

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет Конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

надійності техніки

_____ Андрій НОВИЦЬКИЙ

“ _____ ” _____ 20 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**На тему ««Розробка пристрою для визначення технічного стану коробок
переміни передач з вдосконаленням технологічного процесу їх ремонту»
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування**

Гарант освітньої програми

д.т.н проф

Булгаков В.М

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

к.т.н. доцент

Ружи́ло З.В.

Виконав

Самсонов Д.О.

Київ-2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Надійності техніки

К.т.н., доц. Андрій НОВИЦЬКИЙ

“ ____ ” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту
САМСОНОВУ ДЕНИСУ ОЛЕКСАНДРОВИЧУ

Спеціальність 133 - Галузеве машинобудування

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи **РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОРОБОК ПЕРЕМІНИ ПЕРЕДАЧ З ВДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЇХ РЕМОНТУ** затверджена наказом ректора НУБіП України від “15” квітня 2026 р. №1044 «С»
Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 2026 червня 04

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Аналіз конструкції автомобіля ГАЗ-53 щодо удосконалення процесу ремонту коробки передач.

1. Аналіз конструкції коробки передач ГАЗ-53.
 2. Діагностика стану за кутовим люфтом.
 3. Технологія ремонту коробки передач.
 4. Розробка пристрою для визначення технічного стану.
 5. Охорона праці та економічне обґрунтування.
 6. Висновки та бібліографічний список
- Перелік графічних документів

Дата видачі завдання “16” квітня 2026р.

Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи

Ружи́ло З.В.

Завдання прийняв до виконання

Самсонов Д.О.

ЗМІСТ

Реферат.	4
Зміст	5
Вступ.....	7
1. РОЗДІЛ. Характеристика об'єкту проектування.....	9
1.1 Будова і принцип дії коробки передач	9
1.2 Детальний аналіз номенклатури деталей коробки передач	14
2. РОЗДІЛ. Визначення технічного стану коробки передач шляхом заміру сумарного кутового люфту	18
3. РОЗДІЛ. Технологія ремонту коробки передач.....	35
3.1 Основні несправності	35
3.2 Технологічні операції ремонту коробки передач	37
4. РОЗДІЛ. Розробка пристрою для визначення технічного стану коробок передач.....	56
4.1 Будова і принцип дії обладнання	56
4.2. Визначення діючих сил і моментів.....	59
4.2.1. Розрахунок деталей на міцність.....	59
5. РОЗДІЛ. Охорона праці і захист населення	63
5.1 Структурно функціональний аналіз технологічного процесу заміни коробки передач автомобіля ГАЗ-53	63
5.2 Вимоги техніки безпеки під час заміни коробки передач автомобіля	65
5.3 Розрахунок виробничого освітлення	67
5.4 Розробка заходів щодо захисту населення.....	69
6. РОЗДІЛ. Охорона довкілля.....	71
6.1. Охорона та ефективне використання водних ресурсів	72
6.2. Охорона атмосферного повітря.....	73

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Самсонов Д.О.			Зміст	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ружило З.В.					5	2
Реценз.						НУБІП, КД		
Н. Контр.		Банний О.О.						
Затверд.								

6.3. Основні заходи охорони довкілля для ділянки поточного ремонту Автомобілів	74
7. РОЗДІЛ. Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для визначення технічного стану коробок передач ГАЗ – 53	76
Висновки.....	82
Список використаної літератури.....	83
Додатки.....	86

					02.05.01.ДП.332 з 29.03.26.013 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему «Розробка пристрою для визначення технічного стану коробок перемикання передач з удосконаленням технологічного процесу» присвячений підвищенню ефективності діагностування коробок передач автомобіля ГАЗ-53.

Пояснювальна записка містить 85 сторінок текстової частини, 30 рисунків, 3 таблиці, презентаційний матеріал та список використаних джерел із 50 найменувань.

У кваліфікаційній роботі досліджено конструктивні особливості та специфіку функціонування коробки передач автомобіля ГАЗ-53, а також виконано аналітичний огляд існуючих методів оцінювання її технічного стану. Основний акцент зроблено на процесі діагностування агрегату за параметром сумарного кутового люфту, що забезпечує високу об'єктивність при визначенні рівня зношеності елементів кінематичних пар.

У результаті дослідження було спроектовано спеціалізований пристрій для моніторингу технічного стану трансмісійних вузлів та модернізовано відповідну технологію діагностики. Впровадження розроблених рішень дозволяє підвищити достовірність вимірювань, мінімізувати часові витрати на виконання контрольних операцій і суттєво знизити загальну трудомісткість процесу.

Економічне обґрунтування підтверджує доцільність проекту: очікуваний ефект становить 17 165 грн за розрахунковий період, а термін окупності не перевищує чотирьох місяців.

Ключові слова: коробка передач, ГАЗ-53, технічний стан, діагностування, сумарний кутовий люфт, пристрій контролю, ремонт, економічний ефект.

					02.05.01.ДП.332 з 29.03.26.013 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Самсонов Д.О.			Реферат				Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Ружило З.В.									4	1
Реценз.									НУБІП, КД			
Н. Контр.		Банний О.О.										
Затверд.												

ВСТУП

В Україні досі відсутня ефективно налагоджена система роботи станцій технічного обслуговування вантажних автомобілів, що особливо стосується найбільш поширених моделей **ГАЗ та ЗІЛ**, які складають значну частку автопарку агропромислового комплексу. Основним завданням ремонтних служб автогосподарств є забезпечення технічної справності автомобілів, адже від цього залежить не лише продуктивність їх використання, але й безпека дорожнього руху.

Оскільки транспортні засоби агропромислового комплексу здебільшого виконують функції технологічного транспорту, працюючи у зв'язці з тракторними агрегатами та самохідними комбайнами в польових умовах, найбільші навантаження припадають на **вузли трансмісії**.

Одним із агрегатів автомобіля, що найчастіше підлягають ремонту, є коробка передач. Досвід авторемонтних підприємств свідчить, що її демонтаж нерідко поєднується з ремонтом двигуна або зчеплення. Такі супутні роботи створюють оптимальні умови для паралельного проведення технічної діагностики трансмісійного вузла.

Одним із ключових критеріїв оцінки є **сумарний кутовий люфт між первинним валом і фланцем вторинного вала**, який можна визначати на кожній передачі. За результатами контролю приймається рішення щодо подальших дій:

- якщо люфт на всіх передачах знаходиться в допустимих межах — коробку можна встановлювати на автомобіль для подальшої експлуатації;

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ			Лім.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Самсонов Д.О.									
Перевір.		Ружило З.В.								7	2
Реценз.								НУБІП, КД			
Н. Контр.		Банний О.О.									
Затверд.											

- якщо хоча б один показник виходить за нормативні значення — необхідне детальніше діагностування зі зняттям кришки коробки передач.

Таким чином, актуальність теми кваліфікаційній роботі полягає у створенні **спеціального пристрою для визначення технічного стану коробок переміни передач автомобілів ГАЗ**, що дозволить удосконалити процес технічного обслуговування та підвищити ефективність експлуатації транспортних засобів агропромислового комплексу.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Будова і принцип дії коробки передач.

Коробка передач автомобіля **ГАЗ-53** (рис. 1.1) є триходовою, чотириступінчастою. Вона змонтована у литому чавунному картері, який кріпиться до картера зчеплення за допомогою чотирьох шпильок. Точне центрування коробки відносно зчеплення забезпечується фланцем кришки первинного валу.

Картер (поз. 14) має на правій стінці люк, закритий штампованою кришкою з паронітовою прокладкою. Цей люк призначений для можливості встановлення коробки відбору потужності на модифікаціях автомобіля, де застосовується коробка передач від **ГАЗ-53-12**. На базовій моделі така коробка відбору потужності не використовується. Маслоналивний отвір розташований з лівого боку картера, а зливний — у нижній частині. Обидва отвори закриваються різьбовими конічними пробками.

Первинний вал (поз. 1) встановлений на двох підшипниках: передній знаходиться у гнізді колінчастого вала двигуна, а задній — у передній стінці картера коробки передач і фіксується гайкою на різьбі валу. Вал через шліци з'єднаний з веденим диском зчеплення. На його задньому кінці розташовані два зубчасті вінці:

- вінець із косими зубцями, що постійно знаходиться у зачепленні з великим вінцем (поз. 19, 15) блоку шестерень проміжного валу;
- вінець із прямими зубцями, які при включенні прямої передачі входять у зачеплення з муфтою.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ				
Розроб.		Самсонов Д.О.							
Перевір.		Ружило З.В.							
Реценз.									
Н. Контр.		Банний О.О.							
Затверд.									
					Літ.	Арк.	Акрушів		
							9	9	
					НУБІП, КД				

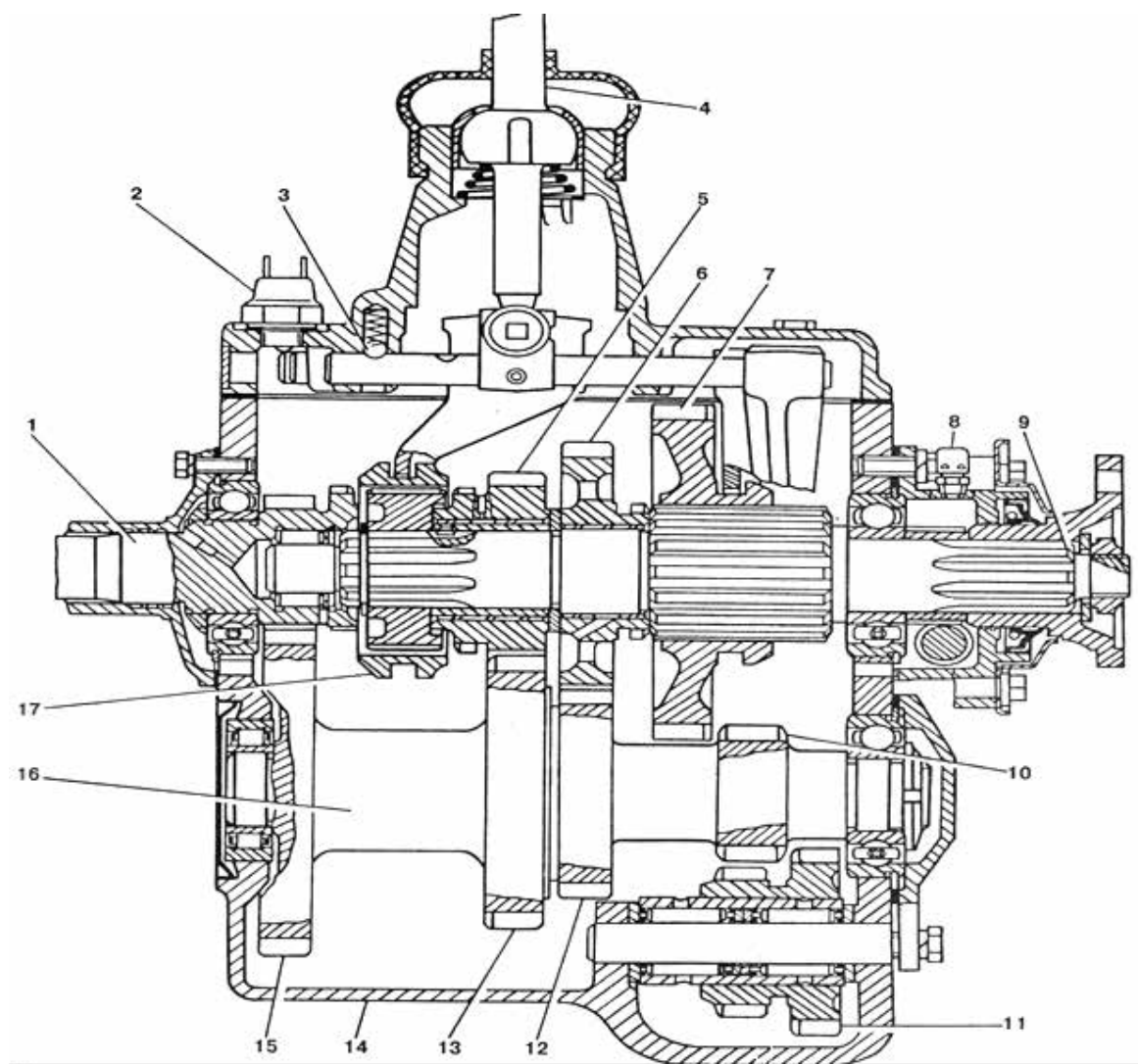


Рис.1.1. Загальний вигляд коробки передач:

1- первинний вал; 2 - вимикач світла заднього ходу; 3 - фіксатор; 4 - важіль перемикавання передач; 5 і 13- шестерень третьої передачі; 6 і 12 - шестерні другої передачі; 7 і 10- шестерень другої передачі і заднього ходу; 8 - сапун; 9 - вторинний вал; 11 - блок шестерень заднього ходу; 14 - картер; 15 - шестерня; 16 - проміжний вал; 17 - муфта.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

10

На прямозубому вінці первинного валу передбачена спеціальна виїмка, яка забезпечує можливість монтажу зібраного валу в картері коробки після встановлення блоку шестерень проміжного валу. Первинний вал фіксується від осьового зміщення вперед кришкою, а від зміщення назад — упорним кільцем, що вставлене в канавку шарикопідшипника.

Вторинний вал (поз. 9) встановлений на двох підшипниках:

- роликовому циліндричному, розташованому в гнізді первинного валу;
- шарикопідшипнику, змонтованому в задній стінці картера.

Роликопідшипники виконані без сепаратора, з вільними роликами. Їх осьове положення забезпечується буртиком первинного валу (спереду) та плоскою упорною шайбою (ззаду), яка утримується розрізним пружинним кільцем у канавці.

На задньому кінці вторинного валу за кульковим підшипником встановлюються та затягуються гайкою: ведуча шестерня приводу спідометра, фланець і шайба. Гайка додатково фіксується кернуванням у паз валу.

У середній частині вал має евольвентні шліци, по внутрішній шліфованій поверхні яких центрується шестерня (поз. 7). На гладкій шийці вторинного валу вільно розташована шестерня (поз. 6) другої передачі, що має два вінці:

- з косим зубом для постійного зачеплення з проміжним валом;
- з прямим зубом для включення другої передачі.

На передньому кінці вторинного валу встановлюються та фіксуються стопорним кільцем: шліцьова маточина, сталева гартована втулка і шайба. Вони упираються в торець шийки, на якій обертається шестерня другої передачі. Втулка щільно посаджена на вал і захищена від провертання стопорним штифтом: один його кінець запресований під втулку, інший входить у шліцьовий паз валу. На втулку вільно встановлюється шестерня (поз. 5) третьої передачі.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для змащення тертьових поверхонь шестерень другої та третьої передач передбачені канавки на їх торцях і радіальні отвори. На зовнішній поверхні втулки та валу (для другої передачі) виконані спіральні канавки. Щоб запобігти задирів, отвори шестерень оснащені бронзовими втулками, які розточуються разом із шестернями. Вторинний вал утримується від осьового переміщення задньою кришкою та кільцем у канавці кулькового підшипника.

Проміжний вал (поз. 16) являє собою блок із чотирьох шестерень, що обертається на роликовому та кульковому підшипниках. Шестерні (поз. 12, 13, 15) косозубі й постійно знаходяться у зачепленні з первинним валом (поз. 1) та шестернями вторинного валу (поз. 5, 6). Прямозуба шестерня (поз. 10) взаємодіє з шестернею (поз. 7) при включенні першої передачі та з великою шестернею блоку (поз. 11) при включенні заднього ходу. Вал фіксується від осьового зміщення кришкою та упорним кільцем кулькового підшипника, закріпленим гайкою. Передній підшипник закритий заглушкою, запресованою врівень із передньою стінкою картера; для демонтажу внутрішнього кільця на торці великого вінця передбачена виїмка.

Блок шестерень заднього ходу встановлений на осі: передній кінець вільно входить у отвір внутрішнього приливу картера, а задній запресований у його задню стінку. Вісь утримується штампованою стопорною пластиною з болтом та краєм приливу задньої кришки проміжного валу. Для демонтажу осі використовується різьбовий отвір. На осі вільно обертається двовінцевий блок шестерень зі сталєалюмінієвою втулкою. Між вінцями є кільцева канавка для вилки включення заднього ходу.

Герметизація коробки передач забезпечується сальником у задній кришці вторинного валу. На її внутрішній поверхні нарізана маслозгінна канавка, що відводить масло від сальника. У верхній частині кришки встановлений сапун (поз. 8), який запобігає надлишковому тиску всередині картера. Аналогічна канавка є й на кришці первинного валу, де додатково передбачений масляний канал для відведення масла до зливного отвору.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Включення передач:

- IV та III — переміщенням муфти, яка з'єднує свої внутрішні шліци з вінцями первинного валу та шестерні третьої передачі;
- II — переміщенням шестерні першої передачі та заднього ходу до зачеплення з вінцем шестерні другої передачі;
- I — введенням шестерні першої передачі у зачеплення з вінцем проміжного валу;
- задній хід — введенням блоку шестерень заднього ходу у зачеплення з прямозубим вінцем проміжного валу та шестернею вторинного валу.

Перемикання передач здійснюється важелем маятникового типу (поз. 4), нижній кінець якого входить у пази пересувних головок і вилки на штоку. Кульова опора рукоятки розташована в сферичній частині ковпака й підтискається пружиною. Ковпак утримується у кришці двома штифтами, що входять у канавки кульової опори та запобігають її провертанню.

У верхній кришці змонтовано три штоки з фіксаторами (поз. 3), які забезпечують стабільне положення вилок на всіх передачах, а також замковий пристрій, що унеможливорює одночасне включення двох передач. Над штоком заднього ходу встановлений вимикач (поз. 2) світла заднього ходу.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Детальний аналіз номенклатури деталей коробки передач

Визначення впливу конструктивних елементів коробки передач на сумарний кутовий люфт передбачає дослідження їхнього взаємного зв'язку в кінематичній схемі. Для цього аналізуються деталі з постійним спряженням, а також елементи, які вступають у взаємодію тимчасово, забезпечуючи передачу крутного моменту на певних передачах.

На рис. 1.2 наведено загальний вигляд коробки переміни передач та взаємне розташування її основних деталей, що дозволяє простежити схему з'єднань і зрозуміти, які вузли впливають на формування люфту.

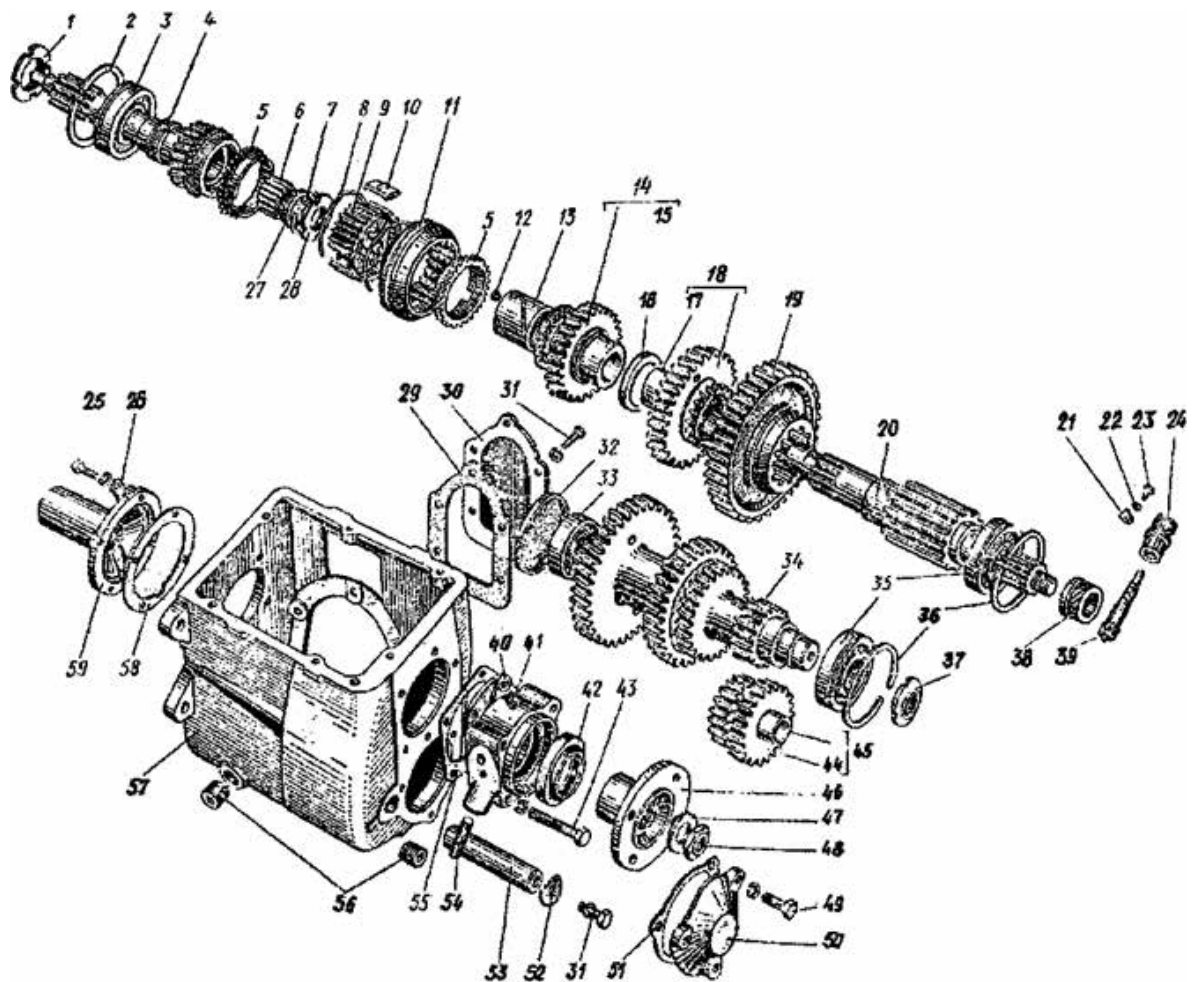


Рис.1.2 Загальний вигляд і взаємне розташування деталей коробки переміни передач автомобіля ГАЗ-53

