НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

УДК 631.32.147

ПОГОДЖЕНО
ЗАХИСТУ

Декан факультету
Конструювання та дизайну
(назва факультету (ННІ))

_____ _____
(підпис) (ПІБ)

—__” _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО

Завідувач кафедри
надійності техніки
(назва кафедри)

_____

(підпис) (ПІБ)

—__” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

«Визначення технічного стану та розробка ТП ремонту роздавальних коробок»

Спеціальність: **133 галузеве машинобудування**

Магістерська програма: **Технічний сервіс машини та обладнання сільськогосподарського виробництва**

Програма підготовки: **освітньо-професійна**

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доц. **Ружило З. В.**

Виконав: **Бадзюх Ю. М.**

Київ-2024

Форма № Н-9.01

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

Кафедра надійності техніки

Освітній рівень: «Магістр»

Спеціальність: 133 – галузеве машинобудування

Магістерська програма: Технічний сервіс машини та обладнання сільськогосподарського виробництва

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Надійності техніки

_____ _____

“___” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

студенту **Бадзюху Юрію Миколайовичу**

1 **Тема роботи**: **«Визначення технічного стану та розробка ТП ремонту роздавальних коробок».**

затверджені наказом вищого навчального закладу від ~~–2~~9” грудня 2023 року № 2401 «С».

2. Строк подання студентом роботи – _____ р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Науково-технічна література з питань ремонту, випробування і контролю вузлів і агрегатів трансмісії вантажних автомобілів.
2. Завдання на проектування.
3. **Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які розробляються)**

   1. Характеристика об'єкту проектування.

   1.1 Будова і принцип дії коробки передач.

   1.2 Детальний аналіз номенклатури деталей коробки передач.

   2. Визначення технічного стану коробки передач шляхом заміру сумарного кутового люфту.

   3. Технологія ремонту коробки передач.

   3.1 Основні несправності.

   3.2 Технологічні операції ремонту коробки передач

   4. Розробка пристрою для визначення технічного стану коробок передач.

   4.1 Будова і принцип дії обладнання.

   4.2. Визначення діючих сил і моментів.

   4.2.1. Розрахунок деталей на міцність.

   5. Охорона праці і захист населення.

   6. Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для визначення технічного стану коробок передач

   Висновки та пропозиції

   БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК
4. **Перелік графічного матеріалу**

   Презентаційний матеріал

Дата видачі завдання —____" _____ 202_ р.

Керівник магістерської роботи _____ _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ _____

(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

Анотація 4

Зміст 7

Вступ 9

1. Характеристика об’єкту проектування 11

1.1. Історичний огляд створення коробок передач 11

1.2. Типи коробок переміни передач 11

1.3. Будова механічної КПП 17

1.4. Будова і принцип дії коробки передач автомобіля ГАЗ 23

1.5 Детальний аналіз номенклатури деталей коробки передач 28

2. Визначення технічного стану коробки передач шляхом заміру сумарного кутового люфту 32

3. Технологія ремонту коробки передач 51

3.1 Основні несправності 51

3.2 Технологічні операції ремонту коробки передач 53

4. Розробка пристрою для визначення технічного стану коробок передач 72

4.1 Будова і принцип дії обладнання 72

4.2. Визначення діючих сил і моментів 77

4.2.1. Розрахунок деталей на міцність. 77

5. Охорона праці і захист населення. 81

5.1 Структурно функціональний аналіз технологічного процесу заміни коробки передач автомобіля ГАЗ-53. 81

5.2 Вимоги техніки безпеки під час заміни коробки передач автомобіля 84

5.3 Розрахунок виробничого освітлення 85

5.4 Розробка заходів щодо захисту населення 87

6. Охорона довкілля 89
6.1. Охорона та ефективне використання водних ресурсів 89
6.2. Охорона атмосферного повітря 90
6.3. Основні заходи охорони довкілля для дільниці поточного ремонту автомобілів 91
7. Розрахунок економічного ефекту від запровадження обладнання для визначення технічного стану коробок передач ГАЗ – 53 93
Висновки 99
Список використаної літератури 100

ВСТУП

В Україні відсутня впорядкована система роботи станцій технічного обслуговування вантажних автомобілів які становлять значну частину автомобільного парку агропромислового комплексу. Головним завданням ремонтної служби автогосподарств є підтримання автомобілів у справному технічному стані, адже від цього залежить не лише їх ефективність, але й безпека руху. Оскільки транспортні засоби агропромислових підприємств здебільшого використовуються як технологічний транспорт у польових умовах — у взаємодії з тракторами й комбайнами — найбільше навантаження припадає на агрегати та вузли трансмісії.

До компонентів, що часто потребують ремонту, належить коробка передач. Практика ремонтних підприємств показує, що нерідко коробку передач знімають для ремонту двигуна або муфти зчеплення. Це надає можливість провести діагностику технічного стану коробки передач.

Одним із критеріїв оцінки технічного стану коробки передач є сумарний кутовий люфт між первинним валом і фланцем вторинного вала, який можна виміряти на кожній передачі. Результати цього контролю допомагають визначити подальші дії. Якщо сумарний кутовий люфт на всіх передачах відповідає допустимим нормам, коробку можна встановити для подальшої експлуатації. Якщо ж один із показників не відповідає нормативним значенням, слід провести більш детальну діагностику, знявши кришку коробки передач.

Тому темою магістерської роботи вибрано: «Визначення технічного стану та розробка ТП ремонту роздавальних коробок».

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Історія розвитку коробок передач

Коробка передач, або трансмісія, в автомобілях з двигуном внутрішнього згоряння використовується для того, щоб змінювати частоту обертання крутного моменту в ширшому діапазоні, ніж це може зробити сам двигун. Також трансмісія дозволяє автомобілю рухатися заднім ходом.

На сьогодні існують два основні типи трансмісій: механічна та автоматична. Розробка і вдосконалення цих елементів автомобіля зайняли майже ціле століття.

Першу коробку передач створив Карл Бенц, винахідник перших автомобілів. За легендою, його дружина вирушила на автомобілі Бенца в досить довгу подорож на 80 км, що було чималим викликом на той час. Через слабкість автомобіль не міг долати навіть невеликі підйоми. Після цього Бенц додав додаткову передачу до конструкції. Її механізм був дуже простим — два шківи різного діаметру на провідній осі з'єднувалися ременем з валом двигуна. Навіть такий елементарний механізм дозволяв збільшити швидкість обертання коліс і надавати впевненості під час руху. Згодом ремінь замінили на міцніший металевий ланцюг.

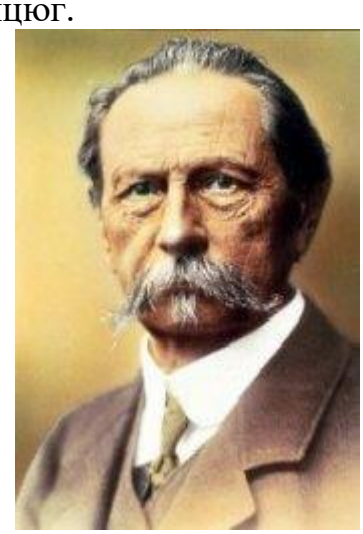


Рис1.1. Карл Бенц

Сьогодні механічна коробка передач має досить складну будову, що включає декілька валів, важелі перемикання, шестерні та інші елементи. Сучасні механічні трансмісії можуть мати 4, 5, 6 або навіть більше ступенів. На відміну від механічної, автоматична коробка передач не потребує участі

водія для перемикання передач: важіль перемикання не потрібно використовувати постійно. Принцип її роботи також інший — функцію зчеплення виконує гідротрансформатор.

Автоматичну коробку передач винайшли ще у 1928 році, але тривалий час цей винахід існував лише в теорії. Тільки в 1947 році цей тип трансмісії вперше встановили на автомобіль Buick Roadmaster.

Рис 1.2 Перший автомобіль з атоматичною КПП

1.2 Типи коробок передач

Основне призначення коробок передач — передавати крутний момент від двигуна до коліс і регулювати силу тяги в залежності від дорожніх умов. У сучасних автомобілях використовують різні типи коробок передач: механічні, роботизовані, автоматичні та безступінчаті (варіатори). У чому ж їхні відмінності?

Механічні коробки передач: цей тип КПП був застосований ще в перших автомобілях, і за понад століття еволюції конструкція механічної коробки передач була вдосконалена практично до ідеалу.

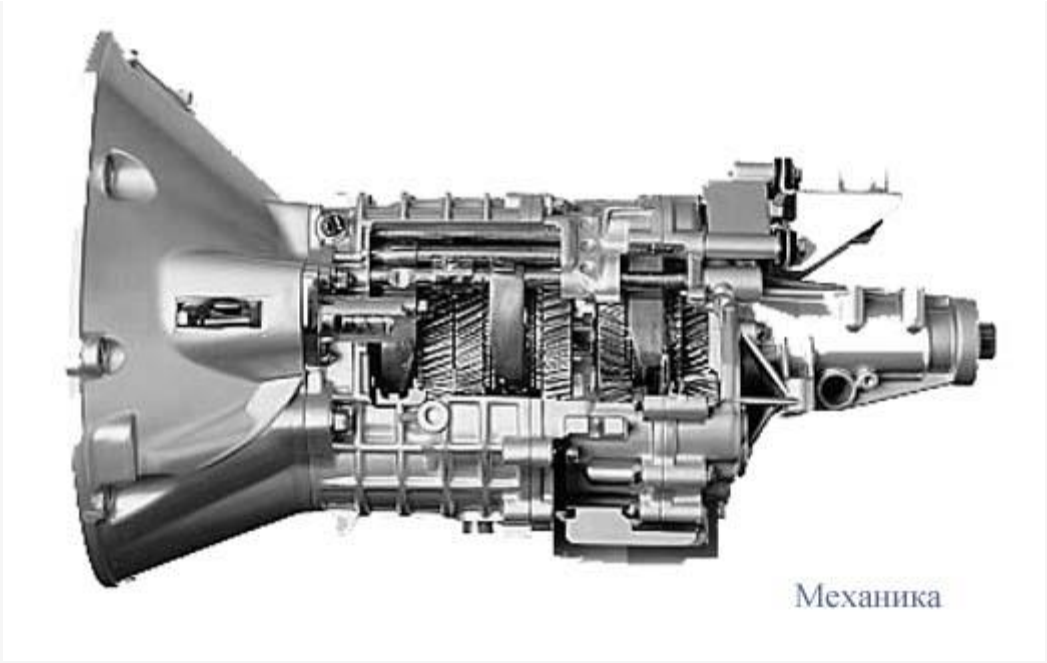


Рис 1.3. Механічна КПП

На сучасних передньопривідних автомобілях часто використовуються двовальні коробки передач. У цій системі один вал з’єднаний з двигуном, а інший — із трансмісією, і крутний момент передається через звичайні шестерні. Коли водій переміщує важіль і вмикає передачу, задіюється одна з пар шестерень. Іншими словами, механічна коробка передач має просту конструкцію, особливо якщо вона п'ятиступінчаста. Проте, з огляду на економічність, усе частіше використовуються шестиступінчасті КПП, для яких двовальна схема не завжди підходить, тому інженерам доводиться ускладнювати конструкцію.

Основна перевага механічних коробок передач залишається — вони мають високий коефіцієнт корисної дії, що забезпечує ефективність. Такі автомобілі вирізняються хорошою динамікою та економічністю, тому моделі з «механікою» популярні як серед звичайних водіїв, так і серед любителів спортивного водіння.

Роботизовані коробки передач: конструкція цих коробок переважно така ж, як у звичайних механічних КПП. Вони мають аналогічні вали, шестерні та інші деталі. Головна відмінність у тому, що в «роботах» перемикання

передач і управління зчепленням здійснюються автоматично за допомогою сервоприводів, які контролюються електронікою.

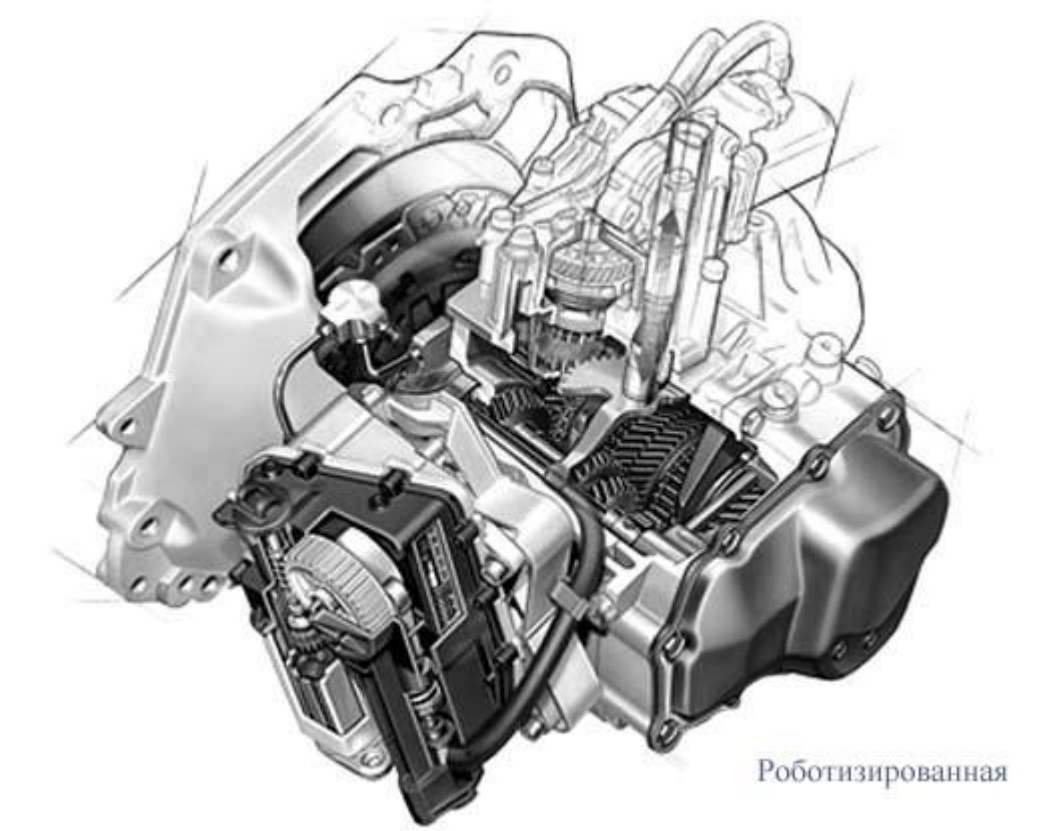


Рис 1.4. Роботизована КПП

Переваги роботизованих коробок передач очевидні — вони значно полегшують працю водія, оскільки йому не потрібно постійно перемикати передачі вручну. Завдяки подібній конструкції з механічними коробками, роботизовані КПП також мають високу ефективність і при цьому зазвичай є доступними за ціною. Однак такі коробки часто не можуть похвалитися плавною роботою: під час зміни передач відбуваються ривки та затримки, що особливо помітно при активному водінні. Тому роботизовані коробки здебільшого використовуються на бюджетних моделях як альтернатива дорожчим автоматичним трансмісіям.

Проте є й винятки. Наприклад, роботизовані коробки можна зустріти на суперкарах, таких як Ferrari, де зміна передач здійснюється навіть швидше,

ніж у механічних коробках. Однак такі автоспортивні рішення значно збільшують вартість конструкції.

Окремо варто згадати нову варіацію роботизованих трансмісій — коробки передач з двома зчепленнями. Така конструкція була вперше розроблена компанією Borg Warner під назвою DSG (Direkt-Schalt-Getriebe) і використана на автомобілях концерну Volkswagen. Зараз аналогічні схеми використовують і інші виробники, як-от Ford, Volvo, Mitsubishi. Особливість цих коробок у тому, що вони мають два провідних вала, кожен з яких з'єднаний зі своїм зчепленням.

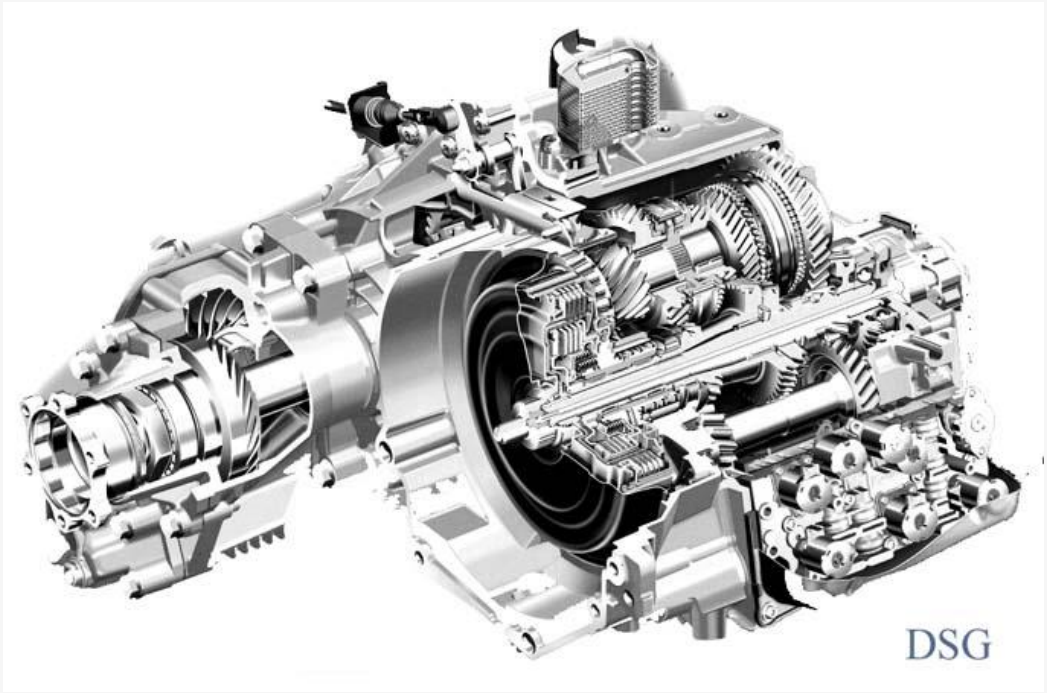


Рис 1.5. Двовальний автоматична КПП

На одному з валів коробки передач з двома зчепленнями розташовуються шестерні парних передач, а на іншому — непарних. Якщо, наприклад, автомобіль рухається на другій передачі, електроніка може заздалегідь підготувати третю для включення. Таким чином, коли настає момент перемикання, необхідно лише розімкнути одне зчеплення і включити інше. Це дозволяє роботизованим коробкам з двома зчепленнями працювати дуже швидко і ефективно. За словами виробників, такі трансмісії можуть перевершувати механічні коробки передач за динамікою та економічністю.

Однак, ці коробки не надто підходять для "рваної" їзди (коли різко змінюються розгони та гальмування), оскільки електроніка не завжди встигає підготувати правильну передачу для включення. В результаті виникають затримки при перемиканні передач. Проте фахівці вважають, що ця проблема буде вирішена в найближчому майбутньому, і коробки з двома зчепленнями мають великий потенціал.

Автоматичні коробки передач з’явилися як альтернатива механічним ще в середині XX століття, і з того часу їх популярність лише зростала. Автоматичні трансмісії, як і роботизовані, перемикають передачі без участі водія, однак вони працюють значно плавніше. Це не тільки підвищує комфорт під час їзди, але й подовжує ресурс автомобіля, оскільки в трансмісії не виникають ривки і удари. Крім того, при перемиканні передач не відбувається розриву потоку потужності — тяга безперервно передається на колеса, що дозволяє автомобілю з АКПП краще триматися на дорозі.

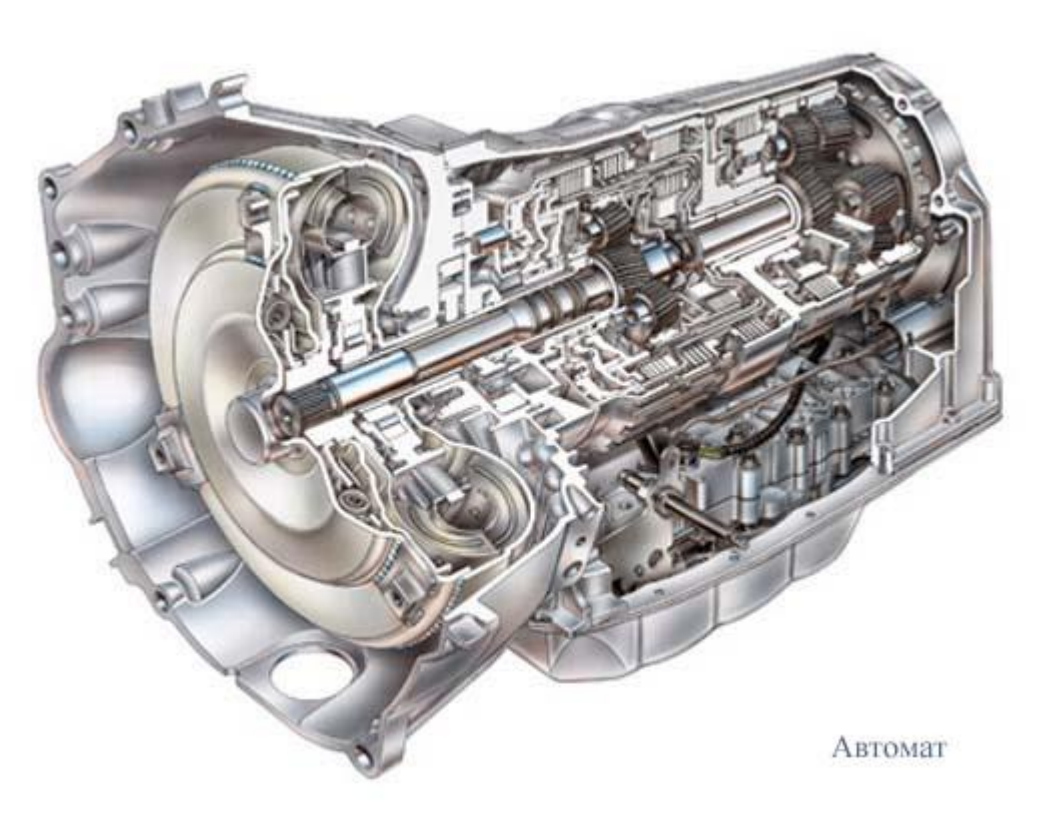


Рис 1.6. Автоматична КПП

У автоматичних коробках передач є й певні недоліки, які значною мірою зумовлені їх конструкцією. Вона складна, важка і дорога, оскільки замість звичайних шестерень використовуються планетарні передачі, а складна гідравлічна система керує їх роботою замість простих тяг та важелів. Крім того, замість зчеплення в АКПП використовується гідротрансформатор, який працює ефективно лише в дуже вузькому діапазоні. Тому для досягнення прийнятного ККД інженери змушені збільшувати кількість передач. Якщо в 90-х роках минулого століття стандартом була чотириступінчаста коробка, то сьогодні зустрічаються і восьмиступінчасті. Це, безумовно, збільшує вартість конструкції. Однак навіть з більшою кількістю передач автомобілі з АКПП все одно програють моделям з механічними коробками в плані економічності та динаміки розгону.

Варіатори — це коробки передач, які цікаві тим, що в них взагалі немає традиційних передач. Передавальне відношення змінюється плавно, безступінчасто, залежно від умов руху. Існує кілька різновидів варіаторів, але найбільше поширення здобула так звана кліноремінна схема. У такій коробці два шківи: один з них з’єднаний з двигуном, а інший — з трансмісією. Крутний момент передається між ними за допомогою ременя або ланцюга. Діаметр шківів може змінюватися, що дозволяє варіювати передавальне відношення.

