

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

ДУДКА СТАНІСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ
ПЕРВИННОГО ВАЛУ КОРОБКИ ПЕРЕМИКАННЯ ПЕРЕДАЧ
АВТОМОБІЛЯ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.38 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Транспорт»**

Особистий підпис – _____ С. В. Дудка

Науковий керівник – _____ к.т.н., доцент О. О. Ревякіна
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

Зав. кафедри – _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

Декан факультету технологій та
інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Дудка Станіслав Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Транспорт»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Ревякіна Ольга Олександрівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Удосконалення технологічного процесу відновлення первинного валу коробки перемикачів передач автомобіля
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

№	Заходи	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ Дудка С. В.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Ревякіна О. О.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1 Призначення і типи коробок перемикання передач.....	8
1.2 Загальні відомості про тупінчасті коробки перемикання передач.....	9
1.3 Двохвальні і трьохвальні коробки перемикання передач.....	10
1.4 Багатовальні коробки перемикання передач.....	20
Висновки по розділу 1.....	23
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	25
2.1 Характеристика об'єкта проектування.....	25
2.2 Розрахунок виробничої програми.....	26
2.3 Схема технологічного процесу на дільниці ремонту валів КПП.....	28
2.4 Характеристика об'єкта відновлення.....	31
2.5 Вибір способу відновлення первинного валу.....	33
2.6 Технологічна карта процесу відновлення.....	35
2.7 Визначення пропусків на обробку.....	37
2.8 Розрахунок режимів обробки і норм часу.....	38
Висновки по розділу 2.....	42
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	43
3.1 Аналіз сучасних тенденцій у відновленні первинного валу коробки перемикання передач.....	43
3.2 Конструкторська пропозиція.....	47
3.3 Розрахунок зусилля на руків'ї стану.....	49
Висновки по розділу 3.....	50
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	51
4.1 Основні вимоги техніки безпеки при ремонті коробок перемикання передач.....	51

4.2	Розрахунок вентиляції і природного освітлення дільниці.....	52
4.3	Розрахунок штучного освітлення дільниці.....	53
4.4	Шкідливі виробничі чинники на дільниці.....	55
4.5	Електрична безпека дільниці відновлення валів КПП.....	56
4.6	Пожежна безпека дільниці відновлення валів КПП.....	57
4.7	Види інструктажів з охорони праці на авторемонтному підприємстві.....	58
	Висновки по розділу 4.....	50
	Загальні висновки.....	60
	Список використаної літератури.....	62

ВСТУП

При надходженні автомобілів в капітальний ремонт значна кількість їх деталей в результаті зносу, втоми матеріалу, механічних і корозійних ушкоджень втрачає працездатність. Проте лише деякі з цих деталей, найбільш прості і недорогі у виготовленні, втрачають працездатність повністю і вимагають заміни. Більшість деталей мають залишковий ресурс і можуть бути використані повторно після проведення порівняно невеликого об'єму робіт з їх відновлення.

Відновлення деталей має велике значення, його вартість значно нижча за вартість виготовлення нових. Витрати на відновлення деталей, навіть в умовах сучасних авторемонтних підприємств, складають залежно від конструктивних особливостей і ступеню зносу деталей від 10 до 50% від вартості нових деталей. При цьому чим складніше деталь і, отже, чим дорожче вона у виготовленні, тим нижче витрати на її відновлення.

Економічна ефективність відновлення деталей в порівнянні з їх виготовленням пояснюється рядом причин. При відновленні деталей значно скорочуються витрати на матеріали і повністю виключаються витрати, пов'язані з отриманням заготовок, які на автобудівних підприємствах становлять 70...75%, від їх собівартості, а при відновленні деталей вони коливаються в межах 1...12% залежно від обраного способу. При відновленні деталей скорочуються також витрати, пов'язані з обробкою деталей, оскільки при цьому обробляються не усі поверхні деталей, а лише ті, що мають дефекти.

Відновлення деталей є одним з основних джерел підвищення економічної ефективності авторемонтного виробництва. Відомо, що основною статтею витрат, з яких складається собівартість капітального ремонту автомобілів, є витрати на придбання запасних частин. Ці витрати нині становлять 40...60% від собівартості капітального ремонту автомобіля. Зважаючи на прикладну значущість проблеми збільшення терміну використання деталей автомобіля, що працюють в складних умовах, мною було обрано тему кваліфікаційної роботи

«Удосконалення технологічного процесу відновлення первинного валу коробки перемикання передач автомобіля».

Метою роботи є розробка технологічного процесу відновлення валу первинного коробки передач автомобілів із застосуванням прогресивних форм і методів організації авторемонтного виробництва, що забезпечить підвищення якості і зниження витрат при капітальному ремонті.

Об'єктом проєктування є ремонтна дільниця автотранспортного підприємства зі спеціалізацією на відновленні первинного валу коробки перемикання передач.

Предмет дослідження – вдосконалення технологічного процесу відновлення первинного валу коробки перемикання передач автомобілів.

Основними *задачами* під час виконання кваліфікаційної роботи є:

- проаналізувати конструкцію коробки перемикання передач автомобілів найбільш поширених марок;
- визначити основні несправності первинного валу КПП;
- розробити технологічний процес відновлення первинного валу коробки перемикання передач;
- виконати технологічний розрахунок ремонтної дільниці зі спеціалізацією на відновленні валів КПП;
- запропонувати конструкторську розробку для вдосконалення технологічного процесу відновлення первинного валу КПП;
- розглянути питання охорони праці під час робіт з відновлення первинного валу коробки перемикання передач.

Кваліфікаційна робота викладена на 66 сторінках; рисунків – 14, таблиць – 6; використаних літературних джерел – 40.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Призначення і типи коробок перемикання передач

Коробкою перемикання передач називається механізм трансмісії, що змінює при русі автомобіля відношення між швидкостями обертання колінчастого валу двигуна і ведучих коліс. Коробка передач служить для зміни крутного моменту на ведучих колесах автомобіля, тривалого роз'єднання двигуна і трансмісії та отримання заднього ходу.

Крутний момент на ведучих колесах необхідно змінювати відповідно до дорожніх умов для забезпечення оптимальної швидкості і прохідності автомобіля, а також для найбільш економічної роботи двигуна.

Двигун і трансмісію необхідно роз'єднувати на тривалий час при роботі двигуна на холостому ходу. Задній хід автомобіля потрібен для здійснення автомобілем певних маневрів. Зміна крутного моменту на ведучих колесах і швидкості руху автомобіля здійснюється шляхом збільшення або зменшення передаточного числа коробки перемикання передач, яке є відношенням швидкості обертання ведучого валу до швидкості обертання веденого валу.

Наявність коробки перемикання передач в трансмісії дозволяє підвищити тягово-швидкісні властивості, паливну економічність і прохідність автомобіля. Залежно від типу і призначення автомобілів на них використовуються різні типи коробок передач (рис. 1.1).

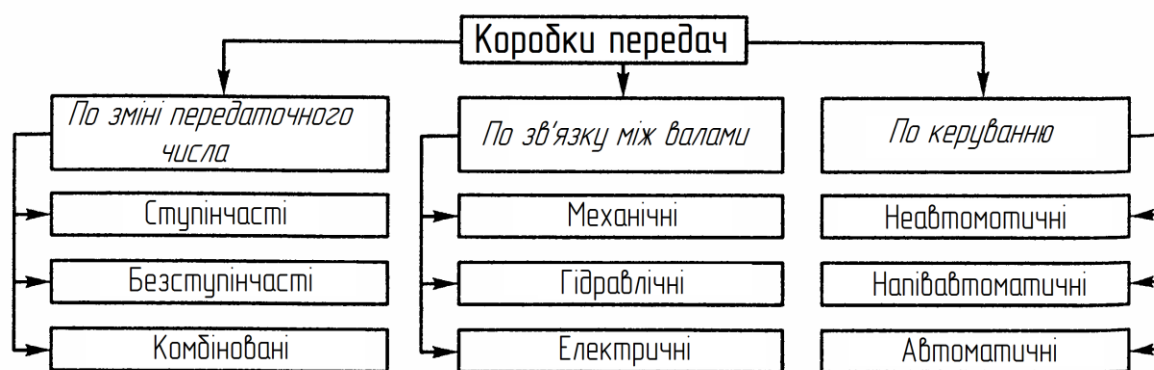


Рисунок 1.1 – Класифікація коробок перемикання передач

На більшості легкових і вантажних автомобілів використовуються ступінчасті коробки передач. Усе більше поширення нині на легкових автомобілях і автобусах отримують гідромеханічні коробки передач, що складаються з гідротрансформатора і ступінчастої механічної коробки передач з двома або кількома валами.

1.2 Ступінчасті коробки перемикавання передач

У загальному випадку ступінчаста коробка перемикавання передач представляє зубчастий (шестерінчастий) механізм, в якому зміна передаточного числа відбувається ступінчасто. Передаточні числа ступінчастої коробки передач на усіх передачах, окрім вищої, більше одиниці ($u_{1-4} > 1$). При включенні цих передач зменшується швидкість обертання веденого (вторинного) валу коробки передач і майже в стільки ж раз збільшується крутний момент двигуна.

Вища передача в ступінчастих коробках передач може бути прямою ($u_5 = 1$) або такою, що підвищує ($u_5 < 1$). При підвищуючій передачі знижується швидкість обертання колінчастого валу двигуна на 10...20%, підвищується довговічність деталей коробки передач і зменшується витрата палива при русі з тією ж швидкістю, що і на прямій передачі. На автомобілях застосовуються різні типи ступінчастих коробок перемикавання передач (рис. 1.2).

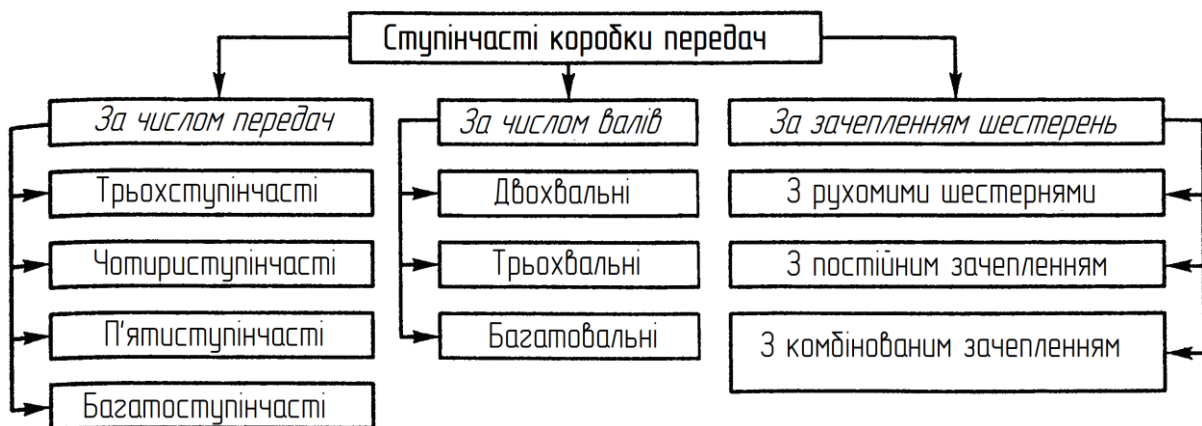


Рисунок 1.2 – Класифікація ступінчастих коробок передач

Двохвальні коробки передач застосовуються на передньоприводних легкових автомобілях малого класу і задньоприводних легкових автомобілях із заднім розташуванням двигуна. Число передач таких коробок складає 4 або 5. Вища передача в двохвальних коробках часто буває підвищуючою, а більшість передач синхронізовані.

Трьохвальні коробки перемикання передач встановлюються на задньоприводних легкових автомобілях з переднім розташуванням двигуна, на вантажних автомобілях малої і середньої вантажності і на автобусах. Число передач в цих коробках становить не менше чотирьох для легкових і вантажних автомобілів малої вантажності і від чотирьох до шести для вантажних автомобілів середньої вантажопідйомності.

Багатовальні коробки перемикання передач застосовуються на вантажних автомобілях великої вантажопідйомності з метою збільшення числа передач. Чим більше число передач в коробці перемикання передач, тим краще використовується потужність двигуна, вище тягово-швидкісні властивості і паливна економічність автомобіля. Проте при цьому ускладнюється конструкція коробки передач і утруднюється вибір передачі, оптимальної для даних умов руху. У багатовальних коробках передач число передач може бути від 8 до 24. У зв'язку з цим багатовальні багатоступінчасті коробки передач найбільше застосування отримали на автомобілях-тягачах, що працюють з причепами і напівпричепами.

Перемикання передач в більшості ступінчастих коробок передач виконується водієм. Проте останнім часом все більше поширення отримують конструкції ступінчастих коробок передач, в яких перемикання передач автоматизоване на основі застосування мікропроцесорної техніки.

1.3 Двохвальні і трьохвальні коробки передач

Двохвальні коробки перемикання передач використовуються в передньо- і задньоприводних (із заднім розташуванням двигуна) легкових автомобілях. Ці

коробки прості за конструкцією, мають невелику масу і високий коефіцієнт корисної дії (ККД), конструктивно вони об'єднані в одному блоці з двигуном, зчепленням, головною передачею і диференціалом.

Конструкція двохвальної коробки перемикання передач багато в чому залежить від того, яке розташування на автомобілі мають двигун і коробка передач – подовжнє або поперечне. При поперечному розташуванні коробки передач застосовується циліндрична головна передача і дистанційний привод перемикання передач. При подовжньому розташуванні – конічна або гіпоїдна головна передача і безпосередній привод перемикання передач.

У двохвальній коробці передач на будь-якій передачі, окрім заднього ходу, крутний момент двигуна передається двома шестернями 2 і 3 (рис. 1.3) безпосередньо з первинного валу 1 на вторинний вал 4, який з'єднаний з ведучими колесами автомобіля. Рух автомобіля заднім ходом забезпечується проміжною шестернею 6, яка вводиться в зачеплення між шестернями 5 і 7. В результаті цього вторинний вал коробки передач обертається убік, протилежний до обертання первинного валу 1.

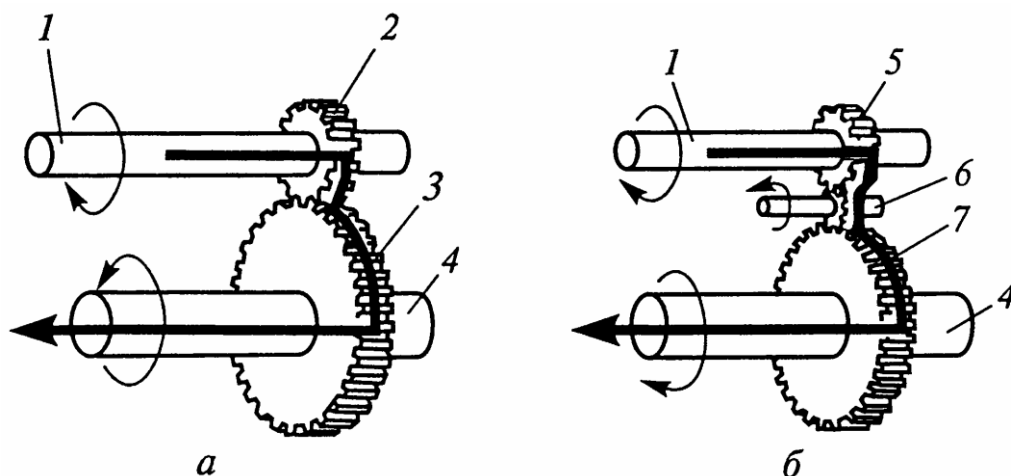


Рисунок 1.3 – Схема роботи двохвальної коробки передач: *а* – рух вперед; *б* – рух заднім ходом; 1 – первинний вал; 2, 3, 5, 6, 7 – шестерні; 4 – вторинний вал

Конструкція двохвальної коробки перемикання передач, яка застосовується на передньоприводних легкових автомобілях ВАЗ, представлена на рис. 1.4. Коробка передач механічна, чотириступінчаста, трьохходова, з постійним зачепленням шестерень, з синхронізаторами і ручним управлінням.