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

14

Позиціям показаним на рис. 1.2 відповідають наступні деталі:

1. 52-1701034 Гайка підшипника первинного валу
2. 52-1701033 Кільце упорне
3. 50209К1. Підшипник первинного валу (52-1701032-02)
4. 52-1701030-11. Вал первинний
5. 52-1701164-02. Кільце блокуюче третьої і четвертої передач синхронізатора
6. 7х17. Ролик переднього підшипника вторинного валу (52-1701182-би)
7. 52-1701189. Кільце стопорне, 52-1701200, кришка заднього підшипника
8. 52-1701170 Пружина синхронізатора коробки передач
9. 52-1701119. Маточина ковзної муфти синхронізатора третьої і четвертої передач коробки передач
10. 53А-1701171. Сухар синхронізатора
11. 52-1701118-30. Муфта ковзна перемикавання третьої і четвертої передач
12. 52-1701120. Стопор втулки шестерні третьої передачі, 52-1701128 комплект шестерні третьої передачі з блокуючим кільцем синхронізатора
13. 52-1701115. Втулка розпірна шестерні третьої передачі, 52-1701116-21 муфта ковзна перемикавання третьої і четвертої передачі з маточиною (комплект)
14. 52-1701113-01. Шестірня третьої передачі вторинного валу в зборі
15. 52-1701117. Втулка шестерні третьої передачі
16. 52-1701104. Шайба шестерні другої передачі вторинного валу упорна
17. 52-1701109. Втулка шестерні другої передачі
18. 52-1701111. Шестерня другої передачі вторинного валу в зборі
19. 52-1701110-31. Шестерня ковзна першої передачі і заднього ходу
20. 52-1701105-02. Вал вторинний
21. 51-3802031. Стопор
22. 252154-П2. Шайба 6Л ОСТУ 37.001.115-75, 252155-П2. шайба 8Л ОСТУ 37.001.115-75
23. 290490-П8. Болт М6-6gx12

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

24. 51-3802030. Штуцер гнучкого валу
25. 201457-П8. Болт М8-6gx22
26. 51-1601190-а. Скоба відтяжної пружини муфти підшипника виключення зчеплення
27. 52-1701188. Шайба упорна
28. 52-1701095-01. Гайка стопорна вторинного валу
- 29 52-1701021. Прокладка кришки люка відбору потужності коробки передач, 52-1701022-А. комплект первинного валу з блокуючим кільцем синхронізатора
30. 52-1701020. Кришка люка відбору потужності коробки передач
31. 201495-П8. Болт М10-6gx20. 201497-П8, болт М10х25
32. 52-1701068-а. Заглушка переднього підшипника блоку шестерень проміжного валу
33. 60-42207КМ. Підшипник передній блоку шестерень проміжного валу в зборі
34. 52-1701050-10. Блок шестерень проміжного валу коробки передач в зборі
- 35.1 50307К2. Підшипник задній проміжного вала (52-1701073-02)
- 35.2 50307К2. Підшипник задній вторинного вала (52-1701073-02)
36. 20-1701034. Кільце стопорне підшипника
37. 52-1701079. Гайка стопорна
38. 52-3802033. Шестерня приводу спідометра ведуча
39. 52-3802034. Шестерня приводу до спідометра ведена,
40. 52-1701205. Кришка заднього підшипника вторинного валу коробки передач
41. 298429-П Сапун в зборі К1/8"
42. 51-1701210-а. Манжета в зборі
43. 201510-П8. Болт М10-6gx65,252136-П2, шайба 10 ВІД ОСТУ 37.001.115-75
44. 52-1701084-10. Втулка блоку шестерень заднього ходу
45. 52-1701080-21. Блок шестерень заднього ходу в зборі

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

46. 51-1701240-Д. Фланець вторинного валу коробки передач
47. 53А-1701242. Шайба фланця
48. 52-1701247. Гайка М22х1,5
50. 52-1701070. Кришка заднього підшипника блоку шестерень проміжного валу коробки передач
51. 52-1701075. Прокладка кришки заднього підшипника проміжного валу коробки передач
52. 52-1701092. Пластина осі блоку шестерень заднього ходу коробки передач упорна
53. 52-1701090. Вісь блоку шестерень заднього ходу коробки передач
54. 51-3508055. Палець важеля приводу центрального гальма
55. 52-1701203. Прокладка кришки заднього підшипника вторинного валу коробки передач
56. А-24457. Пробка КГ1/2", ВК-52-1700101
57. 52-1701015-а. Картер коробки передач
58. 52-1701042-01. Прокладка кришки підшипника первинного валу
59. 52-1701040. Кришка підшипника первинного валу коробки передач.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ШЛЯХОМ ЗАМІРУ СУМАРНОГО КУТОВОГО ЛЮФТУ

Для визначення сумарного кутового люфту коробки передач застосовують спеціальне вимірювальне пристосування, зображене на рисунках 2.1–2.3. Це обладнання дає змогу точно зафіксувати первинний і вторинний вали коробки передач у потрібному положенні.

Пристрій складається з кронштейнів, болтів, гайок, індикатора годинникового типу та опорних стояків. Усі елементи з'єднані між собою так, щоб забезпечити жорсткість конструкції та стабільність показань при вимірюванні.

Під час діагностичної процедури один із валів коробки передач стопориться, а до іншого прикладається зусилля для його повороту в межах люфту. Сумарне кутове переміщення фіксується вимірювальним приладом — індикатором годинникового типу. Для мінімізації похибки вимірювань особливу увагу слід приділити правильності монтажу пристосування та жорсткості кріплення його опорних конструкцій.

Перед початком роботи перевіряють справність індикатора, правильність його нульового положення та відсутність люфтів у кріпленнях. Після цього проводять кілька пробних обертань валів, щоб переконатися у стабільності показань.

Отримані дані використовують для оцінки технічного стану коробки передач — надмірний люфт може свідчити про зношення шестерень, підшипників або неправильне регулювання механізму.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Самсонов Д.О.			ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ШЛЯХОМ ЗАМІРУ СУМАРНОГО КУТОВОГО ЛЮФТУ			Лім.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Ружило З.В.								18	17
Реценз.								НУБІП, КД			
Н. Контр.		Банний О.О.									
Затверд.											

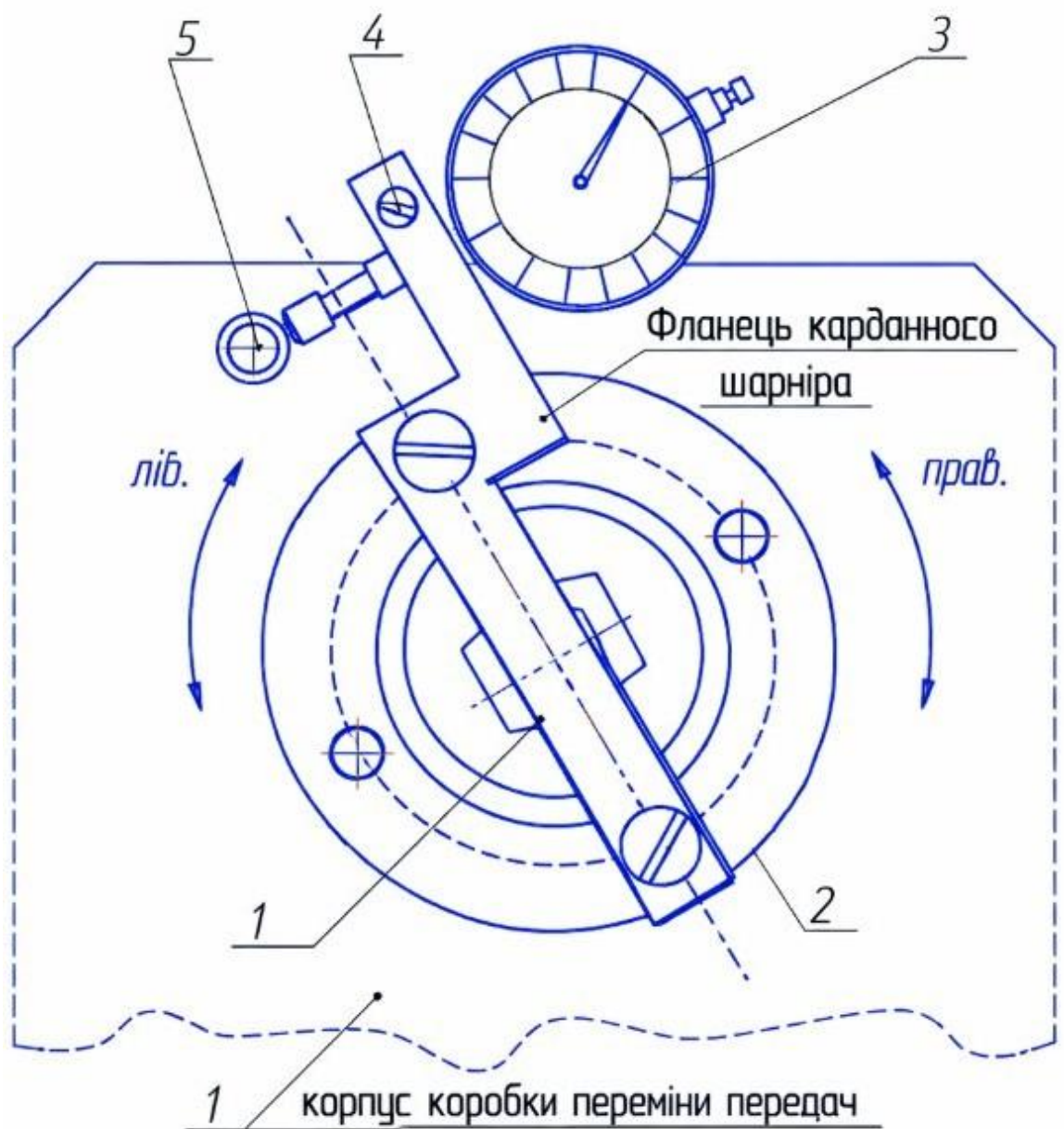


Рис.2.1 Схема заміру сумарного кутового люфту коробки переміни передач автомобілів ГАЗ-53 та їх модифікації:

1– кронштейн; 2–гвинти; 3– індикатор годинникового типу; 4 –
стяжний гвинт; 5 –стояк.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

19

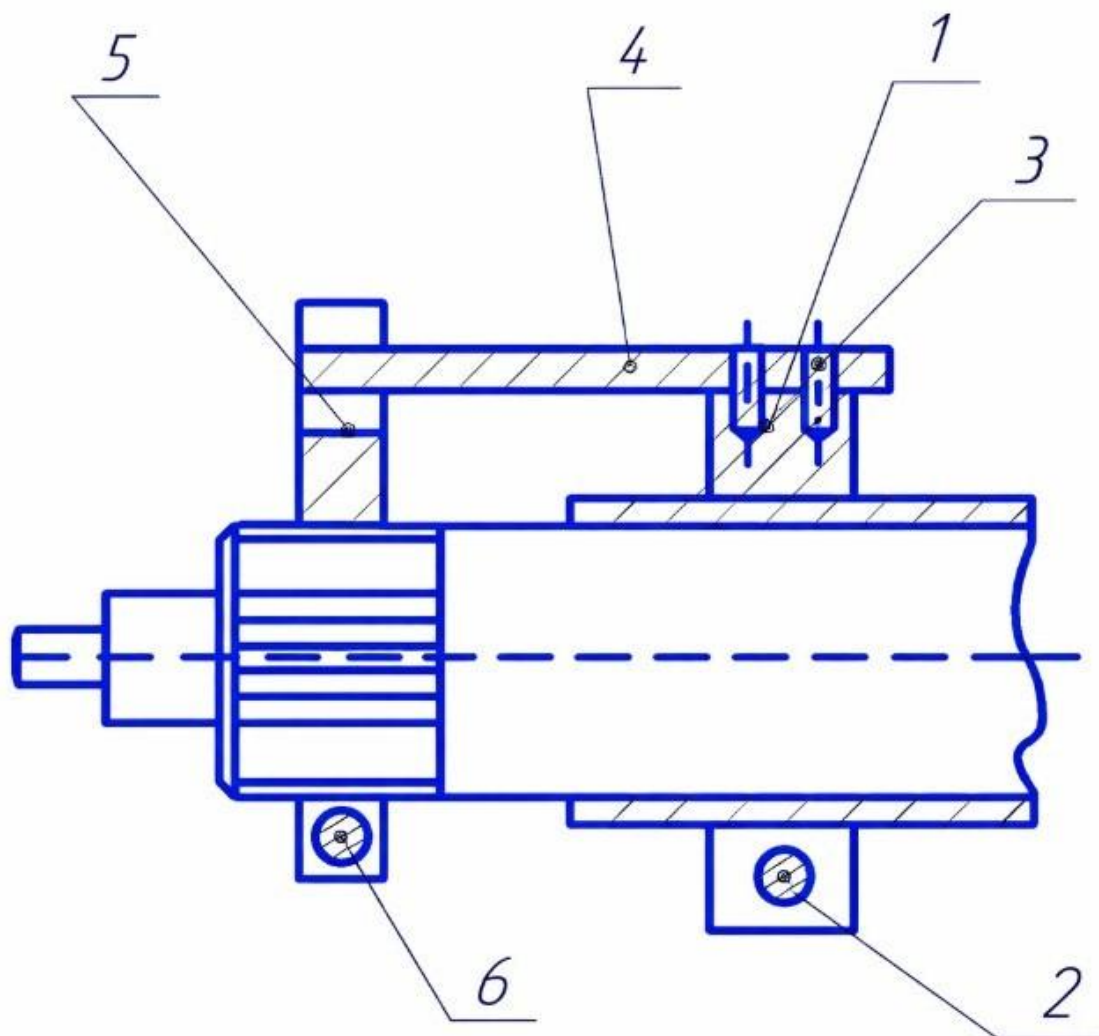


Рис.2.2 Схема фіксування первинного вала КПП від обертання:

1 – хомут кришки первинного вала; 2 – гвинт затискання хомута; 3 – штифт;
4 – фіксуюча планка; 5 – хомут первинного вала; 6 – гвинт затискання хомута.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

20

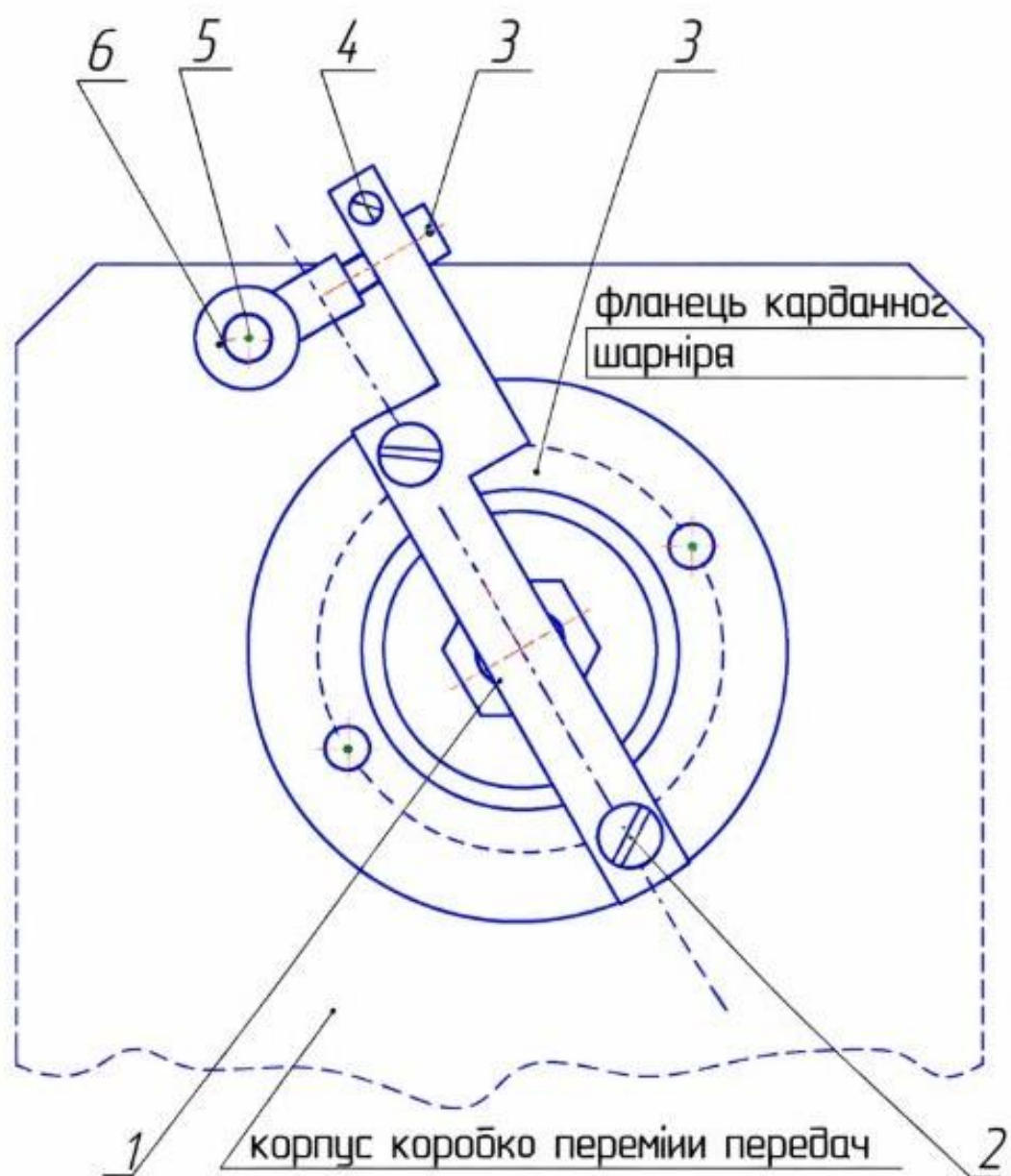


Рис.2.3 Схема фіксування від обертання вторинного вала коробки передач:
 1 – кронштейна; 2 – гвинт; 3 – фіксуючий гвинт; 4 – стопорний гвинт; 5 – стояк;
 6 – гвинт фіксуючий.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

21

Під час експлуатації коробки передач важливо контролювати технічний стан її зубчастих передач і валів. Одним із основних показників точності роботи механізму є **кутовий люфт**, який характеризує зазор між зубами шестерень або між з'єднаними валами. Надмірний люфт може призвести до ударних навантажень, шуму, вібрацій і прискореного зношення деталей. Тому його вимірювання є обов'язковою частиною технічного контролю та діагностики трансмісійних систем.

Для визначення кутового люфту використовують геометричні співвідношення, що описують зв'язок між лінійним зміщенням точки на колі та кутом її повороту. Якщо точка на колі радіусом R переміщується на хорду S , то між цими величинами існує залежність:

$$S^2 = R^2 + R^2 - 2R^2 \cos \varphi \quad (2.1)$$

Звідси можна виразити косинус кута повороту:

$$\cos \varphi = 1 - \frac{S^2}{2R^2} \quad (2.2)$$

Отже кутовий люфт буде рівним:

$$\varphi = \arccos \left(1 - \frac{S^2}{2R^2} \right) \quad (2.3)$$

Якщо замість радіуса використати діаметр ділильного кола $D = 2R$, формула набуває вигляду:

$$\varphi = \arccos \left(\frac{D^2 - 2S^2}{D^2} \right) \quad (2.4)$$

де D – діаметр ділильного кола шестірні;

S – боковий зазор між зубами шестерень.

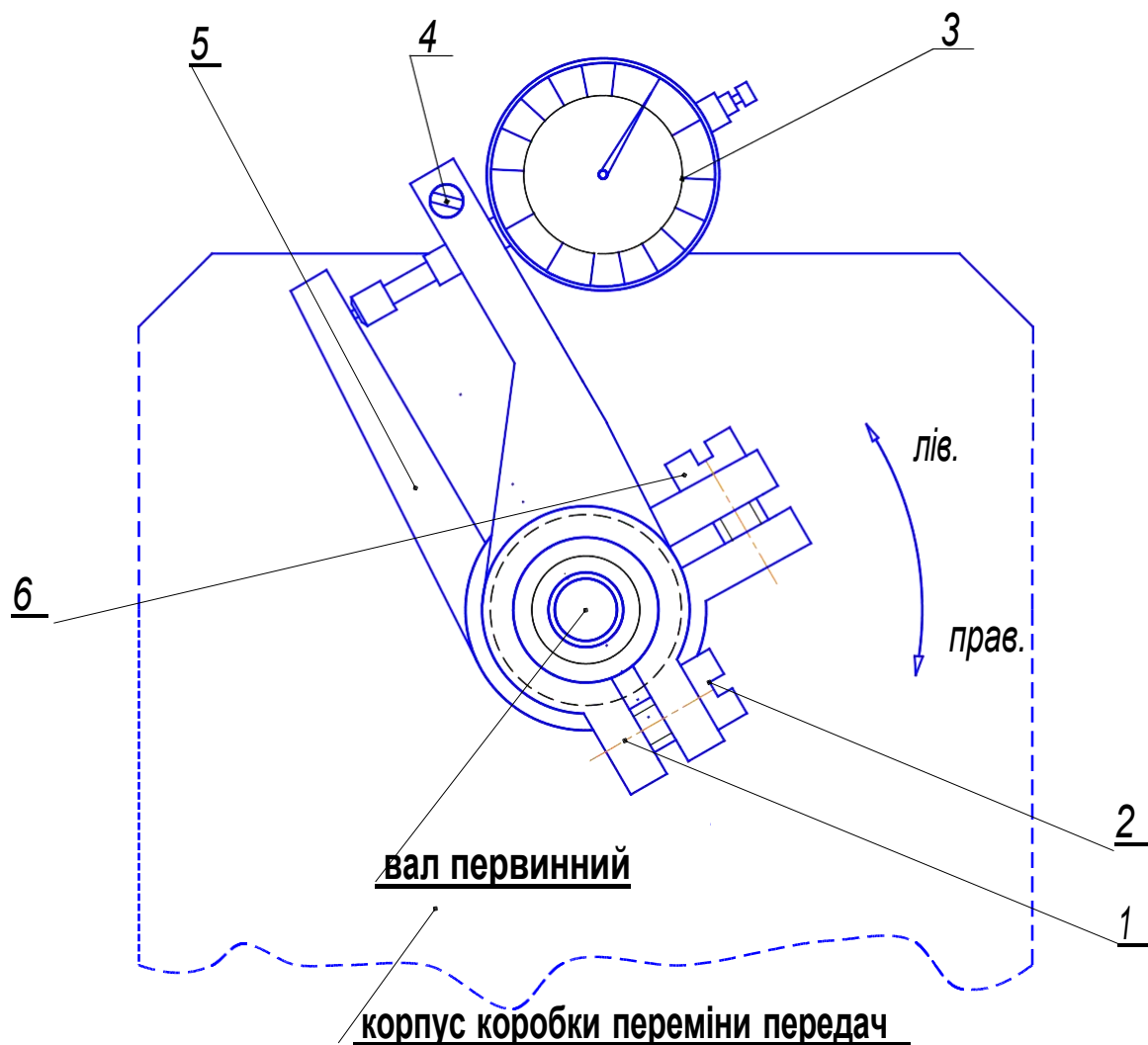


Рис.2.4 Схема заміру сумарного кутового люфту коробки переміни передач автомобілів ГАЗ-53 та їх модифікації за кутом повороту первинного вала

1 – кронштейн; 2 – гвинт стяжний кронштейна 3 – ніжка індикатора; 4 – стопорний гвинт; 5 – опора; 6 – гвинт стяжний опори.

