.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До найбільш поширених несправностей механічної коробки передач належать:

- підвищений шум під час роботи;
- утруднене перемикання передач;
- самовільне вимикання передач;
- витік трансмісійної оливи;
- вібрація та сторонні звуки;
- руйнування підшипників та синхронізаторів.

Причинами виникнення шумів можуть бути зношені зубчасті колеса або підшипники. Утруднене перемикання передач часто пов'язане зі зношуванням синхронізаторів або несправністю механізму перемикання. Самовільне вимикання передач виникає внаслідок зношування шестерень, муфт або вилок перемикання.

Своєчасне виявлення та усунення несправностей дозволяє уникнути дорогого капітального ремонту та забезпечує надійну експлуатацію автомобіля.

1.4 Методи діагностування технічного стану коробки передач

Діагностування є важливою складовою процесу технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Його основною метою є визначення технічного стану агрегату без повного розбирання та виявлення можливих несправностей.

Для діагностики коробок передач використовуються такі методи:

1. Візуальний контроль

Передбачає перевірку герметичності корпусу, стану кріплень, наявності механічних пошкоджень та витоків мастила.

2. Акустична діагностика

Полягає у визначенні несправностей за характером шумів та вібрацій під час роботи коробки передач.

3. Вібраційна діагностика

Дозволяє оцінити технічний стан підшипників, зубчастих передач та інших деталей шляхом аналізу вібраційних сигналів.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

4. Контроль мастила

Передбачає перевірку рівня, стану та наявності металевих частинок у мастилі, що може свідчити про інтенсивне зношування деталей.

5. Комп'ютерна діагностика

Застосовується переважно для автоматичних коробок передач. За допомогою спеціального програмного забезпечення зчитуються коди несправностей та параметри роботи електронної системи керування.

Комплексне використання методів діагностування дозволяє підвищити точність визначення несправностей і скоротити час ремонту.

1.5 Аналіз існуючого технологічного процесу ремонту КПП

Технологічний процес ремонту коробки передач включає сукупність операцій, спрямованих на відновлення її працездатності та технічних характеристик.

Типовий процес ремонту складається з таких етапів:

- приймання автомобіля та діагностика;
- демонтаж коробки передач;
- очищення та миття агрегату;
- розбирання;
- дефектування деталей;
- ремонт або заміна несправних елементів;
- складання коробки передач;
- регулювання та контроль;
- встановлення на автомобіль;
- випробування після ремонту.

Аналіз практики ремонтних підприємств показує, що значна частина часу витрачається на операції демонтажу, розбирання та дефектування. Також поширеними проблемами є недостатній рівень механізації робіт, використання

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

застарілого обладнання та відсутність стандартизованих процедур контролю якості.

Недоліки існуючого технологічного процесу негативно впливають на продуктивність праці та збільшують собівартість ремонту.

1.6 Обґрунтування напрямків підвищення ефективності ремонту КПП

Підвищення ефективності технологічного процесу ремонту коробок передач є важливим завданням сучасного автомобільного сервісу. Основною метою вдосконалення є скорочення трудомісткості робіт, підвищення якості ремонту та зменшення витрат ресурсів.

Основними напрямками вдосконалення технологічного процесу є:

- застосування сучасного діагностичного обладнання;
- використання спеціалізованих стендів для розбирання та складання КПП;
- удосконалення технології дефектування деталей;
- впровадження сучасних методів відновлення зношених поверхонь;
- механізація трудомістких операцій;
- оптимізація послідовності виконання ремонтних робіт;
- підвищення кваліфікації персоналу.

Використання сучасного обладнання дозволяє значно скоротити час виконання ремонтних операцій та підвищити точність контролю технічного стану деталей. Важливим резервом підвищення ефективності є також впровадження систем управління якістю та стандартизація технологічних процесів.

Таким чином, реалізація запропонованих заходів сприятиме підвищенню продуктивності праці, покращенню якості ремонту коробок передач та зменшенню експлуатаційних витрат автомобільного підприємства.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Особливості діяльності зони ТО і ПР

Зона технічного обслуговування і поточного ремонту (ТО і ПР) є одним із основних виробничих підрозділів підприємства автомобільного транспорту або станції технічного обслуговування. Її діяльність спрямована на підтримання транспортних засобів у технічно справному стані, забезпечення безпечної експлуатації та відновлення працездатності автомобілів у разі виникнення несправностей.

Основною особливістю роботи зони ТО і ПР є поєднання профілактичних та ремонтних заходів. У зоні виконуються роботи з технічного обслуговування автомобілів відповідно до регламенту виробника, а також поточний ремонт агрегатів, вузлів і систем, несправності яких виявляються під час експлуатації або діагностування.

До основних завдань зони ТО і ПР належать:

- проведення щоденного технічного огляду автомобілів;
- виконання технічного обслуговування згідно з нормативною періодичністю;
- діагностування технічного стану вузлів і агрегатів;
- усунення виявлених несправностей;
- виконання поточного ремонту двигуна, трансмісії, ходової частини, рульового керування та гальмівної системи;
- контроль якості виконаних робіт;
- підготовка автомобіля до подальшої експлуатації.

Характерною особливістю діяльності зони ТО і ПР є велика різноманітність виконуваних технологічних операцій. На відміну від спеціалізованих ремонтних дільниць, де виконуються однотипні роботи, у зоні ТО і ПР працівники повинні володіти широким спектром професійних навичок і вміти працювати з різними системами автомобіля.

Організація робочих місць у зоні ТО і ПР передбачає розміщення автомобілів на постах обслуговування, оснащених підйомниками, оглядовими

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

канавами, комплектами ручного та механізованого інструменту, діагностичним обладнанням і пристроями для виконання ремонтних операцій. Кількість постів визначається виробничою програмою підприємства та обсягом робіт.

Особливе значення для ефективної роботи зони має застосування сучасних засобів діагностики. Використання електронних діагностичних сканерів, мотор-тестерів, стендів перевірки ходової частини та спеціалізованого обладнання дозволяє оперативнo виявляти несправності та скорочувати тривалість ремонту.

При ремонті коробок передач автомобіля Citroën C5 X7 у зоні ТО і ПР виконуються роботи з діагностування трансмісії, демонтажу агрегату, його розбирання, дефектування деталей, заміни несправних елементів, складання та випробування після ремонту. Через складність конструкції сучасних трансмісій особлива увага приділяється дотриманню технологічної послідовності виконання робіт та використанню спеціального інструменту.

Ефективність функціонування зони ТО і ПР значною мірою залежить від рівня організації виробничого процесу, забезпеченості обладнанням, кваліфікації персоналу та впровадження сучасних технологій ремонту. Раціональна організація робіт дозволяє скоротити простої автомобілів, зменшити трудомісткість ремонту та підвищити якість технічного обслуговування.

Таким чином, зона технічного обслуговування і поточного ремонту є ключовим елементом виробничої структури автотранспортного підприємства, який забезпечує підтримання рухомого складу у справному технічному стані та безпечну експлуатацію транспортних засобів.

1.8 Аналіз обладнання і оснащення зони ТО і ПР

Ефективність роботи зони технічного обслуговування і поточного ремонту значною мірою залежить від рівня її технічного оснащення. Наявність сучасного обладнання, інструменту та контрольно-діагностичних засобів забезпечує якісне виконання технологічних операцій, скорочення трудомісткості робіт і підвищення продуктивності праці персоналу.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

Зона ТО і ПР обладнується робочими постами, на яких виконуються операції технічного обслуговування, діагностування та ремонту автомобілів. Кількість постів визначається виробничою програмою підприємства та обсягом робіт. Для забезпечення доступу до вузлів і агрегатів автомобіля використовуються оглядові канали або автомобільні підйомники.

Основним технологічним обладнанням зони є:

- двостійкові підйомники;
- гідравлічні домкрати;
- пересувні підйомні пристрої;
- крани-балки або гідравлічні крани для демонтажу агрегатів;
- компресорна установка для забезпечення роботи пневматичного інструменту;
- стенди для ремонту та випробування агрегатів.

Для виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту використовується широкий спектр ручного та механізованого інструменту. До нього належать набори гайкових ключів, торцевих головок, викруток, знімачів підшипників, динамометричних ключів, електричних і пневматичних гайковертів, пресів та спеціального інструменту для обслуговування окремих систем автомобіля.

Важливе місце в оснащенні зони займає діагностичне обладнання. Для визначення технічного стану автомобілів використовуються:

- комп'ютерні діагностичні сканери;
- мотор-тестери;
- мультиметри;
- газоаналізатори;
- стенди перевірки гальмівної системи;
- обладнання для перевірки та регулювання кутів встановлення коліс;
- вібраційні та акустичні діагностичні прилади.

Для виконання ремонту коробок передач автомобіля Citroën C5 X7 додатково застосовуються спеціалізовані пристрої та оснащення. До них належать

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

стенди для розбирання і складання КПП, гідравлічні преси для монтажу підшипників та шестерень, набори знімачів, вимірювальний інструмент для контролю зазорів і посадок, а також пристрої для фіксації корпусу коробки передач під час ремонту.

Робочі місця оснащуються виробничими верстакami, інструментальними шафами та стелажами для зберігання запасних частин і технологічного оснащення. Для забезпечення належних умов праці передбачаються системи освітлення, вентиляції та опалення.

Значна увага приділяється засобам безпеки праці. У зоні ТО і ПР повинні бути наявні засоби пожежогасіння, аптечки першої допомоги, захисні екрани, переносні світильники безпечної напруги, засоби індивідуального захисту працівників та інформаційні стенди з охорони праці.

Раціональне оснащення зони ТО і ПР забезпечує високу якість виконання робіт, скорочення часу простою автомобілів у ремонті, зниження витрат на технічне обслуговування та підвищення безпеки праці персоналу. Використання сучасного обладнання особливо важливе при ремонті складних агрегатів, зокрема коробок передач сучасних автомобілів, таких як Citroën C5 X7.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний розрахунок універсальної СТО

2.1.1 Вихідні дані для проектування

З особистих міркувань приймаю наступні вихідні дані для розрахунку виробничої програми СТО:

– кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО за рік:

A_1 – 88 од. – автомобілів особливо малого класу;

A_2 – 125 од. – автомобілів малого класу;

A_3 – 258 од. – автомобілів середнього класу;

– тип станції – міська;

– режими роботи СТОА – $D_p = 258$ дні на рік / 8 год. на добу / 1 зміна.

2.1.2 Середньорічний пробіг автомобілів

Середньорічний пробіг автомобілів, які знаходяться у користуванні приватними особами може бути прийнятий в межах 6-15 тис. км. Аналіз використання легкових автомобілів на протязі року показує, що значна частина автомобілів (в першу чергу особливо малого класу) у зимовий період експлуатуються мало.

В таблиці 2.1 наведені середні прийняті значення річних пробігів

Таблиця 2.1 – Середньорічний пробіг автомобілів

Тип легкових автомобілів	Середній річний пробіг, тис. км
1. Особливо малого класу (робочий об'єм двигуна до 1,2 л)	6
2. Малого класу (робочий об'єм двигуна від 1,2 до 1,8 л)	13
3. Середнього класу (робочий об'єм двигуна від 1,8 до 3,5 л)	12

Розрахунок річної програми СТО в технологічному розділі кваліфікаційної роботи бакалавра виконано за допомогою програми Microsoft Excel, тому розраховані значення з формул автоматично зведені у відповідні таблиці.

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

2.1.3 Визначення кількості технічних впливів

Добова кількість обслуговувань автомобілів на міській СТОА може бути визначена з виразу 2.1

$$N = \frac{N_{СТОА} \cdot d}{D_P}, \quad (2.1)$$

де d – кількість заїздів на СТОА одного автомобіля в рік, приймаю $d = 3$;

$N_{СТОА}$ – кількість автомобілів що обслуговуються на СТОА;

D_P – кількість днів роботи СТОА в році.

$$N_{СТОА} = A1 + A2 + A3, \quad (2.2)$$

Таблиця 2.2 – Визначення кількості технічних впливів

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.1	Кількість обслуговуваних автомобілів за добу	N	шт.	5
2.2	Загальна кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО	$N_{СТОА}$	шт.	423

2.1.4 Режим роботи СТОА

СТО працює в 1 зміну по 8 годин.

2.1.5 Визначення трудомісткості технічних впливів

На СТО знаходиться 3 робочі пости, тому питому трудомісткість ТО і ПР приймаємо: $T_{A1} = 3,1/1000$ (люд.·год./км) – для автомобілів особливо малого класу;

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		26

$T_{A2} = 3,7/1000$ (люд.·год./км) – для автомобілів малого класу; $T_{A3} = 4,1/1000$ (люд.·год./км) – для автомобілів середнього класу.

На СТО також присутня механізована мийка автомобілів, її трудомісткість складає $T_{ПМ} = 0,25$ (люд.·год.).

2.1.6 Розрахунок річної виробничої програми

2.1.6.1 Розрахунок річної виробничої програми міських СТОА

Річний обсяг робіт в міських станціях по технічному обслуговуванню та ремонту ДТЗ визначається за формулою

$$T_{ТОіПР}^P = T_{A1}^P + T_{A2}^P + T_{A3}^P, \quad (2.3)$$

де T_{An} – питома трудомісткість виконання робіт по ТО і ПР автомобілів певного класу, (люд.·год./1000км).

Так як наша станція комплексна, то ми повинні врахувати різні класи легкових автомобілів і формула буде виглядати таким чином

$$T_{An}^P = N_{An} \cdot L_{PAn} \cdot T_{An} / 1000\text{км}, \quad (2.4)$$

де N_{An} – кількість автомобілів певного класу;

L_{PAn} – середньорічний пробіг автомобілів певного класу, км;

T_{An} – питома трудомісткість виконання ТО і ПР певного класу, люд.·год.