Рис 1.7. варіаторна КПП

Теоретично варіатор є ідеальною трансмісією для автомобіля, оскільки він дозволяє постійно підтримувати оптимальне передавальне число з точки зору економічності або динаміки. Однак на практиці ситуація не така бездоганна. Одним із важливих аспектів є необхідність наявності вузла, що замінює зчеплення. Зазвичай для цього використовують гідромуфту або гідротрансформатор, як і в автоматичних коробках передач. Проте, як уже зазначалося, ці компоненти мають досить низький ККД. В результаті безступінчаті коробки передач переважають "автомати" головним чином за рахунок плавності роботи.

1.3 Будова механічної КПП

Механічна коробка перемикання передач складається з (рис 1.8.):

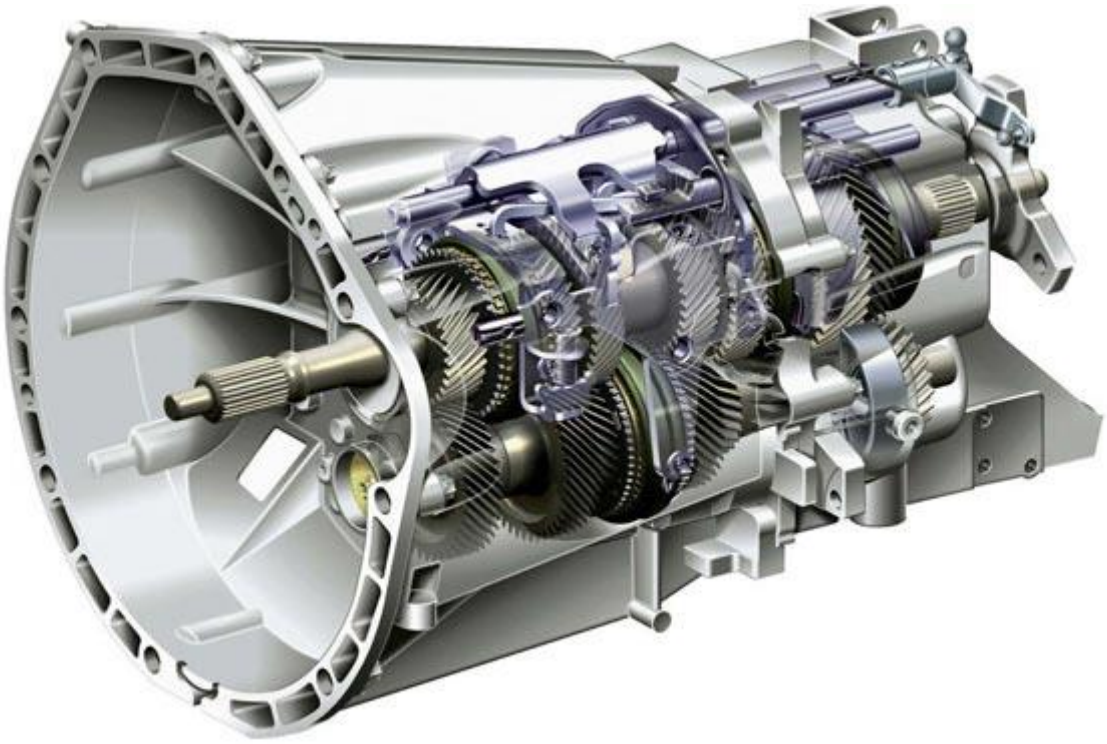
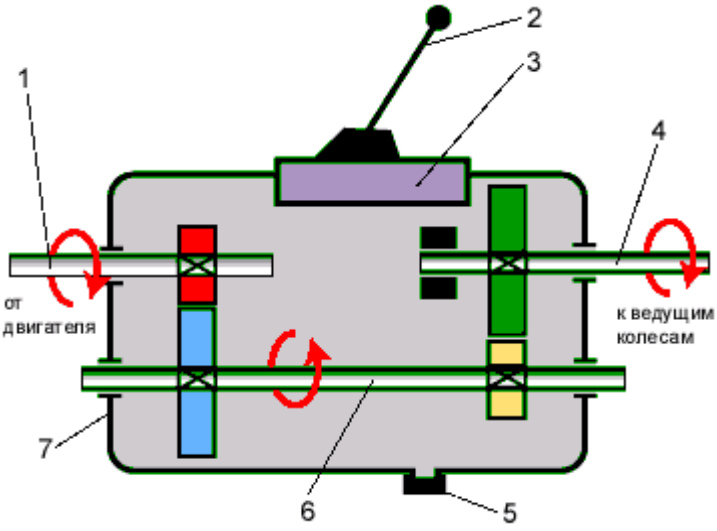


Рис 1.8. Загальний вигляд КПП

1. картер;
2. первинний, вторинний і проміжний вал з шестернями;
3. додатковий вал і шестерня заднього ходу;
4. синхронізатор;
5. механізм перемикання передач з замковим і блокувальним пристроями;
6. важель перемикання.



7.

Рис.1.9. Схема роботи механічної коробки передач:

1 - первинний вал; 2 - важіль перемикання передач; 3 - механізм перемикання передач; 4 - вторинний вал; 5 - зливна пробка; 6 - проміжний вал; 7 - картер коробки передач.

Картер коробки передач містить основні вузли та деталі і служить їх захисною оболонкою. Він кріпиться до картера зчеплення, який, в свою чергу, з'єднаний з двигуном. Оскільки шестерні коробки передач зазнають великих навантажень під час роботи, їх необхідно добре змащувати. Тому картер наполовину заповнений трансмісійним маслом, що забезпечує ефективне змащення та охолодження деталей.

Вали коробки передач обертаються в підшипниках, які встановлені в картері. Вони з'єднані з різними наборами шестерень, що мають різну кількість зубів для забезпечення необхідного передавального числа.

Синхронізатори — це механізми, що дозволяють плавно, без шуму і без ударів включати передачі. Вони зрівнюють кутові швидкості обертових шестерень перед їх з'єднанням, щоб уникнути зношування та пошкодження.

Механізм перемикання передач служить для зміни передач у коробці і управляється водієм через важіль в салоні автомобіля. Цей механізм оснащений замковим пристроєм, який не дозволяє включити дві передачі

одночасно. Також існує блокувальний механізм, який запобігає самовільному вимкненню передач.

Щоб зрозуміти, як змінюється величина крутного моменту (кількість оборотів) на різних передачах, необхідно розглянути, як працює коробка передач. При перемиканні на передачу з більшим передавальним числом, кількість оборотів на виході (колесах) зменшується, але збільшується крутний момент. У свою чергу, при перемиканні на передачу з меншим передавальним числом, обороти на колесах збільшуються, але крутний момент зменшується.

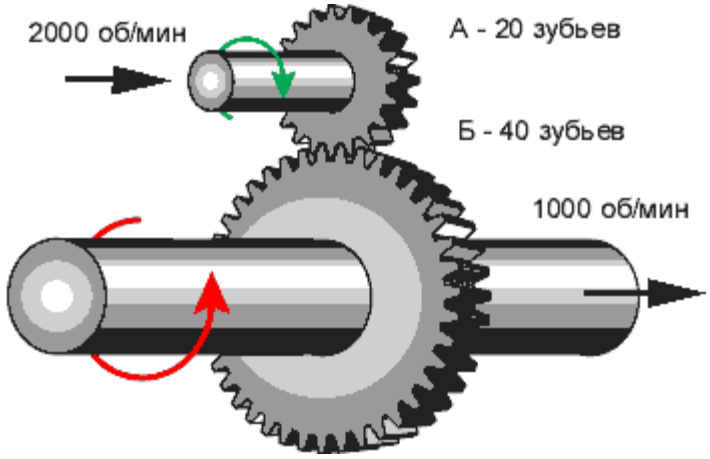


Рис 1.10. Передаточне відношення однієї пари шестерень

Дві шестерні з’єднані одна з одною, кількість оборотів першої шестерні впливає на кількість оборотів другої. Якщо перша шестерня має 20 зубів, а друга — 40, це означає, що для кожного оберту першої шестерні, друга зробить лише половину оберту. Тобто, коли перша шестерня зробить два обороти, друга зробить лише один. Такий ефект називається передавальним числом 2, оскільки друга шестерня обертається в два рази повільніше, але отримує більший крутний момент.

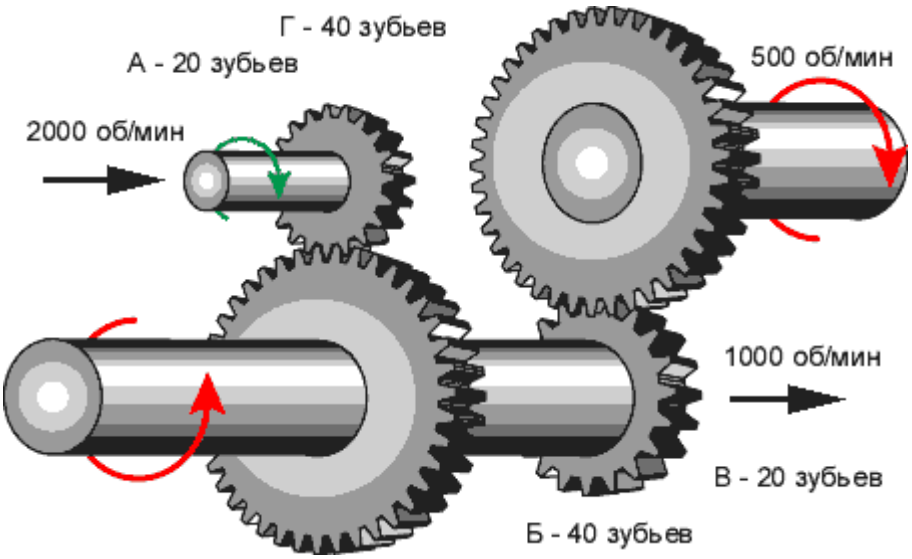


Рис 1.11.Передаточне відношення двох шестерень

На рисунку 1.9 показано, що перша шестерня («А») має 20 зубів, друга («Б») — 40, третя («В») знову 20, а четверта («Г») — 40 зубів. Далі обчислення стають простими. Припустимо, що первинний вал коробки передач і шестерня «А» обертаються зі швидкістю 2000 обертів за хвилину. Друга шестерня («Б») обертатиметься вдвічі повільніше, тобто зі швидкістю 1000 об/хв, а оскільки «Б» і «В» знаходяться на одному валу, то й третя шестерня обертатиметься також зі швидкістю 1000 об/хв. У свою чергу, четверта шестерня («Г») буде ще повільнішою — 500 об/хв.

Від двигуна до первинного валу коробки передач надходить 2000 об/хв, а на виході — 500 об/хв. На проміжному валу в цей час швидкість становить 1000 об/хв. У цьому прикладі передавальне число для першої пари шестерень дорівнює двом, а для другої пари також двом. Отже, загальне передавальне число цієї системи становить 2×2 = 4, що означає, що кількість обертів на вихідному валу коробки передач зменшується в 4 рази порівняно з первинним валом. Якщо ми виведемо з зачеплення шестерні «В» і «Г», то вторинний вал зупиниться, припиняючи передавання крутного моменту до ведучих коліс, що відповідає нейтральній передачі.

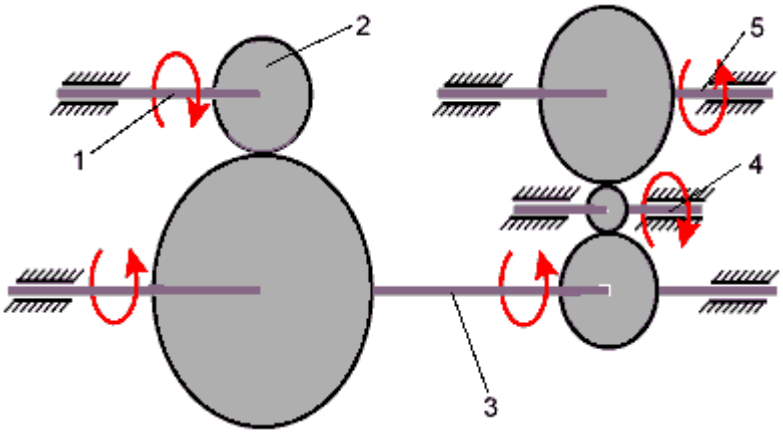


Рис 1.12. Задня передача

Задня передача в коробці забезпечується за допомогою додаткового четвертого валу з шестернею, яка відповідає за рух автомобіля назад. Четвертий вал потрібен для того, щоб створити непарне число пар шестерень, завдяки чому напрямок крутного моменту змінюється на протилежний.

Схема передачі крутного моменту при задній передачі включає наступні елементи: 1 - первинний вал; 2 - шестерня первинного вала; 3 - проміжний вал; 4 - шестерня і вал заднього ходу; 5 - вторинний вал. За допомогою різних комбінацій шестерень у коробці можна регулювати загальне передаточне відношення. Це співвідношення визначається шляхом ділення кількості зубів на одній шестерні на кількість зубів на іншій.

Якщо передаточне відношення дорівнює одиниці (1,00), то обидва вали обертаються з однаковою швидкістю, і таку передачу називають прямою — зазвичай це четверта передача.

Перша передача та задня мають найбільшу «силу», дозволяючи двигуну легко обертати колеса, хоча швидкість залишається низькою. На високих передачах, таких як четверта чи п’ята, машина набирає швидкість, але двигуну стає важко рухатися під ухил.

Під час руху з місця зазвичай використовується перша передача, щоб автомобіль міг почати рух. Після розгону можна послідовно переходити на другу, третю, четверту та п'яту передачі. При русі вниз по передачах

(гальмування) можна пропускати деякі ступені. На рівних дорогах найзручнішими для економного руху є четверта (у місті) і п’ята (на трасі) передачі, які забезпечують найвищу швидкість та економічність.

1.4. Будова і принцип дії коробки передач автомобіля ГАЗ.

Коробка передач автомобіля ГАЗ-53 — це триходовий механізм із чотирма передачами. Всі механізми коробки змонтовані в корпусі з литого чавуну, який кріпиться до картера зчеплення за допомогою чотирьох шпильок, що вкручуються в картер зчеплення. Для точного центрування коробки відносно зчеплення використовується фланець кришки первинного валу.

Рис 1.13. Загальний вигляд КПП ГАЗ-53

Корпус коробки передач ГАЗ-53 (картер 14) має на правій стороні спеціальний люк, який закрито штампованою металевою кришкою з паронітовою прокладкою для герметичності. Цей люк потрібен для можливого встановлення коробки відбору потужності на тих моделях автомобіля, де використовується коробка передач від моделі ГАЗ-53-12.

Однак у базовій моделі коробка відбору потужності не передбачена. Отвір для заливання оливи розташований з лівого боку картера, а зливний отвір — у нижній частині. У ці отвори вкручуються конічні різьбові пробки.

Первинний вал коробки передач (1) розміщено на двох підшипниках. Передній підшипник закріплений у гнізді колінчастого вала двигуна, а задній — у передній стінці корпусу коробки передач та закріплений гайкою на різьбі валу. Первинний вал має шліцеве з'єднання з веденим диском зчеплення. На його задньому кінці розташовані два зубчастих вінця: один із косими зубцями, що постійно зачеплений із зубцями великого вінця (19, 15) блоку шестерень проміжного валу, та інший вінець із прямими зубцями, який зачіпляється із муфтою під час увімкнення прямої передачі.

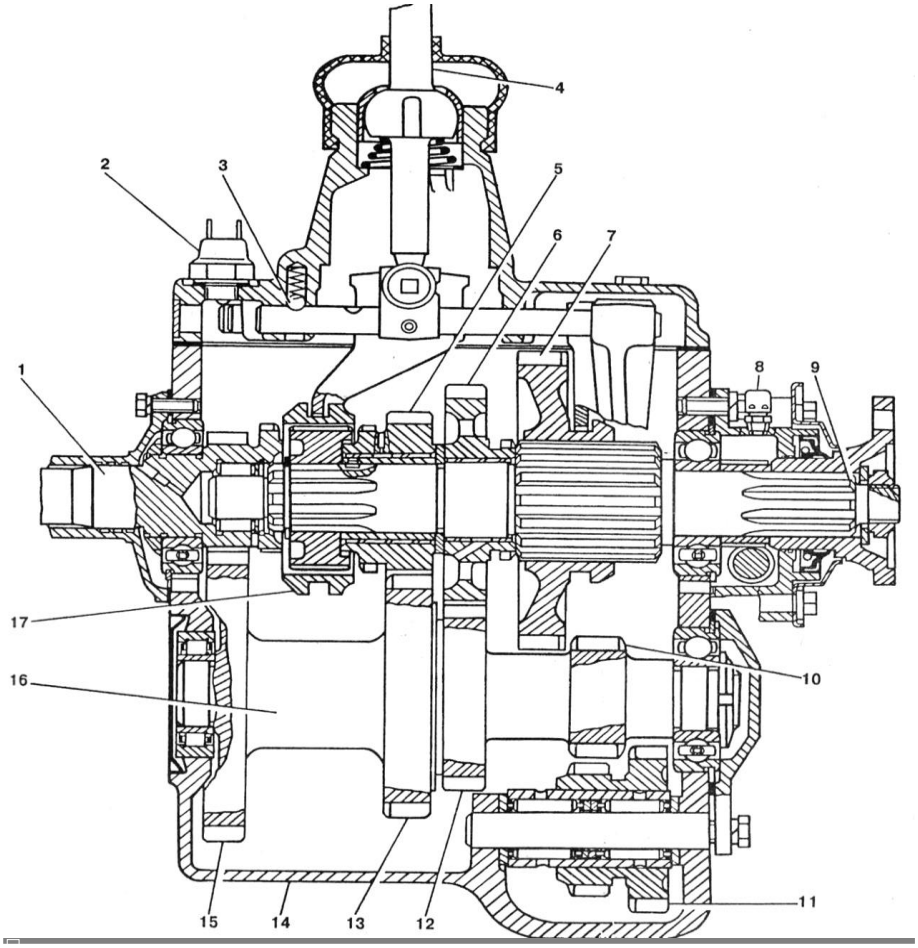


Рис.1.14. Загальний вигляд коробки передач:

1 - первинний вал

2 - вимикач світла заднього ходу

3 - фіксатор

4 - важіль перемикання передач

5, 13 - шестерні третьої передачі

6, 12 - шестерні другої передачі

7, 10 - шестерні другої передачі та заднього ходу

8 - сапун

9 - вторинний вал

11 - блок шестерень заднього ходу

14 - картер

15 - шестерня

16 - проміжний вал

17 - муфта

На прямозубому вінці первинного валу є виїмка, яка полегшує монтаж зібраного первинного валу в картері коробки передач після встановлення в ньому блоку шестерень проміжного валу. Первинний вал зафіксовано від осьового переміщення вперед за допомогою кришки, а від переміщення назад – упорним кільцем, яке вставляється в канавку шарикопідшипника.

Вторинний вал (9) розташований на двох підшипниках: роликовому циліндричному, який встановлений у гнізді первинного валу, та шарикопідшипнику, що знаходиться у задній частині картера. Роликопідшипники не мають сепаратора і складаються з вільних роликів, які зафіксовані осьово – передні кінці за допомогою буртика на первинному валу, а задні – плоскою шайбою, яка вставлена в гніздо підшипника та утримується пружинним кільцем.

На задньому кінці вторинного валу, за шарикопідшипником, закріплені та зафіксовані гайкою ведуча шестерня приводу спідометра, фланець і шайба. Гайка замикається у паз валу. У середній частині вторинного валу є евольвентні шліци, по яких центрується шестерня (7).

На гладкій частині валу розташована шестерня (6) для другої передачі, яка має два зубчастих вінця: один з косим зубом для постійного зачеплення з проміжним валом і другий з прямим зубом для включення другої передачі. На передньому кінці вторинного валу розміщено і зафіксовано кільцем маточину з шліцами, загартовану сталеву втулку і шайбу, що спираються на торець шийки. Втулка міцно встановлена на вал і захищена від провертання стопорним штифтом, один кінець якого вставлено під втулку, а інший втоплений у шліцьовий паз вторинного валу. На втулку встановлено шестерню (5) для третьої передачі.

Для змащення тертьових поверхонь шестерень другої та третьої передач є спеціальні канавки, розташовані на торцях шестерень і радіальні

отвори. На зовнішніх поверхнях втулки та валу другої передачі зроблені спіральні канавки для розподілу мастила. Щоб уникнути задирів, отвори в шестернях обладнані бронзовими втулками, які обробляються разом із шестернями для точного припасування. Вторинний вал утримується від осьових переміщень задньою кришкою та кільцем, яке встановлене в канавці шарикопідшипника.

Проміжний вал (16) складається з блоку з чотирьох шестерень, що обертаються на роликовому та шарикопідшипнику. Шестерні 12, 13 і 15 мають косі зуби та постійно зачеплені з шестернями первинного вала (1), а також із шестернями 5 і 6 вторинного вала. Прямозуба шестерня (10) зачіпляється з шестернею 7 при включенні першої передачі і з великою шестернею блоку 11 для заднього ходу. Проміжний вал фіксується від переміщень кришкою і опорним кільцем кулькопідшипника, яке закріплене на валу гайкою.

Передній підшипник проміжного вала закритий заглушкою, яка запресована в картер на рівні передньої стінки. На торці великого вінця є виїмка для полегшення зняття внутрішнього кільця цього підшипника..

Передній кінець осі блоку шестерень заднього ходу вільно вставлений в отвір на внутрішній частині картера, а задній — запресований у задню стінку картера. Осі запобігає зміщенню штампована стопорна пластина, яка кріпиться болтом, а також край виступу на задній кришці проміжного вала, що частково закриває торець осі. Різьбовий отвір в осі можна використовувати для її демонтажу. На осі вільно обертається двовінцевий блок шестерень, оснащений втулкою зі сталевого та алюмінієвого сплавів. Між зубцями шестерень є кільцева канавка для вилки перемикання заднього ходу.

Для запобігання витоку масла в задній кришці вторинного вала встановлено сальник. На внутрішній поверхні задньої кришки є маслозгінна канавка, що спрямовує масло від сальника до фланця вторинного вала. Вгорі кришки розташований сапун, який запобігає надмірному тиску всередині картера, що може викликати витік масла. Подібна канавка для відведення масла є і на кришці первинного вала. Всередині цієї кришки, на фланці, розташований масляний канал, по якому масло спрямовується до зливного отвору в передній стінці картера і далі в картер.

Для включення четвертої та третьої передач потрібно перемістити муфту так, щоб її внутрішні шліци з'єдналися з блокуючими вінцями первинного вала та шестерні третьої передачі, відповідно. Друга передача включається шляхом пересування шестерні першої передачі і заднього ходу, яка своєю чергою з'єднується з блокуючим вінцем шестерні другої передачі.

Включення першої передачі досягається зачепленням шестерні першої передачі з вінцем блоку шестерень проміжного валу, а для заднього ходу блок шестерень заднього ходу з’єднується з прямими зубами проміжного валу і зубчастим вінцем вторинного валу. Передачі перемикаються маятниковим важелем, нижня частина якого входить у пази пересувних головок і вилки, встановлених на штоку. Кулькова опора важеля розміщується в сферичній частині штампованого ковпака і фіксується конічною пружиною. Ковпак прикріплений до кришки за допомогою штифтів, які утримують важіль від обертання навколо осі.

Для забезпечення фіксованого положення вилок на кожній передачі в кришці встановлено три штоки з фіксаторами. Замковий пристрій запобігає одночасному увімкненню двох передач. Крім того, над штоком заднього ходу розташовано вимикач світла заднього ходу.

