

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства


Пояснювальна записка до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»

Освітньо-професійна програма: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»
на тему: «Підвищення зносостійкості шестерні третьої передачі автомобіля
FordFocus»

Шифр: ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група МТВАс -19-2  Ю.О. Новосилецький

Керівник д.т.н., проф.

 П.В. Каплун

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.

7 06 2022_р.

Хмельницький, 2022 р.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 61 сторінка, кількість рисунків – 23, таблиць – 8, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 4.
Студент гр. МТВАс-19-2 Новосилецький Ю.О.

Тема «Підвищення зносостійкості шестерні третьої передачі автомобіля FordFocus»

Дана бакалаврська дипломна робота присвячена поглибленому аналізу ділянок з ремонту коробок передач автомобілів Ford Focus та розробці технології, що дозволить зменшити ризик відмови (зрізання) третьої передачі у МКПП при агресивному стилі керування.

В дипломній роботі вирішувались наступні завдання:

1. Обґрунтувати використання іонного азотування як способу відновлення деталей автомобілів, що працюють при гідроабразивному зношуванні на прикладі зубчатих передач.
2. Дослідити необхідність застосування технології зміцнення зубчастих шестерень коробок передач в автомобілях Ford Focus для їх більш надійної експлуатації.
3. Підібрати режим іонного азотування з метою отримання покриттів з необхідними фізико-механічними властивостями для забезпечення кращих експлуатаційних характеристик.
4. На основі розробленої технології запропонувати її впровадження на сервісних центрах автомобілів Ford.

Перелік ключових слів: зубчасті передачі, іонне азотування, гідроабразивне зношування, технологія відновлення.

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 Т.А.М.

Диха О.В.

" 20 " квітня 2022 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Новосилецького Юрія Олександровича

1. Тема проекту:

«Підвищення зносостійкості шестерні третьої передачі автомобіля FordFocus»

керівник проекту: Каплун Павло Віталійович, д.т.н., проф.

Затверджено наказом університету від 1 березня 2022р. № 18

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту:

- 1) *Технічні умови на технологію обробки деталі коробки передач автомобіля.*
- 2) *Річна програма ремонту деталей.*
- 3) *Результати літературного огляду і патентного пошуку.*

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

1. *Принцип роботи коробок передач автомобілів серії FordFocus.*
2. *Основні несправності коробок передач, їх причини й ознаки.*
 - 2.1. *Опис типів трансмісії автомобілів.*
 - 2.2. *Діагностування технічного стану.*
 - 2.3. *Перевірка працездатності елементів редуктора.*
3. *Типові несправності АКПП авто FordFocus.*
 - 3.1. *Типові проблеми 6DCT250, комп'ютерна діагностика несправностей.*
 - 3.2. *Блок TCM. Поради щодо правильної експлуатації.*
 - 3.3. *Етапи ремонтних робіт. Надійність АКПП і МКПП і терміни їх служби.*
 - 3.4. *Відгуки власників щодо проведення ремонтних робіт.*
4. *Технологічне і лабораторне устаткування для підвищення зносостійкості деталі.*
 - 4.1. *Технологічний процес підвищення зносостійкості деталі іонним азотуванням.*
 - 4.2. *Випробування поверхневої міцності і зносостійкості деталі.*

5. Консультанти розділів роботи


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

6. Дата видачі завдання: 20 квітня 2022р.

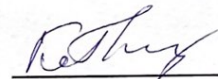
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літературних джерел	1.05.2022	
2	Особливості проектування зубчастих передач	15.05.2022	
3	Експериментальне дослідження властивостей шестерень коробки передач	20.05.2022	
4	Експериментальне дослідження технології іонного азотування	25.05.2022	
5	Підвищення зносостійкості автомобільних шестерень коробки передач з використанням технології іонного азотування	1.06.2022	
6	Оформлення презентаційних матеріалів	08.06.2022	

Студент

 Новосилецький Ю.О.



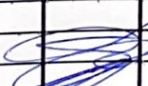
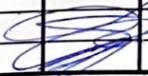
Керівник роботи

 Каплун П.В.

ЗМІСТ

сторінки

ВСТУП.....	4
1 Принцип роботи коробок передач автомобілів серії FordFocus	6
2 Основні несправності коробок передач, їх причини й ознаки	11
2.1 Опис типів трансмісії автомобілів серії FordFocus	12
2.2 Діагностування технічного стану коробок передач	15
2.3 Перевірка працездатності елементів редуктора	21
3 Типові несправності АКПП автомобілів Ford Focus	24
3.1 Типові проблеми 6DCT250, комп'ютерна діагностика несправностей	26
3.2 Блок TCM. Поради щодо правильної експлуатації	28
3.3 Етапи ремонтних робіт. Надійність АКПП і МКПП і терміни їх служби	33
3.4 Відгуки власників щодо проведення ремонтних робіт	37
4 Технологічне і лабораторне устаткування для підвищення зносостійкості деталей	39
4.1 Технологічний процес підвищення зносостійкості деталей іонним азотуванням	43
4.2 Випробування поверхневої міцності і зносостійкості деталей	52
ВИСНОВКИ.....	59
ЛІТЕРАТУРА.....	60
ДОДАТКИ.....	61

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Підвищення зносостійкості шестерні третьої передачі автомобіля FordFocus	Літ.	Арк.	Акрюшів
Розроб.		Новосилецький					3	61
Перевір.		Каплун						
Реценз.								
Н. Контр.		Бабак						
Затверд.		Диха						
						ХНУ група МТВАс 19-2		

ВСТУП

Автомобіль Ford Focus, який прийшов на зміну Escort, почав випускатися в Німеччині та Іспанії з 1998 року. Через рік виробництво цієї моделі почалося в США і Мексиці. Автомобіль пропонувався з кузовами седан, хетчбек (три- і п'ятидверний) і універсал. Ford Focus комплектувався бензиновими двигунами 1.4 (75 к.с.), 1.6 (101 к.с.), 1.8 (114 к.с.) і 2.0 (130 к.с.). 1,8-літровий турбодизель мав версії потужністю 90 і 116 к.с. У 2002 році з'явилися «заряджені» версії Focus ST170 і Focus RS. Модифікація ST мала під капотом дволітровий двигун Duratec, форсований до 170 к.с. с., а «ереска» (їх було випущено всього 4500 штук) оснащували турбованим варіантом того ж двигуна потужністю 215 к.с. З появою другого Focus в 2004 році виробництво автомобілів першого покоління в Європі припинилося, а на американському ринку ця модель продавалася до 2007. Американська версія автомобіля була оснащена бензиновими двигунами об'ємом 2 і 2,3 л.

