

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра механіки та інженерії

агроекосистем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 62-77

НЕВМЕРЖИЦЬКИЙ В. В.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Розроблення пристрою для розбирання та збирання КПП
автомобілів»**

133 „Галузеве машинобудування”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавра
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело

Керівник роботи

В.О. Шубенко

к.т.н., доцент

Житомир – 2024

Анотація

Невмержицький В. В. Розроблення пристрою для розбирання та збирання КПП автомобілів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування, – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В процесі виконання роботи проведено аналіз методики діагностування та ремонту механічних та автоматичних коробок перемикання передач. Визначено основні несправності при ремонті коробок перемикання передач. Запропоновано власну конструкцію стенду для розбирання КПП. Проведено розрахунки для вищезгаданої розробки.

Ключові слова: обслуговування, ремонт, АКПП, КПП.

Abstract

Nevmerzhytskyi V. V. Development of a device for disassembling and assembling the checkpoint of cars. – Qualification work on manuscript rights. Work on obtaining a bachelor's degree in the specialty 133 Branch mechanical engineering, – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

In the course of the work, an analysis of the methods of diagnosing and repairing mechanical and automatic gearboxes was carried out. The main malfunctions during the repair of gearboxes were identified. We offer our own design of the stand for disassembling the checkpoint. Calculations have been made for the above-mentioned development.

Keywords: maintenance, repair, automatic transmission, transmission.

Зміст

Вступ	4
Розділ 1. Технологічна частина	6
1.1. Технологія ремонту АКПП.....	6
1.2. Технологія ремонту МКПП.....	7
Розділ 2. Конструкторська частина.....	11
2.1. Стенд для ремонту коробок передач вантажних автомобілів	11
2.2. Аналіз існуючих конструкцій стендів для ремонту коробок передач.....	12
2.2.1 Стенд для розбирання й складання коробок передач, модель 3027	12
2.2.2. Стенд поворотний багатомісний для розбирання коробок передач, модель 801-9.....	14
2.2.3 Стенд поворотний для остаточного розбирання коробок передач, модель 703-1.....	16
2.2.4 Аналіз аналогів і вибір прототипу для подальшої модернізації.....	18
2.3. Розробка компоновальної схеми стенда	19
2.4. Розрахунок основних елементів конструкції стенда.....	21
2.4.1. Розрахунок балки стола на згин.....	21
2.4.2. Розрахунок труби стійки на згин	22
2.4.3 Розрахунок зварного з'єднання	23
2.4.4. Розрахунок зусилля затискача коробки передач.....	24
2.4.5. Розрахунок і вибір гідроциліндра	26
2.4.6. Вибір гідронасоса	27
2.4.7. Розрахунок трубопроводів.....	28
2.4.8. Розрахунок і вибір електродвигуна	29
2.4.9. Вибір електрогайковерта.....	31
2.4.10. Розрахунок пружини.....	31
Висновки	33
Література.....	34

					Пояснювальна записка		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Невмержицький					
Перевір.		Шубенко			ПНУ зр.		
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						3	34

Вступ

Протягом усього терміну служби автомобіль знаходиться в одному з чотирьох станів: справний, несправний, працездатний, непрацездатний. Особливим видом непрацездатного стану є граничний стан. Перехід виробу з одного стану до іншого характеризується ушкодженням чи відмовою. Ознакою якості виробу є його надійність.

У зв'язку з розвитком в країні агрегатного та вузлового методів ремонту виникла потреба у розширенні централізованого відновлення вузлів, агрегатів на основі не знеособленого (індивідуального) ремонту. Застосування вузлового ремонту сприятиме зростанню обсягу відновлення деталей вузлів, які є найважливішим резервом забезпечення транспорту запасними частинами та економії металу.

Зростання автомобільного парку країни потребує інтенсивного розвитку виробничо-технічної бази для технічного обслуговування та ремонту автомобілів. В останнє час все менше автовласників здійснюють обслуговування автомобілів власними силами: більшість воліє довіритися послугам спеціалізованих сервісних підприємств, як-от СТО, спеціалізовані центри тощо.

Основні тенденції в галузі обслуговування автомобілів нашої країни полягають у наступному:

Формування офіційних дилерських та сервісних мереж більшістю підприємств, що виробляють автомобілі, що здійснюють збирання автомобілів з готових комплектів компонентів або реалізують автомобілі на території країни у досить великих обсягах.

Переважає профілактичних впливів над ремонтними на підприємствах, орієнтованих на автомобілі іноземного виробництва, та зворотна тенденція на СТО, що спеціалізуються з обслуговування та ремонту автомобілів російського виробництва;

						Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Скорочення частки робіт з обслуговування автомобілів внаслідок збільшення періодичності технічного обслуговування та появи необслуговуваних агрегатів, вузлів та деталей;

Оснащення сервісних підприємств сучасним технологічним обладнанням та, як наслідок, загальне зростання механізації та автоматизації робіт з ТО та ТР автомобілів;

Гострий дефіцит висококваліфікованих фахівців з ремонту та обслуговування автомобілів, у зв'язку з чим виникає необхідність організації власних навчальних центрів на великих СТО та спецавтоцентрах.

СТО вантажних автомобілів та автобусів з'явилися в нашій країні відносно недавно, більшість є спеціалізованими підприємствами з обслуговування автомобілів певної марки та входять до дилерських та сервісних мереж заводів-виробників.

Такі сервісні підприємства займаються в основному гарантійним ТО та ТР автомобілів, реалізованих у своїх автосалонах.

Слід відрізнити поняття СТО вантажних автомобілів (автобусів) та бази централізованого технічного обслуговування автомобілів. Останні, на відміну від СТО, займаються обслуговуванням рухомого складу найближчих АТП на довгостроковій договірній основі та виконують певний перелік операцій (зазвичай найбільш трудомістких), при цьому частина робіт з ТО та ТР проводиться силами самих АТП.

Розділ 1. Технологічна частина

1.1. Технологія ремонту АКПП

Незважаючи на закладений виробником запас міцності, ресурс експлуатації коробки-автомат безпосередньо залежить від стилю водіння та якості обслуговування. Типовими ознаками необхідності капітального ремонту АКПП вважаються:

- Поштовхи, ривки та удари АКПП при перемиканні передач;
- Проблеми при перемиканні селектора АКПП, утруднене включення заднього ходу;
- Перевищення робочої температури АКПП або проблемне прогрівання коробки в холодну пору;
- Зниження динаміки та втрата потужності авто, збільшення витрати палива;
- Поява пробуксувань у роботі трансмісії;
- Течія трансмісійної рідини, поява підтікань масла на корпусі АКПП.

Також рекомендується пройти повну діагностику АКПП при тривалій відсутності ТО або при великому пробігу – пам'ятайте, чим швидше буде діагностовано зношування АКПП, тим дешевшим виявиться капітальний ремонт.

Технологія проведення капітального ремонту АКПП

Діагностика – проведення електронної діагностики дилерським сканером для отримання базової інформації про стан АКПП та причини несправності.

Демонтаж та дефектування – обов'язкове дефектування трансмісії, що дозволяє уточнити причину поломки АКПП, а також визначити рівень зносу всіх агрегатів коробки та діагностувати приховані дефекти.

						Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Перебирання гідротрансформатора – заміна або відновлення ГТР, що включає заміну турбінного та реакторного колеса, блокування гідротрансформатора та самого корпусу.

Ремонт гідравліки АКПП – проведення ремонту або заміни маслососа та соленоїдів, а також промивання гідроблоку, гідравлічних магістралей та охолоджуючого контуру АКПП.

Обслуговування електрики та електроніки – при необхідності проведення ремонту або обслуговування проводки АКПП, а також налаштування або прошивки електронного блоку керування.

Заміна всіх розхідників – процедура включає заміну пакету фрикціонів, трансмісійної рідини і фільтруючих елементів, а також всіх гумотехнічних виробів по периметру коробки.

Складання, монтаж та вихідна діагностика – на завершення капітального ремонту АКПП проводиться складання та налаштування трансмісії з обов’язковою перевіркою автомобіля на діагностичному стенді та в умовах реальної роботи.

Повне дотримання дилерських технологій та використання сертифікованих ремкомплектів разом із багаторічним досвідом майстрів АКПП. Сервіс дозволяє гарантовано усунути будь-яку несправність коробки протягом 1-3 днів. Крім того, наша компанія надає офіційно завірену гарантію на строк до 1 року або 60 000 км пробігу, що повністю страхує вас від повторного ремонту та всіх фінансових ризиків.

1.2. Технологія ремонту МКПП

Поломки МКПП можуть бути різними, але їх можна поділити на кілька різновидів: передачі починають включатися насилу, з’являються поштовхи при перемиканні МКПП, чується виття і скрегіт при спробі переключитися на іншу передачу. У цьому випадку стає зрозуміло, що поломка пов’язана

						Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

безпосередньо з механізмом, який відповідає за перемикання передач. Якщо у автомобіля великий пробіг, можливо, зносилися шестерні, оскільки вони працюють із великим навантаженням.

Несправності в механічній коробці передач, що потребують ремонту:

- Увімкнення будь-якої передачі утруднено.
- Передачу "вибиває".
- Коробка передач видає нехарактерний шум.
- Витік масла з КПП (Рівень мастила слід перевіряти щонайменше щорічно чи за пробігу 15-20 тис.км).
- Перегрів коробки.

Технологічний процес ремонту КПП

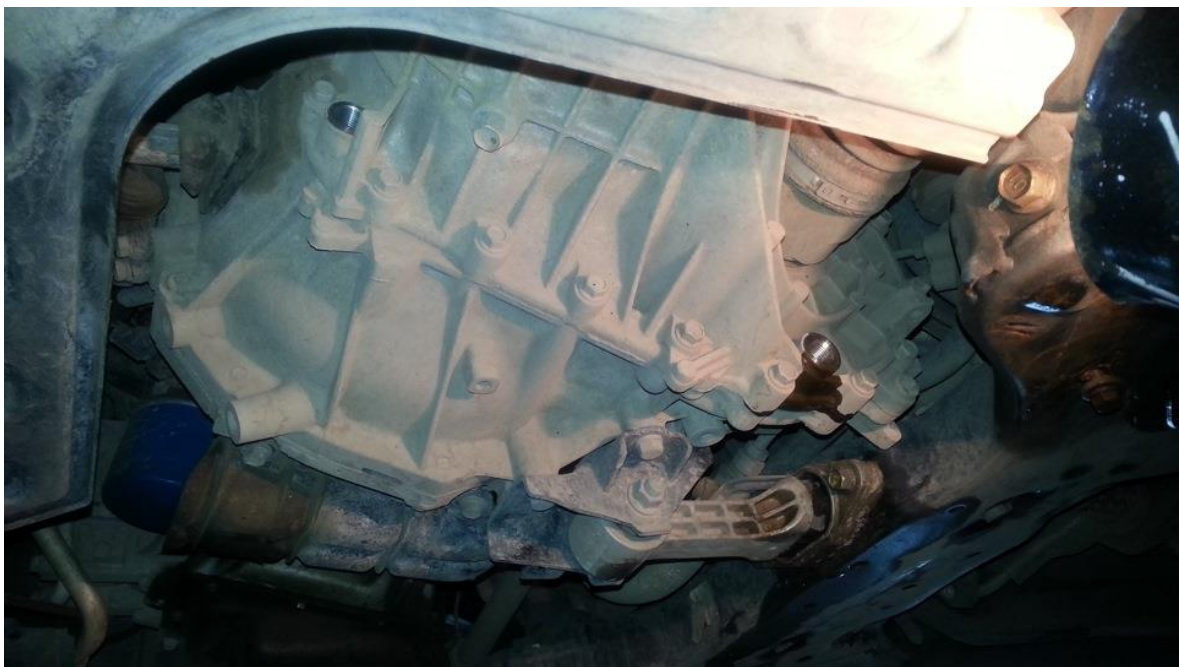


Рис. 1.1. Демонтаж коробки передач

Демонтаж коробки. Обов'язково знімаючи всі деталі, укладайте по порядку.

При розбиранні КПП можна побачити, чи буде доцільно змінювати шестерні або краще відразу купити нову (або вживану) коробку. Процедура

аналізу коробки досить трудомістка, тому перед тим, як до неї приступити, слід провести ретельну діагностику.

Часто буває, що коробка не хоче перемикатися через проблеми зі зчепленням, різні сторонні шуми при роботі двигуна, причому не важливо, на холостому ходу або під навантаженням. Якщо ви чуєте такі шуми, клацання при перемиканні передач МКПП, або машина смикається під час перемикання передач, потрібно терміново проводити діагностику. Неважливо, нова у вас коробка чи ні, такі проблеми часто пов'язані із браком МКПП, не варто чекати на те, що цей звук пропаде з часом, якщо є можливість, звертайтеся за гарантією. В інших випадках тільки діагностика може врятувати КПП від раптового виходу з ладу. Масляне голодування МКПП – одна з найчастіших проблем, які можуть призвести до її поломок. Коробка передач працює у масляній ванні, що допомагає деталям довше не виходити з ладу. Всі знають, до чого може привести брак масла в двигуні, але не всі звертають увагу на рівень мастила в МКПП. Проблеми в цьому випадку можна уникнути, якщо постійно контролювати рівень масла в КПП. Якщо не робити цього, можна потрапити на дорогий ремонт. Часто можна візуально визначити витікання масла по підтіканню на картері. Найчастіше масло тече у місцях, де є різні прокладки і «хвостовики» (сполучні муфти).

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 1.2. Розбирання та дефектування коробки передач

Заміна підшипників і головного валу, а також ущільнювальних шайб та сальників, тому що вони можуть бути пошкоджені в процесі розбирання.

Здійснюється заміна пошкоджених деталей.

Складання та монтаж коробки передач у зворотному порядку.

						Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 2. Конструкторська частина

2.1. Стенд для ремонту коробок передач вантажних автомобілів

Призначення й вимоги до конструкції

Поворотний стенд для розборки призначений для забезпечення зручності та безпеки експлуатації, а також розбирання та складання коробок передач вантажних автомобілів.