1.5 Детальний аналіз номенклатури деталей коробки передач

Для дослідження технічного стану коробки передач і визначення впливу різних деталей на сумарний кутовий люфт необхідно з'ясувати, з якими деталями коробки передач є взаємний зв'язок. Це дозволяє визначити, які елементи знаходяться в постійному або тимчасовому контакті між собою. Такий аналіз допомагає виявити фактори, які можуть спричиняти або впливати на люфт, що виникає під час роботи коробки передач.

На рисунку 1.15 зазвичай зображено загальний вигляд коробки передач із зазначенням її основних компонентів і взаємного розташування деталей, що взаємодіють між собою.

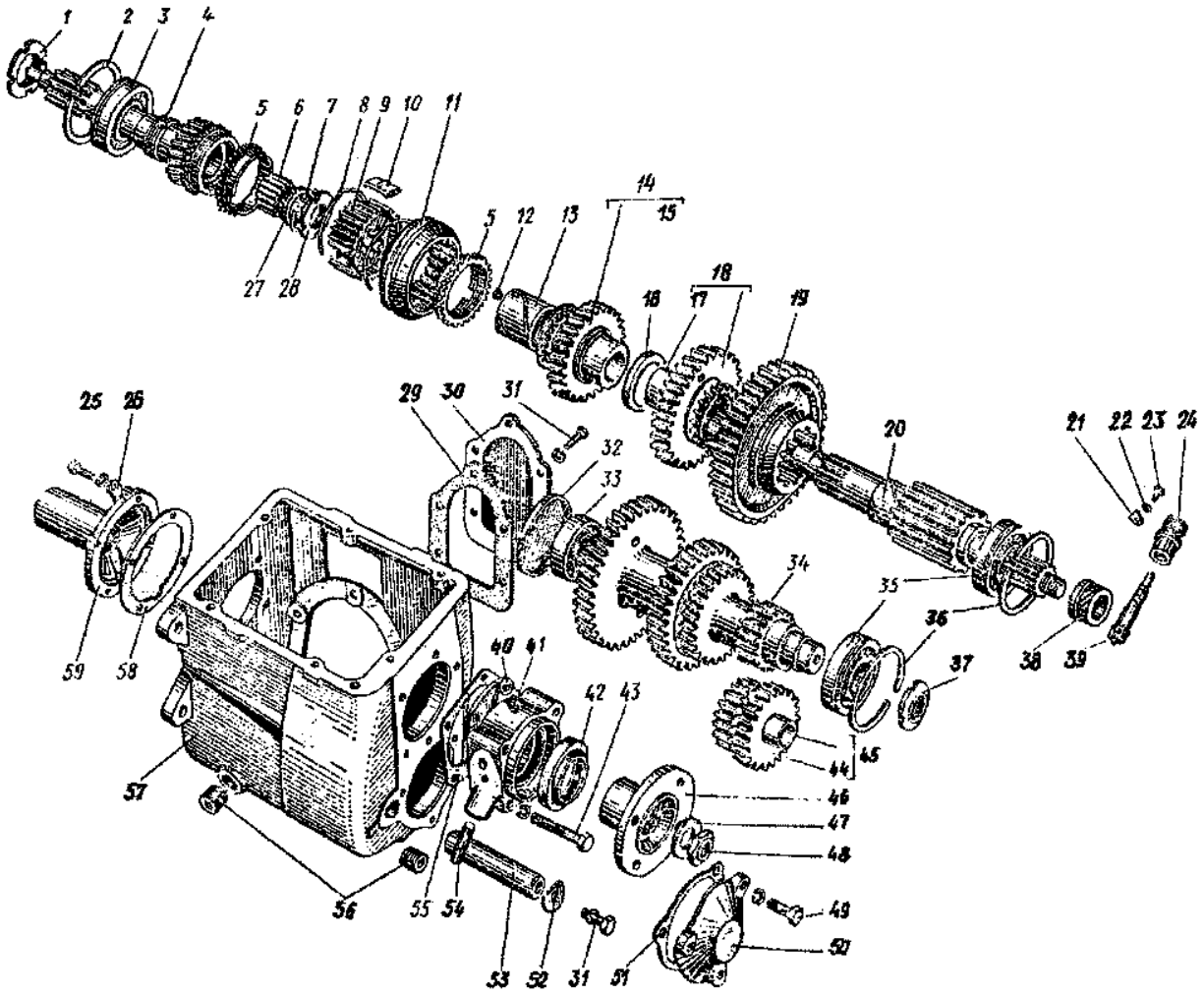


Рис.1.15 Загальний вигляд і взаємне розташування деталей коробки переміни передач автомобіля ГАЗ-53

Цей перелік містить деталі коробки передач, кожна з яких має свій інвентарний номер і призначення. Згрупуємо їх за основними частинами і функціями для кращого розуміння їхньої взаємодії в механізмі коробки передач.

1. Основні вали та підшипники:
   - Первинний вал:
     - 4 — Вал первинний
     - 3 — Підшипник первинного валу
     - 1, 2 — Гайка підшипника та кільце упорне первинного валу
   - Вторинний вал:
     - 20 — Вал вторинний
     - 35.2 — Підшипник задній вторинного валу
     - 40 — Кришка заднього підшипника вторинного валу
   - Проміжний вал:
     - 34 — Блок шестерень проміжного валу
     - 33 — Підшипник передній блоку шестерень проміжного валу
     - 35.1 — Підшипник задній проміжного валу

2. Шестерні та синхронізатори:
   - Шестерні передач:
     - 14 — Шестерня третьої передачі вторинного валу
     - 18 — Шестерня другої передачі вторинного валу
     - 19 — Шестерня ковзна першої передачі і заднього ходу
     - 12 — Шестерня синхронізатора третьої і четвертої передач
   - Синхронізатори:
     - 5 — Кільце блокуюче синхронізатора
     - 9 — Маточина ковзної муфти синхронізатора
     - 11 — Муфта ковзна перемикання передач
     - 8 — Пружина синхронізатора коробки передач

3. Елементи для кріплення та герметизації:

- Кришки та прокладки:
  - 30 — Кришка люка відбору потужності коробки передач
  - 40 — Кришка заднього підшипника вторинного валу
  - 59 — Кришка підшипника первинного валу коробки передач
  - 29 — Прокладка кришки люка відбору потужності
- Гайки та стопори:
  - 28 — Гайка стопорна вторинного валу
  - 27 — Шайба упорна
  - 36 — Кільце стопорне підшипника

4. Інші компоненти:

- Маслозливні та вентиляційні елементи:
  - 41 — Сапун в зборі
  - 56 — Пробка КГ1/2"
- Кріплення та фіксатори:
  - 53 — Пластина осі блоку шестерень заднього ходу
  - 54 — Палець важеля приводу
- Інші аксесуари:
  - 52 — Шайби, стопори, болти та інші дрібні компоненти для кріплення та фіксації деталей

Ці деталі разом утворюють конструкцію коробки передач, де кожна частина взаємодіє з іншими для забезпечення правильного функціонування передач, синхронізаторів, підшипників, та для забезпечення герметичності й надійності механізму.

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

Для вимірювання сумарного кутового люфту коробки переміни передач використовується пристрій, який складається з кількох елементів, що забезпечують точність і надійність вимірювань. Розглянемо елементи та їх функції детальніше.

Пристрій для заміру сумарного кутового люфту (рис. 2.1)

1. Кронштейн (1): Це основна частина пристрою, що кріпиться до фланця вторинного вала коробки переміни передач. Кронштейн має отвір для розміщення індикатора годинникового типу, який використовується для вимірювання люфту.

2. Індикатор годинникового типу (3): Це інструмент для точного вимірювання кутового люфту, що дозволяє виявляти навіть незначні зміщення.

3. Стяжний гвинт (4): З його допомогою індикатор кріпиться в кронштейні. Паз, прорізаний в кронштейні, дозволяє надійно фіксувати індикатор у потрібному положенні для точних вимірювань.

4. Стояк (5): Він вкручується у різьбовий отвір корпуса коробки переміни передач, призначений для кріплення опорного щита центрального гальма, забезпечуючи додаткову стабільність конструкції.

Пристрій для фіксування первинного вала (рис. 2.2)

1. Хомут (1): З його допомогою фіксується кришка підшипника первинного вала. Хомут має стяжний гвинт (2) для закріплення на корпусі.

2. Штифти (3): Вони утримують фіксуючу планку (4) в пазу хомута, що дозволяє закріпити хомут на шліцьовій частині первинного вала.

3. Стяжний гвинт (6): Використовується для додаткового закріплення хомута на первинному валу, що запобігає його руху під час вимірювань.

Процес вимірювання кутового люфту (рис. 2.3)

Пристрій на рис. 2.3 використовується для точного вимірювання сумарного кутового люфту після фіксації вторинного вала за допомогою пристрою на рис. 2.2. Це дозволяє точно визначити величину люфту, який виникає внаслідок взаємодії всіх частин коробки передач під час її роботи.

Завдяки цьому набору пристроїв можна точно вимірювати кутовий люфт, що є важливим параметром для оцінки технічного стану коробки передач і визначення необхідності в ремонті чи заміні деталей.

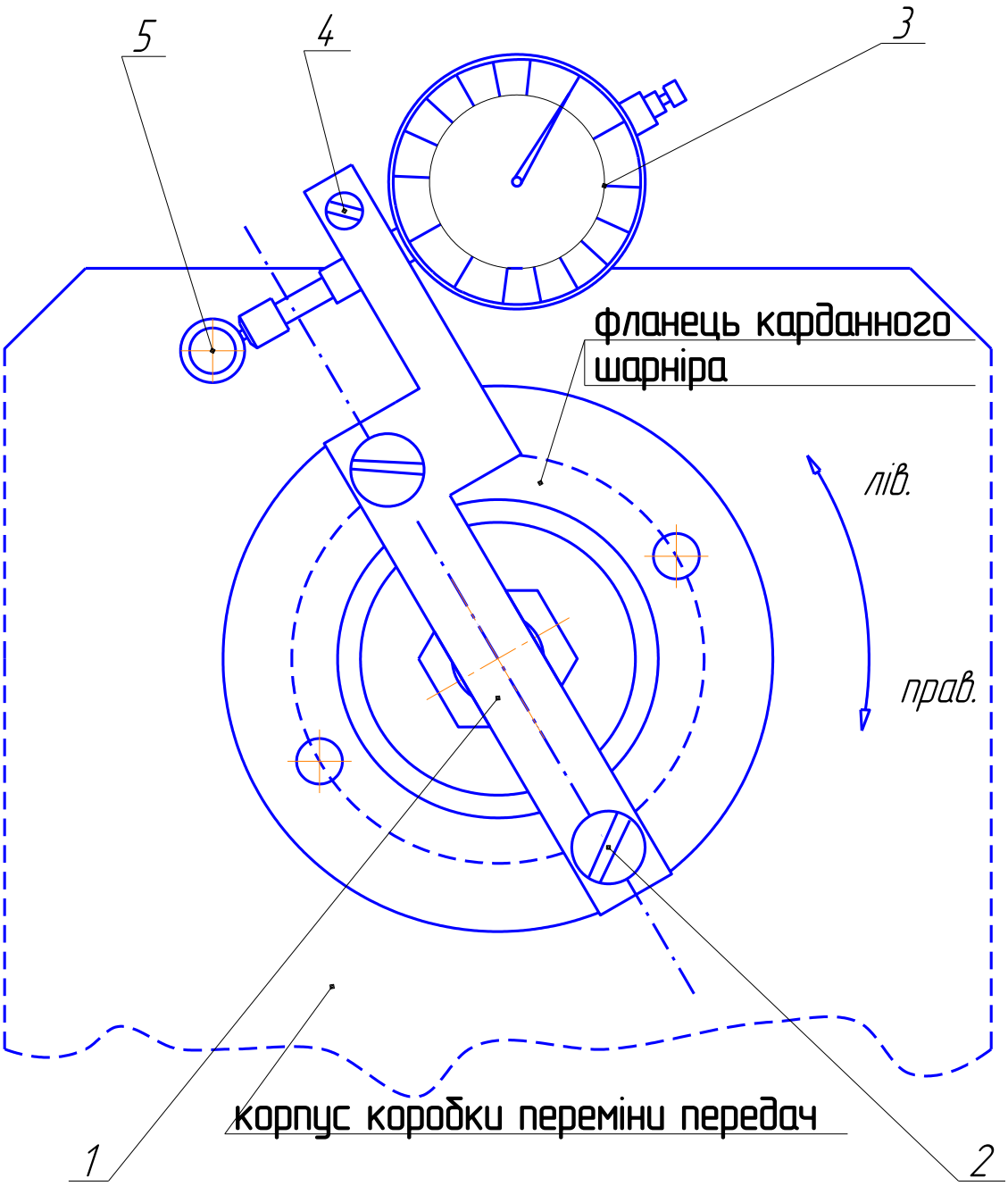


Рис.2.1 Схема заміру сумарного кутового люфту коробки переміни передач автомобілів ГАЗ-53 та їх модифікації:

1– кронштейн;

2–гвинти;

3– індикатор годинникового типу;

4 –стяжний гвинт;

5 –стояк.

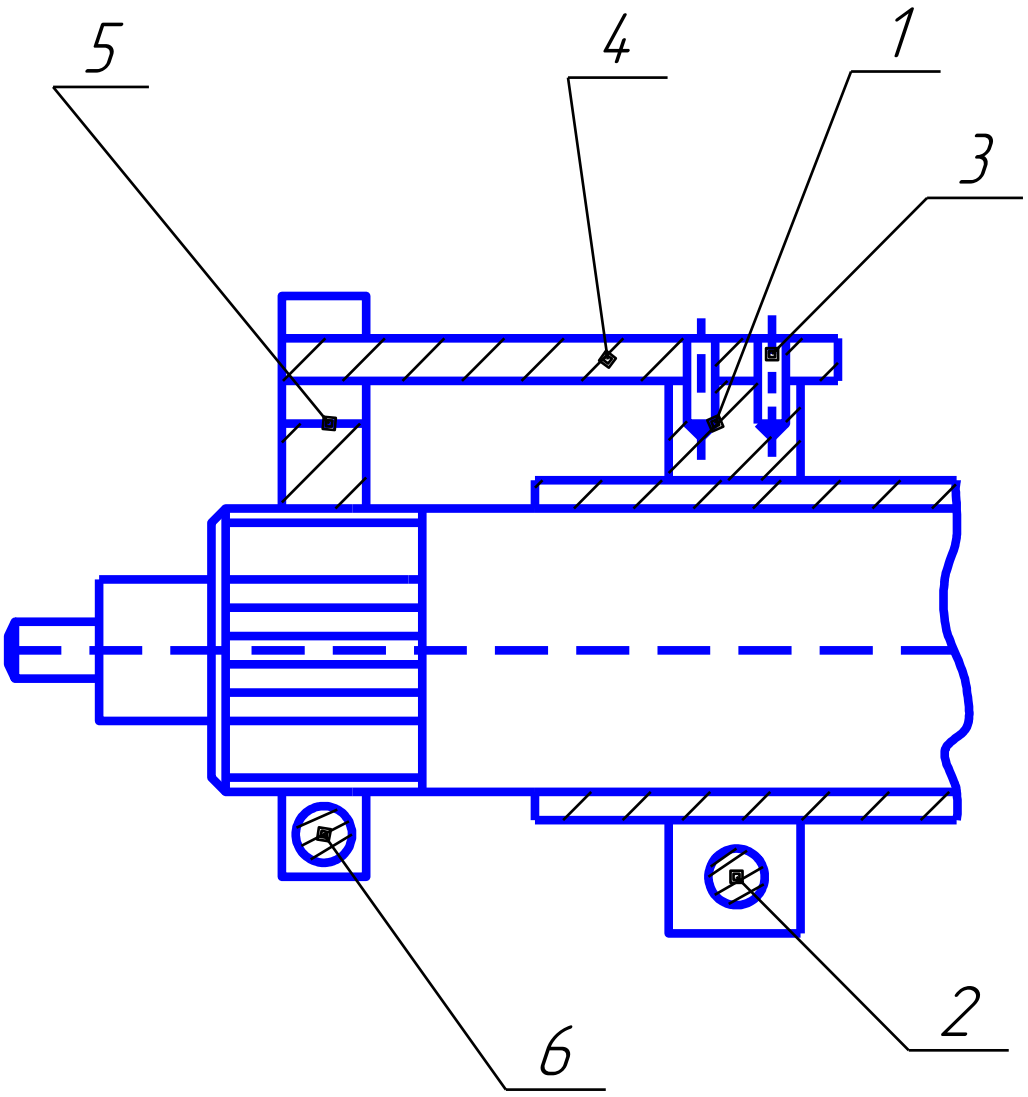


Рис.2.2 Схема фіксування первинного вала КПП від обертання:

1 – хомут кришки первинного вала;

2 – гвинт затискання хомута;

3 – штифт;

4 – фіксуюча планка;

5 – хомут первинного вала;

6 – гвинт затискання хомута.

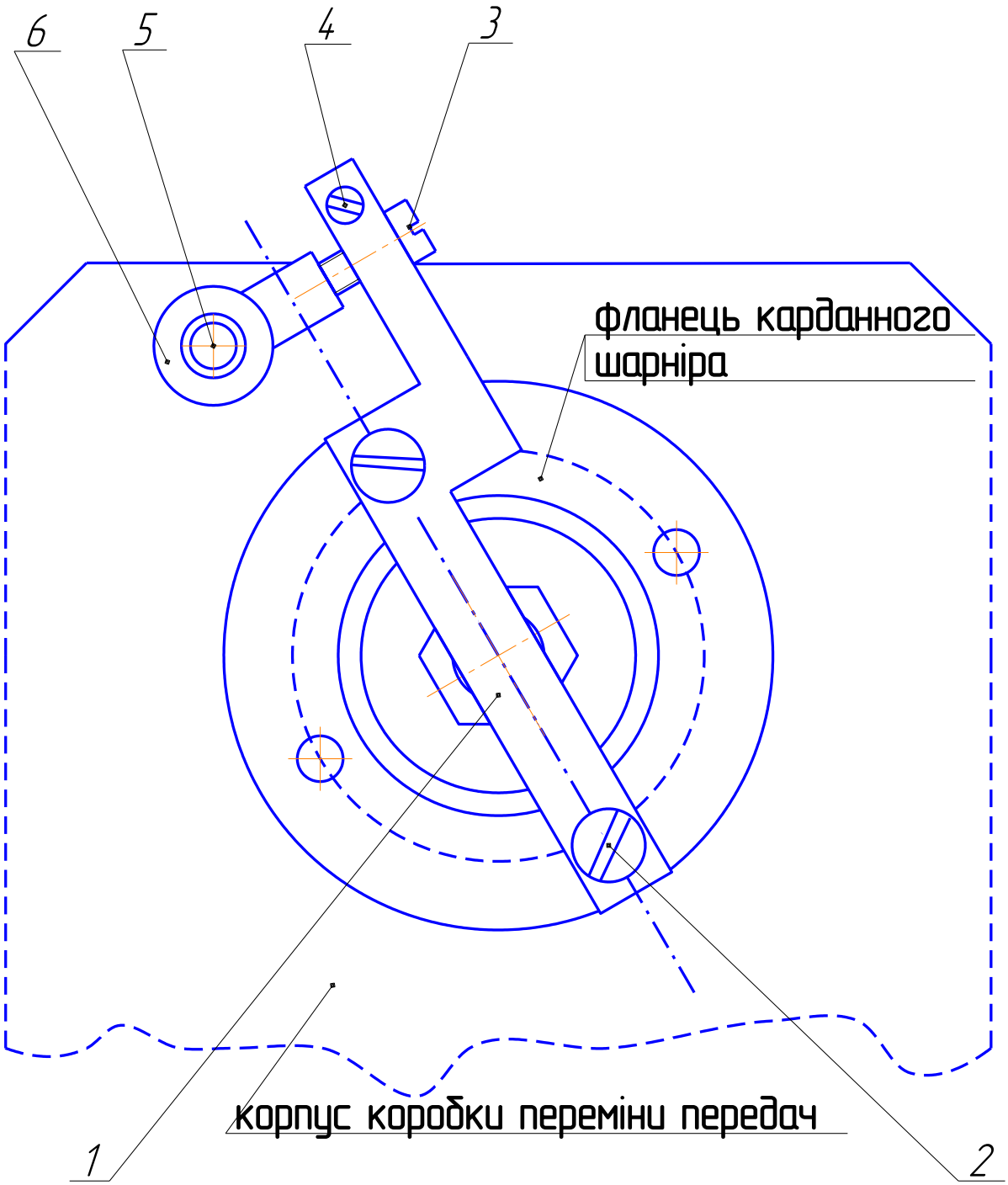


Рис.2.3 Схема фіксування від обертання вторинного вала коробки передач:

1 –кронштейна;

2–гвинт;

3 –фіксуючий гвинт;

4– стопорний гвинт;

5–стояк;

6- гвинт фіксуючий.

З описаних пристроїв можна зробити висновок, що вони призначені для точного фіксування вала і вимірювання кутового люфту в коробці переміни передач, що є важливою процедурою для оцінки технічного стану трансмісії.

Пристрій для фіксування вторинного вала коробки переміни передач (рис. 2.3)

1. Кронштейн (1): Це основний елемент, який закріплюється на фланці вторинного вала за допомогою двох гвинтів (2). Він служить для утримання інших компонентів і забезпечує точне фіксування.

2. Гвинт фіксуючий (3): Встановлюється в циліндричний отвір кронштейна і закріплюється за допомогою стяжного гвинта (4). Гвинт виконує функцію фіксації елементів у пристрої.

3. Стояк (5): Вкручується в різьбовий отвір корпуса коробки передач і забезпечує стабільність конструкції. На стояку розташований шарнір (6), який дозволяє регулювати положення фіксуючого гвинта та пристрою в цілому.

Пристрій для визначення сумарного кутового люфту (рис. 2.4)

1. Кронштейн (1): Закріплюється на шліцьовій частині первинного вала за допомогою стяжного гвинта (2), що дозволяє точно зафіксувати кронштейн для подальших вимірювань.

2. Індикатор годинникового типу (3): Це основний інструмент для вимірювання кутового люфту. Індикатор розміщується в циліндричному отворі кронштейна, і його ніжка фіксується в опорі (5), що дозволяє визначити зміщення вала при його обертанні.

3. Стяжний гвинт (4): Він закріплює індикатор в кронштейні, дозволяючи здійснювати точні вимірювання, і фіксує індикатор у правильному положенні.

4. Опора (5): Розташована на циліндричній поверхні кришки підшипника первинного вала. Вона служить для підтримки ніжки індикатора, забезпечуючи точність вимірювань.

Ці пристрої використовуються для фіксації вала та індикатора, що дозволяє точно виміряти сумарний кутовий люфт в коробці передач. Кутовий люфт важливий для перевірки точності роботи механізмів коробки передач і визначення наявності зносу або інших проблем, які можуть вплинути на її ефективність.

Згідно з теоремою косинусів, можна записати такий вираз:

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

Після проведення відповідних перетворень отримаємо таку рівність:

$$\cos\varphi=1-S^2/2R^2 \quad (2.2)$$

Отже, кутовий люфт можна визначити за наступною формулою:

$$\varphi=\arccos(1-S^2/2R^2) \quad (2.3)$$

Кутовий зазор, або люфт окремих шестерень, можна визначити за допомогою наступного виразу:

$$\varphi=\arccos((D^2-2S^2)/D^2) \quad (2.4)$$

де D – діаметр ділильного кола шестірні;

S – боковий зазор між зубами шестерень.