Автомобіль другого покоління дебютував у 2004 році. У списку типів кузовів з'явився кабріолет, а під капотом європейських версій - нові турбодизелі об'ємом 1,6 і 2 літри. На російському ринку Ford Focus пропонувався з бензиновими двигунами 1.4 (80 к.с.), 1.6 (100 і 115 к.с.), 1.8 (125 к.с.) і 2.0 (145 к.с.), а також 1.8-літровим турбодизелем потужністю 115 літрів. «Гарячий» хетчбек Ford Focus ST отримав п'ятициліндровий турбований двигун об'ємом 2,5 літра, а у версії RS цей же двигун був форсований до 305 «коней». У 2010 році була випущена 345-сильна спеціальна версія RS500 з числом у 500 автомобілів. У 2008 році модель пройшла рестайлінг і в такому вигляді випускалася до 2011 року. У Китаї цей автомобіль досі випускає спільне підприємство Changan-Ford. Для американського ринку з 2008 по 2011 рік завод у Мічигані випускав власну версію Focus, яка суттєво відрізнялася від європейської. Цей автомобіль мав версії з кузовами седан і купе, а під капотом мав дволітровий двигун потужністю 140 к.с.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Ford Focus 3 покоління 2011–2018.

Ford Focus пропонується в трьох стилях кузова. Найдоступнішим є п'ятидверний хетчбек з двигуном 1.6 потужністю 105 к.с. с., седан, універсал з шестиступінчастою роботизованою коробкою передач, пакет Trend Plus доповнений мультимедійною системою, задніми електросклопідйомниками і підігрівом передніх сидінь. «Форд Фокус» у версії Ultra Comfort з двозонним клімат-контролем, підігрівом лобового скла, підігрівом керма, датчиками світла та дощу. Версія Titanium має бічні подушки безпеки, покращену обробку салону, легкосплавні диски. У будь-якій з конфігурацій можна замовити роботизовану коробку. Ford Focus 1.5 EcoBoost з півтора літровим турбомотором (150 к.с.) оснащується тільки традиційним шестиступінчастим «автоматом». Третє покоління «Фокуса» випускається в США, Іспанії, Китаї, в 2014 році модель була оновлена.

Ford Focus — це сімейство автомобілів гольф-класу, четверте покоління яких випускається з 2018 р. Машини виготовляють на заводах Німеччини та Китаю для ринків Європи, Америки та Азії. У Росії Ford Focus офіційно не продається. Європейський ринок пропонує п'ятидверний хетчбек і універсал, а в Китаї також є седан. Китайська версія моделі дещо відрізняється від інших за дизайном. Також в модельному ряді є «кросверна» версія Ford Focus Active - зі збільшеним кліренсом і пластиковим обвісом. Автомобілі для Європи оснащуються трициліндровим бензиновим турбодвигуном об'ємом один літр (100, 125 або 155 к.с.) у поєднанні з шестиступінчастою механічною або семиступінчастою роботизованою коробкою. Для Ford Focus також доступний 1,5-літровий турбодизель (95 або 120 к.с.) у парі з п'ятиступінчастою механічною або восьмиступінчастою автоматичною. Найпотужніша версія моделі називається Ford Focus ST. Під капотом таких хетчбеків і універсалів знаходиться бензиновий турбомотор 2.3, який розвиває 280 к.с. З. і в поєднанні з механікою або роботом.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1. Принцип роботи коробок передач автомобілів серії FordFocus

Одним з ключових агрегатів будь-якого автомобіля є коробка перемикачів передач (КПП). Вибір типу КПП залежить від багатьох факторів. Різні види коробок передач мають як свої переваги, так і недоліки. На автомобілях використовують чотири основних види КПП. Це механіка, класичний автомат, роботизована коробка або робот, а також варіатор.