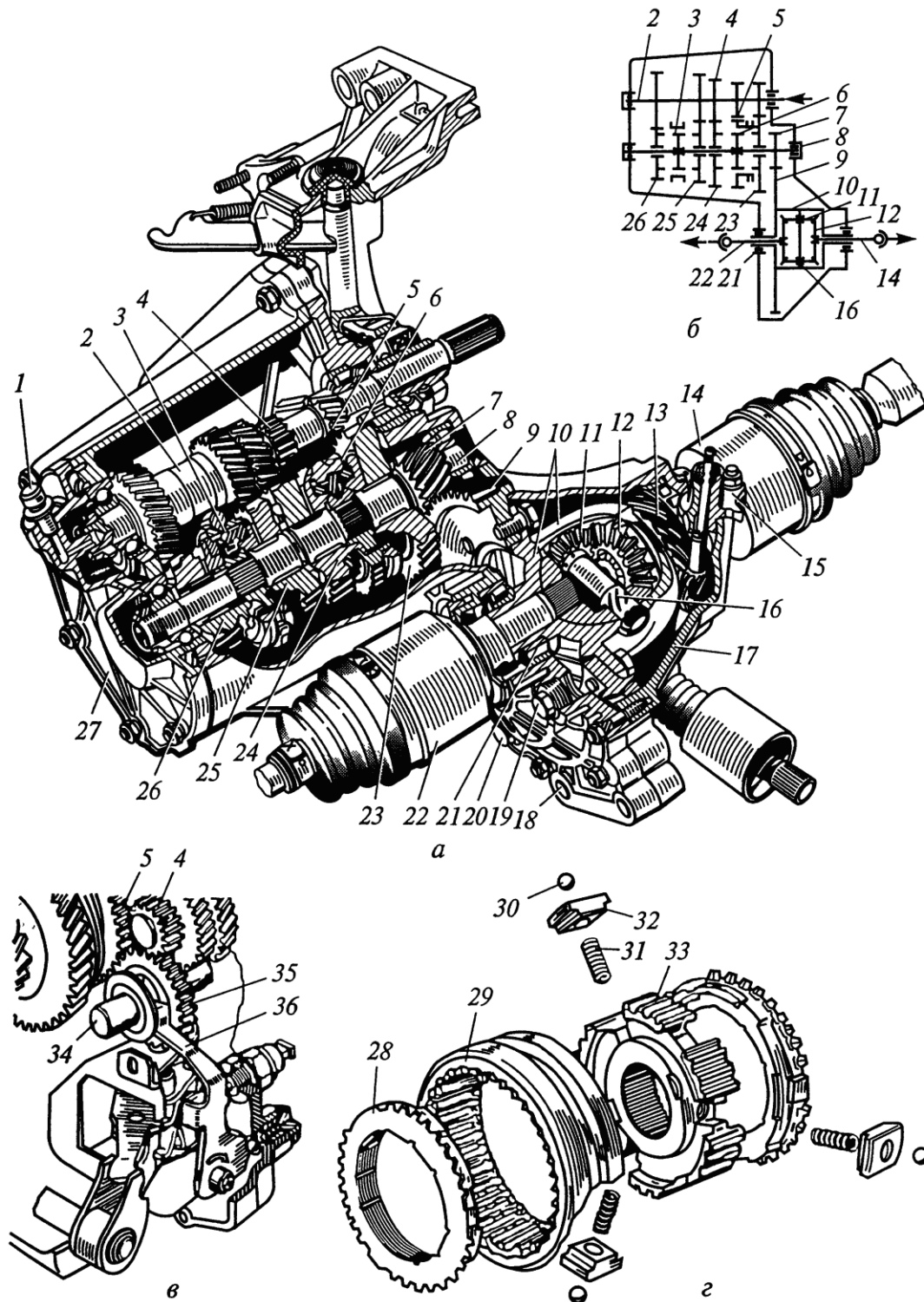


Рисунок 1.4 – Коробка перемикання передач передньоприводних автомобілів: *а* – загальний вигляд; *б* – схема; *в* – включення заднього ходу; *г* – синхронізатор; 1 – сапун; 2 – первинний вал; 3, 6 – синхронізатори; 4, 7, 9, 12, 13, 23, 24, 25, 26, 35 – шестерні; 5 – зубчастий вінець; 8 – вторинний вал; 10 – корпус; 11 – сателіт; 14, 22 – шарніри; 15 – привод спідометра; 16, 34 – осі; 17, 18 – картери; 19, 20 – пробки; 21 – підшипник; 27 – кришка; 28 – кільце; 29 – муфта; 30 – фіксатор; 31 – пружина; 32 – сухар; 33 – маточина; 36 – вилка

Картер 18 коробки передач, відлитий з алюмінієвого сплаву, з'єднаний шпильками з картером 17 зчеплень так, що утворює з ним єдиний картер, в якому розміщені первинний і вторинний вали з шестернями і синхронізаторами, головна передача і міжколісний диференціал. Головна передача – одинарна, циліндрична, косозуба. Диференціал – конічний, двохсателітний, симетричний, малого тертя. Картер коробки передач ззаду закритий кришкою 27, в якій встановлений сапун 7 для сполучення внутрішньої порожнини коробки передач з атмосферою. Первинний вал 2 представляє собою блок ведучих шестерень *I*, *II*, *III*, *IV* передач і заднього ходу. Вал обертається в двох підшипниках, один з яких встановлений в картері коробки передач, а інший – в картері зчеплення. Вторинний вал 8 виготовлений разом з ведучою шестернею 7 головної передачі. Він обертається в двох підшипниках, встановлених в картері зчеплення і в картері коробки передач. На вторинному валу вільно встановлені ведені шестерні 23, 24, 25 і 26 відповідно *I*, *II*, *III* і *IV* передач, що знаходяться в постійному зачепленні з відповідними ведучими шестернями первинного валу. На вторинному валу жорстко закріплені маточини синхронізаторів 3 і 6. На ковзаючій муфті синхронізатора 6 є зубчастий вінець 5 для включення заднього ходу. Проміжна шестерня 35 заднього ходу вільно встановлена на осі 34, яка закріплена в картерах коробки передач і зчеплення. При включенні *I* і *II* передач синхронізатор 6 з'єднує відповідно шестерні 23 і 24 з вторинним валом коробки передач, а при включенні *III* і *IV* передач синхронізатор 3 з'єднує з вторинним валом відповідно шестерні 25 і 26. Задній хід включається вилкою 36 шляхом введення в зачеплення шестерні 35 з шестернею 4 і зубчастим вінцем 5.

Синхронізатор складається з маточини 33, ковзної муфти 29, блокуючих кілець 28, сухарів 32 з кульковими фіксаторами 30 і пружинами 31. Маточина синхронізатора жорстко кріпиться на вторинному валу коробки передач. Вона має зовнішні шліци, на яких встановлена ковзна муфта 29, і шість пазів, в трьох з яких розміщуються сухарі з фіксаторами. Бронзове блокуюче кільце 28 має внутрішню конічну поверхню, зовнішні зубці із скосами і шість виступів.

Виступи кільця входять в пази маточини з бічним проміжком, що обмежує поворот кільця відносно маточини. На конічній поверхні кільця нарізані різьба і канавки, які призначені для розриву масляної плівки. Передача включається після зрівняння кутових швидкостей вторинного валу і шестерні передачі, яка вільно обертається на ньому, за рахунок тертя між конічними поверхнями блокуючого кільця і шестерні. В цьому випадку зуби ковзної муфти входять в зачеплення із зубчастим вінцем синхронізатора, виконаним на шестерні, яка і стопориться на вторинному валу.

Ведуча шестерня головної передачі знаходиться в постійному зачепленні з веденою шестернею 9, прикріпленою болтами до корпусу 10 диференціала, який встановлений в підшипниках 21. Всередині корпусу диференціалу встановлена вісь 16 з двома сателітами 11, які знаходяться в постійному зачепленні з шестернями 12, зв'язаними з шліцьовими хвостовиками внутрішніх шарнірів 14 і 22 привода передніх ведучих коліс. Сателіти і шестерні 12 мають сферичні опорні поверхні, що виключає застосування опорних шайб. На корпусі диференціала встановлена ведуча пластмасова шестерня 13 приводу 15 спідометра.

Коробка передач має механічний привод перемикання передач (рис. 1.5). Він складається з важеля 8 з сферичним кінцем 9, кульової опори 10, тяги 6, сполучного шарніра 5, штока 4 і механізмів вибору і перемикання передач. Важіль перемикання передач закріплений на підлозі кузова автомобіля. Отвір в підлозі для тяги 6 закрито гумовим чохлом 7. На кінці штока 4 встановлений важіль 2, сполучений з триплічним важелем 3 механізму вибору передач, виконаним окремим вузлом і розміщеним в картері 1 зчеплення. У привод перемикання передач входять також три штоки із закріпленими на них вилками і кулькові фіксатори штоків.

Коробка перемикання передач разом з картером зчеплення кріпиться до блоку циліндрів двигуна. В неї через різьбовий отвір з пробкою заливається моторне масло. Масло з коробки перемикання передач також зливають через різьбовий отвір з пробкою.

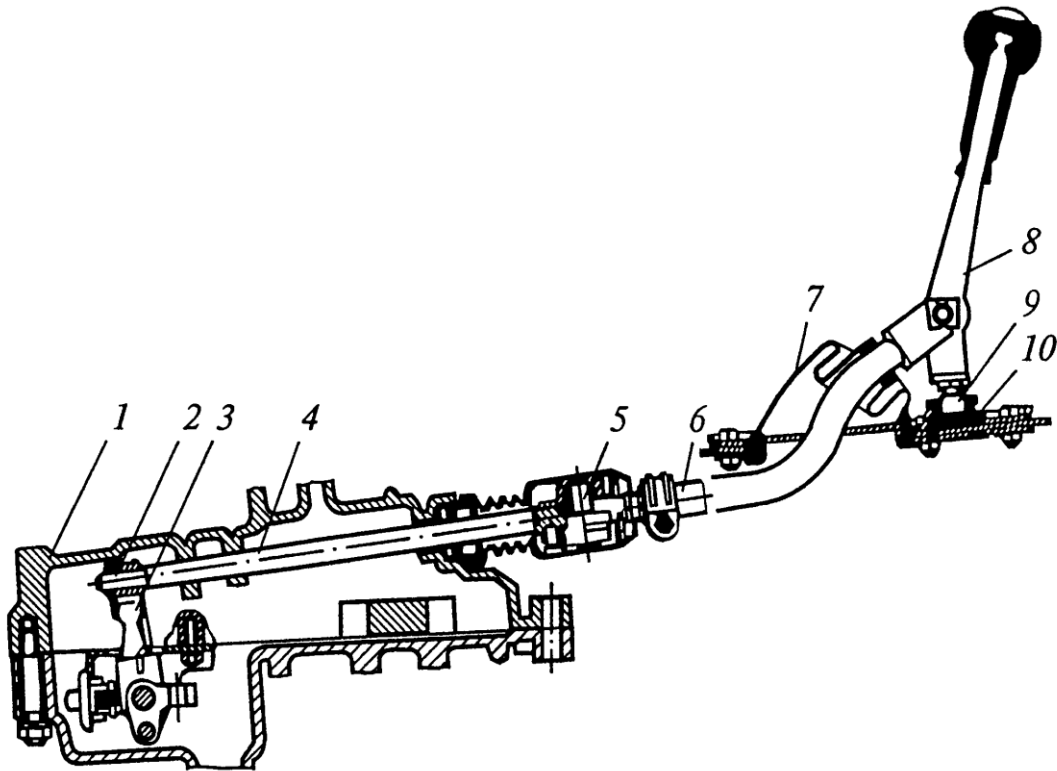


Рисунок 1.5. – Привод перемикання передач передньоприводних легкових автомобілів: 1 – картер; 2, 3, 8 – важелі; 4 – шток; 5 – шарнір; 6 – тяга; 7 – чохол; 9 – кінець важеля; 10 – опора

Найбільшого поширення на легкових, вантажних автомобілях і автобусах набули трьохвальні коробки передач. Ці коробки передач мають три вали – первинний (ведучий), вторинний (ведений) і проміжний, на яких встановлені шестерні різних передач. Особливістю трьохвальних коробок передач є наявність прямої передачі з передаточним числом $u = 1$, на якій первинний і вторинний вали з'єднуються безпосередньо і автомобіль рухається більшу частину часу.

На прямій передачі ККД трьохвальної коробки передач більший за величиною, ніж у двохвальної, і коробка передач працює менш шумно. На інших передачах, окрім заднього ходу, в трьохвальній коробці передач в зачепленні знаходяться дві пари шестерень, що дещо знижує ККД коробки, але дозволяє отримати на першій передачі велике передаточне число.

У трьохвальній коробці передач (рис. 1.6) на будь-якій передачі, окрім прямої і заднього ходу, крутний момент двигуна з первинного валу 1

передається через шестерні 2 і 7 постійного зачеплення, проміжний вал 5 і шестерні 6 і 3 на вторинний вал 4, сполучений з ведучими колесами автомобіля. При цьому крутний момент на проміжному валу 5 більше крутного моменту на первинному валу 7, оскільки діаметр і число зубців шестерні 7 більше, ніж у шестерні 2. В той же час, крутний момент на вторинному валу 4 буде більше, ніж на проміжному валу 5.

При включенні прямої передачі крутний момент передається безпосередньо з первинного валу 1 на вторинний вал 4. При включенні передачі заднього ходу проміжна шестерня 9 вводиться в зачеплення між шестернями 8 і 10. Внаслідок цього вторинний вал 4 коробки передач обертається у бік, протилежний обертанню первинного валу 1, що забезпечує рух автомобіля заднім ходом.

Конструкція трьохвальної коробки передач і число її передач багато в чому залежать від типу автомобіля. Проте найбільше поширення отримали чотири- і п'ятиступінчасті коробки передач на легкових і вантажних автомобілях і автобусах. Конструкція коробки перемикання передач легкових автомобілів ВАЗ показана на рис. 1.7. Коробка передач механічна, чотириступінчаста, триходова, з постійним зачепленням шестерень, з синхронізаторами і неавтоматична (з ручним управлінням).

Коробка має чотири передачі для руху вперед і одну передачу для руху назад. Шестерні усіх передач (окрім заднього ходу) – косозубі, що зменшує шум при роботі коробки передач, і мають постійне зачеплення. Шестерні передачі заднього ходу – прямозубі. Передачі для руху вперед включаються за допомогою синхронізаторів, а для руху назад – пересуванням проміжної шестерні заднього ходу. Переключаються передачі за допомогою важеля, який має три ходи вперед і назад для перемикання передач.