На рисунку 2.5 подано схему, що використовується для визначення взаємозв'язку між лінійним і кутовим люфтами. У трикутнику **ОАВ** точка **О** позначає центр обертання вала — первинного або вторинного. Відрізки **ОА** та **ОВ**, які дорівнюють між собою, позначають радіус **R**, на якому встановлено індикатор. Сторона **АВ**, що має довжину **S**, характеризує величину бокового зазору між елементами механізму.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

23

Таким чином, ця схема дозволяє наочно показати, як лінійне зміщення точки на колі (S) пов'язане з кутом повороту вала, що визначається через радіус R.

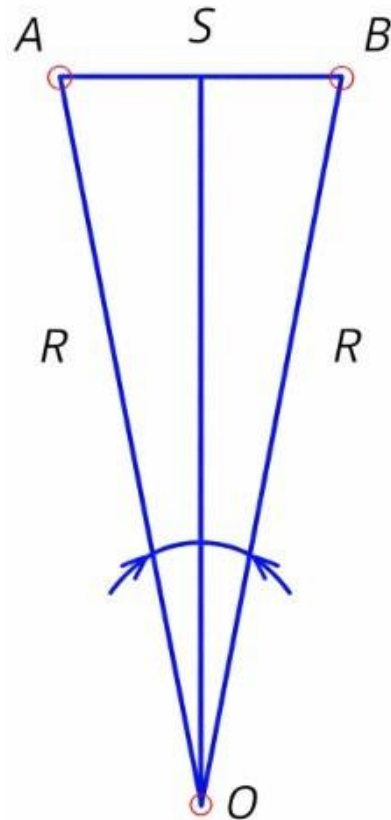


Рис. 2.5 Схема для взаємного визначення кутового та бокового люфтів (зазорів)

Відповідно, боковий зазор між зубами шестерень можна визначити з виразу

$$S = D \sin(\varphi/2) \quad (2.5)$$

Сумарний кутовий люфт при ввімкненій першій передачі буде визначатися з виразу:

$$\sum \varphi_I = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 \quad (2.6)$$

де φ_I – боковий зазор між зубами шестерні первинного вала та шестерні постійного зачеплення проміжного вала;

φ_2 – боковий зазор між зубами першої передачі і заднього ходу проміжного вала та шестернею першої передачі і заднього ходу вторинного вала

φ_3 – боковий зазор між шліцами маточини шестерні першої передачі і заднього ходу вторинного вала та шліцами вторинного вала

φ_4 – боковий зазор між шліцами вторинного вала та фланцем вторинного вала при ввімкненій другій буде:

$$\sum \varphi_{II} = \varphi_1 + \varphi_5 + \varphi_6 + \varphi_4 \quad (2.7)$$

де φ_5 – боковий зазор між зубами шестерні другої передачі вторинного вала

φ_6 – боковий зазор між шліцам маточини шестерні другої передачі вторинного вала та шліцами вторинного вала

при ввімкненій третій буде:

$$\sum \varphi_{III} = \varphi_1 + \varphi_7 + \varphi_8 + \varphi_9 + \varphi_{10} + \varphi_4 \quad (2.8)$$

де φ_7 – боковий зазор між зубами шестерні третьої передачі проміжного вала та зубами шестерні третьої вторинного вала

φ_8 – боковий зазор між зубами шестерні третьої передачі вторинного вала та зубами муфти синхронізатора

φ_9 – боковий зазор між зубами муфти синхронізатора і зубцями маточини синхронізатора

φ_{10} – боковий зазор між шліцами маточини синхронізатора шліцами вторинного вала

при ввімкненій четвертій буде:

$$\sum \varphi_{IV} = \varphi_{11} + \varphi_9 + \varphi_{10} + \varphi_4 \quad (2.9)$$

де φ_{11} – боковий зазор між зубцями вінця первинного вала та муфтою синхронізатора

φ_{12} – боковий зазор між зубами шестерні першої передачі і заднього ходу проміжного вала та зубами більшої шестерні блоку шестерень заднього ходу

при ввімкненій передачі заднього ходу буде:

$$\sum \varphi_{zx} = \varphi_1 + \varphi_{12} + \varphi_{13} + \varphi_4 \quad (2.10)$$

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де φ_{13} – боковий зазор між зубами меншої шестерні блока шестерень заднього ходу та шестерень першої передачі і заднього ходу вторинного вала

На рисунках 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10 подано структурно-логічні моделі контактів деталей при ввімкненні різних передач з відображенням типів контактів в яких виникає зазор та переліком деталей технічний стан яких опосередковано (побічно) впливають на кутовий люфт.

Таблиця 2.1. Умовні позначення для зображення на структурно-логічних моделях

Тип контактуючих елементів деталей	Символ контакту поверхонь деталей
Контакт зубів шестерень	
Контакт зубчатих вінців	
Контакт шліців	

Для визначення опосередкованого впливу на зазори підшипників проміжного вала потрібно проводити заміри з фіксуванням проміжного вала у верхньому положення (рис.2.11) та у нижньому положенні (рис.2.12).

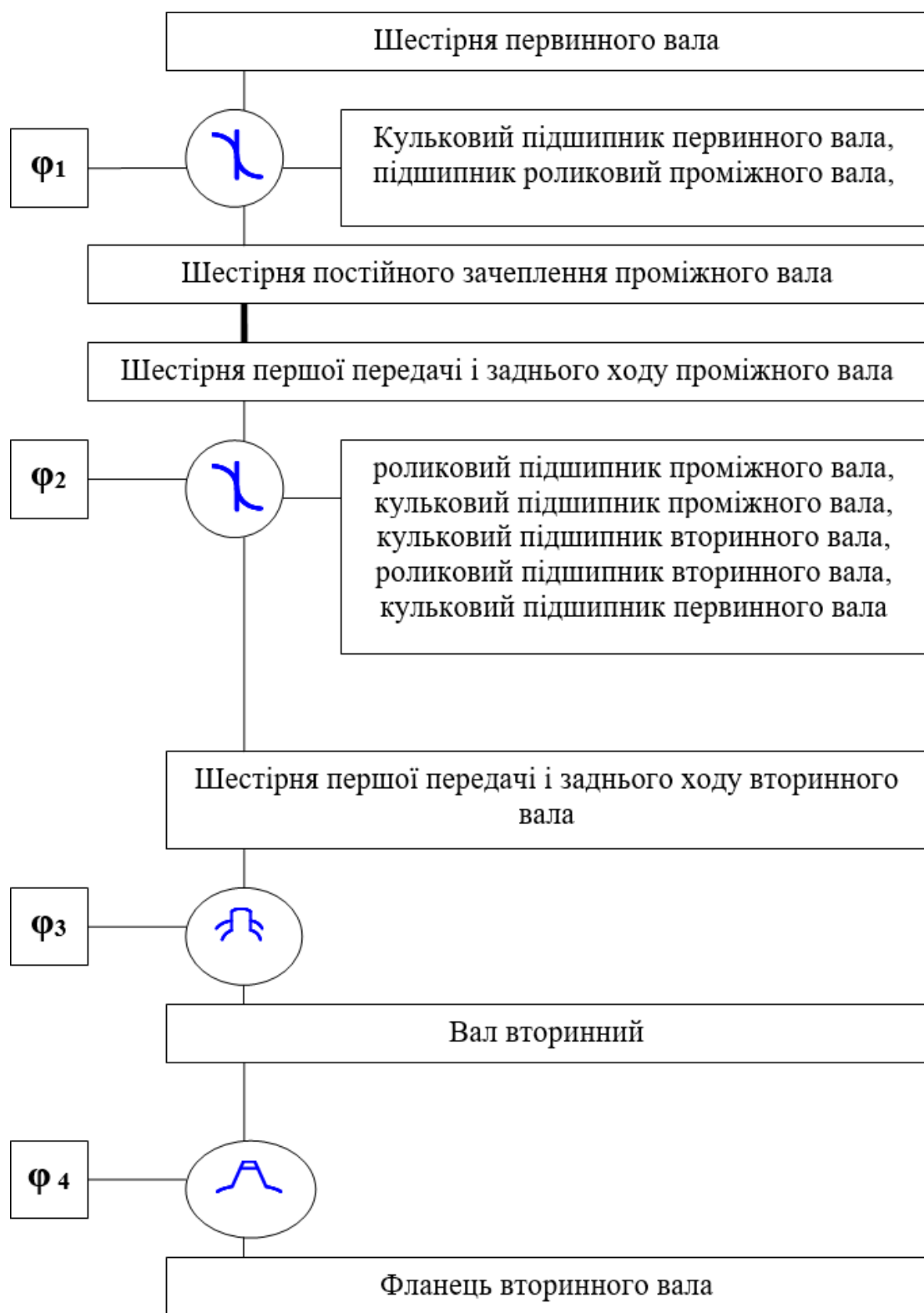


Рис.2.6 Структурна модель контактів деталей при ввімкненні першої передачі з відображенням типу контакту в якому виникає зазор та переліку деталей технічний стан яких опосередковано (побічно) впливає на кутовий люфт Φ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

27

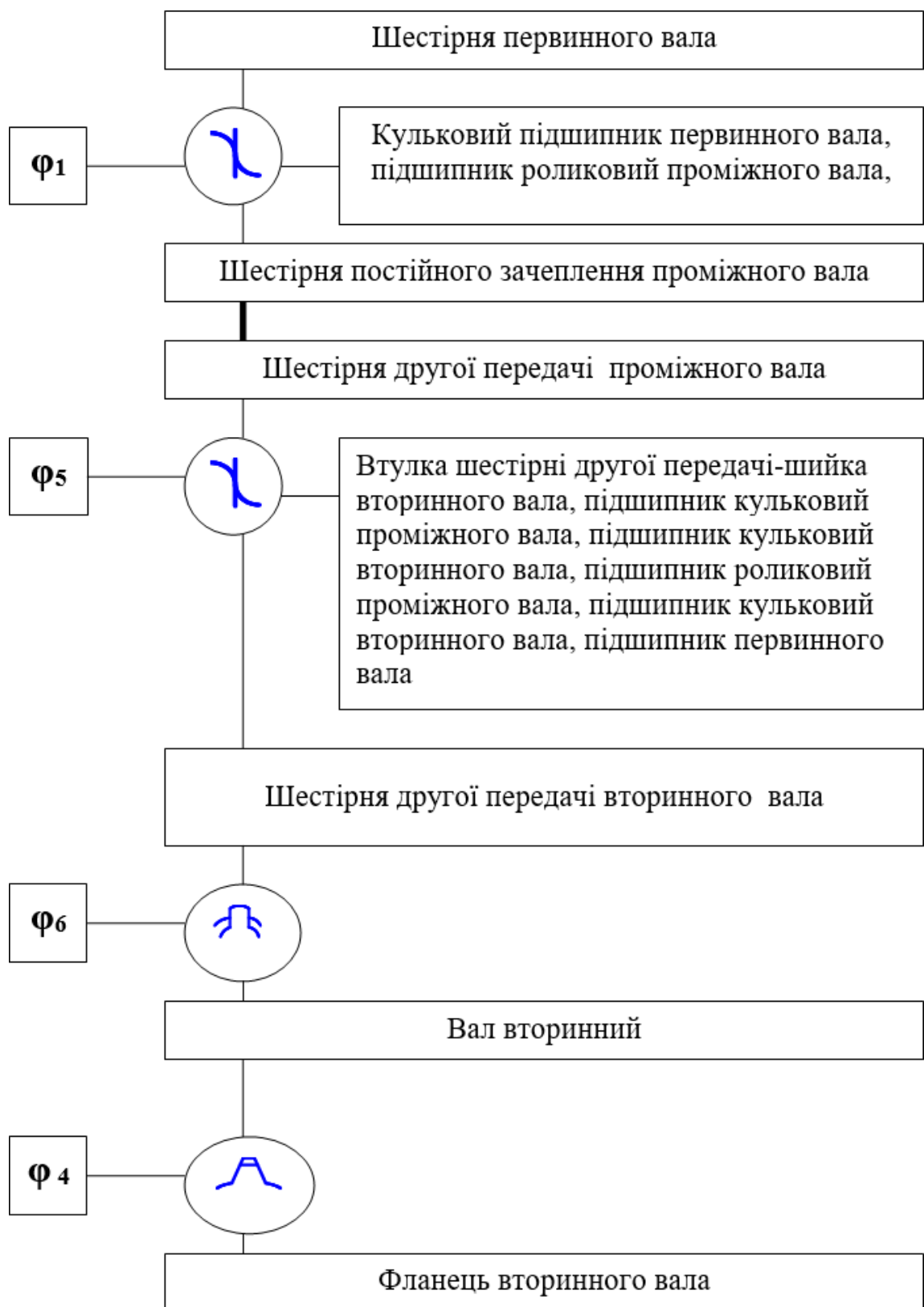


Рис.2.7 Структурна модель контактів деталей при ввімкненні другої передачі



Рис.2.8 Структурна модель контактів деталей при ввімкненні третьої передачі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

29

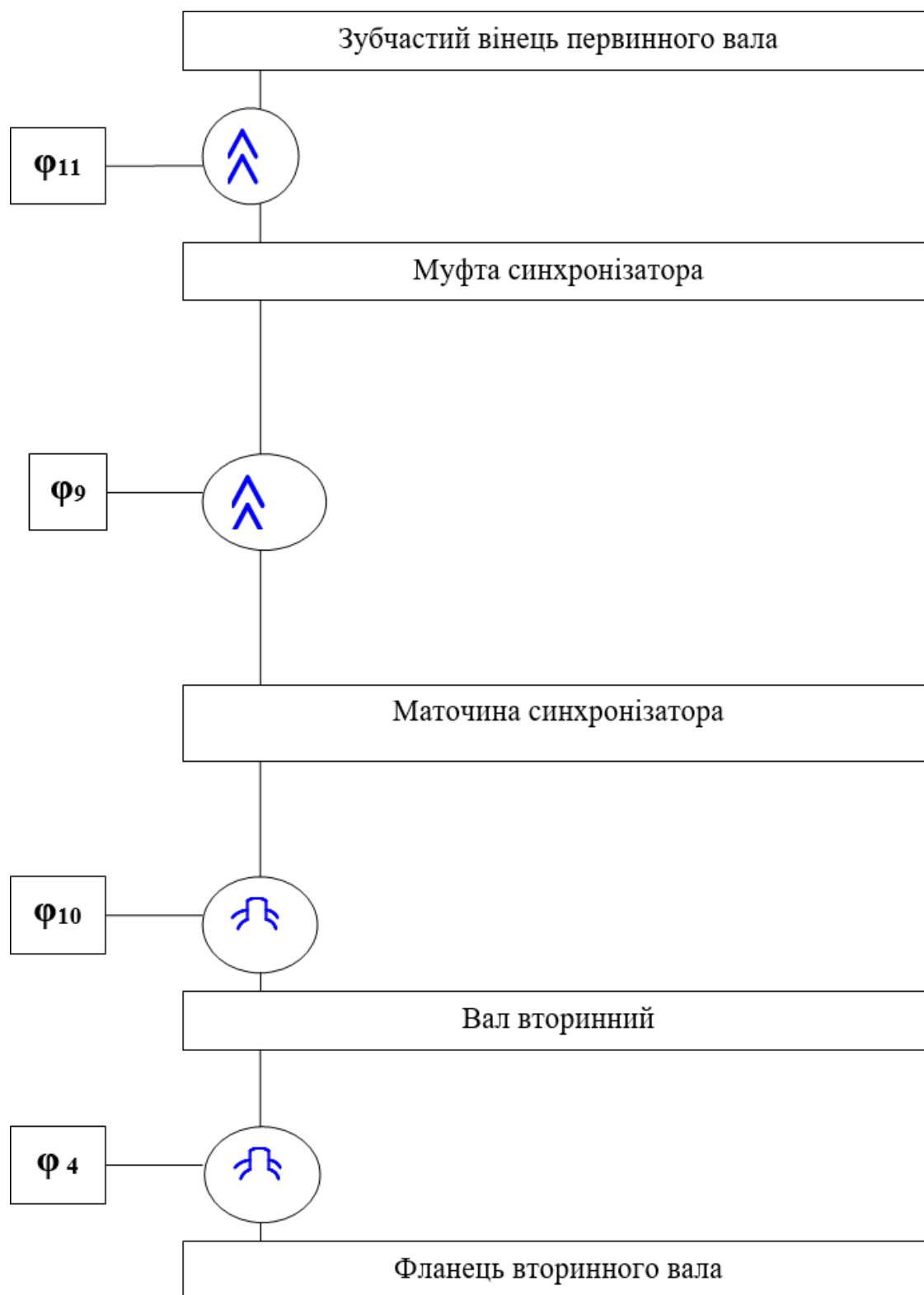


Рис.2.9 Структурна модель контактів деталей при ввімкненій четвертій передачі

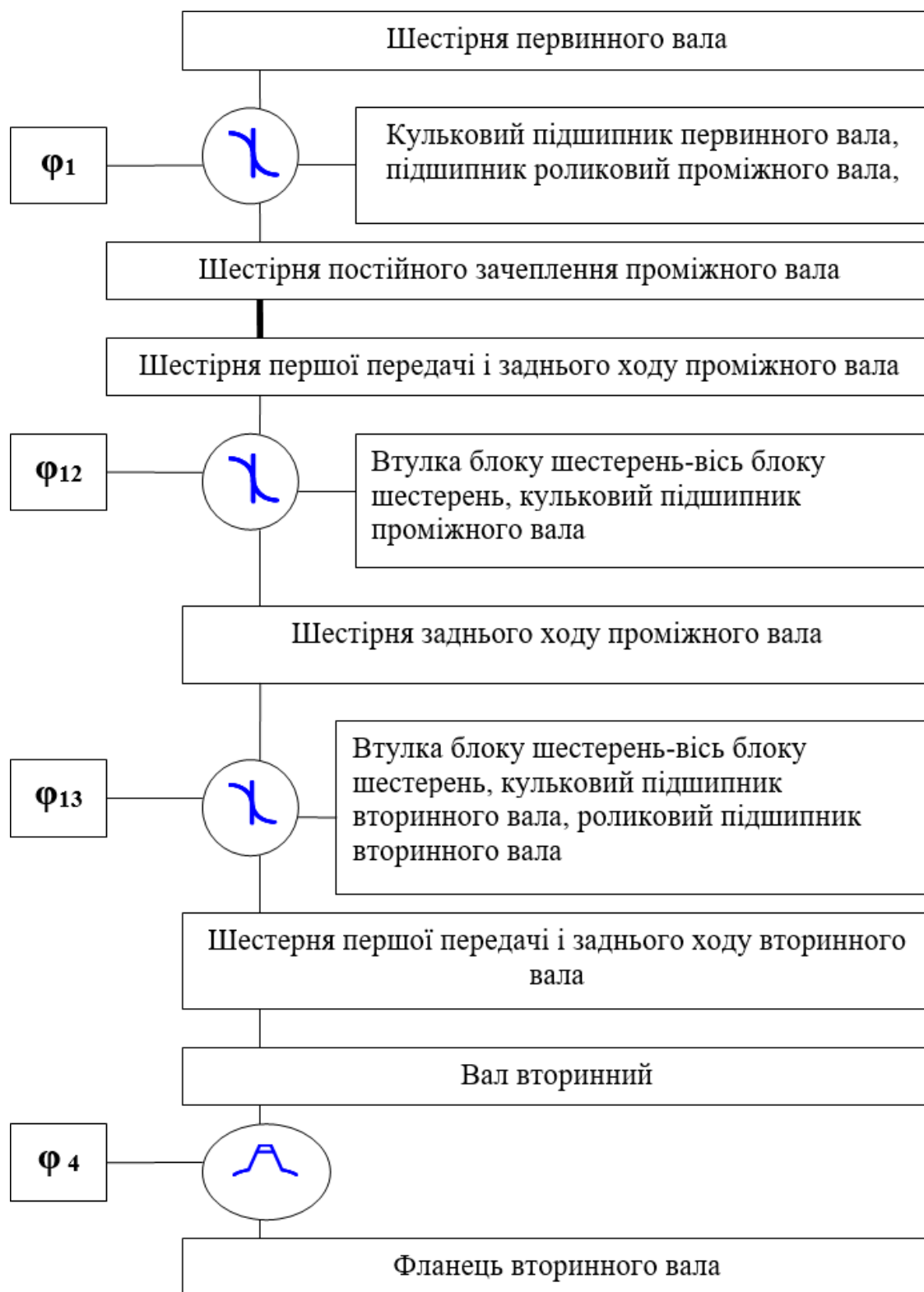


Рис.2.10 Структурна модель контактів деталей при ввімкненні передачі заднього ходу