Сьогодні розбирання і складання коробок передач на складальних підприємствах проводиться тільки підручними інструментами, на столах, для цього непридатних. Це значно збільшує час ремонту.

Плануємо створити стенд з двома локаціями. Застосування двомісного поворотного стенда, оснащеного механічним затискачем і електричним гайковертом, підвищує продуктивність праці при ремонтних роботах, забезпечує комфортність роботи, підвищує рівень техніки безпеки та організації праці, дає можливість скоротити роботу. Виробнича площа.

У зв'язку з цим до конструкції стендів для розбирання і складання коробок передач пред'являються такі основні вимоги:

- 1) універсальність;
- 2) тип стенда – стаціонарний з поворотним столом;
- 3) тип затискача – гідравлічний;
- 4) привод насоса – від електродвигуна;
- 5) число позицій – 2;
- 6) обслуговуються агрегати – коробки передач вантажних автомобілів.

2.2. Аналіз існуючих конструкцій стендів для ремонту коробок передач

У сучасному авторемонтному виробництві при механізації розбірно-складальних і ремонтних робіт з великовагових агрегатів автомобілів застосовується досить велика кількість різноманітних пристосувань і стендів, різних за своїм призначенням, характеристиками і конструктивному виконанню.

Нижче наводиться порівняльний аналіз декількох варіантів вітчизняних стендів, що використовуються при ремонті коробок передач.

2.2.1 Стенд для розбирання й складання коробок передач, модель 3027

Стенд призначений для розбирання й складання коробок передач автомобілів ЗІЛ 164А та ГАЗ-51.

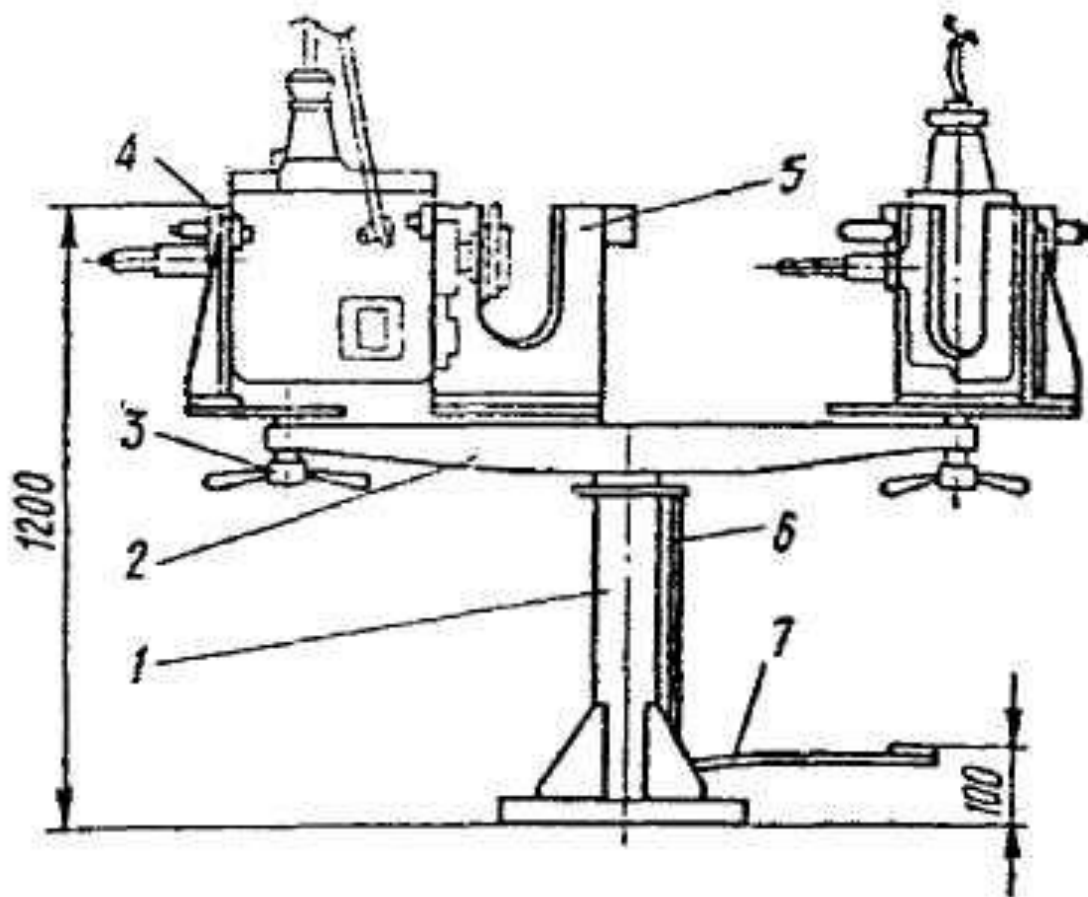
Стенд складається зі стійки (1), що кріпиться до фундаменту чотирма болтами, стола (2), що обертається, на якому встановлені змінні поворотні кронштейни (5), фіксатора (6) із приводом від ножної педалі (7) і гвинтового пристрою (3).

Коробка передач, що розбирається або збирається, установлюється на відповідний кронштейн (5), на якому є затискні пристрої (4). Кількість кронштейнів для коробок передач кожної марки автомобіля залежить від програми заводу й може бути змінено, що обмовлюється при виготовленні стенда.

Стіл обертається вручну при натисканні на педаль (7). Кронштейни (5) теж обертаються вручну при попереднім ослабленні гайки гальмового пристрою (3).

Загальний вигляд стенда для розбирання й складання коробок передач моделі 3027 наведений на рисунку 2.1.

						Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



1-стійка; 2-поворотний стіл; 3-гвинтовий гальмовий пристрій; 4-затискний пристрій; 5-кронштейн; 6-фіксатор; 7-педаля

Рис. 2.1. Стенд для розбирання й складання коробок передач, модель 3027

До переваг стенда моделі 3027 можна віднести:

- простота конструкції;
- можливість фіксації кронштейна в заданому положенні.

До недоліків:

- можливість розбирання коробки передач тільки автомобілів ГАЗ-51 і ЗІЛ-164;
- недостатня механізація робіт на стенді.