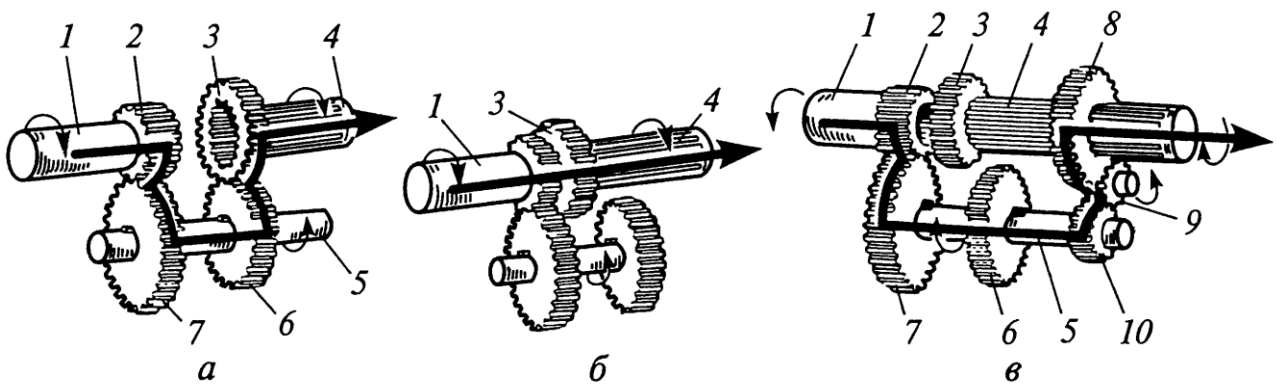


Рисунок 1.6 – Трьохвальна коробка передач: *а, б* – рух вперед; *в* – рух заднім ходом; 1 – первинний вал; 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 – шестерні; 4 – вторинний вал; 5 – проміжний вал

У відлитому з алюмінієвого сплаву картері 22 коробки передач на підшипниках встановлено первинний (ведучий) 7, вторинний (ведений) 8 і проміжний 21 вали. Первинний вал виконано за одне ціле з шестернею 3, що знаходиться в постійному зачепленні з шестернею 23 проміжного валу, який являє собою блок шестерень. На вторинному валу вільно встановлені шестерні 5, 6 і 9 відповідно III, II і I передач, що знаходяться в постійному зачепленні з відповідними шестернями проміжного валу. На вторинному валу також жорстко закріплені маточини синхронізаторів 4, 7 і шестерня 10 заднього ходу. Проміжна шестерня 16 заднього ходу вільно встановлена на осі 18. При включенні I і II передач синхронізатор 7 сполучає відповідно шестерні 6 і 9 з вторинним валом коробки передач. При включенні III і IV передач синхронізатор 4 сполучає відповідно шестерню 5 і первинний вал 1 з вторинним валом. Задній хід включається вилкою 15 шляхом введення в зачеплення шестерні 16 з шестернями 17 і 10. Картер коробки передач закривається кришками 19, 2 і 14. Під нижню 19 і задню 14 кришки встановлені прокладки. Синхронізатор складається з маточини 31, ковзної муфти 32, блокуючих кілець 30 і пружин 29. Маточина синхронізатора закріплена на вторинному валу коробки передач. Вона має зовнішні шліци, на яких встановлена ковзна муфта 32 з внутрішніми конічними поверхнями. Блокуючі

кільця 30 мають зовнішні конічні поверхні і внутрішні зубці із скосами. Блокуючі кільця постійно віджимаються пружинами 29 до ковзної муфти 32.

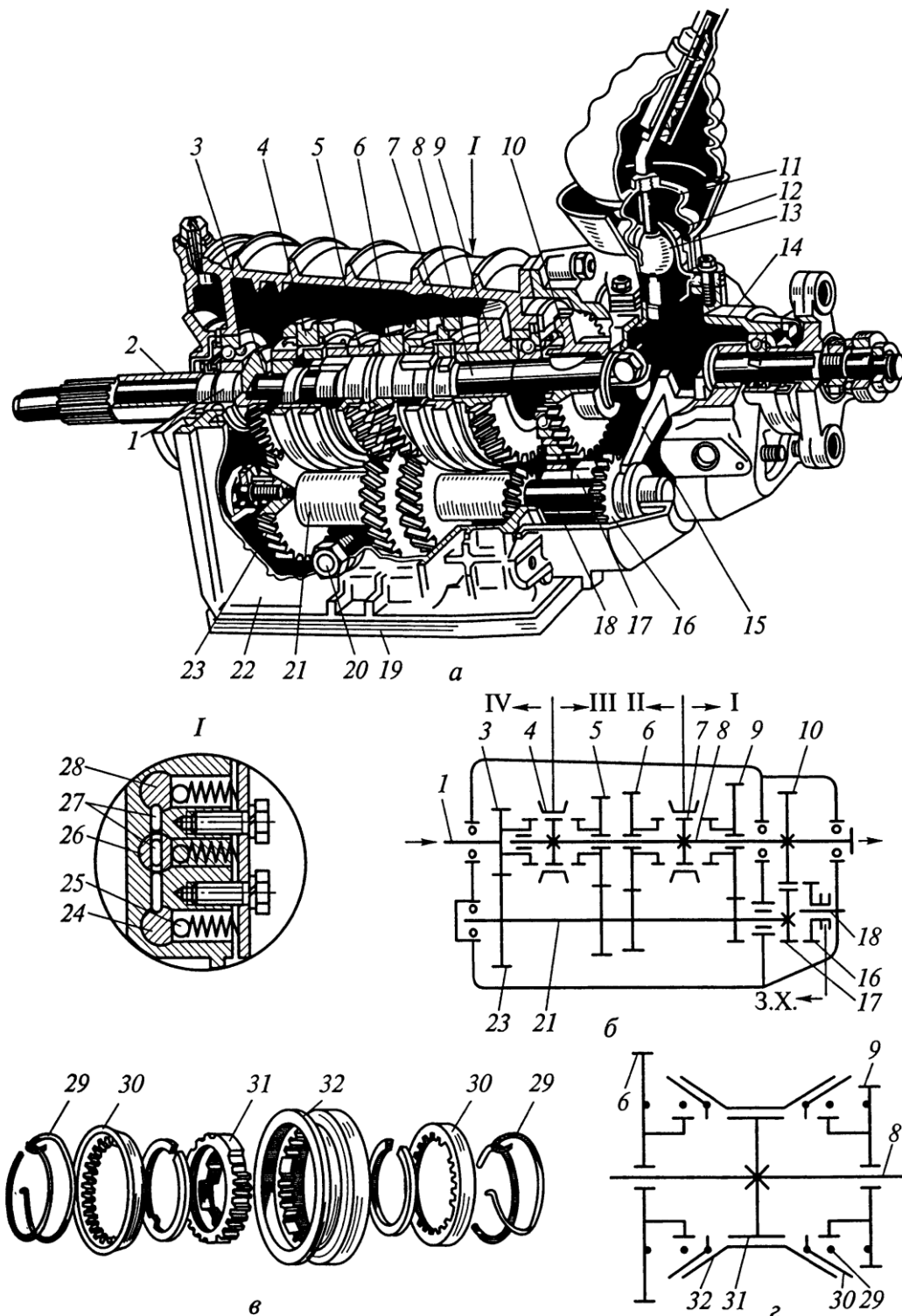


Рисунок 1.7 – Коробка перемикання передач ВАЗ: *а* – загальний вид; *б*, *г* – схеми коробки і синхронізатора; *в* – синхронізатор; 1 – первинний вал; 2, 12, 14, 19 – кришки; 3, 5, 6, 9, 10, 16, 17, 23 – шестерні; 4, 7 – синхронізатори; 8 – вторинний вал; 11, 29 – пружини; 13 – важіль; 15 – вилка; 18 – вісь; 20 – пробка; 21 – проміжний вал; 22 – картер; 24, 26, 28 – повзуни; 25 – фіксатор; 27 – замок; 30 – кільце; 31 – маточина; 32 – муфта; I–IV – передачі

Робота синхронізатора заснована на використанні сил тертя. Включення передачі можливе тільки після попереднього зрівнювання кутових швидкостей вторинного валу і шестерні передачі, що включається. Після зрівнювання кутових швидкостей за рахунок тертя між конічними поверхнями ковзаючої муфти 32 і блокуючого кільця 30 зубці муфти входять в зачеплення із зубчастим вінцем синхронізатора, виконаним на шестерні. В цьому випадку шестерня, що вільно обертається на вторинному валу, за допомогою синхронізатора з'єднується з вторинним валом, і передача включається.

Механізм перемикання коробки передач включає важіль перемикання 13, повзуни 24, 26 і 28 з вилками, кульові фіксатори 25 і замок 27. Важіль 13 притискається пружиною 17 до сферичної поверхні кришки 12 кульової опори і має фігурний кінець, який при перемиканні передач входить в пази вилок. Вилки, встановлені на повзунах, входять у виточки ковзних муфт синхронізаторів 4 і 7 і проміжної шестерні 16 заднього ходу. Фіксатори 25 утримують повзуни в нейтральному і включеному положеннях, а замок 27 виключає одночасне включення двох передач. Замок складається з двох блокувальних сухарів і штифта між ними. При переміщенні середнього повзуна 26 обидва сухарі виходять з його поглиблень і замикають крайні повзуни 24 і 28, виключаючи їх зміщення. При переміщенні одного з крайніх повзунів сухар виходить з його заглиблення, блокує середній повзун і, діючи через штифт на інший сухар, замикає також інший крайній повзун, що виключає вмикання двох передач одночасно.

Коробка передач кріпиться до заднього торця картера зчеплення. У неї через різьбовий отвір з пробкою 20 заливають трансмісійне масло, внутрішня порожнина коробки передач через сапун сполучається з атмосферою. Масло з коробки передач зливається через різьбовий отвір з пробкою в нижній кришці.

1.4 Багатовальні коробки перемикання передач

Для отримання великого числа передач (від 8 до 24) застосовуються багатовальні коробки передач. Вони бувають чотири-, п'яти- або шестиступінчасті тривальні коробки передач із вбудованими або поєднаними додатковими коробками передач (редукторами). При цьому додаткова коробка передач може бути як підвищуючою, так і понижаючою.

Підвищуюча коробка передач називається ділильником або мультиплікатором. Ділильник встановлюється перед коробкою передач і збільшує число передач в два рази. Зазвичай він має дві передачі: пряму з передаточним числом $u = 1$ і підвищуючу з передаточним числом $u < 1$. Ділильник не збільшує передаточного числа коробки передач, а тільки зменшує розрив між передаточними числами сусідніх передач, збільшуючи на 20...25 % їх діапазон.

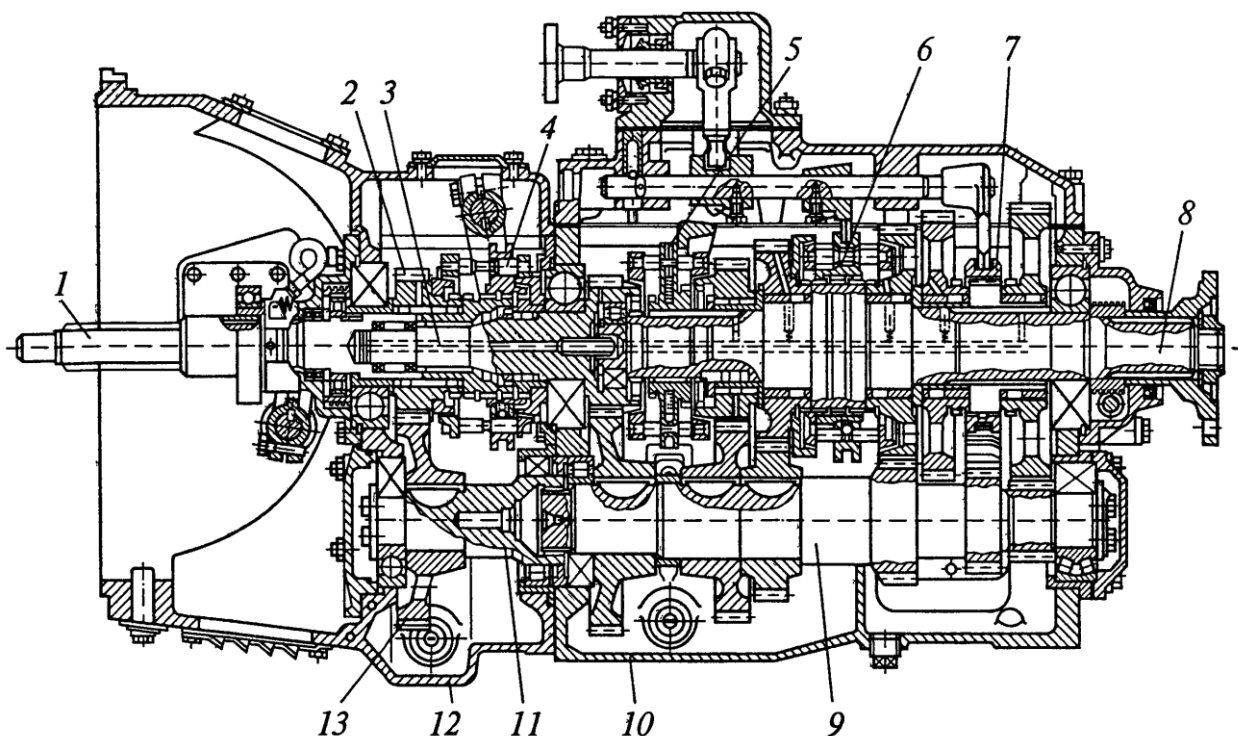


Рисунок 1.8 – Коробка перемикання передач автомобіля КамАЗ: 1 – ведучий вал; 2, 13 – шестерні; 3 – первинний вал; 4, 5, 6 – синхронізатори; 7 – муфта; 8 – вторинний вал; 9, 11 – проміжні вали; 10, 12 – картери

Знижуюча коробка передач називається демультіплікатором і встановлюється за коробкою передач. Він має дві або три передачі: пряму з $u = 1$ і знижуючу з $u > 1$. Демультіплікатор збільшує число передач в 2 - 3 рази і передаточні числа коробки передач, значно розширюючи їх діапазон.

Багатовальні коробки передач використовуються на автомобілях великої вантажопідйомності, а також на автомобілях-тягачах, що працюють з причепами і напівпричепами. На рис. 1.8 представлена конструкція коробки передач вантажних автомобілів КамАЗ. Коробка передач п'ятивальна, десятиступінчаста, синхронізована, з дільником і з неавтоматичним дистанційним керуванням.

Коробка передач складається з двох частин – основної п'ятиступінчастої коробки передач і дільника, виконаного в окремому картері 12 з картером зчеплення і прикріплений до картеру 10 коробок передач. У картері 10 основної коробки передач розміщені первинний 3, вторинний 8 і проміжний 9 вали. Косозубі шестерні коробки передач знаходяться в постійному зачепленні. Включення IV і V, а також II і III передач здійснюється відповідно синхронізаторами 5 і 6, а включення першої передачі і заднього ходу здійснюється зубчастою муфтою 7. Синхронізатори мають конструкцію, аналогічну синхронізаторам вантажних автомобілів Зил.

Дільник має ведучий 1 і проміжний 11 вали, дві шестерні 2 і 13 постійного зачеплення і зубчасту муфту з синхронізатором 4 для включення прямої і підвищуючої передач з передаточними числами відповідно $u = 1$ і $u = 0,815$. Проміжний вал 11 дільника сполучений шліцами з проміжним валом 9 коробок передач. Шестерня 2 встановлена вільно на ведучому валу і обертається відносно валу.

При включенні прямої передачі ведучий вал 1 дільника і первинний вал 3 коробки передач жорстко з'єднуються безпосередньо за допомогою зубчастої муфти. При цьому крутний момент, що передається від двигуна до коробки передач, не змінюється за величиною. При включенні підвищуючої передачі

шестерня 2 фіксується синхронізатором на ведучому валу 1 дільника. В цьому випадку крутний момент двигуна передається з шестерні 2 на шестерню 13 проміжного валу і далі на проміжний вал 9 коробки передач. При цьому зменшується передаваний крутний момент і збільшується швидкість руху. Це забезпечує роботу автомобіля при невеликих навантаженнях з високою швидкістю руху, що сприяє економії палива.