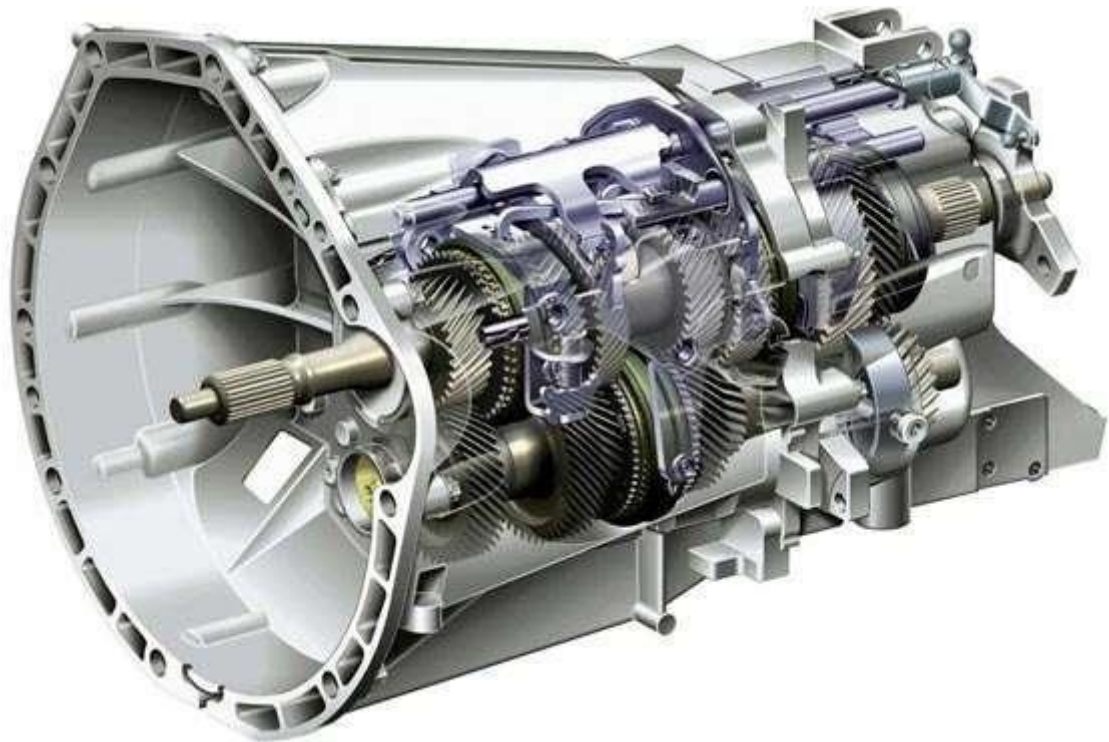


Рисунок 1.1 – Автоматична коробка передач автомобіля Ford

Основне призначення будь-якої автомобільної коробки перемикачів передач є зміна крутного моменту, що передається від двигуна до коліс, зміна швидкості руху і зміна напрямку руху (вперед/назад). Деякі типи коробок передбачають також відключення двигуна від коліс, в інших КПП цю роль виконує додатковий вузол, названий «зчеплення».

Механічні КПП

Механічні КПП призначені для ручного перемикачів передач. За принципом дії це багатоступінчастий циліндричний редуктор. У нових легкових автомобілях найчастіше використовують 5 і 6 ступінчасту коробку, а в класичному варіанті застосовувалися 4-ступінчасті.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Ступенева система перемикання передач передбачає конкретний коефіцієнт передачі для кожної пари шестерень. Обчислити передаточне число як співвідношення кількості зубів на ведучої і веденої шестірні. Для першої передачі це співвідношення найбільше. Це означає, що ведуча шестірня найменша, а ведена – найбільша.

Механічні коробки бувають двох вальні і трьох вальні. Трьох вальні використовуються, як правило, на більш потужних легкових автомобілях, вантажівках і спецтехніки. Двох вальні часто встановлюють на автомобілі з переднім приводом.

Багатьом автомобілістам знайомий особливий звук, який видає автомобіль при русі на задній передачі. Його не сплутаєш ні з чим він схожий практично у всіх автомобілів. Відбувається це тому, що зуби на передніх та задній передачі різні. На задній передачі використовуються шестерні з прямими зубами. Це дає можливість передавати більший крутний момент, але доводиться розплачуватися підвищеним шумом. На передніх передачах використовуються косозубі шестерні – вони працюють більш тихо, так як зчеплення зубів відбувається поступово, однак їх ККД менше.

Коробка автомат

Автоматична коробка, в її класичному розумінні, має велику популярність серед автолюбителів. Її безперечна перевага є в тому, що водієві не потрібно відволікатися на перемикання передач. Для початку руху не потрібно мати особливих навичок – просто поставив «D» і відпустив гальма. А ще, в салоні на одну педаль менше. За такий комфорт доводиться розплачуватися більш високим, у порівнянні з механікою коробкою, витратою палива.

Робочим елементом в АКПП є три набору шестерень планетарної передачі. Назва «планетарна передача» означає, що менші шестерні обертаються навколо більшої центральної шестерні. Перший набір шестерень називається «головною передачею». Він узгодить швидкість двигуна і швидкість їзди. Інші два набори

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

називаються «вхідним редуктором» і «зворотним редуктором». Далі слід набір муфт і важелів, які блокують різні частини автоматичної коробки, що дає можливість змінювати швидкість руху автомобіля або включати реверс.

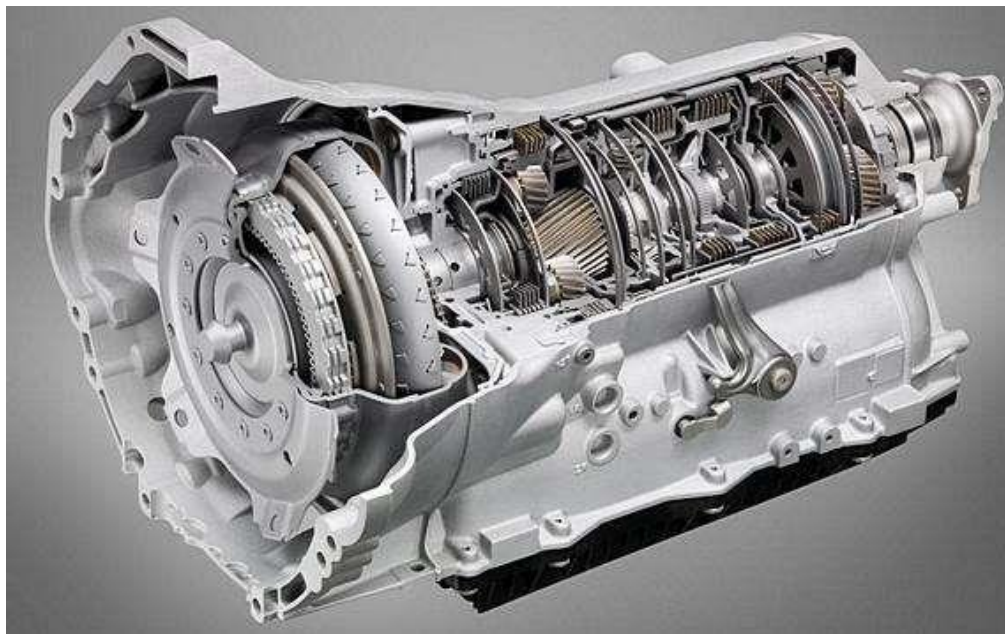


Рисунок 1.2 – АКПП автомобіля Ford Focus III

Перемикання передач відбувається завдяки комп'ютеру, який включає необхідні гідравлічні клапани, що приводить у рух відповідні муфти планетарних шестерінок.

Автоматична КПП дозволяє двигуну працювати в найбільш ефективному діапазоні потужності. Завдяки різним датчикам, комп'ютер визначає, коли необхідно включити ту або іншу передачу або зупинити автомобіль. Так що водієві не варто турбуватися про оптимальному режимі роботи двигуна, а можна зосередитися виключно на водінні.

