

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

«Ремонт зчеплення вантажного автомобіля»

Рівень вищої освіти перший бакалаврський
Галузь знань 13 Механічна інженерія
Спеціальність 132 Матеріалознавство
Освітньо-професійна програма Відновлення та технічний сервіс автомобілів

Шифр **КвРМТВА. 23110.02.09.00**

Виконав студент 3-го курсу
група МТВАс 22-2
Шифр



Підпис

Валентин КОСОВСЬКИЙ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник к.т.н., доц.
Науковий ступінь, звання



Підпис

Олександр РУДИК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

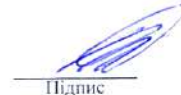
Нормоконтролер



Підпис

Олег МАКОВКІН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри ТАМ
Назва



Підпис

Олександр ДИХА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата 9.06.26

Хмельницький 2026

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»
Спеціалізація: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою ТАМ
Диха О.В.
" 15 " 04 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Косовському Валентину Вікторовичу
Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи: «Ремонт зчеплення вантажного автомобіля»

Керівник роботи: Рудик Олександр Юхимович к.т.н., доцент
Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 20.01.2026 р. № 7 (Д 14)

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту:

Матеріали переддипломної практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно-технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузла дослідження.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Загальні відомості та технічні характеристики автомобіля військового призначення КамАЗ-5350 «Мустанг»
2. Зчеплення вантажного автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг»
3. Вибір матеріалів деталей зчеплення автомобіля КамАЗ-5350
4. Технологія проведення ремонту зчеплення автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг»
5. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень):

— графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 15.04.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строки виконання	Примітка
1	<i>Загальні відомості та технічні характеристики автомобіля військового призначення КамАЗ-5350 «Мустанг»</i>	<i>18.04.26</i>	вик.
2	<i>Зчеплення вантажного автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг»</i>	<i>24.04.2026</i>	вик.
3	<i>Вибір матеріалів деталей зчеплення автомобіля КамАЗ-5350</i>	<i>10.05.2026</i>	вик.
4	<i>Технологія проведення ремонту зчеплення автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг»</i>	<i>20.05.2026</i>	вик.
5	<i>Висновки</i>	<i>05.06.2026</i>	вик.
6	<i>Захист роботи</i>	<i>11.06.2026</i>	

Студент


Підпис

Валентин КОСОВСЬКИЙ
Ім'я, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Олександр РУДИК
Ім'я, прізвище

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 75 сторінок, кількість рисунків – 13, таблиць – 5, додатків – 2, кількість джерел згідно із переліком посилань – 29.

Студент гр. МТВАс-23-2 Косовський В.В.

Тема «Ремонт зчеплення вантажного автомобіля».

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці ремонту зчеплення вантажного автомобіля.





У кваліфікаційній роботі вирішувались наступні завдання:

1. Навести загальні відомості та технічні характеристики автомобіля військового призначення КамАЗ-5350 «Мустанг».
2. Розглянути зчеплення КамАЗ-5350, його роботу, технічне обслуговування, можливі несправності та методи їх усунення.
3. Вибрати матеріали деталей зчеплення.
4. Розробити технологію проведення ремонту зчеплення автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг».

Перелік ключових слів: КАМАЗ-5350, «МУСТАНГ», ЗЧЕПЛЕННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, НЕСПРАВНОСТІ, МЕТОДИ УСУНЕННЯ, МАТЕРІАЛИ, РЕМОНТ.

Зміст

Анотація	6
Abstract	7
Перелік скорочень.....	8
Вступ	10
1 Загальні відомості та технічні характеристики автомобіля військового призначення КамАЗ-5350 «Мустанг».....	11
1.1 Загальні відомості про автомобіль КамАЗ-5350 «Мустанг».....	11
1.2 Технічні характеристики автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг».....	13
2 Зчеплення вантажного автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг».....	18
2.1 Загальні відомості про зчеплення автомобіля КамАЗ-5350	18
2.2 Привод керування механізмом зчеплення.....	25
2.3 Робота зчеплення автомобіля КамАЗ-5350	31
2.3.1 Початкове положення	31
2.3.2 Вимкнення зчеплення	32
2.3.3 Включення зчеплення	33
2.4 Технічне обслуговування зчеплення.....	35
2.4.1 Змащення зчеплення	39
2.4.2 Заміна рідини в гідросистемі приводу зчеплення.....	39
2.5 Можливі несправності зчеплення і його приводу, причини та методи їх усунення	40

КвРМТВА. 23110.02.09.00				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Косовський		
Перевір.		Рудик		
Н. Контр.		Маковкін		
Затверл.		Диха		
Ремонт зчеплення вантажного автомобіля			Літ.	Арк.
			4	78
ХНУгр.МТВАс-23-2				

Зміст

Анотація	6
Abstract	7
Перелік скорочень.....	8
Вступ	10
1 Загальні відомості та технічні характеристики автомобіля військового призначення КамАЗ-5350 «Мустанг».....	11
1.1 Загальні відомості про автомобіль КамАЗ-5350 «Мустанг».....	11
1.2 Технічні характеристики автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг».....	13
2 Зчеплення вантажного автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг».....	18
2.1 Загальні відомості про зчеплення автомобіля КамАЗ-5350	18
2.2 Привод керування механізмом зчеплення.....	25
2.3 Робота зчеплення автомобіля КамАЗ-5350	31
2.3.1 Початкове положення	31
2.3.2 Вимкнення зчеплення	32
2.3.3 Включення зчеплення	33
2.4 Технічне обслуговування зчеплення	35
2.4.1 Змащення зчеплення	39
2.4.2 Заміна рідини в гідросистемі приводу зчеплення.....	39
2.5 Можливі несправності зчеплення і його приводу, причини та методи їх усунення.....	40

					КвРМТВА. 23110.02.09.00						
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Ремонт зчеплення вантажного автомобіля						
Розроб.		Косовський							Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Рудик							4	78	
Н. Контр.		Маковкін							ХНУгр.МТВАс-23-2		
Затверд.		Диха									

3 Вибір матеріалів деталей зчеплення автомобіля КамАЗ-5350.....	51
3.1 Призначення матеріалу середнього ведучого диска	51
3.2 Призначення матеріалу натискного диска	51
3.3 Призначення матеріалу веденого диска	52
3.4 Призначення матеріалу інших деталей зчеплення	53
4 Технологія проведення ремонту зчеплення автомобіля КамАЗ-5350	
«Мустанг»	54
4.1 Основні етапи ремонту та заміни складових зчеплення.....	54
4.2 Етапи ремонту зчеплення після усунення негерметичності гідروприводу	55
4.3 Операції заміни пневмопідсилювача гідроприводу зчеплення	58
4.4 Послідовність демонтажу та монтажу зчеплення	59
4.5 Застосування відновлювальних технологій при ремонті зчеплення.....	61
Висновки.....	63
Список використаних джерел	64
Додатки	68

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Анотація

Розглянуті загальні відомості та технічні характеристики військового повнопривідного вантажного автомобіля, призначеного для перевезення особового складу та вантажів, КамАЗ-5350 «Мустанг». Його зчеплення – критично важливий вузол трансмісії, розроблений для забезпечення надійної роботи в складних дорожніх та кліматичних умовах. Тому представлені загальні відомості про зчеплення, його привод керування і роботу, проаналізовані основні дефекти та можливі несправності, причини та методи їх усунення. Здійснений вибір матеріалів деталей зчеплення, розроблена технологія його ремонту із застосуванням відновлювальних технологій.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Abstract

General information and technical characteristics of the KamAZ-5350 "Mustang", a military all-wheel drive truck designed to transport personnel and cargo, are considered. Its clutch is a critically important transmission unit designed to ensure reliable operation in difficult road and climatic conditions. Therefore, general information about the clutch, its control drive and operation are presented, the main defects and possible malfunctions, causes and methods for their elimination are analyzed. The materials of the clutch parts are selected, and the technology for its repair using restoration technologies is developed.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік скорочень

ЗСУ – збройні сили України.

ТЗ – транспортний засіб.

ТО – технічне обслуговування.

АТО/ООС – АТО (Антитерористична операція, 2014–2018) та ООС (Операція Об'єднаних сил, 2018–2022).

КПП – коробка перемикачів передач.

ДВЗ – двигун внутрішнього згорання.

АТ – автомобільний транспорт.

ТЗ – транспортний засіб.

СЧ – сірий чавун.

ВЧ – високоміцний чавун.

Mg – магній.

Ni – нікель.

Fe – залізо.

C – вуглець.

Si – кремній.

Mn – марганець.

S – сірка.

P – фосфор.

As – арсен.

ФС – феросиліцій.

σ_b – межа міцності при розтягу, [МПа].

Cr – хром.

Cu – мідь.

α – коефіцієнт теплового (лінійного) розширення, [1/Град].

c – питома теплоємність [Дж/(кг·°C)].

ПГУ – пневмогідропідсилювач.

ГЦЗ – головний циліндр зчеплення.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПГС – пневматична гальмівна система.

ГПП – гідропневматичний привод.

ТУ – технічні умови.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність теми. Зчеплення вантажного армійського автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг» – критично важливий вузол трансмісії, розроблений для забезпечення надійної роботи в складних дорожніх та кліматичних умовах. Зчеплення призначене для плавного з'єднання ДВЗ з трансмісією при зрушенні з місця та забезпечення плавного початку руху автомобіля з місця; короткочасного роз'єднання ДВЗ з трансмісією під час перемикання передач, різкому гальмуванню; оберігання ДВЗ і трансмісії від перевантажень; передачі крутного моменту від ДВЗ на КПП. Тому, розробка технології ремонту зчеплення автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг» є актуальною.

Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

1. Навести загальні відомості та технічні характеристики автомобіля військового призначення КамАЗ-5350 «Мустанг».
2. Розглянути зчеплення КамАЗ-5350, його роботу, технічне обслуговування, можливі несправності та методи їх усунення.
3. Вибрати матеріали деталей зчеплення.
4. Розробити технологію проведення ремонту зчеплення автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг».

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Загальні відомості та технічні характеристики автомобіля військового призначення КамАЗ-5350 «Мустанг»

1.1 Загальні відомості про автомобіль КамАЗ-5350 «Мустанг»

На сьогодні у складі Збройних Сил України використовується близько 218 різних типів і модифікацій ТЗ. До цієї кількості входять автомобілі різного призначення, спеціалізовані колісні шасі, гусенична техніка, транспортери, тягачі, трактори, а також причепи й напівпричепи. Така різноманітність свідчить про значну масштабність автотранспортного забезпечення, проте водночас вказує на певну неоднорідність і складність уніфікації цього парку [1].

Варто зазначити, що, незважаючи на наявність сучасних зразків техніки, основу наявного автопарку все ще становлять машини радянського виробництва, які були виготовлені кілька десятиліть тому. Це зумовлює необхідність їх постійного ТО, модернізації та відновлення ресурсу. Серед найбільш поширених і масових моделей, що експлуатуються у військах поряд з іншими зразками радянської техніки, особливе місце займає автомобіль КамАЗ, який завдяки своїм експлуатаційним характеристикам і надійності продовжує активно використовуватися [1, 2].

Експлуатація таких машин зумовлює зрозумілі складнощі в забезпеченні їх запчастинами, виконанні технологічних процесів з техобслуговування й ремонту, оснащенні військ ремонтно-технологічним і діагностичним обладнанням, підготовці водіїв і фахівців-ремонтників [1].

Аналіз стану та досвід застосування таких автомобілів у районі проведення АТО/ООС (це комплекси військових, безпекових та правових заходів України на сході для протидії російській агресії) на Донбасі виявив їхню значну технічну недосконалість, застарілість, різномарочність, відсутність уніфікованих сімейств і невідповідність сучасним вимогам і світовим тенденціям розвитку військової автотехніки», – відзначають у Центральному науково-дослідному інституті озброєння та військової техніки ЗСУ.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проте, попри намагання вітчизняних виробників замінити застарілий російський автопарк на більш-менш українські зразки у минулі роки, зараз ситуація зайшла в глухий кут [1].

ЗСУ використовують вантажівки КамАЗ, переважно як трофейну техніку, захоплену під час бойових дій, а також радянські моделі, що залишилися на озброєнні. Основні аспекти використання КамАЗ у ЗСУ:

1. Трофейна техніка – ЗСУ активно використовують відібрані у ворога КамАЗи, включаючи броньовані версії, для власних потреб.

2. Радянська спадщина – в автопарку ЗСУ присутні застарілі моделі КамАЗ.

3. Призначення – трофеї використовуються для логістики, транспортування особового складу, а також як спеціальні машини (санітарні, розвідувальні).

З огляду на застарілість та складність обслуговування, а також закупівлю нової техніки, роль КамАЗів у ЗСУ є допоміжною та базується на використанні затрофєєних машин.

У Міноборони визначились щодо переліку вантажних та легкових автомобілів, які можуть призначатися для задоволення потреб військових формувань на особливий період [3]. За інформацією Головного управління оборонного та мобілізаційного планування Генштабу ЗСУ, для задоволення потреб військових формувань на особливий період призначаються транспортні засоби, які є штатними в ЗСУ та інших військових формуваннях, такі як: легкові – ГАЗ, УАЗ, ВАЗ, Хюндай; вантажні – КамАЗ, ЗіЛ, ГАЗ, Урал, КрАЗ. В основному це КамАЗи сімейства «Мустанг», зокрема, броньовані КамАЗ-5350 «Мустанг» з комплектом додаткового захисту та захищеним модулем [4] – рис. 1.1.

За словами українських військовослужбовців, під час бою КамАЗ-5350 вдалося зупинити тільки після влучення зі стрілецької зброї калібру 7,62 (калібр 5,45 не "пройшов") у двигун та по колесах [5, 6] – рис. 1.2.

КамАЗ-5350 «Мустанг» (6х6) – це військовий повнопривідний вантажний автомобіль, призначений для перевезення особового складу та вантажів. Він має вантажопідйомність (6-7) тон, оснащений дизельним ДВЗ, потужністю (260-285) к.с. і забезпечує високу прохідність [7-8].