Річний об'єм прибирально-мийних робіт $T_{ПМ}$ визначається виходячи із кількості заїздів автомобілів на СТОА в рік для виконання прибирально – мийних робіт та середньої трудомісткості виконання цих робіт.

$$T_{ПМ}^P = N_{СТОА} \cdot d \cdot T_{ПМ} \quad (2.5)$$

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де $N_{СТОА}$ – кількість заїздів автомобілів на СТОА для виконання прибирально-мийних робіт;

$T_{ПМ}$ – питома трудомісткість прибирально-мийних робіт одного автомобіля, приймаю $T_{ПМ} = 0,25$ (люд.·год.).

На СТОА прибирально-мийні роботи виконуються не тільки перед ТО і ПР, але й як самостійний вид послуг, то загальна кількість заїздів на прибирально-мийні роботи приймається з розрахунку одного заїзду на 800-1000 км пробігу кожного автомобіля, що обслуговуються на станції. Загальна трудомісткість, прибирально-мийних робіт, що виконуються на такій станції, визначається за формулою.

$$T_{ПМ}^{ЗАГ} = T_{ПМ}^P + T_{ПМ} \cdot (I \cdot N_{СТОА}), \quad (2.6)$$

де I – кількість заїздів автомобілів для виконання тільки прибирально-мийних робіт, приймаю $I=22$ заїздів.

$T_{ПМ}^P$ – трудомісткість прибирально-мийних робіт які виконуються, перед ТО і ПР, звідси отримуємо.

Таблиця 2.3 – Річна виробнича програма

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.3	Об'єм робіт з ТО і ПР ДТЗ в рік	$T_{ТОіПР}^P$	люд.·год.	17981,3
2.4	Об'єм робіт з ТО і ПР автомобілів особливого малого класу	T_{A1}^P	люд.·год.	1636,8
	Об'єм робіт з ТО і ПР автомобілів малого класу	T_{A2}^P	люд.·год.	6012,5
	Об'єм робіт з ТО і ПР автомобілів середнього класу	T_{A3}^P	люд.·год.	10332
2.5	Об'єм прибирально-мийних робіт	$T_{ПМ}^P$	люд.·год.	317,3
2.6	Загальний об'єм прибирально-мийних робіт на СТОА	$T_{ПМ}^{ЗАГ}$	люд.·год.	2961

2.1.6.2 Розрахунок загальної трудомісткості робіт по ТО і ПР

Загальна трудомісткість робіт, що виконуються на СТОА дорівнює сумі трудомісткостей робіт по ТО і ПР автомобілів, прибирально-мийних робіт та робіт по передпродажній підготовці (якщо такі роботи проводяться).

$$T_{\text{ЗАГ}} = T_{\text{ТОіПР}}^P + T_{\text{ПМ}}^{\text{ЗАГ}} + T_{\text{ПП}} \text{ ,} \quad (2.7)$$

Таблиця 2.4 – Загальна трудомісткість

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.7	Загальний об'єм робіт	$T_{\text{ЗАГ}}$	люд.·год.	20942,3

2.1.7 Розподіл трудомісткості ТО і ПР по видах робіт СТОА

Для визначення виробничої програми кожної дільниці СТОА отриманий в результаті розрахунку річний об'єм робіт по ТО і ремонту автомобілів розподіляють за видами робіт та місцем їх виконання (на постах чи у робочих відділеннях).

Розподіл робіт за видами на СТО наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розподіл об'єму робіт (у %) по видах та місцю робіт СТОА

Види робіт	Розподіл об'єму робіт в залежності від кількості постів на станції, %	Розподіл об'єму робіт по місцю їх виконання, %	
		На роб. постах	У виробничих відділеннях
1. Діагностування	5	100	—
2. ТО в повному об'ємі	25	100	—
3. Мазильні	5	100	—
4. Регулювальні по установці геометрії передніх коліс	7	100	
5. Регулювальні по гальмівній системі	5	100	

Продовження таблиці 2.5

6. Обслуговування та ремонт приладів системи живлення, електротехнічні	6	75	25
7. Шиномонтажні	5	30	70
8. ПР вузлів та агрегатів	20	45	55
9. Кузовні (бляхарські, зварювальні, мідницькі)	10	75	25
10. Малярні	10	100	–
11. Обойні і арматурні	2	50	50
Всього:	100	–	–

2.1.7.1 Визначення обсягу робіт по самообслуговуванню

У СТОА виконується деякий обсяг допоміжних робіт $T_{ДОП}^P$ (люд.·год.), які складаються з робіт самообслуговування $T_{САМ}^P$ (люд.·год.) та робіт загально-виробничого призначення $T_{ЗАГ}^P$ (люд.·год.).

Роботи з самообслуговування – це поточний догляд за будівлями, спорудами, ремонт устаткування, обладнання та інвентаря, обслуговування котелень та інше.

Ці роботи у СТОА виконує відділ головного механіка (якщо трудомісткість робіт 10000 люд.·год. і більше). При меншій трудомісткості ці роботи виконуються силами ремонтного підрозділу СТОА.

$$T_{ДОП}^P = b \cdot T_{ЗАГ}^P, \quad (2.8)$$

де b – коефіцієнт визначення обсягу робіт, приймаю $b = 0,2$;

$$T_{ДОП}^P = T_{ЗАГ}^P + T_{САМ}^P; \quad (2.9)$$

$$T_{САМ}^P = 0,45 \cdot T_{ДОП}^P; \quad (2.10)$$

$$T_{ЗАГ}^P = 0,55 \cdot T_{ДОП}^P; \quad (2.11)$$

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 2.6 – Об'єм робіт по самообслуговуванню

№ формули	Найменування	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення
2.8	Річний об'єм допоміжних робіт	$T_{ДОП}^P$	люд.·год.	4188,5
2.9	Об'єм допоміжних робіт	$T_{ДОП}$	люд.·год.	4188,5
2.10	Об'єм робіт по самообслуговуванню	$T_{САМ}^P$	люд.·год.	1884,8
2.11	Об'єм загально-виробничих робіт	$T_{ЗАГ}^P$	люд.·год.	2303,7

Річний обсяг робіт з самообслуговування зводимо в таблицю 2.7, враховуючи рекомендований розподіл за видами робіт.

Таблиця 2.7 – Річний обсяг робіт з самообслуговування

Вид робіт	Обсяг робіт	
	%	люд.·год.
Електротехнічні	25	471,2
Механічні	10	188,5
Слюсарні	16	301,6
Ковальські	2	37,7
Зварювальні	4	75,4
Бляхарські	4	75,4
Мідницькі	1	18,8
Трубопровідні	22	414,6
Ремонтно-будівельні	16	301,6
Всього:	100	1884,8

Річний обсяг загально-виробничих робіт зводимо в таблицю, враховуючи рекомендований розподіл за видами робіт.

Таблиця 2.8 – Річний обсяг загально-виробничих робіт

Вид робіт	Обсяг робіт	
	%	люд.·год.
Транспортні	25	575,9
Переміщення автомобілів	26	598,9
Приймання, зберігання, видача матеріальних цінностей	24	552,8
Прибирання території, приміщень	25	575,9
Всього:	100	2303,7

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

31

2.2 Технологічний процес технічного обслуговування КПП

За потреби виконується заміна трансмісійної оливи в коробці передач. Незважаючи на те, що виробник передбачає заповнення КПП мастилом на весь термін експлуатації автомобіля, під час роботи агрегату не можна виключати потрапляння всередину вологи, пилу та інших сторонніх домішок. Крім того, у процесі експлуатації в оливі накопичуються продукти зношування деталей коробки передач, що може негативно впливати на її мастильні властивості та прискорювати зношування елементів трансмісії. Тому контроль стану та своєчасна заміна оливи є важливим заходом для забезпечення надійної та довговічної роботи КПП.

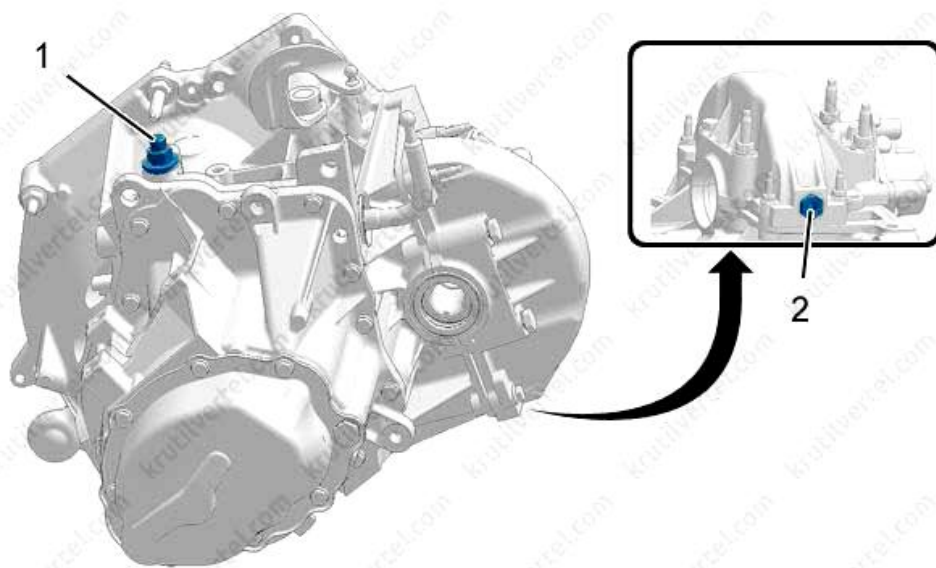


Рисунок 2.1 – Пробки на КПП:

1 – вентиляція КПП; 2 – зливна пробка.

1. Відпрацьована олива зливається в попередньо підготовлену ємність через зливний отвір, розташований у задній частині картера коробки передач та закритий пробкою 2 (див. рис. 2.1).
2. Після завершення зливання оливи зливну пробку необхідно встановити на місце та затягнути з моментом 35 Н·м.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

32

3. Заправлення коробки передач свіжою оливою здійснюється через вентиляційний отвір, закритий сапуном 1, який розташований у верхній частині корпусу КПП (див. рис. 2.1).

4. Об'єм оливи, що заливається, повинен становити $1,8 \pm 0,15$ л. Необхідно використовувати трансмісійну оливу рекомендованої в'язкості відповідно до вимог заводу. Для зручності заправлення доцільно застосовувати лійку зі шлангом необхідного діаметра та довжини.

2.3 Технологічний процес зняття КПП взборі

Процес наведено відповідно до вимог технічної документації PSA на прикладі коробки передач типу BE4R. [4]

Демонтаж:

1. Встановити автомобіль на двостійковий підіймач;
2. Зачекати 15 хв. після вимкнення запалювання і зняти клеми з АКБ;
3. Зняти АКБ;
4. Від'єднати і змістити в сторону блок запобіжників;
5. Від'єднати впускний трубопровід повітря;
6. Відключити всі електричні роз'єми з КПП та відсунути в сторону проводку;
7. Зняти передні колеса;
8. Зняти лівий підкрилок;
9. Злити масло з КПП;
10. Зняти приводні вали;
11. Відкрутити болт 1 (див. рис. 2.2);

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

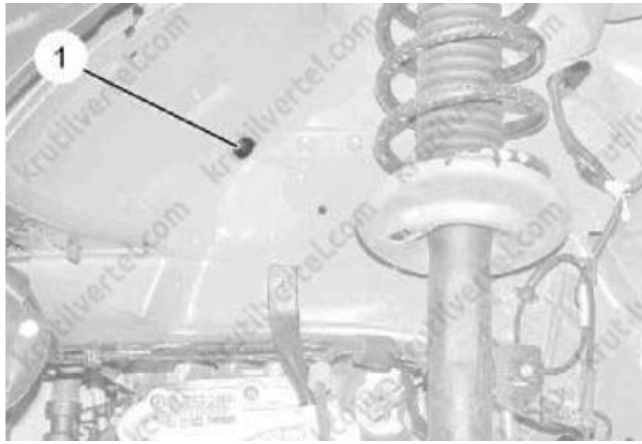


Рисунок 2.2 – Болт під колісною аркою

12. Відкрутити болти 2, 3, 5 і зняти площадку АКБ 4 (див. рис. 2.3);

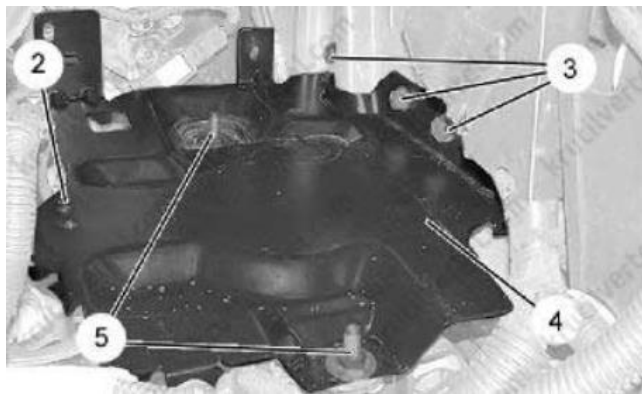


Рисунок 2.3 – Площадка АКБ

13. Зняти декоративну кришку двигуна 6, резонатор 7, з'єднувач 8, перепускний повітряний клапан 9 (див. рис. 2.4);

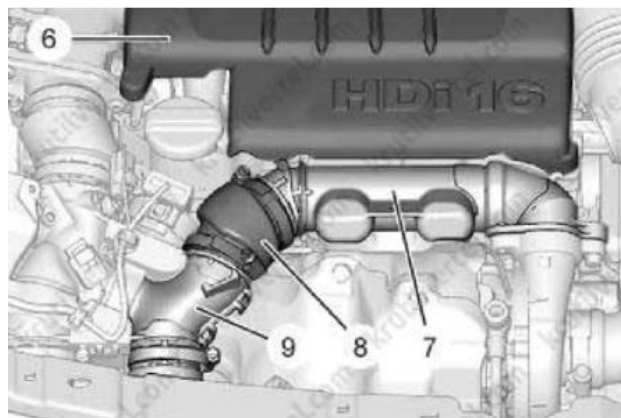


Рисунок 2.4 – Магістралі турбонадуву

14. Зняти трубопровід приводу зчеплення в зоні «а» (див. рис. 2.5);