Технічна характеристика стенда наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Технічна характеристика стенда для розбирання й складання коробок передач, модель 3027

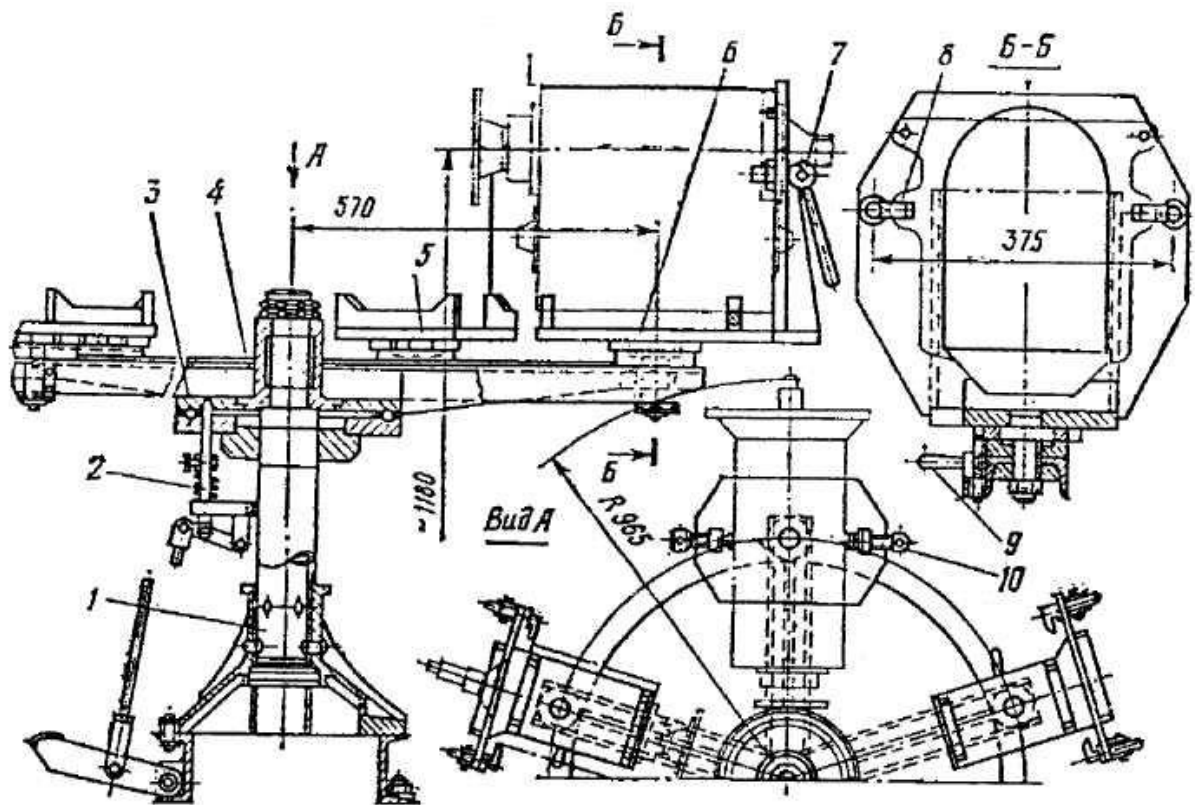
Найменування параметрів	Розмірність	Значення
1 Тип	-	Стаціонарний, з поворотним столом
2 Спосіб повороту стола	-	Ручний
3 Габаритні розміри max (min) зовнішній діаметр із установленою коробкою	мм	2025 (1955)
4 Висота	мм	1200
5 Маса	кг	230
6 Число кронштейнів для коробок передач	шт	1
7 Довжина	мм	1800

2.2.2. Стенд поворотний багатомісний для розбирання коробок передач, модель 801-9

Стенд призначений для розбирання коробок передач автомобілів ЗІЛ і МАЗ. Схема стенду для розбирання коробок передач моделі 801-9 наведена на рисунку 2.2.

Стенд складається з опори (1), фіксуючого механізму з педальним приводом (2), поворотного стола (4), кулькового підп'ятника (3) і кронштейнів (5 і 6) для кріплення коробок передач.

Коробка передач ЗІЛ кріпиться двома струбцинами (10), а коробка передач МАЗ – поворотними прихватами (8), що затискаються ручним ексцентриком (7). Кожний кронштейн може повертатися навколо своєї осі й фіксуватися засувкою (9) в одному з восьми позицій по куті повороту. Усього на столі є п'ять кронштейнів.



1-опора; 2-фіксуєчий механізм; 3-кульковий підп'ятник; 4-поворотний стіл; 5-кронштейн для коробки передач ЗІЛ; 6-кронштейн для кріплення коробки передач МАЗ; 7-ексцентрик; 8-поворотний прихват; 9-засувка; 10-струбцина

Рис. 2.2. Стенд для розбирання коробки передач, модель 801-9

До переваг стенда моделі 801-9 можна віднести:

- простота конструкції;
- висока міцність опори;
- можливість фіксації кронштейна в заданому положенні.

До недоліків – недостатня механізація робіт.

Технічна характеристика стенда наведена в таблиці 2.2.

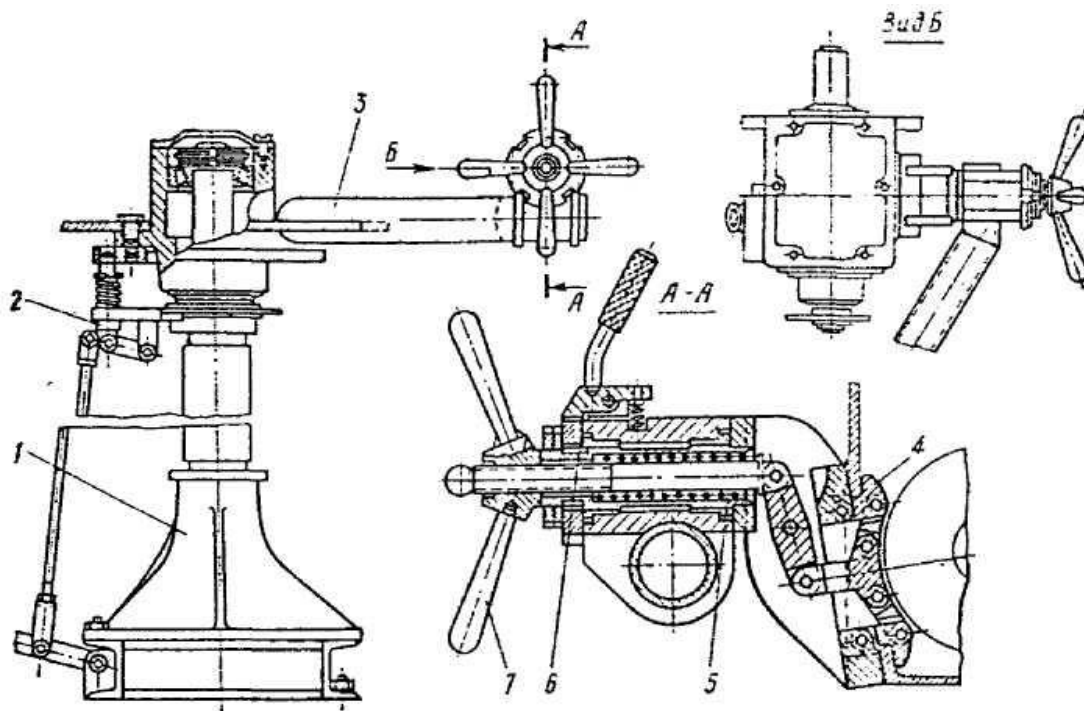
Таблиця 2.2. Технічна характеристика стенда для розбирання й складання коробки передач, модель 801-9

Найменування параметрів	Розмірність	Значення
1 Число позицій	-	5
2 Число кронштейнів для КП ЗІЛ	шт	2
3 Число кронштейнів для КП МАЗ	шт	3
4 Габаритні розміри	мм	1700х1000х1300
5 Маса	кг	280
6 Тип	-	Стаціонарний, з поворотним столом
7 Поворот стола	-	Ручний

2.2.3 Стенд поворотний для остаточного розбирання коробок передач, модель 703-1

Стенд призначений для розбирання коробок передач ГАЗ-51. Схема стенда моделі 703-1 наведена на рисунку 2.3.