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – Броньований КамАЗ-5350 «Мустанг»



Рисунок 1.2 – Військові ЗСУ відібрали у терористів КамАЗ-5350

1.2 Технічні характеристики автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг»

КамАЗ-5350 – серія вантажних автомобілів військового призначення з колісною формулою 6х6 виробництва Камського автомобільного заводу. В 2007 р. до серії був доданий тривісний самоскид КамАЗ-53505, сідельний тягач КамАЗ-53502 та бортовий тягач КамАЗ-53503. Серія КамАЗ-5350 Відноситься до сімейства «Мустанг», до якого також входять КамАЗ-4350 4х4 та КамАЗ-6350 8х8.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автомобіль комплектується гідропідсилювачем керма, лебідкою, дизелем КамАЗ-740.30-260 потужністю 260 к.с. при 2200 об/хв, крутним моментом 1060 Нм при (1200-1400) Нм, механічною КПП, покращеним шасі, вантажопідйомністю 6 т. Представлена також подовжена версія КамАЗ-53501 вантажопідйомністю 10 т. При створенні вантажівок цього сімейства були реалізовані конструкторські рішення, які неможливо втілити на базі шасі КамАЗ-43114 з колісною формулою 6×6 [7-8].

Розміри вантажного автомобіля військового призначення КамАЗ-5350 наведені на рис. 1.3 [8].

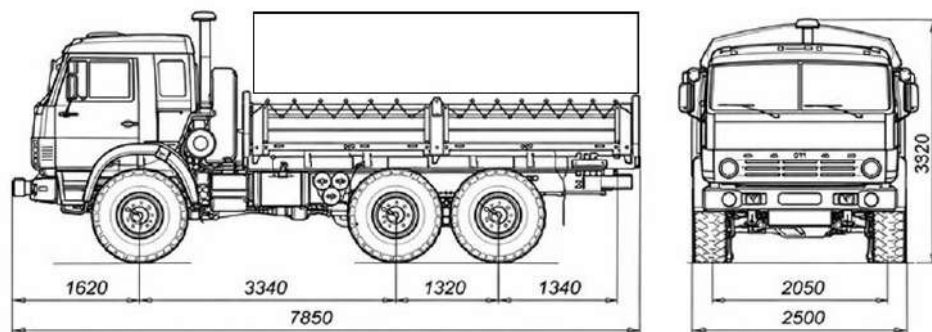


Рисунок 1.3 – Розміри вантажного автомобіля військового призначення КамАЗ-5350 [8]

Розроблення сімейства автомобілів «Мустанг» здійснювалося з урахуванням багаторічного досвіду експлуатації та подальшого вдосконалення перевірених часом технічних рішень, застосованих у серійних вантажівках. Зокрема, було використано залежну передню підвіску і задню підвіску на напівеліптичних ресорах, роздавальну коробку з демультіплікатором і постійно увімкненими ведучими мостами. Також конструкція передбачала застосування ведучих мостів із двоступеневими редукторами, гідропідсилювача кермового керування та кермового механізму гвинтово-гаєчного типу, доповненого гідроциліндром. Такий підхід дозволив забезпечити високу надійність, витривалість та адаптованість техніки до складних умов експлуатації [9-11].

Модель 5350 стала першою серед позашляхових автомобілів виробництва КамАЗ, яка отримала систему блокування міжколісних диференціалів заднього моста. У поєднанні з можливістю блокування міжосьових диференціалів

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роздавальної коробки та заднього візка це суттєво підвищило прохідність ТЗ на складних ділянках місцевості. Увімкнення блокувань здійснюється примусово за допомогою пневматичного приводу під час зупинки автомобіля, що забезпечує надійність роботи механізму та запобігає його передчасному зношенню.

Однією з ключових вимог технічного завдання було забезпечення швидкості руху не менше $V = 40$ км/год. в умовах бездоріжжя. Для важких вантажних автомобілів із механічною КПП досягнення такої швидкості є складним завданням. З метою реалізації цієї вимоги конструктори розробили спеціальну діапазонну гідропередачу. До її складу входить гідротрансформатор, інтегрований зі стандартною механічною КПП. На певних обертах він блокується, перетворюючись фактично на жорстке з'єднання, що забезпечує ефективну передачу крутного моменту без суттєвих втрат потужності. Завдяки високому коефіцієнту трансформації, який досягає $k = 2,8$, така система значно підвищує тягові можливості ДВЗ при роботі на низьких обертах.

Рух автомобілів у складних дорожніх умовах, а також виконання операцій з буксирування застряглої техніки забезпечувалося встановленням лебідки з тяговою силою у межах (7,7–8,0) тс. Механічна лебідка приводиться в дію за рахунок відбору потужності від силового агрегату через КПП і роздавальну коробку. При цьому механізм відбору потужності забезпечує передачу до 100 % енергії у статичному режимі та близько 40 % — у динамічному, що гарантує ефективну роботу обладнання в різних експлуатаційних умовах.

Основним вузлом в будь-якій машині, природно, був і залишається ДВЗ. Тому не можна обійти стороною його характеристики. Загальний обсяг циліндрів цього КамАЗа становить дев'ять тисяч п'ятдесят кубічних сантиметрів (V-подібне розташування циліндрів [12-14]).

Залежно від типу місцевості цей показник може змінюватися в одну або іншу сторону. Технічні характеристики автомобілів КамАЗ-5350 наведені у табл. 1.1.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики повнопривідних тривісних вантажних автомобілів підвищеної прохідності КамАЗ-5350 «Мустанг», які знаходяться на озброєнні ЗСУ [8-14]

Вантажопідйомність, кг	6000
Повна маса, кг	15850
Споряджена маса, кг	9800
Маса причепа (що буксирується), кг	12000
Повна маса автопоїзда, кг	27850
Колісна формула	6х6
Зовнішній радіус повороту, м.	11,3
Дорожній просвіт (кліренс), мм	390
Максимальна швидкість, км/год.	100
Запас ходу, км	1000
Споряджена маса, кг	9 800
Вантажопідйомність, кг	6 000
Повна маса автомобіля, кг	15850
Повна маса автопоїзда, кг	27850
Кут підйому, що долається, град	31
Потужність двигуна V8, к. с.	260
Крутний момент двигуна, Нм	1078
Шини	425/85 R21
Кабіна: тримісна, розташована над ДВЗ, з можливістю встановлення прихованого бронювання	
Контрольна витрата палива при 60 км/год., л/100 км:	
– автомобіля	30,0
– автопоїзда	37,0
Глибина подолання броду, м	1,75

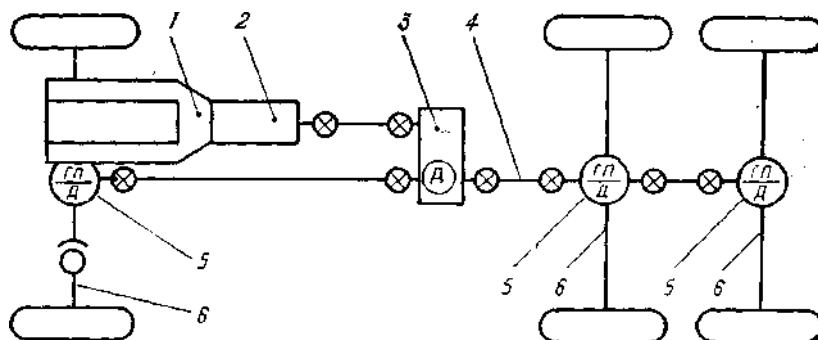
Максимальна потужність ДВЗ становить 246 к. с. Цього частенько не вистачає для крутих маневрів. Як би там не було, даний ДВЗ відповідає всім екологічним та технічним стандартам «Євро-2». Тому даний ДВЗ і встановлюється вже більше десяти років на КамАЗ-5350. Витрата палива у машини відносно невелика: двадцять сім літрів на сто кілометрів при середній швидкості. У міру розширення виробництва та вдосконалення конструкції вантажні автомобілі КамАЗ відіграють дедалі вагомішу роль. Ґрунтовне знання технічних характеристик цих автомобілів, їхньої будови, принципів роботи основних агрегатів і систем, а також правил та особливостей ТО дає змогу водіям і фахівцям АТ максимально ефективно реалізовувати експлуатаційні можливості техніки. Це сприяє підвищенню надійності роботи машин, зниженню витрат на ремонт та обслуговування, подовженню строку служби ТЗ та забезпеченню їх безпечної й продуктивної експлуатації в різноманітних умовах.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Зчеплення вантажного автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг»

2.1 Загальні відомості про зчеплення автомобіля КамАЗ-5350

Трансмісія (рис. 2.1) автомобіля КамАЗ механічна і складається із зчеплення, КПП, роздавальної коробки, карданної передачі, головних передач, диференціалів, півосей.



1 – зчеплення; 2 – КПП; 3 – роздавальна коробка; 4 – карданна передача; 5 – головна передача і диференціал; 6 – півосі

Рисунок 2.1 – Компонувальна схема трансмісії

Зчеплення вантажного армійського автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг» – критично важливий вузол трансмісії, розроблений для забезпечення надійної роботи в складних дорожніх та кліматичних умовах. Зчеплення призначене для:

- плавного з'єднання ДВЗ з трансмісією при зрушенні з місця та забезпечення плавного початку руху автомобіля з місця;
- короткочасного роз'єднання ДВЗ з трансмісією під час перемикування передач, різкому гальмуванні;
- обертання ДВЗ і трансмісії від перевантажень;
- передачі крутного моменту від ДВЗ на КПП.

Розташоване зчеплення в картері, закріпленому на ДВЗ, і складається з механізму зчеплення і приводу управління [15-17].

До комплекту входить корзина зчеплення (натискний диск), ведені диски, вижимний підшипник (тисне на діафрагмову пружину кошика, звільняючи ведені

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

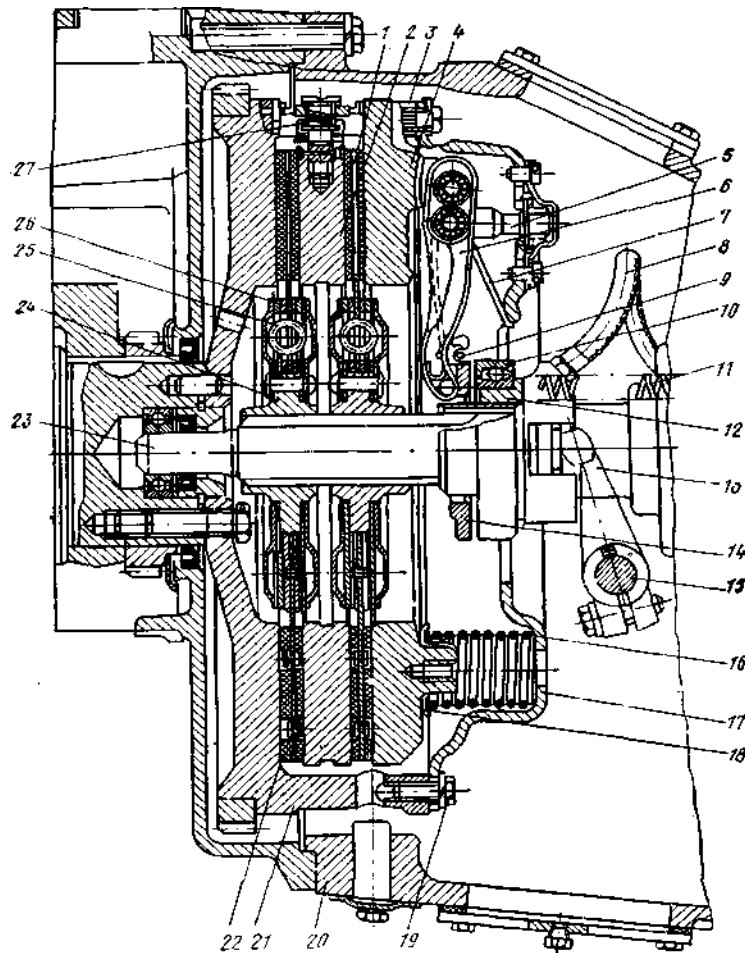
диски від натискного, що розриває зв'язок між ДВЗ та КПП) та пневмогідрравлічний підсилювач (суттєво знижує силу, яку водій прикладає до педалі) [15-17]. КамАЗ-5350 використовує надійні вузли, здатні витримувати високі навантаження при роботі на ґрунтових дорогах та бездоріжжі. Його конструкція (основні складові елементи: механізм зчеплення та привод керування) працюють у тісній взаємодії для забезпечення надійної та ефективної роботи вузла. Така конструкція забезпечує стабільну передачу крутного моменту від двигуна до трансмісії, знижує навантаження на елементи силового приводу та сприяє підвищенню довговічності агрегатів при експлуатації в різних дорожніх умовах.

Принцип роботи зчеплення базується на використанні сил тертя, які виникають між його фрикційними поверхнями. Ведучі елементи зчеплення сприймають крутний момент від маховика ДВЗ, тоді як ведені диски забезпечують передачу цього моменту на первинний вал КПП. Завдяки такій взаємодії відбувається ефективне з'єднання силового агрегату з трансмісією під час руху автомобіля.

Притискний механізм, до складу якого входять 12 натискних пружин, створює необхідну силу для щільного контакту між ведучими та веденими деталями. Це забезпечує формування достатнього моменту тертя, потрібного для надійної передачі крутного моменту без пробуксовування. У результаті обертальний рух від ведучих елементів передається до ведених саме за рахунок сил тертя, що гарантує стабільну роботу зчеплення у різних режимах експлуатації.

До ведучих елементів зчеплення належать середній ведучий диск, натискний диск і кожух зчеплення, які разом забезпечують передачу крутного моменту від ДВЗ до трансмісії. Середній ведучий диск установлюється в пазах маховика за допомогою чотирьох шипів, рівномірно розташованих по колу, що гарантує надійну фіксацію та правильне центрування під час роботи (рис. 2.2).

