

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту коробки перемикач передач 21150-1700012-00 автомобіля ВАЗ-2115

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Макогнюк Д.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Навроцька Т.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Левкович М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Макогною Дмитру Любомировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту коробки перемикачів передач 21150-1700012-00 автомобіля ВАЗ-2115

Керівник роботи Навроцька Т.Д., к.т.н., ст. викл.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2023 року № 4/7-72

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 червня 2023

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес технічного обслуговування та ремонту коробки перемикачів передач 21150-1700012-00 автомобіля ВАЗ-2115

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Знімач для розбирання КПП автомобіля – А1;

Приспосіблення для перевірки синхронізаторів – А1;

Стенд для ремонту коробок перемикачів передач – А1;

Рама – А1;

Редуктор черв'ячний – А1;

Стенд для випробування коробок перемикачів передач – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 24.січня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	16.02.2023	
2	Технологічний розділ	09.03.2023	
3	Конструкторський розділ	14.04.2023	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	05.05.2023	
5	Оформлення графічної частини	23.05.2023	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	20.06.2023	

Студент

(підпис)

Макогнюк Д.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Навроцька Т.Д.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту коробки перемикач передч 21150-1700012-00 автомобіля ВАЗ-2115».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра к.т.н., старший викладач Навроцька Т.Д.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 50 сторінки формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини 5 сторінок додатків.

Ключові слова: регулювання, інструменти, стенд, обслуговування, контроль.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Особливості конструкції коробки передач.....	7
1.2 Вибір та коректування вихідних нормативів ТО та Р.....	9
1.3 Розрахунок виробничої програми з експлуатації автомобілів.....	11
1.4 Розрахунок кількості виробничих постів.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Технологічний процес Технічного обслуговування та ремонту КПП.....	15
2.2 Перевірка технічного стану деталей КПП.....	20
2.3 Розрахунок терміну окупності розробленої конструкції пристрою.....	24
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	27
3.1 Обґрунтування конструкції та розрахунок стенда для ремонту КПП.....	27
3.2 Призначення, будова і принцип дії стенда.....	34
3.3 Розрахунок стенда.....	36
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	42
4.1 Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці.....	42
4.2 Основні нормативні вимоги безпеки праці у агрегатному відділенні.....	42
4.3 Організація робочих місць, санітарно-гігієнічних вимог, вентиляції, освітлення, мікроклімату у агрегатному відділенні.....	43
4.4 Заходи протипожежної профілактики.....	45
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	47
БІБЛІОГРАФІЯ	48
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Ремонт коробки перемикання передач автомобіля ВАЗ-2115 (конкретної модифікації 21150-1700012-00) є важливою процедурою, яка може зберегти вам час і гроші, уникнути потенційних проблем з трансмісією та забезпечити правильну роботу автомобіля.

Перед початком ремонту необхідно провести діагностику, яка включає огляд та вимірювання коробки перемикання передач для виявлення причин несправностей. Це може включати перевірку стану зчеплення, рухомих частин, шестерень, підшипників та інших компонентів.

У разі виявлення пошкоджень або зносу деталей, їх необхідно відремонтувати або замінити. Ремонт може включати заміну виснажених підшипників, зчеплення, синхронізаторів, а також відновлення зношених поверхонь.

Процес ремонту коробки перемикання передач вимагає досвіду та спеціалізованих інструментів. Рекомендується звернутися до кваліфікованих механіків або автосервісу з досвідом у ремонті автомобілів ВАЗ-2115. Вони зможуть правильно визначити проблеми, забезпечити якісний ремонт та використати оригінальні або якісні запчастини.

Після завершення ремонту важливо виконати тестування та налагодження коробки перемикання передач, щоб переконатися в її правильному функціонуванні та відсутності проблем з перемиканням передач.

Загальною метою ремонту коробки перемикання передач є відновлення її робочого стану та забезпечення безперебійної роботи трансмісії автомобіля ВАЗ-2115.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Особливості конструкції коробки передач

На даному автомобілі маємо п'ятиступінчасту КПП, яка є частиною системи, включаючи диференціал та головну передачу.

Основна частина коробки передач - це первинний вал 3 (рис. 1.1). Він складається з блоку привідних шестерень I-IV передач та окремої шестерні V передачі. Ці шестерні постійно взаємодіють з веденими шестернями передніх передач. Вони розміщені на голчастому підшипнику на вторинному валі 5. Крім цього, на вторинному валу знаходяться 3 синхронізатора. Вторинний вал та ведуча шестерня головної передачі з'єднані між собою.

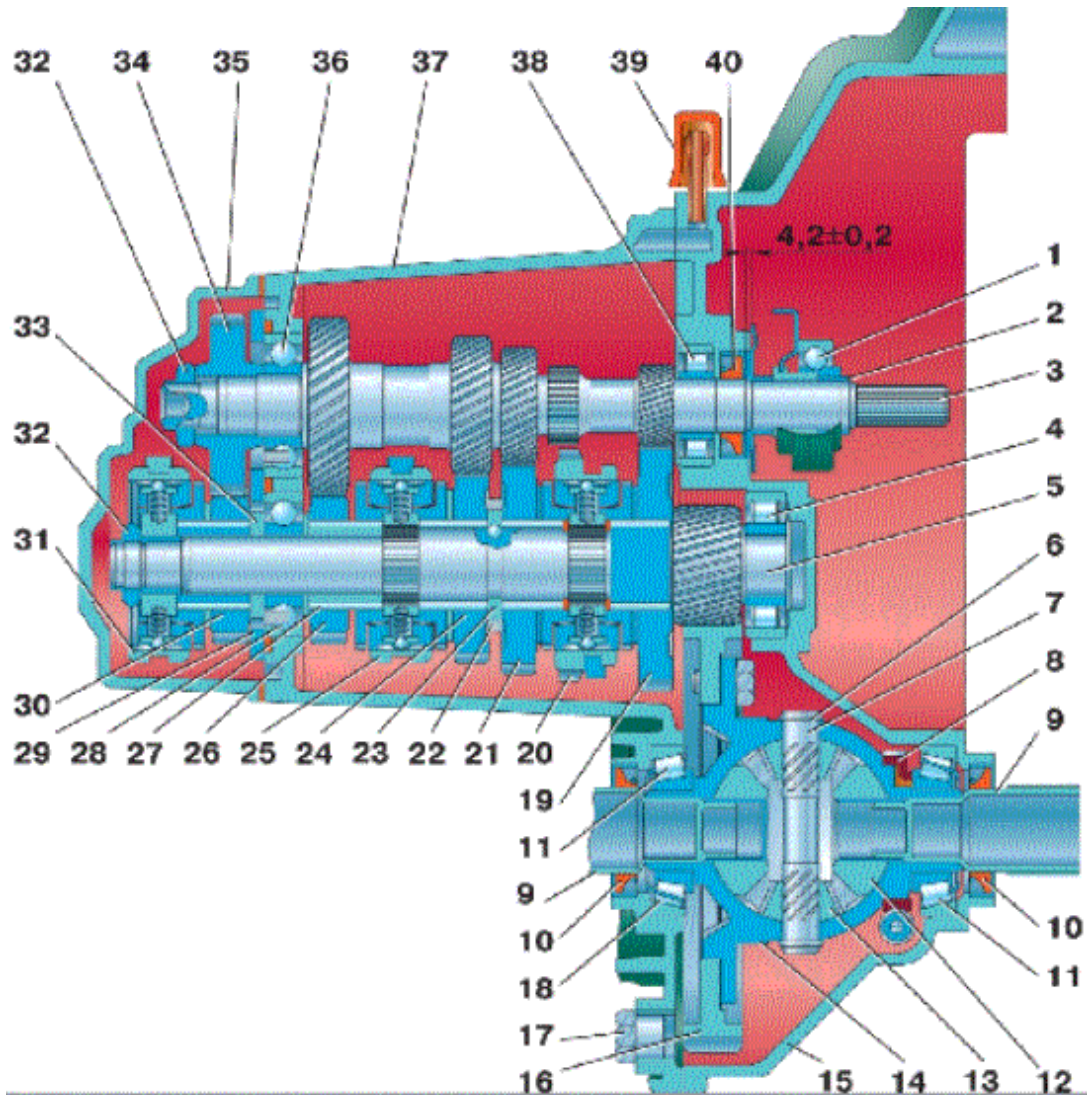


Рисунок 1.1 – Коробка передач.

У даній системі диференціал має 2 сателіта. Регулювання натягу підшипників диференціалу здійснюється шляхом налаштування товщин кільців 18. Веденна шестерня 16 головної передачі закріплюється на фланці коробки передач.

Система керування КПП має в собі різні частини, в тому числі важіль 10 (рис. 1.1) перемикання передач, кульову опору 12, тягу 8, штока 6 вибирання передач і механізм вибирання та перемикання передач.

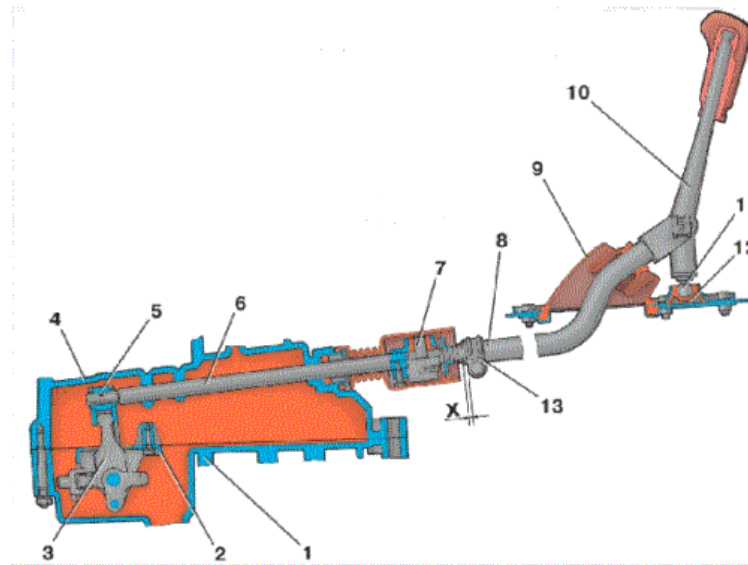


Рисунок 1.2 – Привід перемикання передач.

Внутрішній кінець штоку 6 має зафіксованого важеля 5, який впливає на трьох плечого важеля механізму 3 передач які вибираються. Механізм вибору передач виконаний як окремий вузол та фіксується до площини картеру 4 зчеплення. В корпус 1 (рис. 1.3) механізма вибору передачі маються дві осі, які виконують важливі функції. На осі 4 розміщені трьох плечий ричаг вибору передачі, 2 блокуючі скоби 8 та 13. Друга вісь 3 перетинається з отвором у маточині блокуючих скобів, що забезпечує їх фіксацію від можливого обертання. Плече важеля 2 вибору передачі використовується щоб включати передачі у перед, плечі 11 - для вмикання задньої передачі, а ричаг 5 (рис. 1.1) штоку 6 який вибирає передачі діє на третє плече. В маточині важелю вибору передачі є вбудований фіксатор 9 (рис. 1.3). На віссі 7 розташовано вилку 10 для вмикання задньої передачі.