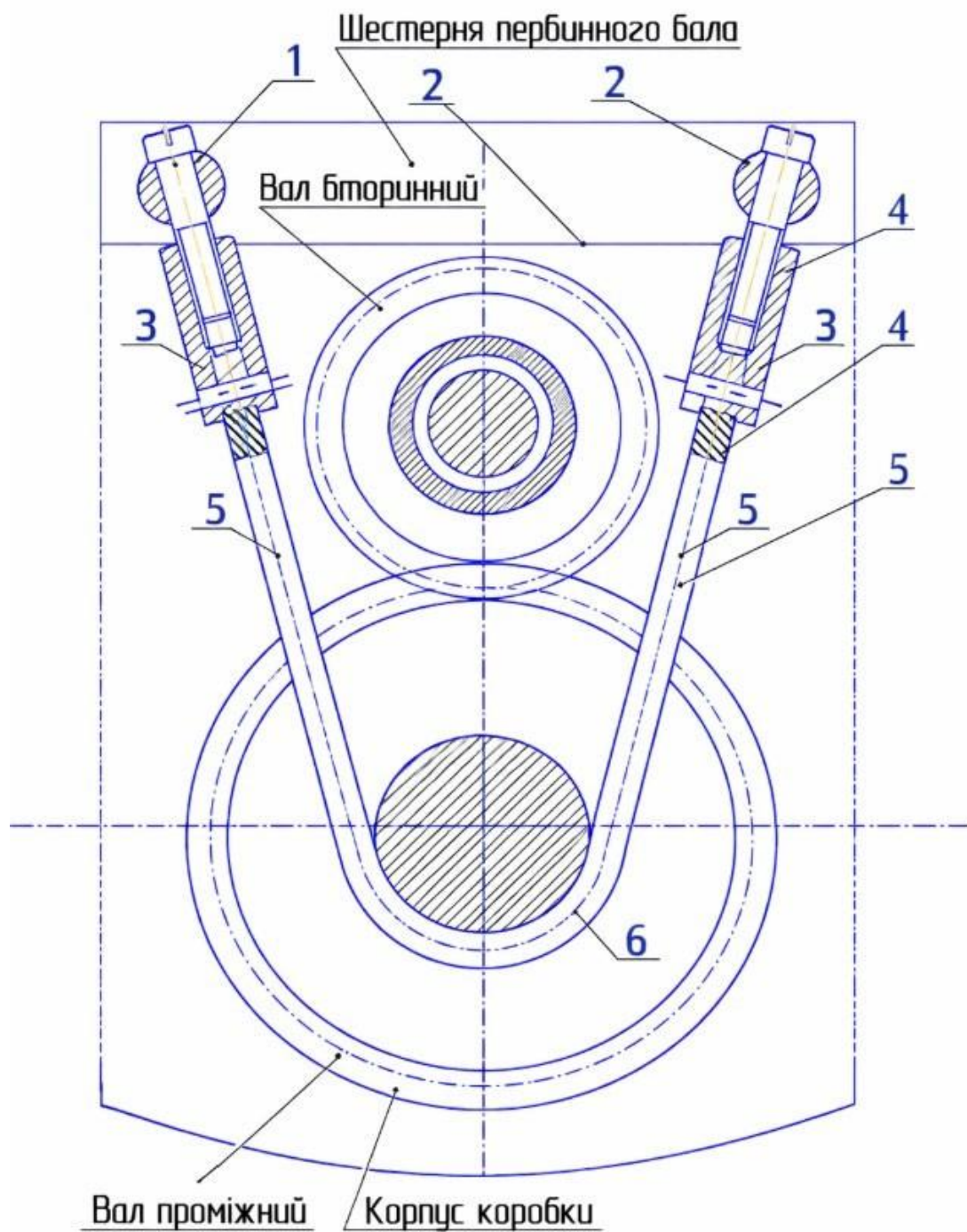


Рис.2.11 Схема фіксування проміжного вала шестірень в верхньому крайньому положенні

1 – планок; 2 – вісь; 3 – гвинт; 4 – муфта; 5 – штифт; 6 – пас.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

32

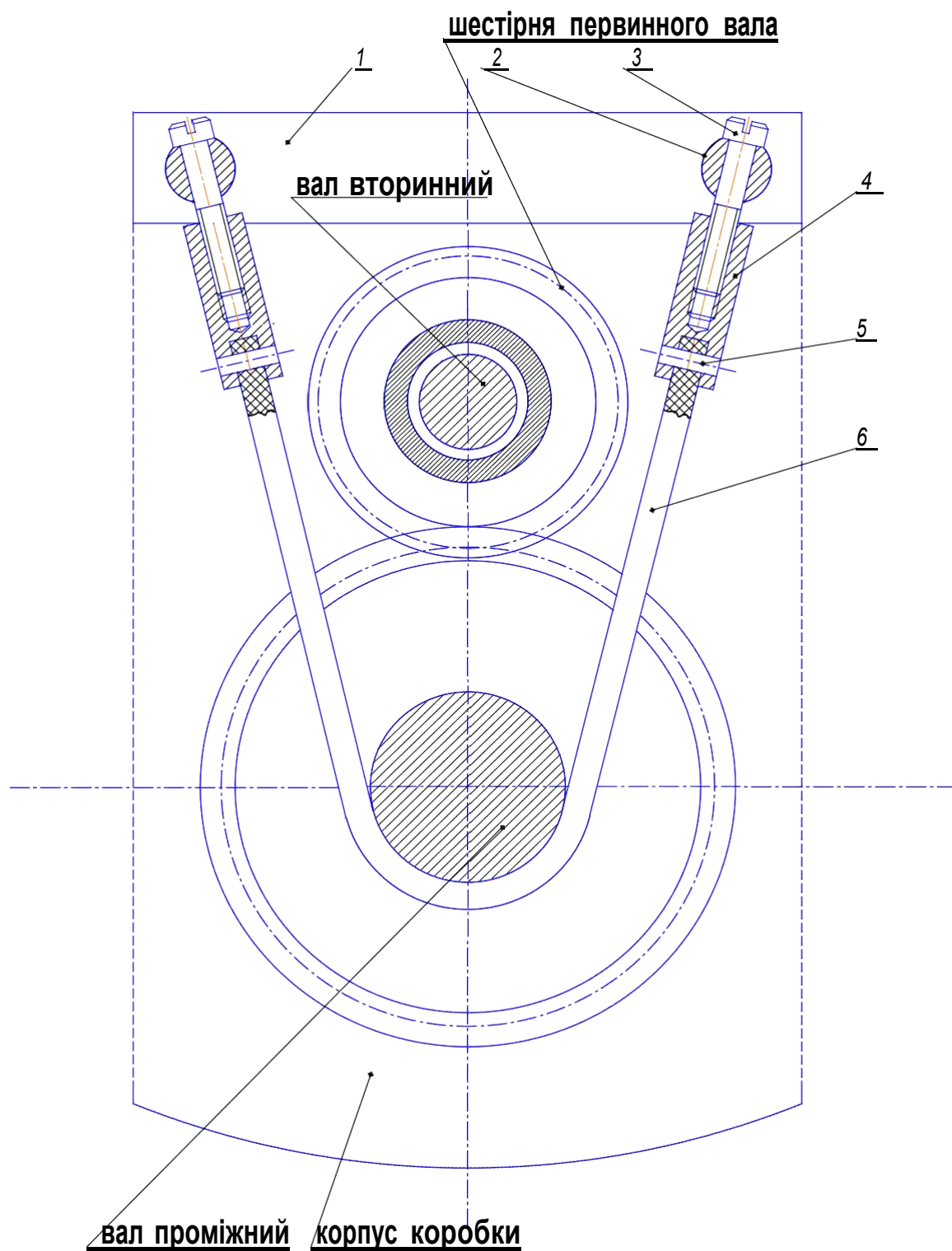


Рис.2.12 Схема фіксування проміжного вала шестірни в крайньому нижньому положенні

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

02.05.01.ДП.332 з 29.03.17.013 ПЗ

Арк.

33

Пристрій для утримання проміжного вала (див. рис. 2.11) складається з двох планок 1, які закріплюються на корпусі коробки передач після зняття її кришки. У отворах планок 1 встановлені осі 2, що можуть вільно обертатися. У радіальних отворах осей 2 розміщені чотири гвинти 3, які вкручуються в муфти 4. На протилежних кінцях муфт 4 за допомогою штифтів 5 закріплюється пас 6. Один пас охоплює проміжний вал між шестернею постійного зачеплення та шестернею третьої передачі. Другий пас аналогічно встановлюється на проміжному валу між шестернею другої передачі та шестернею першої передачі і заднього ходу.

Фіксація проміжного вала в нижньому положенні здійснюється шляхом встановлення гумових клинів (рис. 2.12) з обох боків шестерень проміжного вала. Їхні протилежні сторони впираються в корпус коробки передач, забезпечуючи надійне утримання.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

3.1 Основні несправності

Технологія ремонту коробки передач визначається її технічним станом. Ймовірність виникнення несправностей залежить переважно від умов експлуатації автомобіля. Причини, характер прояву та способи усунення таких несправностей загалом відомі. У таблиці 3.1 наведено можливі причини поломок та методи їх ліквідації.

Таблиця 3.1 Можливі несправності коробки передач

ПРИЧИНА НЕСПРАВНОСТІ	МЕТОД УСУНЕННЯ
1	2
<i>1. Утруднене перемикання передач</i>	
Неповне виключення зчеплення (наявність повітря в гідравлічному приводі виключення зчеплення або не достаток рідини в головному циліндрі виключення зчеплення	Долити в головний циліндр рідину до норми і прокачати систему гідравлічного приводу
Зношування деталей механізму перемикання коробки	Замінити зношені деталі передач
Зношування торців муфтового механізму III і IV передач, зубів шестерень	Замінити зношені деталі
<i>2. Мимовільне виключення передач</i>	
Ослаблення затягування гайок кріплення коробки передач до картеру зчеплення або болтів кріплення задньої кришки вторинного валу	Затягнути кріпильні деталі

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Самсонов Д.О.									
Перевір.		Ружило З.В.								35	
Реценз.								НУБІП, КД			
Н. Контр.		Банний О.О.									
Затверд.											

Продовження табл.3.1

1	2
Зношування торців зубів: шестерні I передачі і заднього вторинного валу, шестерні з прямим зубом блоку, шестерні проміжного валу, блоку шестерні заднього ходу, блокуючих вінців первинного валу, шестерень II і III передач вторинного валу	Замінити зношені деталі
Зношування <u>торцев</u> зубів: муфти III і IV передач, <u>внутришніх</u> шліц шестерні I передачі і заднього ходу вторинного валу	Замінити зношені деталі
Неправильне включення передачі (при включенні <u>передачі</u> педаль зчеплення відпущена раніше, ніж відбулося зачеплення шестерень)	Правильно включити передачу
Зношування вилок перемикавання, ослаблення кріплення вилок на штоках, зношування підшипників і стопорних вилок на штоках кілець валів коробки передач	Замінити зношені деталі, забезпечити необхідне кріплення
3. Шум коробки передач	
Зношування підшипників	Замінити підшипники
Поломка зубів шестерень	Замінити пошкоджені шестерні
Зношування або викришування робочої поверхні зубів шестерень	Замінити пошкоджені шестерні
Знижений рівень масла в коробці передач	Перевірити рівень і додати масла при необхідності
Порушена співвісна колінчастого валу і картера зчеплення	Перевірити і відновити співвісну

<i>4.Підтікання масла з коробки передач</i>	
1	2
Пошкодження або знос сальника	Замінити сальник
Забруднення сапуна або його пошкодження	Очистити сапун від грязі або замінити новим
Слабке затягування пробок картера	Затягнути пробки
Ослаблення посадки заглушок	Усунути негерметичність заглушок.
Ослаблення затягування болтів кріплення кришок коробки	Затягнути болти передач
Розрив прокладок кришок або забоїни і пошкодження на посадочних поверхнях Збільшений рівень масла	Замінити прокладки або зачистити забоїни Встановити рівень масла по контрольній пробці

Для усунення найбільш частих несправностей коробки передач виконують наступні операції.

3.2 Технологічні операції ремонту коробки передач

Зняття коробки передач

1. Встановити автомобіль на оглядову яму.
2. Зняти гумовий килимок з підлоги та ручку важеля.
3. Демонтувати кришку люка трансмісії з підлоги та зняти ущільнювальний клапан із верхньої кришки коробки передач.
4. Від'єднати важіль керування коробкою передач: для цього натиснути його вниз і повернути фіксуючий ковпак верхньої кришки проти годинникової стрілки.

5. Закрити отвір під важіль, щоб запобігти потраплянню сторонніх предметів.
6. Відкрутити контрольну та зливну пробки картера коробки передач і злити масло.
7. Демонтувати шток вилки вимикання зчеплення.
8. Зняти відтискну пружину та вилку вимикання зчеплення.
9. Відвернути ковпачкову маслянку підшипника муфти зчеплення.
10. Зняти кришку верхнього люка та нижню частину картера зчеплення.
11. Відкрутити болти кріплення карданного вала до фланця вторинного вала коробки передач.
12. Відкрутити болти кріплення проміжної опори карданного вала і, не роз'єднуючи його з фланцем ведучої шестерні заднього моста, відвести вбік.
13. Від'єднати від коробки передач трос приводу спідометра.
14. Закріпити ланцюг підйомного пристрою двома болтами кріплення верхньої кришки коробки передач.
15. Відкрутити гайки кріплення коробки передач.
16. Натягнувши ланцюг підйомного пристрою, посунути коробку назад, витягти первинний вал із картера зчеплення та опустити коробку вниз.
17. Зняти ланцюг підйомного пристрою.
18. Від'єднати відтяжну пружину та демонтувати з коробки підшипник у зборі з муфтою і шлангом маслянки.

Встановлення коробки передач

1. Закріпити ланцюг підйомного пристрою та за його допомогою встановити коробку передач разом із картером зчеплення.
2. Загорнути гайки кріплення картера коробки передач до картера зчеплення з моментом затягування 8–10 Н·м (8–10 кгс·м), після чого зняти ланцюг підйомника.
3. Встановити вентиляційний люк картера зчеплення.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Встановити ковпачкову маслянку підшипника муфти вимикання зчеплення. (Підшипник у зборі з муфтою та шлангом маслянки монтується на коробку ще до її встановлення на автомобіль).
5. Закріпити вилку вмикавання зчеплення.
6. Встановити шток вилки вимикання зчеплення.
7. Поставити поворотну пружину вилки.
8. Відрегулювати довжину тяги вилки вимикання зчеплення.

Розбирання коробки передач

1. Відкрутити болти та зняти верхню кришку коробки передач у зборі разом із прокладкою.
2. Відвернути гайку, що кріпить фланець вторинного вала.
3. Зняти шайбу та сам фланець із вторинного вала.
4. Відкрутити два гвинти й демонтувати барабан з муфти.
5. Відвернути болт кріплення стопорної пластини штуцера та зняти пластину.
6. Вийняти зі задньої кришки штуцер і ведену шестерню приводу спідометра.
7. Відкрутити болти, зняти задню кришку разом із прокладкою та провідною шестернею приводу спідометра; викрутити сапун і випресувати сальник.
8. Відвернути болти та зняти кришку первинного вала з прокладкою.
9. Відкрутити болти й демонтувати кришку та прокладку люка відбору потужності.
10. Випресувати первинний вал у зборі з підшипником. Для цього повернути вал так, щоб виріз прямозубого вінця був унизу відносно площини верхнього люка. Потім використати знімач 7823-6089: відкрутити шпильку 6 з бойком 7 і ручкою 8, взяти від знімача 7823-6090. Встановити губки 3 так, щоб утворився отвір, і надіти їх на первинний вал. Стиснути губки витискачем 4. Притримуючи знімач за ручку 8, ударами бойка 7 випресувати первинний вал 5 із картера коробки передач.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

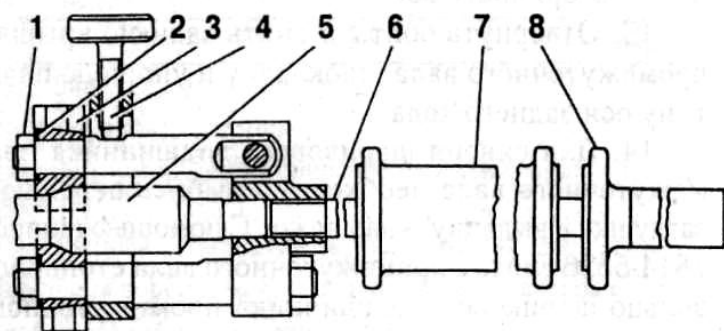


Рис. 3.1. Пристосування 7823-6889 для зняття первинного валу: 1 - гайка; 2 - пружина; 3 - губки; 4 - гвинт; 5 - первинний вал; 6 - шпилька; 7 - бойок; 8 – ручка.

11. Вибити з картера вторинний вал у зборі. Знімач 7823-6808 зібрати з короткими шпильками 6 (див. рис. 3.2). Далі, використовуючи вкладиші 2 та обертаючи гвинт 9, спресувати підшипник 1 вторинного вала. Після цього витягти з картера вторинний вал у зборі (рис. 3.3).

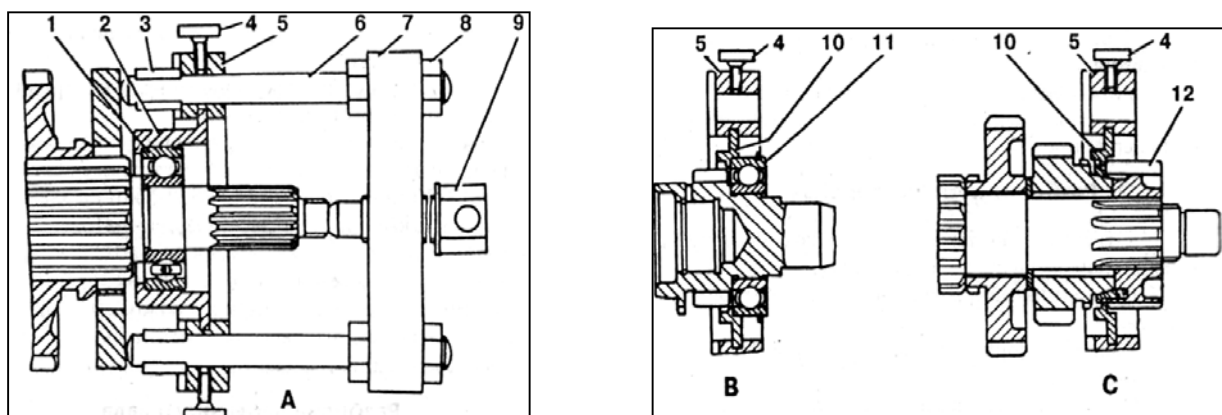


Рис. 3.2. Знімач 7823-6088 для зняття маточин і підшипників з первинного і вторинного валів:

А - зняття підшипника з вторинного валу; В - зняття підшипника з первинного валу; С - зняття маточини; 1 і 11 - підшипники; 2 і 10 - вкладиші; 3 - упор; 4 - гвинт; 5 - каретка; 6 - шпилька; 7 - траверса; 8 - гайка; 9 - гвинт; 12 – маточина.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

40

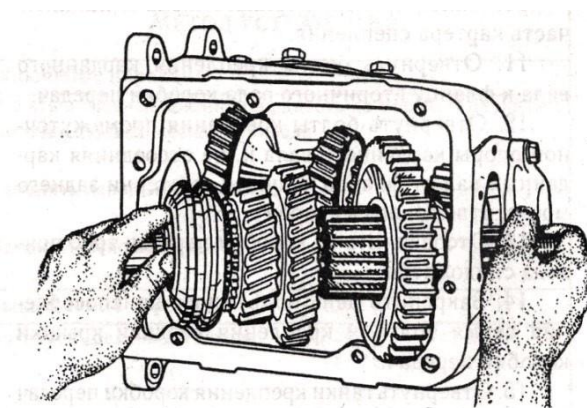


Рис. 3.3. Виймання вторинного валу

12. Використовуючи щипці 7814-5526, зняти стопорні кільця кулькових підшипників первинного та вторинного валів.
13. Відкрутити болти й демонтувати задню кришку проміжного вала разом із прокладкою та упорною пластиною осі заднього ходу.
14. Щоб зняти кульковий підшипник проміжного вала, потрібно вибити передню заглушку та висунути вал назад. Потім за допомогою щипців 7814-5526 зняти стопорне кільце з кулькового підшипника проміжного вала. Після цього спресувати задній кульковий підшипник і зняти з нього стопорне кільце тими ж щипцями.
15. Витягти з картера проміжний вал разом із внутрішнім кільцем роликового підшипника у зборі (див. рис. 3.4).

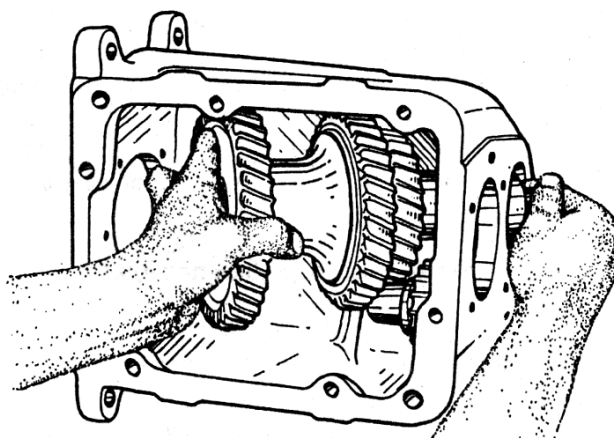


Рис. 3.4. Витягання проміжного валу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

41

16. Зняти з проміжного вала внутрішнє кільце роликового підшипника.
17. Випресувати з картера зовнішнє кільце роликового підшипника вала.
18. Встановити знімач 7823-5546 на задню поверхню картера коробки передач.
Гвинт 2 (див. рис. 3.5) за допомогою штифта 1 вкрутити в вісь блоку шестерень заднього ходу. Потім, обертаючи гайку 3 знімача ключем на 19 мм за годинниковою стрілкою, випресувати вісь і витягти блок шестерень заднього ходу.