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – ведений диск; 2 – ведучий диск; 3 – настановна втулка; 4 – натискний диск; 5 – вилка відтяжного важеля; 6 – відтяжний важіль; 7 – пружина упорного кільця; 8 – шланг змащування муфти; 9 – петля пружини; 10 – витискний підшипник; 11 – відтяжна пружина; 12 – муфта виключення зчеплення; 13 – вилка виключення зчеплення; 14 – упорне кільце; 15 – вал вилки; 16 – натискна пружина; 17 – кожух; 18 – теплоізолююча шайба; 19 – болт кріплення кожуха; 20 – картер зчеплення; 21 – маховик; 22 – фрикційна закладка; 23 – первинний вал КПП; 24 – диск гасителя крутильних коливань; 25 – пружина гасителя крутильних коливань; 26 – кільце веденого диска; 27 – механізм автоматичного регулювання положення середнього ведучого диска

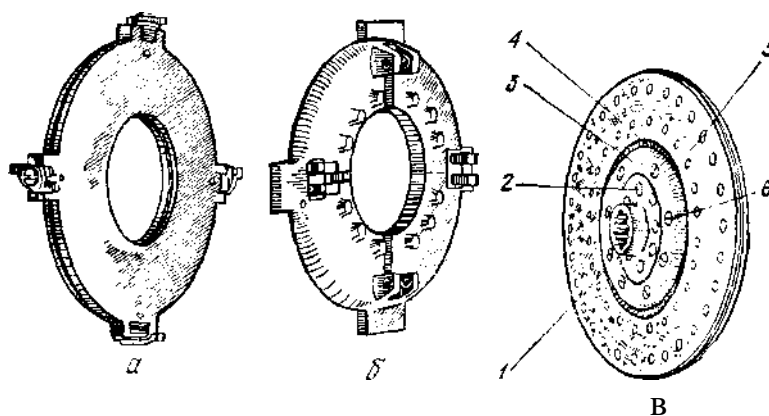
Рисунок 2.2 – Механізм зчеплення

Для покращення умов роботи зчеплення в конструкції диска передбачені спеціальні вікна, розділені внутрішніми ребрами жорсткості. Таке виконання сприяє ефективній вентиляції вузла, поліпшеному відведенню тепла, що виникає

									Арк.
									20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

внаслідок тертя, а також дозволяє зменшити масу деталі без втрати її міцності. У шипах диска розміщено важільний механізм, призначений для механічного регулювання положення середнього ведучого диска під час вимикання зчеплення. Це забезпечує повніше роз'єднання ведучих і ведених елементів, підвищує точність роботи механізму та сприяє більш «чистому» вимиканню зчеплення.

Натискний диск (рис. 2.3, б), як і середній ведучий диск, встановлений в пазах маховика на 4-х шпильках. З одного боку диск має шліфовану поверхню, з іншої – 12 бобишок для установки натискних пружин.



а – середній ведучий диск; б – натискний диск; в – ведений диск з демпфером у зборі: 1 – маточина; 2 – заклепка; 3 – обойма демпфера; 4 – ведений диск; 5 – фрикційна накладка; 6 – пружина демпфера

Рисунок 2.3 – Диски зчеплення

Кожний шип з боку кожуха має прилив, в якому профрезерований паз і розточено 2 отвори для установки осі важеля виключення зчеплення. Кожух зчеплення встановлюється на картері маховика на 2-х настановних втулках і кріпиться дванадцятьма болтами. У кожусі є дванадцять поглиблень для установки пружин та отвори для установки вилок важелів.

До ведених елементів зчеплення належать 2 ведені диски з демпферним механізмом, а також ведений вал зчеплення, який одночасно виконує функцію первинного валу КПП. Саме ці деталі забезпечують приймання та подальшу передачу крутного моменту від зчеплення до трансмісії автомобіля.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ведений диск (рис. 2.2, в) має складну конструкцію і включає основу диска з фрикційними накладками, маточину та демпфер, який виконує роль гасителя крутильних коливань. Маточина оснащена внутрішніми шліцями, за допомогою яких вона встановлюється на шліцах первинного валу КПП, забезпечуючи надійне з'єднання та передачу обертального руху. Крім того, у маточині передбачено 8 спеціальних отворів (вікон), у яких розміщуються пружини демпфера.

Демпферний механізм призначений для зменшення та поглинання крутильних коливань, які виникають під час роботи ДВЗ і передаються на трансмісію. Через нерівномірність обертання колінчастого валу та його пружні властивості відбуваються періодичні процеси закручування і розкручування, що спричиняє появу власних коливань. Наявність демпфера дозволяє згладити ці явища, зменшити динамічні навантаження на елементи трансмісії, підвищити плавність роботи агрегатів і збільшити їхній ресурс експлуатації.

У трансмісії автомобіля наявні різні вали, зокрема вали КПП, роздавальної коробки, карданної передачі, а також півосі, які забезпечують передачу крутного моменту від ДВЗ до ведучих коліс. У процесі експлуатації, особливо при різкому вмиканні зчеплення, гальмуванні без його вимикання або під час наїзду коліс на перешкоди, у цих валах виникають вимушені коливання. Крім того, через нерівномірність роботи ДВЗ крутильні коливання можуть передаватися безпосередньо в елементи трансмісії, погіршуючи умови їх роботи.

Найбільш небезпечною є ситуація, коли частота власних крутильних коливань трансмісії збігається з частотою збурювальних коливань, що надходять від ДВЗ. У такому випадку виникає резонанс, який супроводжується різким зростанням динамічних навантажень на деталі, що може призвести до їх прискореного зношування або навіть руйнування. Більше того, вимушені коливання, які виникають у трансмісії, здатні передаватися назад до ДВЗ, викликаючи додаткові навантаження на його вузли та механізми.

З метою запобігання негативному впливу резонансних явищ і зменшення рівня крутильних коливань у конструкції ведених дисків зчеплення передбачаються спеціальні демпфери — гасителі коливань. Їх використання

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє ефективно поглинати та розсіювати енергію коливань, підвищувати плавність роботи трансмісії, зменшувати ударні навантаження та забезпечувати довговічність як трансмісійних елементів, так і ДВЗ в цілому.

Демпфер зчеплення складається з двох основних складових — пружного та фрикційного елементів, кожен із яких виконує важливу функцію у зменшенні крутильних коливань. Пружний елемент призначений для зміни частоти коливань валів трансмісії та запобігання виникненню резонансних явищ, тобто ситуацій, коли збігаються частоти власних і вимушених крутильних коливань. Його конструкція включає 8 циліндричних пружин, які забезпечують необхідну еластичність і здатність поглинати частину енергії коливань.

Фрикційний елемент, у свою чергу, виконує функцію зменшення амплітуди вимушених коливань шляхом перетворення їх механічної енергії в теплову. До його складу входять 2 обойми, 2 диски та 2 фрикційні кільця, які працюють у тісній взаємодії. Диски демпфера та обойми жорстко закріплюються за допомогою заклепок до фланця маточини з обох боків, забезпечуючи міцність і надійність з'єднання. Фрикційні кільця, у свою чергу, також приклепуються до веденого диска з двох сторін.

Особливістю конструкції є наявність у фрикційних кільцях і дисках демпфера 8-ми спеціальних вікон, які співпадають з відповідними отворами у веденому диску та фланці маточини. У ці вікна встановлюються циліндричні пружини, які формують пружний елемент демпфера. Така узгодженість розташування елементів забезпечує рівномірний розподіл навантаження, ефективно гасіння коливань і підвищення довговічності роботи зчеплення в цілому.

Таким чином, між веденим диском і його маточиною відсутнє жорстке з'єднання – їх взаємодія здійснюється виключно через систему з 8-и пружин демпфера. Диски демпфера виконані у вигляді тарілчастих пружин і постійно притискаються до фрикційних кілець, що забезпечує необхідні умови для виникнення сил тертя.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі роботи, коли виникають крутильні коливання, маточина веденого диска отримує можливість повертатися відносно самого диска. При цьому пружини демпфера стискаються, змінюючи динамічні характеристики системи та частоту її коливань. Такий ефект дозволяє уникнути збігу власних частот трансмісії з частотами вимушених коливань, тобто запобігає виникненню резонансних явищ.

Одночасно з цим під час відносного провертання маточини диски демпфера ковзають по поверхнях фрикційних кілець. У результаті виникає тертя, завдяки якому механічна енергія коливань ефективно перетворюється в теплову та розсіюється. Це сприяє зменшенню амплітуди коливань, підвищує плавність роботи трансмісії, знижує динамічні навантаження на її елементи та позитивно впливає на довговічність усього вузла.

Натискний пристрій (див. рис. 2.2) складається з 12-и пружин, які формують необхідну силу для притискання робочих елементів зчеплення. Кожна пружина спирається на спеціальні бобишки натискного диска через шайби, виготовлені з термоізоляційного матеріалу, що дозволяє зменшити вплив високих температур і забезпечити стабільність роботи вузла. Сумарна сила, яку створюють пружини, становить приблизно $F = (10500-12200)$ Н, що гарантує надійне зчеплення між ведучими та веденими деталями та ефективну передачу крутного моменту.

Механізм вимикання зчеплення включає ряд взаємопов'язаних елементів: 4 відтяжні важелі, упорне кільце, муфту вимикання зчеплення з витискним підшипником, вилку вимикання з валом, а також дві відтяжні пружини. Відтяжні важелі встановлюються безпосередньо на натискному диску та з'єднуються з кожухом за допомогою спеціальних вилок. Їх кріплення здійснюється через пальці, які одночасно з'єднують важелі з натискним диском і вилками.

Пальці встановлюються як у натискному диску, так і у вилках із використанням голчастих підшипників, що забезпечує зменшення тертя, плавність руху та підвищення довговічності механізму. Така конструкція дозволяє ефективно передавати силу від приводу до натискного диска, забезпечуючи чітке та надійне вимикання зчеплення під час експлуатації автомобіля.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На осі відтяжного важеля, у зоні вилки, встановлюється пружина упорного кільця, яка виконує важливу функцію забезпечення стабільної роботи механізму. Один кінець (усик) цієї пружини спирається на кожух зчеплення, тоді як інший через спеціальну петлю постійно притискає упорне кільце до відтяжних важелів. Завдяки цьому забезпечується їхній постійний контакт і зменшується інтенсивність зношування робочих поверхонь. Саме упорне кільце виконує захисну функцію, запобігаючи передчасному зносу відтяжних важелів у процесі експлуатації.

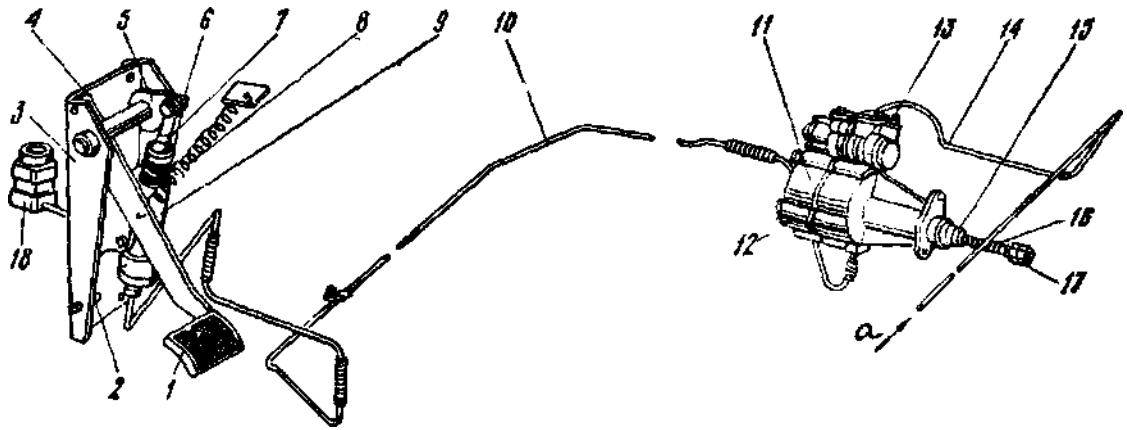
Для здійснення вимикання зчеплення на кришці первинного валу КПП встановлюється муфта вимикання зчеплення в зборі з підшипником. Під дією пружин муфта постійно притискається за допомогою запресованих у неї сухарів до лапок вилки вимикання, що забезпечує надійність передачі сили. З метою зменшення тертя та підвищення довговічності вузла передбачено систему змащування, яка включає шланг подачі мастила та маслянку, розміщену на картері зчеплення.

Вилка вимикання зчеплення встановлюється на валу приводу, який, у свою чергу, розміщується у втулках, запресованих у розточки картера зчеплення. Така конструкція забезпечує плавне обертання та надійне функціонування механізму. На зовнішньому кінці цього валу закріплюється важіль вилки, за допомогою якого передається керуюча сила від приводу до механізму вимикання зчеплення, забезпечуючи його ефективну та безпечну роботу.

2.2 Привод керування механізмом зчеплення

Гідравлічний дистанційний привод з пневмопідсилювачем призначений для керування вимиканням зчеплення та забезпечення зниження сили, яка прикладається водієм до педалі. (рис. 2.4).

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – педаль; 2 – упор нижній; 3 – кронштейн; 4 – упор верхній; 5 – важіль; 6 – палець ексцентриковий; 7 – штовхальник поршня; 8 – пружина відтяжна; 9 – циліндр головний; 10 – трубопровід гідравлічний; 11 – підсилювач пневмогідравлічний; 12 – пробка; 13 – клапан перепускний; 14 – трубопровід пневматичний; 15 – чохол захисний; 16 – штовхач поршня; 17 – гайка сферична регульовальна; 18 – бачок компенсаційний; а– стисле повітря

Рисунок 2.4 – Привод механізму зчеплення

Ємність гідравлічної системи привода становить $V = 0,38$ л, що забезпечує достатній об'єм робочої рідини для стабільної роботи всіх елементів привода. Він складається з педалі зчеплення з відтяжною пружиною, головного циліндра, пневмогідравлічного підсилювача, важеля валу вилки виключення зчеплення з відтяжною пружиною, штовхальника, трубопроводів.