15. Відкрутити болти 11 (див. рис. 2.5);

16. Зняти робочий циліндр зчеплення 10 (див. рис. 2.5);

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34

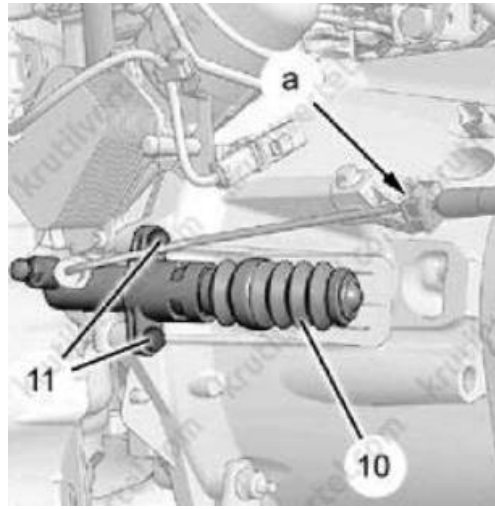


Рисунок 2.5 – Робочий циліндр зчеплення

17. Від'єднати корпус сажевого фільтра і каталізатора від турбокомпресора;
18. Відключити шланг вакуумного підсилювача гальм;
19. Круглогубцями відключити шарніри 12, 16; відкрутити болти 13, гайку 14, зняти кронштейн тросів перемикання 15 (див. рис. 2.6);

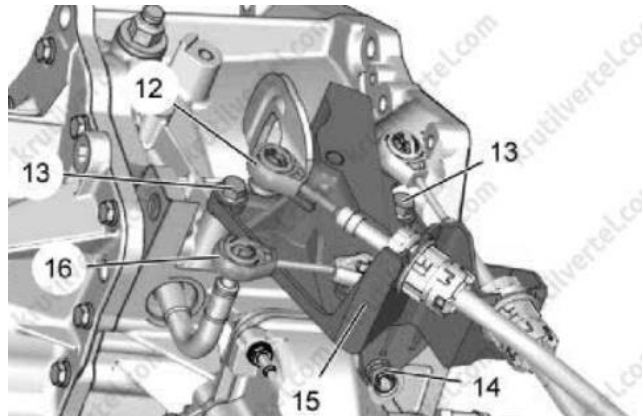


Рисунок 2.6 – Механізм переключення передач

20. Зняти хомут 17, гофру 18, відкрутити болти 19, 21, зняти опору 20 (рис. 2.7);

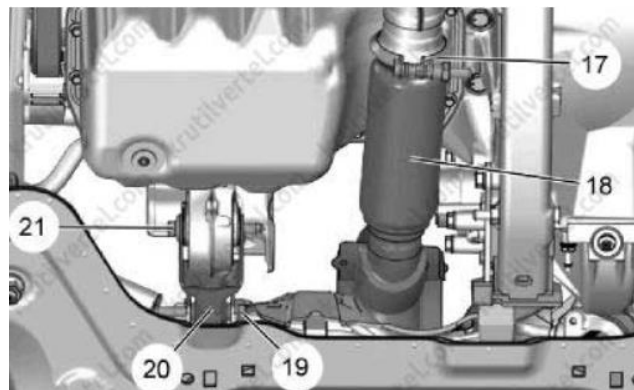


Рисунок 2.7 – Елементи системи випуску і опора двигуна

21. Відкрутити болти 22, 26, 27 і зняти підсилювач гасителя 28; відкрутити болти 23, 24 і зняти гаситель 25 (див. рис. 2.8);

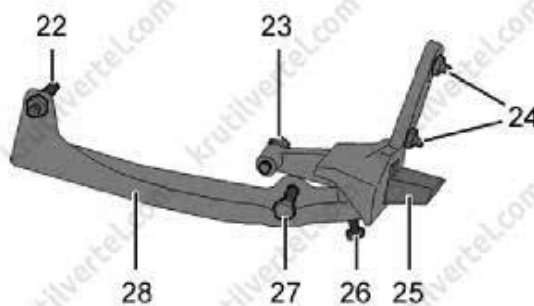


Рисунок 2.8 – Кріплення гасителя

22. Відкрутити гайку 30 і зняти вакуумний бачок 31; відкрутити болти 32 і змістити в бік стартер 29 з підключеними проводами (див. рис. 2.9);

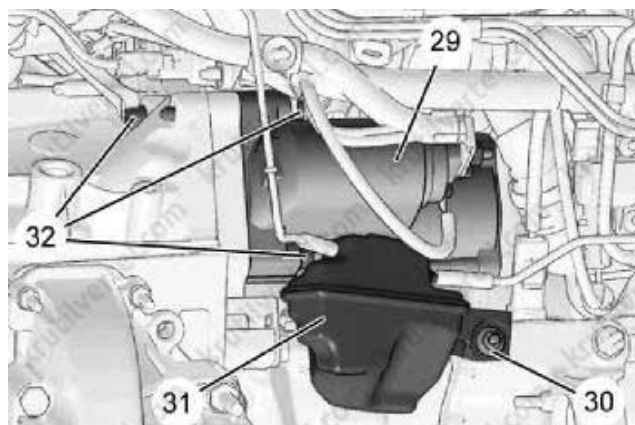


Рисунок 2.9 – Кріплення вакуумного ресивера і стартера

23. Зняти передній бампер і нижню поперечину 36; зняти поглинач удару 33 у випадку наїзду на пішохода (див. рис. 2.10);

24. Зняти подовжувач підрамника 35 і зняти обмежувач 34 (див. рис. 2.10);

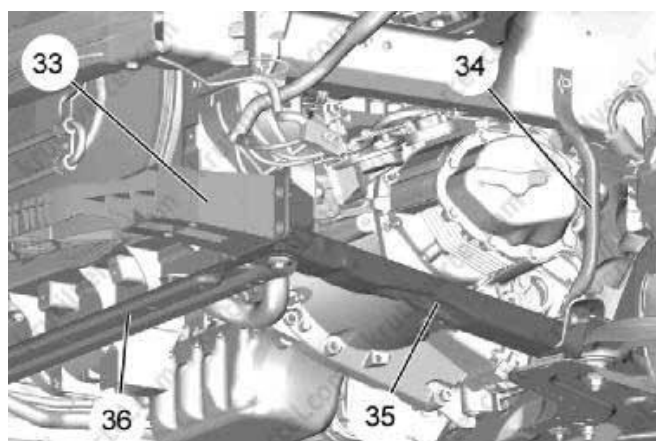


Рисунок 2.10 – Розбирання передньої частини

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

36

25. Послабити (але не відкручувати) нижні болти кріплення двигуна/коробка передач;
26. Підперти коробку передач, тим самим припіднявши двигун;
27. За допомогою трансмісійної стійки підперти двигун;
28. Відкрутити гайку опори 42, гайки корпусу опори 39 і зняти опору 41; відкрутити болти кріплення панелі 37, 38, зняти панель 40 (див. рис. 2.11);

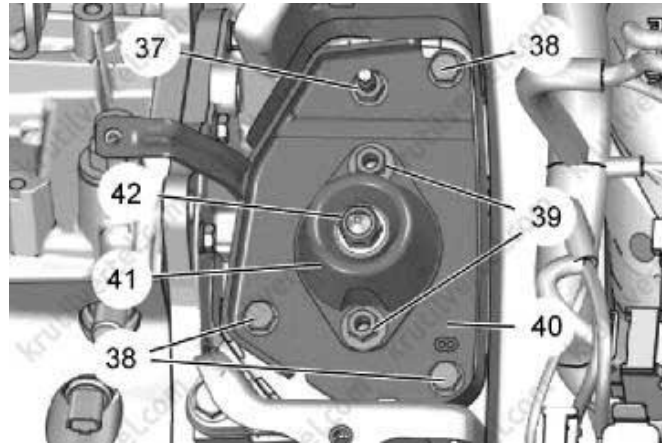


Рисунок 2.11 – Кріплення кронштейна опори КПП

29. За допомогою пристосування 1 (див. табл. 2.9) зняти вісь опори 43 і її шайбу; відкрутити болти 44, 46 і зняти опору 45 (див. рис. 2.12);

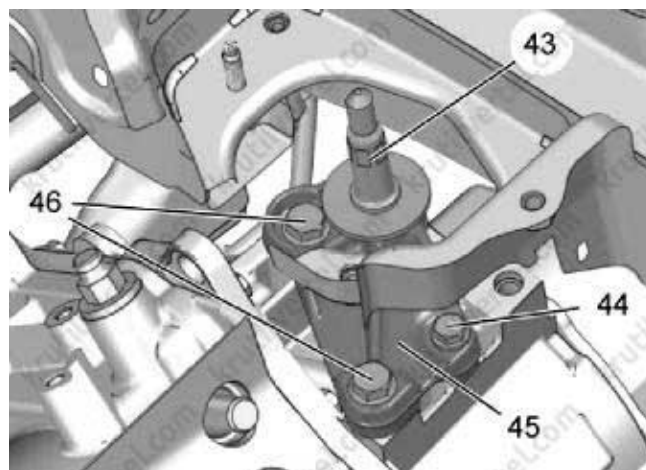


Рисунок 2.12 – Кріплення опори КПП

30. Відкрутити болти кріплення коробки передач до двигуна і зняти коробку передач.

Монтаж:

За допомогою оправок 2 і 3 (див. табл. 2.9) замінити сальники приводних валів на корпусі коробки передач, попередньо набивши мастилом простір між їхніми кромками.

Перед встановленням перевірити наявність шпильок коробки передач на двигуні, та відсутність підтікання моторної оливи з під сальника колінчастого вала; знос дисків зчеплення та стан вижимного підшипника.

1. Повністю очистити первинний вал по всій його довжині, по всьому колу та у всіх його шліцах.
2. Захистити внутрішній простір картера зчеплення від попадання мастила.
3. Нанести рівномірно змазку на направляючу втулку вижимного підшипника та на первинний вал.
4. Змастити захвати вилки керування зчепленням.
5. Видалити надлишки мастила за допомогою ганчірки з верхніх частин шліців і кінця первинного валу. Надлишок мастила призведе до замащування фрикційного диска зчеплення і стане причиною шумів при включеній нейтральній передачі, прослизання або ривків при включенні зчеплення. У разі повторного використання диска зчеплення слід видалити сліди корозії з маточини диска.
6. Очистити різьби болтів.
7. При зворотному складанні вижимний підшипник повинен розташовуватися у своїй направляючій і встановлюватись у необхідне положення за допомогою вилки механізму зчеплення.
8. Перевести коробку передач у нейтральне положення.
9. Встановити коробку передач на двигун.
10. Закрутити болти кріплення коробки до двигуна. Затягнути їх з моментом 55 ± 5 Нм.
11. Встановити опору 45, закрутити болт 44. Затягнути з моментом 30 ± 3 Нм.
13. Закрутити болти 46 і затягнути їх з моментом 60 ± 6 Нм.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38

14. За допомогою пристрою 1 встановити вісь пружної опори 43 та її шайбу. Затягнути вісь пружної опори 43 зусиллям 50 ± 5 Нм.
15. Встановити панель 40, вставити болти кріплення панелі 37, 38 і затягнути їх з моментом 19 ± 3 Нм.
16. Встановити опору 41, наживити гайки корпусу пружної опори 39 і затягнути моментом 30 ± 3 Нм.
17. Наживити гайку осі пружної опори 42, затягнути її моментом 65 ± 7 Нм.
18. Прибрати трансмісійну стійку.
19. Встановити обмежувач 34 (залежно від типу двигуна). Затягнути моментом $18,5 \pm 3$ Нм.
20. Встановити подовжувач підмоторної рами 35, поглинач удару 33, нижню поперечку 36. Затягнути болти з моментом 98 ± 9 Нм.
21. Встановити передній бампер і щиток переднього бампера.
22. Встановити та закріпити стартер 29.
23. Вставити болти 32 і затягнути їх з моментом 20 ± 3 Нм.
24. Встановити вакуумний бачок 31, наживити гайку 30 і затягнути з моментом 20 ± 3 Нм.
25. Встановити гаситель 25, вставити болти 23, 24 і затягнути моментом 40 ± 5 Нм.
26. Встановити підсилювач гасителя 28, вставити болти 26, 27, 22 і затягнути їх моментом 40 ± 5 Нм.
27. Встановити штангу стабілізатора поперечної стійкості 20, болти 19, 21 затягнути моментом 40 ± 4 Нм.
28. Встановити патрубок системи випуску відпрацьованих газів 18, хомут 17, кріплення затягнути з моментом 25 ± 3 Нм.
29. Встановити кронштейн тросів перемикання 15, наживити гайку 14 і затягнути моментом 13 ± 2 Нм.
30. Болти 13 затягнути з моментом 20 ± 2 Нм.
31. Підключити шарніри 12 і 16.
32. Підключити кабель маси коробки.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		39

33. Встановити каталітичний нейтралізатор/каталітичний нейтралізатор та фільтр сажі в зборі (залежно від типу двигуна).
34. Встановити робочий циліндр зчеплення 10, гвинти 11 затягнути моментом 20 ± 2 Нм.
35. Підключити трубопроводи гідроприводу зчеплення у зоні «а».
36. Встановити резонатор 7 і декоративну кришку двигуна 6.
37. Встановити площадку акумулятора 4.
38. Закріпити джгути проводів.
39. Встановити приводні вали.
40. Заповнити коробку передач маслом через вентиляційний отвір.
41. Встановити передній лівий підкрилок, захист двигуна, передні колеса. Колісні болти затягнути моментом 90 ± 9 Нм.
42. Встановити акумулятор і декоративну кришку акумулятора.
43. Закріпити блок запобіжників на акумуляторі, встановити впускний повітропровід і підключити акумулятор.