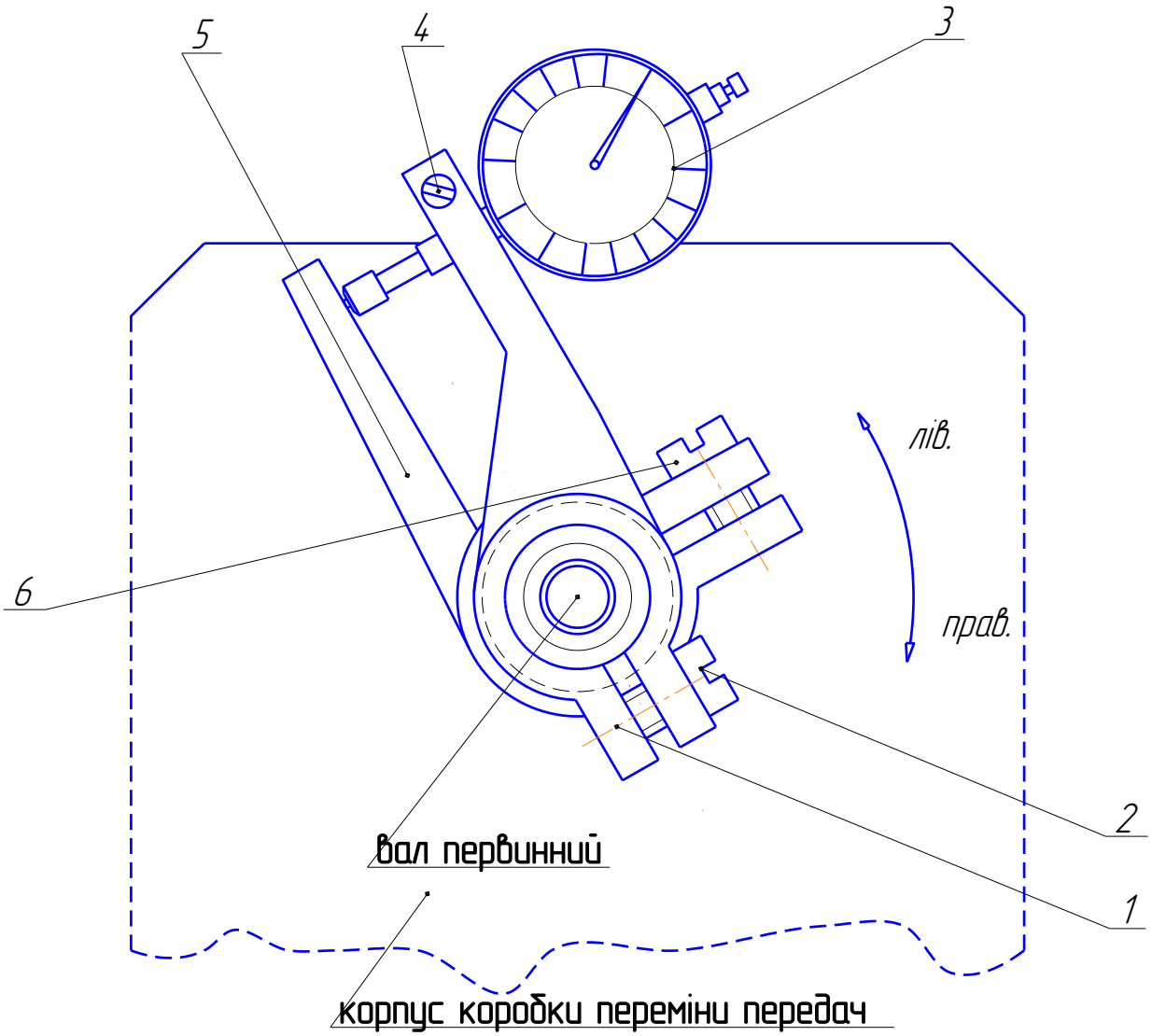


Рис.2.4 Схема заміру сумарного кутового люфту коробки переміни передач автомобілів ГАЗ-53 та їх модифікації за кутом повороту первинного вала

1 – кронштейн;

2 – гвинт стяжний кронштейна

3 – ніжка індикатора;

4 – стопорний гвинт;

5 – опора;

6 – гвинт стяжний опори.

На схемі (рис. 2.5) зображена схема для взаємного визначення лінійного та кутового люфтів. В трикутнику ОАВ точка О є центром

обертання вала (первинного або вторинного), а сторони ОА та ОВ рівні між собою і дорівнюють R — радіусу, на якому розміщено індикатор. Сторона АВ дорівнює S і є величиною бокового зазору.

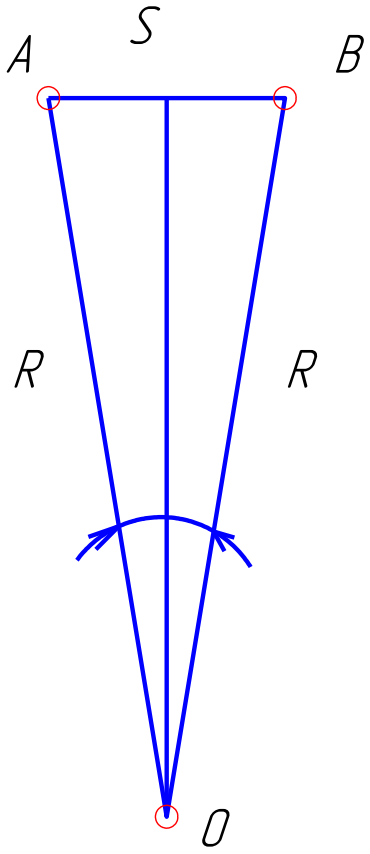


Рис. 2.5 Схема для взаємного визначення кутового та бокового люфтів (зазорів)

Отже, боковий зазор між зубами шестерень можна розрахувати за формулою:

$$S=D\ sin(\varphi/2) \tag{2.5}$$

Сумарний кутовий люфт при ввімкненій I передачі можна розрахувати за допомогою виразу::

$$\sum \varphi_I = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 \tag{2.6}$$

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

φ_2 – боковий зазор між зубами I передачі і R ходу проміжного вала та шестернею I передачі і R ходу вторинного вала

φ_3 – боковий зазор між шліцами маточини шестерні I передачі і R ходу вторинного вала та шліцами вторинного вала

φ_4 – боковий зазор між шліцами вторинного вала та фланцем вторинного вала

при ввімкненій II буде:

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

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

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

при ввімкненій III 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 III передачі проміжного вала та зубами шестерні III вторинного вала

φ_8 – боковий зазор між зубами шестерні III 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 IV 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 I передачі і R ходу проміжного вала та зубами більшої шестерні блоку шестерень R ходу

при ввімкненій передачі R ходу буде:

$$\sum \varphi_{зх} = \varphi_1 + \varphi_{12} + \varphi_{13} + \varphi_4 \qquad (2.10)$$

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

На рисунках 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 та 2.10 показані структурно-логічні моделі контактів деталей при ввімкненні різних передач. Ці моделі відображають типи контактів, у яких виникає зазор, а також переліки деталей, технічний стан яких опосередковано (побічно) впливає 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 необхідно провести заміри, фіксуючи проміжний вал у верхньому положенні (рис. 2.11) та у нижньому положенні (рис. 2.12).

Рис.2.6 Структурна модель контактів деталей при ввімкненні першої передачі, яка показує типи контактів, де виникає зазор, та перелік деталей, технічний стан яких опосередковано впливає на кутовий люфт. **φ**

Рис.2.7 Структурна модель контактів деталей при ввімкненні другої передачі

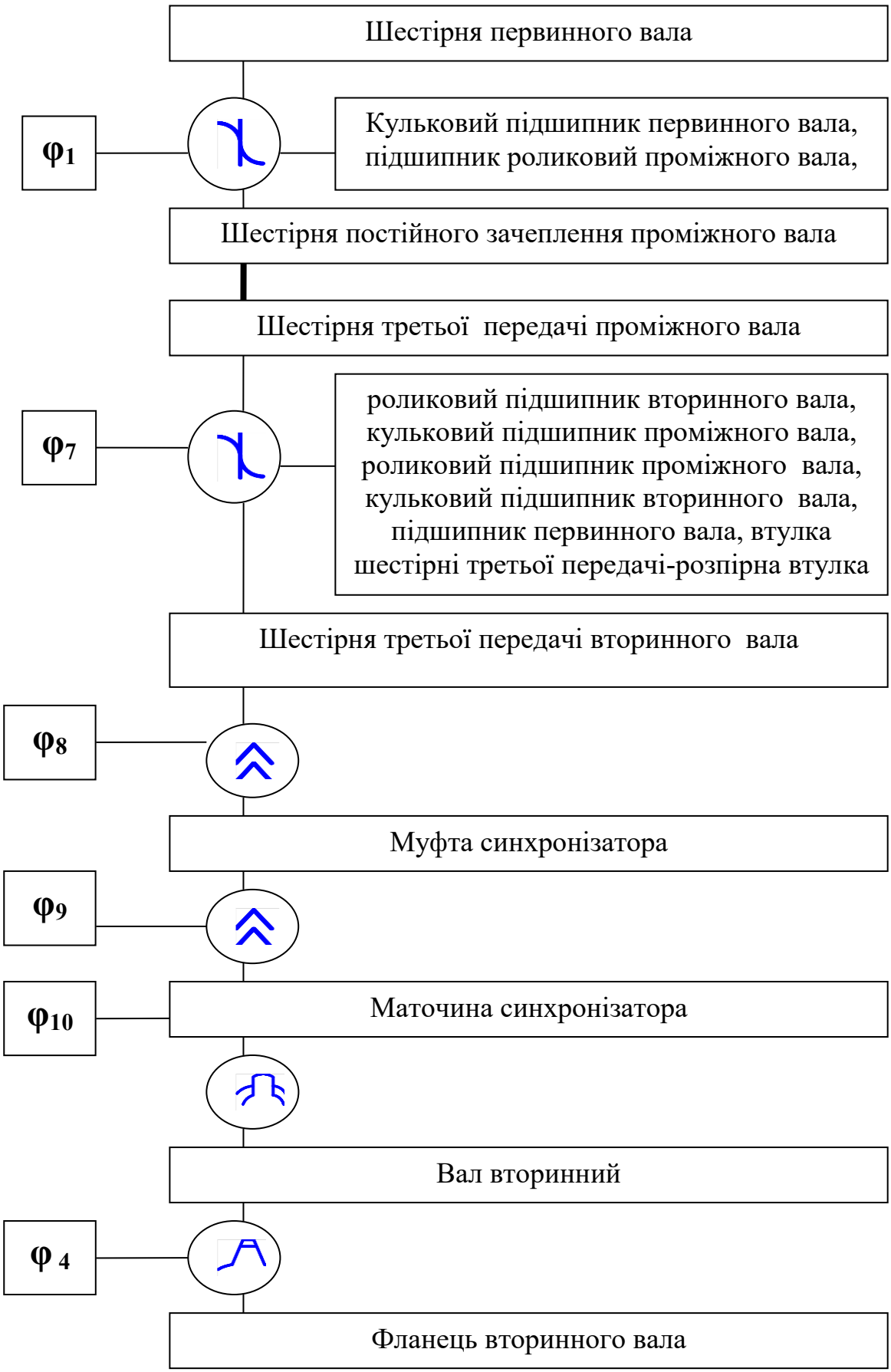


Рис.2.8 Структурна модель контактів деталей при ввімкненні третьої передачі

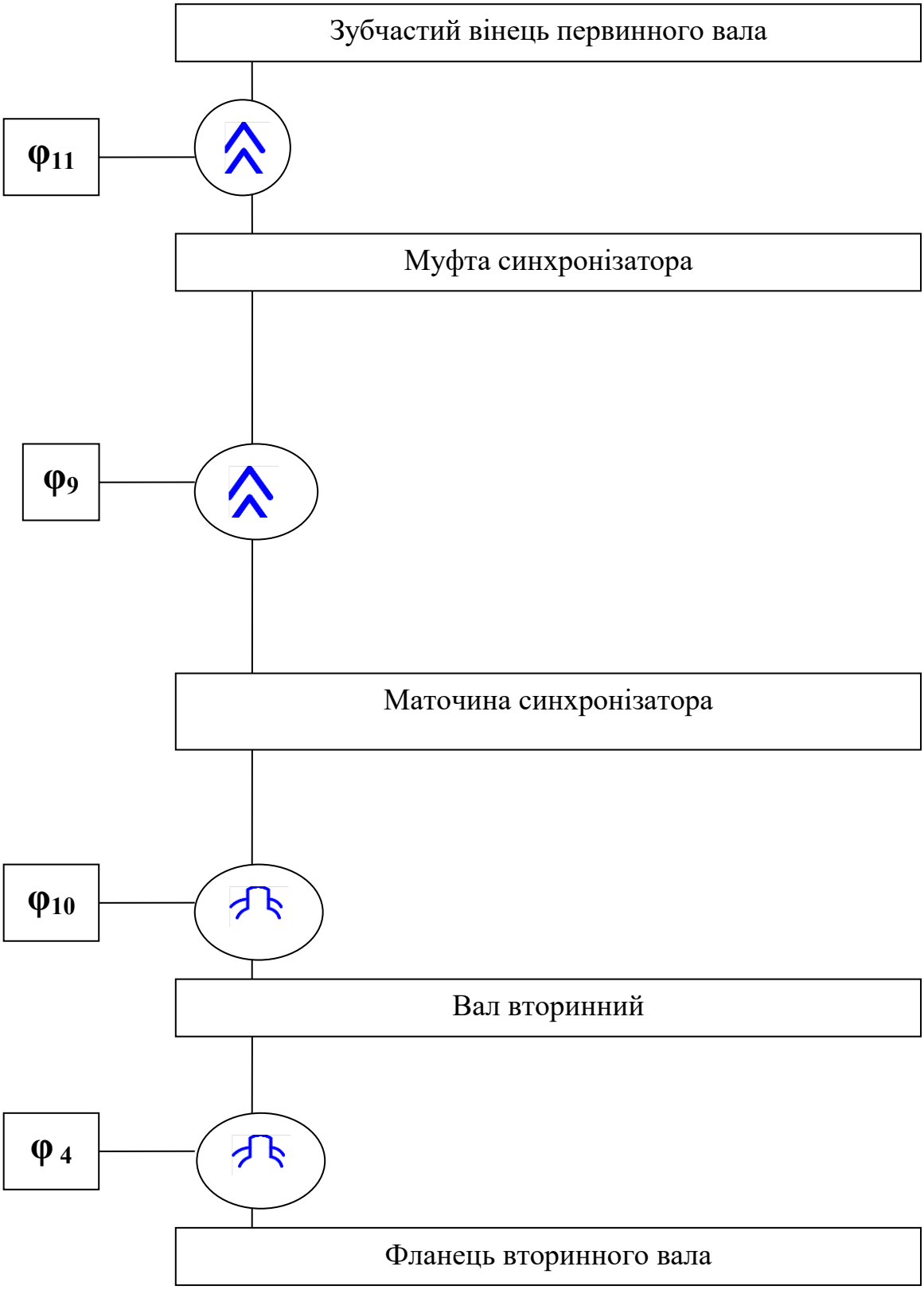


Рис.2.9 Структурна модель контактів деталей при ввімкненій четвертій передачі

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

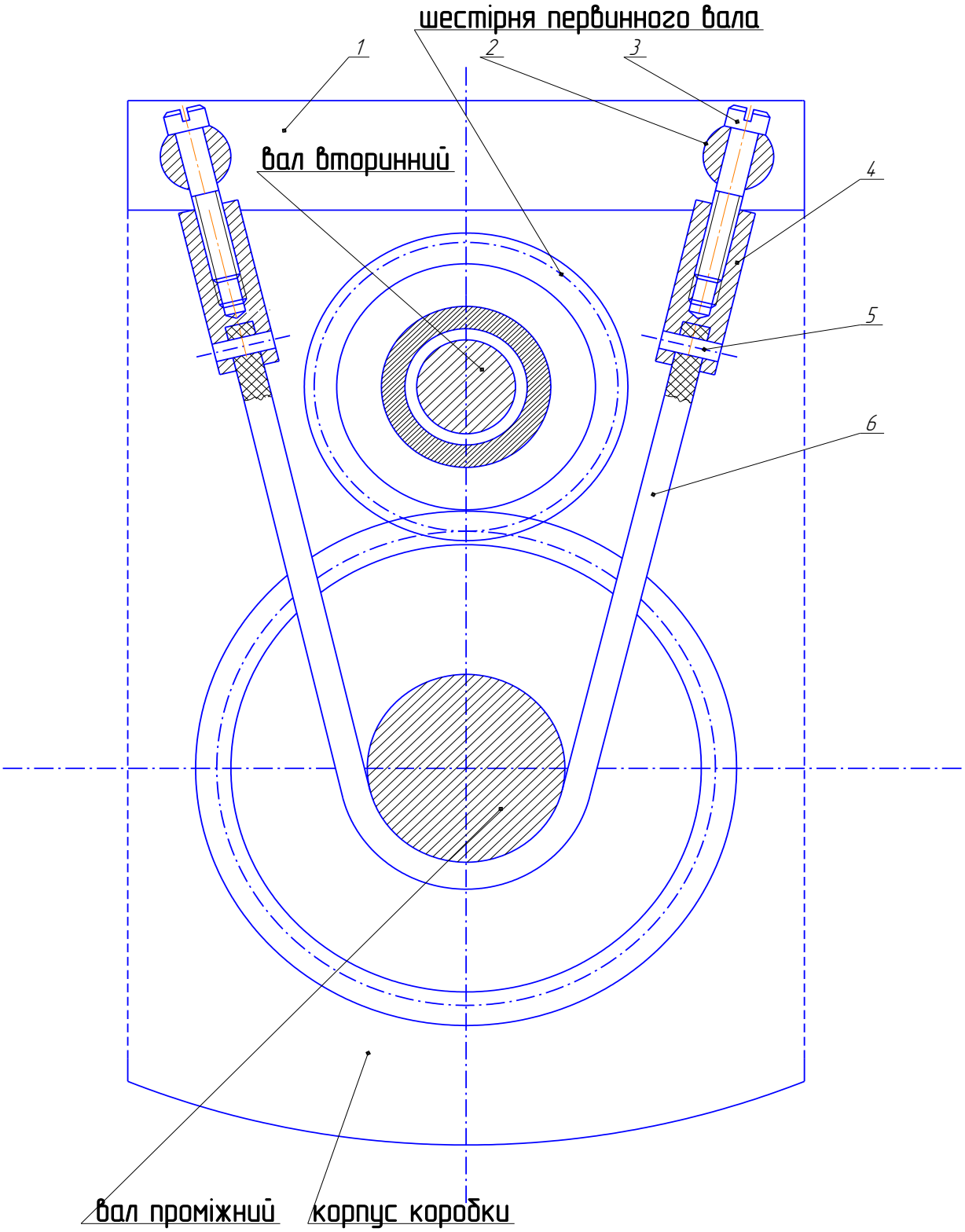


Рис.2.11 Фіксування шестерень проміжного вала у верхньому крайньому положенні

1 – планок;

2 – вісь;

3 – гвинт;

4 – муфта;

5 – штифт;

6 – пас.

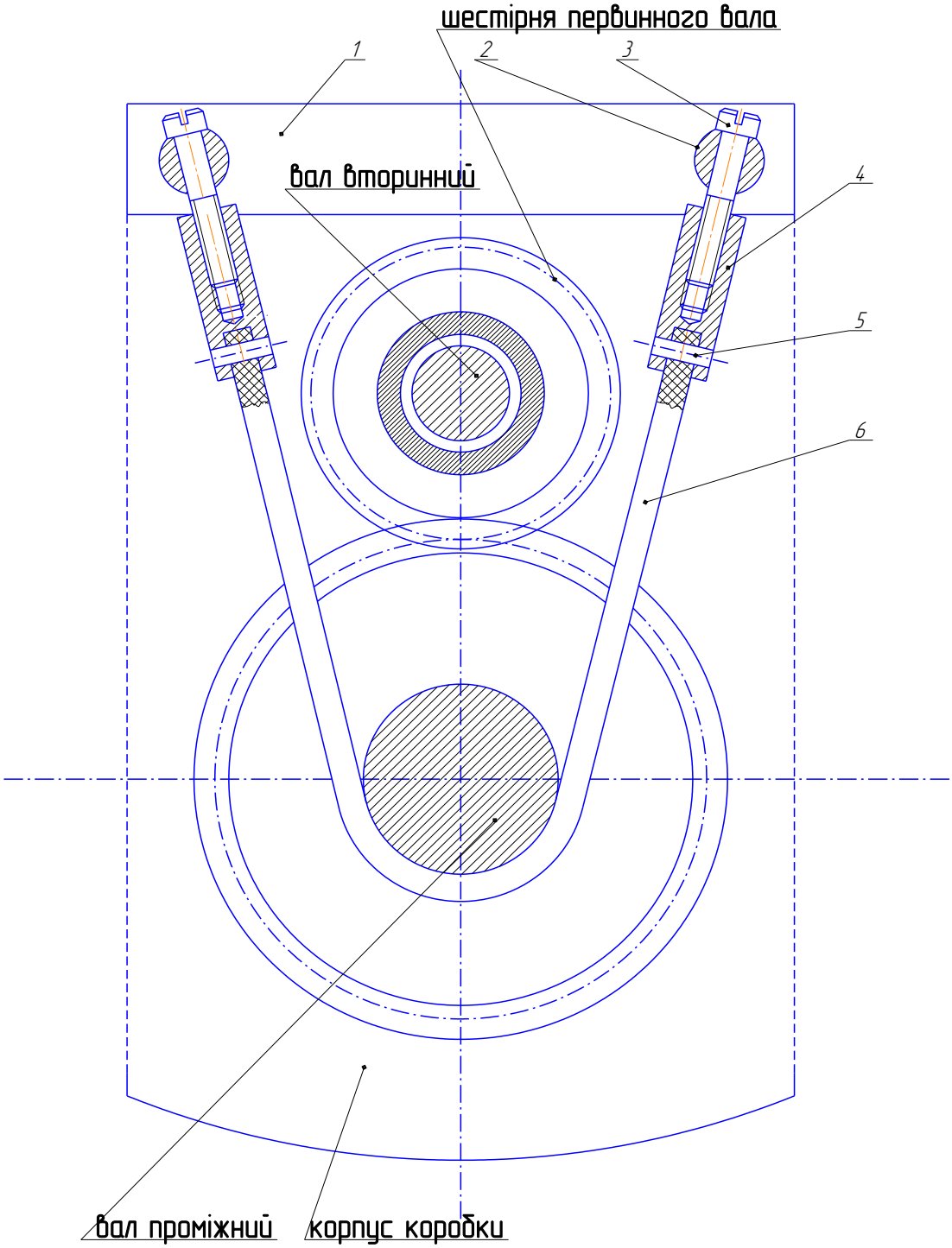


Рис.2.12 Схема закріплення проміжного вала шестірні в найнижчій позиції.

Пристрій для закріплення проміжного вала (рис. 2.11) складається з двох планок 1, що фіксуються на корпусі коробки переміни передач після зняття з неї кришки. У отворах цих планок 1 встановлені осі 2, які можуть вільно обертатися. У радіальних отворах осей 2 розміщено чотири гвинти 3, що вкручуються в муфти 4. На протилежних кінцях муфт 4 за допомогою штифтів 5 закріплені паси 6. Один пас обхоплює проміжний вал між шестернею постійного ввімкнення та шестернею третьої передачі. Аналогічним чином другий пас встановлюється на проміжному валу між шестернею другої передачі та шестернею першої передачі і заднього ходу.