Розміщення дільника в окремому картері дозволяє використовувати основну коробку передач і без дільника на самоскидах і інших автомобілях, де це доцільно. При установці дільника окремі деталі основної коробки передач замінюються (первинний вал).

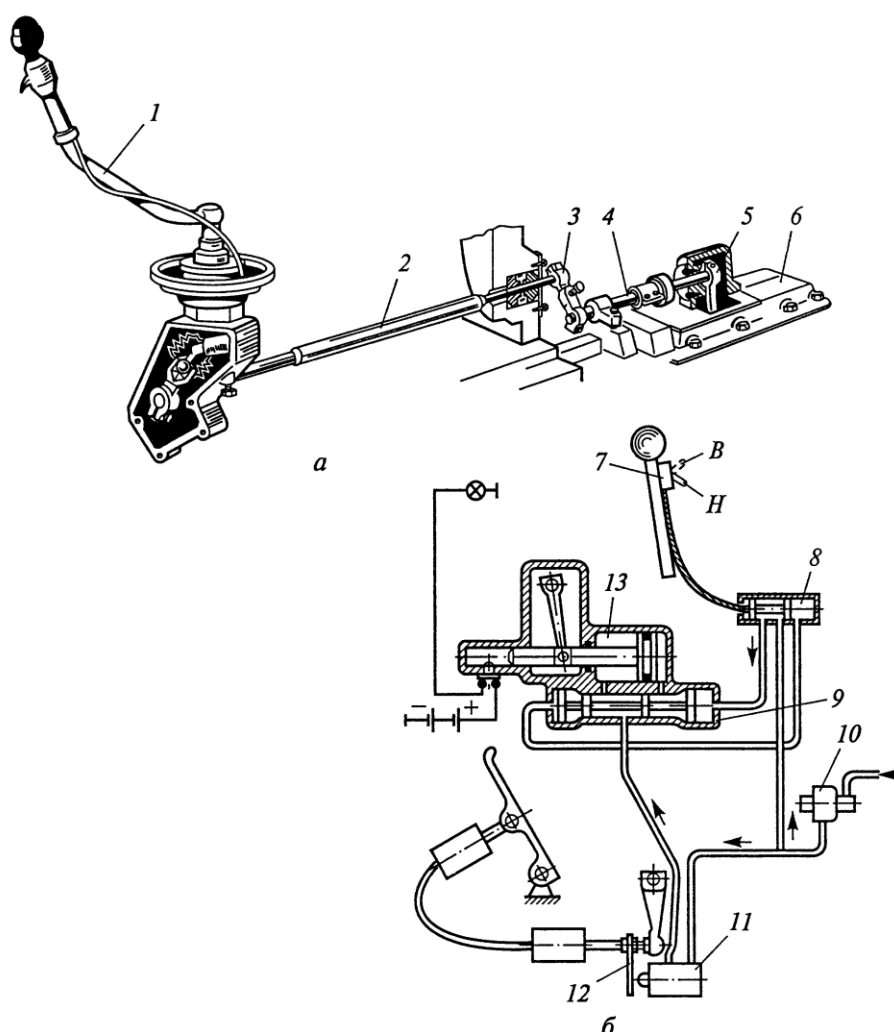


Рисунок 1.9 – Приводи перемикавання автомобілів КамАЗ: *а* – коробки передач; *б* – дільника; 1, 3, 5 – важелі; 2, 4 – тяги; 6 – кришка; 7 – перемикач; 8 – кран; 9 – розподільник повітря; 10, 11 – клапани; 12 – упор; 13 – пневмоциліндр; *V*, *H* – положення перемикача

Механізм перемикання передач основної коробки передач має дистанційний механічний привод управління (рис. 1.9), в який входять важіль 1 перемикання, передня 2 і проміжна 4 тяга, важіль 3 передачі і шток з важелем 5 механізму перемикання передач, який знаходиться в кришці 6 коробок передач.

Механізм перемикання передач дільника має пневматичний привод, який складається з перемикача 7, що знаходиться на важелі 1 коробки передач, редукційного клапана 10, пневмоциліндра 13, розподільника повітря 9, клапана 11 включень дільника, крану 8 і трубопроводів.

При установці перемикача в положення Н (нижча) або В (вища) передача золотник крану переміщається тросом. Стиснене повітря від редукційного клапана 10 поступає у відповідну порожнину розподільника повітря 9, встановлюючи при цьому його золотник в необхідне положення. При виключенні зчеплення упор 12, встановлений на штовхальнику важеля виключення зчеплення, відкриває клапан 11, і стиснене повітря проходить в розподільник повітря 9 і далі в потрібну порожнину пневмоциліндру 13, переміщаючи його поршень і вимикаючи передачі в дільнику. Отже, перемикач можна включати заздалегідь, проте перемикання передач в дільнику станеться тільки при вимкненні зчеплення. Таке напівавтоматичне перемикання передач дільника значно полегшує його застосування.

Висновки по розділу 1

В першому розділі детально розглянуто призначення і класифікацію коробок перемикання передач, описано їх принцип дії. Оскільки найбільш поширеними на автомобільному транспорті є ступінчасті коробки передач, то саме їм приділена особлива увага. Для ступінчастих коробок передач описаний принцип дії і приведена вичерпна класифікація. Досить детально розглянуті двохвальні, трьохвальні і багатовальні коробки передач, показані сфери їх застосування.

Зібрана інформація буде використана в наступному розділі в якості вихідних даних при розробці технологічного процесу відновлення первинних валів та проектуванні ділянки ремонту і відновлення первинного валу коробки перемикачів передач.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об'єкта проектування

Об'єктом проектування є дільниця з ремонту і відновлення механізмів і деталей коробки перемикач передач. На ній виконуються роботи по контролю, ремонту і відновленню знятих з коробки передач деталей, провідних мостів, карданних передач, роздавальної коробки тощо.

Деталі КПП, несправності яких неможливо усунути на постах технічного обслуговування і ремонту автомобілів, знімаються з автомобілів. На їх ремонт виписується контрольний талон до листка обліку, після чого несправні деталі з контрольним талоном прямують на дільницю відновлення. Коробку передач, що підлягає ремонту, розбирають, потім сортують деталі і проводять заміну несправних деталей на нові або раніше відремонтовані.

Відремонтовані деталі і вузли перевіряються на стенді та після перевірки поступають на проміжний склад, звідки за вказівкою диспетчера спрямовуються в зону поточного ремонту, де встановлюються на той же автомобіль, з якого були зняті, а заповнений в агрегатному відділенні контрольний талон прикріплюється до листка обліку цього автомобіля. Якщо час ремонту більше часу простою автомобіля в зоні технічного обслуговування і ремонту, то тоді несправний агрегат замінюється на справний, що поступив з оборотного фонду, а несправний після проведеного ремонту здається на склад.

Контроль якості і об'єму виконаної роботи зазвичай здійснюється майстром або бригадиром відділення. Організація праці робітників на дільниці відновлення валів КПП організовується так, щоб: час простою автомобіля в ремонті був мінімальним; здійснювалася висока якість ремонту; реалізовувалася висока продуктивність праці; мала місце відповідальність і матеріальна зацікавленість робочих в зниженні витрат і простоїв автомобілів в ремонті.

Основне виробниче устаткування, що планується використовувати на дільниці відновлення валів, представлено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Обладнання дільниці ремонту і відновлення деталей КПП

№ п/п	Найменування	Марка	Кіл- ть,	Габарити, мм
1	Верстат точильно-шліфувальний	ЗБ633	1	520×475
2	Стенд для збирання і розбирання КПП	Р- 502	1	600×450
3	Стенд для проточки валів	В- 325	1	1080×825
4	Прес гідравлічний	П6316А	1	330×300
5	Слюсарний верстак	ПГ- 30	1	900×600
6	Фрезерний верстат	Р- 335	1	750×622
7	Стенд для розбирання, складання і регулювання зчеплення	Р- 207	1	390×300
8	Установка для миття деталей	196М	1	1800×1275
9	Плита дефектувальна	Р- 942	1	900×525
10	Стенд перевірки вмикання синхронізатора	Р- 223	1	750×600
11	Стелаж для деталей	—	1	1125×750
12	Скриня для обтиральних матеріалів	—	1	450×450
13	Слюсарні лещата	—	1	—
14	Набір інструментів	—	1	—

2.2 Розрахунок виробничої програми

На стадії проектування технологічних процесів величину X виробничої партії деталей можна визначити орієнтовно по наступній формулі

$$X = \frac{N \cdot n \cdot t}{\Phi_{\text{дн}}} = \frac{6000 \cdot 1 \cdot 5}{253} = 118,6 \text{ одиниць,}$$

де $N = 6000$ автомашин на рік – виробнича програма ремонтної дільниці середньої потужності; $n = 1$ – число первинних валів в автомобілі; $t = 5$ днів – необхідний запас деталей в днях для забезпечення безперервності збирання для середніх деталей, зберігання яких можливе на багатоярусних стелажах; $\Phi_{\text{дн}} = 253$ дні – число робочих днів на рік.

Остаточню приймаємо $X = 120$ одиниць.

Визначаємо сумарну разову трудомісткість робіт, що виконуються на дільниці відновлення валів КПП по табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Перелік трудомісткості виконуваних робіт

<i>№</i>	<i>Найменування виконуваних робіт</i>	<i>Трудомісткість, люд-год</i>
1	Диск зчеплення натискний	0,30
2	Диск зчеплення ведений	0,30
3	Муфта в зборі	0,12
4	Підшипник муфти	0,20
5	Пружина сполучна	0,12
6	Напрямна муфт підшипника	0,15
7	Вилка виключення зчеплення	0,27
8	Розбирання КПП	2,86
9	Ремонт КПП	2,50
10	Заміна підшипників	1,98
11	Сальники	0,20
12	Первинний вал	0,50
13	Механізм перемикач передач	1,80
14	Управління перемикач передач	3,50
15	Диференціал	0,12
Сумарна трудомісткість		14,92 люд-год

Фонд робочого часу приймаємо згідно ОНТП-91

$$\Phi_{\text{рч}} = 2070 \text{ годин,}$$

тоді кількість робітників можна знайти по формулі

$$P_T = \frac{\sum T_{роб}}{t_{зм}} = \frac{14,92}{10} = 1,49 \text{ працівників.}$$

Приймаємо кількість робітників $P_T = 1$ працівник.

Річна трудомісткість робіт обчислюється за формулою

$$T_{річ} = P_T \cdot \Phi_{рч} = 1 \cdot 2070 = 2070 \text{ люд-год.}$$

Сумарну площу, займану технологічним устаткуванням, визначаємо з табл. 3.1

$$F_{об} = 0,52 \cdot 0,475 + 0,6 \cdot 0,45 + 1,08 \cdot 0,825 + 0,33 \cdot 0,3 + 0,9 \cdot 0,6 + 0,75 \cdot 0,62 + \\ + 0,39 \cdot 0,3 + 1,8 \cdot 1,275 + 0,9 \cdot 0,525 + 0,75 \cdot 0,6 + 1,125 \cdot 0,75 + 0,45 \cdot 0,45 = 6,9 \text{ м}^2.$$

Тоді мінімальна допустима площа ділянки відновлення валів

$$F_{діл} = F_{об} \cdot K_n = 6,9 \cdot 4,5 = 31,05 \text{ м}^2,$$

де $K_n = 4,5$ – коефіцієнт щільності розставляння устаткування.

Остаточно приймаємо площу ділянки $F_{діл} = 32 \text{ м}^2$ з наступними геометричними розмірами:

- довжина ділянки $a = 8 \text{ м}$;
- ширина ділянки $b = 4 \text{ м}$;
- висота ділянки $H = 3,75 \text{ м}$.

2.3 Схема технологічного процесу на ділянці ремонту валів КПП

Під технологічним процесом виробництва розуміють послідовність технологічних дій на автомобіль. Після прибуття автомобіля на ремонтне підприємство він проходить через КТП, де черговий механік проводить візуальний огляд автомобіля і при необхідності робить у встановленій формі заявки на поточний ремонт (ПР). Потім автомобіль піддається ЩО і залежно від плану-графіка профілактичних робіт поступає на пости загального або поелементного діагностування через зону очікування ТО і ПР або безпосередньо в зону зберігання автомобілів.

Після загального діагностування автомобіль поступає в зону ТО-1, а потім зону зберігання. Якщо при загальному діагностуванні не вдається виявити несправність, то автомобіль прямує на поглиблену діагностику через зону очікування.

Після зовнішнього очищення згідно з технологічними картами агрегати і вузли розбирають на окремі деталі, які поступають далі в зону миття. Чисті деталі піддають технічному огляду і дефектуванню, в процесі якого виявляють необхідність ремонту і заміни основних деталей. На збирання поступають придатні і відремонтовані, а також нові із складу запасних частин. Агрегати і вузли збираються на спеціальних стендах, де одночасно виконують їх контроль і регулювання. Після збирання агрегати і вузли укладають на стелажі готової продукції. Організація технологічного процесу в агрегатному цеху ремонту деталей трансмісії представлена на рис. 2.1.

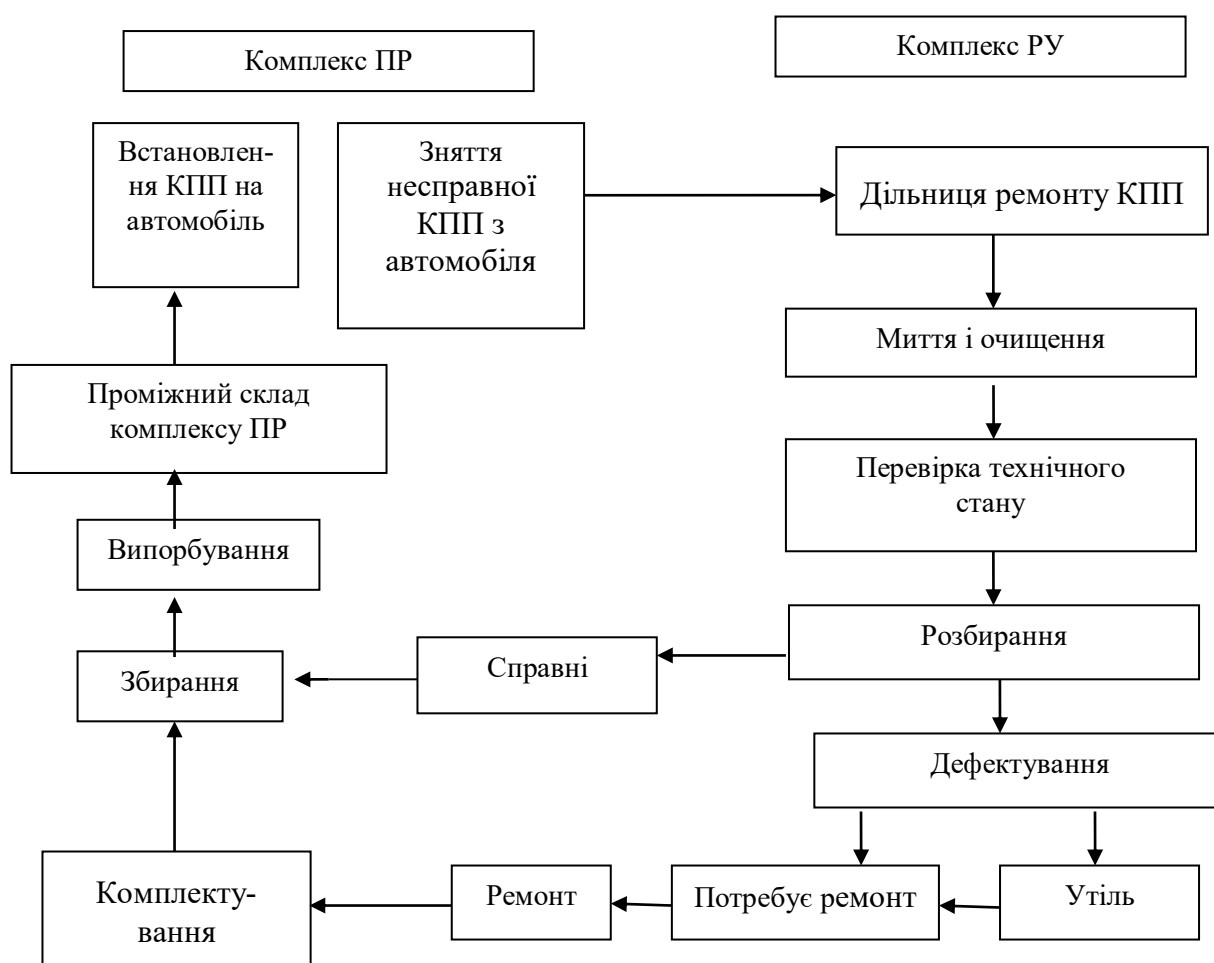


Рисунок 2.1 – Схема організації технологічного процесу ремонту і відновлення первинних валів коробки перемикання передач

На підставі інформації про наявність запасів на проміжному і основному складах, про очікуване поповнення запасів і про наявний ремонтний фонд майстер дільниці разом з начальниками комплексу підготовки виробництва (КП) планує завдання на ремонт (виготовлення) вузлів і деталей коробки перемикачів передач. Відповідно до плану майстер роздає завдання своїм виконавцям, а відділ комплектації КП доставляє ремонтний фонд на дільницю, а відремонтовані вузли і деталі – на основний або проміжний склад.