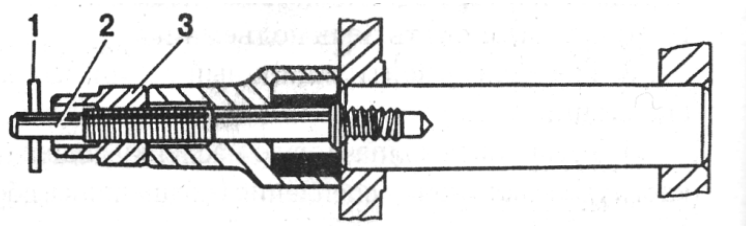


Рис. 3.5. Знімач 7823-5546 для випресування осі блоку шестерень заднього ходу: 1 - штифт; 2 - гвинт; 3 – гайка

Розбирання первинного валу

1. За допомогою щипців 7814-5526 зняти стопорне кільце, після чого витягти упорне кільце та ролики переднього підшипника вторинного вала.
2. Використовуючи ті ж щипці, зняти стопорне кільце підшипника. Потім зібрати знімач 7823-6088 із короткими шпильками 6 (див. рис. 3.2) і за допомогою вкладишів 10 напресувати підшипник 11.

Розбирання вторинного валу

1. Демонтувати з вала шестерню першої передачі та заднього ходу.
2. За допомогою щипців 7814-5526 зняти стопорне кільце, яке утримує маточину муфти III та IV передач.
3. Зняти муфту III та IV передач і спресувати маточину. Для цього потрібно зібрати знімач 7823-6088 із короткими шпильками 6 (див. рис. 2.3) та використати вкладиші 10 для спресування маточини 12.

4. Послідовно зняти: шестерню III передачі, розпірну втулку, стопорну шайбу та шестерню II передачі. Потім витягти стопор із розпірної втулки.

Розбирання верхньої кришки

1. Викрутити вимикач ліхтарів заднього ходу та зняти прокладку.
2. Вийняти заглушки з отворів для плунжерів і штоків.
3. Вибити два штифти з горловини кришки.
4. Зняти конічну пружину.
5. Розшплінтувати й відкрутити стопорний гвинт вилки включення I та II передач, вибити штифт пересувної головки та витягти шток (див. рис. 3.6).
6. Розшплінтувати й відкрутити стопорний гвинт вилки III та IV передач, витягти шток і вийняти з нього стопорний палець.
7. Вибити стопори з вилки та пересувної головки заднього ходу.
8. Зняти з штока перемикавання заднього ходу вилку й пересувну головку, після чого витягти шток.
9. Вийняти з отворів кришки плунжери, пружини та кульки фіксаторів штоків.

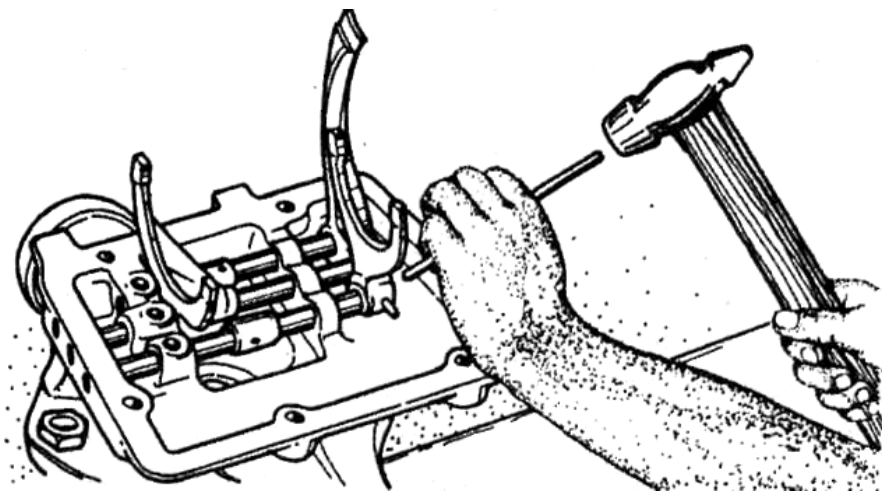


Рис.3.6. Вибивання штока I і II передач

Розбирання перевідної головки штока заднього ходу

1. Відкрутити стопор пружини.
2. Вийняти пружину і запобіжник.

Огляд і контроль деталей коробки передач

Розібрані елементи коробки передач (крім підшипників) слід занурити у миючий розчин, після чого ретельно промити. Масляні канали в деталях необхідно прочистити. Після очищення всі деталі уважно оглядають: тріснуті замінюють, а поверхні з забоями чи задирками зачищають для забезпечення правильного прилягання. Особливу увагу приділяють посадковим місцям підшипників у картері та на валах.

Стан зубів шестерень перевіряють особливо ретельно. Допускається наявність дрібних раковин, якщо вони займають не більше 10 % робочої поверхні зуба. Незначні забої чи задирки на торцях зубів можна зашліфувати, але подряпини на робочій поверхні неприпустимі. Шліци у з'єднаннях оглядають: при сильному зносі, деформації чи пошкодженні деталей замінюють. Також заміні підлягають елементи зі зірваним різьбленням або зношеною поверхнею під сальник. Сальники з пошкодженою кромкою та прокладки з розривами замінюють, як і вилки з надмірним зносом лапок.

Підшипники очищають у чистому розчині, після чого протирають ганчіркою або продувають стисненим повітрям. Якщо вони придатні для подальшої роботи, їх висушують і змащують мастилом. Підшипники не повинні мати тріщин, сколів, подряпин чи слідів перегріву металу на кульках (роликах) і доріжках кочення, а також збільшеного радіального зазору.

Під час складання коробки передач слід врахувати таке: перед монтажем усі прокладки, болти, місця ущільнень картера, кришок і заглушок необхідно змастити герметизуючою пастою відповідного складу.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стан зубів шестерень потрібно уважно оглянути. На робочій поверхні допускається наявність дрібних раковин, якщо вони займають не більше 10 % площі.

Для герметизації використовується паста такого складу:

- синтетичний каучук — 11,4 %,
- цинкове білило — 18,6 %,
- авіабензин Б-70 або бензин-розчинник — 70 %.

Перед монтажем різьбову частину болтів можна змастити фарбою.

Ролики підшипника переднього кінця вторинного валу повинні мати різницю діаметрів не більше 0,005 мм.

Підшипники напресовують на вали, прикладаючи зусилля лише до внутрішнього кільця.

Перед складанням усі деталі коробки передач необхідно змастити, щоб уникнути задирання в перший період роботи.

Складання первинного валу

1. Встановити стопорне кільце на кульковий підшипник первинного валу.
2. Напресувати кульковий підшипник на вал до упору в торець, при цьому канавка має бути зовні (рис. 3.7).
3. Встановити стопорне кільце підшипника.
4. У гніздо переднього підшипника первинного валу (рис. 3.6) встановити ролики, упорне та стопорне кільця. Кількість роликів повинна становити 14. Перед монтажем ролики змастити мастилом ЦИАТИМ-201.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

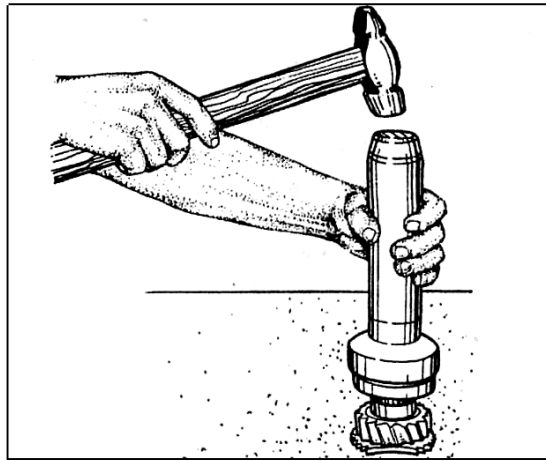


Рис. 3.7. Напресування кулькового підшипника на первинний вал

Складання вторинного валу

1. На шліцах вторинного валу потрібно встановити ковзну шестірню першої передачі та заднього ходу. Підбір має забезпечити відсутність помітного кутового люфту при вільному переміщенні шестірні по шліцах. Допустимий кутовий люфт не повинен перевищувати 0,3 мм при перевірці на радіусі 81 мм.

Осевий люфт шестерні першої передачі та заднього ходу при похитуванні на валу допускається не більше 0,1 мм при вимірюванні на радіусі 75 мм.

Після завершення підбору положення шліців у взаємопов'язаних деталях необхідно позначити фарбою.

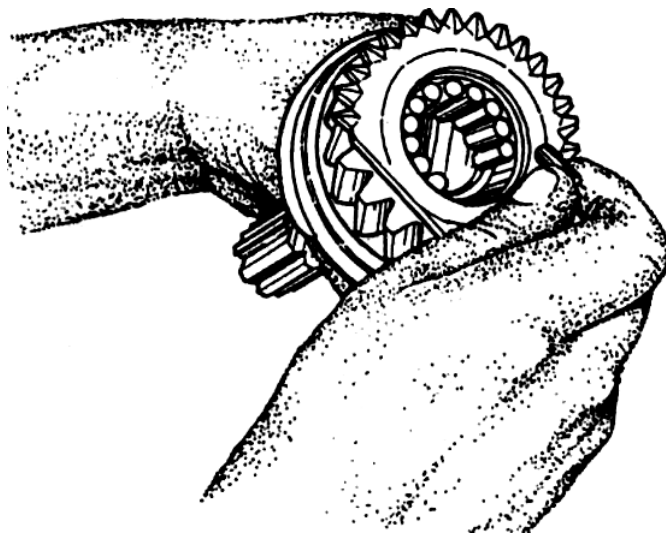


Рис. 3.8. Встановлення роликів в гніздо первинного валу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

46

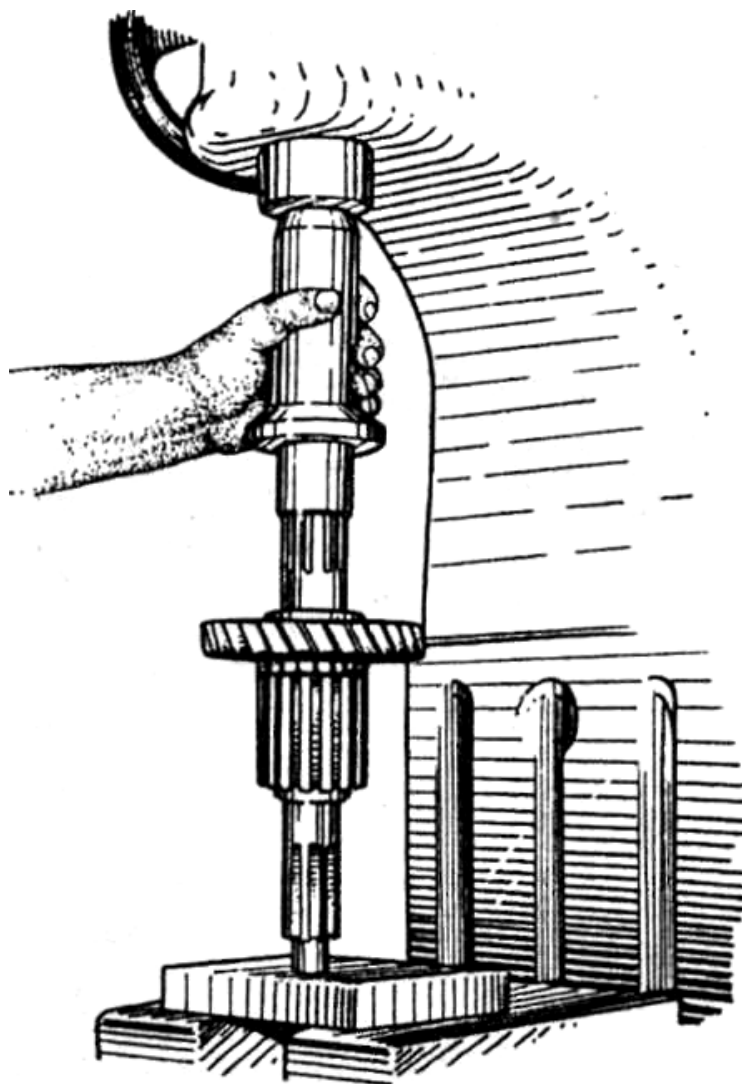


Рис. 3.9. Напресування розпірної втулки вторинного валу

2. На вторинний вал встановлюють шестірню другої передачі та упорну шайбу.
3. На вал напресовують розпірну втулку зі стопорним штифтом (рис. 3.8).
4. Далі на вал монтують шестірню третьої передачі.
5. Виконують підбір муфти по шліцах маточини, щоб забезпечити легке переміщення деталей одна відносно одної.
6. На шліци вторинного валу напресовують маточину з ковзною муфтою до упору в торець розпірної втулки (рис. 3.9). При цьому маточину встановлюють так, щоб менш глибока виїмка була звернена у бік шестірні третьої передачі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

47

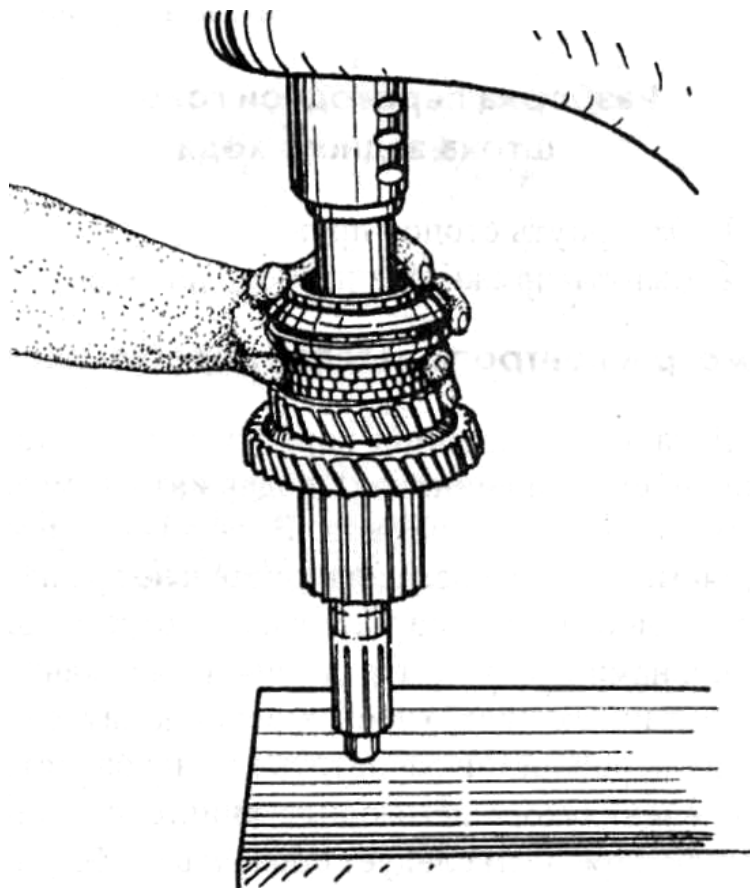


Рис. 3.10. Напресування маточини з ковзною муфтою на вторинний вал

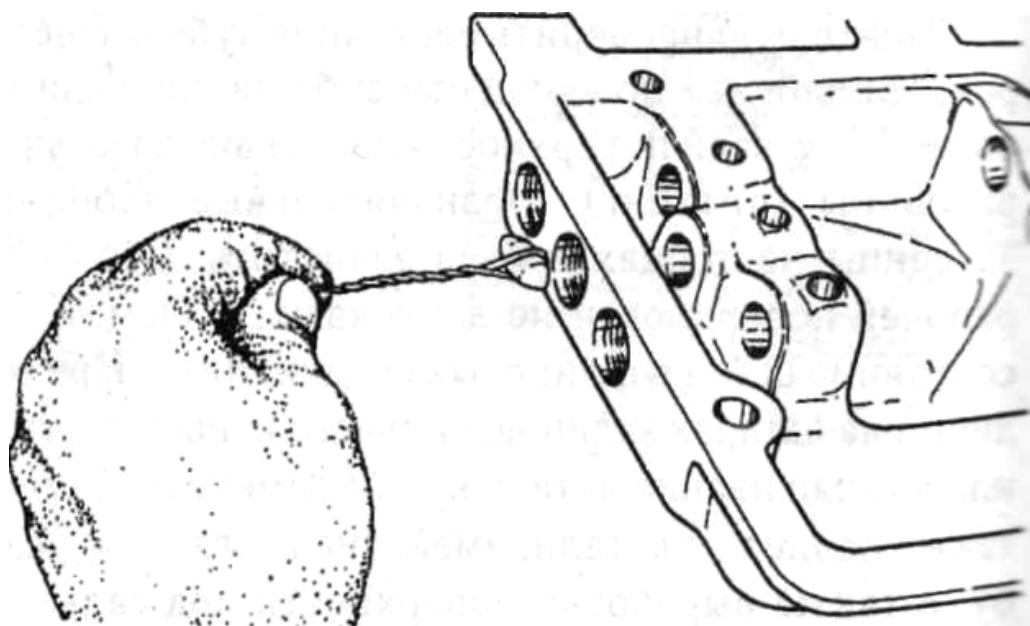


Рис. 3.11. Установка плунжера в отвір верхньої кришки

7. На маточину третьої та четвертої передач встановлюють стопорне кільце.

Складання головки штока заднього ходу

1. У корпус перекладної головки встановлюють запобіжник і пружину.
2. Стопор пружини загортають врівень із торцем корпусу головки.
3. Стопор закернюють у чотирьох точках.

Збірка верхньої кришки коробки передач

1. У отвори верхньої кришки вставляють плунжери пружин та кульки фіксаторів штоків (рис. 3.11).
2. У отвір кришки монтують шток перемикавання заднього ходу, на нього встановлюють пересувну головку заднього ходу в зборі, просувають шток у другий отвір і монтують вилку перемикавання заднього ходу. Стопори запресовують у перекладну головку та у вилку включення заднього ходу.
3. У отвір кришки встановлюють шток перемикавання першої та другої передач (рис. 11). На шток монтують перекладну головку, просувають його крізь отвір кришки та встановлюють вилку перемикавання першої та другої передач. Стопор запресовують у перекладну головку. Кріплення вилки загортають і фіксують шпінтом.

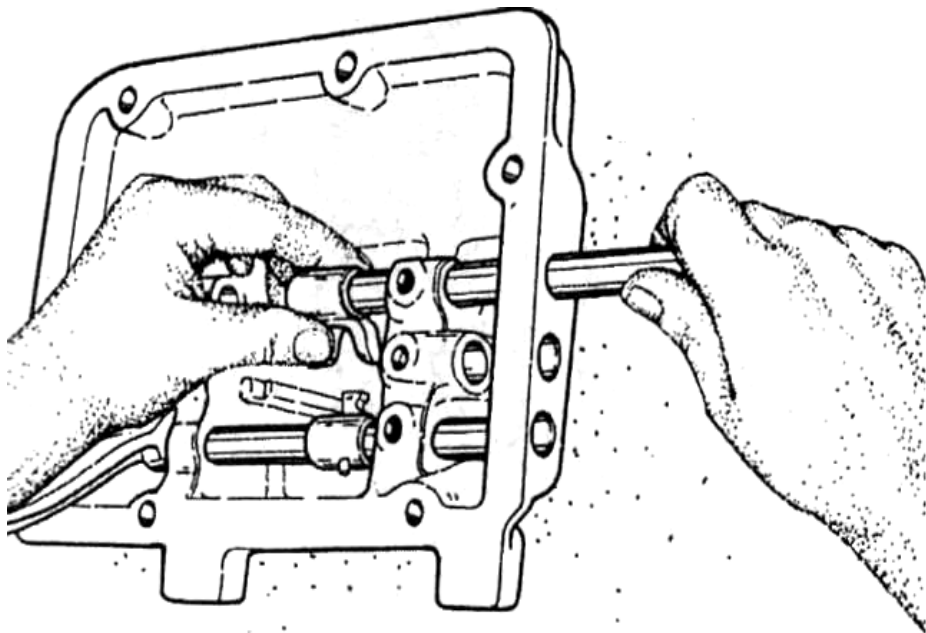


Рис. 3.12. Установка штока I і II передач

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

49

4. У отвір кришки встановлюють шток перемикавання третьої та четвертої передач, попередньо вставивши в нього стопорний палець. На шток монтують вилку перемикавання, після чого просувають його в другий отвір кришки. Гвинт кріплення вилки загортають і фіксують шпінтом.
5. У отвори кришки під штоки запресовують три сферичні заглушки.
6. У горловину кришки встановлюють пружину важеля перемикавання та запресовують два штифти. В отвір під стопорний плунжер ставлять заглушку.
7. Встановлюють прокладку та загортають вимикач ліхтаря заднього ходу

Складання коробки передач

1. У картері коробки передач загортають контрольну пробку та пробку зливного отвору.
2. У картер монтують блок шестерень заднього ходу, після чого вставляють і запресовують його вісь (рис. 3.13).