2.4 Технологічний процес ремонту КПП

Розбирання КПП [5]

Поверхнєве розбирання

1. Зняти датчик ввмкнення задньої передачі 1 (див. рис. 2.13).

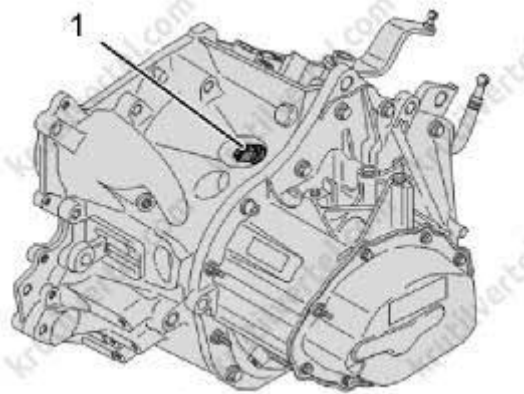


Рисунок 2.13 – Датчик задньої передачі

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		40

2. Зняти сапун 2, відкрутити зливну пробку 5, пробку перевірки рівня 6; зняти два сальника півосей 4. Зняти опору шестерні приводу датчика швидкості 3 (див. рис. 2.14);

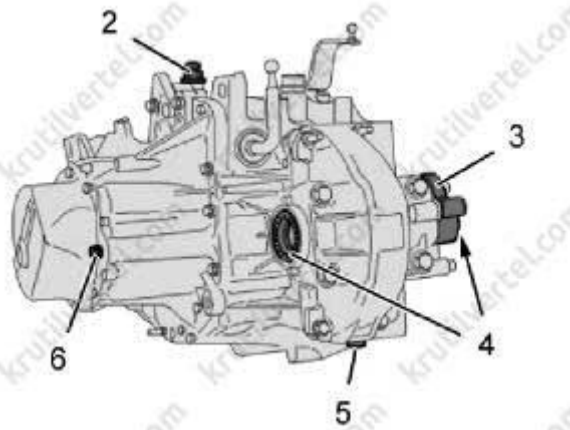


Рисунок 2.14 – Елементи на коробці зовні

3. Зняти вижимний підшипник 7, вилку зчеплення 8 (див. рис. 2.15);

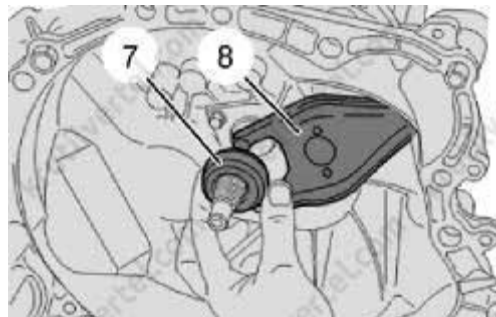


Рисунок 2.15 – Елементи вимкнення зчеплення

Зняття шестерні п'ятої передачі

1. Відкрутити болти 2 і зняти картер 1 (див. рис. 2.16);

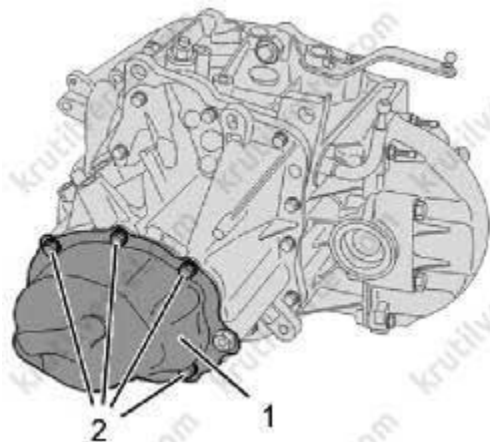


Рисунок 2.16 – Кришка п'ятої передачі

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підп.	Дата		41

2. Включити п'яту передачу.

3. За допомогою пристосування для вибивання штифтів вийняти штифт 6; встановити важіль перемикання у нейтральне положення, при цьому вилка повинна залишитися на місці.

4. Включити іншу передачу, заблокувавши обертання валів, зняти штопорне кільце 5 і відкрутити гайки 3 та 4 (див. рис. 2.17);

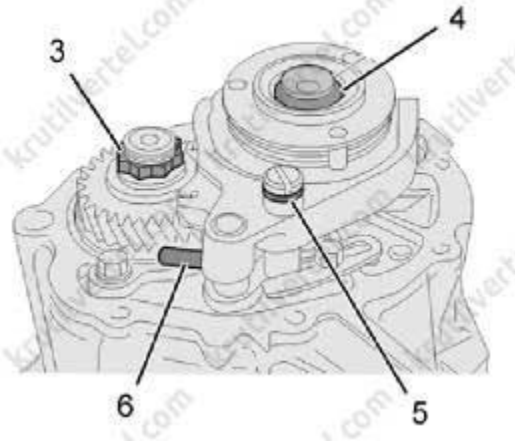


Рисунок 2.17 – Зняття вилки п'ятої передачі

5. Встановити знімач 7 і зняти синхронізатор (див. рис. 2.18);

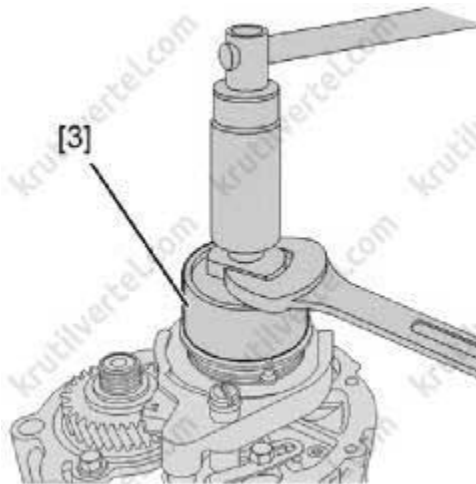


Рисунок 2.18 – Зняття синхронізатора

6. Позначити положення маточини 7 по відношенню до синхронізатора 8; зняти в зборі синхронізатор 7 з вилкою 9 (див. рис. 2.19);

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		42

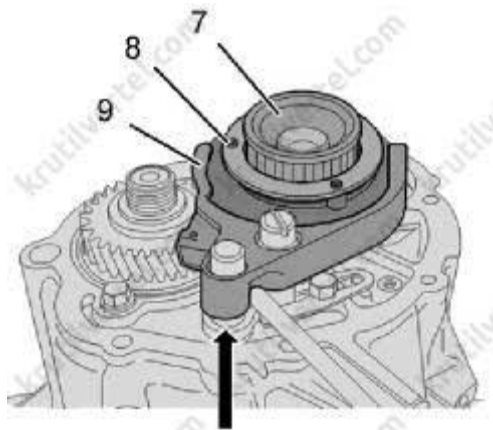


Рисунок 2.19 – Зняття синхронізатора

7. Зняти шестерню п'ятої передачі 10, упорне кільце 11 і проставку 12 (див. рис. 2.20);

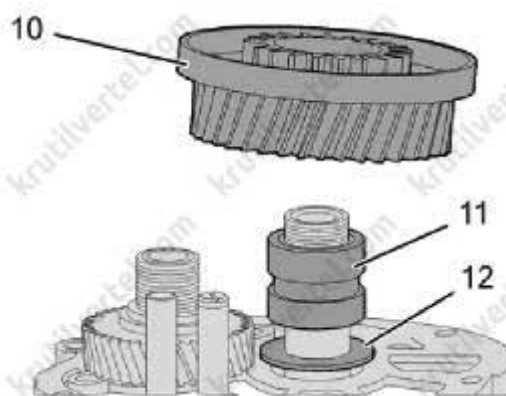


Рисунок 2.20 – Зняття шестерні п'ятої передачі

Розбирання картера коробки передач

1. Відкрутити болти 15 підшипника вторинного вала, зняти штопорну пластину 13 осі вилки; відкрутити штопорний болт 16 осі проміжної шестерні передачі заднього ходу; відкрутити болти 14 (див. рис. 2.21);

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		43

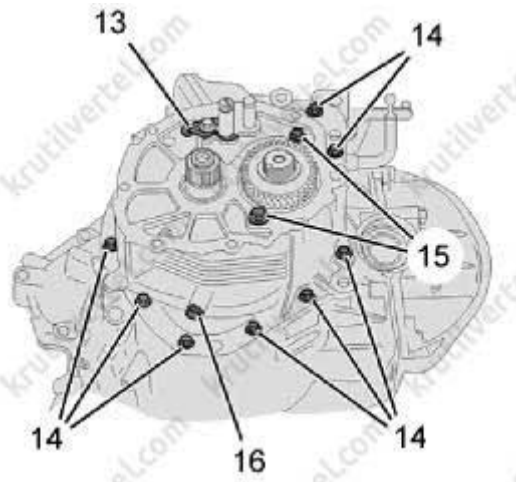


Рисунок 2.21 – Розбирання картера

2. Зняти штопорне кільце 17 і вийняти картер коробки передач 18 вверх (див. рис. 2.22);

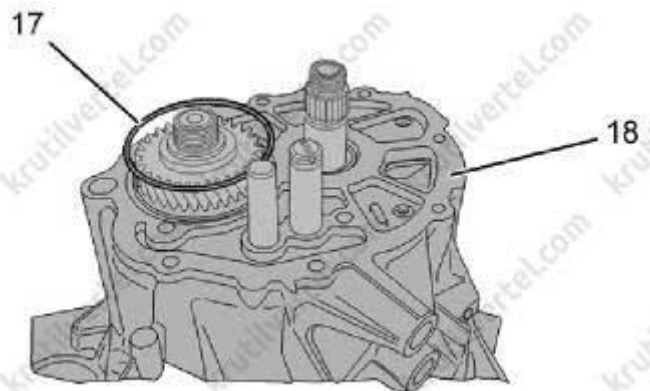


Рисунок 2.22 – Зняття картера 18

Зняття первинного і вторинного валів

1. Зняти вісь і шестерню коромисла включення передачі заднього ходу 21, повернути і зняти вісь включення п'ятої передачі 20 (див. рис. 2.23);

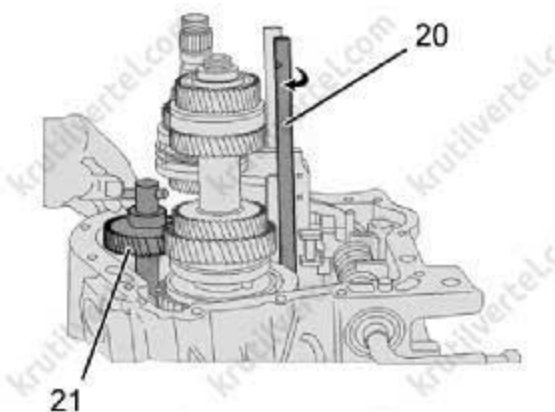


Рисунок 2.23 – Зняття осей

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підп.	Дата		44

2. Зняти вісь вилки, вийнявши її вгору;
3. Повернути вилку 23, припідняти на декілька міліметрів вгору вали від картера зчеплення і повернути праву частину вилки до низу, зняти вилку 23 (див. рис. 2.24);

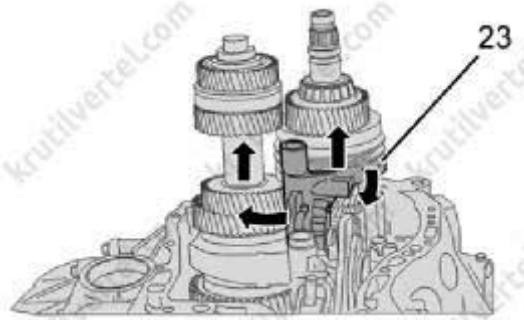


Рисунок 2.24 – Зняття вилки перемикання передач

4. Зняти в зборі первинний вал 25 і вторинний 24 вали (див. рис. 2.25);

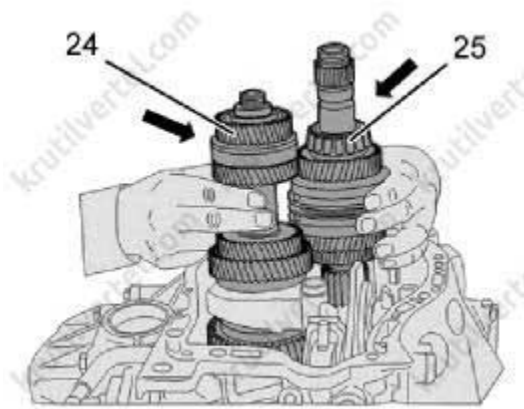


Рисунок 2.25 – Зняття валів

5. Відкрутити три болти 26, зняти направляючу вижимного підшипника 27, зняти регульовальну прокладку 29 і зовнішній сепаратор підшипника 28 (див. рис. 2.26);

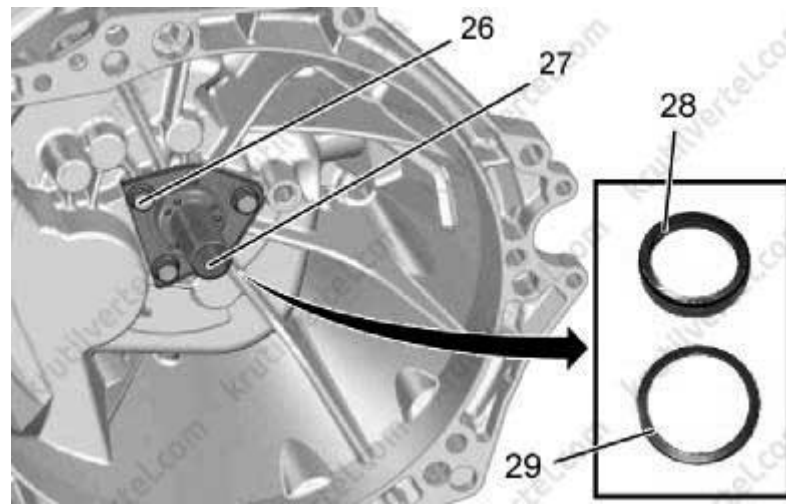


Рисунок 2.26 – Зняття направляючої втулки вижимного підшипника

Зняття коробки диференціала

1. Відкрутити болти 30 і зняти подовжувач картера диференціала 31; зняти черв'як приводу спідометра 33 і зняти ущільнювальне кільце 32; зняти регулювальну прокладку 34; відкрутити болти 35 і 36 (див. рис. 2.27);