Така структура управління виробництвом дозволяє підвищити відповідальність керівників і безпосередніх виконавців за простий автомобіль у виробничому комплексі в цілому або в конкретному його структурному підрозділі.

Організація виробництва на дільниці може бути реалізована методом спеціалізованих бригад, методом комплексних бригад або агрегатно-дільничним методом.

Метод спеціалізованих бригад – створюються бригади, на кожен з яких залежно від об'ємів робіт, планується певне число робочих необхідних спеціальностей. При такій організації робіт забезпечується технологічна однорідність кожної зони. Істотним недоліком цього методу організації виробництва є слабка персональна відповідальність виконавців за виконану роботу. У разі передчасної відмови складно проаналізувати усі причини, встановити конкретного винуватця зниження надійності, оскільки агрегат обслуговують і ремонтують робітники різних підрозділів.

Метод комплексних бригад передбачає формування виробничих підрозділів за ознакою їх предметної спеціалізації, тобто закріплення за бригадою певної групи автомобілів.

Агрегатно-дільничний метод полягає в тому, що усі роботи з обслуговування і ремонту розподіляють між спеціалізованими виробничими дільницями, повністю відповідальними за якість і результати своєї роботи. Ці дільниці є основними ланками виробництва, кожна з них виконує роботи за усіма видами ТО і ПР одного або декількох вузлів коробки перемикачів

передач. При такому методі організації встановлюється чітка відповідальність за якість виконуваних робіт. Недоліком даного методу є складність маневрування автомобіля спеціалізованими постами, яка призводить до зайвих витрат часу, простою автомобіля в ремонті, і тим самим, обмежує його застосування на практиці.

На дільниці ремонту та відновлення валів КПП я пропоную застосувати агрегатно-дільничний метод, оскільки усі роботи технічного огляду розподіляються між виробничими ділянками. Метод комплексних бригад на цьому об'єкті не підходить, оскільки за бригадою необхідно закріплювати певну групу автомобілів.

2.4 Характеристика об'єкта відновлення

Первинний вал коробки передач виготовляється із сталі 25ХГМ з цементацією на глибину 0,5...0,7 мм. Після термічної обробки твердість поверхневого шару становить HRC 60...65, а твердість маточини HRC 35...45. Конструкція первинного валу представлена на рис. 2.2.

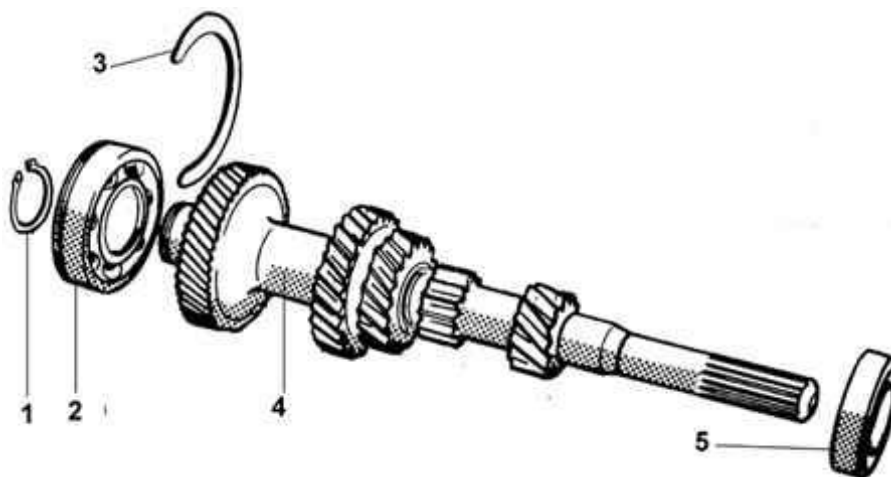


Рисунок 2.2 – Первинний вал коробки перемикання передач: 1 – стопорне кільце; 2, 5 – підшипник; 3 – стопорне кільце підшипника; 4 – первинний вал

Первинний вал коробки перемикання передач працює в умовах контактних навантажень, що супроводжуються зусиллями згину. Руйнівними чинниками є контактні навантаження, згин і тертя. Первинний вал бракують,

якщо він має тріщини будь-якого характеру і розташування, сколи зубців шестерні і шліців. В табл. 2.3 представлені дефекти первинного валу КПП.

Таблиця 2.3 – Дефекти первинного валу КПП

Дефекти	Розміри, мм		Висновок
	номінальний	допустимий без ремонту	
Знос зубців шестерні по товщині	7,31 – 7,27	6,95	Бракувати при розмірі менше 6,95 мм
Знос гнізда під роликовий підшипник	43,980 – 44,007	44,007	Хромувати при розмірі більше 44,007 мм
Знос шийки вала під кульковий підшипник	60,003 – 60,023	59,98	Хромувати при розмірі менше 59,98 мм
Знос шийки з маслосгінною канавкою	37,95 – 38,00	37,85	Хромувати при розмірі менше 37,85 мм
Зрив або знос різьби під гайку підшипника	M56×1,5	до двох ниток	Наплавляти при ушкодженні більше двох ниток
Знос шліцьових зубців по товщині	5,865 – 5,815	5,76	Встановити ДРД
Забоїни на шліцах	-	-	Зачистити
Знос шийки під передній кульковий підшипник	24,98 – 24,96	24,93	Хромувати при розмірі менше 24,93 мм
Знос конусної поверхні під кільце синхронізатора	41,60 – 41,40	41,70	Наплавляти при розмірі більше 41,70 мм
Знос отвору під роликовий підшипник	43,98 – 44,007	44,08	Хромувати при розмірі більше 44 мм

2.5 Вибір способу відновлення первинного валу

При перевірці на биття шийок підшипників первинний вал встановлюють в центрах, зачистивши центрові фаски тригранним шабером. Індикатором перевіряють величину биття шийок підшипників, при битті шийок більше 0,03 мм вал правлять на пресі. Забої на зубцях і шліцах усувають зачисткою шліфувальним кругом, закріпленим на електрошліфувальній машинці, при збитті різьби 4М56×1,5 її проганяють плашкою.

При зносі шийки під підшипник колінчастого валу більше допустимого первинний вал встановлюють в центрах круглошліфувального верстата. Зношену шийку шліфують шліфувальним кругом до $\varnothing 24,7^{+0,05}$ мм. Ізолювавши місця, що не підлягають хромуванню, первинний вал закріплюють на підвісці і опускають у ванну. Шийку валу під підшипник колінчастого валу хромують до $\varnothing 25,15_{-0,05}$ мм. Після хромування шийку валу шліфують на круглошліфувальному верстаті шліфувальним кругом $\varnothing 25^{-0,02}$ мм. Аналогічним чином відновлюють шийку під кульковий підшипник і поверхню маслосгонної канавки. При шліфуванні шийки під кульковий підшипник перед хромуванням витримують $\varnothing 59,78_{-0,05}$ мм, шар хрому нарощують до розміру $\varnothing 60,18_{-0,05}$ мм і остаточно шліфують шийку до $\varnothing 60_{+0,023}$ мм.

При шліфуванні поверхні маслосгонної канавки перед хромуванням витримують $\varnothing 37,55_{-0,05}$ мм, шар хрому нарощують до $\varnothing 38,2_{-0,05}$ мм і остаточно шліфують поверхню до $\varnothing 38_{-0,05}$ мм. При зносі різьби М56 × 1,5 або зриві більше двох ниток первинний вал встановлюють на токарний верстат і прохідним різцем з пластиною Т15К6 обточують зношену різьбу до основного металу. Після цього вал встановлюють в центрі токарного верстата, обладнаного наплавлювальною голівкою ГМВК-1 і наплавляють різьбову шийку до $\varnothing 60 \pm 0,5$ мм електродним дротом II класу ГОСТ 9389-60 $\varnothing 1,6$ мм. Режим наплавлення наступний: сила струму – 150 А; напруга 12...14 В; швидкість обертання валу 3,5...4,0 об/хв; швидкість подачі дроту 1,2 хв. Різьбову шийку наплавляють без застосування охолоджувальної емульсії.

Після наплавлення перевіряють биття шийок валу, яке має бути не більше 0,03 мм, і при необхідності правлять на пресі. Наплавлений різьбовий кінець валу з торця підрізують на токарному верстаті «начисто», проточують шийку до $\varnothing 56^{-0,1}$ мм і нарізують різьбу M56×1,5. Шліфувальним кругом, закріпленим на машинці, зачищають напливи і бризки металу, що утворилися під час наплавлення на первинному валу. Остаточною операцією по відновленню зношеної різьби є фрезерування паза на різьбовій шийці. Для цього первинний вал закріплюють в лещатах на столі фрезерного верстата і фрезерують дисковою фрезою $\varnothing 50 \times 6$ мм паз на глибину 4 мм шириною 6 мм на довжині 7 мм під кутом 45° до осі валу з наступним прогоном різьби.

Зношений більше допустимого розміру шліцьовий кінець первинного валу ремонтують постановкою додаткової ремонтної деталі (ДРД). Для цього шліцьовий кінець встановлюють в індуктор установки СВЧ і відпалюють на довжині 51 мм. Твердість після відпалу характеризується відбитком 3,9-4,5 мм. Перед механічною обробкою вал встановлюють в центрах і перевіряють індикатором биття шліцьового наконечника. При битті шліцьового наконечника більше 0,05 мм вал правлять під пресом. Встановивши і закріпивши первинний вал на токарному верстаті, прохідним різцем з пластинкою із сплаву T15K6 роблять на відстані 110,5 мм від торця зубів шестерні поглиблення до $\varnothing 24$ мм на довжині 20 мм і проточують конус під кутом 60° до $\varnothing 24$ мм з боку шестерні. Наконечник проточують до $012^{+0,075}$ мм на довжині 20 мм і підрізують край за шаблоном 110_{-0,25} мм від торця шестерні. Після цього відрізують шліцьовий кінець уступу на довжину 16_{-0,1} мм і знімають фаску $1 \times 45^\circ$.

Встановивши первинний вал на стіл пресу уступом вгору і поєднавши отвір заздалегідь виготовленого шліцьового кінця з виступом валу, напресовують його до упору. У пристосуванні з центрами шліцьовий наконечник обварюють суцільним швом, після зварювання перевіряють биття по шийці $\varnothing 60^{+0,023}$ мм, яке має бути не більше 0,03 мм, а потім первинний вал

встановлюють в центри токарного верстата і проточують наварений шар металу до $\varnothing 35^{+0,1}$ мм.

Встановивши в індуктор установки СВЧ шліцьовий кінець на довжину 70 мм, а потім шийку первинного валу $\varnothing 25$ мм на довжину 20 мм, гартують їх на глибину цементованого шару і відпускають, після термічної обробки твердість загартованого шару має бути HRC 60...65. Після перевірки биття, яке має бути 0,03 мм, первинний вал встановлюють в центри круглошліфувального верстата і шліфують шліці і шийку відповідно до $\varnothing 37,8_{-0,17}$ мм і $\varnothing 25_{-0,04}$ мм.

При зносі отвору під роликовий підшипник більше за допустимий розмір первинний вал встановлюють в патрон з незагартованими куркульками внутрішньошліфувального верстата і, приймаючи за базову поверхню шийку під підшипник, вивіряють по конусній частині величину биття, яка має бути не більше 0,03 мм, після чого деталь закріплюють. Отвір під роликовий підшипник шліфують під перший ремонтний розмір до $\varnothing 44,18^{+0,027}$ мм або під другий до $\varnothing 44,38^{+0,027}$ мм.

2.6 Технологічна карта процесу відновлення

За результатами аналізу методів відновлення первинного валу, проведеного в попередньому пункті, складаємо технологічну карту (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Технологічна карта процесу відновлення первинного валу КПП

№ опер.	Назва і зміст операції	Обладнання	Пристосування	Інструмент
1	2	3	4	5
005	<u>Токарна</u> Виправити центрові отвори	Токарно-гвинторізний верстат 1К62	Патрон, що центрується	Свердло центровочне комбіноване
010	<u>Слюсарна</u> Зачистити шліцьовий кінець	Пневмошліф-машинка ПШМ- 60		Круг зачисний 60 Ч5-Ч10

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
015	<u>Наплавлювальна</u> Заплавити шліцьові канавки шліцьового кінця з перекриттям на зовнішню поверхню під шаром флюсу	Токарно-гвинторізний верстат 1K62, випрямляч ВСА-600/300	Наплавлювальна голівка А- 409, центри	Дріт Нп-30ХГСА, флюс АН-348А
020	<u>Слюсарна</u> Правити шліцьовий кінець	Прес СР1800		Індикатор биття шийок під підшипники
025	<u>Термічна</u> Відпалювати шліцьовий кінець за допомогою СВЧ	Високочастотна установка ЛЗ- 2-67		
030	<u>Токарна</u> Проточити шліцьовий кінець під номінальний розмір	Токарно-гвинторізний верстат 1K62	Повідковий патрон з повідцем, центрами.	Прохідний прямий різець з пластинкою Т15К6
035	<u>Фрезерна</u> Фрезерувати 10 шліців на шліцьовому кінці	Універсально-фрезерний верстат 6М82	Ділильна голівка УДГ-160	Фреза дискова пазова Р6М5
040	<u>Термічна</u> Гартувати шліцьовий кінець за допомогою СВЧ в маслі і відпустити на повітрі	Високочастотна установка ЛЗ-2-67, ванна для гартування деталей в маслі	Підвіска для гартування деталей	
045	<u>Шліфувальна</u> Шліфувати шліци під номінальний розмір	Плоскошліфувальний верстат 3731	Лещата машинні	Круг шліфувальний ПП 6М2К
050	<u>Шліфувальна</u> Шліфувати отвір під підшипник під постановку ДРД	Внутрішньо-шліфувальний верстат 3А227	Патрон з негартованими куркульками	Шліфувальний круг ПП СМ1
055	<u>Слюсарна</u> Запресувати ремонтну втулку	Прес гідравлічний	Оправляння, підставка	

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
060	<u>Шліфувальна</u> Шліфувати отвір під роликовий підшипник під номінальний розмір	Внутрішньо- шліфувальний верстат 3А227	Патрон з незагартованим и куркульками	Шліфуваль- ний круг ПП СМ1
065	<u>Шліфувальна</u> Шліфувати шийку під передній підшипник "як чисто"	Кругло- шліфувальний верстат 3Б151	Повідковий патрон з повідцем, центрами	Шліфуваль- ний круг ПП СМ1
070	<u>Хромування</u> Підготувати і хромувати шийку під передній підшипник	Ванни для обезжирювання і хромування, електрична піч	Підвіска для хромування	Штанген- циркуль ШЦ- 1-125-0,1, мікрометр МК 25-50мм
075	<u>Мийна</u> Промити деталь	Ванна з содовим розчином	Підвіска для миття	
080	<u>Шліфувальна</u> Шліфувати шийку під передній підшипник під номінальний розмір	Кругло- шліфувальний верстат 3Б151	Повідковий патрон з повідцем, центрами	Шліфуваль- ний круг ПП СМ1
085	<u>Мийна</u> Промити деталь	Ванна з водою	Підвіска для миття деталей	

2.7 Визначення пропусків на обробку

Визначаємо припуски на шліфування при хромуванні передньої шийки під підшипник первинного валу коробки передач автомобіля ЗиЛ- 130.