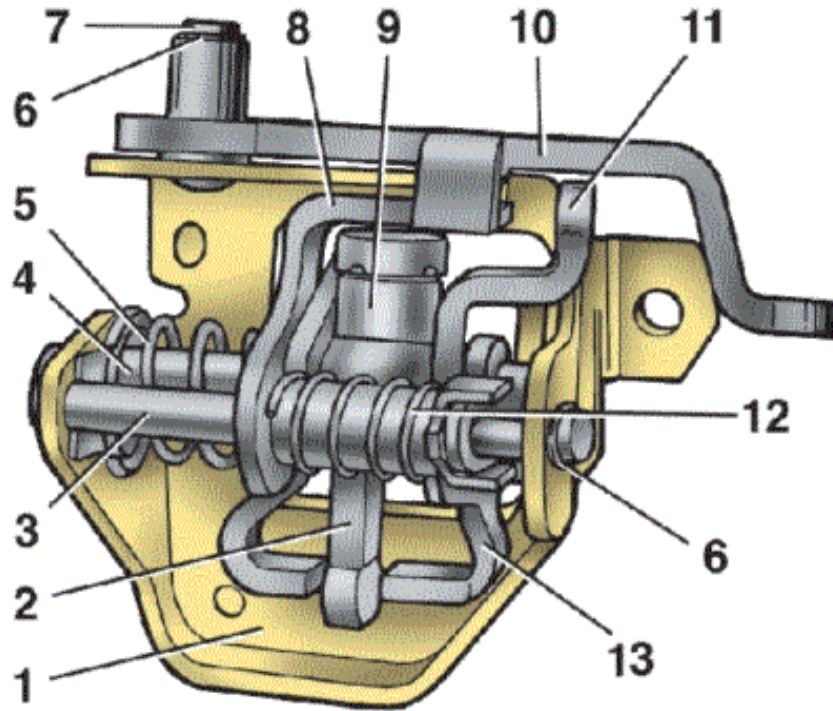


Рисунок 1.3 – Механізм вибору передач.

1.2 Розрахунок виробничої програми з експлуатації автомобілів

Дані по виробничій програмі зводимо у таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Дані по виробничій програмі

Показники	Од. в-ння	Умовні позначе ння	По марках рухомого складу			В цілому по АТП
			Ford Focus 2.0	ВАЗ - 2115	Skoda Octavia 1.6	
1.Спискова кількість автомобілів	од.	Ac	40	40	50	120
2.Коефіцієнт використання рухомого складу		ав	0,75	0,76	0,78	0,76
3.Тривалість перебування автомобілів в наряді	год.	Tн	11	12	11	11,33
4.Середня довжина їздки з вантажем чи відстань поїздки пасажирів	км	ї,в	8	8	8	8
		ї,п	8	8	8	8
5.Технічна швидкість	км/ГОД	Vt	29,72	31,03	33,40	31,38
6.Коефіцієнт платного пробігу автомобіля-таксі $\beta_{\text{пп}}$		$\beta_{\text{пп}}$	0,7	0,7	0,7	0,70
7.Експлуатаційна швидкість	км/ГОД	Ve	26	27	28	27,00
8.Річний пробіг одного автомобіля	км	Lp	78292,5	89877,6	87687,6	85285,9
9.Загальний річний пробіг всіх автомобілів	км	Lз,р	3131700	3595104	3507504	10234308
10.Загальна вантажопідйомність автомобілів чи пасажиромісткі	т.пас	qз	10950	11096	11388	33434
11.Автомобіле-дні експлуатації рухомого складу за рік	а.-д.	АДе	120450	133152	125268	378870
12.Автомобіле-години експлуатації рухомого складу за рік	а.-г.	АГе	2890800	31956480	3006432	90928800
	км/ГОД	Wln	18,20	18,90	19,60	18,90
в) атвомобілів-таксі	ГОД./ГОД	Wtn	0	0	0	0
13.Річний обсяг перевезень праком рухомого складу вантажів, пасажирів	т.	Qв	0	0	0	0
	пас.	Qп	2192190,0	2516572,8	2455252,8	7164016
14.Річний обсяг транспортної роботи парку	ткм.	Pв	13687,5	22192	14235	50114,5
	пас.км.	Pп	0	0	0	0
15.Виробіток:						
г) тис.пл.км на один автомобіль-таксі		Wпл	54804,75	62914,32	61381,32	59700,13

Технічна характеристика вибраних автомобілів зведені у таблицю. 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика вибраних автомобілів

Параметри	Марки автомобілів		
	Ford Focus 2.0	ВАЗ - 2115	Skoda Octavia 1.6
Тип кузова	С	С	С
Вантажопідйомність, т	0	0	0
Споряджена маса, кг	1000	1450	1260
Потужність, к.с./хв –1	69/5600	102/4500	106/5000
1	2	3	4
Крутний момент, Нм/хв –1	112/3400	173/2400	179/4000
Розмір шини	175/70R13	205/70R14	185/65R14
Маса шини, кг	8,3	13,0	9,0
Норма пробігу шини, тис. км.	55	65	55
База, мм	2492	2800	2570
Лінійна витрата палива, л/100 км	7,6	13,0	10,0
Витрата мастила на 100 л витрати палива			
моторне, л	0,6	1,7	1,5
трансмісійне, л	0,1	0,15	0,15
спеціальне, л	0,03	0,05	0,05
пластичне, кг	0,1	0,1	0,1
Маса агрегатів, кг			
двигун	95	180	140
КПП	35	32	48
карданна передача	–	9	–
ПМ	55	101	75
ЗМ	50	85	55
Повна маса причепа, кг	0	0	0
Максимальна швидкість, км/год	162	152	180
Контрольна витрата палива, л/100 км	7,1	9,3	9,5
Радіус повороту, м	5,5	6,2	5,6
Характеристика двигуна	БР41,5	БР42,4	БР42,0
Габаритні розміри, мм			
довжина	4265	4960	4248
ширина	1680	1820	1700
висота	1420	1476	1425
Максимальна висота, мм	–	–	–
Переднє звисання, мм	750	958	920
Колісна формула	2x4	4x2	2x4

1.3 Вибір та коректування вихідних нормативів ТО та Р

Технологічний розрахунок СТО включає в себе нормативні дані можуть бути наступні параметри: пробіг автомобіля до капітального ремонту Це вказує на максимальний пробіг автомобіля, при якому необхідно виконати КР, який зазвичай включає комплексні роботи з відновлення основних вузлів та агрегатів.,

Періодичності технічного обслуговування (ТО): Це визначає інтервали між ТО, які включають проведення регулярних перевірок, заміну рідин та фільтрів, а також проведення основних діагностичних процедур.

Трудомісткості технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) рухомого складу: Це вказує на оцінку часу і зусиль, необхідних для виконання робіт з ТО та ПР на автомобілях, що включають в себе регулювання, заміну деталей, ремонт систем і т.д.

Тривалості простою рухомого складу в КР, ТО-2 і ПР: Це визначає мінімальний час, протягом якого автомобіль перебуває на СТО для виконання КР, ТО-2 або ПР. Цей показник включає час, необхідний для розбирання, діагностики, відновлення та збирання автомобіля.

Враховуючи ці нормативи, СТО може розробляти графіки обслуговування, планувати робочі години і використовувати їх для планування ресурсів, персоналу та обладнання, щоб забезпечити ефективно та своєчасне обслуговування автомобілів.

Отримані результати зводимо в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Коректувальні нормативи технічного обслуговування та ремонту автомобілів

Вид впливу	Позначення	Одиниця виміру	Норматив	Модель автомобіля	Коефіцієнт					Відкоректована по ісд
					к ₁	к ₂	к ₃	к ₄	к ₅	
Пробіги										
КР	$L_{кр}$	км	200000	1	0,9	1	1,1			198000
			350000	2	0,9	1	1,1			356400
			240000	3	0,9	1	1,1			237600
МД	$L_{мд}$	км	0	1	0,9		1,1			0
			0	2	0,9		1,1			0
			0	3	0,9		1,1			0
ТО-1	$L_{то-1}$	км	5000	1	0,9		1,1			4862
			5000	2	0,9		1,1			4860
			10000	3	0,9		1,1			9856
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТО-2 (ТО-3)	$L_{то-2}$	км	20000	1	0,9		1,1			19800
			20000	2	0,9		1,1			19800
			20000	3	0,9		1,1			19800
Трудомісткості										
ЩО	$T_{щс}$	люд. год	0,15	1		1		1,35		0,20
			0,15	2		1		1,35		0,20
			0,25	3		1		1,35		0,34

МД	$T_{мд}$	люд. год	0	1		1		1,35		0,00
			0	2		1		1,35		0,00
			0	3		1		1,35		0,00
ТО-1	$T_{то-1}$	люд. год	2,3	1		1		1,35		3,21
			2,3	2		1		1,35		3,21
			6,5	3		1		1,35		8,88
ТО-2 (ТО-3)	$T_{то-2}$	люд. год	9,2	1		1		1,35		12,92
			9,2	2		1		1,35		12,92
			14	3		1		1,35		19,40
СО	$\Delta T_{со}$	люд. год	11	1		1		1,19		2,43
			11	2		1		1,35		2,43
			0	3		1		1,35		0,00
ПР	$T_{пр}$	люд г од 1000 км	2,8	1	1,1	1	1,1	1,19	0,9	4,12
			2,8	2	1,1	1	1,1	1,35	0,9	4,12
			3	3	1,1	1	1,1	1,35	0,9	4,41
Тривалість простою										
ТО-2 і ПР	$D_{пор}$	дні 1000 км	0,15	1						
			0,15	2						
			0,15	3						
КР	$D_{кр}$	дні	14	1						
			14	2						
			14	3						

1 – Ford Focus 2.0; 2 – ВАЗ-2115; 3 – Skoda Octavia 1.6

1.4 Розрахунок кількості виробничих постів

Для цього можна використовувати різні методи і підходи, залежно від конкретних умов і потреб підприємства. Нижче наведено загальну методологію для цих кроків:

Визначення виробничих операцій: Спочатку необхідно чітко ідентифікувати всі виробничі операції, які потрібно виконати для виготовлення продукту або надання послуги. Розгляньте послідовність операцій та їхні взаємозв'язки.

Аналіз часу виконання операцій: Оцініть час, необхідний для виконання кожної операції. Врахуйте час на підготовку, обробку, перехід між операціями та інші фактори, що можуть впливати на тривалість виконання.

Визначення виробничих норм: Засновуючись на аналізі часу виконання операцій, встановіть виробничі норми для кожної операції. Виробнича норма визначає, скільки продукції або роботи може бути виконано протягом певного часу.

Розрахунок кількості виробничих постів: На основі встановлених виробничих норм і запланованої продуктивності постів розрахуйте кількість необхідних виробничих постів. Врахуйте час на відпочинок, обслуговування обладнання та інші фактори, що можуть впливати на продуктивність постів.

Вибір і обґрунтування методів організації виробництва: Оцініть різні методи організації виробництва на постах, такі як ручне виконання, автоматизовані системи, роботизовані системи тощо. Виберіть метод, який найбільше підходить для конкретних операцій і може забезпечити високу продуктивність, якість і ефективність.

Обґрунтування вибору: Поясніть і обґрунтуйте вибір методів організації виробництва на постах. Врахуйте фактори, такі як ефективність, вартість, якість, доступність технологій та кваліфікацію персоналу.

Проводимо розрахунок кількості постів за формулою:

$$P_i = \frac{\phi_i \cdot \sum D_{ndi}}{\eta_{ei} \cdot \Phi_{oi}}, \quad (1.1)$$

Розрахункові значення кількості постів Д-1 визначено за формулою:

$$P_{d-1} = \varphi * \sum T_{PDi} / (\eta_e * \Phi_{pmoi} * \Phi_{dmoi} * P_{ndi}), \quad (1.2)$$

$P_{nd} = 1 \dots 2$ чол.