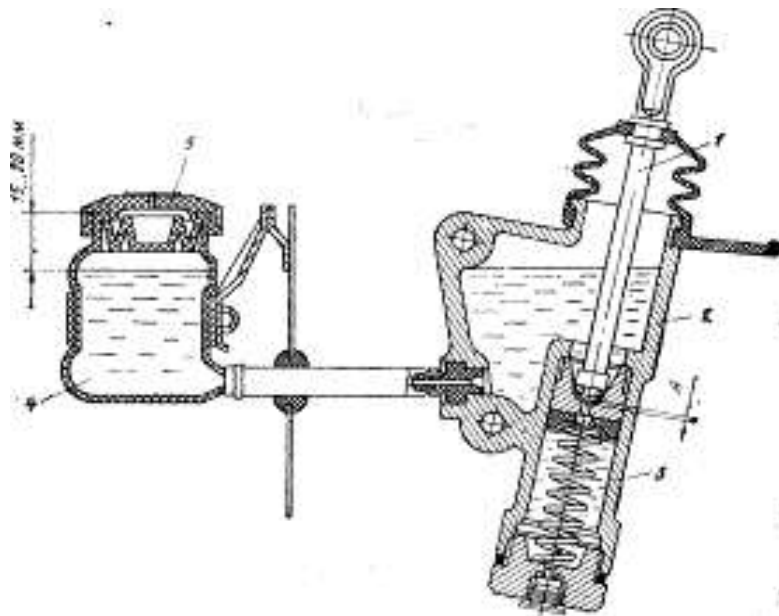
Під час натискання на педаль зчеплення сила від ноги водія через систему важелів і шток передається до головного циліндра. У ньому створюється тиск робочої рідини, яка по трубопроводу надходить до корпусу слідкуючого пристрою. Це пристрій одночасно відкриває подачу стисненого повітря, яке надходить із повітряного балона через редукційний клапан, забезпечуючи роботу пневматичної частини підсилювача.

Паралельно рідина під тиском із головного циліндра подається до гідравлічного циліндра підсилювача. У результаті формується сумарна сила, яка створюється як тиском повітря в пневматичному циліндрі, так і тиском рідини в гідравлічній частині. Ця сила передається на шток пневмогідропідсилювача, який переміщується і діє на важіль валу вилки вимикання зчеплення. Поворот вилки

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечує роз'єднання ведучих і ведених елементів, тобто відбувається вимикання зчеплення.

Педаль зчеплення встановлена на осі кронштейна і через важільний механізм із ексцентриковим пальцем передає силу на штовхач поршня головного циліндра. Така конструкція дозволяє ефективно перетворювати механічний рух у гідравлічний тиск. Сам головний циліндр (рис. 2.5) закріплюється на кронштейні педалі, що забезпечує компактність розміщення, зручність обслуговування та надійність роботи всього приводу зчеплення.



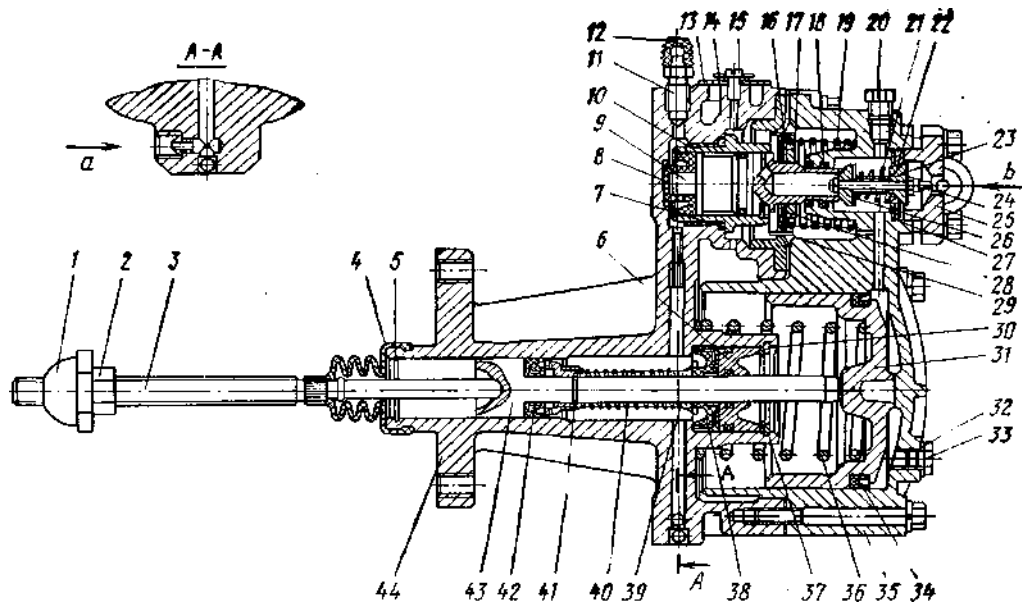
1 – штовхач (шток) поршня; 2 – корпус; 3 – поршень; 4 – корпус бачка; 5 – зазор вільного ходу головного циліндра; А – зазор вільного ходу головного циліндра

Рисунок 2.5 – Головний циліндр

У корпусі головного циліндра передбачено 2 окремі порожнини, розділені внутрішньою перегородкою, які виконують різні функції в роботі гідропривода. Верхня порожнина разом із бачком використовується для заповнення системи робочою рідиною та підтримання її необхідного рівня, забезпечуючи безперервність і стабільність функціонування приводу. Нижня порожнина слугує робочою камерою головного циліндра, у якій розміщено поршень із ущільнювальною манжетою та зворотною пружиною, які створюють і регулюють гідравлічний тиск під час роботи системи.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пневмогідролічний підсилювач приводу зчеплення (рис. 2.6) призначений для збільшення прикладеної сили, що значно полегшує процес керування зчепленням і підвищує комфорт водія. Він встановлюється з правого боку картера зчеплення та кріпиться до його фланця за допомогою 2-х болтів, які забезпечує надійну фіксацію і стійкість під час експлуатації.



а – підведення гальмівної рідини; б – підведення повітря; 1 – сферична гайка; 2 – контргайка; 3 – штовхач поршня вимикання зчеплення; 4 – захисний чохол; 5 – стопорне кільце; 6 – корпус ущільнення поршня; 7 – кільце ущільнювача; 8 – манжета слідкуючого поршня; 9 – слідкуючий поршень; 10 – корпус слідкуючого поршня; 11 – перепускний клапан; 12 – ковпачок; 13 – ущільнювач випускного отвору; 14 – кришка випускного отвору; 15 – гвинт кріплення кришки; 16 – діафрагма слідкуючого пристрою; 17 – сідло діафрагми; 18 – кільце ущільнювача; 19 – пружина діафрагми; 20 – пробка; 21 – пружина зворотна; 22 – сідло впускного клапана; 23 – впускний клапан; 24 – стержень клапанів; 25 – кришка підведення повітря; 26 – випускний клапан; 27 – регулювальні прокладки; 28 – гайка; 29 – шайба діафрагми; 30 – кільце упорне; 31 – пневматичний поршень; 32 – прокладка; 33 – пробка; 34 – манжета поршня; 35 – передній корпус; 36 – пружина поршня; 37 – шайба; 38 – манжета ущільнювача; 39 – розпірна втулка; 40 – розпірна пружина; 41 – упорна втулка; 42 – манжета поршня; 43 – поршень вимикання зчеплення; 44 – задній корпус

Рисунок 2.6 – Пневмогідролічний підсилювач приводу зчеплення

						КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
							28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Конструктивно підсилювач складається з переднього корпусу 35 і заднього корпусу 44, які утворюють єдиний герметичний вузол. Усередині розміщено поршень вимикання зчеплення 43 зі штовхачем 3, пневматичний поршень 31, а також слідкуючий механізм. Злагоджена взаємодія цих елементів забезпечує ефективне поєднання гідравлічного та пневматичного впливу, що дозволяє досягти плавного, надійного та енергоефективного вимикання зчеплення в різних умовах роботи транспортного засобу.

У передньому корпусі розточені отвір (вгорі) і свердління (внизу). Свердління призначене для установки пневматичного поршня. Верхній ступінчастий отвір призначений для установки впускного клапана з сідлом стежачого пристрою. Порожнини клапана у верхньому отворі та надпоршневом просторі нижнього свердління сполучені між собою каналом. У стінці корпусу є пробка 33 для видалення конденсату.

У циліндрі переднього корпусу розташований пневматичний поршень 31 з манжетою і поворотною пружиною. Поршень напесований на штовхач, виконаний як одно ціле з гідравлічним поршнем. Штовхач гідравлічного поршня має сферичну гайку 1 і контргайку 2. Зусилля від пневматичного і гідравлічного робочих поршнів підсумовуються і передаються через штовхач і його сферичну гайку на важіль валу вилки виключення зчеплення. У задньому корпусі 44 розточені отвір (внизу) і свердління (вгорі). Отвір виконує роль циліндра гідравлічного поршня виключення зчеплення. З боку переднього корпусу в отвір встановлено і зафіксовано ущільнення поршня. Верхнє свердління призначене для установки корпусу поршня стежачого пристрою.

Робоча рідина з головного циліндра надходить у порожнину гідравлічного поршня через спеціальний отвір а, виконаний у корпусі. Одночасно стиснене повітря подається у верхню порожнину переднього корпусу через отвір у його кришці, що забезпечує функціонування пневматичної частини підсилювача. Така схема дозволяє поєднати дію гідравлічного та пневматичного контурів у єдину ефективну систему.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слідкуючий пристрій призначений для автоматичного регулювання тиску повітря в силовому пневмоциліндрі, розташованому за поршнем, пропорційно силі, яку водій прикладає до педалі зчеплення. Це забезпечує плавність і точність роботи приводу. До складу цього механізму входять слідкуючий поршень із манжетою 8, корпус слідкуючого поршня 10, діафрагма із сідлом випускного клапана та пружиною, а також впускний і випускний клапани із зворотною пружиною.

У корпусі розміщений слідкуючий поршень, оснащений ущільнювальною манжетою, що забезпечує герметичність і стабільність роботи системи. Його переміщення обмежується упорним кільцем, яке задає допустимий хід і запобігає перевантаженню елементів. Діафрагма затискається між корпусними частинами, а в її центральній зоні за допомогою гайки закріплюється сідло випускного клапана разом із 2-ма тарілками пружини діафрагми. Така конструкція забезпечує чутливе реагування системи на зміну сили та надійну роботу пневмогідролічного підсилювача в цілому.

Конусні впускний і випускний клапани змонтовані на спільному стержні, що забезпечує їх узгоджену та синхронну роботу в складі слідкуючого механізму. Пружина клапанного вузла притискає впускний клапан до сідла, яке закріплюється в корпусі за допомогою кришки підведення повітря, забезпечуючи герметичність і надійність функціонування системи.

Канал *b*, призначений для подачі стисненого повітря до циліндра пневматичного поршня, з'єднується з порожниною перед діафрагмою через спеціальний калібрований отвір. Це дозволяє точно дозувати подачу повітря та регулювати тиск у системі залежно від умов роботи.

Випуск повітря з циліндра пневматичного поршня здійснюється через випускний клапан, далі через внутрішню порожнину сідла цього клапана і виводиться назовні через отвір, який закритий ущільнювачем і кришкою. Така конструкція забезпечує контрольований скид тиску і стабільність роботи пневматичної частини підсилювача.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Робота зчеплення автомобіля КамАЗ-5350

2.3.1 Початкове положення

Педаль привода зчеплення знаходиться у вихідному положенні, при цьому шток головного циліндра розташований у верхньому крайньому положенні. Поршень під дією зворотної пружини притиснутий до перегородки корпусу, а між штоком і поршнем зберігається конструктивний зазор, завдяки чому порожнини головного циліндра сполучаються між собою. У гідролінії, який з'єднує головний циліндр із гідропідсилювачем, тиск робочої рідини відсутній.

Штовхач гідравлічного поршня гідропідсилювача під дією зворотної пружини важеля валу вилки притискається до гідравлічного поршня. У свою чергу цей поршень через 2-й штовхач утримує пневматичний поршень у початковому (вихідному) положенні, забезпечуючи стабільність системи в неробочому стані.

У цей момент натискний диск 4 (див. рис. 2.2) під дією натискних пружин 16 притискає ведені диски до середнього ведучого диска 2 та маховика 21, утворюючи замкнений силовий ланцюг і забезпечуючи передачу крутного моменту. Муфта вимикання зчеплення під дією власних пружин відведена від упорного кільця 14 на відстань (3,2-4,0) мм, що гарантує повне включення зчеплення без пробуксовування та забезпечує його нормальний робочий стан.

Крутний момент, який розвивається ДВЗ, від колінчастого валу передається на маховик, а далі – на середній ведучий та натискний диски зчеплення. Після цього, завдяки силам тертя, момент передається на ведені диски, забезпечуючи їх спільне обертання з ведучими елементами. Від ведених дисків крутний момент проходить через демпферний пристрій, який додатково згладжує коливання та зменшує динамічні навантаження. Далі енергія обертання передається на маточини ведених дисків і через шліцьове з'єднання надходить на первинний вал 23 КПП, забезпечуючи подальшу передачу потужності до трансмісії автомобіля.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.2 Вимкнення зчеплення

При натисканні на педаль приводу зчеплення штовхач 1 головного циліндра (див. рис. 2.5) перекриває отвір у поршні 3, запобігаючи перетіканню робочої рідини з нижньої порожнини у верхню. Одночасно він переміщує поршень, стискаючи зворотну пружину та створюючи умови для підвищення тиску в системі.

У процесі переміщення поршня в циліндрі формується гідравлічний тиск, який через шланги та трубопроводи передається до вхідного каналу пневмогідравлічного підсилювача. Під дією цього тиску робоча рідина надходить у порожнину циліндра гідравлічного поршня підсилювача (рис. 2.6), де починає виконувати свою функцію передачі зусилля. Далі рідина по внутрішньому каналу, виконаному в задньому корпусі підсилювача, підводиться до слідкуючого поршня 9. Це забезпечує узгоджену роботу гідравлічної та пневматичної частин системи, дозволяючи точно регулювати силу вимикання зчеплення залежно від дії водія на педаль.