Комп'ютер вибирає оптимальний режим роботи двигуна, і на його роботу не впливає настрої або навички водія, тому виникає закономірне питання: чому тоді витрата палива збільшується? Відповідь на це питання криється в гідротрансформаторі – пристрої, що передає потужність від двигуна на автоматичну трансмісію. В автоматичній коробці передач він грає роль зчеплення. Велика перевага такої системи в плавності передачі зусилля. Однак

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ККД гідротрансформатора значно нижче, ніж у зубчастих передачах, що і викликає додаткову витрату палива.

Роботизована КПП



Рисунок 1.3 – Роботизована коробка передач автомобіля Ford Focus

Трансмiсії з роботизованим перемиканням передач, або «роботи», як їх іноді називають, об'єднують два попередніх види коробок. По своїй суті, це механічна коробка перемикання передач з двома валами і зчепленням, якими керує комп'ютер. Таким чином, ККД такої коробки вище, двигун завжди працює в оптимальному режимі, що дозволяє отримувати максимум комфорту від їзди.

Недоліком такої коробки може бути те, що до неї треба звикнути. При класичному ручному перемиканні передач водій сам може згладжувати плавність ходу автомобіля завдяки плавному вижимання зчеплення, і додаванню обертів. При їзді з роботизованою коробкою в момент включення передачі може відчуватися невеликий ривок. Щоб його компенсувати, виробники придумали РКПП з двома зчепленнями. Його суть така: в момент перемикання передач,

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

комп'ютер одночасно готовий підключити передачу на одну більше і на одну менше. Завдяки цьому перемикання відбувається практично миттєво без ривків.

Варіатор



Рисунок 1.4 – Варіаторна коробка передач

Варіатор — це безступінчаста коробка перемикання передач. Така трансмісія досить проста. Крутний момент змінюється плавно, що забезпечує абсолютну плавність ходу. ККД такої коробки досить високий, так як відсутні додаткові механізми і шестерні.

Варіатор складається з двох шківів, здатних змінювати свій розмір, і сполучених спеціальним ременем, що дозволяє підбирати найкраще співвідношення передавальних чисел.

Недоліком варіатора є його обмежена застосовність, пов'язана з неможливістю використовувати на досить потужних двигунах. Так що основна сфера застосування такої системи перемикання передач – міські малолітражні автомобілі і скутери.

2. Основні несправності коробок передач, їх причини й ознаки

У світі існує два основних типи трансмісії - ручна (механічна) і автоматична. Ці трансмісії мають різний пристрій і принцип роботи, тому характеризуються різними несправностями.

Для механічної коробки передач (МКПП) характерні наступні несправності:

- шум під час роботи та при перемиканні передач;
- неможливість увімкнути будь-яку передачу або всі передачі;
- утруднення перемикання передач;
- мимовільне вимикання передач;
- витік масла з коробки передач.

Ці несправності можуть виникнути через знос шестерень, валів, підшипників, муфт синхронізатора, шлицевих з'єднань, через втрату герметичності сальників, через самовільне відкручування болтів і гайок, у разі поломок механізму приводу тощо.

Знос, у свою чергу, викликаний рядом причин:

- природний знос або вичерпання деталей;
- використання неякісного трансмісійного масла або масла, відмінного від рекомендованого виробником;
- використання під час ремонту неоригінальних запчастин низької якості;
- нерегулярне або відсутність технічного обслуговування;
- некваліфікований сервіс передачі;
- небезпечні та складні для трансмісії режими роботи для спортивного та просто агресивного стилю водіння.

Кожна несправність трансмісії проявляється певними зовнішніми ознаками, однак, щоб точно визначити проблему, необхідно провести діагностику.

Автоматична коробка передач складається з численних деталей. Це складна конструкція, яка схильна до збою, якщо навіть сама, здавалося б, незначна її

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

частина виходить з ладу, якщо вона не працює належним чином. Але ми розберемо самі основні види і причини несправності АКПП.

Основні несправності АКПП:

- трансмісійна рідина;
- стан АТФ;
- низький рівень масла;
- витік АТФ;
- перегрівання;
- перетворювач крутного моменту;
- гідроблок;
- електронний блок управління.

2.1. Опис типів трансмісії автомобілів серії FordFocus

Тип трансмісії Ford Focus 2014 – н.в., III Рестайлінг, універсал



Комплектація	Коробка передач	Кількість передач
Special Edition	Механічна	5
SYNC Edition	Робот	6
Titanium	Автоматична	6
Trend	Механічна	5

Тип трансмісії Ford Focus 2014 – н.в., III Рестайлінг, седан

Комплектація	Коробка передач	Кількість передач
Special Edition	Робот	6
SYNC Edition	Робот	6
Titanium	Автоматична	6
Trend	Робот	6
White & Black	Робот	6

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Тип трансмісії Ford Focus 2014 – н.в., III Рестайлінг, хетчбек



Комплектація	Коробка передач	Кількість передач
Ambiente	Механічна	5
Special Edition	Механічна	5
SYNC Edition	Робот	6
Titanium	Автоматична	6
Trend	Механічна	5
White & Black	Механічна	5

Тип трансмісії Ford Focus 2011–2015, III, хетчбек

Комплектація	Коробка передач	Кількість передач
Ambiente	Механічна	5
Ambiente Plus	Механічна	5
Sport Limited Edition	Механічна	5
Titanium	Механічна	5
Trend	Механічна	5
Trend Sport	Механічна	5

Тип трансмісії Ford Focus 2011–2015, III, універсал

Комплектація	Коробка передач	Кількість передач
Sport Limited Edition	Механічна	5
Titanium	Механічна	5
Trend	Механічна	5
Trend Sport	Механічна	5

Тип трансмісії Ford Focus, седан



Комплектація	Коробка передач	Кількість передач
Ambiente	Механічна	5
Ambiente Plus	Механічна	5
Titanium	Механічна	5
Trend	Механічна	5
Trend Sport	Механічна	5