На підставці (1) стенда встановлений поворотний стіл (3), фіксатор (2) з педальним приводом і захвати важільно-гвинтового типу для кріплення коробок, що розбираються. При обертанні маховика (7) гвинт (5) переміщається уздовж осі й кулачки (4) сходяться або розходяться. Зведені кулачки вводять у вікно відбору потужності коробки передач. При розведенні кулачки притискають коробку до захвату, надійно фіксуючи її. Кожний захват може обертатися навколо горизонтальної осі з фіксацією через кожні 45° підпружинений засувкою (6).



1-підстава стенда; 2-фіксатор; 3-поворотний стіл; 4-кулачки; 5-гвинт;
6-засувка; 7-маховик

**Рис. 2.3. Стенд для остаточного розбирання коробок передач,
модель 703-1**

До переваг стенда моделі 703-1 можна віднести:

- малі габарити;
- мала маса;
- можливість обертання захватів навколо горизонтальної осі;
- надійна фіксація коробки.

До недоліків:

- недостатня механізація робіт;
- мале число позицій;
- можливість розбирання тільки однієї коробки передач.

Технічна характеристика стенда наведена в таблиці 2.3.

						Лист
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3. Технічна характеристика стенда для остаточного розбирання коробки передач, модель 703-1

Найменування параметрів	Розмірність	Значення
1 Тип	-	Стационарний, с поворотним столом
2 Затискач коробки	-	Ручний важільно-гвинтовий
3 Ширина	мм	1100
4 Висота	мм	1400
5 Маса	кг	250
6 Число позицій	-	2
7 Довжина	мм	1800

2.2.4 Аналіз аналогів і вибір прототипу для подальшої модернізації

Аналізуючи конструкції наведених вище стендів, а також з огляду на їхні переваги й недоліки вибираємо, як прототип, стенд моделі 801-9, тому що в цього стенда висока міцність опори, можливість фіксації кронштейна в заданому положенні, малі габарити, мала маса, можливість розбирання й складання коробок передач автомобілів ЗІЛ, МАЗ, простота конструкції, надійна фіксація коробки.

Технічна характеристика стенда наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Технічна характеристика стенда

Найменування параметрів	Розмірність	Значення
1 Тип стенда	-	Стационарний, з поворотним столом
2 Число позицій	-	2
3 Тип затискача	-	Гідравлічний
4 Потужність електродвигуна	кВт	1,1
5 Тиск у гідросистемі	МПа	2,5
6 Подача насоса	л/хв	12,3
7 Діаметр гідроциліндра	мм	33
8 Хід штока	мм	60

2.3. Розробка компоувальної схеми стенда

Стенд призначений для розбирання та складання коробок передач вантажних автомобілів. Схема розміщення показана на малюнку. 2.4.

Підставка складається з опорної плити, прикріпленої до фундаменту чотирма болтами. Плита встановлюється на рамну стійку (10). Середня частина підставки (5) обладнана поворотним столом (14), який вручну повертається навколо осі підставки і фіксується механізмом (13) педального приводу (11). . Поворот столу здійснюється за допомогою кулькових кронштейнів (17), встановлених на опорній втулці, яка є опорою ковзання столу. Для забезпечення жорсткості столу всередину швелера приварюється арматура. Дволопатеий стенд дозволяє збирати і розбирати дві коробки передач одночасно. Стіл має два кронштейни (16), на яких кріпиться редуктор і закріплюється регульованим упором (3).

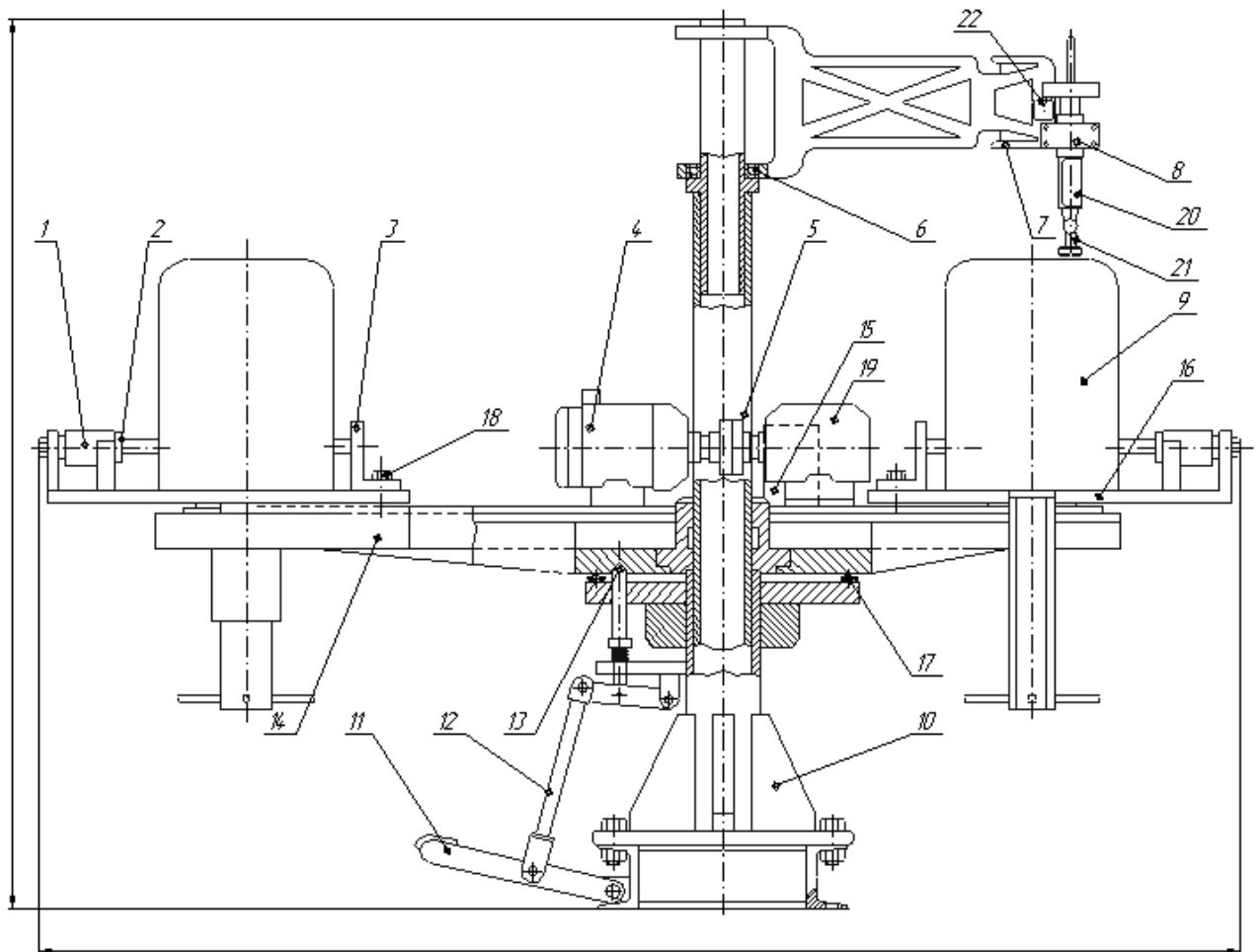
Упори дозволяють змінювати розмір коробки та прикручувати її до кронштейнів під час встановлення. Блокування коробки здійснюється за допомогою гідроциліндра двосторонньої дії (1). Гідроциліндр встановлений в хомут (2) і закріплений на кінцях болтами.