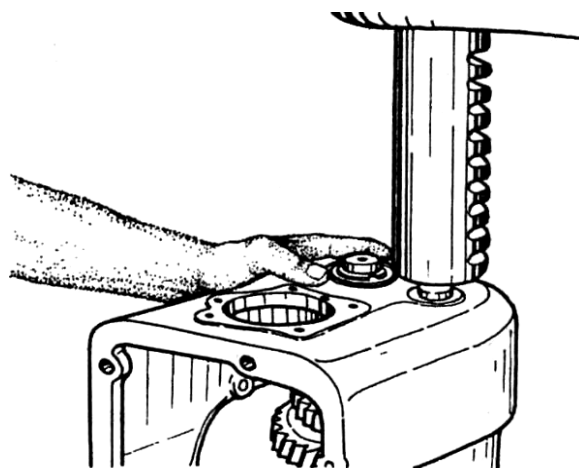


Рис. 3.13. Запресування осі блоку шестерень заднього ходу.

3. Установити зовнішнє кільце роликового підшипника проміжного валу методом запресування.
4. Запресувати заглушку переднього підшипника проміжного валу так, щоб вона була врівень із передньою стінкою картера (рис. 3.11).

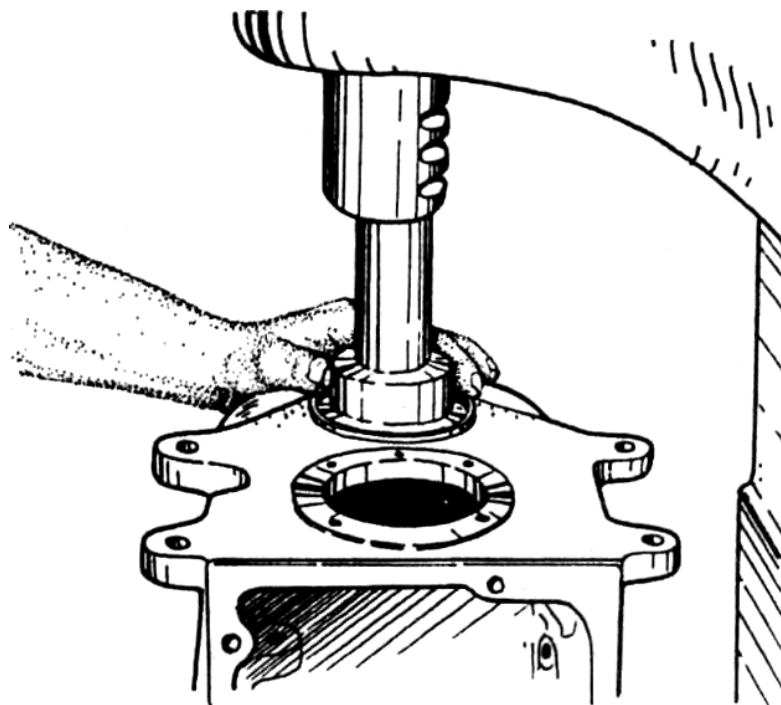


Рис. 3.14. Запресування заглушки переднього підшипника проміжного валу.

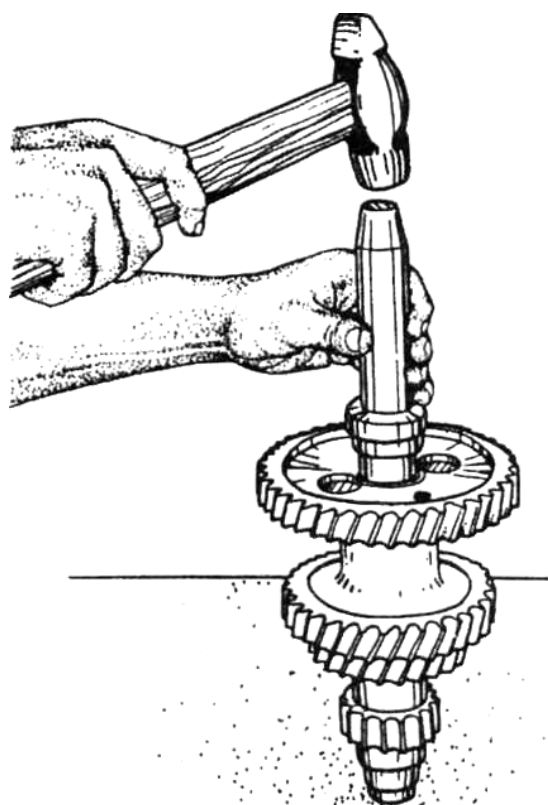


Рис. 3.15. Напресування внутрішнього кільця роликового підшипника проміжного валу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

51

5. На шийку проміжного валу напресовують внутрішнє кільце роликового підшипника (рис. 3.15).
6. У картер встановлюють блок шестерень проміжного валу.
7. На кульковий підшипник проміжного валу монтують стопорне кільце.
8. Зібраний кульковий підшипник напресовують на шийку проміжного валу та запресовують у отвір картера. При цьому підшипник встановлюють канавкою назовні (рис. 3.16).

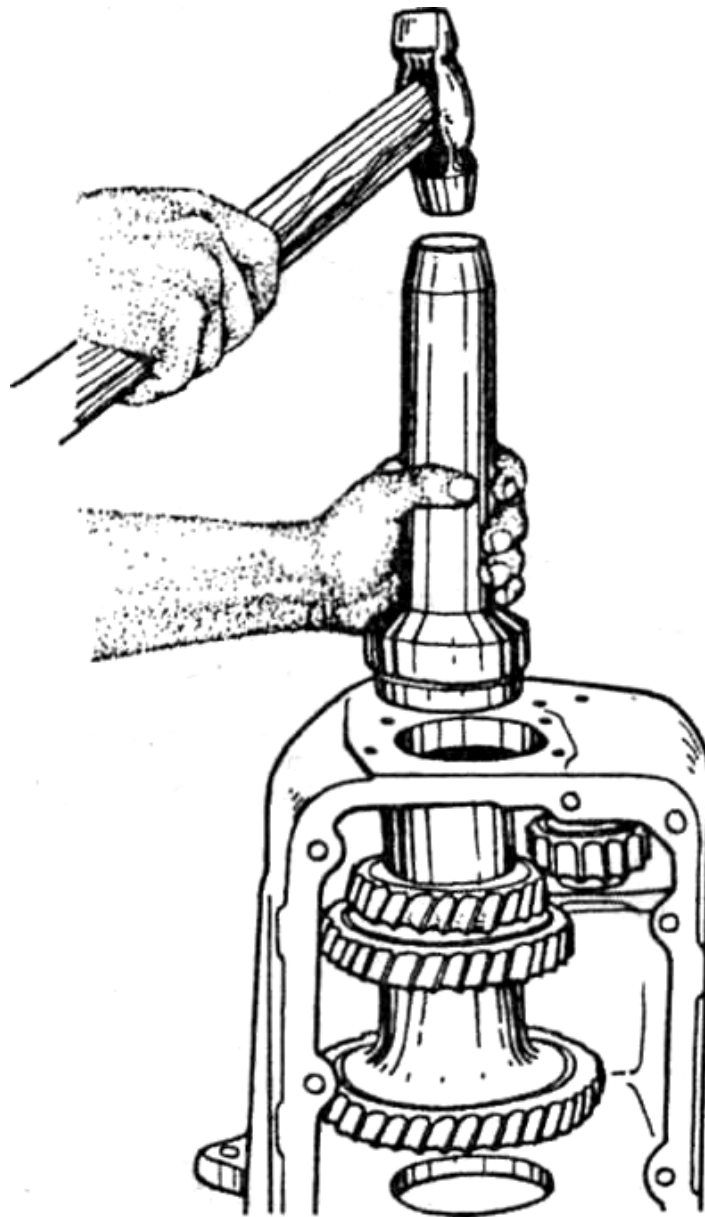


Рис. 3.16. Напресування кулькового підшипника проміжного вала

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

52

9. На проміжний вал встановлюють стопорне кільце підшипника.
10. Далі ставлять прокладку та задню кришку підшипника проміжного валу, закріплюючи її болтами з шайбами.
11. У картер монтують зібраний вторинний вал. На його кульковий підшипник встановлюють стопорне кільце, після чого підшипник напресовують на шийку валу та запресовують у отвір картера. При цьому підшипник слід ставити канавкою назовні (рис. 3.17).

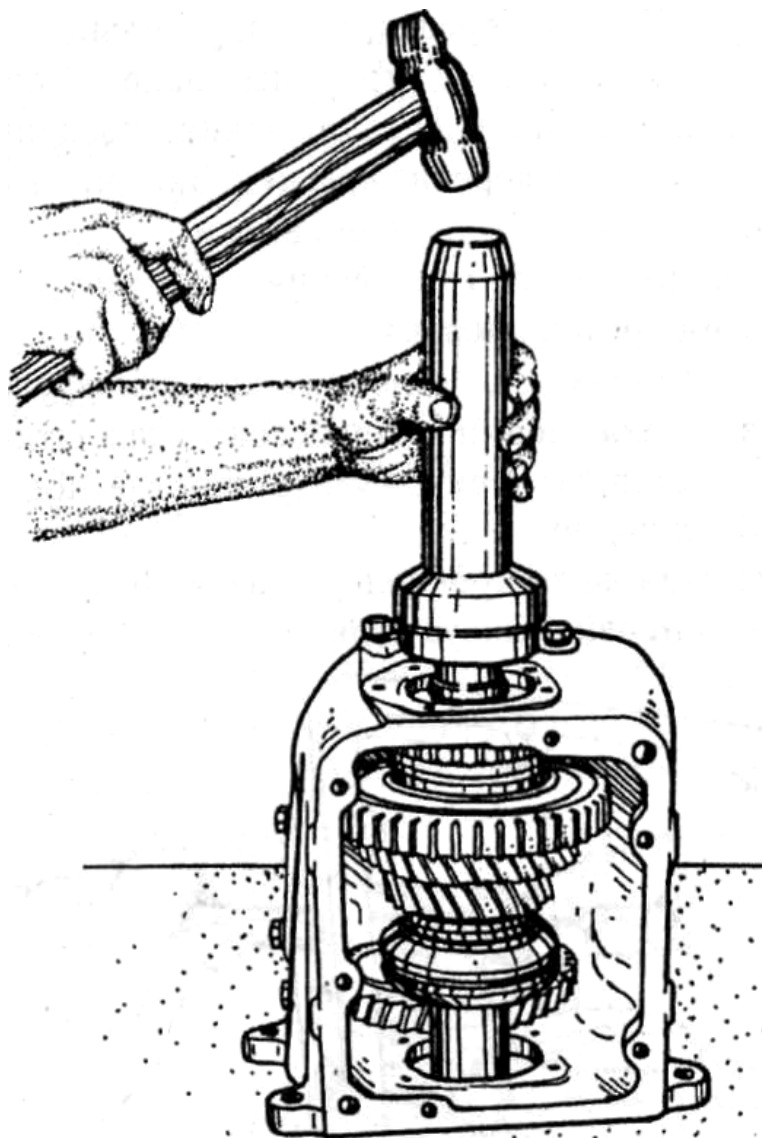


Рис. 3.17. Напресування кулькового підшипника вторинного вала

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

53

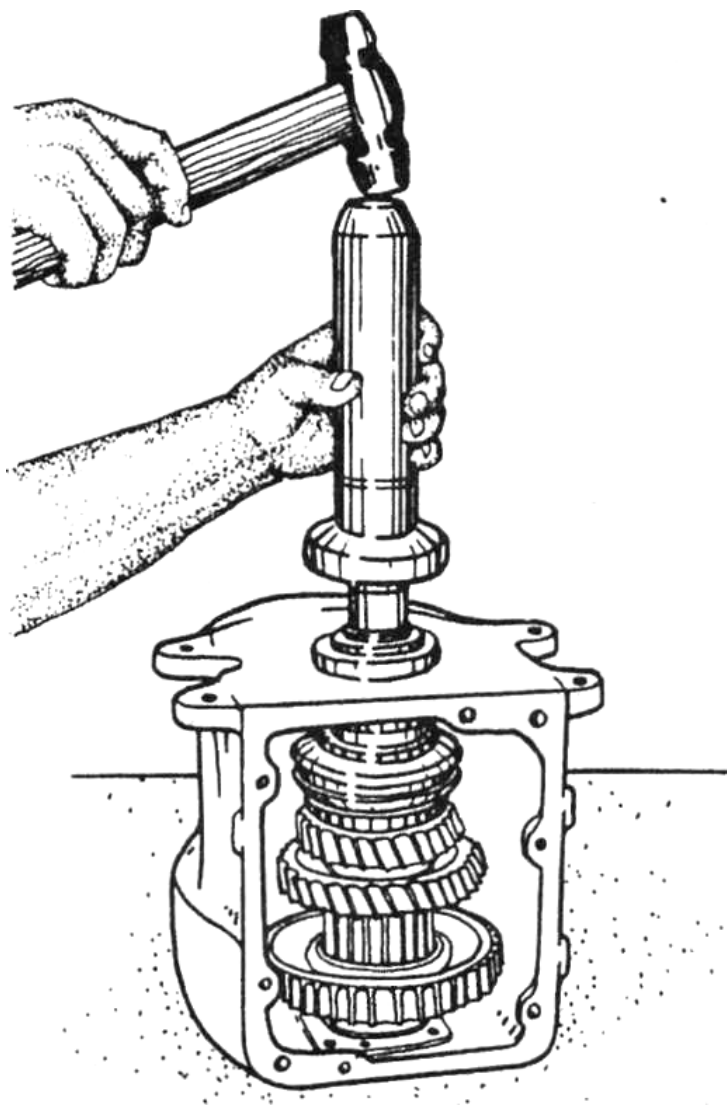


Рис. 3.18. Встановлення первинного вала

12. Установити первинний вал у отвір картера (рис. 3.18).
13. Поставити прокладку та кришку первинного валу, закріпивши їх болтами з шайбами.
14. Встановити прокладку та кришку люка відбору потужності, після чого закріпити болтами з шайбами.
15. У задню кришку вторинного валу запресувати сальник так, щоб він був врівень із зовнішнім торцем, і вкрутити сапун.
16. Поставити прокладку та задню кришку вторинного валу, встановити на нього ведучу шестерню спідометра в зборі та закріпити кришку болтами з шайбами.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ

Арк.

54

17. Встановити прокладку та верхню кришку в зборі й закріпити її болтами з шайбами.
18. У задню кришку монтувати ведену шестірню приводу спідометра та штуцер, після чого закріпити їх болтом і стопором.
19. На кінець вторинного валу поставити фланець і шайбу, закріпивши їх гайкою з моментом затягування не менше ніж 25 Н·м (25 кгс·м). Після затягування гайку необхідно закернити у пазу валу.
20. Зібрану коробку передач встановити на стенд і провести випробування без навантаження при частоті обертання первинного валу 12 с^{-1} (750 хв^{-1}) протягом однієї хвилини (без масла). Перевірити рівень шуму, нагрівання та легкість перемикавання на всіх передачах.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Коробка передач автомобіля є одним із ключових вузлів трансмісії, який під час експлуатації зазнає значних навантажень. Через це вона часто потребує ремонту або заміни окремих деталей.

Для первинного оцінювання експлуатаційної придатності коробки передач застосовують контроль сумарного кутового люфту. Водночас перебування люфту в межах допуску не виключає наявності інших прихованих несправностей. Зокрема, дефекти трансмісії можуть проявлятися у формі аномальних шумів і вібрацій, надмірного тепловиділення, втрати герметичності ущільнень або ж самовільного розчеплення кінематичних пар (вибивання передач)..

Метою кваліфікаційної роботи є створення конструкції пристрою, який дозволить визначати технічний стан коробок передач безпосередньо під час їх роботи.

4.1 Будова і принцип дії обладнання

Пристрій призначений для максимально точного відтворення умов роботи коробки передач. Основою конструкції є рама, виконана як зварна система на чотирьох опорах із поздовжніми балками. Опори та балки виготовлені зі сталевого гнутого швелера відповідно до стандарту ГОСТ 8278-83. Параметри швелера такі:

- висота $h = 120$ мм,
- ширина $b = 50$ мм,
- товщина стінки $s = 6$ мм,
- маса одного погонного метра — 9,31 кг.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ					
Розроб.		Самсонов Д.О.								
Перевір.		Ружило З.В.								
Реценз.										
Н. Контр.		Банний О.О.								
Затверд.					НУБІП, КД					
					Літ.	Арк.	Акрушів			
							56	7		

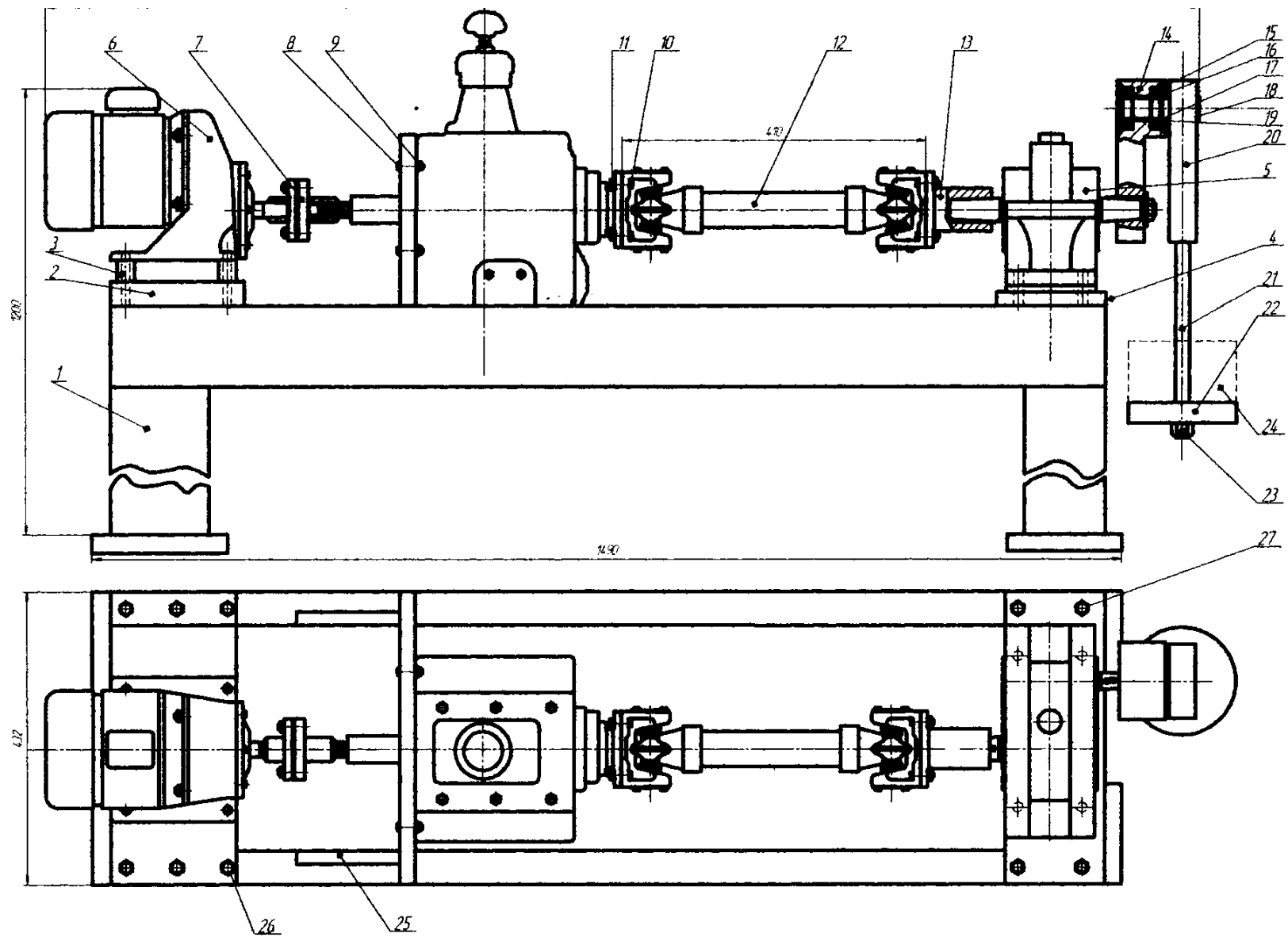


Рис. 4.1 Загальний вигляд пристрою для визначення технічного стану коробок передач

Між поздовжніми лонжеронами закріплена утримуюча плита з отворами для кріплення коробки передач. У передній частині основи болтами з гайками встановлена передня плита (2), на якій розміщені дві підкладки (3) — вони служать базою для монтажу мотор-редуктора (6).

Враховуючи номінальний крутний момент, що передається коробкою передач у автомобілі, обрано двигун моделі МЦ-63. Він випускається у чотирьох модифікаціях за частотою обертання вихідного вала: $n = 450, 355, 280$ та 224 хв⁻¹. Вал двигуна редуктора з'єднаний з еластичною муфтою (7), розрахованою на момент $T = 315$ Н·м.

У задній частині основи аналогічно закріплена плита (4), на якій встановлено одноступінчастий редуктор із міжцентровою відстанню валів 100 мм та номінальним моментом $T = 315$ Н·м. Номінальне навантаження на його вал становить 0,8 Н, а пусковий момент на вхідному валу коробки передач дорівнює 8 %. Вага редуктора — 27 кг.

Вихідний вал редуктора спрямований у бік досліджуваної коробки передач, на ньому закріплений фланець (13) карданного вала (12). На вхідному валу редуктора (5) встановлений кривошип (14), у якому на двох кулькових підшипниках розміщена вісь (18), запресована в шатун (20). У різьбовий отвір шатуна вкручена тяга (21), на протилежному кінці якої закріплений опорний диск (22).

Випробовувана коробка передач монтується на утримуючій плиті та кріпиться чотирма болтами з гайками. Первинний вал коробки з'єднується з еластичною муфтою (7), а фланець вторинного вала кріпиться чотирма болтами з гайками до карданного шарніра (12).

Принцип роботи такий: крутний момент від двигуна-редуктора через еластичну муфту передається на первинний вал коробки передач, а далі через вторинний вал і карданний вал — до вихідного вала редуктора. При цьому момент, що діє на валу з вантажем, змушує опорний диск рухатися по колу, а вісь у підшипниках кривошипа здійснює коливальний рух.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крутний момент, що створює опір обертанню вала, протягом одного оберту змінюється від нуля до максимальних і мінімальних значень.