Загальні дані розрахунку робочих постів зводимо у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Робочі пости виробничих зон

Вид впливу	Кількість робочих постів				
	Розраху- нкова	Прийнята			
		Всього	В тому числі по змінах		
			I	II	III
ЩО	3,46	4		4	
ТО-1, Д-1	2,5	3		3	
ТО-2	2,7	3		3	
Д-2	–	–			
ПР	5	5	5	5	

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес Технічного обслуговування та ремонту КПП

Несправності КПП

Причини несправностей	Методи усунення
Шуми в коробці передач	
Знос зубів шестерень	Замініть зношені деталі
Знос підшипників	Замініть зношені підшипники
Недостатній рівень масла	Долийте масло. При необхідності замініть ушкоджені або зношені сальники або ущільнювальні прокладки
Утруднене перемикання передач	
Неповне вимикання зчеплення	Діагностування зчеплення
Деформація тяги приводу управління механізмом перемикання передач	Виправити тягу або замінити
Ослаблення гвинтів кріплення шарніра або важеля штока вибору передач	Затягніть гвинти
Неправильне регулювання приводу перемикання передач	Відрегулюйте привід перемикання передач
Знос або поломка пластмасових деталей у приводі перемикання передач	Замініть пошкоджені деталі
Самовільне вимикання передач	
Пошкодження або знос торців зубів синхронізаторів на шестерні і муфті	Замініть зношені та пошкоджені деталі
Підвищені коливання силового агрегату на опорах через тріщини або розшарування гуми на задніх опорах	Замініть пошкоджені деталі
Недовключення передач через неправильну регулювання приводу перемикання передач або неправильної установки (натягування) захисного чохла тяги	Відрегулюйте привід
Шум ("тріск") у момент включення передач	
Неповне вимикання зчеплення	Перевірка зчеплення
Знос блокуючого кільця синхронізатора включається передачі	Замініть блокуюче кільце
Підтікання мастила	
Знос сальників первинного валу, корпусів шарнірів рівних кутових швидкостей, штока вибору передач або ущільнювача валика приводу спідометра	Замініть сальники, ущільнювач
Ослаблене кріплення картера або кришки коробки або пошкоджені ущільнювальні прокладки, ослабли кріплення зливної пробки	Замініть прокладки, підтягніть болти і гайки, підтягніть зливну пробку

Технічне обслуговування КПП. Після перших 2000 кілометрів., а потім крізь 15 000 кілометрів. пробігу, потрібно контролювати рівень оливи у картері та при не обхідності доливати, провести контроль роботи КПП на відсутність стуків та шумів, перевірити щільність зеднання та стан гумових захисних чохлаів шарніру тяги переключання передачів.

При настанні кожних 75000 кілометрів пробігу необхідно провести замінити оливи у картері КПП.

Контроль рівня оливи треба виконувати на холодній коробці, щоб бути упевненим, що все масло стекло із стінок картера і шестерень. При проведенні перевірки рівня оливи треба відвернути контрольну пробку 2 (рисунок 1.1). Рівень оливи має бути по нижню кромку різьбового отвору. Доливку масла проводити через цей же отвір. Для зливу відпрацьованого оливи потрібно відкрутити болт 3, заздалегідь прогрівши олива у процесі пробігу автомобілю. У КПП залити оливу М10ГІ.

Верхня мітка на покажчику (щуп) рівня оливи вказує на оптимальний рівень оливи. Важливо не перевищувати цю мітку при додаванні масла, оскільки може статися його витікання з коробки передач. Нижня мітка позначає мінімально допустимий рівень оливи. Коли рівень оливи знизиться нижче цієї мітки, це може призвести до пошкодження коробки передач. Рекомендується замінювати масло на оглядовій ямі або підйомнику, піднявши автомобіль домкратом і поклавши його на опори.

За кожні 15000 км пробігу рекомендується перевіряти привід передніх коліс і шарнір тяги перемикавання передач.

Обов'язковою є заміна порваних, потрісканих і таких, що втратили еластичність, захисних чохлаів, інакше бруд, пил і вода швидко виведуть шарніри з ладу.

Для ремонту коробки передач проведіть такі кроки:

Підніміть автомобіль на підйомник або розмістіть його на оглядовій канаві.

Підніміть капот двигуна та закріпіть його в цій позиції.

Виконайте наступні дії всередині відсіку двигуна:

Від'єднати проводи від акумулятора та тягового реле стартера.

Від'єднати провід "маси" від картеру зчеплення.

Від'єднати троса нижньої частини привода зчеплення, дотримуючись вказівок у розділі "Зчеплення".

Відкрутити 2 верхніх болти для кріплення картера зчеплення до блока двигуна та 2 гайки для кріплення стартера. Закріпіть скобу на лівій шпильці кріплення випускного колектора двигуна для підйому силового агрегату.

Встановіть поперечину на водостічні жолобки для підтримки двигуна і зачепіть її за гачок, розташований на скобі, яка встановлена на шпильці випускного колектора. Якщо поперечини немає, використовуйте талі для підняття силового агрегату.

Ці кроки допоможуть вам зняти коробку передач для подальшого ремонту.

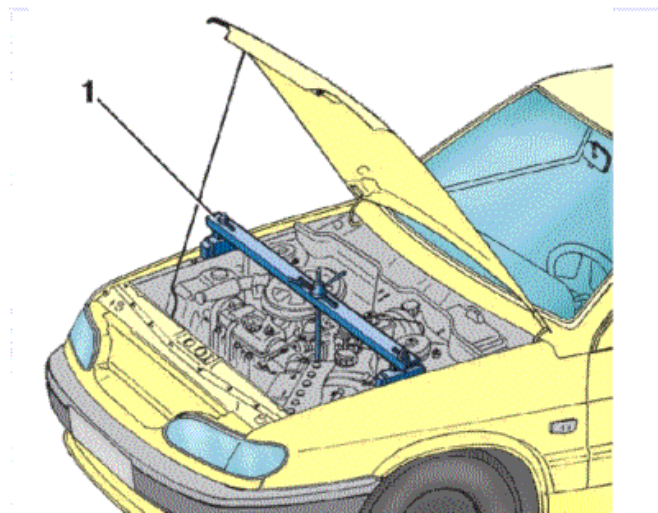


Рис. 2.1. Встановлення поперечини фіксації двигуна.

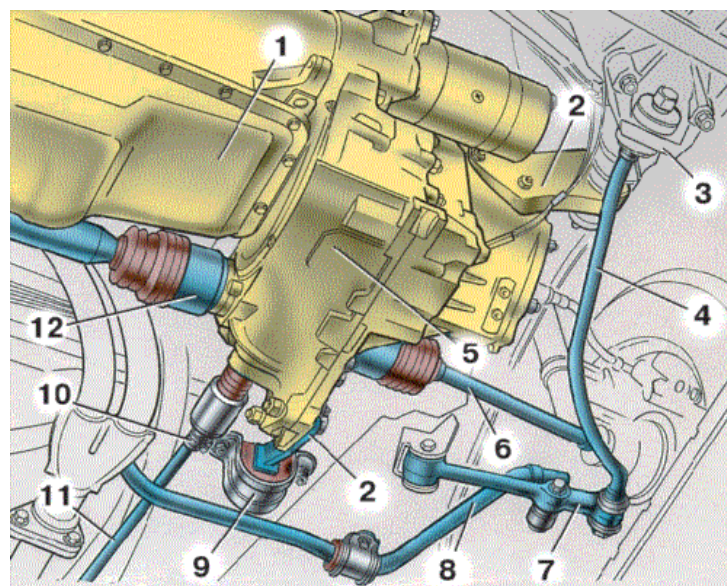


Рис. 2.2 Схема фіксації КПП на автомобілі:

Для зняття коробки передач автомобіля виконайте наступні кроки знизу:

Зняти бризовики двигуна та кришку картера зчеплення яка знаходиться з низу;

Виконайте процедуру виміщення мастила з коробки перемикачання передач.;

Роз'єднайте електричні проводи, які підключені до перемикача світла заднього ходу.;

Розслабте кріплення хомута номер 10 і від'єднайте тягу номер 11 від шарніра, що з'єднується з штоком вибору передач.;

Викрутіть гайку, яка кріпить шпильку, що утримує коробку передач прикріпленою до двигуна.;

Від'єднати кульову шарніру ричага підвіски від курлаків поворотних;

Для видалення одного шарніра з напівосьової шестерні, використовуйте знімач чи різким ударом по корпусу 12 внутрішнього шарніру молоточком. Після видалення першого шарніра, зафіксуйте напівосьову шестерню за допомогою технологічного оправлення або заглушки, яку використовують під час транспотрування диференціалу. Це необхідно зробити, щоб уникнути випадання незафіксованої напівосьової шестерні в картер коробки передач. Після цього потрібно вибити шарнір другий з напівосьової шестерні.

Приводів коліс відхилити в різні сторони;

Відкрутіть три гайки з лівого боку шпильок, які кріплять коробку передач до кронштейну підвіски двигуна, на томість відверніть гайки та болти, що тримають сам кронштейн на місці. Після видалення кронштейна із підпору КПП, витягніть кронштейн підвіски із вух лонжерону кузова.

Відкрутити кріпильні болти опори задньої 9 від силового агрегату;

Відкрутити гайку нижню фіксації стартеру та зняти стартер;

Під КПП встановити спеціальне приспособлення із підйомником гідравлічним;

Злегка опустіть двигун, подовживши підтримуючу тягу поперечки або опустивши таль, відверніть нижній болт кріплення картера до блоку двигуна і

змістите від двигуна коробку передач в зборі з картером зчеплення, щоб роз'єднати вал коробки передач і ведений диск зчеплення;

Знижте двигун на деяку висоту, використовуючи подовжувальну тягу перекладину чи опускаючи талькою. Розкрутіть болт нижній, який кріпить картер к двигуну, та зсуньте КПП разом з картером зчеплення від двигуна, для того відокремити вал КПП від зчеплення.

Зняти КПП.

Під час установки коробки передач слід діяти у зворотному порядку до зняття, дотримуючись вказаних моментів затягування болтів і гаск, які наведено у додатку. При цьому слід враховувати такі моменти:

Рекомендується встановити нові стопорні кільця на внутрішніх шарнірах перед з'єднанням валів приводів коліс з шестернями піввісі. Це необхідно, оскільки при використанні старих кілець можливе непередбачуване від'єднання приводів коліс та шестерень піввісі під час руху автомобіля.

Перед монтажем КПП рекомендується змастити тонким шаром мастики ШРУС-4 по зовнішній поверхні втулки 2 муфти підшипника вимкнення зчеплення. Якщо необхідно, проведіть відцентрування веденого диска зчеплення за допомогою оправлення.

По закінченню встановлення КПП, проведіть налаштування повного ходу педалі зчеплення та приводу керування механізму перемикачя передач за наступною послідовністю дій:

Працюючи внизу автомобілю, коли болт стяжки хомута 13 та тяга 8 знаходяться в ослабленому стані, розташуйте шток 6 в нейтральному положенні.

За допомогою пристосування налаштуйте важіль 10 у потрібне положення.

Внизу автомобіля вирівняйте осьовий люфт, рухаючи шарнір 7 у напрямку назад, а також відрегулюйте кутовий люфт проти годинникової стрілки. Потім затягніть гайку хомута стяжного 13, ретельно встановіть відповідної довжини $X = 1-3$ мм. Забезпечте плавний рух під час вибору люфтів, щоб уникнути зміщення важелів механізму вибору всередині КПП. Після цього проведіть заповнення КПП оливою.

Під час з'єднання приводу перемикачя передач із КПП слід бути уважним, щоб уникнути перевертання чи деформування гофри захисних чохла шарнірів 7.