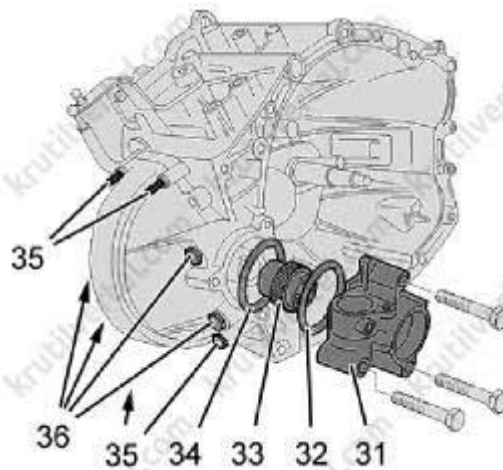


Рисунок 2.27 – Кріплення диференціала

2. Вставити викрутки у виймки «а» і «б», працюючи ними як важелями зняти картер диференціала 37 (див. рис. 2.28);

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

46

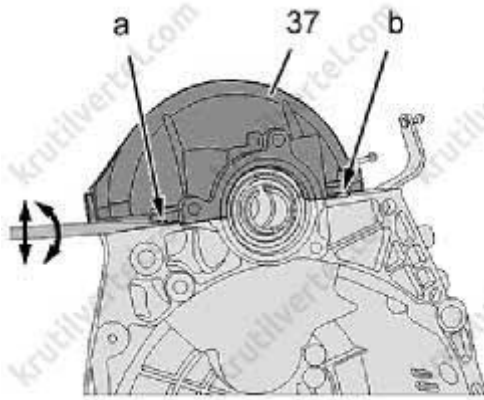


Рисунок 2.28 – Зняття картера диференціала

3. Зняти блок диференціала 38 з зовнішніми сепараторами підшипників (див. рис. 2.29);

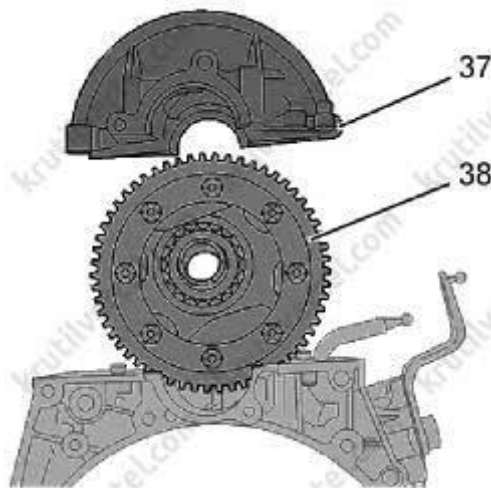


Рисунок 2.29 – Зняття диференціала

Зняття важеля перемикання передач

Деякі коробки передач ВЕ4R оснащені механізмом блокування включення п'ятої передачі/передачі заднього ходу.

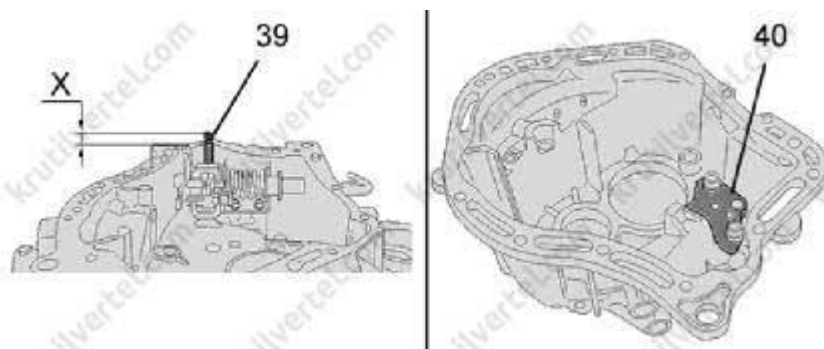


Рисунок 2.30 – Блокувальний механізм:

39 – блокувальний палець; 40 - опора блокувального пальця.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		47

Вставлений палець 39 повинен виступати за площину роз'єму з картером зчеплення на $X=8\pm 0,5$ мм.

Коробки передач, що не обладнані системою блокування включення п'ятої передачі/передачі заднього ходу, обладнані подвійним блокувальним пальцем 42 і 43 осі переключення передач 41 (див. рис. 2.31).

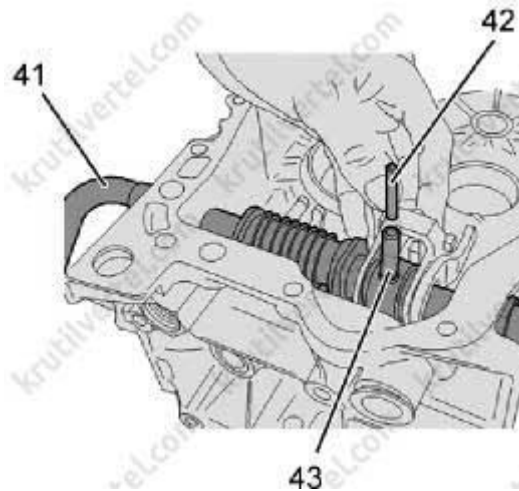


Рисунок 2.31 – Двійне блокування

1. Зняти вісь вилки передачі заднього ходу 46, вилку 49, блокувальний палець 45 і пружину 44, зняти магнітну планку 48 і вилку 47 вторинного вала (див. рис. 2.32);

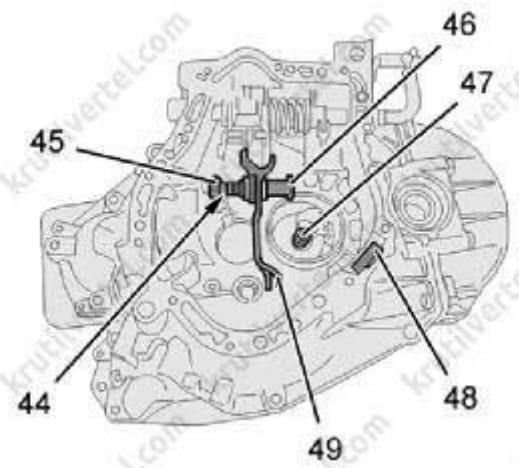


Рисунок 2.32 – Зняття вилки вторинного вала

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		48

2. За допомогою знімача штифтів вибити фіксувальний штифт 50 і зняти важіль вибору передач 51, пружину 52, шайбу 53, ущільнювальне кільце 54 і вісь 55 (див. рис. 2.33);

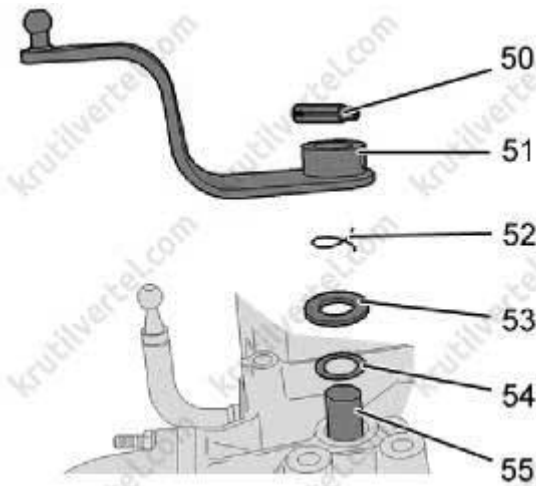


Рисунок 2.33 – Зняття важеля вибору передач

Провести дефектування деталей коробки передач, зношені чи пошкоджені деталі замінити новими.

Складання КПП [5]

Складання коробки передач здійснюється у порядку, зворотному до операцій розбирання. Особливу увагу необхідно приділити встановленню та регулюванню диференціала, оскільки від правильності його налаштування залежить надійність і довговічність роботи трансмісії.

Встановлення диференціала

1. Перед монтажем необхідно переконатися у наявності центрувальних штифтів 3 та ретельно очистити привалювальні поверхні від залишків старого герметика, мастила й забруднень. На поверхню прокладки слід нанести рівномірний тонкий шар герметика Е10.

Після підготовки поверхонь встановити диференціал 2 разом із зовнішніми кільцями підшипників 1 у картер коробки передач відповідно як показано на рисунку 2.34.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		49

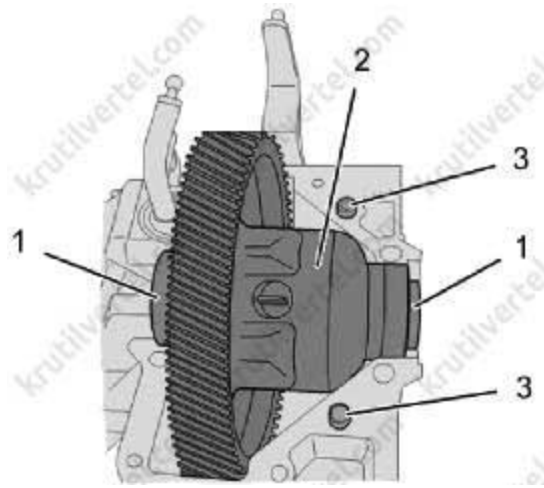


Рисунок 2.34 – Встановлення диференціала

2. Встановити картер диференціала;
3. Наживити болти 5 і 6 (див. рис. 2.35);

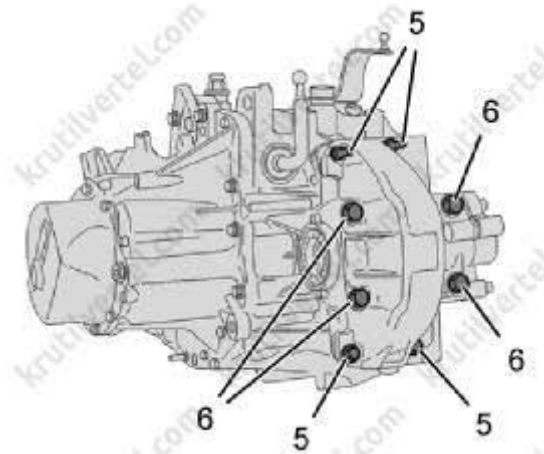


Рисунок 2.35 – Болти кріплення картера диференціала

Регулювання подовжувача картера диференціала:

Виміряти відстань «X» виступання втулки (див. рис. 2.36);

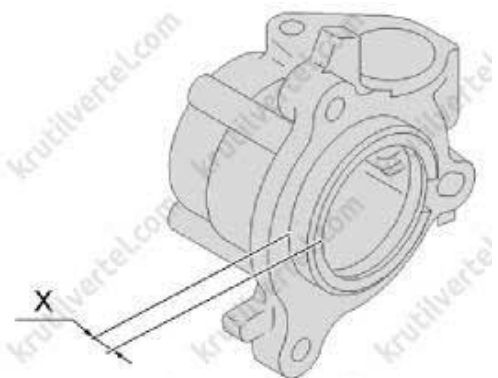


Рисунок 2.36 – Виступання втулки

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підп.	Дата		50

Перша установка: [5]

1. Втулка подовжувача $X=10$ мм.
2. Встановити на місце черв'як приводу спідометра 7, подовжувач картера диференціала 9 (новий подовжувач оснащений ущільнювальним кільцем 8); закрити болти 10 з моментом 15 ± 3 Нм;

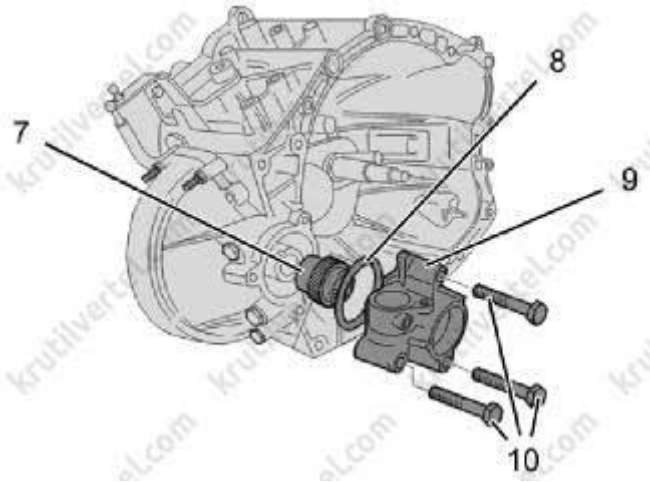


Рисунок 2.37 – Встановлення подовжувача диференціала

Друга установка: [5]

3. Втулка подовжувача $X=8,65$ мм;
4. Встановити регулювальну прокладку підшипників 9 у зовнішнє кільце підшипника;
5. Встановити подовжувач без ущільнювального кільця, послідовно затягнути болти на подовжувачі, повертаючи диференціал для отримання кута, необхідного для встановлення в правильне положення обойм підшипників;
6. Зняти подовжувач картера диференціала;
7. Зняти регулювальну прокладку 7 (див. рис. 2.38);

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

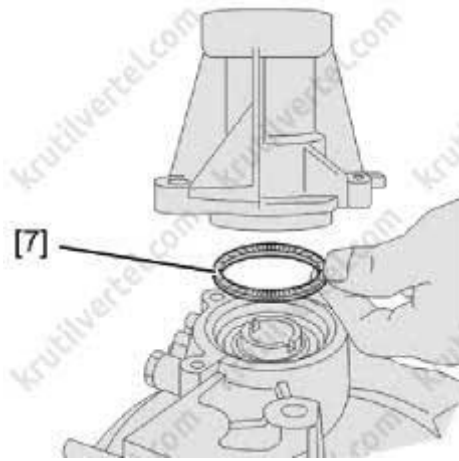


Рисунок 2.38 – Регулювальна прокладка

8. За допомогою глибиноміра виміряти відстань «Y» між площиною прокладки і зовнішнім кільцем підшипника (див. рис. 1.43);
9. Визначити товщину регулювальної прокладки: $Y - X + 0,1$ мм = товщина прокладки;