Насос (19) призначений для нагнітання масла в гідроциліндри. Крутний момент передається електродвигуном (4). Насос і електродвигун встановлюються на столі і прикручуються болтами.

Щоб полегшити відкручування болтів під час зняття кришки коробки передач центральної стійки, механічний привод (20) прикріплений до верхньої частини підставки за допомогою затискного болта (8) і використовується для послаблення та затягування гвинтів. Болти і гайки коробки передач при розбиранні та складанні. Для забезпечення маневреності гайкового ключа він закріплений на консолі, що складається з двох частин, з'єднаних між собою за допомогою шпильки (7) і двох шарикопідшипників.

						Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Крутний момент шпинделя механічного приводу (21) передається від електродвигуна (22) через ланцюгову передачу. Корпус шпинделя має вбудовану муфту вільного ходу, внутрішня частина з'єднана зі шпинделем, а зовнішня — з корпусом шпинделя.



1-гідроциліндр; 2-хомут; 3-упор; 4-електродвигун; 5-стійка; 6-шарикопідшипник; 7-шворінь; 8-затискний болт; 9-коробка передач; 10-підставка рами; 11-педаль; 12-тяга; 13-фіксуючий механізм; 14-стіл поворотний; 15-гідробак; 16-кронштейн для кріплення коробки передач; 17-кульковий підп'ятник; 18-болт; 19-насос для нагнітання масла; 20-механічний гайковерт; 21-шпиндель; 22-електродвигун

Рис. 2.4. Загальний вигляд стенда для ремонту коробок передач

2.4. Розрахунок основних елементів конструкції стенда

2.4.1. Розрахунок балки стола на згин

Схема для розрахунку балки стола на згин наведена на рис. 2.5.

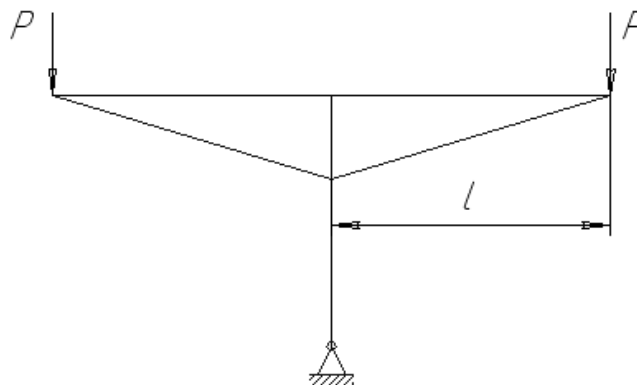


Рис. 2.5. Схема для розрахунку балки стола на згин

Вихідні дані для розрахунку:

1 вага коробки передач $P=1200, H$;

2 плече сили $l=l, м$.

допустимі напруження згину:

$$[\sigma_u] = \frac{M_u}{W} = \frac{P \cdot l}{W}, \quad (2.1.)$$

де M_i – згинальний момент, Н·м;

W – момент опору згину, м.

Для сталі 3 $[\sigma_e] = 150, МПа$

Тоді

$$W = \frac{P \cdot l}{[\sigma_u]} \text{ або } W = \frac{1200 \cdot 0,8}{150 \cdot 10^6} = 6,4 \cdot 10^{-6}.$$

По величині моменту опору $W=6,4\text{см}^3$, з [] вибираємо швелер:

Швелер $\frac{16\text{ГОСТ}8240-70}{\text{Ст}3\text{ГОСТ}535-58}$, для якого $W_y = 13,8 \text{ см}^3$.

2.4.2. Розрахунок труби стійки на згин

Схема для розрахунку труби стійки на згин наведена на рис. 2.6.

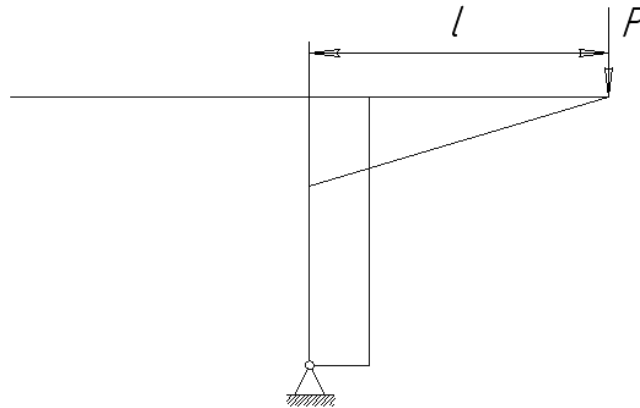


Рис. 2.6. Схема для розрахунку труби стійки на згин

Вихідні дані для розрахунку:

момент опору $W=6,4 \text{ см}^3$;

коефіцієнт $\alpha=0,9$.

Момент опору згину труби визначається:

$$W = 0,1 \cdot D^3 \cdot (1 - \alpha^3), \quad (2.2.)$$

де D – зовнішній діаметр труби, см;

α – відношення внутрішнього діаметра до зовнішнього
(приймаємо $\alpha = \frac{d}{D} = 0,9$).

Тоді

$$D = \sqrt[3]{\frac{W}{0,1 \cdot (1 - \alpha^3)}} \text{ або } D = \sqrt[3]{\frac{6,4}{0,1 \cdot (1 - 0,9^3)}} = 6,2 \text{ нї } . \quad (2.3.)$$

						Лист
						22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Товщина стінки труби:

$$\delta = \frac{D \cdot (1 - \alpha)}{2} \text{ або } \delta = \frac{62 \cdot (1 - 0,9)}{2} = 3_{\text{мм}}. (2.4.)$$

По довіднику [] вибираємо трубу $\frac{120 \times 6 \text{ГОСТ} 8732 - 70}{\text{БСтЗстГОСТ} 8731 - 74}$.

2.4.3 Розрахунок зварного з'єднання

Схема для розрахунку зварного з'єднання наведена на рис. 2.7.

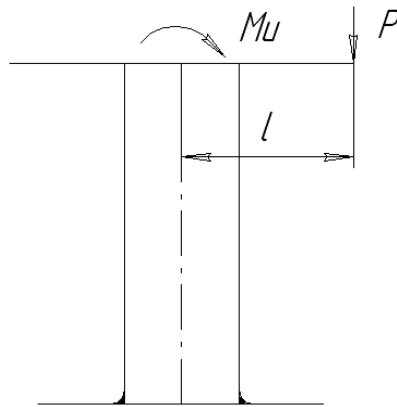


Рис. 2.7. Схема для розрахунку зварного з'єднання

Вихідні дані для розрахунку:

- 1) катет шва $K=6$, мм;
- 2) зовнішній діаметр труби $d=120$, мм.