2.2 Перевірка технічного стану деталей КПП

Спочатку проведенням огляду, ретельно очистіть складові частини КПП. Використовуйте щітку або скребок, щоб усунути усі відкладення та прочистити канали та шліци від можливого забруднення. В подальшому якісно промити деталі та продути стисненим повітрям для їх обдування. Зверніть особливу увагу на підшипники, спрямовуючи струмінь повітря таким чином, щоб уникнути швидких обертів кільців

Перевірте картери КПП та зчеплення на наявність тріщин, сколів, а також перевірте поверхню расточки до підшипників на знос або пошкодження. Також уважно огляньте поверхні роз'ємів картерів зчеплення та КПП, щоб переконатися, що там немає вм'ятин, рисок або інших пошкоджень, котрі можливо призведуть к пошкодженню герметичності цих вузлів.

Ретельно огляньте задню кришку та переконайтеся, що поверхня, яка контактує з корпусом коробки передач, не має жодних пошкоджень або недоліків.

Використовуйте наждачний папір, щоб усунути незначні пошкодження поверхні. Нанесіть герметик для двигуна, щоб змастити уражені ділянки під час складання. Перевірте працездатність сапуна в картері зчеплення, переконавшись, що він чистий і що гумовий ковпачок цілісний, без тріщин або розривів. Якщо компоненти значно пошкоджені або зношені, замініть їх новими. Видаліть будь-які частинки з магніту та замініть його, якщо він має ознаки відколів, тріщин або втрати магнітних властивостей.

Перевірте ущільнювачі та прокладки на герметичність. Переконайтеся, що ущільнювальні краї гладкі та не мають надмірного зносу. Допустимий знос ущільнювальної кромки по ширині не повинен перевищувати 1 мм. Навіть якщо ущільнювач трохи пошкоджений, його рекомендується замінити на новий.

Бажано замінити ущільнювальні прокладки на нові.

Перевірити зубці шестернів на первинному та вторинному валах, щоб виявити будь-які ознаки сколів, вм'ятин або надмірного зносу.

Огляньте посадочні канавки на валах, де розташовані підшипники, переконавшись, що на них немає задирок або будь-яких слідів зносу.

Шліци та канавки на валах також не мають бути вм'ятини, задирок та зносів, щоб добитися правильну посадку втулок втулки синхронізатора. Якщо є будь-які дефекти, які перешкоджають збірці компонентів без пошкодження, рекомендується замінити вал на новий.

На кінцях зуба кільця синхронізатору не має бути значних деформацій або тріщин. Пляма контакту між зубцями шестерні в сітці повина покривати всю робочу поверхню зуба; ця поверхня не має бути зношена.

Підшипники мають мати ідеальний стан. Радіальні зазори кулькового і та роликового підшипника не має бути більшим 0,05 мм.

Всі поверхні кульок, голок, роликів і доріжок кочення кілець мають бути без пошкоджень. Якщо виявлено будь-які пошкодження, рекомендується замінити пошкоджені підшипники новими. Голки і сепаратори голчастих підшипників повинні бути в доброму стані, без ознак пошкоджень або зносу.

На штоках, вилках, лапках вилок та важелях вибору та перемикання передач не повинно бути зносу або деформацій. Лапки вилок повинні бути вільними від будь-яких ознак зносу, а вилки, штоки і важелі повинні бути у своїх нормальних формах без будь-яких ознак деформації. Штоки також повинні вільно рухатися в отворах картерів і втулках без будь-яких перешкод або защемлення.

Будь ласка, зверніть увагу на такі моменти під час перевірки маточин, муфт і блокуючих кілець, що блокують кільця синхронізаторів:

Виявлення пошкоджень або слідів заїдання на кульках, пружинах і сухарях не допускається.

Якщо виявлено нерівності, які перешкоджають вільному ковзанню муфт і блокуючих кілець, виправте їх, використовуючи оксамитовий напилек.

Замініть деталі, які мають пошкодження або знос, новими.

Ці кроки допоможуть забезпечити належний стан маточин, муфт і блокуючих кілець, що забезпечують правильну роботу синхронізаторів.

Для перевірки диференціала зверніть увагу на такі елементи:

Перевірте стан поверхні осей сателітів, напівосьових шестерень, сателітів і сферичних поверхонь, які контактують з ними в коробці диференціала. Вони повинні бути вільні від пошкоджень та подряпин.

Перевірте стан посадочних пасків для підшипників на коробці диференціала. Вони також повинні бути без пошкоджень або ознак зносу.

Якщо виявлено незначні пошкодження поверхонь, можна виправити нерівності за допомогою дрібнозернистої шкірки. Однак, при значних пошкодженнях рекомендується замінити відповідні деталі новими.

Ці перевірки та заходи допоможуть забезпечити належний стан диференціала та його компонентів для оптимальної роботи і тривалої експлуатації.

Механізм вибору і приводу перемикання передач є важливою складовою трансмісії автомобіля. Перевірка деталей на дефекти і їх усунення може включати наступні кроки:

Перевірка важелів вибору передач переднього і заднього ходу: Перевірте стан важелів на наявність тріщин, пошкоджень або ознак зносу. У разі виявлення дефектів рекомендується замінити важелі новими.

Перевірка наполегливої втулки і шайби: Переконайтеся, що наполеглива втулка і шайба не мають пошкоджень, тріщин або ознак зносу. У разі необхідності замінити ці деталі новими.

Перевірка осей важелів вибору передач і блокувальних скоб: Перевірте стан осей важелів і блокувальних скоб на пошкодження або ознаки зносу. Якщо виявлено дефекти, замінити або відновити відповідні деталі.

Перевірка штока вибору передач: Переконайтеся, що шток вибору передач не має пошкоджень і належно кріпиться. В разі потреби замінити шток новим.

Перевірка стану сальника і захисного чохла: Переконайтеся, що сальник не пошкоджений і належно функціонує. Також перевірте захисний чохол на пошкодження або деформацію. Замінити пошкоджені деталі новими.

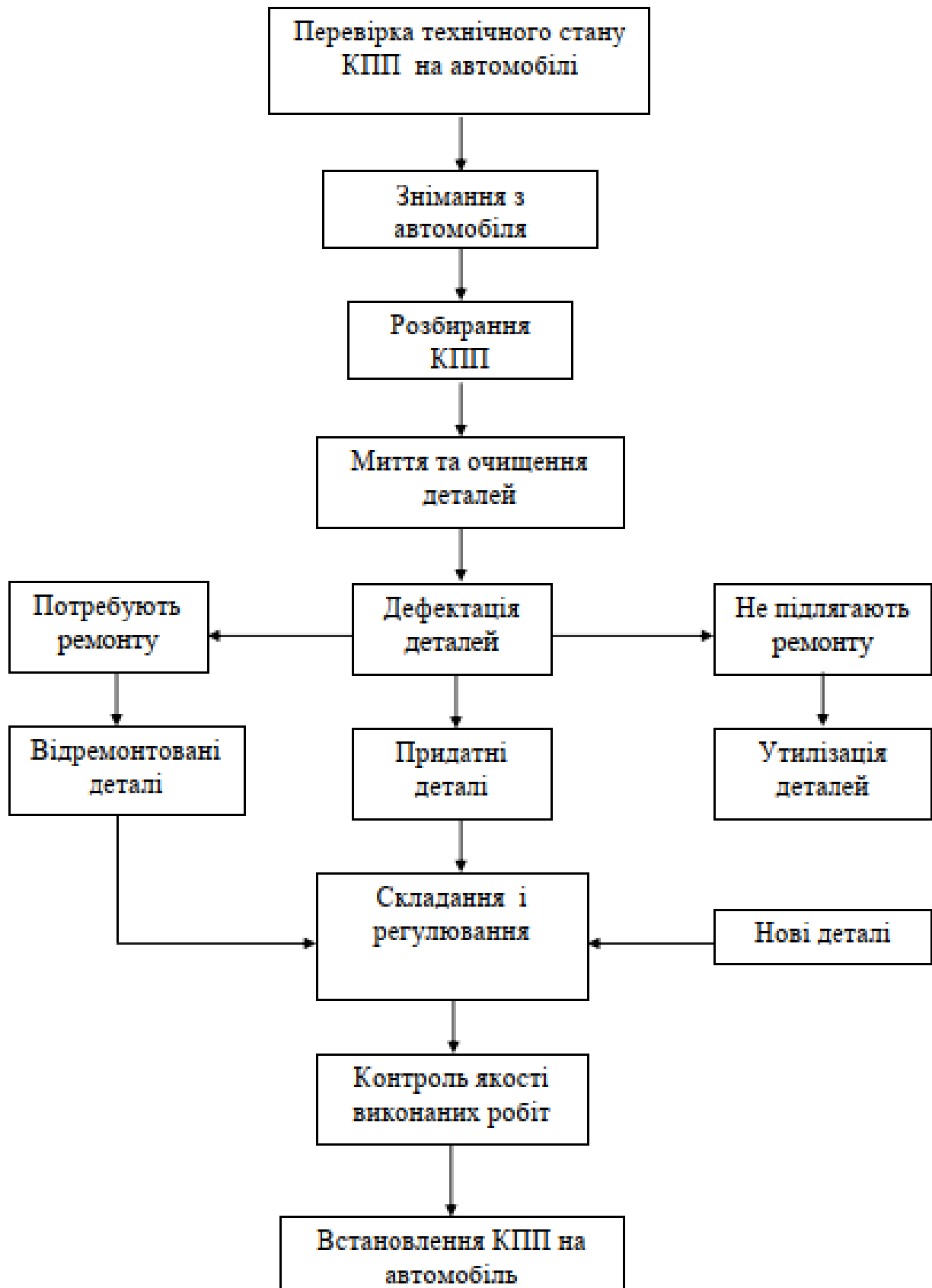


Рис. 2.3 Схема технологічного процесу ТО і ремонту КПП

Перевірка посадки важеля перемикання передач в кульовій опорі: Переконайтеся, що важіль вільно повертається в кульовій опорі без заїдання і не має вільного ходу. Також перевірте шарнір, що з'єднує важіль перемикання з

тягою приводу, на відсутність люфту. У разі виявлення проблем з посадкою або люфтом рекомендується замінити або відновити відповідні деталі.

Усунення дефектів може варіюватися залежно від конкретних випадків і вимагати спеціалізованих інструментів або навичок. У разі великих пошкоджень або несправностей рекомендується звернутися до кваліфікованого механіка для детального діагнозу та ремонту механізму вибору і приводу перемикачів передач.