2.2. Діагностування технічного стану коробок передач



Рисунок 2.1 – Пошкодження в автоматичній коробці передач

Взагалі вийти з ладу в коробці передач може все, при цьому дізнатися про серйозну поломку можна часом тільки після повного зняття. Тому при русі і перемиканні передач необхідно завжди прислухатися до всіх звуків, що виходять з боку коробки передач – і відвідати сервіс при появі перших побоювань. Виключивши зі списку діагностики зчеплення, почути з коробки можна тільки хрускіт або стуки, а побачити тільки те, коли важіль доволіно повертається з робочого положення в нейтральне (простіше кажучи, «передача вилітає»). Останнє зазвичай пов'язане з ослабленими фіксаторами або проблемами з синхронізатором. У першому ж випадку – це знос синхронізаторів, надмірний знос підшипників валів або поломка зубів шестерень. Про несправності шестерень і присвячена ця робота. У них кілька потенційних проблем: надмірний знос зубів, відколи або поломка зубів, знос голчастих підшипників шестерень або знос стопорних кілець, через які можуть зміститися втулки шестерень. Взагалі відколи або пошкодження зубів – досить рідкісне явище, так як вони розраховуються з великим запасом міцності. Але буває і так, що коробку просто перевантажують, зчеплення при цьому не пробуксовує – і зуби не витримують.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Це може статися і при перегріванні коробки – наприклад, через неправильно підібране трансмісійне масло або через його низький рівень. Особливу увагу слід приділити МКПП взимку, в люті морози. Масло в картері коробки перетворюється у щось, що нагадує мед, тому відразу починати рух не варто – бажано постояти трохи і почекати, поки масло хоч трохи прогріється. Відчутти і зрозуміти це можна по більш легкому переміщенню важеля з положення в положення.

Повертаючись до діагностики МКПП, згадаємо про звуки, що доносяться від неї. Стук або хрускіт може бути або постійним, або виявляється тільки при перемиканні передач. У першому випадку це, швидше за все, означає глобальну біду – зруйновані шестерні або прийшов кінець підшипникам валів. Це хоч і рідкість, але трапляється. Якщо ж стукіт чути тільки при перемиканні, то є ймовірність, що це або знос синхронізаторів, або горезвісні підшипники валів.

Спробувати з'ясувати це можна в русі, переключивши коробку на наступну передачу з подвійним вижимом зчеплення. Якщо при виконанні цього, стукіт пропадає, то велика ймовірність надмірного зносу синхронізатора.

Серед інших видів трансмісій механічна коробка передач одна з найнадійніших. Однак, як і у випадку з будь-яким іншим агрегатом, МКПП також може вийти з ладу з тих чи інших причин. При цьому ремонт МКПП слід проводити тільки після того, як буде проведена ретельна діагностика МКПП.

Справа в тому, що діагностика МКПП дозволяє визначити не тільки характер несправності, але і в деяких випадках доцільність ремонту КПП. Іншими словами, якщо є ознаки неполадок, спочатку потрібна діагностика, потім відбувається розбирання агрегату і усунення несправностей.

Діагностика коробки передач автомобіля з МКПП

Важливо розуміти, що якісний ремонт МКПП, хоча і дешевше в порівнянні з різними видами АКПП, все ж така процедура залишається складною і досить витратною. Також варто врахувати, що сучасні МКПП ускладнилися, змінилася конструкція коробки, деталі досить дорогі. З цієї причини перед початком

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

ремонту вкрай бажано точно визначити несправності МКПП. Саме з цієї причини в першу чергу проводиться діагностика коробки «механіка», щоб сліпо не змінювати деталі. За результатами можна буде визначити, чи потрібно відновлювати стару коробку, чи вигідніше відразу придбати контрактний агрегат, оскільки вартість оригінальних запчастин або якісних аналогів під час капітального ремонту МКПП зазвичай вдвічі дешевше справного «підрядника» в хорошому стані і з великим залишковим ресурсом. Враховуючи те, що всі МКПП влаштовані схожим чином, діагностика КПП проводиться за таким же принципом. Перш за все, можна спробувати почати з комп'ютерної діагностики. Часто помилки, пов'язані з передачею, можуть бути прочитані сканером і декодовані.

Однак цей метод не завжди працює, особливо на старих автомобілях. Більш того, навіть на «свіжих» машинах помилки в КПП можна прочитати, але розшифровка їх кодів все одно не дозволяє точно визначити конкретну несправність. Фактично можна вказати лише загальний характер несправності.

Прийнято виділяти часті несправності таких коробок, які поділяються на групи. Як правило, водії стикаються з тим, що:

- не вмикаються передачі при працюючому двигуні;
- перемикання передач може бути дуже складним як на заглушеному, так і на працюючому двигуні;
- коробка передач виє, гуде, вібрації, деренчання або хрускіт з'являються при спробі перемикання передач тощо.

Діагностику слід починати з перевірки роботи зчеплення, рівня і стану трансмісійного масла в коробці передач, а також механізму перемикання передач. Часто причиною збоїв в роботі коробки передач є знос або поломка елементів зчеплення. У цьому випадку часто виникає необхідність заміни кошика, диска зчеплення, вижимного підшипника та інших елементів. Також потрібно звернути увагу на те, яке масло заливається в коробку передач. Якщо масло старе, довго не мінялося, сильно забруднене, втратило свої властивості, його рівень знижений

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

тощо, то це може бути причиною сторонніх звуків, шумної роботи МКПП, а також перераховані вище проблеми при перемиканні швидкостей.

При діагностиці особливу увагу слід звернути на рівень масла, так як масляне голодування МКПП може швидко вивести агрегат з ладу. Справа в тому, що деталі всередині коробки працюють в масляній ванні. Цілком очевидно, що відсутність масла в МКПП призведе до швидкого і сильного зносу навантажених елементів. Також важливо перевірити рівень масла в коробці передач і оглянути агрегат, щоб вчасно виявити витік масла. Як правило, трансмісійне масло тече в районі сальників і прокладок. Також можлива протікання при пошкодженні піддона коробки передач. Часто коробка передач може бути справною, але виникають проблеми з механізмом перемикання. Нерідко на передньопривідних автомобілях виникають проблеми з так званою «закулісністю» МКПП, яку потрібно відрегулювати. У деяких випадках деталі механізму перемикання вимагають заміни, але після завершення всіх робіт коробка починає працювати як треба (включення м'які, чіткі і гладкі).