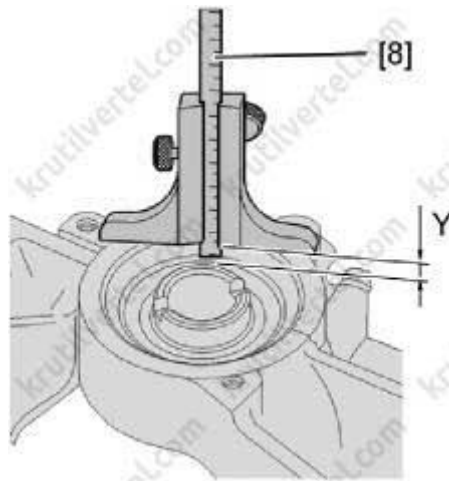


Рисунок 2.39 – Вимірювання відстані глибиноміром

10. Встановити на місце регулювальну прокладку 15, черв'як приводу спідометра 14, подовжувач 12, на який встановлено нове ущільнювальне кільце 13; закрити болти 11 з моментом 15 ± 3 Нм (див. рис. 2.40);

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		52

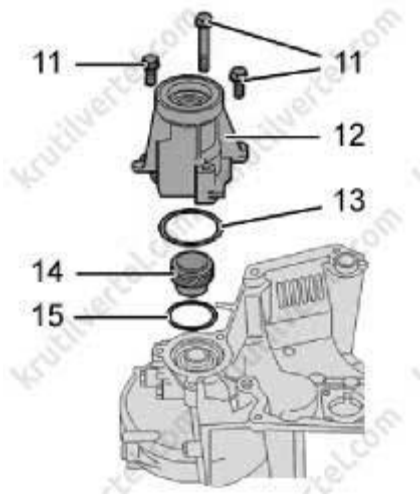


Рисунок 2.40 – Кінцеве складання

Усі інші операції зі складання коробки передач виконуються у зворотному порядку з дотриманням рекомендацій виробника.

2.5 Опис оснащення для проведення ремонту

У процесі виконання повного комплексу технологічних операцій з ремонту коробки передач слід користуватися обладнанням, рекомендованим виробником.

[6]

Таблиця 2.9 – Перелік оснастки для ремонту КПП ВЕ4R PSA

№	Інструмент, оснащення	Тип, модель	Рисунок
1.	Головка для зняття поперечини кріплення коробки передач	0317-AB	
2.	Оправка для встановлення сальника правого привідного вала	0317-U / 0346-S	

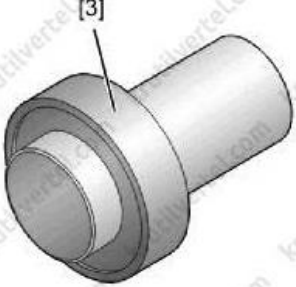

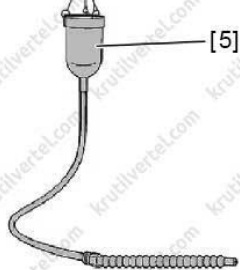
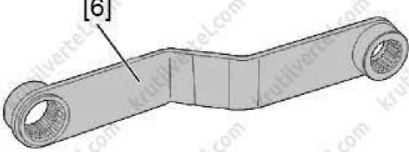
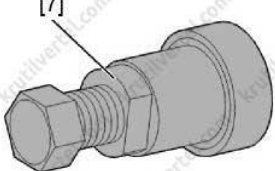

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

53

Прод. табл. 2.9

3.	Оправка для встановлення сальника лівого привідного вала	0317-T / 0346-R	
4.	Підкатний кран		
5.	Лійка для заливання мастила	0341	
6.	Штопор первинного вала	0343	
7.	Знімач муфти п'ятої передачі	0317-Y	
8.	Знімач пальців фіксації важеля переключення передач	0317-AL	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

54

Прод. табл. 2.9

9.	Регулювальне кільце	0317-К	
10.	Глибиномір	FACOM 811	
11.	Пристосування для встановлення шпонки	0317-AM	
12.	Пристосування для блокування важеля перемикавання передач	0317-AX	
13.	Пристосування для позиціонування важеля переключення передач	0346.АА	
14.	Штифт для фіксації пальця вибору	0346.АВ	
15.	Ручка кріплення	G.0346	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

55

Прод. табл. 2.9

16.	Направляючий штифт. Діаметр "А" = 6 мм (М6) Довжина "В" = 50 мм	[16] 
-----	---	---

2.6 Технологічний план виконання ремонтних операцій

Таблиця 2.10 – Технологічний план ремонту коробки передач VE4R

№ операції	Найменування операції	Зміст робіт	Обладнання та інструмент
1	Приймання автомобіля	Огляд автомобіля, оформлення замовлення-наряду	ПК, документація
2	Діагностування КПП	Виявлення несправностей, перевірка роботи коробки передач	Діагностичний сканер
3	Встановлення автомобіля на пост	Розміщення автомобіля на підйомнику	Двостійковий підйомник
4	Від'єднання АКБ	Відключення мінусової клеми акумулятора	Набір ключів
5	Зливання оливи	Видалення оливи з коробки передач	Ємність для оливи
6	Демонтаж передніх коліс	Зняття коліс для забезпечення доступу до приводів	Гайковерт
7	Демонтаж приводів коліс	Від'єднання приводних валів від КПП	Знімач, монтажний інструмент
8	Демонтаж навісних елементів	Зняття тросів керування, датчиків, кронштейнів	Набір слюсарного інструменту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

56

№ операції	Найменування операції	Зміст робіт	Обладнання та інструмент
9	Зняття коробки передач	Демонтаж КПП з автомобіля	Трансмійна стійка
10	Миття агрегату	Очищення зовнішньої поверхні коробки	Мийна установка
11	Розбирання КПП	Розбирання вузлів і механізмів коробки передач	Верстак, спеціалізований інструмент
12	Дефектування деталей	Виявлення зношених і пошкоджених деталей	Штангенциркуль, мікрометр
13	Перевірка шестерень	Контроль технічного стану зубчастих коліс	Вимірювальний інструмент
14	Перевірка синхронізаторів	Контроль зносу кілець та муфт	Щупи, мікрометр
15	Перевірка валів	Контроль биття та зносу поверхонь	Індикаторна стійка
16	Перевірка підшипників	Контроль люфтів і плавності обертання	Візуальний контроль
17	Перевірка диференціала	Контроль стану сателітів і підшипників	Індикатор годинникового типу
18	Заміна несправних деталей	Заміна підшипників, синхронізаторів, сальників	Прес, знімачі
19	Складання валів	Монтаж шестерень, підшипників і синхронізаторів	Гідравлічний прес
20	Монтаж диференціала	Встановлення та регулювання диференціала	Спецключ, індикатор
21	Складання КПП	Остаточне складання	Слюсарний

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

57

№ операції	Найменування операції	Зміст робіт	Обладнання та інструмент
		коробки передач	інструмент
22	Контроль складання	Перевірка роботи механізму перемикачів передач	Ручний контроль
23	Встановлення КПП	Монтаж коробки передач на автомобіль	Трансмісійна стійка
24	Монтаж приводів коліс	Встановлення приводних валів	Монтажний інструмент
25	Підключення систем керування	Монтаж тросів та електричних роз'ємів	Набір ключів
26	Заправлення оливою	Заповнення КПП трансмісійною оливою	Лійка, шприц
27	Перевірка герметичності	Контроль відсутності витоків	Візуальний контроль
28	Контрольні випробування	Перевірка роботи КПП після ремонту	Автомобіль
29	Видача автомобіля	Оформлення документації та передача замовнику	Замовлення-наряд

Таблиця 2.11 – Маршрутна карта ремонту коробки передач BE4R

№ операції	Найменування операції	Розряд виконавця	Трудомісткість, люд.-год
1	Діагностування несправності КПП	4	0,6
2	Встановлення автомобіля на підйомник	3	0,1
3	Зливання трансмісійної оливи	3	0,2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

58

№ операції	Найменування операції	Розряд виконавця	Трудомісткість, люд.-год
4	Демонтаж захисту двигуна та навісних елементів	4	0,4
5	Демонтаж приводів коліс	4	0,8
6	Від'єднання тросів керування та електрообладнання	4	0,3
7	Зняття коробки передач	5	1,5
8	Миття КПП	3	0,3
9	Розбирання коробки передач	5	1,8
10	Дефектування деталей	5	1,2
11	Контроль шестерень, валів і синхронізаторів	5	1,0
12	Контроль диференціала та підшипників	5	0,6
13	Заміна несправних деталей	5	1,5
14	Складання валів КПП	5	1,4
15	Монтаж і регулювання диференціала	5	0,8
16	Остаточне складання КПП	5	1,2
17	Контроль роботи механізму перемикачів передач	4	0,3
18	Встановлення КПП на автомобіль	5	1,5
19	Монтаж приводів коліс	4	0,8
20	Підключення тросів та електрообладнання	4	0,3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ

Арк.

59

№ операції	Найменування операції	Розряд виконавця	Трудомісткість, люд.-год
21	Заправлення КПП оливою	3	0,2
22	Перевірка герметичності	3	0,1
23	Контрольні випробування	4	0,5
Разом			15,4

2.7 Заходи щодо зниження трудомісткості ремонту

Для підвищення ефективності технологічного процесу ремонту КПП ВЕ4R пропонується:

- використовувати спеціалізований стенд для розбирання та складання коробок передач;
- застосовувати гідравлічний прес для монтажу підшипників і шестерень;
- впровадити стандартизовані карти дефектування деталей;
- використовувати сучасний вимірювальний інструмент та діагностичне обладнання;
- організувати окреме робоче місце для ремонту трансмісій;
- забезпечити попередню комплектацію запасних частин перед початком ремонту.

Реалізація зазначених заходів дозволяє знизити трудомісткість ремонту на 10-15%, скоротити тривалість простою автомобіля та підвищити якість виконання ремонтних робіт.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис станда для розбирання коробок передач

На рисунку 3.1 представлений спеціалізований мобільний стенд, призначений для фіксації, утримання та обслуговування автомобільних коробок передач під час ремонту, розбирання та складання.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд станда

Загальна конструкція станда представляє собою міцну металеву основу Т-подібної форми, виготовлену з профільного квадратного прокату. Така геометрія забезпечує високу стійкість конструкції навіть при роботі з масивними агрегатами.

Конструкція оснащена трьома колесами, що дозволяє легко переміщувати стенд у межах майстерні.

Передбачені регульовані опорні ніжки, які дозволяють зафіксувати стенд у нерухомому положенні під час виконання робіт.

У центрі розташована вертикальна стійка, яка несе основне навантаження.

У верхній частині встановлено поворотний вузол із рукояткою.

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		61

Поворотний механізм дозволяє обертати закріплену коробку передач навколо осі, що значно полегшує доступ до різних її частин під час ремонту.

До поворотного вузла прикріплена регульована металева струбцина.

Струбцина оснащена гвинтовими затискачами, що забезпечують надійну фіксацію агрегату та опорною площадкою.

Креслення стенда показано на рисунку 3.2.

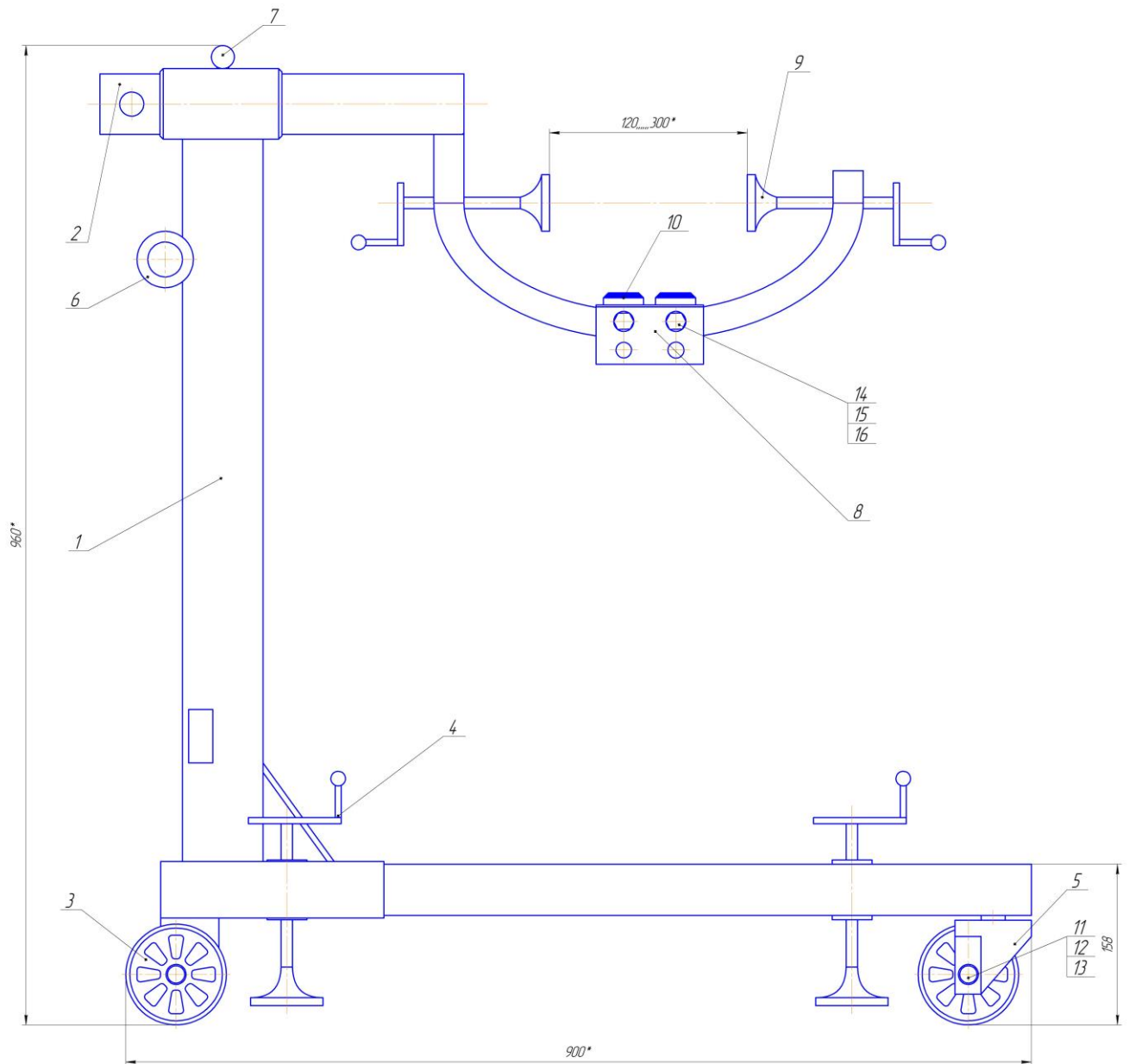


Рисунок 3.2 – Креслення стенда для ремонту КПП:

- 1 – рама; 2 – струбцина; 3 – колесо; 4 – фіксатор стаціонарний; 5 – скоба; 6 – ручка;
7 – штифр; 8 – підставка; 9 – фіксатор КПП; 10 – бампер.