2.3 Розрахунок терміну окупності розробленої конструкції пристрою

Затрати на проектування і виготовлення пристрою визначаємо за формулою:

$$S = Z_{од} + Z_{дм} + Z_{нф} + Z_{нв} + Z_{ел.ен} + Z_{маст} + \\ + 3П_{пр} + 3П_{виг} + Відр + Z_{екс} + Z_{зав} \quad (2.1)$$

$$Z_{нв} = 55 \text{ грн.};$$

$$Z_{ел.ен} = 120 \text{ грн.};$$

$$Z_{маст} = 45 \text{ грн.};$$

Затрати на основні матеріали $Z_{од}$ визначаються за формулою:

$$Z_{од} = M_{осн.м} \cdot Ц_{осн.м}, \quad (2.2)$$

$$Z_{од} = 163 / 1000 \cdot 4200 = 684,6 \text{ грн.}$$

Затрати на допоміжні матеріали $Z_{дм}$ визначаються з виразу:

$$Z_{дм} = 0,2 \cdot Z_{ом}, \text{ грн.} \quad (2.3)$$

$$Z_{дм} = 0,2 \cdot 680 = 136 \text{ грн.}$$

Затрати на напівфабрикати (болти, гайки, шайби) $Z_{нф}$ визначаються з виразу:

$$Z_{нф} = M_{нф} \cdot Ц_{нф}, \text{ грн.}, \quad (2.4)$$

$$Z_{нф} = 25 = 27,5 \text{ грн.}$$

Затрати на покупні вироби (гайки, болти, шайби), $Z_{нв} = 55 \text{ грн.}$

Заробітна плата проєктувальників $3П_{пр}$:

$$ЗП_{np} = \left(ЗП_{np} / \Phi PЧ_{mic} \right) \cdot t_{np}, \text{ грн.}, \quad (2.5)$$

$$ЗП_{np} = (1500 / 162) \cdot 66 = 611 \text{ грн.}$$

Заробітна плата виготовлювачів пристрою $ЗП_{виг}$:

$$ЗП_{np} = T_{год} \cdot t_{виг}, \text{ грн.}, \quad (2.6)$$

$$ЗП_{np} = 85.25 / 100 \cdot 240 = 204 \text{ грн.}$$

Відрахування в фонд соціального страхування, пенсійний фонд Відр:

$$Відр = 0,3865 \cdot \Phi ЗП = 0,3865 \cdot (ЗП_{np} + ЗП_{виг}), \quad (2.7)$$

$$Відр = 0,378 \cdot (611 + 204) = 308 \text{ грн.}$$

Затрати на експлуатацію та утримання обладнання $З_{екс}$:

$$З_{екс} = 0,1 \cdot \Phi ЗП = 0,7 \cdot (ЗП_{np} + ЗП_{виг}), \quad (2.8)$$

$$З_{екс} = 0,1 \cdot (611 + 204) = 315 \text{ грн.}$$

Заводські витрати $З_{зав}$:

$$З_{зав} = 0,2 \div 0,8 \cdot (\Phi ЗП + З_{екс}), \text{ грн.} \quad (2.9)$$

$$З_{зав} = 0,2 \cdot (611 + 204 + 315) = 277 \text{ грн.}$$

$$S = 684 + 136 + 27,5 + 55 + 120 + 45 + 611 + 204 + 315 + 570 + 277 = 3047 \text{ грн.}$$

Ціна пристрою:

$$Ц = (S + 0,2S) \cdot 1,2, \text{ грн.} \quad (2.10)$$

$$Ц = (0,2 \cdot 3047 + 3047) \cdot 1,2 = 4388 \text{ грн.}$$

Розрахуємо заробітну плату ремонтних робітників до вводу в дію пристрою:

$$ЗП_1 = \Phi PЧ_1 \cdot Tr_{III}, \text{ грн.} \quad (2.11)$$

$$Відр_1 = 0,3786 \cdot ЗП_1, \quad (2.12)$$

$$ЗП_1 = 3500 \cdot 59,9 / 100 = 2096 \text{ грн.}$$

$$Відр_1 = 0,386 \cdot 2096 = 809 \text{ грн.}$$

Розрахуємо заробітну плату ремонтних робітників після вводу в дію пристрою:

$$ЗП_2 = \Phi PЧ_2 \cdot Tr_{III}, \quad (2.13)$$

$$Відр_2 = 0,386 \cdot 3П_2, \quad (2.14)$$

$$3П_2 = 1000 \cdot 59,9 / 100 = 539 \text{ грн.}$$

$$Відр_2 = 0,3865 \cdot 599 = 208 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування, приймаємо, що пристрій розрахований на 5 років використання.

Тоді:

$$AB = Ц_{np} / 5, \quad (2.15)$$

$$AB = 4388 / 5 = 877 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт і утримання пристрою:

$$З_p = 0,1 \cdot Ц_{np}, \quad (2.16)$$

$$З_p = 0,1 \cdot 4388 = 438 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати до і після введення в дію пристрою:

$$S_1 = 3П_1 + Відр_1, \quad (2.17)$$

$$S_1 = 2096 + 809 = 2905 \text{ грн.}$$

$$S_2 = 3П_2 + Відр_2 + AB + З_p, \quad (2.18)$$

$$S_2 = 539 + 208 + 877 + 438 = 2036 \text{ грн.}$$

Визначимо економічну ефективність від впровадження пристрою:

$$E = (S_1 - S_2) / Ц_{np}, \quad (2.19)$$

$$E = (2905 - 2036) / 4388 = 0,19$$

Термін окупності:

$$T = 1 / E, \quad (2.20)$$

$$T = 1 / 0,19 = 5,2 \text{ роки.}$$

Стенд дозволяє механізувати роботи на ділянці ремонтних робіт по КПП, скоротити час на транспортування КПП, зменшити енерговитрати у випадку виготовлення пристрою в межах АТП і дасть економічний ефект.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування конструкції та розрахунок стенда для ремонту КПП

Аналіз діючих конструкцій стендів. Якість проведення технічного огляду і ремонту автомобільного транспорту значно залежить від організації праці на ділянках автотранспортних підприємств і станцій технічного обслуговування.

На АТП практикують розбирально-збиральні роботи КПП автомобілів на стаціонарних стендах типу 2451М, який забезпечує поворот в трьох площинах за рахунок повороту плити кріпильного кронштейна.

На деяких стендах обертання здійснюється електроприводом, в результаті чого підвищується продуктивність праці покращується якість ремонту.

Проте застосування в пристрої редуктора, електродвигуна, елементів приводу в значній мірі призводить до підвищення металомісткості, трудозатрат на проектування та виготовлення, і як наслідок зростання вартості виробу. При незначній періодичності ремонтних робіт КПП доцільно застосовувати пристрій з механічним приводом нескладного конструктивного виконання.

Метою даного проекту є проектування і розрахунок стенду для ремонту КПП автомобілів, який встановлюється в агрегатному відділенні.

Для порівняння наводяться стенди двох типів:

Пристрій з електромеханічним приводом

Стенд призначений для розбирання і збирання КПП легкових автомобілів в умовах автотранспортного підприємства (АТП).

Стенд складається з наступних частин (див. рисунок 3.1):

- привідної станції;

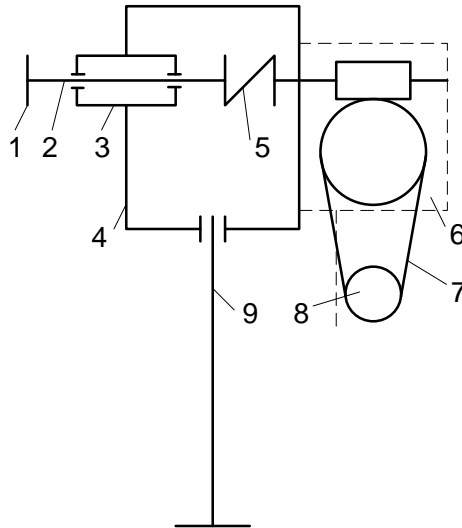


Рисунок 3.1 – Кінематична схема стану з електромеханічним приводом
 1 – приспособа для кріплення КПП; 2 – вал; 3 – опора вала; 4 – каркас; 5 – кулачкова муфта; 6 – редуктор; 7 – клинопасова передача; 8 – електродвигун; 9 – стійка.

- каркаса, який представляє собою металічну конструкцію з кутників, плит, (на ньому закріплена приводна станція);

- стояк трубної конструкції (в верхній частині якого шарнірно кріпиться каркас, що дає можливість обертатися останньому навколо осі стояка на 360.

Вал редуктора і вихідний вал стану з'єднані кулачковою муфтою.

Приводна станція складається з каркаса, об'ємного кронштейна для кріплення КПП, вала, привода з органом керування.

Каркас і приспособа для кріплення КПП зварна конструкція.

Опора вала – корпус, який маточиною кріпиться до каркаса за допомогою різьбового з'єднання.

Привід стану складається з електродвигуна, клинопасової передачі, черв'ячного редуктора. Кріплення електродвигуна дозволяє змінювати міжвісєву відстань пасової передачі для отримання необхідного натягу паса.

Органи керування кнопочний вмикач і магнітний пускач скомпоновані в один блок.

Принцип роботи стану наступний: при вмиканні стану кнопками подається напруга на електродвигун. Утворений в результаті обертання ротора крутний момент передається пасовою передачею на редуктор, з редуктора через

кулачкову муфту на вихідний вал станда і зйомний об'ємний кронштейн для повороту закріпленого на останньому автомобільного двигуна в ту чи іншу сторону навколо осі вала. Для зміни напрямку обертання КПП слід натиснути іншу кнопку, яка відповідає за обертання електродвигуна в іншу сторону.

При застосуванні редуктора з меншим передатним числом можливе здійснення ручного приводу.

Пристрій з ручним приводом

Призначений для розбирання і збирання КПП автомобілів під час ремонту в гаражах і майстернях.

Основні вузли: підставка, поворотна головка, стіл для інструментів і запасних частин.

Головку станду можна повертати і закріплювати в горизонтальній і вертикальній площинах.

У комплект станду входять три змінні кронштейни для кріплення КПП різних марок. КПП до кронштейна станду кріплять болтами.

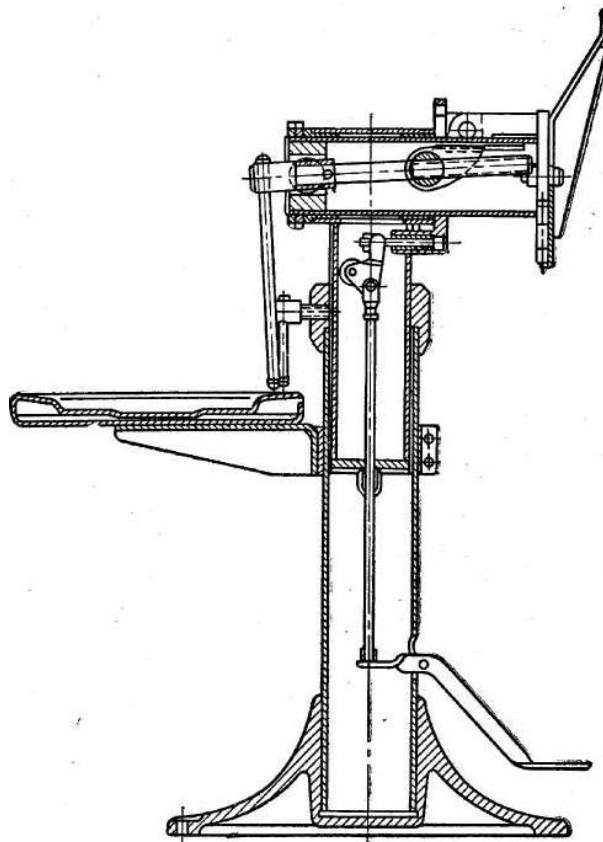


Рисунок 3.2 – Кінематична схема станду з передачею гвинт-гайка.

Стенд з одного положення в інше повертають за допомогою гвинтової передачі.

Розроблений пристрій спроектований на базі аналога-стенда типу 2451М, для проведення ремонту КПП автомобілів масою до 250 кг.

У стенді також передбачена можливість вибору робочого положення за висотою, для зручності проведення ремонту.

Застосування пристрою значно зменшить трудовитрати в даному відділенні та поліпшить роботу працюючих.

Стенд (див. рис. 3.3) складається з основних складальних одиниць: приводна стійка 1, стійка закріплення 2, каркас 3 та піддон 4.

Приводна стійка встановлена на каркас і призначена для передачі крутячого моменту від редуктора на двигун, що ремонтується, з його фіксацією на стенді при повороті на 45°.