Фіксація проміжного вала в нижньому положенні здійснюється за допомогою гумових клинів, які встановлюються з обох боків шестерень проміжного вала (рис. 2.12). Клин упирається в корпус коробки переміни передач протилежними сторонами.

3. ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

3.1 Основні несправності

Процес ремонту коробок передач залежить від їх технічного стану. Несправності коробок передач, як правило, мають ймовірний характер, і на їх виникнення значною мірою впливає спосіб експлуатації автомобіля. Однак основні причини несправностей, способи їх прояву та методи усунення є широко відомими. В таблиці 3.1 представлений список можливих причин несправностей та способи їх усунення.

Таблиця 3.1 Можливі несправності коробки передач

ПРИЧИНА НЕСПРАВНОСТІ	МЕТОД УСУНЕННЯ
1	2
1. Утруднене перемикання передач	
Неповне виключення зчеплення може бути спричинене наявністю повітря в гідравлічному приводі або недостатньою кількістю рідини в головному циліндрі системи виключення зчеплення.	Необхідно долити рідину в головний циліндр до рівня норми та прокачати систему гідравлічного приводу для видалення повітря з ланцюга.
Знос деталей механізму перемикання коробки передач	Замінити зношені деталі передач
Зношування торців муфтового механізму III і IV передач, а також зубів шестерень	Заміна зношених деталей
2. Мимовільне виключення передач	
Послаблення затягування гайок, які кріплять коробку передач до картеру зчеплення, або болтів, що утримують задню кришку вторинного валу	Затягнути кріпильні деталі

Продовження табл.3.1

1	2
Зношування торців зубів шестерень, таких як шестерня I передачі і заднього ходу на вторинному валу, шестерня з прямим зубом блоку, шестерня проміжного валу, блок шестерень заднього ходу, блокуючі вінці первинного валу, а також шестерні II і III передач на вторинному валу	Замінити зношені деталі
Зношування торців зубів муфт III і IV передач, а також внутрішніх шліців шестерні I передачі та заднього ходу на вторинному валу	Замінити зношені деталі
Невірне включення передачі (коли педаль зчеплення відпускається до того, як шестерні повністю зчепляться)	Правильно включити передачу
Знос вилок перемикання, ослаблення їх кріплення на штоках, зношування підшипників і стопорних кілець вилок на валу коробки передач.	Замінити зношені деталі, забезпечити необхідне кріплення
3. Шум коробки передач	
Зношування підшипників	Замінити підшипники
Поломка зубів шестерень	Замінити пошкоджені шестерні
Зношування, 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

Продовження табл.3.1

4.Підтікання масла з коробки передач	
1	2
Знос або пошкодження сальника	Замінити сальник
Забруднення або пошкодження сапуна	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
Пошкодження прокладок кришок, забоїни або дефекти на посадочних поверхнях, а також підвищений рівень масла.	Заміна прокладок або усунення забоїн, встановлення рівня масла за допомогою контрольної пробки.

Для усунення найбільш поширених несправностей коробки передач виконуються такі операції:.

3.2 Технологічні операції ремонту коробки передач

Зняття коробки передач

1. Помістити автомобіль на оглядову яму.

2. Зняти гумовий килимок підлоги та ручку важеля.

3. Зняти кришку люка трансмісії з підлоги та ущільнювальний клапан з верхньої кришки коробки передач.

4. Зняти важіль управління коробкою передач, натискаючи на важіль вниз і повертаючи фіксуючий ковпак верхньої кришки проти годинникової стрілки.

5. Закрити отвір під важіль, щоб уникнути попадання сторонніх предметів.

6. Відкрутити контрольну і зливну пробки картера коробки передач і злити масло.

7. Зняти штовхач вилки виключення зчеплення.

8. Зняти відтискну пружину та вилку виключення зчеплення.

9. Відкрутити ковпачкову маслянку підшипника муфти зчеплення.

10. Зняти кришку верхнього люка і нижню частину картера зчеплення.

11. Відкрутити болти кріплення карданного вала до фланця вторинного вала коробки передач.

12. Відкрутити болти кріплення проміжної опори карданного вала та, не роз'єднуючи карданний вал від фланця ведучої шестерні заднього моста, відвести його в сторону.

13. Від'єднати лінію приводу спідометра від коробки передач.

14. Закріпити ланцюг підйомного пристосування двома болтами верхньої кришки коробки передач.

15. Відкрутити гайки кріплення коробки передач.

16. Натягнути ланцюг підйомного пристосування та, посунувши коробку передач назад, витягнути первинний вал з картера зчеплення і опустити коробку вниз.

17. Звільнити ланцюг підйомного пристосування.

18. Від'єднати відтяжну пружину та зняти з коробки підшипник у зборі з муфтою та шланг маслянки..

Встановлення коробки передач

1. Закріпити ланцюг підйомного пристосування і за допомогою цього пристосування встановити коробку передач на картер зчеплення.

2. Закрутити гайки кріплення картера коробки передач до картера зчеплення з моментом 8-10 Н•м (8-10 кгс•м) і зняти ланцюг підйомного пристосування.

3. Встановити вентиляційний люк картера зчеплення.

4. Встановити ковпачкову маслянку підшипника муфти виключення зчеплення (підшипник разом з муфтою та шлангом ковпачкової маслянки встановлюється на коробку до її монтажу на автомобіль).

5. Встановити вилку ввімкнення зчеплення.

6. Встановити штовхач вилки виключення зчеплення.

7. Встановити поворотну пружину вилки.

8. Відрегулювати довжину тяги вилки виключення зчеплення.

Розбирання коробки передач

1. Відкрутити болти і зняти верхню кришку коробки передач разом з прокладкою.

2. Відкрутити гайку кріплення фланця вторинного валу.

3. Зняти шайбу та фланець вторинного валу.

4. Відкрутити два гвинти і зняти барабан з муфти.

5. Відкрутити болт, що фіксує стопорну пластину штуцера, та зняти пластину.

6. Вийняти з задньої кришки штуцер та ведену шестерню приводу спідометра.

7. Відкрутити болти, зняти задню кришку з прокладкою та провідну шестерню приводу спідометра. Вивернути сапун і випресувати сальник.

8. Відкрутити болти і зняти кришку первинного валу з прокладкою.

9. Відкрутити болти і зняти кришку та прокладку люка відбору потужності.

10. Випресувати первинний вал разом з підшипником.

Для цього необхідно повернути вал так, щоб виріз прямозубого вінця знаходився знизу відносно плоскості верхнього люка. Далі слід відкрутити шпильку 6 (рис. 3.1) з бойком 7 і ручкою 8, використовуючи знімач 7823-6089, що комплектується бойком 7 і ручкою 8, взятими від знімача 7823-6090. Після цього встановити губки 3 так, щоб між ними утворився отвір, і надіти їх на первинний вал. Гвинтом 4 затискати губки. Притримуючи знімача за ручку 8, ударами бойка 7 випресувати первинний вал 5 з картера коробки передач.

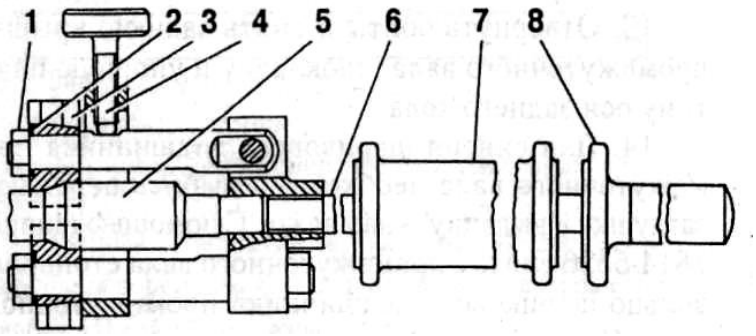


Рис. 3.1. Пристосування 7823-6889 для зняття первинного валу:

1 - гайка;

2 - пружина;

3 - губки;

4 - гвинт;

5 - первинний вал;

6 - шпилька;

7 - бойок;

8 – ручка.

11. Для вибивання з картера зібраного вторинного валу необхідно зібрати знімач 7823-6088 з короткими шпильками 6, як показано на рис. 3.2. Потім, використовуючи вкладиші 2, обертати гвинт 9, щоб спресувати підшипник 1 вторинного валу. Після цього можна вийняти з картера зібраний вторинний вал (рис. 3.3)..

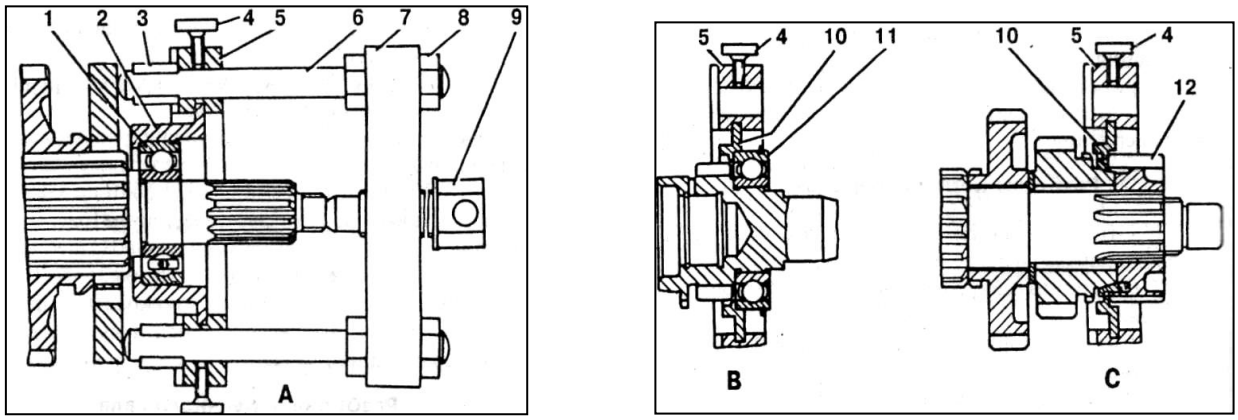


Рис. 3.2. Знімач 7823-6088 для зняття маточин і підшипників з первинного і вторинного валів:

А - зняття підшипника з вторинного валу;

В - зняття підшипника з первинного валу;

С - зняття маточини;

1і11 - підшипники;

2 і 10- вкладиші;

3 - упор;

4 - гвинт;

5 - каретка;

6 - шпилька;

7 - траверса;

8 - гайка;

9 - гвинт;

12 – маточина.

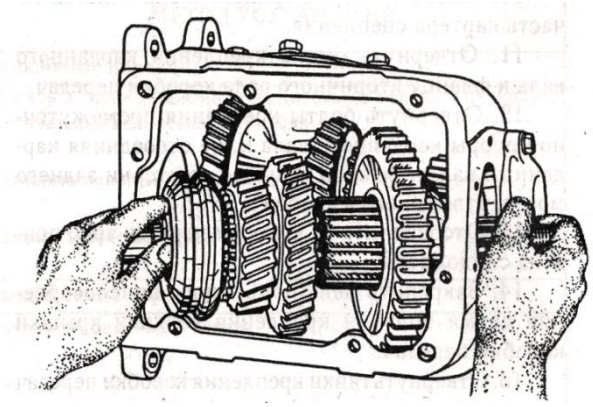


Рис. 3.3. Виймання вторинного валу

12. Використовуючи щипці 7814-5526, зняти стопорні кільця кулькових підшипників на первинному та вторинному валах.

13. Відкрутити болти та зняти задню кришку проміжного валу, прокладку та упорну пластину осі заднього ходу.

14. Для зняття кулькового підшипника проміжного валу необхідно вибити передню заглушку та висунути вал назад. За допомогою щипців 7814-5526 зняти стопорне кільце кулькового підшипника проміжного валу. Після цього

спресувати задній кульковий підшипник та зняти стопорне кільце з нього за допомогою щипців 7814-5526.

15. Вийняти з картера проміжний вал з внутрішнім кільцем роликового підшипника в зборі (рис. 3.4).

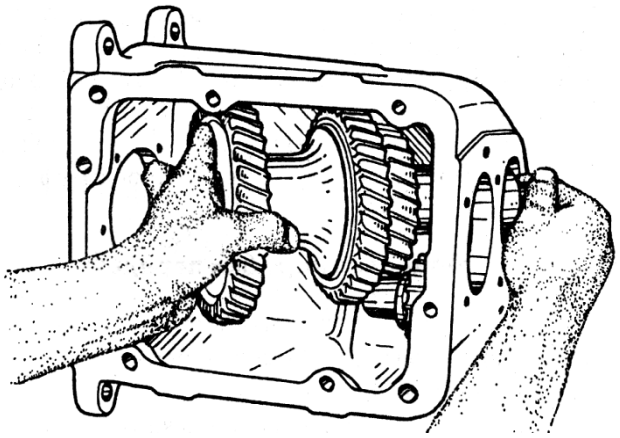


Рис. 3.4. Витягання проміжного валу

16. Зняти внутрішнє кільце роликового підшипника з проміжного валу.

17. Випресувати зовнішнє кільце роликового підшипника з картера.

18. Закріпити знімач 7823-5546 на задній площині картера коробки передач, а гвинт 2 (рис. 3.5) через штифт 1 вкрутити у вісь блоку шестерень заднього ходу. Потім, обертаючи гайку 3 знімача ключем 19 мм за годинниковою стрілкою, випресувати вісь і вийняти блок шестерень заднього ходу.

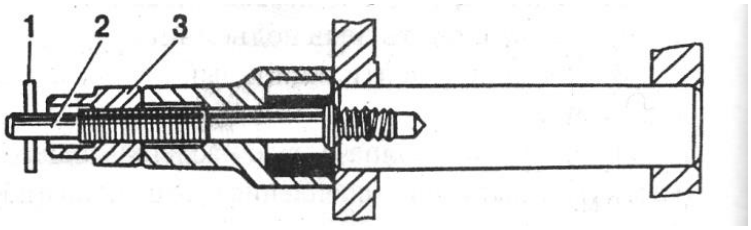


Рис. 3.5. Знімач 7823-5546 для випресування осі блоку шестерень заднього ходу:

1 - штифт;

2 - гвинт;

3 – гайка

Розбирання первинного валу

1. За допомогою щипців 7814-5526 зняти стопорне кільце, вийняти наполегливе кільце та ролики переднього підшипника вторинного валу.

2. Зняти стопорне кільце підшипника за допомогою щипців 7814-5526. Потім зібрати знімач 7823-6088 з короткими шпильками 6 (див. рис. 3.2). Використовуючи вкладиші 10, напресувати підшипник 11.

Розбирання вторинного валу

1. Зняти шестерню першої передачі та заднього ходу з валу.

2. За допомогою щипців 7814-5526 зняти стопорне кільце, що фіксує маточину муфти III і IV передач.

3. Зняти муфту III і IV передач, після чого спресувати маточину. Для цього зібрати знімач 7823-6088 з короткими шпильками 6 (див. рис. 2.3) і, використовуючи вкладиші 10, спресувати маточину 12.

4. Послідовно зняти шестерню III передачі, втулку розпірну, стопорну шайбу та шестерню II передачі. Вийняти стопор з втулки розпірної.

Розбирання верхньої кришки

1. Вивернути вимикач ліхтарів заднього ходу та зняти прокладку.

2. Вийняти заглушки з отворів під плунжери та штоки.

3. Вибити два штифти з горловини кришки.

4. Зняти конічну пружину.

5. Розсшплінтувати та відкрутити стопорний гвинт вилки включення I та II передач, вибити штифт пересувної головки і вийняти шток (див. рис. 3.6).

6. Розсшплінтувати та відкрутити стопорний гвинт вилки III та IV передач, вийняти шток і стопорний палець з нього.

7. Вибити стопори з вилки і перекладної головки заднього ходу.

8. Зняти вилку і пересувну головку з штока перемикання заднього ходу та вийняти шток.

9. Вийняти з отворів кришки плунжери, пружини і кульки фіксаторів штоків..

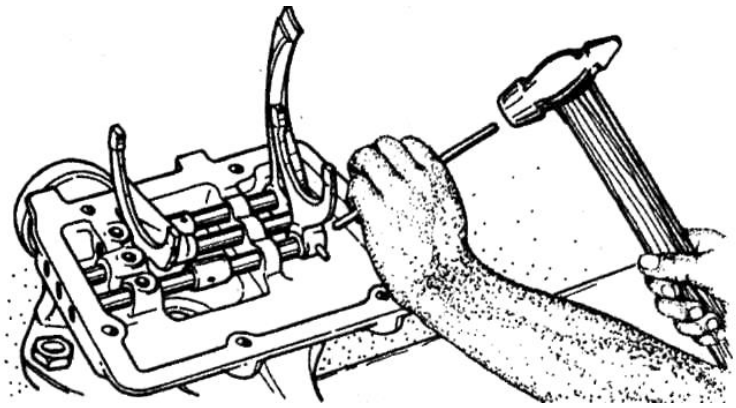


Рис.3.6. Вибивання штока I і II передач

Розбирання перевідної головки штока заднього ходу

1.Відкрутити стопор пружини.

2.Вийняти пружину і запобіжник.

Огляд і контроль деталей коробки передач

Деталі розібраної коробки передач (окрім підшипників) слід помістити в миючий розчин для очищення, після чого ретельно промити. Особливу увагу слід приділити деталям, які мають масляні канали — їх необхідно ретельно прочистити. Після миття кожну деталь потрібно уважно оглянути. Якщо на деталях виявлено тріщини, їх необхідно замінити. Якщо на механічно оброблених поверхнях є забоїни, задирки чи інші дефекти, їх слід зачистити для забезпечення належного прилягання з'єднаних деталей. Особливу увагу слід приділити стану посадочних поверхонь для підшипників у картері та на валах, перевіривши їх геометрію.

Необхідно ретельно перевірити стан зубів шестерень. На робочій поверхні зуба допускаються дрібні раковини на площі не більше 10 % від усієї поверхні. Легкі забоїни або задирки на торцях зубів можна зачистити. Подряпини на робочій поверхні зуба неприпустимі. Також варто оглянути шліці на з'єднаннях з шліцами. Якщо на шліцах є надири, сильний знос, зім'яті або витерті частини, такі деталі необхідно замінити. Заміні підлягають також деталі з пошкодженим різьбленням чи виробленими поверхнями під сальник. Якщо сальник має пошкодження на робочій кромці, його потрібно

замінити. Прокладки з розривами та вилки з великим зносом лапок також слід замінити.

Підшипники слід промити в чистому розчині та протерти ганчіркою або продути стислим повітрям. Якщо підшипники знаходяться в задовільному стані для подальшої експлуатації, їх потрібно висушити та змастити мастилом. Підшипники не повинні мати тріщин, сколів, рисок, чи інших пошкоджень на кульках (роликах) та доріжках кочення, а також не повинні мати збільшений радіальний зазор.

При складанні коробки передач важливо врахувати наступні моменти: перед установкою всі прокладки, болти та місця ущільнень картера, кришок і заглушок повинні бути змащені герметизуючою пастою, що складається з:

- синтетичного каучуку — 11,4 %,
- цинкового білила — 18,6 %,
- авіабензину Б-70 або бензину-розчинника — 70 %.

Також допускається змащення різьбової частини болтів фарбою перед їх установкою.

Для підшипників переднього кінця вторинного валу різно-розмірність діаметрів роликів повинна бути в межах 0,005 мм. Підшипники необхідно напресувати на вали, при цьому зусилля має прикладатися тільки до внутрішнього кільця підшипника.

Перед складанням всі деталі коробки передач повинні бути змащені для запобігання задирам в початковий період роботи.

Складання первинного валу

1. 1. Встановити стопорне кільце на кульковий підшипник первинного валу.

2. Напресувати кульковий підшипник на первинний вал до упору в торець валу. Підшипник слід встановлювати так, щоб канавка була ззовні (див. рис. 3.7).

3. Встановити стопорне кільце кулькового підшипника первинного валу.

4. Встановити ролики в гніздо переднього підшипника первинного валу (див. рис. 3.6), а також упорне і стопорне кільця. При цьому кількість роликів повинна становити 14. Перед складанням ролики змастити мастилом ЦИАТІМ-201.

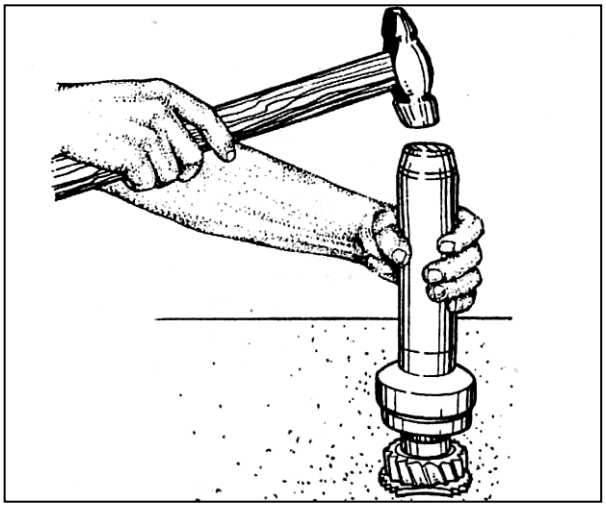


Рис. 3.7. Напресування кулькового підшипника на первинний вал

Складання вторинного валу

1. Підібрати ковзну шестерню I передачі і заднього ходу до шліців вторинного валу так, щоб при вільному ковзанні шестерня по шліцах не мала відчутного кутового люфту. Кутовий люфт на шліцах не повинен перевищувати 0,3 мм при перевірці на радіусі 81 мм.

Осьовий люфт шестерні I передачі та заднього ходу при її похитуванні на валу не повинен перевищувати 0,1 мм при вимірюванні на радіусі 75 мм.

Після підбору правильного розташування шліців зв'язаних деталей, це місце повинно бути марковане фарбою для забезпечення точності та надійності з'єднання..

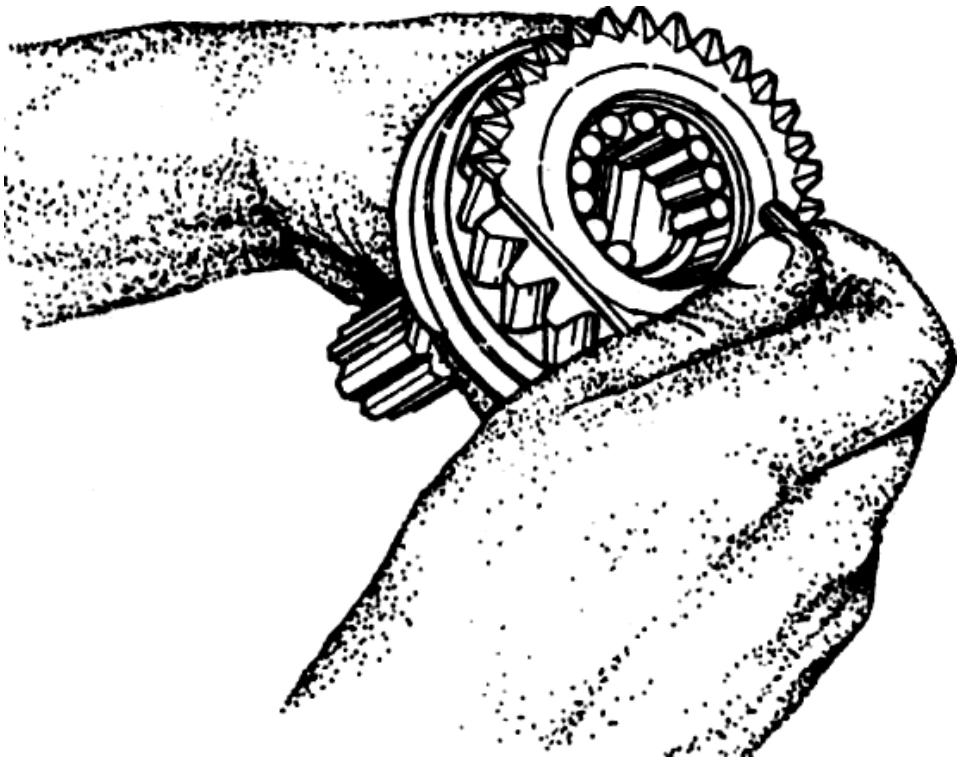


Рис. 3.8. Встановлення роликів в гніздо первинного валу.