Номінальний діаметр $D_{ном} = 24,98 - 24,96$ мм; приймаємо до розрахунку $d_{ном} = 24,985$ мм ($D_{max} = 24,995$ мм; $D_{min} = 24,975$ мм). Ремонт вимагається при діаметрі шийки менш $D_{дон} = 24,96$ мм.

Нехай діаметр зношеної передньої шийки під підшипник $d_{зн} = 24,95$ мм, перед хромуванням деталь шліфують «начисто» для усунення слідів зносу і надання правильної геометричної форми. Припуск на шліфування на діаметр

$$2 \cdot \delta_1 = 0,1 \text{ мм.}$$

З урахуванням шліфування «начисто» діаметр передньої шийки складатиме

$$d_{\min} = d_{\text{зн}} - 2\delta_1 = 24,95 - 0,1 = 24,85 \text{ мм.}$$

Для відновлення передньої шийки під підшипник слід нанести хромуванням шар металу такої товщини, щоб після обробки забезпечити розміри і шорсткість по робочому кресленню, виконати попередню і остаточну обробки. Припуск на шліфування після хромування:

– попереднє $2\delta_2 = 0,050$ мм;

– остаточне $2\delta_3 = 0,034$.

Таким чином, максимальний діаметр передньої шийки під підшипник валу первинного має бути

$$d_{\max} = d_{\text{ном}} + 2\delta_2 + 2\delta_3 = 24,985 + 0,050 + 0,034 = 25,069 \text{ мм.}$$

Отже, товщина гальванічного покриття має бути не менше

$$H = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2} = \frac{25,069 - 24,85}{2} = 0,110 \text{ мм.}$$

Припуск на шліфування після хромування:

– попереднє $\delta_2 = 0,025$ мм;

– остаточне $\delta_3 = 0,017$ мм.

2.8 Розрахунок режимів обробки і норм часу

Операція наплавлювальна

Визначимо штучний час на заплавлення шліців наплавленням під шаром флюсу первинного валу коробки передач автомобіля ЗиЛ-130. Довжина шліцьової шийки $l = 110$ мм; число шліцьових канавок – 10, матеріал – сталь 25ХГМ, маса деталі – не більше 10 кг.

Для наплавлювання застосовуємо електродний сталевий дріт Нп-30ХГСАЖ1 товщиною 6 мм, густина $7,8 \text{ г/см}^3$, а в якості устаткування – переобладнаний токарно-гвинторізний верстат 1К62; випрямляч ВСА-600/300; наплавлювальна голівка А-409. Установка деталі в центрах, без вивіряння, положення шва – горизонтальний.

Зміст операції – встановити деталь на переобладнаний токарний верстат, заплавити шліцьові канавки, зняти деталь.

При наплавленні шліц подовжнім способом довжина наплавлення

$$L = l \cdot n = 110 \cdot 10 = 1100 \text{ мм} = 1,1 \text{ м.}$$

де l – довжина шліцьової шийки, мм; n – число шліцьових западин.

Визначаємо швидкості наплавлення, прийнявши діаметр електродного дроту $d = 1,6$ мм; густину струму $D_a = 92 \text{ А/мм}^2$. Сила зварювального струму

$$I = 0,785 \cdot d^2 \cdot D_a = 0,785 \cdot 1,6^2 \cdot 92 = 185 \text{ А.}$$

Тоді маса розплавленого металу

$$m_{pm} = \frac{I \alpha_n}{60} = \frac{185 \cdot 11}{60} = 33,7 \text{ г/хв,}$$

де $\alpha_n = 11 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$ – коефіцієнт наплавлення.

Об'єм розплавленого металу

$$V = \frac{m_{pm}}{\gamma} = \frac{33,7}{7,8} = 4,32 \text{ см}^3/\text{хв,}$$

де $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$ – густина розплавленого металу сталі.

Швидкість подачі електродного дроту

$$v_{nd} = \frac{V}{0,785 d^2} = \frac{4,32}{0,785 \cdot 1,6^2} = 2,15 \text{ см/хв,}$$

Крок наплавлення

$$S = (1,2 \dots 2,0) \cdot d = 1,5 \cdot 1,6 = 2,4 \text{ мм,}$$

тоді швидкість наплавлення

$$v_n = \frac{0,785 d^2 v_{nd} k a}{t S} = \frac{0,785 \cdot 1,6^2 \cdot 2,15 \cdot 0,95 \cdot 0,986}{1 \cdot 2,4} = 1,69 \text{ м/хв,}$$

де $t = 1 \text{ мм}$ – товщина наплавлюваного шару для дроту діаметром 1,6 мм.

Основний час наплавлення шліців під флюсом подовжнім способом розраховується по формулі

$$T_n = \frac{L i}{V_n} = \frac{1,1 \cdot 7}{1,69} = 4,56 \text{ хв,}$$

де $i = 7$ – кількість шарів наплавлення при глибині шліцевих западин більше 6,5 мм, оскільки діаметр наплавлювального дроту в 1,6 мм забезпечує товщину наплавлювального шару в 1 мм.

Допоміжний час, пов'язаний з переходом,

$$T_{\partial 2} = 1,4 \cdot 1,1 = 1,54 \text{ хв},$$

де 1,4 хв – час наплавлення під шаром флюсу на 1 погонний метр.

Допоміжний час на один поворот деталі (при подовжньому шліцевому наплавленні під флюсом)

$$T_{\partial 3} = tn = 0,46 \cdot 10 = 4,6 \text{ хв},$$

де $t = 0,46$ хв – час на поворот зварювальної голівки; $n = 10$ – кількість шліцевих западин.

Допоміжний час на операцію розраховується по формулі

$$T_{\partial} = T_{\partial 1} + T_{\partial 2} + T_{\partial 3} = 0,8 + 1,54 + 4,6 = 6,94 \text{ хв}.$$

де $T_{\partial 1} = 0,8$ хв – допоміжний час, пов'язаний з виробом, на установку і зняття деталі.

Додатковий час визначаємо по формулі

$$T_{\partial \partial \partial} = n \cdot (T_n + T_{\partial}) = 0,14 \cdot (4,56 + 6,94) = 1,61 \text{ хв},$$

де $n = 14\%$ – відсоток додаткового часу.

Штучний час визначається по формулі

$$T_{шт} = T_n + T_{\partial} + T_{\partial \partial \partial} = 4,56 + 6,94 + 1,61 = 13,11 \text{ хв}.$$

Операція шліфувальна

Визначимо штучний час на шліфування шийки під передній підшипник первинного валу коробки передач автомобіля ЗиЛ-130 після хромування. Діаметр до обробки 25,069 мм, після обробки 24,985 мм, довжина шийки 25 мм.

Вихідні дані: деталь – первинний вал коробки передач автомобіля ЗиЛ-130, шийка під передній підшипник $D = 25,069$ мм, $d = 24,985$ мм, $l = 25$ мм. Матеріал – сталь 25ХГМ, твердість – HRC 60...65, маса деталі - не більше 10 кг. Устаткування – круглошліфувальний верстат 3Б151, шліфувальний круг ПП 100Ч20-Ч32 СМ1. Установка деталі в центрах, без вивіряння, обробка з

охолодженням. Вид шліфування – кругле зовнішнє з виходом шліфувального круга в один бік.

Зміст операції: встановити деталь, шліфувати шийку, виміряти шийку, зняти деталь.

Хід столу при шліфуванні

$$L_p = l + \frac{B}{2} = 25 + \frac{20}{10} = 35 \text{ мм},$$

де $B = 20$ мм – ширини шліфувального кола.

Подовжня подача при шліфуванні

$$S_{\text{под}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot B = 0,3 \cdot 20 = 6 \text{ мм/об.}$$

Частота обертання деталі складатиме

$$n_g = \frac{1000 v_g}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 25,069} = 254,1 \text{ об/хв},$$

де $v_g = 20$ м/хв – швидкість виробу; D – діаметр оброблюваної деталі, мм. По паспорту верстата приймаємо $n_g = 260$ об/хв.

Основний час на чорнове шліфування

$$T_o = \frac{2L_p z K}{n_g S_{\text{под}} S_{\text{шл}}} = \frac{2 \cdot 35 \cdot 0,025 \cdot 1,2}{260 \cdot 6 \cdot 0,0075} = 0,18 \text{ хв},$$

де z – припуск на обробку на сторону, мм; $S_{\text{шл}} \square = 0,075$ мм/хід – глибина шліфування (поперечна подача), $K = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує знос круга і точність шліфування при чорновому шліфуванні.

Основний час на остаточне шліфування

$$T_o = \frac{2L_p z K}{n_g S_{\text{под}} S_{\text{шл}}} = \frac{2 \cdot 35 \cdot 0,017 \cdot 1,7}{260 \cdot 6 \cdot 0,0075} = 0,17 \text{ хв},$$

де $K = 1,5 \dots 1,8$ – коефіцієнт, що враховує знос круга і точність шліфування при чистовому шліфуванні. Допоміжний час

$$T_{\text{дон}} = T_{\text{вст}} + T_{\text{пер}} = 0,6 + 1,55 = 2,15 \text{ хв},$$

де $T_{\text{вст}}$ – час на встановлення і зняття деталі, хв; $T_{\text{пер}}$ – час, пов'язаний з проходом, хв. Додатковий час

$$T_{\text{доп}} = \frac{(T_o + T_{\text{дон}}) \cdot K}{100} = \frac{(0,35 + 2,15) \cdot 9}{100} = 0,23 \text{ хв},$$

де $K = 9\%$ – відсоток додаткового часу.

Штучний час на операцію шліфування становить

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{дон}} + T_{\text{доп}} = 0,35 + 2,15 + 0,23 = 2,73 \text{ хв}.$$

Висновки по розділу 2

В даному розділі дана стисла характеристика об'єкту проектування, яким є дільниця з ремонту і відновлення валів коробки перемикання передач, для якої виконано розрахунок виробничої програми і розроблена схема технологічного процесу. На основі порівняльного аналізу методів організації технологічного процесу показано, що для дільниці відновлення валів коробки перемикання передач в при організації обслуговування і ремонту найбільш перспективним є агрегатно-дільничний метод.

В даному розділі розглянуті основні несправності первинного валу коробки передач, подано умови на його ремонт, проведено порівняльний аналіз способів відновлення первинного валу. За результатами аналізу складено технологічну карту процесу відновлення валу та проведено повний технологічний розрахунок припусків і норм часу для операцій автоматичного наплавлення під шаром флюсу і шліфування первинного валу після наплавлення.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз сучасних тенденцій у відновленні первинного валу коробки перемикання передач

Знос посадочних поверхонь під підшипники кочення картерів коробок перемикання передач, що надходять в капітальний ремонт, є найбільш поширеним дефектом (близько 60%). Він веде до зсуву і перекосу осей валів, що викликає порушення нормальної роботи шестерень, валів, підшипників в КПП [18-20]. Знос допускається до зазорів, певних технічних умов (в середньому 0,05 мм між обоймою підшипника і його посадковим місцем). При більшій величині зносу посадочних місць їх необхідно відновлювати для отримання нормальних посадок (в середньому від натягу до зазору 0,025 мм).

Найбільшого поширення в практиці знаходиться метод позаванного електролітичного залізнення [21; 22]. Поряд з позитивними сторонами він має недолік – одночасно можна відновлювати лише частину посадочних місць, які розташовані з одного боку, за рахунок чого час на відновлення збільшується майже в 2 рази. Для картерів КПП, які не мають значних габаритів, більш доцільним є застосування ванного залізнення з використання пристосування, показаного на рис. 3.1.

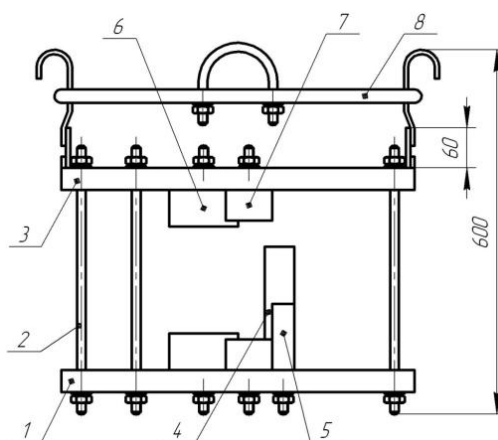


Рисунок 3.1 – Установка для залізнення валів КПП: 1 – основа нижня; 2 – шпилька; 3 – основа верхня; 4, 5, 6, 7 – анод; 8 – шпилька сполучна

В цьому випадку можна відновлювати одночасно всі посадочні поверхні, що значно скорочує час відновлення [23]. Картер коробки передач закріплюється в пристосуванні між двома плитами, в отвори яких вставлені аноди. Останні повинні розташовуватися строго в центрах отворів, що запобіжить утворенню еліпсності отворів і нерівномірність покриттів.

Залізнення проводиться в електроліті, який містить 400-500 г/л хлористого заліза і 2-3 г/л соляної кислоти. Режим роботи: струм асиметричний $D_{ef} = 25-30 \text{ А/дм}^2$, $t = 20^\circ\text{C}$, $\beta = 6$. Щоб уникнути забруднення електроліту пристосування з відновлюваним картером рекомендується поміщати в чохол з склотканини.

Технологію залізнення деталей, що мають, як правило, на робочих поверхнях відносно невисоку твердість, можна розглядати не тільки як відновну, а ще і зміцнюючу технологію, яка дозволяє підвищити довговічність деталей КПП в порівнянні з новими, а також скоротити час відновлення до 30-35 хвилин.

В цілому ж, різноманіття існуючих способів, рекомендацій і розробок по відновленню однотипних деталей і різні організаційно-технічні причини призводять до застосування на ремонтних підприємствах численних способів відновлення первинних валів коробок перемикання передач. Показники зносостійкості відновлених поверхонь деталей стосовно умов роботи в коробці передач наведені в табл. 3.1 і 3.2 [24].

Дані табл. 3.1 показують, що зносостійкість шліцьових з'єднань валів коробки передач, відновлених різними способами, коливається в дуже широких межах. Так, зносостійкість валів, відновлених поздовжньої виправкою під флюсом АН-348А дротом Нп-80 і Нп-50 і зміцнених загартуванням струмом високої частоти, значно менше зносостійкості серійного сполучення.

У той же час застосування наплавлення під флюсом АН-348А дротом Нп-20Х13, НП-50ХФА і НП-30ХГСА і зміцнення загартуванням струмом високої частоти дозволяє отримати зносостійкість на рівні серійних сполучень і вище.