Необхідність ремонту МКПП (своїми руками або на СТО) виникає при виключенні всіх перерахованих вище причин, за якими можуть виникнути збої в роботі агрегату. Простими словами, якщо зчеплення і рівень масла в нормі, а з вибором передач і механізмами вмикання немає проблем, то потрібно ремонтувати саму коробку передач. Якщо не перемикаються передачі, не вмикаються лише окремі передачі, проблеми чітко виражені в конкретній одній-двох передачах, «вибиває» передача на ходу тощо. Такі симптоми можуть свідчити про те, що зношені шестерні, підшипники, синхронізатори коробки передач тощо. У будь-якому випадку коробку необхідно зняти, розібрати, усунути несправність і згодом відремонтувати.

Якщо у вас є гараж, інструменти і досвід, то відремонтувати МКПП цілком реально. Роботу також бажано проводити з помічником, так як процес демонтажу, а також розбирання і складання коробки передач досить складний і трудомісткий. В плані:

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- щоб зняти МКПП з автомобіля, потрібно від'єднати всі елементи, що під'єднуються до агрегату (троси, ремені тощо);
- потім потрібно злити масло з коробки передач;
- далі під колеса ставлять упори, від'єднують клеми акумулятора;
- тепер видаляються всі елементи, які можуть заважати виносу коробки;
- під двигун внутрішнього згоряння і коробку передач розміщують опори, щоб важкі агрегати не відривалися під власною вагою при розбиранні;
- на передньопривідному автомобілі потрібно зняти колеса, а потім ШРУС. На задньопривідних автомобілях карданний вал знімається;
- далі коробка знімається з опорних колодок і від'єднується від мотора;
- після демонтажу коробку необхідно очистити від бруду, потім агрегат розбирають. Спочатку знімається «дзвінок», відкручується кришка;
- в рамках усунення несправності потрібно звернути увагу на зубчасту вилку, так як при помітних ознаках зносу елемент потрібно замінити;
- також знімаються вали, перевіряються шестерні та шліци на предмет зносу та пошкоджень. Зношені деталі потребують заміни;
- часто заміна деталей в МКПП супроводжується установкою нових шестерень, підшипників, валів і ряду інших елементів, оскільки візуально визначити їх стан без явних пошкоджень важко. Всі деталі перевіряються на биття;
- МКПП збирається і встановлюється на автомобіль.

Ці дії виконуються в порядку, зворотному видаленню. Потрібно пам'ятати, що під час складання герметик наноситься на з'єднання деталей і елементів (перед закриттям кришки, при установці піддона коробки передач тощо).

Поради та рекомендації

Враховуючи те, що процедура зняття і подальшого розбирання коробки передач дуже трудомістка, перед початком роботи необхідно провести діагностику МКПП. Якщо МКПП гуде на новому автомобілі, а коробка працює

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

некоректно, це не обкатка агрегату. У цій ситуації висока ймовірність браку, тобто потрібно негайно звертатися за гарантією.

У деяких випадках, якщо є проблеми з МКПП, рекомендується промити коробку передач. Це рішення дає можливість видалити бруд і продукти зносу з агрегату. Перевага в тому, що демонтаж коробки не проводиться. Потрібно лише злити «розробку», залити промивну олію для коробки передач, потім злити змив і залити агрегат свіжим мастилом.

Зверніть увагу, що якщо агрегат сильно забруднений, процедуру необхідно повторити кілька разів через певний інтервал (наприклад, через 2-3 тис. км.). Такий підхід необхідний, якщо всередині агрегату накопичилося багато бруду.

Що стосується всіляких присадок в коробці передач, то необхідно мати на увазі, що такі засоби не усувають серйозних поломок. Без потреби добавку в КПП заливати також не рекомендується. Справа в тому, що суміші так чи інакше впливають на масло і деталі агрегату.

Часто капітальний ремонт коробки говорить про те, що зношені деталі необхідно замінити на нові. При цьому змінюються всі «нутрощі» коробки передач, оскільки тільки після розбирання коробки передач можна оцінити ступінь зносу валів, шестерень та інших елементів. З одного боку, такий ремонт дозволяє не тільки повернути агрегат до працездатності, але й говорити про великий ресурс відновленої коробки. Однак мінусом є висока вартість капітального ремонту такої коробки передач. З огляду на вищевикладене, більш раціональним рішенням часто є придбання підрядного агрегату в хорошому стані з гарантією.

При необхідності ремонту коробки передач, особливо якщо такий ремонт проводиться на СТО, потрібно звертатися тільки до досвідчених фахівців. На початковому етапі слід усунути несправність агрегату, так як поширена практика заміни однієї або двох зношених деталей, але потім виписується рахунок на повний ремонт коробки передач.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2.3. Перевірка працездатності елементів редуктора



Рисунок 2.2 – Розборка АКПП автомобіля Ford Focus при проведенні ремонтних робіт

Якщо порівнювати автоматичну коробку її з традиційною механічною, не можна не відзначити і низку її недоліків:

Основний недолік автомата полягає в тому, що в момент переходу з однієї передачі на іншу виникає провал потужності. Є такий провал і у МКПП, але при керуванні автомобілем з механічною коробкою водій, орієнтуючись на дорожню обстановку, сам вибирає момент переходу з однієї передачі на іншу, відразу все вирішує автомат, і момент цей може виявитися не найбільш підходящим. Особливо якщо йдеться про екстремальну ситуацію на дорозі.

Переваги Powershift

Творцям роботизованої коробки Powershift вдалося вирішити цю проблему. Її конструкція настільки ж проста, як і оригінальна: вона являє собою, по суті, два синхронно працюючі механізми: перший відповідає за включення/вимикання парних передач, другий включає і вимикає непарні. Працюють вони хоч і злагоджено, але не залежно один від одного. Таким чином, провал потужності в

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

момент переходу з однієї передачі на іншу практично повністю зникає, що благотворно позначається і на керованості автомобіля, і його динамічних характеристиках. Але і це ще не все: коробка Powershift дозволяє знизити витрату палива майже на 10% (зрозуміло, порівняно з автоматами інших конструкцій).