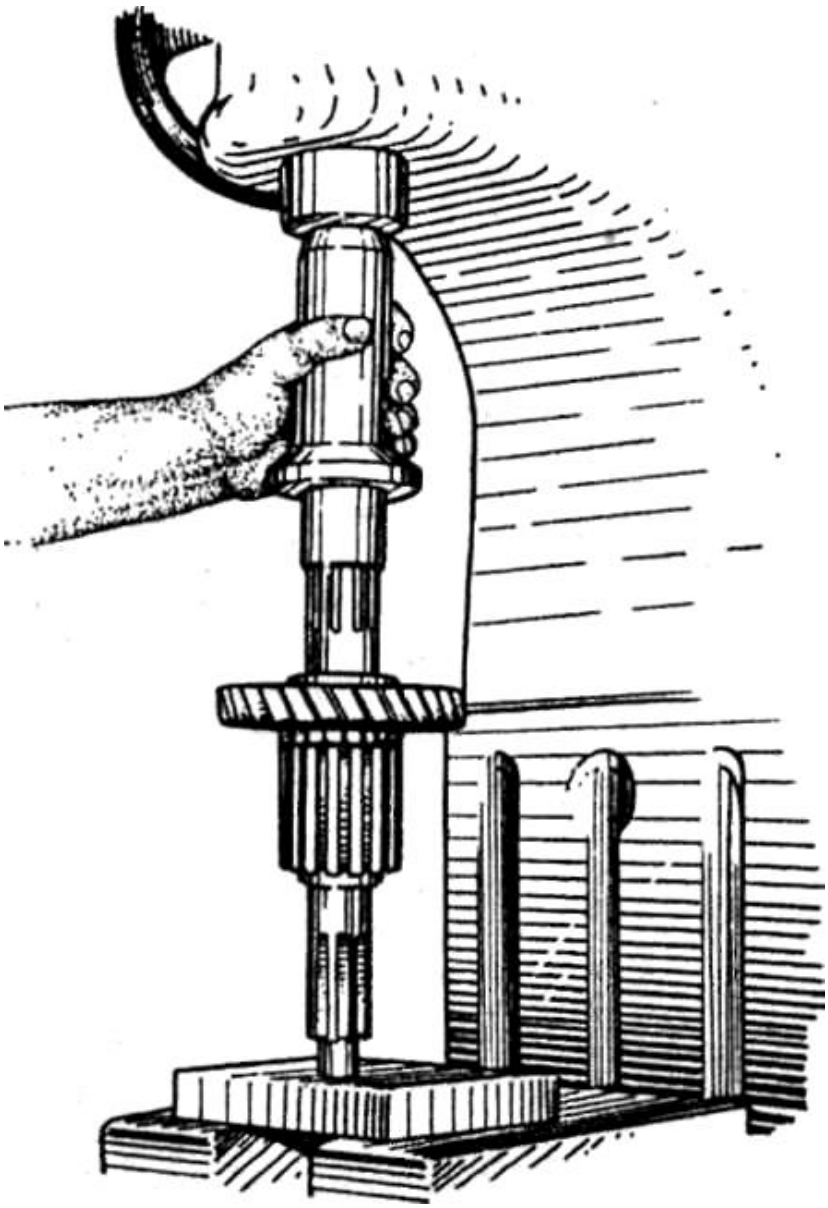


Рис. 3.9. Напресування розпірної втулки вторинного валу

2. Надіти на вторинний вал шестерню II передачі та упорну шайбу.

3. Напресувати на вал втулку розпору із стопорним штифтом (рис. 3.8).

4. Встановити шестерню III передачі на вал.

5. Провести підбір муфти по шліцах маточини, забезпечивши легке відносне переміщення деталей.

6. Напресувати на шліци вторинного валу маточину з ковзною муфтою до упору в торець втулки розпору (рис. 3.9). При цьому маточину слід встановити так, щоб глибока виїмка була з боку шестерні III передачі..

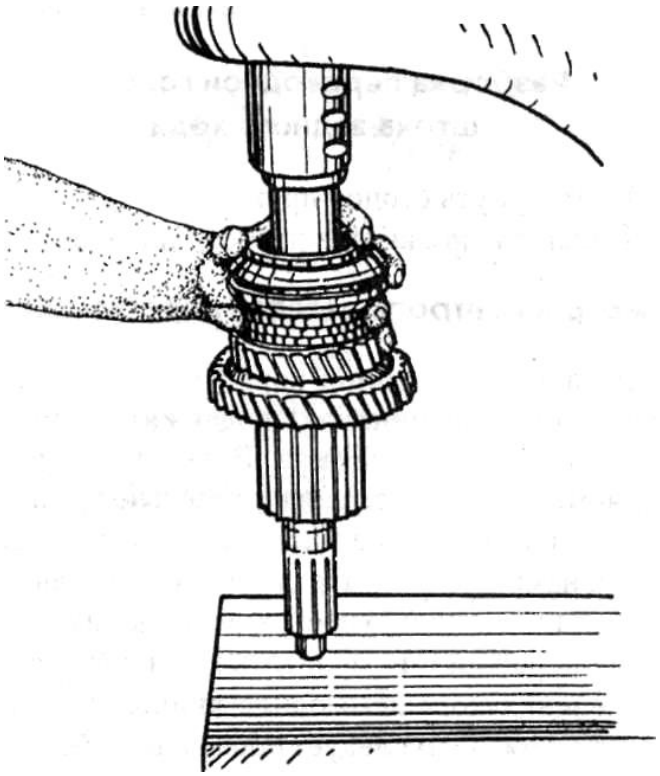


Рис. 3.10. Напресування маточини з ковзною муфтою на вторинний вал

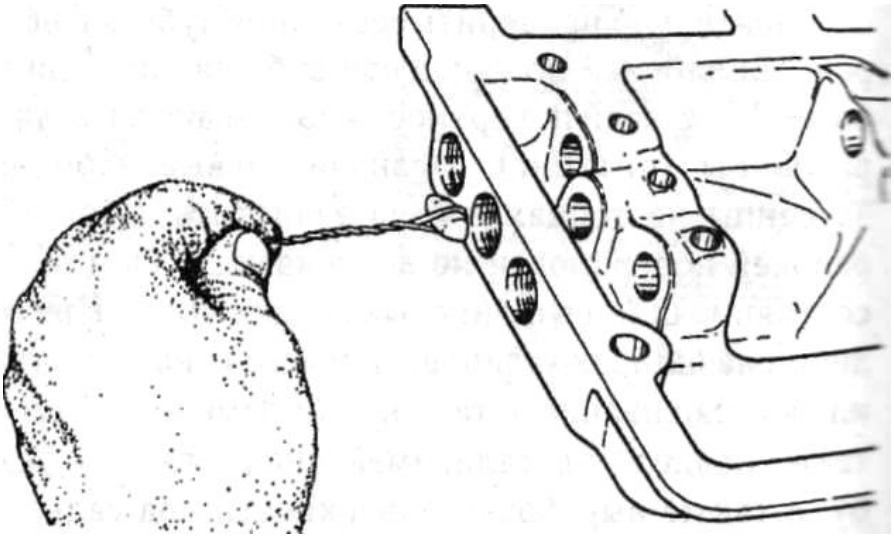


Рис. 3.11. Установка плунжера в отвір верхньої кришки

7. Встановити стопорне кільце маточини III і IV передач.

Складання головки штока заднього ходу

1. Встановити в корпус перекладної головки запобіжник і пружину.

2. Загорнути стопор пружини так, щоб він був на рівні з торцем корпусу головки.

3. Закернити стопор в чотирьох місцях для надійного фіксування..

Збірка верхньої кришки коробки передач

1. 1. Вставити плунжери, пружини та кульки фіксаторів штоків у відповідні отвори верхньої кришки (рис. 3.11).

2. Вставити шток перемикання заднього ходу в отвір кришки, встановити на нього пересувну головку заднього ходу, просунути шток у другий отвір та встановити вилку перемикання заднього ходу. Запресувати стопори в перекладну головку та вилку перемикання заднього ходу.

3. Встановити шток перемикання I та II передач в отвір кришки, встановити перекладну головку, просунути шток у кришку, потім встановити вилку перемикання I та II передач. Запресувати стопор у перекладну головку, загорнути та зашплінтувати кріплення вилки.

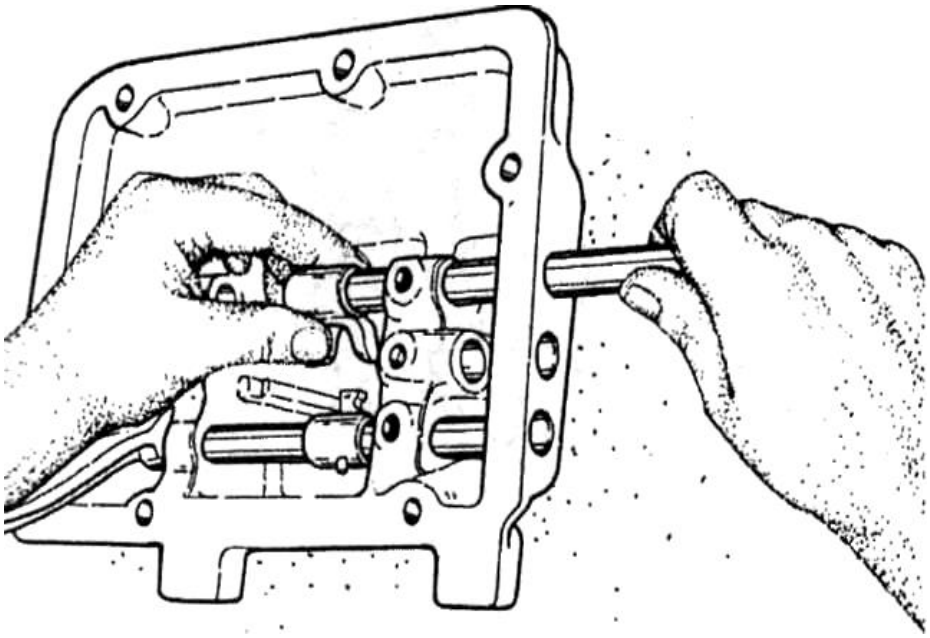


Рис. 3.12. Установка штока I і II передач

4. 4. Вставити шток перемикання III та IV передач у відповідний отвір кришки, попередньо встановивши стопорний палець у отвір штока. Далі встановити на шток вилку перемикання, просунути шток у другий отвір кришки та закріпити вилку, загорнувши і зашплінтувавши гвинт кріплення.

5. Запресувати три сферичні заглушки в отвори кришки під штоки.

6. Встановити в горловину кришки пружину важеля перемикання і запресувати два штифти. Установити заглушку в отвір під стопорний плунжер.

7. Встановити прокладку і закріпити вимикач ліхтарів заднього ходу.

Складання коробки передач:

1. Закрутити контрольну пробку та пробку зливного отвору в картер коробки передач.

2. Встановити блок шестерень заднього ходу в картер коробки, вставити вісь блоку шестерень заднього ходу і запресувати її (рис. 3.13).

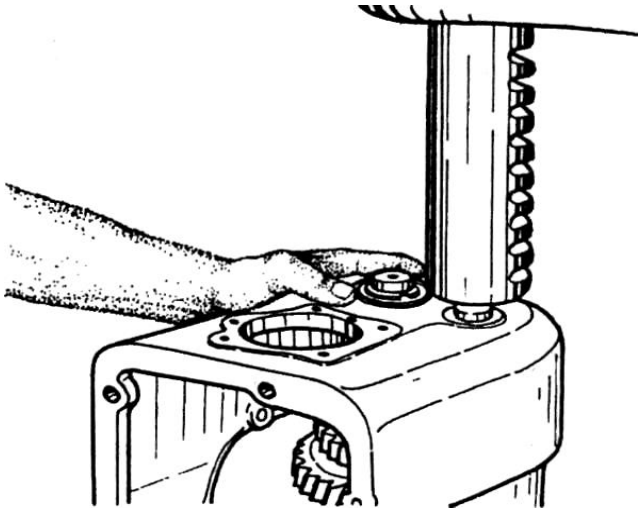


Рис. 3.13. Запресування осі блоку шестерень заднього ходу.

3. Запресувати зовнішнє кільце роликового підшипника проміжного валу в картер.

4. Запресувати заглушку переднього підшипника проміжного валу до рівня передньої стінки картера, як показано на рисунку 3.11.

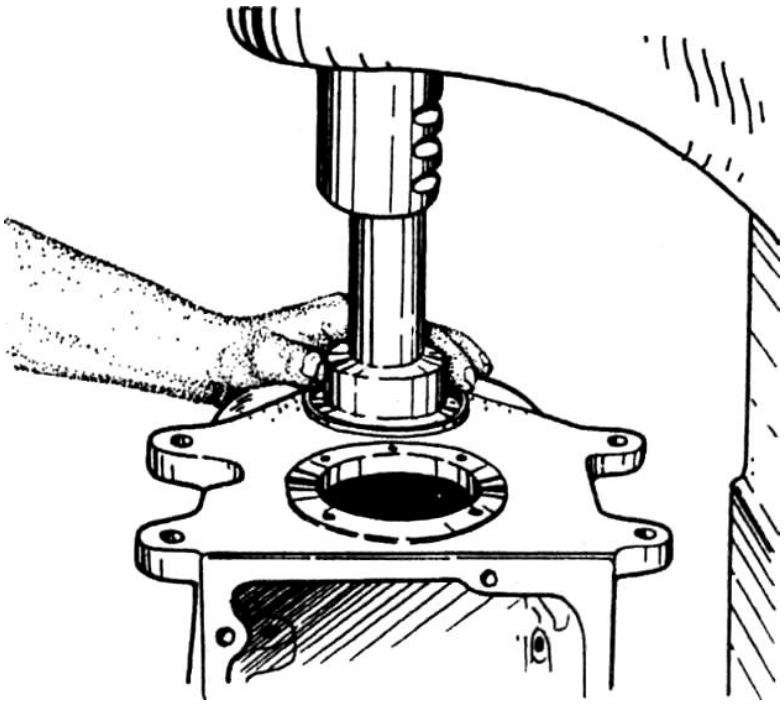


Рис. 3.14. Запресування заглушки переднього підшипника проміжного валу.

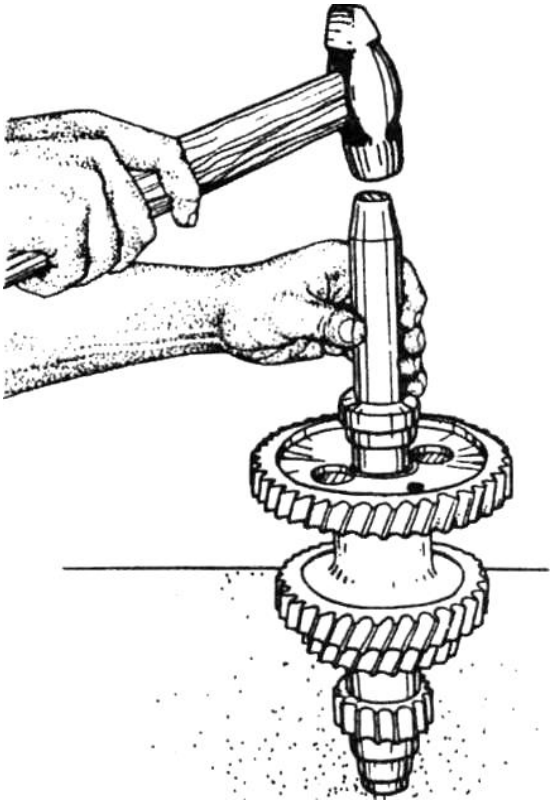


Рис. 3.15. Напресування внутрішнього кільця роликового підшипника проміжного валу.

5. Притиснути внутрішнє кільце роликового підшипника до шийки проміжного валу, як показано на рисунку 3.15.

6. Помістити блок шестерень проміжного валу в картер.

7. Закріпити стопорне кільце на кульковому підшипнику проміжного валу.

8. Притиснути зібраний кульковий підшипник до шийки проміжного валу та вставити його в отвір картера, ставлячи підшипник канавкою назовні, як показано на рисунку 3.16.

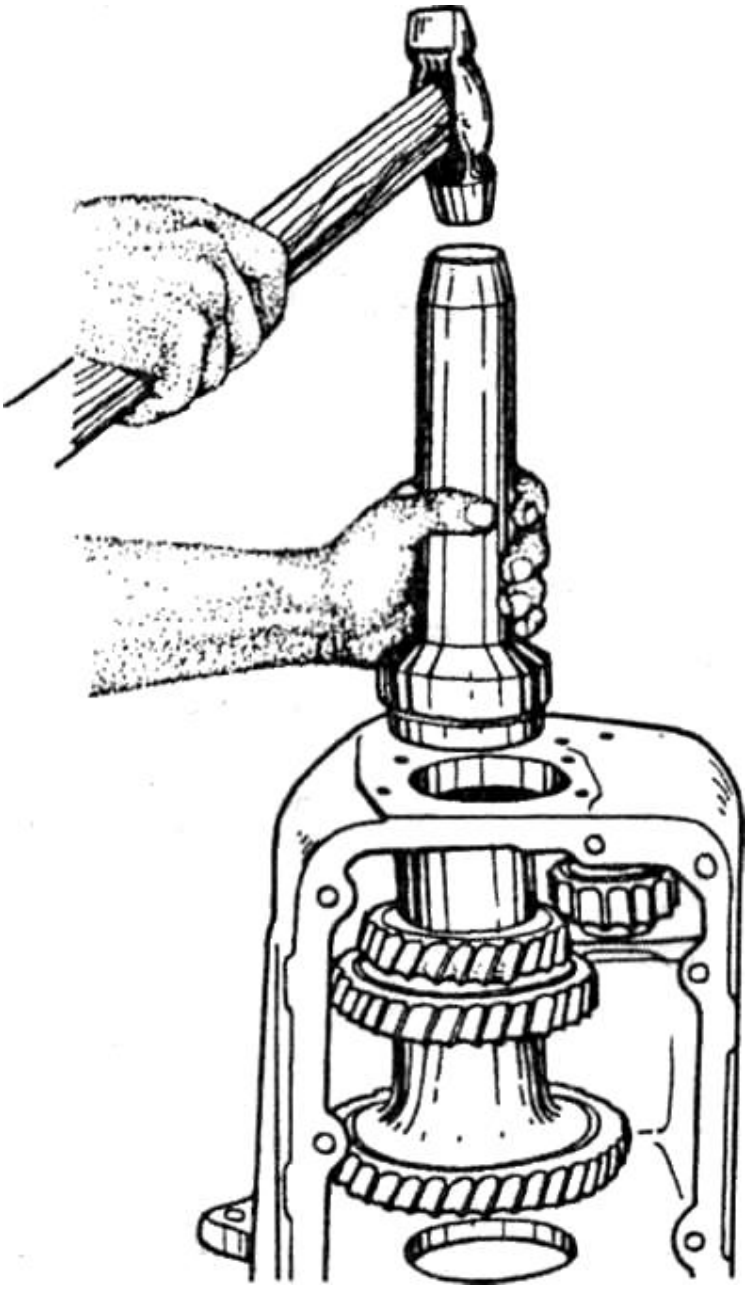


Рис. 3.16. Напресування кулькового підшипника проміжного вала

9. Закріпити стопорне кільце підшипника на валу проміжного валу.

10. Покласти прокладку та встановити задню кришку підшипника проміжного валу, після чого закріпити її болтами з шайбами.

11. Вставити в картер зібраний вторинний вал. Надіти стопорне кільце на кульковий підшипник вторинного валу, напресувати підшипник на шийку валу та вставити його в отвір картера. Підшипник має бути встановлений канавкою назовні (рис. 3.17).

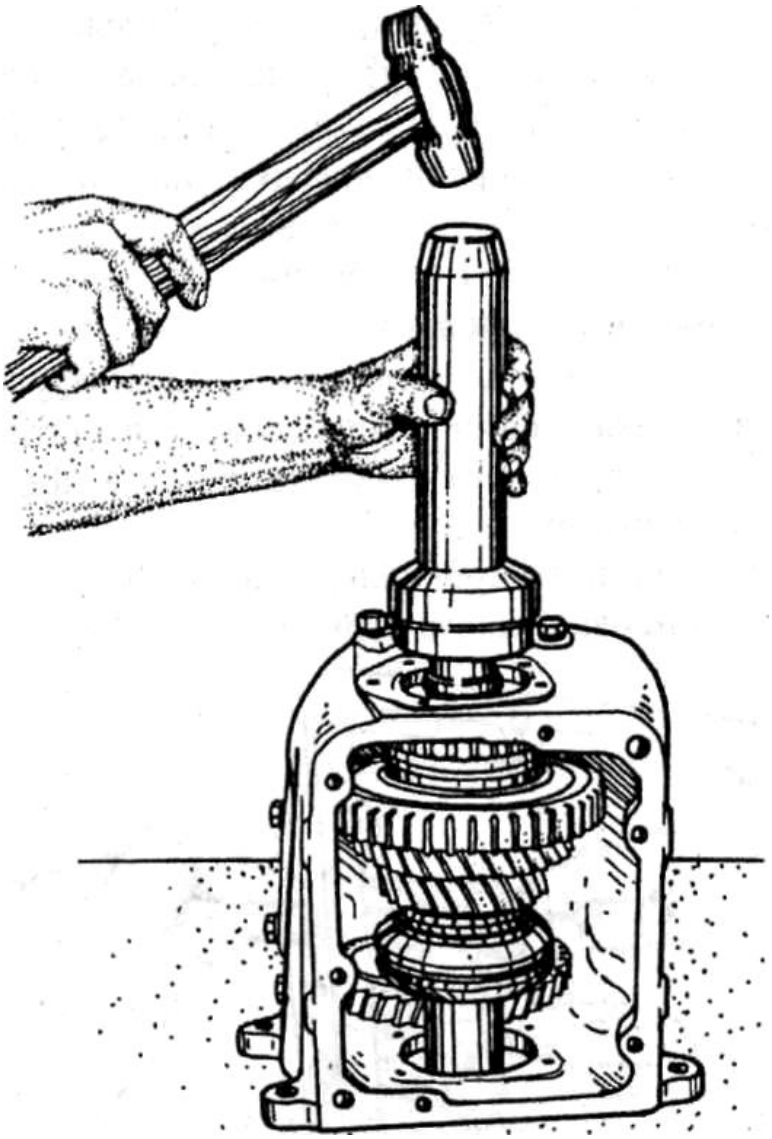


Рис. 3.17. Напресування кулькового підшипника вторинного вала

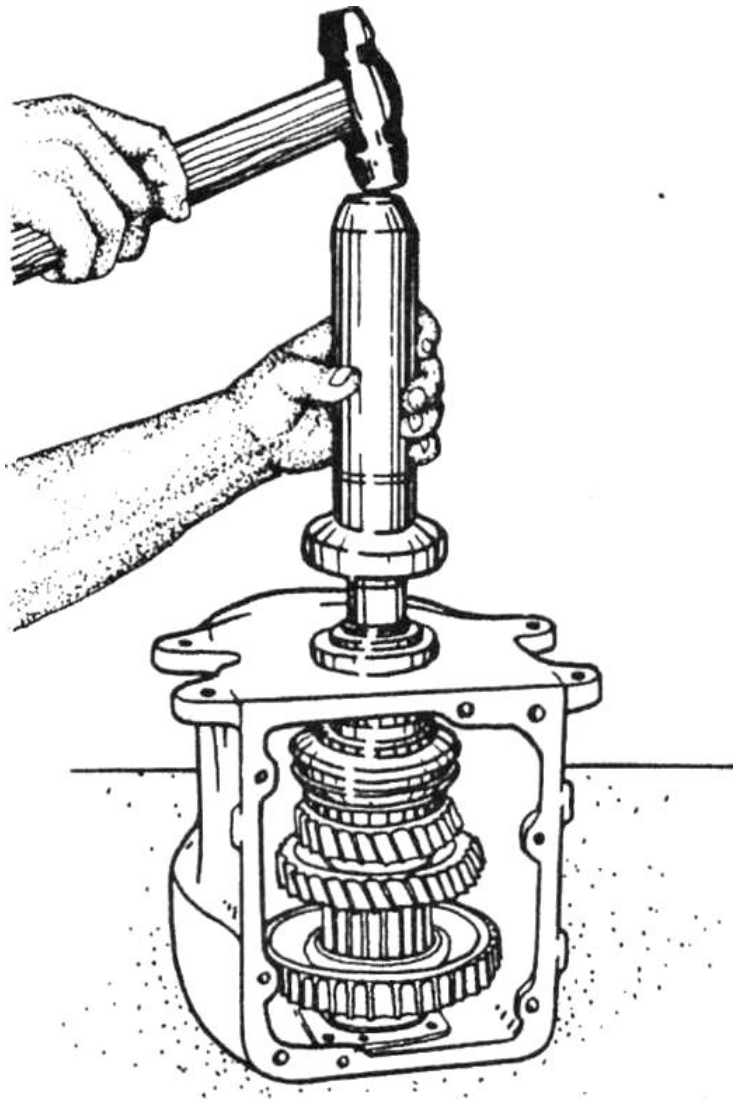


Рис. 3.18. Встановлення первинного вала

12. Вставити первинний вал у відповідне місце в картері (рис. 3.18).