Таблиця 3.1 – Зносостійкість відновлених шліцьових поверхонь валів коробки передач

Позначення способу відновлення	Спосіб відновлення, ремонтні матеріали, вид зміцнення	Відносна зносостійкість
1	Сталь 40Х, гартування СВЧ	1,00
Наплавлення по гвинтовій лінії дротом Нп-30ХГСА:		
2	під флюсом АН-348А, гартування СВЧ	1,05
3	в середовищі CO ₂ , гартування СВЧ	0,89
4	в середовищі CO ₂ , лазерне зміцнення	0,80
Поздовжнє наплавлення під флюсом АН-348А, гартування СВЧ		
5	Нп-80	0,6,
6	Нп-50	0,69
7	Нп-20Х13	1,12
8	Нп-50ХФА	1,24
9	Нп-30ХГСА	1,05

Таблиця 3.2 – Зносостійкість сполучень вал-підшипник кочення

Позначення способу	Спосіб відновлення, матеріали, вид зміцнення	Середня величина зносу сполучення	Відносна зносостійк.
1	Сталь 40Х, гартування СВЧ	1,02	1,00
Наплавлення			
2	Нп-30ХГСА в CO ₂ , гартування струмом високої частоти	11,7	0,87
під флюсом АН-348А:			
3	Нп-20Х13, гартування СВЧ	9,5	1,07
4	Нп-30ХГСА, гартування СВЧ	11,0	0,92
5	Нп-20Х13, ППД	9,0	1,13
6	Електроконтактне приварювання стрічки У8А	8,4	1,21

Порівнюючи відносну зносостійкість деталей сполучення вал-підшипник кочення [25], відновлених різними способами (табл. 3.2), можна зробити висновок, що покриття, отримані в CO_2 і під флюсом АН348А наплавлювальним дротом Нп-30ХГСА, мають зносостійкість значно нижче серійного сполучення (сталь 40Х, гартування СВЧ).

Електроконтактне приварювання стрічки У8А і наплавлення під флюсом АН-348А дротом Нп-20Х 13 із застосуванням ППД забезпечують довговічність на рівні і вище серійного сполучення.

Існуючі способи відновлення шестерень можна розділити на три групи: заміна зношеного зубчастого вінця (при допустимого спрацювання шліцьовій втулки), нарощування металу на зношені поверхні і пластичні деформації. Стосовно до шестерен коробки передач, практичну реалізацію знаходить тільки спосіб пластичного деформування.

Відновлення шестерень пластичним деформуванням передбачає остаточну механічну і хіміко-термічну обробку, як і при виготовленні нових шестерень. У зв'язку з цим показники зносостійкості відремонтованих шестерень наближаються до нових деталей.

Не один із зазначених способів відновлення не виключає необхідності проведення механічної та хіміко-термічної обробки для отримання необхідної точності і твердості. У зв'язку з цим виникає необхідність вибору раціональних способів обробки. Це завдання актуальне як при відновленні, так і при виготовленні нових шестерень.

Вибір раціональних методів відновлення ресурсу при ремонті коробки передач проводився на основі оптимізації параметрів, що їх характеризують [26]. В якості параметрів, що характеризують методи відновлення ресурсу, найчастіше приймають: допустимі величини зносу робочих поверхонь сполучених деталей; варіанти технологічних процесів відновлення робочих поверхонь при зносі більше допустимої величини; коефіцієнти відновлення пов'язаних деталей; коефіцієнти змінності сполучених деталей.

Критеріями оптимізації є мінімальні витрати на ремонт за умови забезпечення необхідного ресурсу сполучень після ремонту. Вихідними даними для оптимізації є: характеристики стану деталей коробки передач, що надходять на ремонт (параметри розподілу зносів робочих поверхонь); допуски на розмір робочих поверхонь для нових деталей; похибка вимірювання робочих поверхонь при дефектуванні; показники швидкості зношування деталей, відновлених різними способами; моделі зношування з'єднань; ціни нових деталей і приведені витрати на відновлення для різних варіантів технологічних процесів; нормативний ресурс коробки передач після ремонту.

3.2 Конструкторська пропозиція

Для підвищення ефективності роботи з ремонту та відновлення валів коробки передач я пропоную збільшити ступінь механізації робіт на дільниці, розробивши ремонтне пристосування – стенд для перевірки синхронізатора на зусилля вмикання. Дане пристосування має полегшити процес збирання коробки передач після ремонту.

Первинний вал коробки передач починають збирати з підзбирання кулькового підшипника, для чого в канавку підшипника вставляють стопорне кільце, а сам підшипник встановлюють на первинний вал виточкою назовні.

Для напресовування первинний вал з кульковим підшипником встановлюють в пристосування на стіл пресу і за допомогою опрацювання напресовують підшипник до упору на шийку валу. Гайку підшипника закручують динамометричним ключем, приклавши момент 20 Н·м. Для запобігання мимовільному відкручуванню буртик гайки кернять в паз первинного валу. Встановивши первинний вал в пристосування, закладають солідол у внутрішнє гніздо шестерні і вставляють ролики підшипника, причому останній ролик вставляють вільно без натягу. Після зборки ролики повинні вільно обертатися, не випадаючи з гнізда. При зборці необхідно стежити, щоб ролики підшипника були однієї розмірної групи.

Для підвищення довговічності переднього підшипника веденого валу і спрощення збирання і розбирання коробки передач замість окремих роликів встановлюють роликовий підшипник, зібраний в сепараторі. Після встановлення роликів в канавку валу вставляють стопорне кільце. Збирання синхронізатора другої і третьої передач починають з встановлення в пристосування трьох опор фіксатора лискою на зовнішні сторони, на які напресовують кільце. Встановивши в пристосування три блокуючих пальця і поєднавши отвори, напресовують кільце в зборі з опорами, спершу зібравши три фіксатори з кульками і пружинами, їх встановлюють в отвір каретки.

Встановивши друге кільце в зборі з опорами, зібране аналогічним чином, напресовують кільця на блокуючі пальці. Після напресування торці кільця повинні щільно прилягати до торців блокуючих пальців. Далі, встановивши каретку в пристосування, блокуючі пальці опресовують з обох боків кулькою, а зусилля опресовування має бути не менше 4 400...4 600 Н.

Зібраний синхронізатор встановлюють в пристосування, на якому перевіряють зусилля виведення каретки з середнього положення (рис. 3.2).

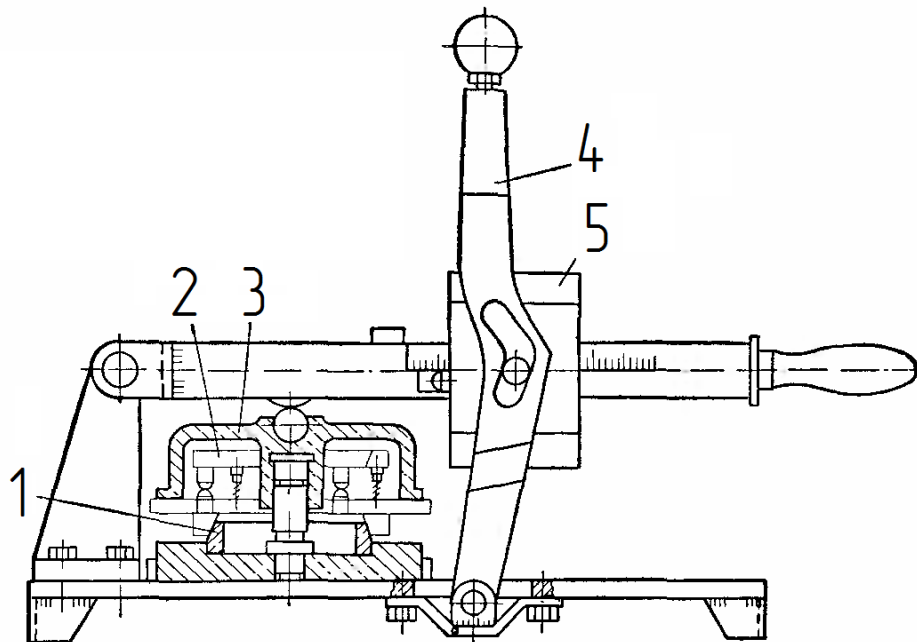


Рисунок 3.2 – Пристосування для перевірки синхронізатора на зусилля вмикання: 1 – центрувальна втулка; 2 – каретка синхронізатора; 3 – хрестовина; 4 – руків'я; 5 – пересувний вантаж

Синхронізатор, що перевіряється, встановлюють на центрувальну конусну втулку 1 разом з хрестовиною 3, при цьому каретка синхронізатора 2 має бути встановлена в нейтральне положення. Рухом руків'я 4 управо досягається плавне навантаження вантажем 5 синхронізатора до моменту його включення. Придатним є синхронізатор, зусилля включення якого 20 Н.

3.3 Розрахунок зусилля на руків'ї стенду

Розраховуємо зусилля необхідне для створення тиску на синхронізаторі у розмірі 40 МПа, яке діє на шліц діаметром 6 мм. Для цього розглянемо руків'я як навантажений стержень (рис. 3.3).

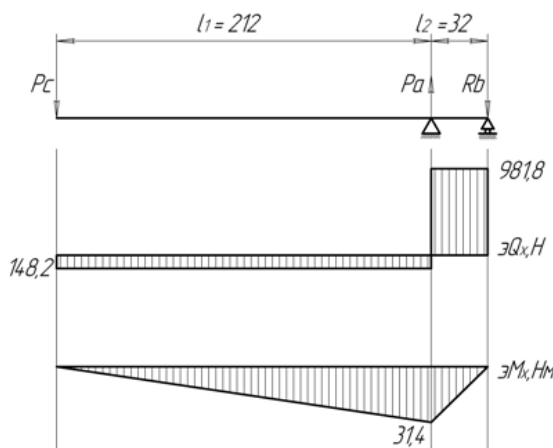


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема пристосування

Знайдемо реакцію в точці A через величину необхідного тиску

$$P_A = P \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{4 \cdot 10^7 \cdot 3,14 \cdot 0,006^2}{4} = 1130 \text{ (H)},$$

де $P = 40$ МПа – максимальний допустимий тиск, $d = 6$ мм – діаметр шліца.

Тоді необхідне зусилля в точці C з умови рівноваги системи:

$$\sum M_B = 0. P_C(l_1 + l_2) - P_A l_2 = 0. \quad P_C = \frac{P_A l_2}{l_1 + l_2} = \frac{1130 \cdot 32}{212 + 32} = 148,2 \text{ Н.}$$

За результатами розрахунку бачимо, що зусилля на руків'ї складає приблизно 15 кг, це в межах допустимої норми від 15 до 20 кг.

Висновки по розділу 3

Конструкторська частина кваліфікаційної роботи присвячена питанням пошуку найбільш раціональних методів та засобів відновлення первинного валу коробки передач. Проведено аналіз сучасних тенденцій у відновленні первинного валу коробки перемикачів передач, для кожного з елементів первинного валу, що піддаються інтенсивному зносу, запропоновано підходи до їх відновлення.

Для збільшення ступеню механізації робіт, що виконуються на ділянці з ремонту деталей КПП, запропонована конструкторська розробка – стенд для перевірки зусилля вмикачів синхронізатора, для стенду розрахунок деталей на міцність. Для найбільш навантажених елементів даного стенду методами опору матеріалів виконано розрахунок на міцність.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Основні вимоги техніки безпеки при ремонті коробок перемикання передач

Виробниче устаткування, інструмент і пристосування повинні протягом усього терміну експлуатації відповідати вимогам діючих державних стандартів. Розміщення виробничого і гаражного устаткування, матеріалів, заготовок, деталей, готової продукції, відходів виробництва і тари у виробничих приміщеннях і на робочих місцях не повинно становити небезпеку для персоналу.

Рухомі частини устаткування, з якими можливий контакт обслуговуючого персоналу, повинні мати надійне і справне огорожування або бути забезпечені іншими засобами захисту, що забезпечують безпеку робіт.

Експлуатоване устаткування має бути справним, його технічний стан повинен знаходитися під контролем. На несправному устаткуванні керівник дільниці вивішує табличку, яка забороняє працювати на ньому. Таке устаткування має бути знеструмлене і відключене. Вибраковування інструменту проводиться відповідно до встановленого графіка, але не рідше 1 разу за місяць.

Робочі місця повинні забезпечувати зручність роботи, свободу руху, безпечні та високопродуктивні умови праці. Робочі місця, проходи і проїзди мають бути вільними і не повинні захламлюватися матеріалами, відходами виробництва тощо.

Допоміжне устаткування розміщується так, щоб воно не виходило за межі встановленого для робочого місця майданчика. Директор і головний механік є вищими ланками, на яких лежать обов'язки з організації охорони праці на дільниці ремонту валів КПП. Начальник дільниці, крім усього іншого, несе

відповідальність за безпеку на виробництві, а головний інженер є керівником усієї системи охорони праці на дільниці.

На інженері з охорони праці лежать функції спостереження і контролю за дотриманням правил охорони праці і техніки безпеки при проведенні робіт. Крім того, він проводить різні інструктажів з охорони праці, бере участь в розслідуванні нещасних випадків на виробництві тощо. Інженер з охорони праці несе адміністративну відповідальність у разі нещасного випадку на виробництві.

Керівник робіт (майстер) відповідає за дотримання правил техніки безпеки на своєму робочому місці, проводить первинний та повторний інструктажі з охорони праці та здійснює допуск до робіт.

4.2 Розрахунок вентиляції і природного освітлення дільниці

Початкові дані для розрахунку вентиляції і освітлення були визначені в п. 2.2:

- площа дільниці $F = 32 \text{ м}^2$;
- довжина дільниці $a = 8 \text{ м}$;
- ширина дільниці $b = 4 \text{ м}$;
- висота стелі $h = 3,75 \text{ м}$.

Виконуємо розрахунок вентиляції, для чого спочатку визначаємо об'єм повітря в дільниці

$$V = 8 \cdot 4 \cdot 6 = 120 \text{ м}^3.$$

Необхідна продуктивність вентиляції

$$W = K \cdot V = 120 \cdot 4 = 480 \text{ м}^3/\text{год},$$

де $K = 4$ – кратність обміну повітря.

Для забезпечення заданої продуктивності приймаємо до установки вентилятор ЦАГІ- 4.

Виконуємо розрахунок природного освітлення цеху з ремонту деталей коробки перемикування передач. Площа вікон визначається по формулі

$$S_{осм} = \frac{S_{np} \cdot e_{min} \cdot \eta_0}{T \cdot k \cdot r \cdot 100}, \quad (4.1)$$

де $e_{min} = 0,8$ – коефіцієнт використання природного освітлення; $r = 2,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив відбитого світла при бічному освітленні; $T = 0,3$ – коефіцієнт загальної світлопроникності.

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею

$$h_1 = H - (h_{над} + h_{pn}) = 3,75 - (0,5 + 0,5) = 2,75 \text{ м}, \quad (4.2)$$

де $H = 3,75$ м – висота стель на ділянці; $h_{над} = 0,5$ м – відстань від верхнього краю вікна до стелі; $h_{pn} = 0,5$ м – висота робочої поверхні.