Каркас зварної конструкції, призначений для кріплення основних вузлів стенда при компонуванні.

Стійка закріплення встановлюється на каркас і призначена для подачі гвинтовим механізмом плити з уловлювачами $\varnothing 27,5$ мм. до упору в отвори $\varnothing 28$ мм. в супутниках або в двигунові, в горизонтальній площині для закріплення двигуна на стенді. На стійці передбачений фіксатор для фіксації гвинта.

Піддон призначений для збирання рідин, що витікають із КПП при його ремонті.

Супутники, зварної конструкції, призначені для закріплення їх на КПП, а потім із КПП встановлюються на стенд для ремонту.

Підготування стенда до роботи:

1. Установити стенд у закритому опалювальному помешканні.
2. Перевірити комплектність стенду.
3. Залити в черв'ячний редуктор індустріальне мастило І -20А ГОСТ 20799-88 - 1 літр.
4. Перевірити надійність роботи фіксатора різних положень КПП через 45°.

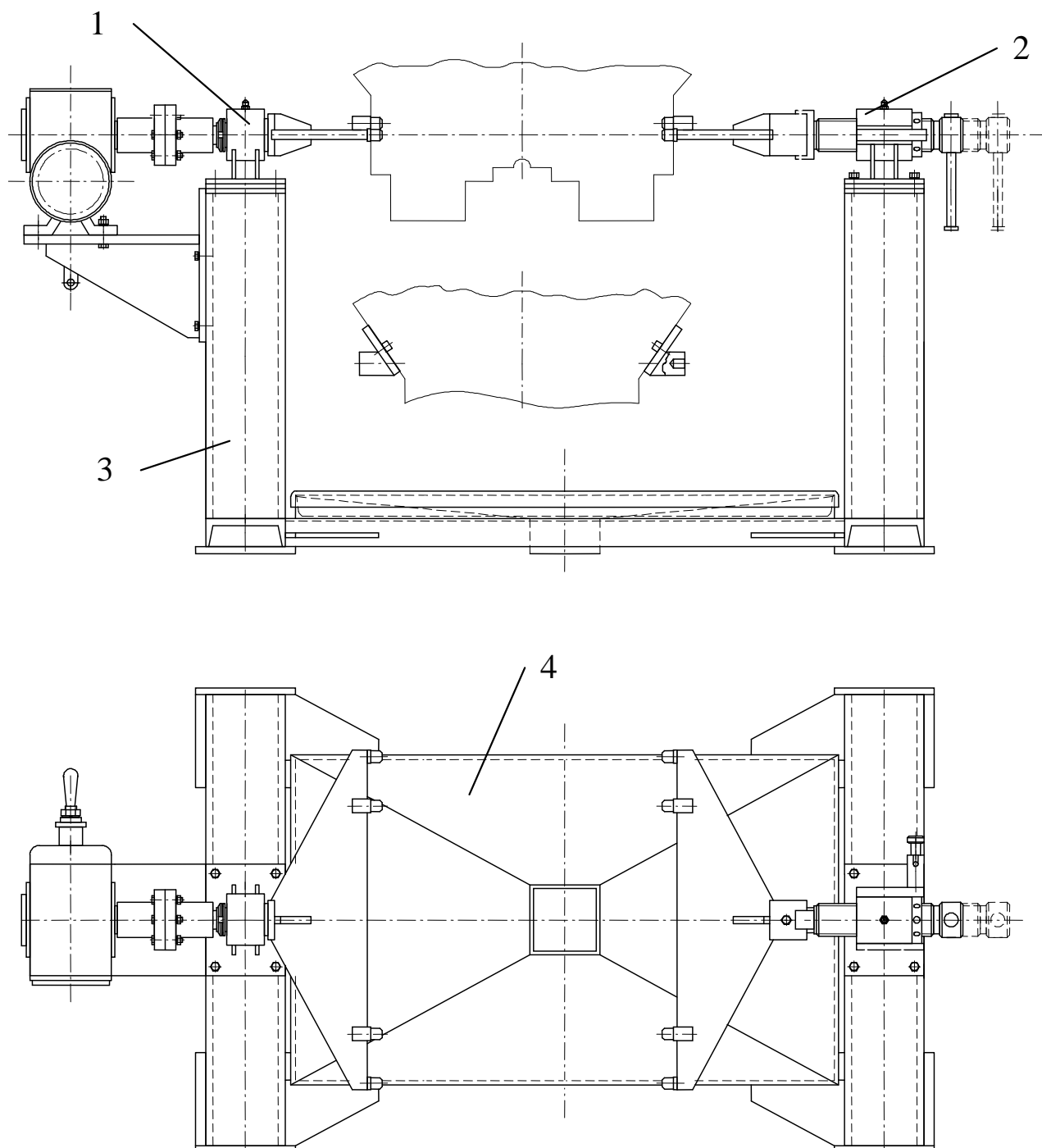


Рисунок 3.3 - Устрій станда

Порядок роботи з стандом:

1. За допомогою вантажопід'ємних засобів подати КПП на стенд. Для установки двигуна на стенд, на двигун необхідно попередньо встановити супутники.

2. Обертаючи рукоять редуктора встановити уловлювачі кронштейну приводної стійки в горизонтальній площині так, щоб отвори $\varnothing 28\text{мм}$. на двигуні, або на супутниках оділися на уловлювачі $\varnothing 27,5\text{мм}$.

3. Застопорити фіксатором положення кронштейну.

4. Обертаючи плиту стійки закріплення встановити уловлювачі в горизонтальній площині, зняти фіксатор і обертаючи рукоятку гвинта стійки закріплення, ввести уловлювачі $\varnothing 27.5$ мм в отвори двигуна або супутників до упору.

5. Зафіксувати горизонтальне положення двигуна.

6. Для виконання операцій при ремонті КПП в різних площинах, (через 45°) - необхідно зняти фіксатор на приводній стійці і обертаючи рукоять редуктора виконати поворот КПП на бажаний кут і зафіксувати фіксатором.

Після виконання ремонту КПП необхідно:

- закріпити вантажопідіймальні засоби на КПП;
- виконати попередній натяг стропів підвіски;
- розфіксувати фіксатор стійки і обертаючи рукоять гвинта, звільнити уловлювачі стійок з отворів в КПП або супутниках;
- зняти двигун з стенду.

Наступний стенд складається з таких основних складальних одиниць (див. рис. 3.4):

- муфти 1, призначеної для передачі моменту, від редуктора 8 до валу планшайби;
- підставки 2, зварної конструкції, призначеної для розміщення інструменту;
- стійки 3, встановленої на каркасі і призначеної для закріплення валу планшайби;
- планшайби 4, закріпленої на валу стійки зварної конструкції і призначеної для закріплення двигуна та його повороту на 360° ;

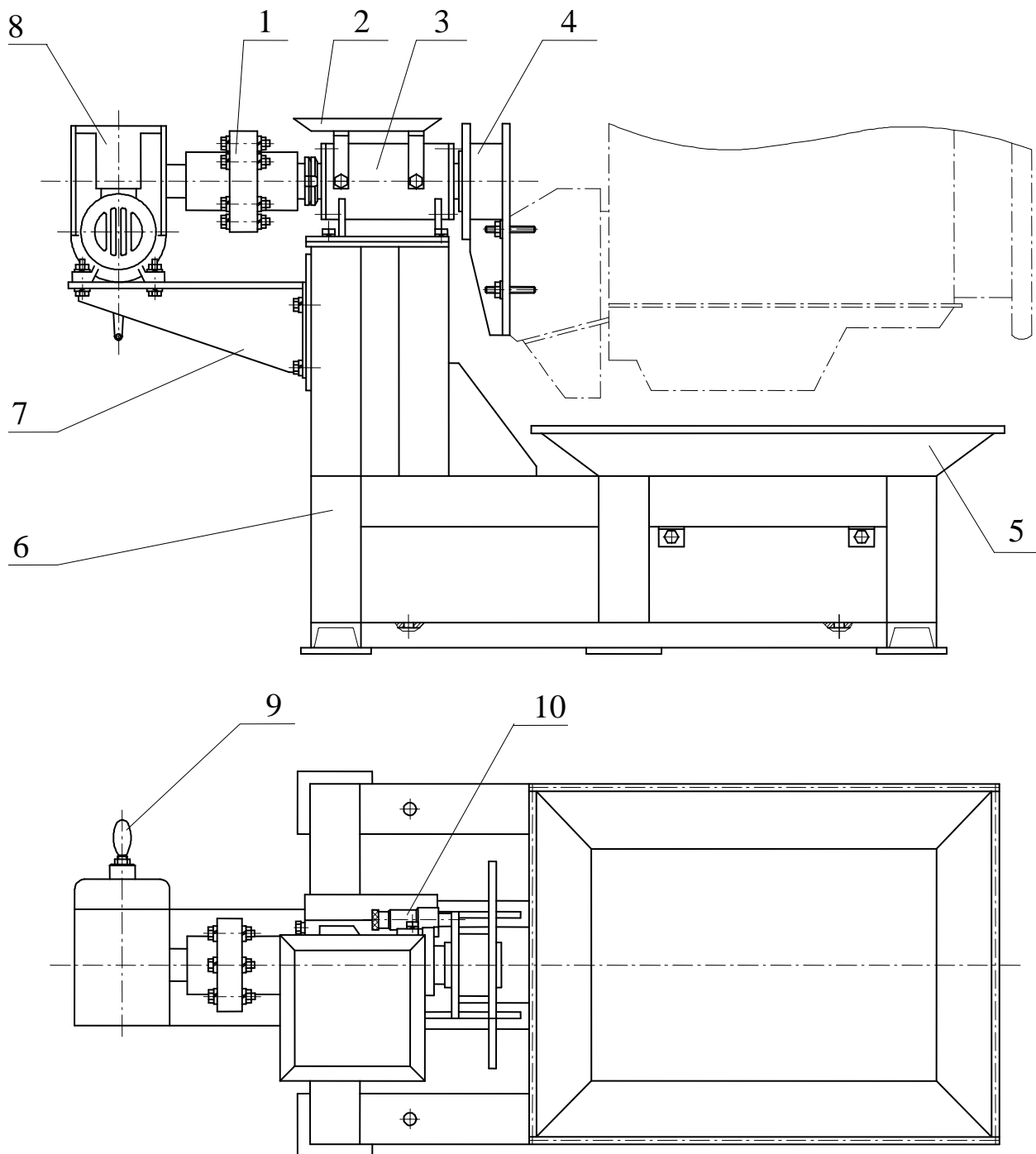


Рисунок 3.4 – Стенд для складання та розбирання КПП

- піддону 5 зварної конструкції, призначеного для збирання мастила та рідин при ремонті КПП;
- каркасу 6, призначеного для кріплення складальних одиниць стенду;
- кронштейну 7, зварної конструкції, призначеного для кріплення редуктора;
- ручки зварної 9, призначеної для прокручування валів редуктора;
- фіксатору 10, призначеного для здійснення фіксації при повороті двигуна, через кожні 45° .

Порядок роботи на стенді

Обертаючи рукоять редуктора встановити планшайбу в крайнє нижнє положення і зафіксувати. За допомогою вантажопідйомних пристроїв встановити двигун на планшайбу так, щоб шпильки кріплення коробки передач увійшли в отвори на планшайбі. Потім необхідно гайками закріпити КПП до планшайби стенду. По закінченню робіт встановити планшайбу у крайнє нижнє положення. Встановити і закріпити вантажозахоплюючими пристосування, відвернути гайки, зняти КПП.