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		62

3.2 Розрахунок конструкції стенда

3.2.1 Вихідні дані

Маса коробки передач приймається $m = 60$ кг. Прискорення вільного падіння $g = 9.81$ м/с².

Виліт центра мас відносно осі обертання $L = 0.42$ м.

Маса стенда $m_c = 90$ кг. Половина бази $b = 0.45$ м.

3.2.2 Визначення сили ваги

Сила ваги визначається за формулою

$$G = m \cdot g \quad (3.1)$$

$$G = 60 \cdot 9.81 = 588.6 \approx 590 \text{ Н}$$

3.2.3 Розрахунок згинального моменту

Момент від ваги КПП:

$$M = G \cdot L \quad (3.2)$$

$$M = 590 \cdot 0.42 = 248 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

З урахуванням коефіцієнта запасу:

$$M_p = 2 \cdot M \quad (3.3)$$

$$M_p = 496 \approx 500 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>63</i>

3.2.4 Перевірка стійки на міцність

Напруження визначається:

$$\sigma = M/W \quad (3.4)$$

$$\sigma = 248 / 5.4 \cdot 10^{-6} = 46 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження для сталі Ст.3 становить 235 МПа.

Отже, умова міцності виконується.

3.2.5 Перевірка на перекидання

Момент від КПП:

$$M_{\text{кпп}} = G \cdot L \quad (3.5)$$

$$M_{\text{кпп}} = 248 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Утримуючий момент стенда:

$$M_{\text{утр}} = G_c \cdot b \quad (3.6)$$

$$M_{\text{утр}} = 882 \cdot 0.45 = 397 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Оскільки $M_{\text{утр}} > M_{\text{кпп}}$, стенд є стійким.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		64

3.2.6 Навантаження на колеса

Реакція на одне колесо:

$$R = (G + G_c)/3 \quad (3.7)$$

$$R = (590 + 882)/3 = 491 \text{ Н} \approx 49 \text{ кг}$$

3.2.7 Висновок про придатність конструкції

Розрахунок показав, що при масі коробки передач 60 кг конструкція станда є міцною та стійкою.

Запас міцності становить більше 2, що відповідає вимогам безпеки.

3.3 Огляд існуючих стендів для ремонту коробок передач

Складаний стенд Carmax 900 (див. рис. 3.3) розрахований на навантаження до 900 кг і призначений для закріплення двигуна та коробки передач. Завдяки 4 регульованим лапкам, які кріпляться до блоку або корпусу, забезпечується надійна фіксація для подальшої обробки чи ремонту. [7]

Стенд оснащений 6 металевими колесами, з яких 4 поворотні – це гарантує легкість переміщення навіть у майстерні з обмеженим простором.

Монтажна плита знімається і дозволяє повертати закріплений агрегат на 360°, а також фіксувати його в потрібному положенні.

Технічні характеристики: [7]

Максимальне навантаження: 900 кг

Довжина: 1090 мм

Ширина: 950 мм (за зовнішнім краєм розкладених опор)

Висота: 860 мм (1000 мм у складеному вигляді)

Вага: приблизно 34 кг

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Адк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Адк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>65</i>

Колеса: 6 металевих (4 поворотні на підшипниках)



Рисунок 3.3 – Стенд Carmax 900

Стенд-кантувач для розбирання двигуна та КПП Carmax 450 кг (див.рис. 3.4).

Призначений для надійного кріплення демонтованого двигуна, коробки чи головки блоку циліндрів. Завдяки 4 регульованим лапкам, що кріпляться до блоку або корпусу, забезпечується зручна фіксація агрегату. [8]

Стенд має 4 металеві колеса, з яких 2 поворотні на підшипниках.

Монтажна плита знімна та обертова на 360°, забезпечуючи зручний доступ.

Передбачена фіксація положення обертання додаткової безпеки.

Технічні характеристики: [8]

Максимальне навантаження: 450 кг

Довжина: 880 мм

Ширина: 950 мм (за зовнішнім краєм розкладених опор)

Висота: 850 мм

4 регульовані лапки з отворами для кріплення

Обертається на 360° і фіксується у потрібному положенні

Вага: приблизно 27 кг

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		66

4 металеві колеса (2 поворотні на підшипниках)



Рисунок 3.4 – Стенд Carmax 450

Стійка для кріплення і ремонту двигуна REDATS 450 кг (див. рис. 3.5).

Стенд являє собою професійний стенд для розбирання двигунів та коробок передач.

Пристрій легко складається, тому займає мало місця, що полегшує дотримання порядку в майстерні.

Оснащений поворотною головкою з чотирма регульованими лапками, що дозволяє безпечно позиціонувати агрегат на 360°. [9]

Характеристики: [9]

Вага: 21 кг

Висота: 85 см

Ширина: 78 см

Довжина: 82 см

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Максимальне навантаження: 340 кг

Тип конструкції: Т-подібна конструкція

Стенд переміщується на 4 металевих колесах (2 поворотних на підшипниках), що дозволяє його вільно переміщати. Монтажна пластина знімна. [9]



Рисунок 3.5 – Стенд REDATS 450

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>68</i>

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Організація робіт з охорони праці на підприємстві

Організація робіт з охорони праці в автомайстерні спрямована на створення безпечних і здорових умов праці для працівників, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань та аварійних ситуацій. Робота з охорони праці здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства України, нормативно-правових актів з охорони праці, правил пожежної безпеки та виробничої санітарії.

Відповідальність за стан охорони праці в автомайстерні покладається на керівника підприємства або відповідальну особу, призначену наказом. Вони забезпечують розроблення та впровадження інструкцій з охорони праці, організацію навчання персоналу, проведення інструктажів та контроль за дотриманням вимог безпеки.

До початку роботи всі працівники проходять вступний та первинний інструктажі з охорони праці. У подальшому проводяться повторні, позапланові та цільові інструктажі відповідно до встановлених вимог. Працівники допускаються до виконання робіт лише після ознайомлення з правилами безпеки та перевірки знань з охорони праці.

Робочі місця автомеханіків повинні бути організовані відповідно до вимог ергономіки та безпеки праці. Виробничі приміщення забезпечуються достатнім природним і штучним освітленням, ефективною вентиляцією та опаленням. Підлога повинна мати неслизьке покриття та утримуватися в належному санітарному стані.

Особлива увага приділяється безпечній експлуатації технологічного обладнання: автомобільних підйомників, домкратів, компресорів, верстатів та електроінструменту. Усе обладнання повинно проходити своєчасне технічне обслуговування та періодичні перевірки. Забороняється використання несправного обладнання або інструменту.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		69

Працівники автомайстерні забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт. До основних засобів захисту належать спецодяг, захисне взуття, рукавиці, окуляри, респіратори та засоби захисту органів слуху. Використання засобів індивідуального захисту є обов'язковим під час виконання робіт, пов'язаних із підвищеною небезпекою.

Під час виконання ремонтних робіт необхідно дотримуватися вимог пожежної безпеки. У приміщенні повинні бути встановлені справні вогнегасники, пожежні щити та засоби оповіщення. Легкозаймисті та горючі матеріали зберігаються у спеціально відведених місцях. Куріння та використання відкритого вогню в ремонтній зоні забороняється.

Для запобігання негативному впливу шкідливих виробничих факторів проводяться заходи щодо зменшення рівня шуму, вібрації, запиленості та загазованості повітря. Відпрацьовані мастила, технічні рідини та інші небезпечні відходи збираються в спеціальні ємності та передаються на утилізацію відповідно до екологічних вимог.

Контроль за станом охорони праці здійснюється шляхом регулярних перевірок робочих місць, технічного стану обладнання, наявності та використання засобів індивідуального захисту, а також аналізу причин можливих порушень вимог безпеки. Реалізація зазначених заходів забезпечує безпечні умови праці працівників автомайстерні та сприяє підвищенню ефективності виробничої діяльності.

4.2 Основні вимоги безпеки до технологічних процесів в умовах СТО

Технологічні процеси технічного обслуговування та ремонту автомобілів повинні забезпечувати високу якість виконання робіт, безпеку працівників, збереження обладнання та відповідність вимогам нормативно-технічної документації. Усі роботи виконуються згідно з технологічними картами, інструкціями заводів-виробників автомобілів та вимогами охорони праці.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		70

Перед початком виконання робіт автомобіль повинен бути надійно зафіксований на робочому місці. При проведенні ремонту на підйомнику необхідно перевірити справність підйомного обладнання та правильність встановлення автомобіля на опорних елементах. У разі використання домкратів додатково застосовуються страхувальні підставки.

Технологічний процес ТО і ремонту повинен передбачати раціональну послідовність операцій, що забезпечує мінімальні витрати часу та виключає можливість травмування працівників. Робочі місця мають бути оснащені необхідним інструментом, пристроями, контрольно-вимірювальними приладами та засобами індивідуального захисту.

Під час виконання робіт з електрообладнанням необхідно відключати акумуляторну батарею та використовувати справний ізольований інструмент. Перевірка електричних кіл проводиться з дотриманням правил електробезпеки та застосуванням сертифікованих вимірювальних приладів.

При проведенні зварювальних, рихтувальних та інших вогневих робіт необхідно дотримуватися вимог пожежної безпеки. Робоча зона повинна бути очищена від легкозаймистих матеріалів, а працівники забезпечені спеціальними засобами захисту. На робочому місці обов'язково повинні знаходитися первинні засоби пожежогасіння.

Технічне обслуговування двигунів внутрішнього згорання необхідно виконувати в приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією або системами відведення відпрацьованих газів. Забороняється тривала робота двигуна в закритому приміщенні без ефективної вентиляції.

Під час виконання операцій із заміни мастил, охолоджувальних та гальмівних рідин необхідно запобігати їх потраплянню на підлогу та в навколишнє середовище. Відпрацьовані технічні рідини збираються у спеціальні герметичні ємності для подальшої утилізації.

Усі технологічні операції повинні виконуватися кваліфікованим персоналом, який пройшов відповідне навчання та інструктаж з охорони праці.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		71

Використання несправного обладнання, інструменту або порушення встановленої технології ремонту не допускається.

Після завершення робіт проводиться контроль якості виконаного технічного обслуговування або ремонту, перевірка працездатності систем автомобіля та прибирання робочого місця. Лише після підтвердження справності транспортного засобу автомобіль допускається до подальшої експлуатації.

Дотримання зазначених вимог забезпечує безпечне виконання технологічних процесів, високу якість технічного обслуговування і ремонту автомобілів, а також зниження ризику виробничого травматизму в умовах автомайстерні.

4.3 Виробнича санітарія в зоні ТО і ПР СТО

Виробнича санітарія в автомайстерні являє собою систему організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на запобігання впливу на працівників шкідливих виробничих факторів та створення безпечних і комфортних умов праці. Дотримання вимог виробничої санітарії сприяє збереженню здоров'я працівників, підвищенню продуктивності праці та зниженню ризику професійних захворювань.

Основними шкідливими факторами в автомайстерні є відпрацьовані гази двигунів, пари паливно-мастильних матеріалів, пил, шум, вібрація, недостатнє освітлення та несприятливі метеорологічні умови. Для зменшення їх негативного впливу виробничі приміщення обладнуються системами загальнообмінної та місцевої вентиляції, які забезпечують видалення забрудненого повітря та подачу свіжого.

Особливу увагу приділяють видаленню відпрацьованих газів від працюючих двигунів. Для цього використовуються спеціальні витяжні пристрої, що підключаються до вихлопної системи автомобіля та відводять шкідливі речовини за межі приміщення. Забороняється тривала робота двигунів у закритих приміщеннях без належної вентиляції.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		72

Важливою умовою забезпечення виробничої санітарії є достатнє освітлення робочих місць. Природне та штучне освітлення повинно відповідати встановленим нормам і забезпечувати якісне виконання ремонтних та діагностичних робіт. Світильники необхідно регулярно очищати від пилу та своєчасно замінювати несправні лампи.

Для зниження рівня шуму та вібрації застосовуються справне обладнання, шумопоглинальні матеріали та засоби індивідуального захисту органів слуху. Компресори, вентиляційні установки та інше обладнання, що створює підвищений шум, рекомендується розміщувати в окремих приміщеннях або обладнувати захисними кожухами.