Якщо вихідним положенням взяти верхню мертву точку кривошипа, то момент опору двигуну-редуктору дорівнює нулю. Коли вантаж починає опускатися з цієї точки, він сприяє роботі двигуна-редуктора. У нижній мертвій точці момент знову стає нульовим, а під час підйому кривошипа виникає опір, що досягає максимуму, коли вісь кривошипа розташована горизонтально.

При подальшому підйомі від горизонтального положення опір поступово зменшується і при вертикальному положенні шатуна знову дорівнює нулю.

Таким чином, у коробці передач виникають режими роботи, схожі на розгін автомобіля та його гальмування двигуном. Це дозволяє максимально наблизити умови визначення технічного стану коробки передач до реальних умов її експлуатації.

4.2. Визначення діючих сил і моментів.

Динамічний момент, який створює вага диска опорного, тяги шатуна і шатуна знаходимо за формулою [1, 8]:

$$M_0 = M \times K_0, H \times m \quad (4.1)$$

де M - момент, що створює вага диска опорного, тяги шатуна і шатуна, $H \times m$;

K_0 – динамічний коефіцієнт, який враховує неточності виготовлення обладнання.

Момент, що створює вага диска опорного, тяги шатуна і шатуна знаходимо за формулою:

$$M = G_1 \times l_1 + G_2 \times l_2 + G_3 \times l_3, H \times m, \quad (4.2)$$

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де G_1, G_2, G_3 - відповідно вага диска опорного, тяги шатуна і шатуна, H ;

$$G_1 = 73,0 \text{ H}$$

$$G_2 = 7,8 \text{ H}$$

$$G_3 = 48,1 \text{ H}$$

l_1, l_2, l_3 – радіус дотичної на якій діє вага диска опорного, тяги шатуна і шатуна, m .

$$l_1 = l_2 = l_3 = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$$

Підставивши значення отримаємо

$$M = 73,0 \times 0,15 + 7,8 \times 0,15 + 48,1 \times 0,15 = 19,33 \text{ H} \times m$$

Динамічний коефіцієнт знаходимо за формулою [1, 8];

$$K = 1 + \frac{9}{2} \frac{1}{g \times \delta_{cm}} \quad (4.3)$$

де ϑ - колова швидкість, m/c ;

g - прискорення вільного падіння, m/c^2 ;

δ_{cm} – статичне зміщення під дією ваги рухомих деталей,

m .

Статичне зміщення під дією ваги деталей визначаємо за формулою

$$\delta_{cm} = Q \times R^2 \times l / G \times I_p, \quad (4.4)$$

Q - вага вантажу (диска опорного, тяги шатуна і шатуна), H ;

R - відстань від осі вала редуктора до осі шатуна, mm ;

l - максимальна відстань від осі вала редуктора до осі тяги шатуна, за умови, що кривошип знаходиться у горизонтальному положенні mm ;

G - модуль пружності другого роду сталі з якої виготовлені деталі, $MПа$;

I_p - момент інерції вала редуктора, mm^4 .

Для суцільного круглого поперечного перерізу момент інерції знаходимо за формулою

$$I_p = \pi \times D^4 / 32, \text{ мм}^4$$

У формулі (4.4) зробимо деякі перетворення

$$\delta_{cm} = Q \times R \times (R \times l / G I_p), \quad (4.5)$$

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де - $Q \times R = M$ – момент, що створює вага диска опорного, тяги шатуна і шатуна, $H \times \text{мм}$.

Відстань від осі вала редуктора до центра ваги вантажу визначаємо за формулою:

$$R = X_c = \frac{m_d \times x_d + m_m \times x_m + m_{ш} \times x_{ш}}{m_d + m_m + m_{ш}} \quad (4.6)$$

де $m_d, m_m, m_{ш}$ – відповідно маса диска опорного, тяги шатуна і шатуна, кг;

$x_d, x_m, x_{ш}$ - відповідно відстань від центра ваги диска опорного, тяги шатуна і шатуна до вала редуктора, м.

Підставивши значення отримаємо

$$R = X_c = 7,3 \times 0,15 + 0,78 \times 0,15 + 0,48 \times 0,15 / 7,3 + 0,78 + 0,48 = 0,169 \text{ м} = 169 \text{ мм}$$

Підставивши значення R і I_p у формулу (4.5) одержимо

$$\delta_{cm} = 19330 \times 169 \times 150 / 8 \times 104 \times 4,97 \times 10^7 = 1,2 \times 10^{-2} \text{ мм}$$

Знаходимо значення допустимої колової швидкості за формулою:

$$v = \omega \times R \quad (4.7)$$

де ω - кутова швидкість, рад/с

Підставивши значення одержимо

$$v = 10 \times 0,169 = 1,69 \text{ м/с}$$

Підставивши значення δ_{cm} і v у формулу (4.3) одержимо

$$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{1,69^2}{9,8 \times 1,2 \times 10^{-2} \times 10^{-3}}} = 121$$

Тоді динамічний момент дорівнює

$$M_d = 19,33 \times 121 = 2338,93 \text{ Нм}$$

4.2.1. Розрахунок деталей на міцність.

Розраховуємо на міцність кривошип.

Згинаючий момент кривошипа знаходимо за формулою:

$$T = F_{3z} \times R \quad (4.8)$$

де F_{3z} - згинаюча сила, Н;

R – радіус кривошипа, мм.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідси

$$F_{32} = T / R \quad (4.9)$$

Підставивши значення отримаємо

$$F_{32} = 315 \times 10^3 / 169 = 1860 \text{ Н}$$

Напруження згину важеля знаходимо із умови міцності [1, 8]

$$\sigma_{32} = F_{32} \times R_{32} / W \leq [\sigma]_{32} \quad (4.10)$$

де R_{32} - відстань від осі вала до лінії дії згинаючої сили, мм;

W - момент опору, мм³;

$[\sigma]_{32}$ - допустимі напруження згину 120 МПа.

Момент опору визначається за формулою

$$W = 1/6 \times a \times b^2 \quad (4.11)$$

де a, b - відповідно товщина і ширина важеля, мм

Підставивши значення, одержимо

$$W = 1/6 \times 40 \times 84^2 = 47040 \text{ мм}^3$$

Підставивши одержане значення у формулу (5.19), отримаємо

$$[\sigma]_{32} = 1860 \times 150 / 47040 = 5,93 \text{ МПа}$$

Умова міцності шатуна виконується [1, 8]

$$\sigma_{32} = 5,93 < [\sigma]_{32} = 120$$

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.

Охорона праці — це комплекс заходів, спрямованих на збереження здоров'я та забезпечення безпечних умов роботи. Вона включає кілька основних напрямів:

- **Трудові заходи** — дотримання трудового законодавства відповідно до Закону України «Про охорону праці».
- **Технічні заходи** — інженерні рішення, що гарантують безпеку під час виконання сільськогосподарських робіт, використання обладнання та його ремонту.
- **Санітарно-виробничі заходи** — санітарні дії, які забезпечують здорові умови праці.
- **Протипожежні заходи** — заходи пожежної безпеки, тісно пов'язані з охороною праці, що реалізуються через інженерні та технічні рішення для запобігання пожежам.

5.1 Структурно функціональний аналіз технологічного процесу заміни коробки передач автомобіля ГАЗ-53.

Технологічний процес заміни коробки передач автомобіля ГАЗ-53 можна розділити на такі етапи:

- Розміщення автомобіля на робочому місці (оглядовій ямі).
- Зливання мастила з коробки передач.
- Виконання розбірних операцій для забезпечення доступу до з'єднань коробки передач з іншими вузлами автомобіля.
- Установлення спеціального пристрою для утримання коробки передач.
- Фіксація коробки передач за допомогою цього пристрою.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Самсонов Д.О.			ОХОРОНА ПРАЦІ			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ружило З.В.							63	8
Реценз.								НУБІП, КД		
Н. Контр.		Банний О.О.								
Затверд.										

- кріплення коробки передач до знімача;
- від'єднання решти кріпильних елементів;
- від'єднання коробки передач від двигуна;
- знімання коробки передач з автомобіля і її транспортування візком ня вище перелічених операцій можуть виникати такі травмонебезпечні ситуації:
- під час встановлення автомобіля на оглядову яму:
 - технічна несправність автомобіля (рульового керування);
 - відсутні або пошкоджені напрямні бруси оглядової ями;
- під час зливання моторної оливи:
 - використання несправного інструменту;
 - висока температура оливи, що зливається;
- під час виконання операцій розбирання по створенню доступу до з'єднань коробки передач з іншими деталями автомобіля:
 - невідповідність розмірів інструментів;
 - несправний інструмент;
- під час встановлення пристрою для утримування коробки передач:
 - невідповідність розмірів інструментів типорозмірам деталей, що знімаються (відкручуються);
 - несправність пристрою;
- під час фіксації коробки передач за допомогою пристрою:
 - порушення спряжень пристрою;
 - знаходження в зоні переміщення коробки передач (Н Д₄);
 - використання несправного обладнання (Н Д₅)

Небезпечна ситуація(НС):

- руйнування деталей гакової підвіски (НС₁);
- потрапляння гарячої оливи на шкіру рук. Обличчя та в очі (НС₂);
- зіскакування інструментів з деталей (НС₃);
- з'їзд автомобіля в оглядову яму (НС₄);
- наїзд автомобіля на обладнання або на присутніх у виробничій зоні(НС₅).

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

На підставі співставлення небезпечних умов операції (НУ), небезпечних дій(НД) та небезпечних ситуацій (НС) складаємо модель процесу.

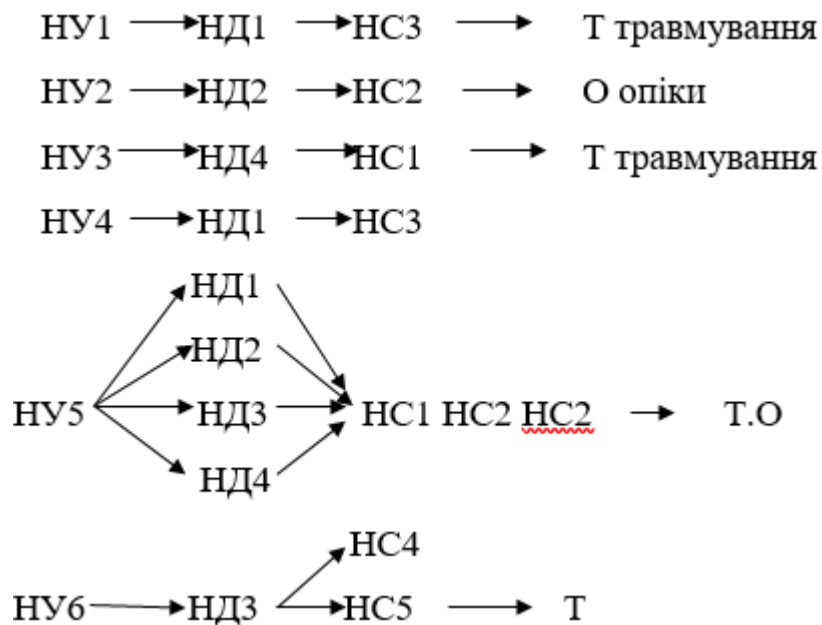


Рис. 5.1 Модель процесу.

5.2 Вимоги техніки безпеки під час заміни коробки передач автомобіля.

Перед проведенням ремонту автомобіль необхідно ретельно очистити від бруду. Виконувати роботи на забрудненій машині заборонено, адже бруд та мастило можуть пошкодити інструменти або спричинити травми, потрапивши в очі.

Миття слід здійснювати у спеціально обладнаних місцях із системою відведення води. Коробку передач рекомендується промивати гарячою водою з миючим розчином, що містить каустичну соду. Автомобіль має бути надійно зафіксований — встановлений на підйомнику чи відкритому майданчику, поставлений на ручне гальмо та з підкладеними під колеса упорами.

Для зливання відпрацьованої оливи необхідно підготувати герметичну ємність, що запобігає витіканню рідини та забрудненню робочої зони.

Перед початком робіт зі зливання відпрацьованої оливи необхідно заздалегідь підготувати герметичну тару достатнього об'єму. Її встановлюють під зливний отвір картера так, щоб повністю виключити розбризкування мастила. Зливні та заливні пробки відкручують лише спеціально призначеними ключами, що гарантує безпеку і запобігає пошкодженню деталей.

Усі операції з розбирання та складання агрегатів виконуються строго у тій послідовності, яка визначена технологічною картою. Основним інструментом є гайкові ключі, проте для більшої надійності та зручності рекомендується застосовувати накидні й торцеві ключі. Вони щільніше утримуються на гайках і болтах, що зменшує ризик зіскакування інструменту. У випадках, коли робота ведеться у важкодоступних місцях і можливий лише невеликий кут повороту, доцільно використовувати ключі з хрестовими механізмами. Це дозволяє уникнути постійного знімання та встановлення ключа після кожного руху.

Особливу увагу слід приділяти роботі під автомобілем у незручному положенні. Важливо правильно встановлювати ключ на гайку чи головку болта, адже падіння інструменту може спричинити серйозні травми. Категорично забороняється відкручувати чи закручувати гайки круговим обертанням ключа, оскільки це підвищує ймовірність зіскакування. Також не можна подовжувати ключ іншими ключами або трубами, адже це створює небезпечне навантаження на інструмент і може призвести до його поломки.

Якщо гайка заржавіла і не відкручується, її спочатку обробляють: легенько постукують молотком по гранях, змочують гасом, після чого провертають приблизно на чверть оберту і лише тоді починають відкручування. Такий метод дозволяє уникнути пошкодження різьби та полегшує демонтаж.

Великі агрегати та вузли, такі як двигун чи коробка передач, мають значну масу, тому їх знімання та транспортування здійснюється виключно за допомогою підйимально-транспортних засобів. Виконання таких робіт

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинно проводитися колективно, із залученням кількох працівників, що гарантує безпечність і знижує ризик травмування.

Таким чином, процес зливання оливи, розбирання та складання агрегатів вимагає не лише правильного використання інструментів, а й суворого дотримання правил безпеки. Це забезпечує якісне виконання робіт і захист працівників від можливих небезпечних ситуацій.

5.3 Розрахунок виробничого освітлення.

Розрахунок виробничого освітлення проводять в два етапи. Спочатку розраховують природне освітлення а потім штучне.

Вихідною величиною для розрахунку є значення коефіцієнта природного освітлення залежно від розряду зорової роботи, що визначається у СНіП.

Визначаємо нормоване значення коефіцієнта природного освітлення за формулою [5]:

$$e_n = e * m * c, \quad (5.1)$$

де e – коефіцієнт природного освітлення залежно від розряду зорової роботи,

$$e = 1,5,$$

m – коефіцієнт світлового клімату, $m = 2,0$,

c – коефіцієнт сонячного клімату, $c = 0,7$,

$$e_n = 1,5 * 2,0 * 0,7 = 2,1$$

Площу освітлювальних щілин $S_{\text{г}}$ для забезпечення нормативного значення КПО визначаємо за формулою [8, 12, 13]:

$$S_{\text{г}} = \frac{e_n * \eta_d * S_n * K_{\text{е.б.}}}{100 * \tau_0 * r_1}, \text{м}^2 \quad (5.2)$$

де e_n – нормативне значення КПО, $e_n = 1,2$

$\eta_{\text{в}}$ – світлова характеристика вікон, $\eta_{\text{в}} = 20$,

S_n – площа підлоги, $S_n = 144 \text{ м}^2$,

$K_{\text{е.б.}}$ – коефіцієнт, який враховує затінення вікон будинками, що стоять навпроти, $K_{\text{е.б.}} = 1,4$

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

τ_0 – загальний коефіцієнт світло проникнення світлових щілин, $\tau_0=0,3$,

τ_1 – коефіцієнт, що враховує відбивання світла від внутрішніх стін приміщення, $\tau_1 = 2,8$

$$S_e = 1,2 * 20 * 144 * 1,4 / 100 * 0,4 * 2,8 = 43 \text{ м}^2$$

За детально обчисленою світло пропускною площею S_e визначаємо відповідність розмірів і числа наявних в приміщенні вікон.

Розрахунок ведеться у повній послідовності, залежно від розряду зорової роботи, джерела світло системи освітлення, контрасту об'єкта, розпізнання, з фоном і характеристики фону встановлюємо норму освітленості і вибираємо тип світильника і висоту його підвішування, після чого визначаємо відстань між освітлювачами та їх кількість. При цьому враховуємо, що рівномірність освітлення залежить від висоти підвішування світильників і схеми їх розташування. Отже, відношення відстані між освітлювачами до висоти їх підвішування $L_c/H_p = 1,4 - 1,8$, при шаховому $L_c/H_p = 1,8 - 2,5$. []

Обчислюємо індекс (показник) приміщення за формулою []:

$$i = \frac{S}{H_p * (L + B)}, \quad (5.3)$$

де S – площа приміщення, $S = 144 \text{ м}^2$,

H_p – розрахункова висота підвішування світильника, $H_p = 4,2 \text{ м}$,

L та B – довжина і ширина основного приміщення, $L = 18 \text{ м}$, $B = 15 \text{ м}$

$$i = 12 * 12 / 4,2 (12 + 12) = 1,43$$

Розраховуємо світловий потік, який повинні створити в основному приміщенні всі лампи за формулою [8,12]:

$$\Phi_n = \frac{E * K * S * z}{\eta}, \text{ лк}, \quad (5.4)$$

де E – мінімальна нормована освітленість, $E = 200 \text{ лк}$,

K – коефіцієнт запасу світлового потоку, $K = 1,2 - 1,7$

S – площа приміщення, $S = 144 \text{ м}^2$,

z – поправочний коефіцієнт, який враховує нерівномірність

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітлення, $z = 0,9 - 1,4$,

η - коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta = 0,85$

$$\Phi_n = 200 * 1,3 * 144 * 0,8 / 0,85 = 35237,5 \text{ лк}$$

Відстань між освітлювачами визначаємо за формулою:

$$L_c = \Upsilon * H_p \quad (5.5)$$

де Υ - коефіцієнт взаємного розташування світильників залежно від висоти підвісу, $\Upsilon = 1,4 - 2,5$ (для шахового розташування) і $\Upsilon = 1,4 - 1,8$ для лінійного розташування

$$L_c = 1,6 * 4,2 = 6,72 \text{ м}$$

Кількість світильників для основного приміщення визначаємо з виразу

$$N_c = (L / L_c + 1) * (B / L_c + 1), \text{ шт} \quad (5.6)$$

$$N_c = (18 / 6,72 + 1) * (15 / 6,72 + 1) = 12 \text{ шт.}$$

Світловий потік одного освітлювача визначаємо з виразу

$$\Phi_n = \Phi_n / N_c, \text{ лк} \quad (5.7)$$

$$\Phi_n = 35237,5 / 12 = 2936,47 \text{ лк}$$

За таблицями світлотехнічних характеристик електричних ламп добирають відповідну за світловим потоком лампу, враховуючи, що світловий потік дібраної лампи може відрізнятись від розрахункового на 10-20 %.

5.4 Розробка заходів щодо захисту населення

Цивільний захист є важливою системою заходів, спрямованих на збереження життя та здоров'я людей у випадку надзвичайних ситуацій. Він включає організаційні дії, протиепідемічні заходи та навчання працівників і студентів щодо правильних дій у разі виникнення небезпеки.

Розробляються плани індивідуального захисту, визначаються маршрути евакуації та безпечні зони для розміщення населення. Регулярно проводяться тренування та навчальні заняття з цивільної оборони, які

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

готують відповідальних осіб до дій у випадку стихійних лих, техногенних аварій, хімічних чи радіаційних інцидентів.

Таким чином, система цивільного захисту поєднує профілактичні, організаційні та освітні заходи, що забезпечують готовність населення та служб до ефективних дій у будь-яких надзвичайних умовах.

На випадки надзвичайних ситуацій розробляється план дій включаючи використання засобів індивідуального захисту, схеми і маршрути евакуації з приміщень та маршрути подальшого переміщення і транспортування в безпечні зони. Начальником цивільної оборони повинні систематично проводитися навчання і практичні заняття з вирішенням ситуаційних задач з різними варіантами стихійного лиха та дії різноманітних катастроф техногенного характеру. Розглядаються також варіанти хімічної та радіаційної дії.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Запровадження нових машин і технологій завжди пов'язане з використанням різноманітних будівельних матеріалів, лаків та фарб. З часом вони можуть стати небезпечними для довкілля через старіння, механічне руйнування або взаємодію з іншими речовинами. Саме тому важливим етапом будь-яких нових технологічних розробок є проведення екологічної експертизи, яка дозволяє оцінити їхній вплив на навколишнє середовище.

Під охороною довкілля розуміють раціональне використання природних ресурсів та запобігання їх забрудненню. Це поняття набуває дедалі більшого економічного та соціального значення в умовах швидкого розвитку промисловості й технологій.

У складі виробничих і дослідних підприємств зазвичай є адміністративні будівлі, склади, гаражі, майстерні та котельні. Під час ремонтних робіт у таких приміщеннях можуть утворюватися викиди та відходи, що негативно впливають на воду, повітря та ґрунт.

Основною метою планів з охорони довкілля є мінімізація шкідливого впливу виробництва. Це досягається шляхом застосування сучасних технологій очищення, впровадження безвідходних методів виробництва та постійного контролю за екологічними показниками.

Таким чином, екологічна безпека у промисловості — це комплекс заходів, що поєднує технічні рішення, організаційні дії та контрольні процедури, які забезпечують збереження природного середовища та здоров'я людей.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ		
Розроб.		Самсонов Д.О.					
Перевір.		Ружило З.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Банний О.О.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						71	5
					НУБІП, КД		

6.1. Охорона та ефективне використання водних ресурсів.