Коробка Powershift Форд Фокус 3 має два серйозні недоліки:

По-перше, завдяки тому, що, по суті, містить дві незалежні КПП, кількість можливих несправностей Powershift теж збільшилася вдвічі.

По-друге, вартість коробки теж суттєво збільшилася, як збільшилася і вартість її діагностики та ремонту. До того ж далеко не кожен фахівець візьметься за ремонт робота Форд Фокус 3 – для цього потрібно мати досвід роботи із КПП саме цієї конструкції. Оскільки розроблена ця коробка в надрах конструкторського бюро компанії Ford, то і встановлюється вона на автомобілі цієї марки і на деякі з автомобілів Вольво. Не дивлячись на складність конструкції, робот Powershift має порівняно невеликі розміри, тому її можна зустріти на машинах різних класів, починаючи від потужних Мондео і закінчуючи компактними фокусами.

Враховуючи оригінальну конструкцію АКПП цієї моделі, не дивно, що і її поломки даються ознаки дещо по-іншому, ніж несправності традиційних автоматичних коробок. Так, наприклад, у Фокусу з коробкою Powershift можуть виникнути проблеми з переходом тільки на парні або, навпаки, на непарні передачі, що говорить про несправність однієї з двох коробок. У той час як у стандартної АКПП несправність виявлялася при роботі всіх передач.

Найбільш слабкою ланкою Powershift виступають її муфта та вали, то не дивно – адже саме їм доводиться працювати в умовах постійних підвищених навантажень. Також слід відзначити вимогливість Powershift до якості олії. По-перше, далеко не всі моторні олії для неї підходять, а по-друге, міняти його слід частіше, ніж в інших коробках (це, до речі, відображено в керівництві користувача Форд Фокус). При недотриманні цих вимог рухливі елементи

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

коробки швидко зношуються, що спершу призводить до одиничних, а незабаром і постійних збоїв у її роботі.

Ще одне слабе місце Powershift – це її електронна складова. Втім, поломки електроніки, що управляє, властиві чи не всім автоматам, адже електроніка дуже чутлива до підвищених температур, а КПП в процесі роботи нагрівається, і досить істотно. Тому власники фокусів повинні бути готові до того, що ремонт Powershift Ford Focus 3, яка б поломка з нею не відбулася, обійдеться їм дещо дорожче, ніж ремонт АКПП будь-якого іншого типу.

Чому так важливо своєчасно виконувати всі процедури планового ТО трансмісії Ford Focus та експлуатувати автомобіль згідно з рекомендаціями виробника: не перевантажувати і, головне, прогрівати коробку перед початком руху, особливо взимку.



Рисунок 2.3 – Комп’ютерна діагностика АКПП автомобіля Ford Focus

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

3. Типові несправності АКПП автомобілів Ford Focus

Виробник трансмісії Getrag створив спільне підприємство з FoMoCo (Ford Motor Company) із випуску преселективних коробок передач з двома зчепленнями. Так само як і у DSG вони бувають двох видів:

- з мокрим зчепленням WD (Wet Dual Clutch)
- із сухим зчепленням DD (Dry Dual Clutch)

КПП по конструкції ідентична коробці DSG з мокрим зчепленням, різниця лише в програмному забезпеченні та кількості передач: у DSG їх максимально 7, а у PowerShift – 6. Для VAG механічну частину та програмне забезпечення розробляла компанія Borg Warner, а для Ford – Getrag та Luk. DSG працює жорсткіше, з легким ривком при старті та добре відчутним гальмуванням двигуном під скидання газу. PowerShift перемикає м'якше, майже як у класичного гідромеханічного автомата, зате ефективно пригальмовувати мотором можна лише в ручному режимі.

Розшифровка позначень (Getrag)

DCL - поздовжнє розташування КПП (L)

DCT – поперечне розташування КПП (T)

6DCT/7DCT - 6/7 швидкостей

250/450/750 - крутний момент, що передається в Н/м

Для DCT з низьким моментом, що крутить (до 300 Нм) встановлюються коробки з сухим зчепленням DD. Для потужніших автомобілів йде "мокре" зчеплення WD (450/470 і т.д.).

На Ford Focus 3 встановлюється 3 типи трансмісій: МКПП, АКПП з гідротрансформатором, коробка робот PowerShift (сухий 6DCT250 і мокрий 6DCT450 для дизельних версій).

Коробка Powershift 6DCT250 є продуктом новітніх розробок КПП з двома зчепленнями від Getrag. Вони поєднують зручність звичайної автоматичної коробки з характеристиками і високим рівнем ефективності механічних коробок передач. Всі коробки Getrag з подвійним зчепленням працюють без переривання

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

потоків потужності і домагаються скорочення викидів CO₂ 4-8%. У порівнянні з традиційними гідротрансформаторними автоматичними коробками DPS6 з сухим подвійним зчепленням і електромеханічним приводом досягає зменшення споживання палива до 20% (порівняно зі звичайним автоматом, а не на автомобілі взагалі).

Як зазвичай Getrag декларує, що в 6DCT250 олія залита на весь термін служби. Але міняти все ж таки варто щоб уникнути проблем раніше часу.