Слідкуючий поршень починає переміщуватися, одночасно стискаючи пружину діафрагми та зміщуючи сідло випускного клапана. У процесі цього переміщення сідло закриває випускний клапан, додатково стискаючи пружину клапанного механізму, і водночас відкриває впускний клапан. У результаті стиснене повітря починає надходити в надпоршневий простір пневматичного поршня 31, створюючи необхідний тиск для подальшої роботи системи.

Під дією цього тиску пневматичний поршень переміщується, стискаючи свою пружину, і через штовхач передає силу на гідравлічний поршень. Останній, у свою чергу, за допомогою власного штовхача 3 впливає на важіль валу 15 вилки 13 (див. рис. 2.2). Це призводить до повороту валу та пов'язаної з ним вилки вимикання зчеплення.

При подальшому русі муфти упорне кільце починає тиснути на відтяжні важелі 6, які повертаються на своїх осях у вилках і відводять натискний диск 4 від веденого диска. При цьому відбувається стискання натискних пружин 16, що

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечує роз'єднання ведучих і ведених елементів зчеплення. Одночасно важелі середнього ведучого диска 27 під дією власних пружин повертаються і встановлюють диск у середнє положення, забезпечуючи коректну роботу всього механізму та повне вимикання зчеплення.

У цей момент крутний момент, що створюється ДВЗ, не передається на ведені диски і, відповідно, далі на елементи трансмісії, оскільки зчеплення перебуває у вимкненому стані. Частина стисненого повітря через калібровані отвори в передньому корпусі підводиться до порожнини діафрагми, що забезпечує коректну роботу слідкуючого механізму.

Слідкуючий поршень у такому режимі знаходиться під дією двох зустрічно спрямованих сил — з одного боку діє тиск робочої рідини, а з іншого — тиск стисненого повітря. Це дозволяє точно регулювати положення елементів системи залежно від сили, прикладеної до педалі.

При повністю натиснутій педалі зчеплення тиск рідини на слідкуючий поршень досягає max значення. Унаслідок цього впускний клапан відкривається повністю і пневматичний поршень під дією стисненого повітря переміщується у крайнє ліве положення. Таке положення забезпечує повне вимикання зчеплення, надійно роз'єднуючи ДВЗ і трансмісію та створюючи умови для безпечного перемикавання передач.

2.3.3 Включення зчеплення

Після відпускання педалі зчеплення вона під дією відтяжної пружини повертається у вихідне положення, а поршень головного циліндра, під впливом тиску робочої рідини, також переміщується назад. Унаслідок цього тиск рідини на слідкуючий поршень пневмогідропідсилювача зменшується і він зміщується у ліве положення. Діафрагма під дією власної пружини та тиску стисненого повітря прогинається, переміщуючи сідло випускного клапана.

У цей момент впускний клапан під дією пружини закривається, припиняючи подачу стисненого повітря до системи. Одночасно випускний клапан, при

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подальшому зміщенні сідла, відкривається та з'єднує надпоршневий простір пневматичного циліндра з атмосферою, забезпечуючи скид тиску. У результаті пневматичний поршень під дією зворотної пружини переміщується у праве (вихідне) положення.

Гідравлічний поршень спочатку повертається під дією натискних пружин зчеплення, а потім — під впливом зворотної пружини важеля валу вилки вимикання. Усі елементи механізму займають початкове положення, а муфта вимикання зчеплення з підшипником припиняє тиск на упорне кільце відтяжних важелів.

Після цього натискний диск під дією пружин поступово притискає ведені диски до маховика та середнього ведучого диска. Завдяки слідкуючій дії пневмогідропідсилювача сила притискання зростає плавно, без ривків, що забезпечує м'яке ввімкнення зчеплення. Відповідно, крутний момент, який передається від ДВЗ на первинний вал КПП, поступово збільшується до max значення, забезпечуючи рівномірний початок руху автомобіля.

Для повного виключення зчеплення водій повинен докласти силу до педалі $F = 150,0$ Н. За відсутності стислого повітря у пневматичній системі автомобіля зчеплення можна вимкнути за рахунок тиску тільки в гідравлічній частині підсилювача. При цьому для створення необхідного тиску водій повинен збільшити силу на педаль зчеплення до $F = 600,0$ Н. На стежачий поршень підсилювача діють 2 сили. Одна – від тиску рідини на поршень, який прагне перемістити поршень і відкрити впускний клапан. Інша – від дії пружини діафрагми і тиску стислого повітря на діафрагму; воно прагне закрити впускний клапан. Якщо водій натисне на педаль зчеплення не до упору і зупинить її в проміжному положенні, то при підвищенні тиску в діафрагмовій порожнині настає момент, коли сила стислого повітря і пружини на діафрагму стане більше, ніж сила тиску рідини на стежачий поршень. При цьому діафрагма переміститься вліво настільки, що поворотна пружина закриє впускний клапан. При переміщенні стежачого поршня тиск рідини збільшується і сила з обох боків стежачого поршня

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

урівноважуються. У цьому випадку обидва клапани (впускний і випускний) закриті і стежачий поршень займає проміжне положення.

При збільшенні тиску робочої рідини (тобто при подальшому переміщенні педалі зчеплення) впускний клапан відкриється і нова порція повітря поступить в циліндр пневмопоршня, що забезпечить переміщення поршня і подальше виключення зчеплення. Стежача дія пневмопідсилювача забезпечує плавне включення зчеплення.

2.4 Технічне обслуговування зчеплення

У процесі експлуатації зчеплення відбуваються поступові зміни його технічного стану, зумовлені зношуванням фрикційних поверхонь, елементів приводу керування, а також порушенням герметичності підсилювача. Це, у свою чергу, призводить до відхилення від заданих регульовальних параметрів і погіршення ефективності роботи механізму. Додатково в процесі функціонування витрачаються мастильні матеріали, що також впливає на загальний технічний стан системи.

Інтенсивність перебігу зазначених процесів обумовлюється сукупністю чинників, серед яких визначальне значення мають умови дорожнього середовища, ступінь навантаження на автомобіль, рівень завантаженості транспортних магістралей, а також кваліфікація водія і характер його керування ТЗ.

Комплексний вплив цих факторів безпосередньо позначається на швидкості зношування елементів зчеплення: за несприятливих умов експлуатації та агресивного стилю водіння процеси зносу інтенсифікуються, тоді як дотримання раціональних режимів роботи і належна підготовка водія можуть суттєво зменшити темпи деградації деталей і продовжити строк їх ефективної служби.

У зв'язку з цим під час експлуатації автомобілів передбачається проведення регулярного ТО зчеплення. Воно включає контроль технічного стану, перевірку та відновлення регулювань, своєчасну заміну зношених деталей і поповнення мастильних матеріалів. Такий комплекс заходів дозволяє підтримувати надійну

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботу механізму, підвищує безпеку експлуатації ТЗ та сприяє збільшенню його ресурсу.

Під час проведення ТО зчеплення необхідно виконувати комплекс регламентних операцій, спрямованих на забезпечення його надійної та безперебійної роботи:

- здійснити перевірку герметичності приводу, а також оцінити стан і цілісність відтяжних пружин педалі зчеплення та важеля валу вилки вимикання зчеплення;

- виконати регулювання вільного ходу штовхача поршня головного циліндра приводу і вільного ходу важеля валу вилки вимикання зчеплення для забезпечення коректної роботи механізму;

- провести змащування підшипників муфти вимикання зчеплення та валу вилки, що дозволяє зменшити зношування і підвищити довговічність вузлів;

- перевірити рівень робочої рідини в бачку головного циліндра приводу зчеплення і, за необхідності, виконати її доливання до нормативного значення;

- проконтролювати надійність кріплення пневмопідсилювача та при потребі підтягнути кріпильні елементи;

- здійснювати планову заміну робочої рідини в системі гідропроводу зчеплення, як правило, один раз на рік (рекомендується в осінній період).

Дотримання зазначених заходів ТО сприяє підтриманню працездатності системи зчеплення, підвищує її надійність і забезпечує безпечну експлуатацію ТЗ.

Вільний хід муфти вимикання зчеплення визначають шляхом ручного переміщення важеля валу вилки. Для цього необхідно попередньо від'єднати пружину від важеля, що дозволяє отримати більш точні результати вимірювання. Якщо значення вільного ходу важеля, виміряне на радіусі 90 мм, є меншим за 3 мм, слід виконати регулювання за допомогою сферичної гайки штовхача. Регулювання здійснюється до досягнення величини в межах (3,70–4,60) мм, що відповідає нормативному вільному ходу муфти вимикання зчеплення на рівні (3,2–4,0) мм. Дотримання цих вимог дозволяє підтримувати оптимальні умови

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи зчеплення, зменшує інтенсивність зношування його елементів і сприяє підвищенню надійності та довговічності вузла в цілому.

Повний хід штовхача пневмопідсилювача має становити не < 25 мм, що є необхідною умовою для забезпечення повного вимикання зчеплення. Контроль цього параметра здійснюється шляхом натискання педалі зчеплення до упору з подальшим вимірюванням переміщення штовхача. Така перевірка дозволяє оцінити справність приводу та ефективність роботи всієї системи.

У випадку, якщо фактичне значення ходу є меншим за встановлену норму, це свідчить про те, що зчеплення не вимикається повністю, що може призвести до ускладнення перемикавання передач і підвищеного зношування елементів механізму. Для усунення цієї несправності необхідно насамперед перевірити величину вільного ходу педалі зчеплення, оскільки її неправильне регулювання безпосередньо впливає на роботу приводу.

Крім того, слід проконтролювати рівень робочої рідини в бачку головного циліндра приводу зчеплення, оскільки її недостатня кількість може бути причиною зменшення ефективності роботи системи. У разі потреби необхідно виконати прокачування гідроприводу зчеплення для видалення повітря з системи, що дозволить відновити нормальні робочі параметри та забезпечити надійне функціонування механізму.

Вільний хід педалі зчеплення, який відповідає початку роботи головного циліндра, повинен знаходитися в межах (6,0-15,0) мм. Якщо фактичне значення вільного ходу виходить за встановлені межі, необхідно виконати регулювання зазору між поршнем і штовхачем головного циліндра. Це регулювання здійснюється за допомогою ексцентрикового пальця, який з'єднує верхню проушину штовхача з важелем педалі зчеплення. Важливо проводити налаштування у положенні, коли відтяжна пружина притискає педаль до верхнього упору, оскільки саме в такому стані забезпечується правильна геометрія приводу.

Для досягнення необхідного результату ексцентриковий палець обертають таким чином, щоб переміщення педалі від верхнього упору до моменту контакту

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

штоухача з поршнем відповідало нормативному діапазону. Після завершення регулювання кріплення необхідно надійно зафіксувати шляхом затягування корончатої гайки з подальшим її шплінтуванням.

Крім того, слід проконтролювати повний хід педалі зчеплення, який має становити (185,0-195,0) мм. Дотримання цих параметрів забезпечує коректну роботу гідроприводу, повне вимикання зчеплення та зменшує зношування його елементів у процесі експлуатації.

Прокачування гідросистеми приводу зчеплення виконують з метою видалення повітряних пробок, які виникають унаслідок порушення герметичності системи. Наявність повітря негативно впливає на ефективність роботи приводу, тому дана операція є обов'язковою для відновлення його працездатності. Процедуру слід проводити у такій послідовності:

- зняти пробку з бачка головного циліндра та заповнити його робочою рідиною до рівня не < ніж (15,0–20,0) мм від верхнього краю заливної горловини. Заправлення виконувати через сітчастий фільтр, щоб уникнути потрапляння сторонніх частинок у систему;

- демонтувати захисний ковпачок із перепускного клапана пневмопідсилювача та приєднати до нього шланг для прокачування; вільний кінець шланга занурити у прозору ємність об'ємом близько $V = 0,5$ л, частково заповнену робочою рідиною (приблизно на $h = (1/4-1/3)$ висоти);

- відвернути перепускний клапан на (0,5-1,0) оберт і послідовно різко натискати на педаль зчеплення до упору з інтервалами $\tau = (0,5-1,0)$ с; процедуру продовжувати доти, доки в рідині, що виходить через шланг, не припиниться виділення бульбашок повітря;

- у процесі прокачування необхідно постійно контролювати рівень рідини в бачку та за потреби доливати її, не допускаючи зниження рівня нижче $h = 40,0$ мм від верхнього краю горловини, щоб уникнути повторного потрапляння повітря в систему;

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– після завершення прокачування, утримуючи педаль зчеплення натиснутою до упору, щільно загорнути перепускний клапан, від'єднати шланг і встановити захисний ковпачок;

– завершальним етапом є доведення рівня робочої рідини у бачку до нормативного значення $h = (15,0-20,0)$ мм від верхнього краю заливної горловини.

2.4.1 Змащення зчеплення

Втулки валу вимикання зчеплення, а також підшипник муфти вимикання необхідно змащувати через прес-маслянки із застосуванням шприца, виконуючи не більше 3-х нагнітальних ходів. Перевищення цієї кількості може призвести до потрапляння надлишкової мастильної речовини в картер зчеплення, що небажано і може негативно вплинути на роботу вузла.

Контроль рівня робочої рідини в бачку головного циліндра слід здійснювати візуально, використовуючи щуп, який входить до комплекту інструментів водія. Це дозволяє оперативно оцінити стан системи та своєчасно виявити можливі відхилення від норми.

Нормальним вважається рівень рідини, що знаходиться на відстані $h = (15,0-20,0)$ мм нижче верхнього краю бачка. Дотримання цього показника є важливою умовою стабільної роботи гідроприводу зчеплення. Загальний об'єм робочої рідини в системі становить близько $V = 280,0$ см³, а разом з бачком – приблизно 380 см³, що необхідно враховувати під час ТО та доливання рідини.

2.4.2 Заміна рідини в гідросистемі приводу зчеплення

Для забезпечення надійної роботи гідроприводу після заповнення системи робочою рідиною необхідно видалити повітря, яке потрапило всередину, шляхом прокачування. Наявність повітряних включень може суттєво погіршити передачу сили та призвести до некоректної роботи зчеплення, тому ця операція є обов'язковою складовою ТО.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час виконання процедури слід контролювати рівень рідини в компенсаційному бачку: при відкритій кришці він має знаходитися не нижче ніж (15,0-20,0) мм від верхнього краю заливної горловини. Дотримання цього параметра дозволяє запобігти повторному потраплянню повітря в систему та забезпечує стабільність її функціонування.