Напруження у шві від згинального моменту:

$$\tau = \frac{M}{W} = \frac{4M}{0,7K\Pi d^2}, \quad (2.5.)$$

Тоді

$$\tau = \frac{4M}{0,7K\Pi d^2} \leq [\tau],$$

або

$$\tau = \frac{4 \cdot 1200 \cdot 0,8}{0,7 \cdot 0,006 \cdot 3,14 \cdot 0,12^2} = 20,2 \text{ МПа} < [\tau] = 96 \text{ МПа}.$$

$$[\tau] = 96 \text{ МПа}.$$

2.4.4. Розрахунок зусилля затискача коробки передач

Схема для розрахунку зусилля затискача коробки передач наведена на рис. 2.8.

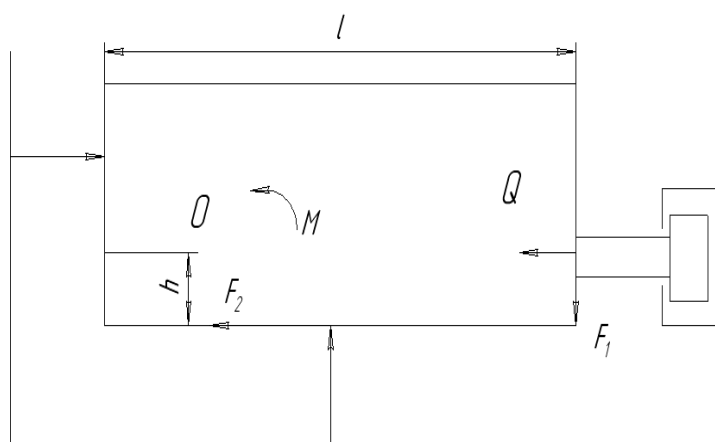


Рис. 2.8. Схема для розрахунку зусилля затискача коробки передач

Вихідні дані для розрахунку:

1 момент затягування болтів $M=55$, Нм;

2 вага коробки $P=1200$, Н;

3 коефіцієнт тертя $f=0,16$;

4 коефіцієнт запасу $K=2$.

Зневажаючи реакцією опор і вагою заготовки, можна записати умову рівноваги як суму моментів відносно точки О:

$$M - F_1 \cdot l - F_2 \cdot h = 0, \quad (2.6.)$$

де F_1 – сила тертя між деталлю й штоком поршня, Н;

F_2 – сила тертя між деталлю й опорою, Н.

У свою чергу

$$\begin{aligned} F_1 &= P \cdot f, \\ F_2 &= Q \cdot f, \end{aligned} \quad (2.7.)$$

де Q – зусилля на штоку гідроциліндра, Н;

Тоді

$$M - Q \cdot f \cdot l - P \cdot f \cdot h = 0 \quad (2.8.)$$

Зусилля на штоку:

$$Q = \frac{M - P \cdot f \cdot h}{f \cdot l} \quad (2.9.)$$

Тоді

$$Q = \frac{55 - 1200 \cdot 0,16 \cdot 0,08}{0,16 \cdot 0,3} = 826 \text{ Н}$$

З урахуванням коефіцієнта запасу зусилля затискача:

$$Q_3 = Q \cdot K \quad (2.10.)$$

або

$$Q_3 = 826 \cdot 2 = 1652 \text{ Н}.$$

						Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.5. Розрахунок і вибір гідроциліндра

Вихідні дані для розрахунку:

зусилля на штоку $Q=1652$, Н;

коефіцієнт запасу на тиск, що враховує втрати тиску у трубопроводах $K_3=1,1$;

номінальний тиск, що розвивається гідронасосом $P_H=2,5$, МПа;

ККД насоса $\eta=0,85$;

допустимі напруження, на розтяг матеріалу гідроциліндра (для чавуну $[\sigma_p]=15 \cdot 10^6$, Па.

Таблиця 2.5. Характеристики гідроциліндра

Q, Н	K_3	P_H , МПа	η	σ_p , Па
1652	1,1	2,5	0,85	$15 \cdot 10^6$

Діаметр гідроциліндра визначається виходячи з необхідного зусилля на штоку, мм:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot K_3 \cdot R}{\pi \cdot P_H \cdot \eta}}, \quad (2.11.)$$

Тоді

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,1 \cdot 1652}{3,14 \cdot 2,5 \cdot 0,85}} = 32,9 \text{ мм},$$

Приймаємо $D = 33$ мм.

Діаметр штока гідроциліндра, мм:

$$D_{III} = D \cdot \sqrt{1 - \frac{t_x}{t_p}}, \quad (2.12.)$$

де t_x – час холостого ходу поршня, с;

t_p – час робочого ходу поршня, с.

Приймаємо $\frac{t_x}{t_p} = 0,8$

Тоді

$$D_{III} = 33 \cdot \sqrt{1 - 0,8} = 15 \text{ мм} \quad (2.13.)$$

Товщина стінки гідроциліндра, мм:

$$\delta = \frac{D}{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{[\sigma_p] + 0,4 \cdot P_H}{[\sigma_p] - 1,3 \cdot P_H}} - 1 \right), \quad (2.14.)$$

або

$$\delta = \frac{33}{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{[15 \cdot 10^6] + 0,4 \cdot 2,5 \cdot 10^6}{[15 \cdot 10^6] - 1,3 \cdot 2,5 \cdot 10^6}} - 1 \right) = 5,97 \text{ мм}.$$

Приймаємо $\delta = 6 \text{ мм}$.

2.4.6. Вибір гідронасоса

Вихідні дані для розрахунку:

1 хід поршня $S=60$, мм;

2 час робочого ходу поршня $t_p=1$, с;

3. число циліндрів $Z=2$.

Витрата рідини в лівій робочій порожнині гідроциліндра, $\text{м}^3/\text{с}$

$$Q_{y1} = V_{np} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.15.);$$

де V_{np} – швидкість робочого переміщення поршня, м/с .

$$V_{np} = \frac{S}{tp} \quad (2.16.),$$

Тоді

$$V_{np} = \frac{0,06}{1} = 0,06 \text{ м / с.}$$

$$Q_{y1} = 0,06 \frac{3,14 \cdot 0,033^2}{4} = 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Без врахування витоків рідини подача насоса визначається по формулі:

$$Q_n = Q_{y1} \cdot Z, \quad (2.17.)$$

або

$$Q_n = 5,1 \cdot 10^{-5} \cdot 2 = 1,02 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с} = 0,102 \text{ мс} = 6,12 \text{ л / мин.}$$

По величині подачі насоса вибираємо шестерний насос БГ11 – 22А, параметри якого рівні.

1. Робочий об'єм, см³ – 11,2.
2. Подача, л/хв – 11,2.
3. Тиск нагнітання, МПа – 2,5.
4. Частота обертання, об/хв – 1450.
5. Потужність насоса, кВт – 1,0.

2.4.7. Розрахунок трубопроводів

Вихідні дані для розрахунку:

швидкість робочої рідини $V=2$, м/с;

витрата рідини в порожнині гідроциліндра $Q_{y1}=5,1 \cdot 10^{-5}$, м³ /с.