У виробничих приміщеннях необхідно підтримувати оптимальні параметри мікроклімату: температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря відповідно до санітарних норм. У холодний період року забезпечується ефективне опалення приміщень, а в теплий період — достатня вентиляція та провітрювання.

Підлога в автомайстерні повинна бути рівною, міцною, неслизькою та стійкою до впливу паливно-мастильних матеріалів. Робочі місця необхідно регулярно очищати від бруду, пилу, мастил та інших забруднень. Розлиті нафтопродукти повинні негайно прибиратися із застосуванням спеціальних абсорбуючих матеріалів.

Працівники автомайстерні забезпечуються санітарно-побутовими приміщеннями: гардеробами, умивальниками, душовими та місцями для відпочинку і прийому їжі. Для захисту від шкідливих речовин працівники повинні використовувати спеціальний одяг, захисне взуття, рукавиці, окуляри та інші засоби індивідуального захисту.

Відпрацьовані мастила, охолоджувальні рідини, акумулятори, фільтри та інші виробничі відходи збираються в спеціальні контейнери та передаються на утилізацію відповідно до екологічних вимог. Забороняється їх зливання в каналізацію або викидання разом із побутовими відходами.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		73

Дотримання вимог виробничої санітарії в автомайстерні забезпечує створення безпечних і комфортних умов праці, збереження здоров'я персоналу та підвищення ефективності виробничої діяльності підприємства.

4.4 Розрахунок вентиляції зони ТО і ПР

Зона ТО і ПР розміщена в додатковому виробничому корпусі підприємства.

Вихідні дані:

- довжина приміщення – 18 м;
- ширина приміщення – 9 м;
- висота приміщення – 5 м;
- будівельний об'єм – 810 м³;

В зоні є три пости для ТО і ПР, діагностики автомобілів.

Умови праці відносяться до категорії середньої важкості. Такі фактори, як загазованість, шум, вібрація негативно впливають на працездатність працівників.

Під час заїзду автомобіля в зону, під час роботи двигуна з відпрацьованими газами викидаються шкідливі речовини, які накопичуються в приміщенні. Для забезпечення безпеки працівників і створення нормальних умов праці, передбачено примусову вентиляцію.

Кількість шкідливих речовин, які виділяються при працюючому двигуні визначаємо за формулою 4.1 [10]

$$G = (165 + 13,5 \cdot V) \cdot \frac{P}{100}, \quad (4.1)$$

де P – вміст шкідливих речовин ($P = 0,071$ %);

V – 6,0 л;

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		74

$$G = (165 + 13,5 \cdot 6,0) \cdot \frac{0,071}{100} = 0,26 \text{ (кг/год.)};$$

Розрахункове визначення повітрообміну слід враховувати спосіб видалення повітря. Кількість притічного повітря G необхідного для розведення шкідливих речовин, що виділяються при цьому визначається за формулою 4.2 [10]

$$V = \frac{1000}{60 \cdot d} \cdot G \cdot \tau \cdot n, \quad (4.2)$$

де G – кількість виділених шкідливих речовин, кг/год.;

τ – середня тривалість роботи двигуна автомобіля $\tau = 4$ хв.;

n – кількість автомобілів $n = 3$;

d – гранично допустима концентрація шкідливих речовин в робочій зоні приміщення $d = 20$ кг/м³.

$$V = \frac{1000}{60 \cdot 0,02} \cdot 0,26 \cdot 4 \cdot 3 = 1733 \text{ (м}^3\text{/год.)}$$

Для забезпечення заданого повітрообміну з вибираю відцентровий вентилятор середнього тиску.

Відцентровий вентилятор: $n=1000$ об./хв., $\eta=0,7$, $P=150$ кгс/м², продуктивність $L=1200$ м³/год.

Споживана вентилятором потужність визначається по формулі 4.3 [10]

$$N = \frac{\sum \cdot P}{2600 \cdot 100 \cdot \eta \cdot \eta_m}, \quad (4.3)$$

де $\eta_m = 1$;

$$N = \frac{1600 \cdot 150}{2600 \cdot 100 \cdot 0,7 \cdot 1} = 1,31 \text{ (кВт)}$$

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		75

Кінцева потужність двигуна визначаємо за формулою 4.4 [10]

$$N_K = N \cdot \alpha, \quad (4.4)$$

де α – коефіцієнт запасу потужності двигуна $\alpha = 1,1$.

$$N_K = 1,31 \cdot 1,1 = 1,441 \text{ (кВт)}$$

Отже, приймаю двигун потужністю $N_K = 1,4$ кВт;

Витяг відбувається з місць найбільшого накопичення газів, приток повітря створюється в робочу зону з розрахунку 50 м^2 із швидкістю випуску з приточних отворів $2,0\text{-}2,5 \text{ м/с}$ під кутом 45° до підлоги. Температура приточного повітря в холодну пору року повинна бути $16\text{-}25 \text{ }^\circ\text{C}$.

4.5 Розрахунок штучного освітлення зони ТО і ПР

Розрахунок освітлення відділення проводиться методом коефіцієнта використання світлового потоку за формулою 4.5 [10]

$$F = \frac{E \cdot S \cdot k}{n \cdot z \cdot \eta}, \quad (4.5)$$

де F – світловий потік, необхідний для забезпечення нормативної освітленості, лм;

E – нормативна освітленість, $E = 300 \text{ лк}$;

S – площа освітлюваного приміщення, 162 м^2 ;

k – коефіцієнт запасу, $k = 1,1$;

n – кількість світлодіодних ламп у світильнику, $n = 1$;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $z = 0,9$;

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		76

η – коефіцієнт використання освітлювальної установки, залежить від висоти підвісу світильника, розміру освітлюваного приміщення, коефіцієнтів відбиття стін і стелі. Для визначення η знаходять індекс приміщення за формулою 4.6 [10]

$$i = \frac{a \cdot b}{H \cdot (a + b)} \quad (4.6)$$

де a – ширина приміщення, $a = 18$ м;

b – довжина приміщення, $b = 9$ м;

H – висота підвісу світильника, $H = 5$ м.

$$i = \frac{18 \cdot 9}{5 \cdot (18 + 9)} = 1,1$$

Визначивши i вибираємо з таблиць значення η в залежності від коефіцієнтів відбиття стелі і стін. Результати зводимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнта використання в залежності від коефіцієнтів відбиття

$\rho_{\text{стін}}, \%$	$\rho_{\text{стелі}}, \%$	$i, \%$	$\eta, \%$
45	40	1,1	35

$$F = \frac{300 \cdot 162 \cdot 1,1}{1 \cdot 1,1 \cdot 0,35} = 124971 \quad (\text{лм})$$

Джерелом світла вибираю підвісний світильник із світлодіодною лампою.

Відповідно до технічних характеристик лампочки, її потужність складає 10W та світловий потік $F_{\text{СП}} = 4400$ лм.

Потрібна кількість світильників N визначається за формулою

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		77

$$N = \frac{F}{F_{сп}} ; \quad (4.7)$$

$$N = \frac{124971}{4400} = 14,2 = 14 \quad (\text{шт.})$$

Приймаю необхідну кількість світильників – 14 штук. Схема розміщення світильників показана на рисунку 4.1.

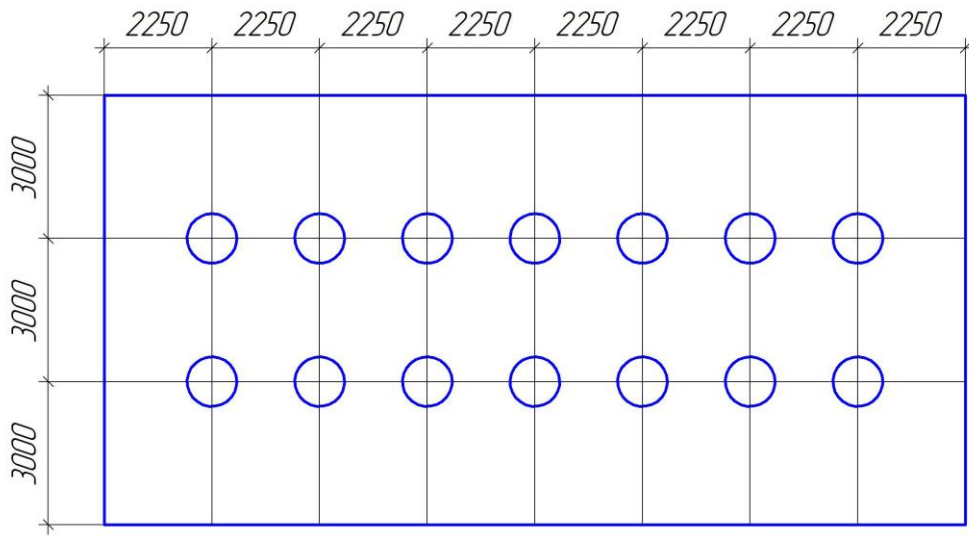


Рисунок 4.1 – Схема розташування світильників в зоні ТО і ПР

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		78

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано дослідження та розроблено заходи щодо підвищення ефективності технологічного процесу діагностики і ремонту коробки перемикачів передач автомобіля Citroën C5 X7.

У загально-технічному розділі розглянуто призначення, будову та принцип роботи коробки передач автомобіля Citroën C5 X7, наведено технічну характеристику автомобіля та проаналізовано характерні несправності КПП. Досліджено сучасні методи діагностування технічного стану коробок передач, проведено аналіз існуючого технологічного процесу ремонту та визначено основні напрямки його вдосконалення. Також виконано аналіз діяльності, оснащення та обладнання зони технічного обслуговування і поточного ремонту, що дозволило визначити резерви підвищення ефективності виконання ремонтних робіт.

У технологічному розділі здійснено технологічний розрахунок універсальної станції технічного обслуговування автомобілів. Визначено середньорічний пробіг автомобілів, кількість технічних впливів, режим роботи СТО, трудомісткість робіт та річну виробничу програму підприємства. Розраховано загальну трудомісткість робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту та виконано її розподіл за видами робіт. Розроблено технологічний процес технічного обслуговування коробки передач, процес її демонтажу, ремонту та складання. Запропоновано технологічний план виконання ремонтних операцій і обґрунтовано використання відповідного обладнання та оснащення для підвищення якості ремонту.

У конструкторському розділі проведено аналіз існуючих стендів для ремонту коробок передач та запропоновано конструкцію спеціалізованого стенда для розбирання КПП. Виконано необхідні інженерні розрахунки, зокрема визначено навантаження, згинальні моменти, перевірено міцність елементів конструкції та її стійкість від перекидання. Результати розрахунків підтвердили працездатність, надійність і безпечність запропонованого стенда, що забезпечує зручність виконання ремонтних робіт і зниження трудомісткості процесу ремонту.

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Адк.
Вим.	Адк.	№ док.	Підпис	Дата		79

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності розглянуто питання організації безпечних умов праці на підприємстві автомобільного сервісу. Проаналізовано вимоги безпеки до технологічних процесів у зоні ТО і ПР, питання виробничої санітарії, а також виконано розрахунки вентиляції та штучного освітлення виробничої зони. Запропоновані заходи спрямовані на забезпечення нормативних умов праці та підвищення рівня безпеки персоналу.

У результаті виконання роботи досягнуто поставленої мети – розроблено комплекс організаційно-технологічних та конструктивних рішень, спрямованих на підвищення ефективності процесу діагностики і ремонту коробки перемикач передач автомобіля Citroën C5 X7. Впровадження запропонованих заходів дозволить скоротити тривалість ремонтних операцій, підвищити якість виконання робіт, зменшити трудомісткість ремонту та забезпечити більш раціональне використання виробничих ресурсів СТО.

Графічна частина кваліфікаційної роботи складається з шести аркушів формату А1, де подано: план зони ТО і ПР, технологічну карту на демонтаж КПП, схему технологічного процесу ремонту КПП, аналіз обладнання для діагностики і ремонту КПП, складальне креслення стенда для розбирання КПП, деталювання стенда.

					<i>КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Вим.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>80</i>

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Венгер М.П., Заверуха Р.Р., Курус В.М. Методичні вказівки до підготовки і виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2023. 48 с.
2. Опис автомобіля Citroen C5. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Citroën_C5 (дата звернення 12.05.2026)
3. Інформація про механічні КПП автомобіля Citroen C5. URL: <https://krutilvertel.com/citroen-c5-2008-glava11-mehanicheskaja-korobka-peredach> (дата звернення 14.05.2026)
4. Демонтаж і монтаж КПП. URL: <https://krutilvertel.com/peugeot-308-2008-glava14a-korobka-peredach-v-sbore> (дата звернення 16.05.2026)
5. Ремонт КПП. URL: <https://krutilvertel.com/peugeot-308-2008-glava14a-razborka-korobki-peredach> (дата звернення 18.05.2026)
6. Сервісні дані та оснастка для ремонту КПП. URL: <https://krutilvertel.com/peugeot-308-2008-glava14a-servisnye-dannye-i-specifikacija> (дата звернення 21.05.2026)
7. Стенд Carmax 900. URL: <https://mega-tool.com.ua/ua/p2863710810-avtomobilnyj-stend-dlya.html> (дата звернення 04.06.2026)
8. Стенд Carmax 450. URL: https://humer.in.ua/ua/p2364052539-stend-dlya-dvigatelya.html?srsId=AfmBOophuBZC2S1qK_Ehryveq0naaXssK6tWRIH6V9j_agOKZ-0ODWL
9. Стенд Redats 450. URL: <https://kuvalda-shop.com.ua/ua/p2070701827-stend-dlya-vyveshivaniya.html> (дата звернення 04.06.2026)
10. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. к.т.н., доцента В.Ц. Жидецького. Львів: Афіша, 2000. 352 с.

					КРБ.706.02.00.00.000.ПЗ	Адк.
Вим.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		81