Для проведення зазначених робіт необхідно підготувати відповідні інструменти та допоміжні засоби, а саме: гайковий ключ розміром $S = 14,0$ мм для роботи з різьбовими з'єднаннями, гумовий шланг для прокачування гідросистеми, а також вимірювальну лінійку для контролю рівня робочої рідини. Використання стандартного інструменту спрощує виконання операцій і забезпечує точність дотримання регламентованих параметрів.

2.5 Можливі несправності зчеплення і його приводу, причини та методи їх усунення

У процесі експлуатації зчеплення можуть виникати характерні несправності, які негативно впливають на його роботу та ефективність передачі крутного моменту. До основних із них належать порушення регулювання приводу, що призводить до неповного вимикання або різкого, нерівномірного вмикання зчеплення, а також до пробуксовування дисків. Крім того, поширеними є зношування фрикційних накладок веденого диска, підшипника муфти вимикання та ущільнювальних елементів (манжет) робочого циліндра гідропроводу.

Пробуксовування дисків зчеплення виникає внаслідок ослаблення або руйнування натискних пружин, значного зносу чи деформації (короблення) робочих поверхонь маховика та натискного диска, а також через потрапляння мастила на фрикційні накладки веденого диска. Такі дефекти призводять до зниження коефіцієнта тертя і, відповідно, до втрати здатності зчеплення передавати навантаження.

Для усунення зазначених несправностей застосовують відповідні ремонтні заходи: пошкоджені або ослаблені натискні пружини, а також замаслені чи

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зношені фрикційні накладки підлягають заміні на нові. Робочі поверхні маховика і натискного диска, у разі їх зносу або деформації, відновлюють шляхом шліфування з метою забезпечення необхідної шорсткості та геометричної точності. Такий комплекс робіт дозволяє відновити нормальну роботу зчеплення і підвищити його надійність у подальшій експлуатації.

Нерівномірне або неплавне вмикання зчеплення зумовлюється рядом причин, серед яких знос фрикційних накладок веденого диска, утруднене переміщення його маточини, неоднаковий момент контакту підшипника вимикання зі важелями, а також заїдання педалі зчеплення на осі. Усі ці фактори призводять до ривків і вібрацій під час початку руху автомобіля.

Ускладнене переміщення маточини веденого диска по шліцах первинного валу КПП виникає через наявність задирок, забоїн або заусенців на шліцьовому з'єднанні. Для усунення цього дефекту поверхні шліців ретельно зачищають, після чого наносять тонкий шар графітового мастила для забезпечення плавного ковзання.

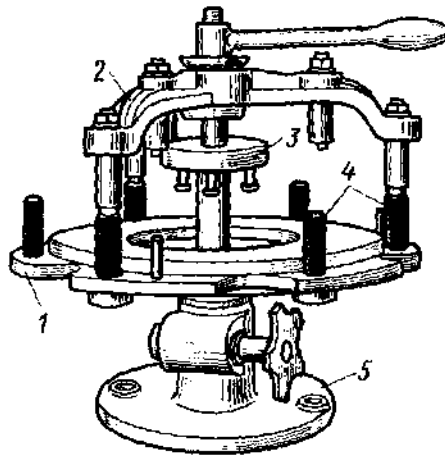
Неоднакова (несинхронна сила натискання підшипника вимикання на важелі зчеплення усувається шляхом точного регулювання приводу. У разі заїдання педалі виконують очищення та зачистку торців втулок від забоїн і заусенців, після чого здійснюють їх змащування, що забезпечує вільне та плавне переміщення елементів.

Під час проведення ремонтних робіт зчеплення зношені підшипники муфти вимикання підлягають обов'язковій заміні на нові, оскільки їх подальша експлуатація є недоцільною та може призвести до порушення роботи всього механізму. Ведений і натискний диски, а також натискні пружини, залежно від фактичного технічного стану, можуть або відновлюватися із застосуванням відповідних технологій ремонту, або повністю замінюватися на нові комплектуючі.

Для виконання комплексу ремонтних операцій зчеплення попередньо демонтують і розбирають. При цьому використовуються спеціальні пристосування та інструменти, які забезпечують безпечне та правильне виконання

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розбирання без пошкодження деталей. Одне з таких пристосувань наведено на рис. 2.7 і використовується для полегшення процесу розбирання та підвищення його точності.



1 – опорна плита, 2 – притискний корпус, 3 – контрольне кільце, 4 – настановні шпильки, 5 – основа

Рисунок 2.7 – Пристосування для розбирання і складання зчеплення

Картер зчеплення та блок циліндрів під час виконання ремонтних робіт не підлягають знеособленню. Їх обов'язково маркують для запобігання порушенню комплектності вузлів і забезпечення правильної співвісності колінчастого валу ДВЗ та ведучого валу КПП. У разі, якщо ці деталі все ж були знеособлені, після складання виконується додаткова механічна обробка – розточування центрувального отвору картера зчеплення із застосуванням спеціального пристосування для забезпечення необхідної точності встановлення.

До основних дефектів картерів зчеплення належать тріщини, відколи, зрив або значний знос різбових з'єднань, а також зношування отворів і опорних поверхонь лап кріплення до рами. Деталі підлягають бракуванню у випадках, коли тріщини охоплюють більше половини периметра елемента або проходять через більш ніж один отвір під кріпильні болти, оскільки такі пошкодження суттєво знижують їх міцність і надійність.

Отвори під напрямний штифт кріплення стартера, а також посадочні місця кріплення ДВЗ до рами, які зношені понад допустимий граничний розмір,

						КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
							42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

відновлюють шляхом встановлення додаткового елемента – ремонтної втулки. Такий спосіб дозволяє відновити геометрію з'єднання та забезпечити необхідну точність посадки деталей. Після запресовування втулки її внутрішній отвір додатково механічно обробляють до номінального розміру, що гарантує правильне функціонування вузла та надійну фіксацію елементів.

Основними дефектами натискного та веденого дисків зчеплення є поява тріщин на поверхнях натискного диска або фрикційних накладок веденого диска, зношування фрикційних накладок, викривлення (короблення) або вигин дисків, послаблення заклепкових з'єднань кріплення накладок чи маточини, а також знос і задирки робочих поверхонь натискного та проміжного дисків.

Диски, а також фрикційні накладки з наявними тріщинками підлягають обов'язковому бракуванню, оскільки такі пошкодження суттєво знижують їхню міцність і працездатність. Зношені фрикційні накладки замінюють новими комплектами. Для цього попередньо видаляють старі заклепки та виконують демонтаж зношених елементів.

У разі необхідності ведений диск підлягає правці. Перед цим обов'язково зачищають забоїни та заусенці на маточині, що забезпечує правильну посадку та відновлення геометрії. Перевірку короблення виконують на перевірочній плиті з використанням щупа: за нормативною вимогою щуп товщиною 0,30 мм не повинен проходити між торцевою поверхнею диска та площиною плити, що свідчить про допустиму площинність деталі.

Фрикційні накладки підлягають бракуванню у випадках ослаблення заклепок їх кріплення до ведених дисків. Якщо кількість ослаблених заклепок перевищує 4, виконується повна заміна заклепок кріплення маточини веденого диска. Для цього зношені отвори у маточині та диску розсвердлюють під збільшений ремонтний розмір або виконують свердління нових отворів між наявними, що дозволяє відновити надійність з'єднання без втрати міцності конструкції. Відремонтований ведений диск у зборі з фрикційними накладками обов'язково підлягає балансуванню, причому допустимий рівень дисбалансу визначається технічними умовами.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зношування та задирки робочих поверхонь натискного і проміжного дисків усуваються механічною обробкою на шліфувальному або токарному верстаті. При цьому обов'язковою вимогою є дотримання мінімально допустимої товщини диска, яка регламентується технічними умовами, оскільки її зменшення може призвести до втрати міцності та надійності роботи зчеплення.

Для визначення вільного ходу муфти зчеплення виконують переміщення важеля валу вилки вимикання від сферичної поверхні гайки штовхача пневмопідсилювача при від'єднаній відтяжній пружині. Така умова забезпечує коректність вимірювання без впливу додаткових сил. Якщо вільний хід відтяжного важеля, виміряний на радіусі $r = 90,0$ мм, становить менше 3,0 мм, його необхідно відрегулювати за допомогою гайки штовхача до значення (3,7-4,6) мм. Це відповідає нормативному вільному ходу муфти вимикання зчеплення в межах $l = (3,2-4,0)$ мм, що забезпечує правильну роботу механізму та його довговічність.

Вільний хід педалі зчеплення визначають у середній частині її робочої площадки (рис. 2.8), що дозволяє отримати найбільш достовірні результати вимірювання. Нормативне значення цього параметра повинно знаходитися в межах $l = (6,0-12,0)$ мм, оскільки саме такий діапазон забезпечує правильне функціонування приводу.

Регулювання вільного ходу здійснюється шляхом зміни зазору між поршнем і штовхачем головного циліндра. Для цього використовують ексцентриковий палець, який з'єднує верхню проушину штовхача з важелем педалі зчеплення. Завдяки такій конструкції можна точно налаштувати початкове положення елементів приводу.

Процес регулювання виконують у положенні, коли педаль зчеплення під дією відтяжної пружини щільно притиснута до верхнього упору. Обертаючи ексцентриковий палець, досягають необхідного переміщення педалі від верхнього упору до моменту контакту штовхача з поршнем головного циліндра.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комплекту автомобіля. Вільний кінець цього шланга занурюють у скляну ємність, частково заповнену гальмівною рідиною, що дозволяє контролювати процес виходу повітря із системи.

2) далі виконують (3-4) різких натискання на педаль зчеплення. У момент, коли педаль утримується в натиснутому положенні, клапан випуску повітря відкручують на (0,5-1,0) оберти. При цьому через під'єднаний шланг виходить частина робочої рідини разом із повітрям, що виділяється у вигляді бульбашок;

3) після того як витікання рідини припиняється, не відпускаючи педаль зчеплення, перепускний клапан щільно закручують, забезпечуючи герметичність системи перед наступним циклом прокачування.

4) операції, описані в пунктах 2 і 3, повторюють доти, поки повністю не припиниться виділення повітря з гідросистеми через шланг. Щоб запобігти повторному потраплянню повітря, у процесі прокачування необхідно періодично доливати робочу рідину. При цьому її рівень у компенсаційній порожнині головного циліндра не повинен знижуватися більш ніж на 2/3 від висоти відмітки нормального рівня;

5) після завершення прокачування, утримуючи педаль зчеплення в натиснутому положенні, перепускний клапан повністю закручують, від'єднують шланг від його головки та встановлюють захисний ковпачок;

6) на завершальному етапі доливають робочу рідину в головний циліндр до встановленого нормативного рівня, що забезпечує стабільну та надійну роботу гідроприводу зчеплення.

Якість прокачування гідросистеми приводу зчеплення визначають за величиною повного ходу штовхача пневмопідсилювача: якщо він відповідає нормативному значенню, це свідчить про відсутність повітря в системі та її справну роботу.

Контроль і видалення конденсату з гідроциліндра пневмопідсилювача здійснюють після відкручування пробки (позиція 13, див. рис. 2.8), розташованої в передній частині корпусу. Для повного видалення накопиченої вологи циліндр

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відкладення та продукти зношування, що накопичуються в системі під час експлуатації.

Під час проведення промивання здійснюють повне розбирання головного циліндра та пневмопідсилювача, що дає можливість якісно очистити всі внутрішні елементи. Трубопроводи після промивання обов'язково продувають стисненим повітрям, попередньо від'єднавши їх з обох кінців, щоб видалити залишки рідини та можливі забруднення.

Манжети, які втратили еластичність, мають ознаки зношування або пошкодження робочих кромek, підлягають заміні на нові, оскільки їх несправність може спричинити втрату герметичності системи. Перед складанням усі поршні та манжети змащують гальмівною рідиною для зменшення тертя та забезпечення правильного функціонування вузлів.

Після завершення складання гідросистему заповнюють свіжою гальмівною рідиною, а потім виконують її прокачування з метою видалення повітря, що потрапило під час ремонту. Це є необхідною умовою для відновлення ефективної та надійної роботи приводу зчеплення.

Для заміни пневмопідсилювача гідроприводу зчеплення необхідно виконати комплекс послідовних операцій, спрямованих на безпечний демонтаж вузла:

– стравлюють повітря з пневматичної системи гальмування через клапан, розташований на повітряному балоні, що дозволить уникнути небезпечного тиску в системі під час робіт;

– знімають відтяжну пружину важеля валу вилки вимикання зчеплення (позиція 8, рис. 2.8), що забезпечує вільний доступ до елементів приводу;

– від'єднують пневматичну магістраль, підведену до пневмопідсилювача, а також гідравлічну лінію приводу зчеплення;

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– виконують злив робочої рідини з гідросистеми, щоб запобігти її витіканню під час демонтажу;

– відкручують 2 болти кріплення пневмопідсилювача і знімають його разом із штовхачем, забезпечуючи можливість подальшого ремонту або заміни вузла.

Дотримання цієї послідовності робіт гарантує безпечне виконання операції та запобігає пошкодженню елементів гідропневматичного приводу.

Встановлення пневмопідсилювача здійснюють у визначеній послідовності, що забезпечує правильну роботу гідропневматичного приводу зчеплення:

– пневмопідсилювач закріплюють на картері зчеплення (або ділянку передач) за допомогою 2-х болтів із пружинними шайбами, що запобігають самовідгвинчуванню під час експлуатації;

– під'єднують гідравлічну магістраль приводу, а також пневматичну лінію, забезпечуючи герметичність усіх з'єднань;

– встановлюють відтяжну пружину на вал вилки вимикання зчеплення, відновлюючи нормальну кінематику механізму;

– через верхній отвір головного циліндра, при знятому захисному ковпачку, заливають гальмівну рідину в компенсаційну порожнину до необхідного рівня;

– виконують прокачування гідроприводу зчеплення для видалення повітря з системи;

– перевіряють герметичність усіх трубопроводних з'єднань, звертаючи увагу на можливі витіки;

– у разі виявлення підтікання робочої рідини виконують підтягування з'єднань або заміну пошкоджених елементів;

– контролюють і, за потреби, регулюють зазор між торцем кришки та обмежувачем ходу штока механізму вмикання ділянки передач.