13. Установити прокладку і зафіксувати кришку первинного валу болтами з шайбами.

14. Установити прокладку і прикріпити кришку люка для відбору потужності болтами з шайбами.

15. Вставити сальник у задню кришку вторинного валу, встановивши його на рівні зовнішнього торця, і встановити сапун.

16. Установити прокладку і задню кришку вторинного валу, зафіксувати її болтами з шайбами, а також встановити на вторинний вал ведучу шестерню для приводу спідометра.

17. Встановити прокладку і зібрану верхню кришку, закріпивши її болтами з шайбами.

18. Установити ведену шестерню приводу спідометра і штуцер у задню кришку, закріпивши їх болтом і стопором.

19. Установити фланець і шайбу на кінець вторинного валу, зафіксувавши гайкою з моментом затягування не менше 25 Н·м (25 кгс·м), після чого закернити гайку в пазу валу.

20. Установити зібрану коробку передач на стенд для випробування без навантаження при частоті обертання первинного валу 12 об/с (750 об/хв) протягом однієї хвилини (без масла). Перевірити рівень шуму, температуру і легкість перемикання передач.

4. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Коробка передач є важливою частиною трансмісії автомобіля, яка в процесі експлуатації піддається значним механічним навантаженням. Це робить її схильною до частих поломок, через що часто виникає необхідність у ремонті та заміні окремих деталей. У попередньому розділі була описана методика для визначення сумарного кутового люфту в коробках передач, яка дозволяє отримати попереднє уявлення про технічний стан агрегату. Однак навіть у випадках, коли значення кутового люфту не перевищують допустимі межі, можливі інші несправності, що можуть проявлятися підвищеною шумністю, надмірним нагрівом, витіканням мастила через ущільнення або самовільним вимиканням передач.

З огляду на це, метою цього дипломного проекту є розробка пристрою, що дозволить визначати технічний стан коробок передач безпосередньо під час їх експлуатації. Такий пристрій допоможе вчасно виявляти несправності та запобігати більш серйозним пошкодженням, що дозволить підвищити надійність роботи автомобіля та зменшити витрати на ремонт..

4.1 Будова і принцип дії обладнання

Принцип роботи пристрою має бути таким, щоб створити умови, максимально наближені до реального режиму роботи коробки передач на автомобілі. Це дозволить точніше оцінювати її технічний стан, включаючи виявлення будь-яких дефектів, що можуть виникнути в процесі експлуатації.

Пристрій складається з основи 1, яка виготовлена у вигляді зварної конструкції, що спирається на чотири опори. Для забезпечення надійності та стабільності конструкція обладнана поздовжніми лонжеронами. Опори та лонжерони виконані зі сталі у вигляді гнутого рівнополочного швелера за ГОСТ 8278-83. Технічні характеристики швелера наступні:

- Висота швелера (h) = 120 мм

- Ширина швелера (b) = 50 мм

- Товщина стінки (s) = 6 мм

Вага одного погонного метра швелера становить 9,31 кг, що забезпечує достатню міцність конструкції, а також дозволяє витримувати навантаження, що виникають під час тестування коробки передач.

Завдяки такій конструкції пристрій має високу стабільність та надійність, що необхідно для точної симуляції реальних умов роботи коробки передач на автомобілі.

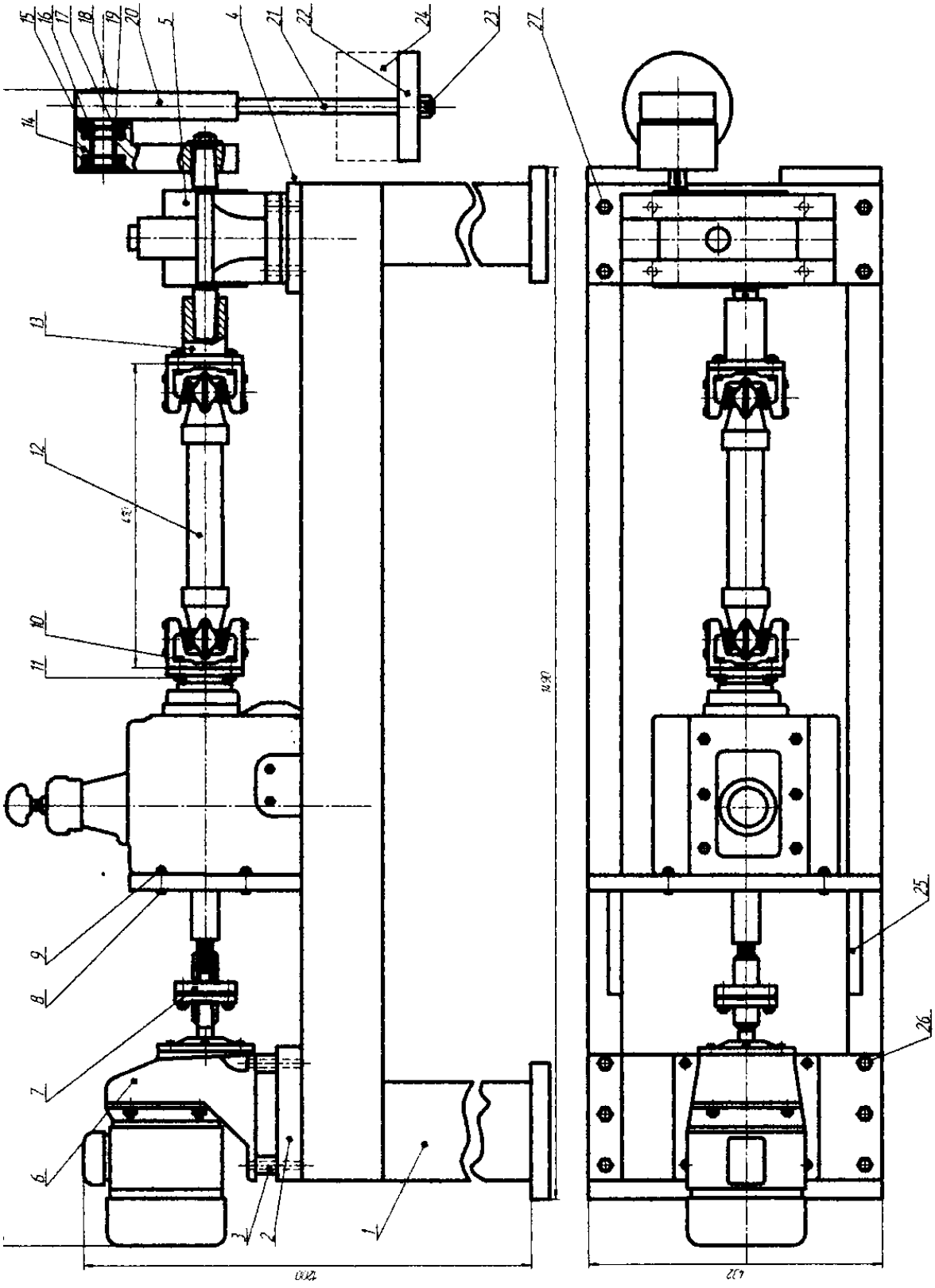


Рис. 4.1 Загальний вигляд пристрою для визначення технічного стану коробок передач

Усередині поздовжніх лонжеронів закріплена утримуюча плита з отворами для монтажу коробки передач. Спереду основи прикріплена передня плита 2, яка фіксується за допомогою болтів з гайками, а на ній встановлені дві підкладки 3, що слугують основою для установки мотор-

редуктора 6. Виходячи з номінального крутного моменту, який передає коробка передач автомобіля, було обрано двигун моделі МЦ-63, який доступний у чотирьох модифікаціях за частотою обертання вихідного вала: n = 450, 355, 280 і 224 об/хв. Вал двигуна з'єднаний з еластичною муфтою 7, яка розрахована на крутний момент Т = 315 Нм. У задній частині основи аналогічним способом закріплена задня плита 4, на якій розміщено одноступінчастий редуктор з міжцентровою відстанню валів 100 мм і номінальним крутним моментом Т = 315 Нм. Номінальне радіальне навантаження на валу редуктора становить 630 Н, а на вихідному валу – 2240 Н. Коефіцієнт корисної дії редуктора становить 98%, а його вага – 27 кг. Вихідний вал редуктора повернутий у бік випробовуваної коробки передач, і на ньому закріплено фланець 13 карданного вала 12. На вхідному валу редуктора 5 закріплено кривошип 14, на якому встановлено вісь 18 на двох кулькових підшипниках. Ця вісь запресована в шатун 20, в різьбовий отвір якого вкручена тяга 21, а на протилежному кінці тяги закріплено опорний диск 22.

Коробка передач встановлюється на фіксуючу плиту основи і закріплюється чотирма болтами з гайками. Первинний вал коробки з'єднується з еластичною муфтою 7, а фланець вторинного валу закріплюється до шарніра кардана 12 також чотирма болтами з гайками. Під час роботи пристрою крутний момент, що генерується двигуном-редуктором, передається на первинний вал коробки через еластичну муфту, а потім через вторинний вал і кардан на вихідний вал редуктора. У цей момент кривошип починає обертатися, а шатун з вантажем, встановлений на опорному диску, рухається по круговій траєкторії, відтворюючи шлях осі в підшипниках кривошипа. У процесі обертання крутний момент, що чинить опір обертанню, коливається протягом одного оберту вала, змінюючись від нульового до максимального і мінімального значень.

Якщо взяти за початкову точку верхню мертву точку кривошипа, то момент опору двигуну-редуктору дорівнюватиме нулю. При спуску вантажу

з цієї точки вниз він сприяє обертанню двигуна-редуктора. У нижній мертвій точці крутний момент знову стає нульовим, а при підйомі кривошипа навантаження збільшується і чинить опір двигуну-редуктору, досягаючи максимального значення, коли кривошип знаходиться в горизонтальному положенні. При подальшому підйомі кривошипа від горизонталі опір обертанню двигуна поступово зменшується, і коли шатун займає вертикальне положення, момент опору знову дорівнює нулю. Таким чином, в коробці передач створюються умови, аналогічні розгону автомобіля і гальмуванню двигуном, що дозволяє максимально наблизити тестування технічного стану коробки до реальних умов експлуатації на автомобілі.

4.2. Визначення діючих сил і моментів.

Динамічний момент, який створюється вагою опорного диска, тяги шатуна і самого шатуна, визначається за формулою: [1, 8]:

$$M_д = M \times K_д, \; Н \times м \qquad (4.1)$$

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

$K_д$ – коефіцієнт динамічний, враховує неточності виготовлення обладнання.

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

$$M = G_1 \times l_1 + G_2 \times l_2 + G_3 \times l_3, \; Н \times м, \qquad (4.2)$$

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

$$G_1 = 73,0 \; Н$$

$$G_2 = 7,8 \; Н$$

$$G_3 = 48,1 \; Н$$

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

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

Підставивши значення отримаємо

$M = 73{,}0 \times 0{,}15 + 7{,}8 \times 0{,}15 + 48{,}1 \times 0{,}15 = 19{,}33\ Н \times м$

Динамічний коефіцієнт [1, 8];

$$K_д = 1 + \sqrt{1 + \frac{\vartheta^2}{g \times \delta_{ст}}} \qquad (4.3)$$

де ϑ - колова швидкість, *м/с;*

g - мприскорення вільного падіння, $м/с^2$;

$\delta_{ст}$ – мстатичне зміщення під дією ваги рухомих деталей, *м.*

Статичне зміщення під дією ваги деталей

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

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

R - відстань осі вала редуктора до осі шатуна, *мм;*

l - максимальна відстань від осі вала редуктора до осі тяги шатуна, коли кривошип знаходиться в горизонтальному положенні, дорівнює радіусу кривошипа. У цьому положенні тяга шатуна розташована на найбільшій відстані від осі обертання, оскільки кривошип витягнутий горизонтально.*;*

G - пружность другого роду сталі з якої виготовлені деталі, *МПа;*

I_p - момент інерції вала редуктора , $мм^4$.

Для суцільного круглого поперечного перерізу момент інерції

$$I_p = \pi \times D^4 / 32,\ мм^4$$

У формулі (4.4) зробимо деякі перетворення

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

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

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

$$R = X_c = m_д \times x_д + m_т \times x_т + m_ш \times x_ш / m_д + m_т + m_ш \qquad (4.6)$$

де $m_д$, $m_т$, $m_{вш}$ – відповідно дискова маса опорного, шатуна тяги і шатуна, *кг;*

$x_д$,$x_т$, $x_ш$ - відстань від центра ваги диска опорного, шатуна тяги і шатуна до редуктора валу, *м.*

Підставивши значення отримаємо

$$R = X_c = 7{,}3\times0{,}15 + 0{,}78\times0{,}15 + 0{,}48\times0{,}15/7{,}3+0{,}78+0{,}48 = 0{,}169 \text{ м} = 169\text{мм}$$

Підставивши значення R і I_p у формулу (4.5) одержимо

$$\delta_{ст} = 19330\times169\times150/8\times104\times4{,}97\times10^{7} = 1{,}2\times10^{-2} \text{ мм}$$

Значення допустимої колової швидкості:

$$\vartheta = \omega \times R \qquad (4.7)$$

де ω - кутова швидкість, рад/с

Підставивши значення одержимо

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

Підставивши значення $\delta_{ст}$ і ϑ у формулу (4.3) одержимо

$$K_д = 1 + \sqrt{1 + \frac{1{,}69^2}{9{,}8\times1{,}2\times10^{-2}\times10^{-3}}} = 121$$

Тоді динамічний момент дорівнює

$$M_д = 19{,}33\times121 = 2338{,}93 \text{ Нм}$$

4.2.1. Розрахунок деталей на міцність.

Розраховуємо на міцність кривошип.

Згинаючий момент кривошипа знаходимо за формулою:

$$T = F_{зг} \times R \qquad (4.8)$$

де $F_{зг}$ - згинаюча сила, *Н;*

R – радіус кривошипа, *мм.*

Звідси

$$F_{зг} = T/R \qquad (4.9)$$

Підставивши значення отримаємо

$$F_{зг} = 315\times10^{3}/169 = 1860 \text{ Н}$$

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

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

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

W - момент опору, *мм*$^{3;}$

$[\sigma]_{зг}$ – допустимі напруження згину *120 МПа.*

Момент опору визначається за формулою

$$W = 1/6 \times a \times в^2 \qquad (4.11)$$

де $a,в$ – 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

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

Умова міцності шатуна виконується [1, 8]

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

5. ОХОРОНА ПРАЦІ.

Охорона праці є комплексною системою заходів, спрямованих на забезпечення здоров'я та безпеки працівників. Вона включає наступні аспекти:

- Трудові: дотримання трудового законодавства відповідно до Закону України «Про охорону праці», що гарантує захист прав працівників та забезпечення належних умов праці.
- Технічні: заходи з техніки безпеки, які забезпечують безпеку під час виконання різних сільськогосподарських робіт, експлуатації та ремонту техніки.
- Санітарно-виробничі: створення здорових умов праці через виконання санітарних норм і стандартів.
- Протипожежні: заходи з протипожежної безпеки, що включають інженерно-технічні заходи для запобігання виникненню пожеж та мінімізації їх наслідків.

Ці елементи охорони праці взаємопов'язані та необхідні для створення безпечних та здорових умов на робочих місцях.

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

Технологічний процес заміни коробки передач автомобіля ГАЗ-53 можна поділити на наступні етапи:

1. Встановлення автомобіля на робоче місце (оглядову яму): Підготовка робочого місця для проведення ремонту.
2. Зливання оливи: Видалення оливи з коробки передач перед її демонтажем.
3. Виконання розбиральних операцій: Створення доступу до з'єднань коробки передач з іншими компонентами автомобіля.

4. Встановлення пристрою для утримування коробки передач: Підготовка спеціального обладнання для підтримки коробки під час демонтажу.

5. Фіксація коробки передач за допомогою пристрою: Закріплення коробки передач, щоб запобігти її переміщенню під час розбирання.

6. Кріплення коробки передач до знімача: Підключення коробки передач до спеціального інструменту для її зняття.

7. Від'єднання решти кріпильних елементів: Демонтаж усіх додаткових кріплень, що утримують коробку передач.

8. Від'єднання коробки передач від двигуна: Здійснення роз'єднання коробки передач від двигуна автомобіля.

9. Знімання коробки передач з автомобіля і транспортування: Виведення коробки з автомобіля і транспортування її в іншу зону для ремонту чи заміни.

Ці етапи забезпечують безпечну та організовану заміну коробки передач автомобіля ГАЗ-53. Однак під час виконання зазначених операцій можуть виникати такі травмонебезпечні ситуації:

- Під час розміщення автомобіля на оглядову яму можливі наступні небезпеки:
- технічні проблеми з автомобілем (наприклад, у системі рульового керування);
- відсутність або пошкодження напрямних брусів оглядової ями.

При зливанні моторної оливи можуть виникнути такі ризики:

- використання несправного інструменту;
- злив оливи з високою температурою.

Під час розбирання для створення доступу до з'єднань коробки передач з іншими частинами автомобіля можливі такі травмонебезпечні ситуації:

- невідповідність інструментів за розмірами;
- несправність інструменту.

При встановленні пристрою для утримування коробки передач можуть виникнути такі небезпеки:

- невідповідність розмірів інструментів розмірам знімаються деталей;

- несправність пристрою.

Під час фіксації коробки передач за допомогою пристрою можуть виникнути такі ситуації:

- порушення спряження елементів пристрою;

- перебування в зоні переміщення коробки передач (Н Д4);

- використання несправного обладнання (Н Д5).

Небезпечні ситуації (НС) можуть включати:

- Руйнування деталей гакової підвіски (НС1);

- Потрапляння гарячої оливи на шкіру рук, обличчя чи 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).

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

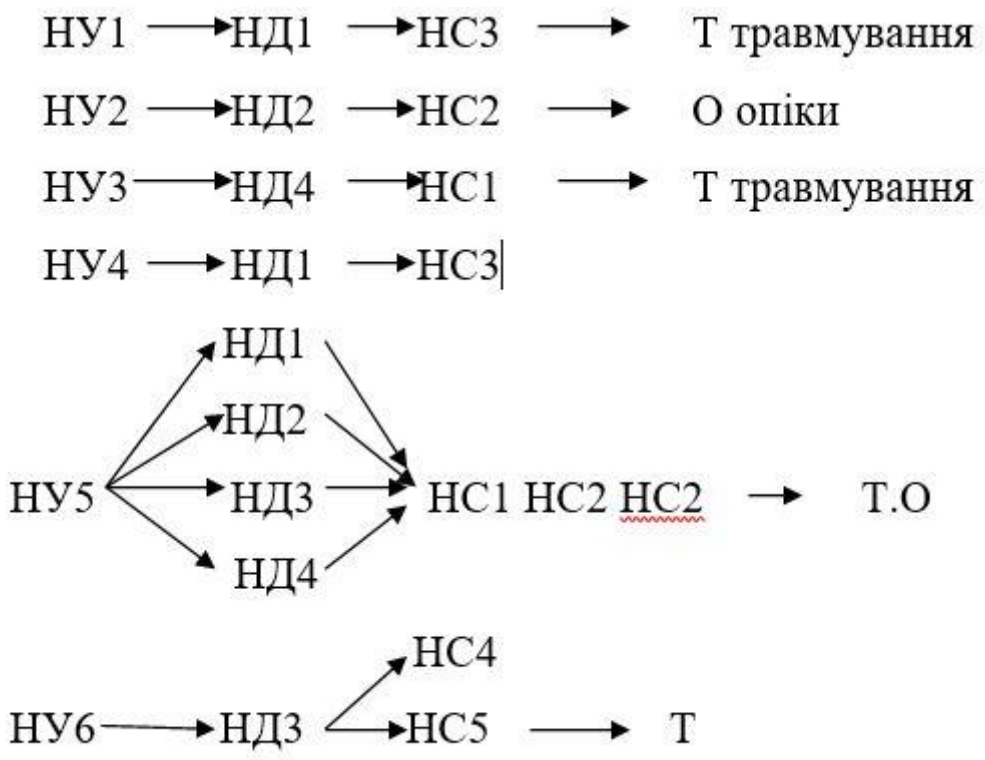


Рис. 5.1 Модель процесу.

5.2 Вимоги техніки безпеки під час заміни коробки передач автомобіля.

Перед початком ремонту автомобіль має бути ретельно вимитий і очищений від бруду. Забороняється ставити брудний автомобіль на ремонт, оскільки під час виконання операцій під автомобілем бруд може потрапити в очі, а з забруднених кріпильних деталей може зриватися інструмент. Крім того, це ускладнює огляд вузлів і агрегатів автомобіля. Миття автомобіля слід проводити тільки на спеціально відведених місцях з системою для стікання води через відстійник. Забороняється мити коробки передач та інші вузли бензином, оскільки це може призвести до пожежі. Для миття слід використовувати гарячу воду з мийним розчином, до складу якого входять їдкий натрій або каустична сода. Після миття автомобіль встановлюють на естакаду чи відкритий майданчик, забезпечуючи вільний доступ працівника до робочих зон. Обов'язково необхідно загальмувати автомобіль за допомогою стоянкового гальма і додатково підкласти опори під передні та задні колеса.