3.2 Призначення, будова і принцип дії стенда

Стенд використовується в агрегатному відділенні АТП при ремонті КПП автомобілів ВАЗ є можливість застосування для інших марок автомобілів агрегатів у цьому ж відділенні.

Враховуючи специфіку робіт під час зняття, постановки та ремонту КПП, а також їх власну вагу до стенда пред'являються наступні вимоги:

- можливість повертати агрегат на 360⁰ навколо своєї осі;
- можливість доступу до всіх місць кріплення і регулювання;
- надійність закріплення на стенді;
- можливість, при необхідності, оснастити пристрій додатковими кріпленнями, деталями, які дозволяють встановлювати на ньому двигуни та коробки перемикач передач різних марок автомобілів і інші вузли, що ремонтуються;

- простота у встановленні в умовах АТП;

- безпечність і простота в експлуатації.

Обґрунтування вибору конструктивних рішень

З врахуванням вимог до експлуатації устаткування бажано мати механізм плавного регулювання поворотом для того, щоб дати можливість доступу до кріпильних деталей агрегату, який ремонтується.

Враховуючи можливість прикладання значних зусиль при відкручуванні деталей кріплення, необхідно забезпечити фіксування агрегату, повернутого в необхідне для роботи положення черв'ячним редуктором.

Для можливості переміщення із зони у відділення стійку, на якій змонтований пристрій для утримування агрегату, що ремонтується, є можливість встановлення на візок з поворотними колесами.

За допомогою редуктора можливе плавне обертання та фіксування КПП у певному положенні без докладання значних зусиль.

Дана конструкція вибрана в зв'язку з тим, що в ній максимально використані списані і вибракувані деталі від автомобілів, що дозволяє виготовити пристрій в умовах АТП з мінімальними затратами.

Для порівняння: аналогічний стенд моделі 5.25671 ООО «Компанія Сорокининструмент» повністю виконаний з оригінальних деталей, що вимагає витрати 20кг прокату чорних металів (при коефіцієнті використання металу 0,70) і має набагато більшу вартість.

Стенд призначений для вивішування агрегатів КПП з метою проведення робіт з їх діагностики, обслуговування та ремонту.

Стенд складається з рами, яка жорстко кріпиться до опор. Черв'ячний редуктор за допомогою ланцюгової передачі приводить в дію механізм захвату, який являє собою монтажну плиту, по діагоналі якої прикріплені чотири монтажних кронштейни. Монтажна плита обертається в металевому диску, який жорстко закріплений на головній стійці.

Заплановано встановлення редуктора забезпечує зміну кута вивішеного двигуна в діапазоні від 0^0 до 360^0 для зручнішого доступу до нього, а також фіксацію у будь-якому положенні. Конструкція кронштейнів допускає використання стенда практично зі всіма існуючими типами КПП.

В комплект стенда-кантувача може входити піддон для збору технічних мастил та інших речовин та деталей, які утворюються при збиранні та розбиранні КПП автомобіля.

Принцип дії стенда

1. Прикріпити за допомогою кронштейнів КПП до монтажної плити. Кронштейни плити забезпечують кріплення агрегату по центру.

2. Встановити вантаж на кантувач.

3. Повертаючи за допомогою рукоятки редуктора монтажну плиту, можна вибрати необхідне положення двигуна та зафіксувати це положення.

3.3 Розрахунок стенда

Вибір матеріалів для виготовлення стенда

Деталі основи виготовлені зі сталі.

Сталі, які застосовуються мають наступні характеристики:

-сталь вуглецева звичайної якості: марок ст3 ГОСТ 380-71, $\sigma=730\dots 800$ МПа та ст6 $[\tau]_{зр} = 60$ МПа, $[\sigma_{зм}] = 150$ МПа;

-сталь вуглецева конструкційна: марок 30 ГОСТ 1050-74, $\sigma_T=320$ МПа,, $\sigma_B=840$ МПа та сталь 20 $[\sigma]_3=120$ МПа.

Розрахунок основи на перекидання

Розрахунок на перекидання проводиться для підйому агрегату найбільшої можливої маси. Оскільки основи призначений для маси вантажу 300 кг, то за масу вантажу приймаємо масу на 20% від 300 кг: 360 кг.

Розрахунок проводимо з рівняння суми моментів відносно точки А:

$$\sum M_A = 0$$

$$\text{Отже: } G_1 \cdot 0,68 - G_2 \cdot 0,28 - G_3 \cdot 0,6 - R_B \cdot 1,205 = 0$$

З рівняння отримаємо

$$R_B = \frac{G_1 \cdot 0,68 - G_2 \cdot 0,285 - G_3 \cdot 0,605}{1,205} = \frac{360 \cdot 0,68 - 1 \cdot 0,285 - 10 \cdot 0,605}{1,205} = 15,3$$

де G_1 – вага агрегату;

G_2 – вага колони;

G_3 – вага основи.

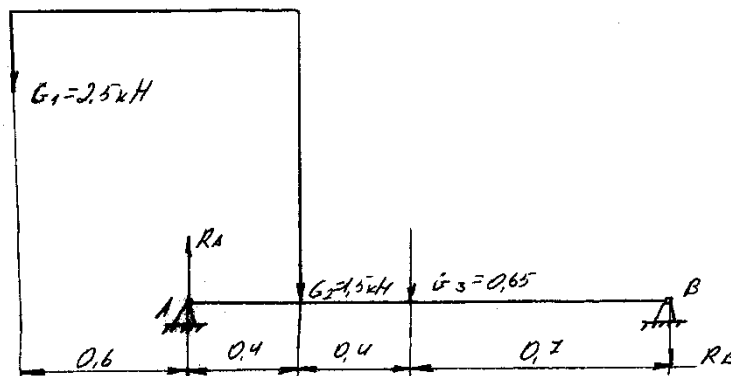


Рис. 3.5 Схема до розрахунку основи на перекидання

З розрахунку випливає, що для збереження стану рівноваги візка, на його кінці в точці В необхідно встановити противагу масою 15,3 кг. Для створення коефіцієнта запасу проти перекидання плече збільшуємо так, щоб дотримались балансу сил, за рахунок переміщення повздовжньої стійки відносно основної.

Розрахунок на міцність основи

Рамою являється конструкція з двох стійок: поперечної та поздовжньої. Рама являє собою балку на двох опорах, навантажену згрупованими силами і крутним моментом.

Крутний момент діє на ділянках CE і DF.

$$T = M_c = G_k^r \cdot a = \frac{G_k}{2} \cdot a = \frac{1470}{2} \cdot 257 = 189 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Розмір a визначаємо з компоновки: $a=757$ мм.

Визначаємо згинальні моменти в характерних точках балки і будуємо епюру згинаючих і крутних моментів.

Точка Е:

$$M_{n_1} = R \cdot 0,5(0,8 - 0,7) = 850 \cdot 0,5 \cdot 0,1 = 42,5 \text{ мм}$$

Точка С:

$$M_{n_2} = R \cdot 0,5(0,8 - 0,5) = 850 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 127,5 \text{ мм}$$

На ділянці CD діє постійний момент: $M_{CD} = M_{n_2}$.

Найбільш небезпечним сеченням буде сечення С і D, де діють максимальний момент згину $M_3=127\text{Б}5$ Н·м.

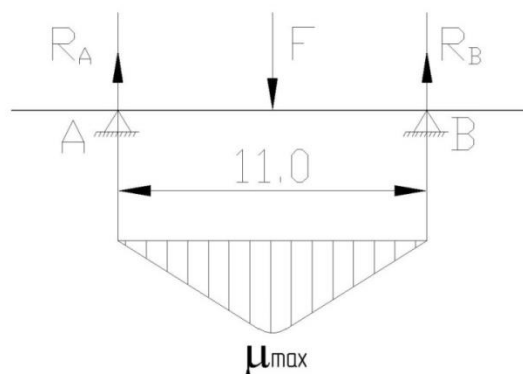


Рис.3.6 Епюри навантажень балки.

По 3-й теорії міцності еквівалентний момент:

$$M_e = \sqrt{M_3^2 + T^2} = \sqrt{127,5^2 + 189^2} = 228 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

тоді найбільші робочі напруження при згині:

$$G_3 = \frac{M_e}{W} = \frac{228}{4,1 \cdot 10^{-6}} = 55,6 \text{ МПа} < [G_3].$$

Момент опору січення:

$$W = \frac{Y_\varphi}{Y_{\max}} = \frac{18,9}{4,61} = 4,1 \text{ см}^3 = 4,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Максимальні напруження виникають в крайніх нижніх частинах кутника:

$$Y_{\max} = b - y_0 = 63 - 16,9 = 46,1 \text{ мм}.$$

Допустиме напруження на згин для сталі Ст 3 $[\sigma_3] = 160 \text{ МПа}$.

Так як робочі напруження менші, ніж допустимі, вибраний профіль № 6,3 залишаємо для проектування пристрою.

Перевірка на міцність зварювальних з'єднань між головною стійкою і повздовжньою опорою

Основні вихідні дані:

$$G'_k = 735 \text{ Н}; \quad b = 63 \text{ мм}; \quad a = 240 \text{ мм}.$$

Попередньо приймаємо довжину кутового шва $l = b$. Зварювальне з'єднання працює на зріз під дією поперечної сили G'_k і на розрив під дією моменту:

$$M = G'_k \cdot a = 735 \cdot 0,24 = 176,4 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Впливом поперечної сили нехтуємо, тоді умови міцності зварювального з'єднання мають вигляд:

$$\tau' = \frac{M}{W_c} \leq [\tau'_{zp}].$$

Момент опору січення зварювального шва:

$$W_c = \frac{0,7 \cdot \kappa \cdot b^2}{6} = \frac{0,7 \cdot 63^2 \cdot 10^{-9}}{6} = 1,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Тоді робочі напруження зрізу в січенні зварювального шва:

$$\tau' = \frac{176,4}{1,85 \cdot 10^{-6}} = 95,2 \text{ МПа} > [\tau_{zp}] = 80 \text{ МПа}.$$

Робочі напруження в зварному шві перевищують допустимі на 20%.

Тому виконаємо два з'єднальних шви по верхній кромці профілю довжиною $l=10$ мм.

Розрахунок пальців монтажної плити, які утримують КПП, на зріз

Для фіксації двигуна в кантувачі використовується чотири пальці. Вони навантажуються силою тяжіння двигуна. Матеріал пальця – 40Х

$$([\sigma_s] = 820 \text{ МПа}, [\sigma_m] = 520 \text{ МПа}).$$

Розрахунок пальця на зріз приводиться до перевірного розрахунку, так як пробки водяної порожнини блока КПП обумовлені діаметром пальця.

Перевірочний розрахунок:

$$\tau_{zp} = \frac{\sigma}{\pi d^2} \leq [\sigma_{cp}],$$

$$3600 \text{ Н} = 3,6 \text{ кН}$$

$$\tau_{zp} = (0,2 \dots 0,3);$$

$$\sigma_m = 150 \text{ МПа} = 15 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\tau_{zp} = \frac{2,5}{3,14 \cdot 3,6^2} = 0,127 \text{ кН} / \text{см}^2 \leq 15 \text{ кН} / \text{см}^2 = [\tau_{zp}]$$

Остаточно, з конструктивних міркувань, приймається діаметр пальця $d_{ш} = 16$ мм.