Дотримання цієї послідовності монтажу гарантує надійну роботу пневмопідсилювача та всього приводу зчеплення в цілому.

Несправності зчеплення та способи їх усунення наведені у табл. 2.1.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Несправності зчеплення та способи їх усунення

Несправність	Ознака несправності	Причина несправності	Спосіб усунення
Зчеплення «буксує» (неповне включення)	Автомобіль повільно набирає швидкість або повільно втрачає швидкість на підйомі. У кабіні відчувається специфічний запах накладок, що горять	Немає зазору між упорним кільцем і витискним підшипником (відсутній вільний хід муфти) Попадання мастила на поверхню тертя Знос фрикційних накладок	Відрегулювати зазор 3,2-4 мм (вільний хід муфти) Зняти зчеплення і промити поверхні тертя Замінити фрикційні накладки
Зчеплення «веде» (неповне виключення)	Включення передач супроводжується скреготом Різко зростає сила на важелі при перемиканні передач	Великий зазор між упорним кільцем і натискним підшипником Викривлення ведених дисків або руйнування та обрив накладок Попадання повітря в гідропривод або витік рідини	Зазор відрегулювати Диски замінити Рідину долити, течу усунути, з гідросистеми повітря видалити («прокачати» систему)
Збільшена сила на педалі зчеплення	При натисненні на педаль опір зростає	Не потрапляє стисле повітря у пневмопідсилювач (пневмопідсилювач не працює) Гартування стежачого поршня	Замінити клапан Замінити манжету або кільце стежачого поршня
Зчеплення включається різко	Автомобіль рушає з місця ривком	Розбухання манжет ущільнювачів гідроприводу	Замінити манжети ущільнювачів
Шум в механізмі зчеплення	Підвищений шум в механізмі зчеплення при його включенні	Руйнування підшипника включення зчеплення Підвищене биття упорного кільця відтяжних важелів	Замінити підшипник Механізм виключення відрегулювати важелями
Запізнювання включення зчеплення	Автомобіль рушає із запізнюванням після відпуску педалі	Застигання рідини в гідросистемі Заклинювання стежачого поршня Задирки в з'єднаннях ведучих дисків	Гідросистему промити Замінити стежачу манжету поршня. Усунути задирки

3 Вибір матеріалів деталей зчеплення автомобіля КамАЗ-5350

3.1 Призначення матеріалу середнього ведучого диска

Середній ведучий диск (рис. 2.3, а) виготовляється методом лиття з чавуну СЧ20, який забезпечує йому необхідну міцність і зносостійкість у процесі експлуатації [18, 19]. СЧ20 – сірий чавун з пластинчатим графітом, де «20» означає мінімальну межу міцності при розтягуванні $\sigma_B = 200,0$ МПа. У табл. 3.1 наведено хімічний склад СЧ20, вживаного для виготовлення середнього ведучого диска зчеплення.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад СЧ20, %

C	Si	Mn	S	P	Fe
3,3-3,5	1,4-2,4	0,7-1,0	< 0,15	< 0,2	інше

Допускається низьке легування різними елементами: Cr, Ni, Cu та іншими. Допускається перевищення мінімального значення тимчасового опору при розтягуванні не більше ніж на 100,0 МПа. Значення σ_s та α визначені при температурі $t = (20-200)^\circ\text{C}$.

3.2 Призначення матеріалу натискного диска

Натискний диск (рис. 2.3, б) виготовляється з високоміцного (модифікованого) чавуну ВЧ35 (на феритній основі), який має високу зносостійкість та здатність ефективно відводити тепло при терті, оскільки вузол працює під великими термічними та механічними навантаженнями. Тобто ВЧ35 забезпечує стійкість до деформації та нагрівання [20-26].

Високоміцні чавуни – це різновид СЧ, але з графітом округленої форми. Підвищення міцності та пластичності чавунів досягають модифікуванням СЧ перед розливанням його у форми Mg (0,03-0,07) %, або додаванням (8-10) % Mg лігатур з Ni чи ФС. Під дією Mg графіт в процесі кристалізації приймає не

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пластинчату, а сфероїдальну, глобулярну форму у вигляді кульок. ВЧ мають вищі механічні властивості, зберігають при цьому хороші ливарні властивості та оброблюваність різанням, здатні гасити вібрації. Властивості чавуну з кулястим графітом визначає в основному металева основа (на відміну від СЧ з пластинчастими графітними включеннями). У табл. 3.2 наведено хімічний склад ВЧ35, вживаного для виготовлення натискного диска зчеплення.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад ВЧ35, %

C	Si	Mn	S	P	Cr
2.7-3.8	0.8-2.9	0.2-0.6	до 0.02	до 0.1	до 0.05

Маркується ВЧ35 за ДСТУ 3925-99, де перші цифри вказують на межу міцності – $\sigma_b = 350$ МПа (35 кг/мм²). Його твердість (140–170) НВ, а відносне видовження – до 22 % (показник пластичності).

3.3 Призначення матеріалу веденого диска

Ведений диск (рис. 2.3, б) виготовляється зі сталі 45. У центрі диска є отвір для установки маточини. У диску виконано 8 вікон для пружин демпфера. По периферії диска з обох боків приклепані заклепками фрикційні накладки, виготовлені з азбестової композиції.

Марка сталі 45 (конструкційна вуглецева якісна) – одна з найбільш затребуваних і популярних марок конструкційних вуглецевих сталей, відповідає вимогам ДСТУ 7809 [27]. Хімічний склад сталі 45 наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Хімічний склад сталі 45, %

C	Si	Mn	P	Ni	Cr	S	Cu	As	Fe
0.42-0.50	0.17-0.37	0.50-0.80	<0.035	<0.25	<0.25	<0.04	<0.25	<0.08	~97

3.4 Призначення матеріалу інших деталей зчеплення

Кожух корзини зчеплення виконується шляхом штампування з листової конструкційної сталі, що забезпечує необхідну жорсткість та захист внутрішніх механізмів.

Натискні пружини виготовляються з ресорно-пружинної сталі 65Г (або 60С2А) з подальшою термічною обробкою для збереження пружних властивостей при високих температурах.

Лапки (важелі вимикання натискного диска) – сталеві ковані або литі, а втулки можуть бути виготовлені зі зносостійких сплавів або металокераміки для зменшення тертя.

Картер зчеплення (див. поз. 20 на рис. 2.2 і рис. А1) виготовлюють зі сталі 45 ХГСА.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Технологія проведення ремонту зчеплення вантажного автомобіля КамАЗ-5350 «Мустанг»

Ремонт зчеплення КамАЗ-5350 передбачає заміну дисків, ПГУ, головного циліндра або регулювання приводу. Процес включає демонтаж кардана, ПГУ, стартера, КПП, заміну зношених вузлів (дисків, муфт) та регулювання вільного ходу педалі. Важливо перевірити систему на герметичність після ремонту [28].

Основні етапи ремонту:

1. Діагностика (визначення несправностей – пробуксовка, неповне вимикання, шуми).
2. Демонтаж (зняття карданного валу, ПГУ, стартера та КПП).
3. Заміна запчастин (заміна ведених/ведучих дисків, вилки вимкнення, муфти, упорних кілець або циліндрів).
4. Складання та регулювання (встановлення КПП, регулювання довжини штанги ПГУ та вільного ходу педалі).

4.1 Основні етапи ремонту та заміни складових зчеплення

Процес вимагає демонтажу (КПП), для чого часто потрібні спеціальні підйомники або допомога інших осіб через значну вагу вузлів.

Підготовчі роботи: зняти карданний вал, від'єднати ПГУ та звільнити стартер від кріплення.

Демонтаж КПП: викрутити болти кріплення картера зчеплення до картера маховика; встановити домкрат під піддон ДВЗ, щоб трохи підняти його для полегшення виходу первинного валу.

Дефектування механізму – після зняття кошика та дисків перевірити:

1. Фрикційні накладки (замінити диски, якщо накладки зношені до заклепок або мають тріщини).
2. Вижимний підшипник (повинен обертатися плавно, без заїдань та шуму).

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Діафрагмова пружина та важелі (перевірити на наявність спрацювання в місцях контакту з муфтою).

4. Гідропривід (при наявності витоків рідини або «провалів» педалі необхідно замінити манжети або вузли в зборі, такі як ГЦЗ або ПГУ).

Регулювання зчеплення:

1. Після встановлення нових деталей або при появі симптомів «буксування» чи «ведення», провести регулювання.

2. Вільний хід педалі має складати (6–12) мм (регулюється ексцентриковим пальцем на педалі).

3. Зазор між муфтою та підшипником регулюється довжиною штока ПГУ. Повний хід штока має бути не $< l = 25$ мм.

4. Повний хід педалі має бути в межах $l = (185–195)$ мм.

4.2 Етапи ремонту зчеплення після усунення негерметичності гідроприводу

Після усунення негерметичності гідроприводу необхідно виконати прокачування гідросистеми зчеплення з метою видалення повітря, яке може накопичуватися в магістралях і негативно впливати на ефективність роботи механізму. Цю операцію проводять у наступній послідовності:

1. Спочатку ретельно очищають гумовий захисний ковпачок перепускного клапана від пилу та забруднень, після чого його знімають. На головку клапана встановлюють гумовий шланг, який входить до комплекту автомобіля. Вільний кінець шланга занурюють у чисту скляну ємність із гальмівною рідиною типу «Нева». Це дозволяє візуально контролювати процес виходу повітря із системи.

2. Далі виконують (3–4) різких натискання на педаль зчеплення для створення тиску в гідросистемі. Після цього, утримуючи педаль у натиснутому положенні, перепускний клапан відкручують на (0,5–1,0) оберт. Під дією тиску через шланг виходить частина робочої рідини разом із повітрям, яке проявляється у вигляді бульбашок.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Після припинення витікання рідини, не відпускаючи педаль зчеплення, перепускний клапан щільно закручують. Це дозволяє запобігти повторному потраплянню повітря в систему та підготувати її до наступного циклу прокачування.

Операції, описані в пунктах 2 і 3, повторюють доти, доки з вихідного шланга повністю не припиниться виділення повітря у вигляді бульбашок. Це є основною ознакою того, що гідросистема повністю розповітрена і прокачування виконано якісно.

У процесі виконання прокачування необхідно постійно контролювати рівень гальмівної рідини в системі та своєчасно її доливати. При цьому важливо не допускати значного зниження рівня рідини в компенсаційній порожнині головного циліндра, оскільки це може призвести до повторного потрапляння повітря в систему та погіршення її роботи.

Допустиме зниження рівня не повинно перевищувати приблизно 2/3 від нормального значення або (15–20) мм від верхнього краю компенсаційного бачка. Також встановлено додаткове обмеження: рівень у бачку не має опускатися більш ніж на 40,0 мм від його верхньої кромки. Дотримання цих вимог є обов'язковим для запобігання утворенню повітряних пробок у гідроприводі та забезпечення стабільної роботи зчеплення, а послідовне виконання цих дій забезпечує ефективне видалення повітря з гідроприводу, що є необхідною умовою для стабільної та надійної роботи зчеплення у процесі експлуатації.

Після завершення прокачування гідросистеми, коли педаль зчеплення залишається натиснутою, перепускний клапан необхідно повністю закрутити до упору, забезпечуючи герметичне закриття системи. Лише після цього дозволяється зняти шланг із головки клапана та встановити на нього захисний ковпачок, що запобігає потраплянню забруднень і повітря.

Наступним етапом є відновлення нормального рівня робочої рідини в головному циліндрі або компенсаційному бачку гідроприводу зчеплення. Це забезпечує правильні умови роботи системи під час подальшої експлуатації ТЗ.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоча гальмівна рідина, яка була видалена з гідросистеми в процесі прокачування, може бути повторно використана лише після її відстоювання. Це необхідно для повного виходу повітря з рідини та подальшої її фільтрації, що дозволяє відновити експлуатаційні властивості без втрати якості.

Остаточну оцінку якості виконаної прокачки визначають за величиною повного ходу штоухача пневмопідсилювача: якщо цей параметр відповідає нормативним значенням, вважається, що гідросистема працює правильно та повністю розповітрена.

Під час заливання гальмівної рідини необхідно обов'язково використовувати сітчастий фільтр, який запобігає потраплянню в гідросистему сторонніх механічних домішок і забруднень. Це є важливою умовою збереження працездатності всіх елементів приводу зчеплення та довговічності системи.

Додатково слід перевірити наявність конденсату в силовому циліндрі пневмопідсилювача. Для його видалення необхідно відкрутити спеціальну пробку, розташовану в передній частині корпусу пневмопідсилювача. Повне видалення вологи забезпечують легким натисканням на педаль зчеплення з подальшим продуванням циліндра, що дозволяє ефективно очистити внутрішній об'єм від залишків конденсату.

Згідно з регламентом технічного обслуговування, не рідше одного разу на 3 роки рекомендується виконувати повне промивання гідросистеми приводу зчеплення із застосуванням технічного спирту або чистої гальмівної рідини. При цьому проводять розбирання головного циліндра та пневмопідсилювача з подальшим заповненням системи свіжою робочою рідиною.

Трубопроводи гідросистеми також підлягають промиванню спиртом або гальмівною рідиною, після чого їх продувають стисненим повітрям, попередньо від'єднавши обидва кінці. Перед складанням поршні та манжети обов'язково змочують гальмівною рідиною для зменшення тертя та забезпечення правильної роботи ущільнювальних елементів.

Усі манжети та захисні чохла, які втратили еластичність, мають пошкодження робочих кромek або значний ступінь зношування, підлягають

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обов'язковій заміні, оскільки їх використання може призвести до втрати герметичності та виходу системи з ладу.