Визначаємо допоміжне відношення

$$\frac{b}{h_1} = \frac{3,75}{2,75} = 1,28,$$

для якого по графіку освітленості знаходимо коефіцієнт

$$\eta = 17.$$

Згідно ГОСТ 11214-65 обираємо розміри вікна $h_0 = 2\,000$ мм; $b_0 = 2\,200$ мм. Тоді площа вікна

$$S_{\phi} = h_0 \cdot b_0 = 2 \cdot 2,2 = 4,4 \text{ м}^2.$$

Знаходимо кількість вікон в приміщенні через площу скла

$$S_{ск} = \frac{18 \cdot 0,8 \cdot 17}{0,3 \cdot 1 \cdot 2,6 \cdot 100} = 3,13 \text{ м}^2.$$

Звідки кількість вікон

$$n = \frac{S_{ск}}{S_{\phi}} = \frac{3,13}{4,4} = 1 \text{ вікно.}$$

4.3 Розрахунок штучного освітлення ділянки

Для визначення відстані між світильниками приймаємо відповідно до технічних умов відношення

$$\frac{z}{h} = 1,4.$$

Тоді відстань між світильниками в одному ряду

$$z = 1,4 \cdot 4 = 5,6 \text{ м}$$

Тепер знаходимо відстань від першого світильника до стіни

$$a = \frac{1}{3} \cdot z = \frac{5,6}{3} = 1,9 \text{ м.}$$

Обчислюємо довжину ряду світильників

$$c_1 = l - 2a = 6 - 2 \cdot 1,9 = 2,2 \text{ м.}$$

Знаходимо допоміжний параметр

$$n_1 = \frac{c_1}{z} - 1 = \frac{2,2}{5,6} - 1 \leq 0,$$

через який обчислюємо кількість світильників в ряду

$$n_1' = n_1 + 2 = 0 + 2 = 2 \text{ світильника.}$$

Визначаємо відстань між рядами світильників

$$c_2 = b - 2a = 8 - 2 \cdot 1,9 = 4,2 \text{ м.}$$

Обчислюємо кількість рядів світильників

$$n_2 = \frac{c_2}{z} + 1 = \frac{4,2}{5,6} + 1 = 1,75 \text{ ряду.}$$

Остаточно приймаємо $n_2 = 2$ ряди.

Знаходимо загальну кількість світильників

$$n_{\text{заг}} = n_1' + n_2' = 2 + 2 = 4 \text{ світильники,}$$

тоді загальна потужність світильників

$$W_{\text{заг}} = W_{\text{num}} k S = 9,8 \cdot 1,5 \cdot 32 = 470,4 \text{ Вт,}$$

а потужність одного світильника

$$W_1 = \frac{W_{\text{заг}}}{n} = \frac{470,4}{4} = 117,6 \text{ Вт.}$$

Обираємо 4 світильники потужністю по 125 Вт кожен.

4.4 Шкідливі виробничі чинники на дільниці

Умови праці – це сукупність виробничих чинників, що чинять вплив на здоров'я і працездатність людини в виконання службових обов'язків. Ці чинники різні за природою, формами прояву, дією на людину тощо. Головним завданням є попередження травматизму і професійної захворюваності, створення комфортних умови праці, забезпечення безпеки працівників. Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 небезпечні і шкідливі виробничі чинники підрозділяються по своїй дії на організм людини на наступні групи:

- *фізичні* – рухомі частини машин і механізмів, підвищений рівень вібрації і шумів, випромінювання різного роду;
- *хімічні* – загазованість повітря, шкідливі і отруйні речовини в усіх агрегатних станах;
- *біологічні* – бактерії, віруси, прості гриби і продукти їх життєдіяльності;
- *психофізіологічні* – фізичні і нервово-психічні перевантаження, монотонність праці, несприятливий мікроклімат в колективі.

Дії багатьох шкідливих і небезпечних факторів можна запобігти за допомогою засобів колективного захисту (сигналізатори, загороджувальні і оберігаючи пристрої, знаки безпеки тощо). У тих випадках, коли колективні засоби недостатньо ефективні, застосовуються засоби індивідуального захисту. Постановою Міністерства праці і соціального розвитку №51 від 18.12.98 р. затверджені правила забезпечення працівників спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. На дільниці необхідно затвердити комісію з приймання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), яка також займається їх вибракуванням.

Вентилі, засувки і клапани мають бути повністю справні і забезпечувати можливість швидкого і надійного припинення доступу повітря або газу. Вантажопідіймальні механізми гаражного устаткування повинні відповідати вимогам діючих державних стандартів. До управління вантажопідіймальними

механізмами допускаються тільки працівники, що пройшли спеціальне навчання.

В організації має бути призначений працівник (працівники), що відповідає за безпечне виконання робіт з переміщення вантажів вантажопідіймальними механізмами з числа навчених фахівців. Автомобільні ручні домкрати повинні мати справні пристрої, що виключають самовільне опускання вантажу. Гідравлічні і пневматичні домкрати і підйомники повинні мати щільні з'єднання, що виключають витік рідини або повітря з робочих циліндрів під час переміщення вантажів.

Ручний інструмент не повинен мати на своїх поверхнях вибоїн, сколів, задирів, тощо. Не допускається використання несправного інструменту і пристосувань. Перед початком роботи слід перевірити усі інструменти, несправні – замінити.

4.5 Електрична безпека на ділянці відновлення валів КПП

Основним документом в області забезпечення безпечних умов праці з електричним обладнанням є ГОСТ 12.1.019–84 «Електробезпека. Загальні положення». Для забезпечення належного стану електробезпеки на ділянці повинні витримуватися наступні основні правила:

- на підприємстві наказом має бути призначений відповідальний за електрогосподарство, цим же наказом призначаються відповідальні за електрогосподарство в підрозділах;
- електроустаткування, електроінструмент і освітлювальні прилади повинні відповідати вимогам чинних нормативних актів;
- персонал, що обслуговує електроустановки, повинен пройти перевірку знань діючих нормативних актів в межах вимог, що пред'являються до відповідної спеціальності;
- для захисту людей від ураження електричним струмом при ушкодженні ізоляції електричних установок має бути застосованим хоча б один з наступних

захисних заходів: заземлення, занулення, захисне відключення, подвійна ізоляція, розподільний трансформатор тощо;

- перевірка стану заземлення елементів електричних установок повинна проводитися не рідше за 1 раз на 3 роки;

- несправності, здатні викликати іскріння, коротке замикання, нагрівання дротів, а також провисання дротів і зіткнення їх між собою повинні негайно усуватися.

Електроінструмент повинен зберігатися в інструментальній і видаватися працівнику тільки після перевірки разом із засобами захисту. Електроінструмент, що працює від електричної мережі з напругою вище 50 В, повинен мати шланговий дріт з ізоляцією і штепсельну вилку з подовженим заземляючим контактом. Електроінструмент повинен проходити перевірку і випробування в терміни і об'ємах, встановлених відповідними державними стандартами.

4.6 Пожежна безпека ділянки відновлення валів КПП

Основними причинами виникнення пожеж є необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки при проведенні різного роду робіт, порушення правил експлуатації електроустаткування, самозаймання ГЗМ, статична і атмосферна електрика і багато що інше. Виключення причин виникнення пожеж – одне з найважливіших умови забезпечення пожежної безпеки на ділянці.

Основним нормативним актом в області забезпечення пожежної безпеки є «Правила пожежної безпеки на автомобільній транспорті» – ППБ-01-03. Відповідно до чинного законодавства, відповідальність за забезпечення пожежної безпеки на ділянці несе її керівник, його мають бути призначені відповідальні за пожежну безпеку окремих приміщень. Таблички з вказівкою імен цих осіб вивішують на видних місцях.

Для пожежної охорони діляниці створюються добровільні пожежні дружини (ДПД), на які покладається контроль за дотриманням протипожежного режиму на об'єктах. Безпека людей, збереження транспортних засобів при пожежі залежать, значною мірою, від їх своєчасної і правильної евакуації. Для евакуації людей на діляниці розробляють плани евакуації і намічаються евакуаційні шляхи з урахуванням розташування евакуаційних виходів. Вивішують плани евакуації з приміщень на видних місцях поблизу евакуаційних виходів. Число евакуаційних виходів з будівлі з кожного поверху і з приміщень повинно бути не менше двох.

Усі автомобілі підприємства повинні комплектуватися вогнегасниками, автобуси повинні мати по два вогнегасники. Також для локалізації і ліквідації невеликих займань і пожеж на ранній стадії використовуються ящики з піском, резервуари з водою тощо.

Для перевірки знань колективу в області пожежної безпеки і готовності його до екстреної евакуації рекомендується періодично проводити на підприємстві тренування з пожежної безпеки.

4.7 Види інструктажів з охорони праці на авторемонтному підприємстві

Згідно Кодексу законів про працю України працівники, що не пройшли інструктаж, навчання і перевірку знань, до роботи не допускаються». Відповідно до «Міжгалузевих правил з охорони праці на автомобільному транспорті» існують наступні види інструктажів з охорони праці:

- *вступний* – проводить інженер з охорони праці з кожним працівником при вступі того на роботу по затвердженій інструкції. Результати інструктажу заносяться в «Журнал реєстрації вступного інструктажу», в якому розписується і інструктуючий і особа, що інструктується;

- *первинний інструктаж на робочому місці* проводиться майстром, керівником діляниці, реєструється в журналі реєстрації первинних інструктажів на робочому місці, в якому розписуються учасники інструктажу. Майстер

також зобов'язаний показати прийоми роботи, а за необхідності – провести стажування;

– *повторний інструктаж* проводиться 1 раз на 6 місяців, а на шкідливих роботах – 1 раз на 3 місяці. Проводиться майстром, керівником дільниці, реєструється в журналі реєстрації первинних інструктажів на робочому місці з позначкою «Повторний»;

– *позаплановий* – проводиться майстром, керівником дільниці за необхідності (нове устаткування, механізми, машини, сировина тощо), реєструється в тому ж журналі, що і два попередніх;

– *цільовий* – проводиться при видачі допуску до разових робіт.

Висновки по розділу 4

В даному розділі детально розглянуті основні вимоги до устаткування і інструментів, проведено розрахунок вентиляції, штучного і природного освітлення дільниці ремонту деталей коробки перемикач передач, на підставі якого виконано розрахунок кількості світильників в приміщенні.

Досліджені шкідливі та небезпечні виробничі фактори на дільниці з ремонту деталей КПП, приведені найбільш важливі відомості з основ електробезпеки і правил пожежної безпеки, розглянуті існуючі види інструктажів з охорони праці. Для кожного з інструктажів визначено порядок і періодичність проведення, а також особи, відповідальні за проведення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі вивчаються методи і засоби вдосконалення технологічного процесу відновлення деталей коробки перемикачів передач, а саме – первинного валу.

На початку роботи проаналізувати конструкцію коробки перемикачів передач автомобілів найбільш поширених марок. Встановлено, що найбільш поширеними на автомобільному транспорті є ступінчасті коробки передач, для яких описаний принцип дії і приведена вичерпна класифікація. Досить детально розглянуті двохвальні, трьохвальні і багатовавальні коробки передач, показані сфери їх застосування.

В технологічному розділі визначені основні несправності первинного валу коробки перемикачів передач, подано умови на його ремонт, проведено порівняльний аналіз способів відновлення первинного валу. За результатами аналізу складено технологічну карту процесу відновлення валу та проведено повний технологічний розрахунок припусків і норм часу для операцій автоматичного наплавлення під шаром флюсу і шліфування первинного валу після наплавлення. Після цього виконано технологічний розрахунок ремонтної ділянки зі спеціалізацією на відновленні валів КПП.

В конструкторській частині роботи проаналізовано найбільш раціональні методи та засоби відновлення первинного валу коробки передач. Проведено аналіз сучасних тенденцій у відновленні первинного валу коробки перемикачів передач, для кожного з елементів первинного валу, що піддаються інтенсивному зносу, запропоновано підходи до їх відновлення. Для збільшення ступеню механізації робіт, що виконуються на ділянці з ремонту деталей КПП, запропонована конструкторська розробка – стенд для перевірки зусилля вмикання синхронізатора, для стенду розрахунок деталей на міцність. Для найбільш навантажених елементів даного стенду методами опору матеріалів виконано розрахунок на міцність.

В останньому розділі детально розглянуті основні вимоги до устаткування та інструментів, проведено розрахунок вентиляції, штучного і природного освітлення дільниці ремонту деталей коробки перемикач передач, на підставі якого виконано розрахунок кількості світильників в приміщенні. Досліджені шкідливі та небезпечні виробничі фактори на дільниці з ремонту деталей КПП, приведені найбільш важливі відомості з основ електробезпеки і правил пожежної безпеки, розглянуті існуючі види інструктажів з охорони праці. Для кожного з інструктажів визначено порядок і періодичність проведення, а також особи, відповідальні за проведення.

Таким чином, можна зазначити, що в процесі виконання даної кваліфікаційної роботи було вирішено усі завдання, поставлені на її початку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І.; за ред. проф. С. І. Андрусенка. К. : Каравела, 2009. – 368 с.
2. Будова й експлуатація автомобілів [Текст] : підручник для учнів проф.-техн. закл. освіти / В. Ф. Кисликов, В. В. Лущик. 2.вид. К. : Либідь, 2000. 398 с.
3. Васілевський О. М., Поджаренко В. О. Нормування показників надійності технічних засобів: Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. 129 с.
4. Дунаєвський М.В. Методичні настанови до проектування підприємств автомобільного транспорту. *Автодорожник України*, 2006. № 3. С. 14 – 18.
5. Захарчук О.В. Технічне обслуговування і ремонт АТЗ: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2015. 140 с.
6. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. К. : Вища школа, 1994. 384 с.
7. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 2 : Організація, планування і управління : Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. К. : Вища школа, 1994. 383 с.
8. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 3 : Ремонт автотранспортних засобів : Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. К. : Вища шк., 1994. 495 с.
9. Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі. *Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту»*, 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. С. 90 - 94.

10. Кукурудзяк Ю. Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту : навч. пос. / Ю. Ю. Кукурудзяк, О. В. Рудь, Л. В. Кукурудзяк. Вінниця : ПП «Едельвейс і К», 2010. 336 с.
11. Курніков І. П. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навч. пос. / І. П. Курніков, М. К. Корольов, В. М. Токаренко. К. : Вища школа, 1993. 1991 с.
12. Лудченко А. О. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник / О. А. Лудченко. К. : Вища шк., 2007. 527 с. : іл.
13. Лудченко А. О. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. К. : Знання, 2004. 478 с.
14. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Проектування автотранспортних підприємств» для студентів усіх форм навчання спеціальності 6.070106 «Автомобільний транспорт» / Укладачі О. М. Коробочка, О. Г. Чернета – Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2012. 60 с. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://178.219.93.18:8080/Portal/Data/1/4/1-4-mzp7.pdf>.
15. Осадчий М. М., Степашко І. О., Павленко В. М. Аналіз підходів до керування терміном експлуатації автомобіля // Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 23–25 жовтня 2023 р.). Харків, 2023. С. 72.
16. Основи теорії експлуатаційних властивостей автомобіля [Текст] : навч. посіб. / В. П. Волков, О. П. Кравченко ; Східноукраїнський національний ун-т ім. Володимира Даля, Харківський національний автомобільно-дорожній ун-т. Луганськ : СНУ ім .В. Даля, 2009. 248 с.
17. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. К. : Мінтранс України, 1998. 16 с. (Нормативний документ Мінтрансу України).
18. Сакно О. П., Сакно О. Р., Медведєв, Є. П., & Цимбал, С. В. (2024). Дослідження впливу зовнішніх факторів на експлуатаційні властивості електромобіля. Вісник машинобудування та транспорту, 19(1), 131-138.

19. Сахно В. П., Іванушко О. М. Вплив умов експлуатації та системи технічного обслуговування і ремонту на технічний стан автотransпортних засобів. Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. К.: НТУ, 2017. Вип. 1 (37), С. 363-372.
20. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля. Київ: Арістей, 2010. 155 с.
21. Технологічне проєктування автотransпортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С. І. Андрусенка. К.: Каравелла, 2009. 368 с.
22. Форнальчик Є. Ю., Олісевич М. С., Мاستикаш О. Л., Пельо Р. А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: навч. посіб. Львів: Афіша, 2004. 492 с.