Вода є однією з найважливіших і найпоширеніших речовин, що застосовується у ремонтному виробництві та багатьох інших сферах. Водопостачання майстерні здійснюється єдиною системою, яка забезпечує як побутові, так і технічні потреби. До побутових належать вода для гігієнічних процедур та питна вода. Технічні потреби включають використання води для мийно-очисних робіт, у гартувальних ваннах, а також для охолоджувальних емульсій у металообробних верстатах.

З часом охолоджувальні емульсії забруднюються масляними залишками, що потрапляють із поверхонь деталей. Для їх очищення застосовують каустичну соду (NaOH): суміш готують у співвідношенні 1:1 зі свіжо приготовленою емульсією, а для стабільності додають емульгатори.

Мийні розчини використовують після ступінчастої очистки, періодично їх поновлюють, а осади та продукти фільтрації утилізують. Відпрацьована вода часто містить паливо та мастильні матеріали, які утворюють нафтову плівку. Частина цих речовин розчиняється у воді, але більшість осідає у вигляді важких фракцій. Для збору такої води застосовують каналізаційні колодязі, після чого вона проходить через очисні споруди.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2. Охорона атмосферного повітря.

Атмосферне повітря є одним із найважливіших природних факторів, що потребує захисту від забруднення. Основними джерелами його забруднення під час роботи ремонтної майстерні виступають: відпрацьовані гази автомобілів; випари розчинників, які застосовують для миття та знежирення; випари мийних розчинів; виділення від обмазки електродів і флюсів при зварюванні; гази та випари під час газополуменевого зварювання й різання металу; випари бензину та мастил на нафтобазі при заправці автомобілів і використанні паливно-мастильних матеріалів; випари фарб, ґрунтовок, розчинників, змивачів старої фарби, перетворювачів і очищувачів іржі, що застосовуються у процесі фарбування та підготовки поверхонь.

Для запобігання забрудненню повітря застосовують низку заходів. Паливно-мастильні матеріали зберігають у герметичних цистернах із системою охолодження та використовують лише справне обладнання. Під час заправки автомобілів відпрацьовані паливно-мастильні матеріали збирають у спеціальні ємності. Кількість відпрацьованих газів, що потрапляють у атмосферу, зменшують шляхом правильного регулювання систем живлення двигуна. Хімічний склад вихлопних газів контролюють за допомогою газоаналізаторів.

Крім того, у вихлопних системах автомобілів застосовують сучасні каталізатори, які розкладають шкідливі компоненти на воду, кисень та інші безпечні речовини. У фарбувальних камерах використовують спеціальні циклонні фільтри, де осідає дрібнодисперсна фарба, а також захисні водяні завіси, що додатково очищують повітря.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.3. Основні заходи охорони довкілля для ділянки поточного ремонту автомобілів

Для зниження шкідливого впливу виробничої діяльності на навколишнє середовище необхідно реалізувати комплекс екологічних заходів. Робочі місця для зварювання та наплавлення деталей повинні бути обладнані витяжною вентиляцією з фільтрами та вловлювачами. Зберігання розчинників, фарб, лаків і ґрунтовок здійснюють у спеціальних витяжних шафах.

Під час заміни відпрацьованих мастил їх сортують і направляють на нафтопереробні заводи для регенерації. Охолоджувальні, гальмівні та інші технологічні рідини утилізують шляхом відстоювання та хімічної нейтралізації. Випробування та гаряче обкатування двигунів проводять із використанням неетилованих бензинів, що зменшує рівень токсичних викидів.

Розплав солей та інші відпрацьовані речовини утилізують лише після хімічної нейтралізації. Продукти перетворення іржі, залишки лакофарбових покриттів та інші відходи збирають у спеціальні ємності для подальшої нейтралізації та утилізації у визначених місцях. Відпрацьовані електроліти з акумуляторних батарей зливають у скляний посуд для відстоювання, після чого осад утилізують, а рідини піддають хімічній нейтралізації.

При відновленні деталей полімерними матеріалами проводять точні розрахунки витрат, щоб мінімізувати залишки. Решту полімерних матеріалів утилізують у спеціальну тару. Фарбування автомобілів, їх вузлів та агрегатів здійснюють у спеціальних камерах, обладнаних водяними завісами та витяжною вентиляцією.

Застосування перелічених заходів дозволяє максимально знизити негативний вплив технічного обслуговування автомобілів на довкілля. Крім

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

того, необхідно систематично контролювати хімічний склад стічних вод із території майстерні, проводити облік викидів із вентиляційних систем, а також впроваджувати нові технологічні процеси ремонту та виготовлення деталей лише після проведення економічної та екологічної експертизи. Для експлуатації, діагностики, технічного обслуговування та ремонту слід використовувати паливо, мастила та інші витратні матеріали, сертифіковані відповідними службами на предмет їхньої екологічної безпеки.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 7. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ЗАПРОВАДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ГАЗ – 53

Практика ремонтних підприємств і результати досліджень показують, що використання коробок передач після ремонту без попереднього випробування зменшує їхній ресурс на 15–35%. У деяких випадках це призводить навіть до руйнування деталей протягом перших п'яти тисяч кілометрів експлуатації.

Через порушення температурного режиму та появу шумів у перші десятки кілометрів пробігу до 40% коробок передач потребують повторного розбирання та усунення дефектів. У більшості випадків пошкоджені деталі доводиться замінювати новими.

Впровадження пристрою, розробленого у дипломному проєкті для визначення технічного стану автомобільних коробок передач, дозволить своєчасно виявляти та усувати можливі несправності. Це забезпечить економічний ефект завдяки зменшенню витрат на запасні частини, додаткові ремонтні роботи та скороченню втрат від простою автомобілів.

Розрахунковий економічний ефект від запровадження пристрою для визначення технічного стану коробок передач [15]:

$$E_p = B_p - Z_p, \text{ грн. ,} \quad (7.1)$$

де B_p - вартісна оцінка результатів, отриманих за розрахунковий період, грн;

Z_p - вартісна оцінка витрат, що пов'язані з використанням пристрою за розрахунковий період, грн;

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Техніко-економічні показники проекту	Літ.		Арк.	Акрушів	
Розроб.		Самсонов Д.О.						76	6	
Перевір.		Ружило З.В.								
Реценз.										
Н. Контр.		Банний О.О.								
Затверд.										

При розрахунках береться до уваги строк служби пристрою t , а вартісну оцінку результатів, які будуть отримані за весь строк його використання, визначаємо за формулою [15]:

$$B_p = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} B_t * \alpha_t ; \text{ грн} \quad (7.2)$$

де B_t - вартісна оцінка результатів в t -тому році розрахункового періоду, грн;

t_n - початковий рік розрахункового періоду;

t_k - кінцевий рік розрахункового періоду;

α_t - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Вартісну оцінку результатів в t -тому році визначаємо за формулою []:

$$B_t = C_t * P_t , \text{ грн.} \quad (7.3)$$

де, C_t - економія коштів на одному обкатуванні тягового моста автомобіля, грн;

P_t - загальна кількість визначення технічного стану коробок передач в даному році коробок передач автомобілів з використанням розробленого обладнання.

Коефіцієнт зведення до розрахункового року визначаємо за формулою [15]:

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{t_p - t} ; \quad (7.4)$$

де E_n - норматив зведення різночасових витрат і отримання результатів, що чисельно прирівнюються до нормативу ефективності номінальних вкладень, $E_n = 0,1$;

t_p - розрахунковий рік;

t - рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Для визначення економічного ефекту користуємося наступною методикою. Під час розрахунків приймаємо до уваги, що всі автомобілі будуть обслуговуватися з використанням обладнання для визначення

технічного стану. Загальну кількість обслуговуваних протягом року автомобілів визначаємо за формулою [15]:

$$П_t = T_{pa} / t_{ц}, \text{ шт.}, \quad (7.5)$$

де T_{pa} – загальна трудомісткість ремонту коробок передач для міжгосподарської діляниці, $T_{pa} = 2060$ люд. год;

$t_{ц}$ – трудомісткість ремонту одної коробки передач з врахуванням часу на обкатування, $t_{ц} = 18$ люд. год.

$$П_t = 2060 / 18 = 114 \text{ шт.}$$

В подальших розрахунках будемо приймати до уваги, що кількість ремонтваних і випробовування коробок передач буде зростати щорічно на 5%, за рахунок збільшення чисельності автомобілів та зони обслуговування міжгосподарською ділянницею [15].

Для того, щоб визначити економію коштів за рахунок обкатування одної коробки передач впродовж терміну служби обладнання скористаємося наступною формулою [15,19]:

$$Ц_t = (Ц_{зп} + Ц_{оп} + Ц_{пр}) * \alpha_t, \text{ грн.}, \quad (7.6)$$

де $Ц_{зп}$ – економія коштів за рахунок зменшення витрати запасних частин внаслідок проведення випробовування коробок передач, грн.;

$Ц_{оп}$ - економія коштів за рахунок зменшення трудомісткості повторних ремонтних робіт внаслідок проведення обкатування коробок передач, грн.;

$Ц_{пр}$ - зменшення збитків від простою автомобіля в повторному ремонті внаслідок проведення випробовування коробок передач, грн.;

$$Ц_{2011} = (800 + 1200 + 900) * 1 = 2900 \text{ грн}$$

Підставивши отримані значення у формулу (7.3) визначаємо вартісну оцінку результатів для першого розрахункового року

$$B_{2011} = 2900 * 114 = 330600 \text{ грн}$$

Аналогічно визначаємо для решти років і результати розрахунків заносимо в таблицю 7.1

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою []:

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_p = \sum_{t=1}^{e-e} Z_t * \alpha_t, \text{ грн.} \quad (7.7)$$

де Z_t - величина витрат в t-тому році, грн.

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат визначаємо з виразу [15]:

$$Z_{2011} = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_e, \text{ грн.} \quad (7.8)$$

де Z_1 - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації, $Z_1 = 2800$ грн.;

Z_2 - вартість матеріалів на комплект обладнання, $Z_2 = 6000$ грн.;

Z_3 - вартість комплектуючих, $Z_3 = 32000$ грн.;

Z_4 - вартість виготовлення деталей, $Z_4 = 12000$ грн.;

Z_5 - вартість складальних, монтажних та налагоджувальних і випробувальних робіт, $Z_5 = 4000$ грн.;

Z_6 - витрати на організацію і підготовку виробництва з використанням розробленого обладнання, $Z_6 = 2000$ грн.

Z_e – експлуатаційні витрати включаючи вартість електроенергії, які визначаємо з виразу [15]:

$$Z_e = \Pi_t * (Z_{on} + Z_{el} + Z_{mp}), \text{ грн.,} \quad (7.9)$$

де Z_{on} – оплата праці та нарахування на зарплату за обкатування одного моста, грн.;

Z_{el} - вартість електроенергії, грн.;

Z_{mp} – втрати від продовження циклу ремонту за рахунок виконання операцій обкатування, грн.

$$Z_e = 114 (56,0 + 24,0 + 156,0) = 26904 \text{ грн}$$

Значення показників $Z_1...Z_6$ прийняті на підставі експертних оцінок спеціалістів господарства .

$$Z_{2011} = 2800 + 6000 + 32000 + 12000 + 4000 + 2000 + 26904 = 85704 \text{ грн.}$$

Для решти років вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою:

$$Z_t = \eta_z * Z_{2011} * \alpha_t, \text{ грн.}$$

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де η_3 - частка початкової вартості обладнання, необхідна для підтримання його роботоздатності, $\eta_3 = 0,15$;

$C_{об}$ – початкова вартість обладнання, грн .

$$C_{об} = 280 + 6000 + 32000 + 12000 + 4000 + 2000 = 58800$$

$$З_{2012} = 0,15 * 58800 * 0,9091 = 8820 \text{ грн.}$$

$$З_{2012} = (1830 + 13180) * 0,9091 = 13650 \text{ грн.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти років і результати заносимо в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 - Розрахунок економічного ефекту від використання пристрою для визначення технічного стану коробок передач

Показники	Роки використання пристрою								Разом
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Π_t - річна програма ремонту коробок, шт.	114	119	125	131	138	145	152	160	1088
Π_t - економія коштів на одному ремонті, грн.	290,00	263,64	239,66	217,88	198,07	180,06	163,71	148,80	
α_t - коефіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,683	0,6209	0,5645	0,5131	
B_t - вартісна оцінка результатів, грн..	33060,00	31557,59	30121,16	28753,06	27446,11	26198,17	25009,36	23868,77	226014,22
$З_t$ - вартісна оцінка затрат, грн.	5880,00	534,55	485,92	441,76	401,60	365,09	331,93	301,70	8742,56
E_t - економічний ефект, грн..	27180,00	31023,04	29635,24	28311,30	27044,50	25833,08	24677,43	23567,06	217271,66

Скориставшись формулою (7.1) визначаємо економічний ефект для першого розрахункового року :

$$E_{2011} = 185600 - 13650 = 171950 \text{ грн.}$$

Строк окупності запропонованого обладнання визначаємо за формулою [7.10]:

$$T_{ок.} = \frac{\sum Z_t}{\sum E_t} * t_{вик.}, \text{ років,} \quad (7.10)$$

де $t_{вик.}$ - термін використання обладнання, приймаємо $t_{вик.} = 8$ років.

$$T_{ок.} = 87420 * 8 / 217271 = 3,2 \text{ року}$$

Отже, строк окупності обладнання для обкатування на холостому ходу коробок передач автомобілів трохи більше трьох років.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Аналіз конструкції коробки передач ГАЗ-53 показав, що її працездатність визначається групою деталей, які швидко зношуються, тоді як інші елементи мають значний залишковий ресурс. Це підтверджує необхідність постійного контролю та своєчасного поточного ремонту, що дозволяє уникати зайвих витрат на заміну всього агрегату.
2. Запропонована методика діагностики за сумарним кутовим люфтом є простою у використанні та придатною для застосування у підрозділах технічного сервісу агропромислового комплексу. Вона забезпечує швидке виявлення несправностей без складного обладнання. Розроблені структурні моделі контактів деталей дають можливість точніше визначати причини збільшення люфту та прогнозувати розвиток дефектів.
3. Запропонована технологія ремонту може бути реалізована у звичайних умовах ремонтних майстерень, що робить її практичною та доступною. Конструкція діагностичного пристрою доцільна для виготовлення й використання у спеціалізованих підрозділах, де проводиться ремонт трансмісій.
4. Економічна ефективність підтверджується розрахунками: очікуваний результат перевищує 170 тисяч гривень. Це досягається завдяки зменшенню витрат на запасні частини, скороченню додаткових ремонтних робіт та зниженню втрат від простою автомобілів. Таким чином, розробка має як технічну, так і вагому економічну цінність.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Самсонов Д.О.			Висновки			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Ружило З.В.								82	1
Реценз.								НУБІП, КД			
Н. Контр.		Банний О.О.									
Затверд.											

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Stadnik, M., Shtuts, A., & Haydamak, O. (2026). *Mechatronic systems and frequency-controlled drives in bioenergy plants*. VSAU Journals.
2. Paladiychuk, Y., Sheludchenko, B., & Syroid, Y. (2026). *Stress state of load chain links under static loading*. VSAU Journals.
3. Pinchuk, R. (2026). *Influence of wear degree of cultivator sweep blades on soil tillage quality*. VSAU Journals.
4. Datsiuk, D. (2026). *Modeling motion of small-seed crops using DEM*. VSAU Journals.
5. Solona, O., Dovbush, T., & Tson, H. (2026). *Trimming beet tops using passive blades*. VSAU Journals.
6. Kutsenko, O. M., & Pysarenko, V. M. (2005). *Agroecology*. Kyiv: Urozhai.
7. Derevets, I. M. (2004). *Prospects for technical process development in agro-industrial complex*. *Tekhnika APK*, 2, 5–6.
8. Ivanov, M. I. (1984). *Machine parts: Textbook for mechanical engineering specialties* (4th ed.). Vyshcha Shkola.
9. Babusenko, S. M. (1984). *Design of repair enterprises*. Kolos.
10. Levinskyi, M. S. (1975). *Technology of machine and equipment repair* (2nd ed.). Kolos.
11. Bashieiev, S. M. (1989). *Machine parts in examples and problems*. Vyshcha Shkola.
12. Anuriev, V. I. (1980). *Handbook of mechanical engineer constructor* (Vols. 1–3). Mashynobuduvannia.
13. Korzh, V. K., Chumak, V. K., & Trebeniuk, I. P. (1985). *Efficiency of specialization in agricultural machinery repair*. Kyiv: Urozhai.
14. Konariev, F. M. (1994). *Occupational safety* (2nd ed.). Agropromizdat.
15. Press-clip. (2004). *Energy. Economy. Technology. Ecology*, 9, 40–41.
16. Solona, O., Dovbush, T., & Tson, H. (2026). *Trimming beet tops using passive blades*. VSAU Journals.
17. Stadnik, M., Shtuts, A., & Haydamak, O. (2026). *Mechatronic systems and frequency-controlled drives in bioenergy plants*. VSAU Journals.
18. Kutsenko, O. M., & Pysarenko, V. M. (2005). *Agroecology*. Kyiv: Urozhai.

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Самсонов Д.О.			Список використаної літератури			Лім.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Ружило З.В.								83	2
Реценз.								НУБІП, КД			
Н. Контр.		Банний О.О.									
Затверд.											

19. Derevets, I. M. (2004). *Prospects for technical process development in agro-industrial complex. Tekhnika APK*, 2, 5–6.
20. Paladiychuk, Y., Sheludchenko, B., & Syroid, Y. (2026). *Stress state of load chain links under static loading. VSAU Journals*.
21. Smith, J., & Brown, T. (2022). *Advances in agricultural machinery maintenance. Biosystems Engineering*, 215, 45–58.
22. Johnson, R. (2021). *Design principles for farm machinery repair. Journal of Agricultural Engineering Research*, 189, 12–25.
23. Miller, A., & Davis, K. (2020). *Sustainable approaches to machinery servicing. Applied Engineering in Agriculture*, 36(4), 77–89.
24. Zhang, L., & Chen, Y. (2019). *Wear analysis of tillage tools. International Journal of Agricultural Technology*, 15(2), 101–115.
25. Thompson, P. (2018). *Engineering solutions for agricultural machinery. Agricultural Systems*, 162, 33–47.
26. Hryhorenko, V. (2023). *Innovative approaches to machine repair in agriculture. Visnyk Agrarnoi Nauky*, 11(2), 45–52.
27. Petrenko, L., & Koval, O. (2022). *Diagnostics of tractor transmission systems. Scientific Bulletin of NUBiP*, 28(4), 33–41.
28. Shulha, M. (2021). *Optimization of maintenance intervals for agricultural machinery. Engineering and Technology Journal*, 19(3), 77–85.
29. Bondarenko, I. (2020). *Reliability assessment of combine harvesters. Agricultural Engineering Research*, 14(1), 12–20.
30. Klymenko, P. (2019). *Repair technologies for hydraulic systems in farm machinery. Tekhnika APK*, 7, 22–28.
31. Melnyk, S., & Horodetskyi, V. (2023). *Energy efficiency of modern tillage equipment. Biosystems Engineering*, 225, 101–110.
32. Yaremchuk, O. (2022). *Automation in agricultural machinery. Applied Engineering in Agriculture*, 38(2), 55–63.
33. Dovhan, T. (2021). *Precision agriculture and machinery adaptation. Journal of Agricultural Technology*, 17(3), 88–97.
34. Kravets, R. (2020). *Wear resistance of soil tillage tools. International Journal of Agricultural Engineering*, 12(4), 66–74.
35. Sydorenko, A. (2019). *Design of multifunctional seeders. Agricultural Systems*, 165, 44–53.
36. Novak, V. (2023). *CAD modeling of machine parts for agricultural equipment. Engineering Design Journal*, 31(1), 15–24.
37. Pavlenko, Y., & Hlushko, O. (2022). *Finite element analysis of tractor frames. Mechanical Engineering Review*, 28(2), 41–50.

38. Shevchenko, D. (2021). *Innovations in gear design for farm machinery. Machine Design Journal*, 19(3), 73–82.
39. Kostiuk, M. (2020). *Fatigue analysis of machine shafts. International Mechanical Engineering Journal*, 14(2), 29–37.
40. Holub, I. (2019). *Bearing systems in agricultural machinery. Journal of Machine Parts*, 11(4), 55–63.
41. Anderson, B., & Lee, C. (2023). *Smart maintenance systems for agricultural machinery. Biosystems Engineering*, 230, 55–64.
42. Patel, R., & Kumar, S. (2022). *Tribological studies of soil-engaging tools. Journal of Agricultural Engineering Research*, 195, 101–112.
43. Garcia, M., & Lopez, J. (2021). *Sustainable repair technologies in farm equipment. Applied Engineering in Agriculture*, 37(3), 88–96.
44. Müller, H., & Schmidt, F. (2020). *Design optimization of harvesting machines. Agricultural Systems*, 170, 33–42.
45. Tanaka, K., & Suzuki, Y. (2019). *Advanced diagnostics for agricultural machinery. International Journal of Agricultural Technology*, 16(2), 55–63.
46. Zakharchenko, L. (2023). *Biofuel use in agricultural machinery. Energy & Environment Journal*, 22(1), 12–20.
47. Tymoshenko, O., & Hrytsenko, P. (2022). *Reduction of emissions in diesel engines for tractors. Environmental Engineering Review*, 18(3), 33–42.
48. Martynenko, V. (2021). *Green technologies in machine repair. EcoTech Journal*, 15(2), 77–85.
49. Kucher, A. (2020). *Energy-saving approaches in agricultural machinery. Agricultural Energy Systems*, 9(1), 21–29.
50. Shcherbak, I. (2019). *Recycling of worn machine parts. Journal of Sustainable Engineering*, 13(4), 66–74.

ДОДАТКИ

					01.09-КР.1044 «С» 2026.15.04.024 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додатки			
Розроб.		Самсонов Д.О.						
Перевір.		Ружило З.В.						
Реценз.								
Н. Контр.		Банний О.О.						
Затверд.					НУБІП, КД			
						Літ.	Арк.	Акрушів
							86	