4.3 Операції заміни пневмопідсилювача гідроприводу зчеплення

Під час заміни пневмопідсилювача гідроприводу зчеплення необхідно виконати послідовний комплекс демонтажних операцій, дотримуючись вимог безпеки та технології обслуговування.

Спочатку слід стравити стиснене повітря з IV контуру ПГС через спеціальний клапан, розташований на повітряному балоні відповідно до схеми гальмівної системи. Це дозволяє усунути залишковий тиск і забезпечити безпечні умови виконання подальших робіт.

Потім знімають відтяжну пружину важеля валу вилки вимикання зчеплення, після чого від'єднують пневматичний трубопровід, підключений до пневмопідсилювача, а також гідравлічний шланг приводу. Одночасно виконують злив робочої рідини з гідросистеми для запобігання її витіканню під час демонтажу вузла.

Наступним етапом є відкручування 2-х кріпильних болтів, після чого пневмопідсилювач знімають разом зі штоком. Це дає можливість виконати його подальшу заміну або ремонт із дотриманням технічних вимог.

Для встановлення пневмопідсилювача необхідно виконати комплекс монтажних операцій у визначеній послідовності, що забезпечує правильне підключення та подальшу працездатність ГПП.

Спочатку пневмопідсилювач закріплюють на картері зчеплення (або діляника) за допомогою 2-х болтів із пружинними шайбами, що підвищує надійність кріплення та запобігає самовідкручуванню під час експлуатації. Після цього під'єднують гідравлічний шланг пневмопідсилювача та пневматичний трубопровід, забезпечуючи герметичність усіх з'єднань.

Далі встановлюють відтяжну пружину на вал вилки вимикання зчеплення, відновлюючи нормальне положення та роботу механізму. У компенсаційний

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бачок заливають гальмівну рідину, після чого виконують прокачування гідроприводу для видалення повітря з системи.

Обов'язково перевіряють герметичність усіх з'єднань трубопроводів – підтікання гальмівної рідини не допускається. У разі виявлення негерметичності її усувають шляхом підтягування з'єднань або заміни пошкоджених елементів.

На завершальному етапі контролюють і, за необхідності, регулюють зазор між торцем кришки та обмежувачем ходу штока механізму вмикання дільника передач, що забезпечує коректну роботу системи керування трансмісією.

4.4 Послідовність демонтажу та монтажу зчеплення

Під час зняття зчеплення з ДВЗ, після від'єднання КПП, виконують демонтаж у певній технологічній послідовності, що дозволяє уникнути перекосів та пошкодження деталей.

Спочатку викручують болти кріплення кожуха зчеплення до маховика, при цьому обов'язково дотримуються хрестоподібної (діагональної) схеми послаблення. Такий підхід забезпечує рівномірне зняття навантаження з вузла. Після цього знімають кожух у зборі з натискним диском та розпірним кільцем, а також пружний ведений диск зчеплення.

Далі відкручують 4 гвинти, які кріплять пакети з'єднувальних пластин середнього ведучого диска до маховика. Після їх демонтажу знімають середній ведучий диск разом із жорстким веденим диском, забезпечуючи повний доступ до елементів зчеплення для подальшого огляду або ремонту.

Перед монтажем зчеплення на ДВЗ необхідно виконати підготовчі операції, які забезпечують правильну роботу вузла та його довговічність.

У порожнину переднього підшипника первинного валу, який розташований у колінчастому валу, закладають близько 15 г мастила типу 158. Це забезпечує необхідне змащування елементів під час подальшої експлуатації та зменшує зношування.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Установлення зчеплення виконують із застосуванням шліцьової оправки, яка гарантує точне центрування та співвісність ведених дисків відносно осі колінчастого валу. Особливу увагу під час монтажу приділяють правильному взаємному розташуванню ведених дисків, оскільки від цього безпосередньо залежить коректність роботи зчеплення та відсутність вібрацій і перекосів у процесі роботи.

Спочатку встановлюють жорсткий ведений диск. Його маточину розміщують так, щоб виступаюча частина була спрямована у бік маховика, а демпферний механізм — у напрямку коробки передач.

Після монтажу середнього ведучого диска встановлюють пружний ведений диск. У цьому випадку його маточина з виступаючою частиною та демпфер також орієнтуються у бік КПП.

У результаті обидва демпферні механізми ведених дисків мають бути спрямовані до КПП, тоді як виступаючі частини їхніх маточин – у протилежні сторони одна від одної. Важливо суворо дотримуватися цієї схеми розташування, оскільки взаємна заміна або неправильна орієнтація ведених дисків є неприпустимою та може призвести до порушення роботи зчеплення.

Натискний диск у зборі з кожухом та розпірним кільцем встановлюють на маховик і закріплюють 8-ма болтами М10. Затягування виконують із контрольованим моментом $m = (5,50-6,30)$ кгс·м, забезпечуючи рівномірне підтягання всіх кріпильних елементів, щоб уникнути перекосу діафрагми.

Після остаточного затягування болтів кріплення кожуха до маховика обов'язково перевіряють положення діафрагмової пружини. За умови правильного складання вона повинна займати горизонтальне положення відносно площини маховика, що свідчить про коректну установку вузла.

Не допускається виступання окремих пелюсток діафрагми, оскільки це є ознакою порушення складання або неправильного центрування деталей і може негативно вплинути на роботу зчеплення.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Застосування відновлювальних технологій при ремонті зчеплення

Ремонт тріщин на картері здійснюється зварюванням з подальшою обробкою зварного шва. У разі наявності сколів, які зачіпають отвори, застосовують наплавлення або приварювання відколотої частини деталі з наступною механічною обробкою для відновлення геометрії. При пошкодженні різьби до 2-х витків її відновлюють шляхом прогонки відповідним мітчиком. Якщо ж ступінь пошкодження перевищує дві нитки або спостерігається значний знос, застосовують більш складні методи ремонту, такі як нарізання різьби ремонтного збільшеного розміру, встановлення різьбових вставок або зварювання з подальшим відновленням різьби до номінальних параметрів.

Зношені опорні поверхні лап кріплення картера зчеплення до рами відновлюють шляхом механічної обробки на фрезерному верстаті до повного усунення слідів зносу та відновлення необхідної площинності. У випадку значного зношування застосовують складнішу технологію ремонту, що передбачає встановлення додаткових підсилювальних шайб. Перед їх приварюванням поверхню лап попередньо фрезерують для забезпечення якісного контакту, а отвори додатково зенкують з метою правильної посадки шайб. Після підготовчих операцій шайби надійно приварюють до картеру зчеплення суцільним швом електродугового зварювання, що забезпечує високу міцність з'єднання. Завершальним етапом ремонту є чистова обробка – зенкування торців лап до рівня основного металу, що відновлює їх початкову геометрію та забезпечує правильне прилягання до рами.

Кріплення фрикційних накладок до диска здійснюють методом заклепування під пресом із застосуванням спеціального штампа, що забезпечує рівномірне та надійне з'єднання. У сучасній ремонтній практиці, окрім традиційного заклепкового з'єднання, також може застосовуватися клейовий спосіб кріплення, який дозволяє підвищити технологічність процесу та зменшити концентрацію напружень у з'єднанні.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Короблення площини контакту натискного диска з веденим диском, яке перевищує 0,15 мм, а також викривлення (погнутості) веденого диска понад значення, встановлені ТУ, усувають шляхом правки. Така операція дозволяє відновити геометрію робочих поверхонь і забезпечити нормальну роботу зчеплення без ривків і пробуксовувань.

Натискний диск виправляють на пресі, встановлюючи його на опорне кільце, розташоване на столі преса. При цьому робоча поверхня, що контактує з веденим диском, повинна бути орієнтована вниз. Це забезпечує правильний розподіл сили під час правки та мінімізує додаткові деформації.

Правку веденого диска виконують на перевірочній плиті або у спеціальному пристосуванні з використанням оправки, яка дозволяє точно відновити його площинність та співвісність елементів конструкції.

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Розглянуті загальні відомості та технічні характеристики військового повнопривідного вантажного автомобіля, призначеного для перевезення особового складу та вантажів, КамАЗ-5350 «Мустанг».

Представлені загальні відомості про зчеплення автомобіля КамАЗ-5350, його привод керування і роботу (початкове положення, вимкнення та включення зчеплення), технічне обслуговування (зокрема змащення і заміну рідини в гідросистемі приводу). Проаналізовані основні дефекти та можливі несправності зчеплення і його приводу, причини та методи їх усунення.

Здійснений вибір матеріалів деталей зчеплення (середнього ведучого, натискного і веденого дисків, інших деталей).

Розроблена технологія проведення ремонту зчеплення (основні етапи ремонту та заміни складових, етапи ремонту після усунення негерметичності гідроприводу, операції заміни пневмопідсилювача гідроприводу, послідовність демонтажу та монтажу, застосування відновлювальних технологій при ремонті).

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Автопарк ЗСУ налічує 218 марок та моделей: більшість з них застаріла техніка радянських часів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://defence-ua.com/news/avtopark_zsu_nalichuje_218_marok_ta_modelej_bilshist_z_nih_zastarila_tehnika_radjanskih_chasiv-1975.html
2. Використання автомобільної техніки у ЗС України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/13354725/page:8/>
3. Перелік автомобілів, які можуть вилучати для потреб військових [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://balance.ua/news/archive/perechen-avtomobiley-kotorye-mogut-izymat-dlya-nugd-voennyh>
4. Рашиські військові КамАЗи в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://informnapalm.org/ua/rosijski-vijskovi-kamazy-v-ukrayini/>
5. Військові ЗСУ відібрали у терористів КамАЗ, який раша виготовляє для своєї армії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ipress.ua/news/viyskovi_vidibraly_u_terorystiv_kamaz_yakyy_rosiya_vygotovly_aie_dlya_svoiei_armii_69396.html
6. Українські військові зв'язківці отримують на озброєння вантажівки Renault [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://news.obozrevatel.com/ukr/auto/news/ukrainski-vijskovi-zvyazkivtsi-otrimayut-na-ozbroennya-vantazhivki-renault.htm>
7. КамАЗ-5350 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/КамАЗ-5350>
8. КАМАЗ 5350: технічні характеристики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gruzovik.biz/articles/kamaz-5350-tekhnicheskie-kharakteristiki>
9. Технічні характеристики КАМАЗ 6350 і 5350 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://hurablef.ucoz.com/news/tekhnicheskie_kharakteristiki_kamaz_6350_i_5350/2016-06-19-14

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Огляд КАМАЗ 5350 (Сідельний тягач, самоскид, шасі, борт) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://chrisoc.vashung.cx.ua/articles/jakogo-klasu-buvae-kamaz.html>

11. КамАЗ-5350 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/КамАЗ-5350>

12. Військовий КамАЗ-5350, технічні характеристики та витрата палива автомобіля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fotocvetov.com/allinnews/td-bm&com&uu/blogs/vijskovij/uk/gabarit-vijskovij-kamaz-5350-tehnicni-harakteristiki-ta-vitrata-paliva-avtomobila/>

13. КамАЗ 5350: огляд технічних характеристик [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://presa.com.ua/aktualne/kamaz-5350-oglyad-tehnicnikh-karakteristik.html>

14. Огляд повнопривідного бортового автомобіля КамАЗ-5350 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://chagatay.com.ua/obzor-polnoprivodnogo-bortovogo-avtomobilya-kamaz-5350.html?srsId=AfmBOoqvPNV8fd0HKWUN0m1zVwIsS02dFOWh3o51opwYZJtS64B5ecdN>

15. Зчеплення для КамАЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kamteh.ua/ua/kamaz-stseplenie>

16. Зчеплення для КамАЗ-5350 (6х6) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://enprem.huastlor.cx.ua/articles/kamaz-5350-vizhim-zcheplennja.html>

17. Керівництво по ремонту та експлуатації автомобілів КАМАЗ 4350, 43501, 5350, 53501, 53504, 6350, 63501 і 6450 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://avtoalfa.com/netcat_files/techreference/documents/tehniceskoe_rukovodstvo_kamaz_4350_43501_5350_53501_53504_6350_63501_6450.pdf

18. Що таке чавун? Характеристики металу, особливості виробництва і застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://metinvest-smc.com/ua/articles/chto-takoe-chugun-kharakteristiki-metalla-osobennosti-proizvodstva-i->

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[primeneniya/?srsltid=AfmBOoo1FJvi8Bvfa4TzA7zLy0_5QBZ497_mFA73d1JfT1jJdy1B9J7d](https://studfile.net/preview/9093502/)

19. Класифікація, маркування і використання чавунів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/9093502/>

20. Приклад маркування високоміцних чавунів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/9093502/page:2/>

21. Чавун з кулястим графітом для виливків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://foundry.kpi.ua/wp-content/uploads/2020/05/dstu-3925---99-chavun-z-kulyastym-grafitom-dlya-vylyvkiv.pdf>

22. ДСТУ 3925-99 Чавун з кулястим графітом для виливків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68475

23. Що потрібно знати про високоміцний чавун із кулястим графітом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nicmas.com/uk/articles/what-should-you-know-about-ductile-iron/>

24. Високоміцний (модифікований) чавун [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://metinvest-smc.com/ua/articles/chto-takoe-chugun-kharakteristiki-metalla-osobennosti-proizvodstva-i-primeneniya/?srsltid=AfmBOoo1FJvi8Bvfa4TzA7zLy0_5QBZ497_mFA73d1JfT1jJdy1B9J7d

25. Чавун ВЧ35 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://auremo.org/materials/chugun-vch35.html>

26. Характеристика матеріалу ВЧ35 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=1497

27. Характеристики марки сталі 45 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/45>

28. КамАЗ-5350 – армійський «Мустанг» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://warbook.club/voennaya-tehnika/boevye-mashiny/kamaz-5350/>

29. Керівництво по ремонту та експлуатації автомобілів КАМАЗ 4350, 43501, 5350, 53501, 53504, 6350, 63501 і 6450 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

					КВРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

https://avtoalfa.com/netcat_files/techreference/documents/tehlichesкое_rukovodstvo_kamaz_4350_43501_5350_53501_53504_6350_63501_6450.pdf

					КВРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					КвРМТВА. 23110.02.09.00	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		