Розрахунок черв'ячного редуктора

Проектуємо червячний самогальмуючий редуктор з такими параметрами:

$$Z_1 = 2;$$

$$q = 12;$$

$$m = 6,3 \text{ мм};$$

$$Z_2 = 40.$$

Ділильний діаметр червяка визначаємо за формулою:

$$d_{1d} = qm = 2 \cdot 27 = 54 \text{ мм};$$

Діаметр вершин витків червяка:

$$d_{a1} = d_1 + 2m = m(q + 2) = 1,5(12 + 2) = 21 \text{ мм}.$$

Діаметр впадин витків червяка (при коефіцієнті радіального зазору $c=0,2$):

$$d_{f1} = d_1 - 2,4m = m(q - 2,4) = 1,5(12 - 2,4) = 14,4 \text{ мм}.$$

Довжину b_1 нарізної частини червяка знаходимо за формулою:

$$b_1 = (11 + 0,06Z_2)m = (11 + 0,06 \cdot 40)1,5 = 26,4 \text{ мм.}$$

Приймаємо $b_1 = 28 \text{ мм.}$

Знаходимо геометричні параметри червячного колеса:

$$d_2 = mZ_2 = 1,5 \cdot 40 = 60 \text{ мм.}$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2m = m(Z_2 + 2) = 1,5(40 + 2) = 63 \text{ мм.}$$

$$d_{f_2} = (Z_2 - 2,4)m = (40 - 2,4)1,5 = 56,4 \text{ мм.}$$

Найбільший діаметр червячного колеса рекомендується визначати по формулі:

$$d_{am_2} \leq d_{a_2} + \frac{6m}{Z_1 + 2} = 252 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{am_2} = 252 \text{ мм.}$

Ширину вінця червячного колеса b_2 рекомендується приймати із співвідношення:

$$b_2 \leq 0,75d_{a_1} = 0,75 \cdot 21 = 15,75 \text{ мм.}$$

Приймаємо $b_2 = 15 \text{ мм.}$

К.к.д. червячного редуктора з врахуванням втрат в опорах передачі і перемішуванні масла визначаються за формулою

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho^1)}.$$

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\operatorname{tg} 4^\circ 45' 49''}{\operatorname{tg}(4^\circ 45' 49'' + 6^\circ 30'')} \approx 0,4.$$

Розрахунок на контактну міцність ведуть як проектний.

$$a_w = \left(\frac{Z_2}{q} + 1 \right) \sqrt[3]{ \left(\frac{170}{\frac{Z_2}{q} [\sigma_k]} \right)^2 } kM_2 = \left(\frac{40}{12} + 1 \right) \sqrt[3]{ \left(\frac{170}{\frac{40}{12} [160]} \right)^2 } \cdot 1 \cdot 2000 = 37,2 \text{ мм.}$$

$$k_{kg} = 1$$

$$k = 1 \cdot 1 = 1$$

Приймаємо $\approx 2000 \text{ Нмм.}$

$$a_{W_p} = 37,2 \text{ мм.}$$

$$a_{W_{\text{конст}}} = \frac{q + Z_2}{2} m = \frac{12 + 40}{2} \cdot 1.5 = 39 \text{ мм.}$$

$$a_w > a_{W_p} = 37,2 \text{ мм.}$$

З наведених розрахунків видно, що стелд відповідає всім вимогам по міцності і придатний до експлуатації в агрегатному відділенні автотранспортного підприємства.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці

Розвиток автомобільного транспорту привів до удосконалення виробничої техніки. Це неминуче приводить до зміни умов праці. Поряд з автоматизацією і механізацією виробничих процесів, завдяки яким зменшується тяжка фізична праця, все ще не вдається повністю усунути фактори, які утворюють небезпеку для здоров'я і життя працівників на діючих автотранспортних підприємствах. Тому в даній роботі розглядаються заходи та технічні рішення по охороні праці та навколишнього середовища.

Охорона праці відіграє важливу роль як соціальний чинник, оскільки, якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя – те й інше дається лише один раз. Необхідно пам'ятати, що внаслідок нещасних випадків та аварій гинуть на виробництві не просто робітники та службовці, на підготовку яких держава витратила значні кошти, а перш за все люди – годувальники сімей, батьки та матері.

Окрім соціального, охорона праці має, безперечно важливе економічне значення – це й висока продуктивність, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсації за важкі та шкідливі умови праці тощо.

4.2 Основні нормативні вимоги безпеки праці у агрегатному відділенні

При митті агрегатів, вузлів і деталей виникають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

падіння працівників на поверхні, а також падіння деталей, вузлів та агрегатів;

термічні фактори (опіки гарячою рідиною, концентрованими лужними розчинами, полум'ям) ;

наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин;

підвищена відносна вологість повітря.

У місцях виконання ТО та ПР можуть мати місце такі небезпечні фактори:

наїзди автомобілів на працівників внаслідок самовільного руху, при запуску двигуна, в'їзді в зону ПР;

падіння працюючих з висоти(буфера, підніжки, естакади тощо), в оглядову канаву;

знижена температура повітря у холодний період року;

недостатня освітленість;

падіння вивішених частин ТЗ при обслуговуванні та ремонті підвіски, коліс, мостів;

термічні фактори(пожежі при зливанні пально-мастильних матеріалів, митті ними деталей, зберіганні та залишенні їх на робочих місцях;

осколки металу, що відлітають при випресовуванні та запресовуванні шворнів, пальців, підшипників, валів, вісей, при рубці металу;

наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин(оксиду вуглецю, вуглеводнів).

4.3 Організація робочих місць, санітарно-гігієнічних вимог, вентиляції, освітлення, мікроклімату у агрегатному відділенні

Перед початком роботи:

надіти і привести в порядок спецодяг;

підготувати робоче місце до безпечної роботи, Прибрати сторонні предмети, звільнити проходи. Переконатись, що робоче місце добре освітлене. Робочий інструмент, пристрої розкласти в зручному і безпечному для використання порядку та перевірити їх справність;

Під час роботи:

зняття, транспортування і постановку вузлів та агрегатів на стенди проводити тільки за допомогою підйомно-транспортних засобів;

розбирання і збирання агрегатів виконувати тільки на столі чи на стендах з допомогою зйомників, гайкокрутів та відповідних пристроїв;

при збиранні і випробовуванні агрегат на стенді надійно закріпити;
несправні болти необхідно зрізати ножівкою чи зрубувати зубилом;
зняття та постановку пружин проводити з допомогою спеціальних пристроїв;

забороняється здувати металеву стружку з верстака чи з деталі стиснутим повітрям;

зняті деталі класти на стелажі;

забороняється зберігати в ящиках разом з інструментом металеві обрізки та дроти;

забороняється використовувати етиловий бензин для миття деталей та вузлів;

не допускати попадання мастильних матеріалів на підлогу;

при отриманні травми на виробництві необхідно звернутись за допомогою і повідомити майстра.

Після закінчення роботи:

виключити обладнання і привести робоче місце в порядок. Прибрати інструмент і пристрої у відведене для них місце.

Небезпечні та шкідливі фактори в агрегатному відділенні

В агрегатному відділенні виконують роботи по мийці, огляду, демонтажу, ремонту і збиранню агрегатів і вузлів автомобілів. Для миття деталей та вузлів використовують миючі засоби і спеціальне обладнання. В якості миючих засобів застосовують водні розчини, суміші електролітів і синтетичних поверхнево- активних речовин. Такі речовини здатні роз'ятрювати шкіру, викликають дерматити і опіки. Для усунення піноутворення в миючі засоби вводять піногасники (дизпаливо, гас, уайт-спірит), випаровування яких є токсичним для організму.

При розбиранні агрегатів, роботах по транспортуванню, деяких механічних операціях (заточуванню, шліфуванню), створюється пил який шкідливо впливає на дихальні шляхи людини, викликаючи захворювання легень. При розбиранні агрегатів, роботі з абразивними інструментами утворюється пил, який вміщує вільний кристалічний двооксид кремнію, постійні вдихання якого веде до захворювання на силікоз легень. Абразивний

пил (при заточних роботах) може привести до помутніння рогової очей, викликаючи запалення оболонки ока.

При виконанні мийних робіт в агрегатному відділенні необхідно користуватись засобами індивідуального захисту: захисними окулярами, респіраторами, рукавицями.

Для огляду і ремонту агрегатів у відділенні використовують вантажозахватні пристрої і стенди. При роботі на них агрегат (двигун, коробку передач і т.п.) піднімають на деяку відстань над підлогою, закріплюючи його в певному положенні. Якщо кріпильні чи затискні пристрої несправні, неміцні це може призвести до самовільного перекидання, або опускання агрегату. Це в свою чергу веде до травмування робітника. Транспортування тяжких деталей і вузлів без засобів механізації, використання неякісного і несправного інструменту також збільшує можливість виникнення травми.

Для того, щоб запобігти впливу небезпечних факторів при роботі в агрегатному відділенні, необхідно чітко дотримуватись правил техніки безпеки.

4.4 Заходи протипожежної профілактики

Проектом передбачені будівлі із негорючих або важкогорючих огорожуючи і несучих конструкцій. Із здатністю до займання ГВК відноситься до 2-ї степені стійкості з границею вогнестійкості не нижче 1,5 години.

В агрегатному відділенні встановлена пожежна сигналізація. Автоматичні повідомлювачі, застосовуємо ДТЛ (теплові), які безпосередньо включаються в приймальну станцію „колір-сигнал 12 АМ”, підключену до сітки змінного струму напругою 220 В.

Для резервного живлення прийомної станції передбачається акумуляторна батарея.

Прийомну станцію встановлюємо в приміщенні з цілодобовим чергуванням (прохідна, диспетчерська чи інша).

Для пожежегасіння у відділенні передбачений вогнегасник ОУ-5.

Для гасіння пожежі в виробничому відділені передбачено резервуар протипожежного запасу води, який розміщений поряд з головним виробничим корпусом, в якому знаходиться агрегатне відділення.

На кожному автомобілі обов'язковим облаштуванням повинен бути окремий вогнегасник. Для сповіщення працівників агрегатного відділення і пожежної безпеки у разі пожежі, передбачена охоронно-пожежна автоматична сигналізація.

У небезпечних місцях передбачені таблички з написом "Вогнебезпечно".

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі було розроблено ряд заходів по організації технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту коробки переміни передач автомобіля ВАЗ-2115, які значно зменшать як об'єм робіт ТО та ПР, так і термін їх виконання. В результаті цього покращиться обслуговуючих та ремонтних робіт з метою підтримання у працездатному стані рухомого складу.

Було розроблено головний виробничий корпус та агрегатне відділення, в якому буде проводитись розбирання, дефектування та ремонт КПП, з використання необхідного переліку технологічного обладнання у технологічному процесі ремонту.

Для підвищення ефективності праці робітників а оптимізації процесу розроблений стенд для ремонту КПП, який значно скоротить час виконання цих розбиральних, ремонтних та складальних операцій.

Економічний розрахунок агрегатного відділення підтвердив ефективність прийнятих проектних рішень.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
3. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
4. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.
5. Конспект лекцій (частина ІІ) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.
6. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.
7. Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

8. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).

9. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

10. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

11. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

12. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.

13. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Левкович М.Г., Клендій В.М., Гупка В.В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко-економічним обґрунтуванням // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 71. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТНУ.- 2021. – С. 228-233.

14. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

15. Ляшук О., Серілко Л., Гевко І., Кондратюк О., Цьонь О., Галан Ю. Investigation of the operation of vibration-centrifugal installation for automobile parts machining (Дослідження роботи вібраційно-відцентрової установки для обробки деталей автомобілів). Вісник ТНТУ, Тернопіль, 2021. № 1 (101), с. 80-89.

16. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.

17. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>

18. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – К., 2002.

19. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна діагностика» для студентів спеціальності «Автомобільний транспорт» денної і заочної форми навчання. – Босюк П.В. Левкович М.Г., Тесля В.О. – ТНТУ ім. І.Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 236 с.

20. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014