Для зливу відпрацьованої оливи необхідно заздалегідь підготувати герметичну тару відповідного об'єму і правильно розташувати її під зливним отвором в картері, щоб уникнути розбризкування масла. Зливні та заливні пробки слід відкручувати лише за допомогою спеціально призначених ключів.

Усі операції розбирання та складання повинні виконуватись згідно з технологічною картою в зазначеній послідовності. Розбирання зазвичай проводиться за допомогою гайкових ключів. Для безпеки рекомендується використовувати накидні та торцеві ключі, які надійніше тримаються на гайках або головках болтів і зручні в роботі.

У випадку важкодоступних місць, де кут повороту ключа обмежений, доцільно застосовувати ключі з хрестовими механізмами, що дозволяють уникнути необхідності знімати і встановлювати інструмент на гайку або болт після кожного оберту. Працюючи в незручному положенні під автомобілем, важливо правильно встановити ключ на гайку чи болт, оскільки випадкове падіння інструмента може призвести до травм. Не слід застосовувати кругове обертання ключа, оскільки це може призвести до зісковзування інструмента. Також заборонено подовжувати ключ додатковими інструментами, такими як інший ключ чи труба.

Якщо гайка заржавіла і не піддається відкручуванню, необхідно постукати по гранях гайки молотком, змастити її гасом, затягнути на 1/4 оберту і лише після цього спробувати відкрутити.

Агрегати та вузли великої маси (наприклад, двигун або коробка передач) повинні зніматися і транспортуватися за допомогою підйомно-транспортних засобів. Таку роботу слід виконувати за допомогою інших осіб.

При збиранні агрегатів і вузлів не можна перевіряти співвісність отворів пальцем, оскільки навіть незначне зміщення може призвести до травм. Для цього слід використовувати металевий стержень.

5.3 Розрахунок виробничого освітлення.

Розрахунок освітлення на виробництві здійснюється у два етапи: спочатку визначається природне освітлення, а потім — штучне. Основою для розрахунку є коефіцієнт природного освітлення, який залежить від розряду зорової роботи, що встановлюється в СНіП. Нормоване значення коефіцієнта природного освітлення визначається за допомогою формули.

$$e_н = e \ \ м \ \ c, \tag{5.1}$$

де e – коефіцієнт природного освітлення,

e = 1,5,

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

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

$$e_н = 1{,}52{,}00{,}7 = 2{,}1$$

Площу освітлювальних щілин $S_в$ для забезпечення нормативного значення КПО визначається за формулою [8, 12, 13]:

$$S_в = \frac{e_н * \eta_d * S_п * K_{е.б.}}{100 * \tau_0 * r_1}, м^2 \qquad (5.2)$$

де $e_н$ – нормативне значення КПО, $е_н$ =1,2

$\eta_в$ – світлова характеристика вікон, $\eta_в$ = 20,

$S_п$ – площа підлоги, $S_п$ = 144 м^2,

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

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

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

$$S_в = 1{,}2201441{,}4/1000{,}42{,}8 = 43 м^2$$

Після детального обчислення світлопропускної площі Sв, визначається відповідність розмірів і кількості вікон в приміщенні. Розрахунок проводиться поетапно, з урахуванням розряду зорової роботи, типу джерела світла, системи освітлення, контрасту об'єкта, розпізнавання та фону. За цими характеристиками встановлюється норма освітленості, вибирається тип світильника і його висота підвісу. Далі визначається відстань між освітлювачами та їх кількість. При цьому враховується, що рівномірність освітлення залежить від висоти підвісу 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 [ ]:

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

де S – площа приміщення, S = 144 м^2,

H_p – розрахункова висота підвішування світильника, H_p = 4,2 м,

L та B – довжина і ширина основного приміщення, L = 18 м, B = 15 м

$$i = 1212 / 4{,}2\ (12+12) = 1{,}43$$

Розрахунок світлового потоку, який повинний створитись в основному приміщенні всі лампи за формулою [8,12]:

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

де E – мінімальна нормована освітленість, E =200лк,

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

S – площа приміщення, S = 144 м^2,

z - поправочний коефіцієнт, який враховує нерівномірність освітлення, z = 0,9 – 1,4,

η - коефіцієнт використання світлового потоку, η =0.85

$$\Phi_n = 2001.31440{,}8/\ 0{,}85 = 35237{,}5 \text{ лк}$$

Відстань між освітлювачами визначаємо за формулою:

$$L_c = \Upsilon H_p \qquad (5.5)$$

де Υ - коефіцієнт взаємного розташування світильників залежно від висоти підвісу, Υ = 1,4 – 2,5 (для шахового розташування) і Υ = 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

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

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

Світловий потік одного освітлювача визначаємо з виразу

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

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

Вибір лампи здійснюється на основі таблиць світлотехнічних характеристик, враховуючи необхідний світловий потік. При цьому потрібно враховувати, що фактичний світловий потік вибраної лампи може відрізнятися від розрахункового значення на 10-20%..

5.4 Розробка заходів щодо захисту населення

Захист цивільного населення від загроз та надзвичайних ситуацій є важливим завданням для служби охорони праці та цивільної оборони. Він ґрунтується на впровадженні комплексу заходів, що включають організаційні, протиепідемічні та інші заходи для запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. До таких заходів належать:

- розробка наглядно-методичних та інформаційних матеріалів;

- планування і проведення навчально-практичних занять з питань надзвичайних ситуацій;

- ознайомлення всіх працівників та учнів з їх обов’язками щодо дій під час надзвичайних ситуацій;

- ознайомлення з системою оповіщення на підприємстві.

Для кожного типу надзвичайних ситуацій розробляються конкретні плани дій, включаючи використання засобів індивідуального захисту, схеми та маршрути евакуації з приміщень, а також подальші маршрути транспортування в безпечні зони. Начальник цивільної оборони має регулярно проводити тренування та практичні заняття, де вирішуються ситуаційні завдання, що охоплюють різноманітні варіанти стихійних лих та техногенних катастроф, а також хімічні та радіаційні загрози.

6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Запровадження нових машин і технологій у виробництво передбачає використання сучасних конструкційних матеріалів, лаків та фарб, які на початковому етапі можуть бути екологічно небезпечними. Згодом, через природне старіння, механічне руйнування та взаємодію з різними речовинами, ці матеріали можуть утворювати шкідливі суміші і сполуки, які негативно впливають на флору та фауну. У останні роки в усьому світі зростає увага до питань охорони довкілля, і, як правило, нові конструктивні та технологічні розробки проходять екологічну експертизу.

Охорона довкілля — це раціональне використання природних ресурсів і запобігання їх забрудненню. Це одні з найактуальніших проблем сучасності, що набувають все більшого економічного і соціального значення. Ці завдання стали особливо важливими останніми десятиліттями через стрімкий технічний прогрес, який призводить до негативних змін у навколишньому середовищі. Тому охорона довкілля в ремонтному виробництві та технічному сервісі набуває особливої ваги.

На території дослідного господарства «Вітас» розташовані адміністративні будівлі, складські приміщення, гаражі, майстерні, котельня, а також станція заправки пальним і пункт мастильних матеріалів. Проведення ремонтних робіт у майстернях сприяє виникненню різних забруднень, таких як викиди в атмосферу, відходи, забруднення води, ґрунтів тощо.

Основне завдання плану охорони довкілля — мінімізувати шкідливий вплив виробничої діяльності на навколишнє середовище. Для цього передбачено використання сучасних очисних технологій, пристроїв та споруд, а також застосування безвідходних виробничих процесів.

6.1. Охорона та ефективне використання водних ресурсів.

Вода є однією з найнеобхідніших та найпоширеніших речовин, які використовуються в ремонтному виробництві, так само як і в багатьох інших

сферах. Водопостачання майстерні здійснюється через єдину систему, яка забезпечує як побутові, так і технічні потреби води. До побутових потреб належать: 1) вода для гігієнічних процедур, 2) питна вода. Технічні потреби включають: 1) воду для мийно-очисних робіт, 2) воду для гартувальних ванн, 3) воду для охолоджувальних емульсій, що використовуються в металорізальних верстатах.

Для підтримання ефективності охолоджувальних емульсій застосовують каустичну соду, оскільки емульсія з часом насичується масляними залишками, які завжди присутні на поверхнях деталей. Очищення емульсії здійснюється шляхом додавання NaOH та відстоювання. Очищену суміш використовують у співвідношенні 1:1 зі свіжоприготованою емульсією. Для забезпечення стабільності властивостей емульсії до неї додають емульгатори.

Мийні розчини використовуються після ступінчастої очистки за допомогою МУ-МПЗ-1. Періодично мийні розчини поновлюються, а осади і продукти фільтрації утилізуються.

Відпрацьована вода, що містить паливо, мастильні матеріали та нафтову плівку, частково розчиняється у воді, але більшість забруднень осідають як важкі фракції в системі. Для збору такої води використовуються каналізаційні колодязі. Уся вода проходить через очисні споруди перед викидом в навколишнє середовище.

6.2. Охорона атмосферного повітря.

Атмосферне повітря є важливим елементом, який потребує охорони. Основні джерела забруднення повітря на ремонтному підприємстві включають: 1) відпрацьовані гази автомобілів; 2) випари розчинників, які застосовуються для миття і знежирення; 3) випари мийних розчинів; 4) випари флюсів, що використовуються під час зварювання; 5) випари при газополуменевому зварюванні та різанні металу; 6) випари бензину та мастил на нафтобазах під час заправки автомобілів та інших процесах; 7) випари

фарб, розчинників, ґрунтовок і очищувачів, які застосовуються при фарбуванні та підготовці поверхонь.

Для зменшення забруднення повітря вживаються наступні заходи:

- паливо-мастильні матеріали зберігаються у герметичних цистернах з охолодженням, а також використовується справне обладнання;

- під час заправки автомобілів відпрацьовані матеріали збираються у спеціальних контейнерах;

- кількість відпрацьованих газів, що потрапляють в атмосферу, можна зменшити, правильно налаштувавши систему живлення;

- хімічний склад відпрацьованих газів контролюється за допомогою газоаналізаторів.

Крім того, на вихлопних системах автомобілів встановлюються каталізатори, що розкладають шкідливі гази на нешкідливі компоненти, такі як вода і кисень. У фарбувальних камерах встановлюють циклонні фільтри, що осаджують фарбу, та захисні водяні завіси.

6.3. Основні заходи охорони довкілля для дільниці поточного ремонту автомобілів

З огляду на фактори забруднення навколишнього середовища на дільниці технічного обслуговування автомобілів, необхідно реалізувати такі заходи:

- використовувати технології миття автомобілів, їх агрегатів і деталей за замкнутим циклом;

- регулярно перевіряти, очищати та підтримувати систему фільтрів і відстійників для очищення відпрацьованих мийних розчинів перед їх подальшою відправкою в стічні магістралі;

- оснастити робочі місця для зварювання та наплавлення витяжною вентиляцією з фільтрами та вловлювачами;

- забезпечити робоче місце для приготування електролітів витяжною вентиляцією з фільтрами і системою утилізації електролітів з резервуарами для нейтралізації;

- утилізувати розплави солей та інші відпрацьовані речовини лише після хімічної нейтралізації;

- збирати відходи перетворення іржі та усунення лакових і фарбових покриттів в спеціальні ємності для подальшої нейтралізації та утилізації;

- відпрацьовані електроліти з акумуляторних батарей зливати у скляні контейнери для відстоювання, а потім після обробки осаду проводити хімічну нейтралізацію;

- при відновленні деталей полімерними матеріалами проводити обчислення витрат композицій, щоб мінімізувати їх залишки;

- утилізувати залишки полімерних матеріалів в окрему тару;

- фарбувати автомобілі та їх деталі в спеціальних камерах, оснащених водяними завісами та витяжною вентиляцією з фільтрами-вловлювачами, а розчинники фарб зберігати в спеціальних витяжних шафах;

- сортувати відпрацьовані мастила і направляти їх на регенерацію в нафтопереробні заводи;

- охолоджувальні, гальмівні та інші технологічні рідини утилізувати через відстоювання та хімічну нейтралізацію;

- проводити випробування та гаряче обкатування двигунів з використанням неетилованих бензинів.

Впровадження цих заходів дозволить мінімізувати негативний вплив виробничої діяльності на довкілля. Крім того, слід систематично здійснювати контроль хімічного складу стічних вод, моніторити викиди з вентиляційних систем, а також запроваджувати нові технологічні процеси ремонту та обслуговування автомобілів тільки після відповідної економічної експертизи. Важливо також використовувати паливо, мастила та інші витратні матеріали, сертифіковані відповідними органами на предмет їхньої екологічної безпеки.

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

За результатами досліджень і практичного досвіду ремонтних підприємств, виявлено, що експлуатація коробок передач, які не пройшли випробувань після ремонту, призводить до зниження їхнього ресурсу на 15-35%. В окремих випадках це може спричинити руйнування деталей уже після перших п’яти тисяч кілометрів пробігу. На перших етапах експлуатації, через шум та порушення температурного режиму, до 40% коробок передач потребують повторного розбирання і усунення дефектів. Крім того, зазвичай доводиться замінювати пошкоджені деталі.

Запровадження пристрою, розробленого в рамках цього дипломного проекту, дозволить своєчасно виявляти та усувати можливі несправності в коробках передач, що забезпечить економічний ефект завдяки зниженню витрат на запасні частини, зменшенню витрат на додаткові ремонти та уникненню втрат через простої автомобілів.

Розрахунок економічного ефекту від впровадження цього пристрою для оцінки технічного стану коробок передач. [15]:

$$E_p = B_p - З_p, \text{ грн.}, \tag{7.1}$$

де $B_р$ - Оцінка вартості результатів, досягнутих за розрахунковий період, у гривнях;

$З_р$ - Оцінка вартості витрат, пов'язаних з експлуатацією пристрою за розрахунковий період, у гривнях.;

При розрахунках враховують строк служби пристрою t, а вартісну оцінку результатів, що будуть отримані за весь період його експлуатації, визначають за допомогою формули: [15]:

$$B_р = \sum_{t=i*n}^{t=i*k} B_t * \alpha_t \text{ ; грн} \tag{7.2}$$

де B_t - Вартісна оцінка результатів у t-му році розрахункового періоду;

t_n - початковий рік розрахункового періоду;

t_k - кінцевий рік розрахункового періоду;

α_t - коефіцієнт зведення до розрахункового року.

Оцінка вартості результатів у t-му році розраховується за допомогою такої формули:

$$Bt = Цt * Пt \text{ ,грн.} \quad (7.3)$$

де, $Ц_t$ - економія витрат при проведенні одного обкатування тягового моста автомобіля, грн.;

$П_t$ - загальна кількість оцінок технічного стану коробок передач автомобілів у цьому році за допомогою розробленого обладнання.

Коефіцієнт приведення до розрахункового року обчислюється за допомогою формули:

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

де $E_н$ - норматив приведення витрат, що виникають у різний час, та отримання результатів, які чисельно відповідають нормативу ефективності номінальних вкладень., $E_н = 0{,}1$;

$t_р$ - розрахунковий рік;

t - рік, затрати якого зводяться до розрахункового року.

Для розрахунку економічного ефекту використовуємо наступну методику. У процесі розрахунків враховуємо, що всі автомобілі будуть обслуговуватися з використанням обладнання для визначення технічного стану. Загальну кількість автомобілів, які обслуговуватимуться протягом року, визначаємо за формулою:

$$П_t = T_{ра} / t_ц \text{ , шт.}, \quad (7.5)$$

де $T_{ра}$ – загальна кількість трудових витрат на ремонт коробок передач для міжгосподарської дільниці, $T_{ра}$ =2060 люд. год;

$t_ц$ – трудомісткість ремонту одної коробки передач з врахуванням часу на обкатування, $t_ц$ = 18 люд. год.

$$П_t = 2060 / 18 = 114 \text{ шт.}$$

У подальших розрахунках передбачається, що кількість ремонтованих та випробовуваних коробок передач зростатиме щорічно на 5% завдяки збільшенню чисельності автомобілів та зони обслуговування міжгосподарською дільницею [15].

Для визначення економії коштів від обкатування однієї коробки передач протягом терміну служби обладнання використовуємо наступну формулу:

$$Ц_t = (Цзп + Цоп + Цпр) * \alpha t, \text{ грн}, \quad (7.6)$$

де $Ц_{зп}$ – Економія коштів завдяки зменшенню витрат на запасні частини внаслідок проведення випробовувань коробок передач, грн.;

$Ц_{оп}$ - Економія коштів завдяки зменшенню трудомісткості повторних ремонтних робіт внаслідок проведення обкатування коробок передач, грн.;

$Ц_{пр}$- Зниження збитків через простій автомобіля під час повторного ремонту завдяки проведенню випробувань коробок передач, грн.

$$Ц_{2011} = (80+ 120 +90) *1 = 290 \text{ грн}$$

Підставивши отримані значення у формулу (7.3), визначаємо вартісну оцінку результатів для початкового розрахункового року.$B_{2011} = 290* 114 = 33060$ грн

Аналогічним чином визначаємо для наступних років, а результати розрахунків вносимо до таблиці. 7.1

Вартісну оцінку витрат визначаємо за формулою [ ]:

$$З_p = \sum_{e=1}^{e=e} З_t * \alpha_t \text{ , грн.} \quad (7.7)$$

де $З_t$ - величина витрат в t-тому році, грн.

Для першого розрахункового року вартісну оцінку витрат обчислюємо за допомогою виразу:

$$З_{2011} = З_1 + З_2 + З_3 + З_4 + З_5 + З_6 + З_e, \text{ грн.} \quad (7.8)$$

де $З_1$ - вартість виготовлення конструкторської та технічної документації, $З_1 = 280$ грн.;

$З_2$ - вартість матеріалів на комплект обладнання, $З_2 = 600$ грн.;

$З_3$ - вартість комплектуючих, $З_3$ = 3200 грн.;

$З_4$ - вартість виготовлення деталей, $З_4$ = 1200 грн.;

$З_5$ - вартість складальних, монтажних та налагоджувальних і випробувальних робіт, $З_5$ = 400 грн.;

$З_6$ - витрати на організацію і підготовку виробництва з використанням розробленого обладнання, $З_6$ = 200 грн.

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

$$З_е = П_t * (З_{оп} + З_{ел} + З_{тр}) , грн., \quad (7.9)$$

де $З_{оп}$ – оплата праці та нарахування на зарплату за обкатування одного моста, грн.;

$З_{ел}$ - вартість електроенергії, грн.;

$З_{тр}$ – втрати від продовження циклу ремонту за рахунок виконання операцій обкатування, грн.

$$З_е = 114 (5,60 + 2,40 + 15, 60) = 2690,4 грн$$

Значення показників З1...З6 визначені на основі експертних оцінок фахівців господарства та працівників кафедри експлуатації та технічного сервісу машин ЛНАУ..

$$З_{2011} = 280 + 600 + 3200+ 1200 + 400 + 200 + 2690,4 = 8570,4грн.$$

Для наступних років вартісну оцінку витрат обчислюємо за формулою.:

$$З_t = \eta_з * З_{2011} * \alpha_t , грн.$$

де $\eta_з$ - Частка початкової вартості обладнання, необхідна для забезпечення його роботоздатності., $\eta_з$ = 0,15 ;

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

$$С_{об} = 280 + 600 + 3200+ 1200 + 400 + 200 = 5880$$

$$З_{2012} = 0,15*5880*0,9091 = 882 грн.$$

$$З_{2012} = (183 + 1318)*0,9091 = 1365 грн.$$

Аналогічно проводимо розрахунки для наступних років, а результати вносимо до таблиці. 7.1.

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

Показники	Роки використання пристрою								Разом
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
$П_t$ - річна програма ремонту коробок, шт.	114	119	125	131	138	145	152	160	1088
$Ц_t$-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	
$В_t$ - 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
$Е_t$ - 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 :

$$Е_{2011} = 18560 - 1365 = 17195 \text{ грн}.$$

Строк окупності запропонованого обладнання визначаємо за формулою [ ]:

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

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

$$T_{ок.} = 8742* 8 / 217271 = 0,32 \text{ року}$$

Отже, строк окупності обладнання для обкатування на холостому ходу коробок передач автомобілів трохи менший чотирьох місяців.

ВИСНОВКИ

1. Детальний аналіз конструкції коробки передач автомобіля ГАЗ-53 виявив, що значна частина її компонентів піддається інтенсивному спрацюванню, що безпосередньо впливає на її технічний стан. Однак решта деталей мають значний залишковий ресурс, що підтверджує необхідність регулярного контролю та проведення поточного ремонту для забезпечення її надійної експлуатації.
2. Методика, запропонована в цьому дипломному проекті для визначення технічного стану коробки передач шляхом вимірювання сумарного кутового люфту, є ефективною та може бути безпосередньо використана в підрозділах технічного обслуговування різних рівнів агропромислових господарств.Розроблені структурні моделі контактів деталей при ввімкненні різних передач дадуть змого біль оперативно і точно визначити причини збільшення кутового люфту
3. Запропонована технологія ремонту коробок передач може бути успішно впроваджена в ремонтних майстернях агропромислових господарств, що дозволить забезпечити ефективне відновлення технічного стану коробок передач в умовах таких підприємств.
4. Розроблену конструкцію пристрою для визначення технічного стану коробок передач доцільно виготовляти для ремонтних підрозділів, де функціонують спеціалізовані робочі місця для ремонту коробок передач, що дозволить підвищити ефективність та точність діагностики технічного стану агрегатів.
5. Доцільність виготовлення та впровадження в виробництво пристрою для визначення технічного стану коробок передач підтверджується розрахунковим економічним ефектом, який становитиме понад 217 тис. грн., що забезпечить значну економію ресурсів і підвищить ефективність виробничих процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методи досліджень та організація експериментів / Под ред. проф. К.П. Власов.-Х.: Видавництво «Гуманітарний Центр» , 2002.-256с.
2. О.І. Сідашенко, О.А. Науменко. Практикум з ремонту машин. – К:.Урожай, 1995 р. – 224с.
3. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко «Практикум по ремонту машин», Харьков «Прапор», 1993 р.
4. Г. Н. Гряник «Охорона праці та пожежна безпека», Київ: «Вища школа», 1981 р.Корж В. К., Чумак В. К., Требенюк І. П. Ефективність спеціалізації ремонту сільськогосподарської техніки — Київ: Урожай, 1985 р.
5. Деревець І.М. Перспективи розвитку технічного процесу АПК. Техніка АПК. 2004 № 2, с.
6. Методичні рекомендації з «Оцінки безпеки сільськогосподарської техніки», Харків, 1991 р.
7. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Х.: ХНТУСГ, 2017.– 361с.
8. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., Мартиненко О.Д., та ін. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2 / За ред. О.І. Сідашенко О.І., О.В.Тіхонова. Навчаль-ний посібник. Харків: ТОВ «Пром-Арт». – 2018. 491с.
9. Загальні вимоги до технологічних процесів ГОСТ 12.3.002-87.
10. Теоретические основы технологии ремонта машин. Учебник в 3-х т./Сидашенко А.И., Науменко А.А., Скобло Т.С. и др. / Под ред. А.И. Сида-шенко, А.А. Науменко. Том 1. (Теория и технология производственных про-цессов ремонта машин). – Харьков.: ХНТУСХ, 2005. - 590с.

11. Ремонт машин. Підручник /О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло та ін. За ред. проф. О.І. Сідашенко, О.А. Науменко. - Х.: «Міськдрук», 2010. - 744с.
12. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Надежность и ремонт машин». Расчет производственной программы и проек-тирование мастерской, Харьков, 1987.
13. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Надежность и ремонт машин». Экономическое обоснование и разработка, Харьков, 1987.