Внутрішній діаметр трубопроводів визначається по формулі:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{y1}}{\pi \cdot V}}, \quad (2.18.)$$

або

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,1 \cdot 10^{-5}}{3,14 \cdot 2}} = 0,0057 \text{ м} = 5,7 \text{ мм} \approx 6 \text{ мм}.$$

Уточнена швидкість руху рідини:

$$V = \frac{4 \cdot Q_{y1}}{\pi \cdot d^2}, \quad (2.19.)$$

Тоді

$$V_{cp} = \frac{4 \cdot 5,1 \cdot 10^{-5}}{3,14 \cdot 0,006^2} = 1,8 \text{ м/с}.$$

2.4.8. Розрахунок і вибір електродвигуна

Вихідні дані для розрахунку:

1. еквівалентний постійний момент на кривошипі $M_{\Theta}=1,9$, Нм;
2. частота обертання кривошипа $n_{\phi}=57$, хв⁻¹;
3. час роботи за одне включення електродвигуна $t_T=7$, хв;
4. час між запусками $t_0=12$, хв;
5. момент опору при запуску $M_{сопр}=90$, Нм.

Визначаємо режим роботи електродвигуна

$$ПВ_{\phi} = \frac{t_T}{t_T + t_0} \cdot 100 \text{ или } ПВ_{\phi} = \frac{7}{7 + 12} \cdot 100 = 37\%, \quad (2.20.)$$

Стандартна найближча тривалість роботи $Пвст = 40\%$,
значить електродвигун працює у важкому режимі.

						Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо частоту обертання електродвигуна:

$$n_{\text{дв}} = n_u \cdot u, \quad (2.21.)$$

де U – передавальне число черв'ячно-циліндричного редуктора (приймаємо по стандартне значення $U = 25$)

$$n_{\text{дв}} = 57 \cdot 25 = 1425 \text{ мин}^{-1} \approx 1500 \text{ мин}^{-1}$$

Розрахункова потужність двигуна:

$$N_{\text{расч}} = \frac{M_{\text{э}} \cdot \varpi_K}{\eta} \sqrt{\frac{P_{\text{Вф}}}{P_{\text{Вст}}}}, \quad (2.22.)$$

де ω_K – кутова швидкість кривошипа ($\varpi_K = \frac{hu}{60} = 0,95$) с^{-1}

η – ккд механічної передачі (приймаємо для $u = 25$ і $n_{\text{дв}} = 1500$, $\eta = 0,87$).

$$N_{\text{расч}} = \frac{1,9 \cdot 0,95}{0,82} \sqrt{\frac{37}{40}} = 2,12 \text{ кВт}.$$

Підбираємо двигун трифазний асинхронний короткозамкнений 4A90L4B3 ГОСТ 19523 -74.

						Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.9. Вибір електрогайковерта

Електрогайковерт вибираємо залежно від найбільшого діаметра різьби болтів кришок коробок передач. Для діаметра різьби $d = 10\text{мм}$ вибираємо електрогайковерт малої потужності із числом обертів шпинделя 750 об/хв, потужністю 0,4 кВт.

Таблиця 2.6. Характеристика гайковерта

Тип гайковерта	Тип двигуна гайковерта	Потужність двигуна, кВт	d, мм	n _e , об/хв
Електромеханічний	A2-32-4	0,4	10	750

2.4.10. Розрахунок пружини

Діаметр дроту визначається

$$d = 1,37 \cdot \sqrt[3]{\frac{k \cdot P \cdot D}{[\tau]}} \text{ або } d = 1,37 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 400 \cdot 1300}{[600]}} = 10, \text{ мм} \quad (2.23.)$$

де k – коефіцієнт індексу пружини

P – сила, яка діє на пружину

D – діаметр пружини

Сила, що розвивається пружиною визначається

$$P = \frac{\pi \cdot d^3}{8 \cdot k \cdot D} \text{ або } P = \frac{\pi \cdot 10^3}{8 \cdot 1,1 \cdot 1300} = 0,27, \quad (2.24.)$$

Осьове переміщення торців пружини

$$\lambda = \frac{8 \cdot \pi \cdot D^3 \cdot i}{G \cdot d^4} \text{ або } \lambda = \frac{8 \cdot \pi \cdot 1300^3 \cdot 10}{80000 \cdot d^4} = 68,9 \quad (2.25.)$$

де i – число робочих витків пружини;

G – модуль зсуву (для пружинних сталей приймаємо $G = 8 \cdot 10^4$ МПа)

Піддатливість пружини λ' визначається

$$\lambda' = \frac{80 \cdot D^3}{G \cdot d^4} \text{ або } \lambda' = \frac{80 \cdot 1300^3}{80000 \cdot 10^4} = 219,7 \quad (2.26.)$$

						Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Незалежно від типу і принципу роботи, всі коробки передач вимагають своєчасного обслуговування. Ретельна діагностика рівня масла дозволить не тільки точно визначити стан агрегату, але і допоможе вберегти автовласника від серйозних поломок автомобіля в майбутньому.

Основні етапи ремонту КПП:

- Обов’язкова діагностика, виявлення проблем.
- Заміна зчеплення при сильному зносі.
- Демонтаж коробки для проведення ремонтних операцій.
- Розбирання та дефектування. Визначення причин несправності.
- Промивання агрегату нефрасом.
- Заміна деталей, які не підлягають ремонту.
- Регулювання проміжків.
- Повне складання.
- Завершальна установка КПП, тестування.
- Контрольна діагностика.

Розбирання і складання коробки передач проводиться на стенді за допомогою спеціальних знімачів, шпонок і оправок. Основними дефектами корпусу коробки є зношеність отворів підшипників кочення та валу блоку редуктора заднього ходу, поломка або зношеність різьблення отворів під гвинти, тріщини. Зношені отвори в підшипниках і осях відновлюють залишенням або установкою додаткових деталей (втулок). Після реставрації отвори розточують до номінального розміру на горизонтально-розточувальному верстаті для забезпечення концентричності отворів.

						Лист
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. Чернігів: ЧДТУ, 2005. 567 с.
2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва: навч. посібник. Київ: ІСДО, 1993. 544 с.
3. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування (основні способи обробки поверхонь та сучасні Т-системи для їх реалізації): навчальний посібник. Суми: Вид-во СумДУ, 2009. 137 с.
4. Никифоров В.М. Технология металлов и конструкционные материалы. Л.: Машиностроение, 1987. 363 с.
5. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
6. Сьомкін С.В. Основи проектування та конструювання. К.:Альтерпрес, 2007. 283 с.
7. Технологія конструкційних матеріалів : підручник для студ. мех. спец. вищ. навч. закл. / [М. А. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І. Некоз, та ін.] під ред. М. А. Сологуба., 2-е вид., перероб. і доп. Київ : Вища школа.
8. Тимченко А.А. Основи технологічного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи САПР та системного аналізу проектування складних об'єктів. К.: Либідь, 2003. 270 с.
9. Stephenson D.A. Metal cutting theory and practice. New York: Marcel Dekker, 1997. 898 p.
10. Zhang, L. Materials Processing Fundamentals/ [Zhang, L., Allanore, A., Wang, C., Yurko, J. A. and Crapps, J. (eds)]. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2013. 317 p.