Пристрій 6DCT250 (DPS6)

Transaxle Location

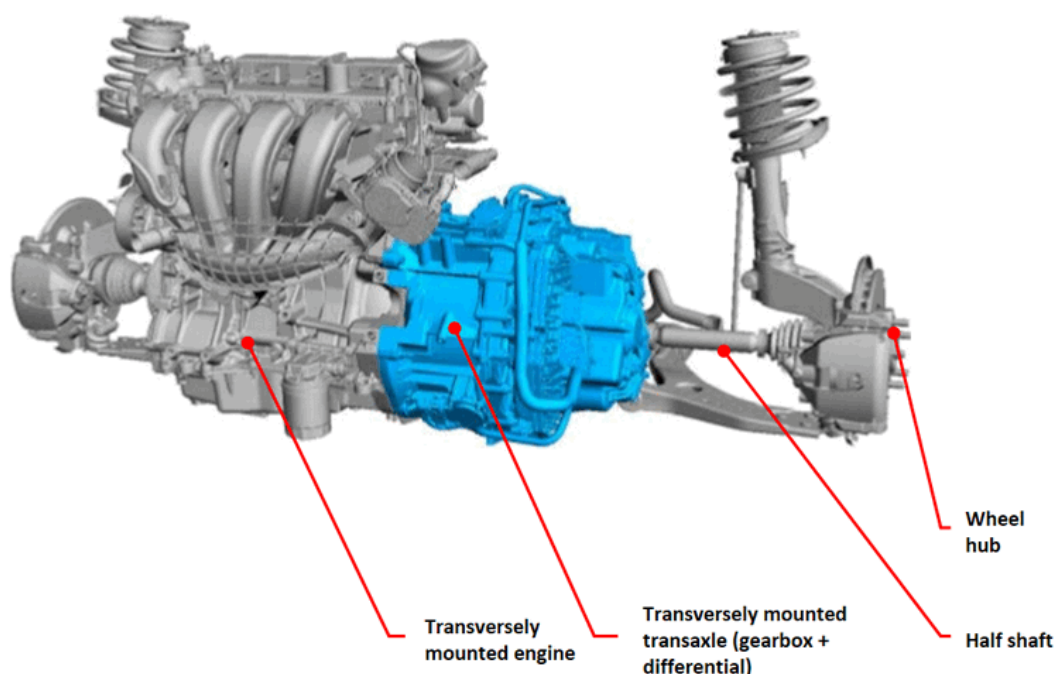


Рисунок 2.4 – Загальний вид пристрою 6DCT250 (DPS6)

6-ступінчаста трансмісія 6DCT250 була розроблена для установки в передньопривідно-поперечній компоновці в сегменті компактних автомобілів і розрахована на крутний момент до 280 Нм. Її можна обладнати окремо з системою повного приводу, а також функцією Start-/Stop без модифікації обладнання. Також DPS6 можна використовувати у гібридному приводі (суміщати з електродвигуном).

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3.1. Типові проблеми 6DCT250, комп'ютерна діагностика несправностей

В основному проблеми бувають зі зчепленням, блоком TCM, вилками перемикачів і проблемами, що теж зустрічаються, з механічною частиною КПП. Також тече сальник первинного валу.

Розглянемо основні пов'язані з блоком TCM:

- смикається коробка при перемикачів з 1-ої на 2-у. Необхідне оновлення програмного забезпечення (прошивки) блоку керування TCM;
- під час роботи на панелі приладів загоряється лампа ESP і з'являється напис «Допомога підйому в гору недоступна»;
- Пропадають передачі (необов'язково всі), відключається повзучий режим.

При встановленні нового блоку керування роботом (TCM) необхідно його прописати (VIN, калібрування).

P0606 - Несправність процесора

P07A3 - Заїдання у включеному стані фрикційного елемента коробки передач.

P0702 - Електрична несправність системи керування коробкою передач

P0707 - низька напруга вхідного сигналу в електричному ланцюзі вимикача діапазону трансмісії А

P0715 - електричний ланцюг датчика частоти обертання первинного валу

P0718 - переривчастий сигнал електричного ланцюга датчика А частоти обертання первинного валу

P0720 - електричний ланцюг датчика вихідного валу

P0723 - переривчастий сигнал в електричному ланцюзі датчика вихідного валу

P0805 - Електричний ланцюг датчика положення зчеплення

P0806 - несправність електричного ланцюга датчика положення зчеплення

P0810 - датчик положення зчеплення

P087A - ланцюги кінцевого вимикача У педалі зчеплення

P087b - несправність електричного ланцюга кінцевого вимикача педалі зчеплення

P0882 - Низька напруга вхідного сигналу живлення

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- P0900 - розрив електричного ланцюга виконавчого пристрою зчеплення
- P0901 - проблеми якості роботи виконавчого пристрою зчеплення
- P090A - обрив ланцюга виконавчого механізму муфти
- P090b - порушення параметрів ланцюга виконавчого механізму муфти
- P0949 - Адаптивний збір даних ASM не виконано.
- P1719 - Неправильний сигнал крутного моменту двигуна.
- P1799 - Розрив електричного кола між TCM та ABS.
- P2701 - Проблеми з роботою фрикційного елемента коробки.
- P2765 - несправність датчика обертання первинного валу (турбіни)
- P2802 - низька напруга вхідного сигналу в електричному ланцюзі діапазону трансмісії
- P2831 - несправність вилки перемикачів передач А
- P2832 - проблеми з якістю роботи вилки перемикачів передач
- P2836 - Електричний ланцюг положення вилки перемикачів передач
- P285C - Параметри ланцюга виконавчого механізму вилки А
- P2860 - Параметри ланцюга виконавчого механізму вилки
- P2872 - Заклинювання муфти А в зачепленні
- P287A - Заклинювання муфти В у зачепленні
- P287B - калібрування вилки перемикачів передач не зареєстроване
- P090C - низька напруга в ланцюзі виконавчого механізму муфти В
- P0607 - характеристики модуля керуванням
- U0294 - Втрата зв'язку з РММ
- U0415 - Недійсні дані, отримані від модуля ABS
- U1013 - Недійсні дані моніторингу внутрішнього модуля управління, отримані від TCM
- U0101 - Втрата зв'язку з TCM
- U0028 - шина передачі даних автомобіля
- U0073 - шина передачі даних модуля управління вимкнена

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3.2. Блок ТСМ. Поради щодо правильної експлуатації



Рисунок 3.1 – Блок керування передачами (ТСМ) 6DCT250

На зображенні виконавчих механізмів зсуву зображена рожевим деталь, описану як ТСМ. Трохи вище на картинці, яка має входні роз'єми від ECU. Сторона, протилежна цьому, має вихід двох двигунів, які ми бачили раніше.

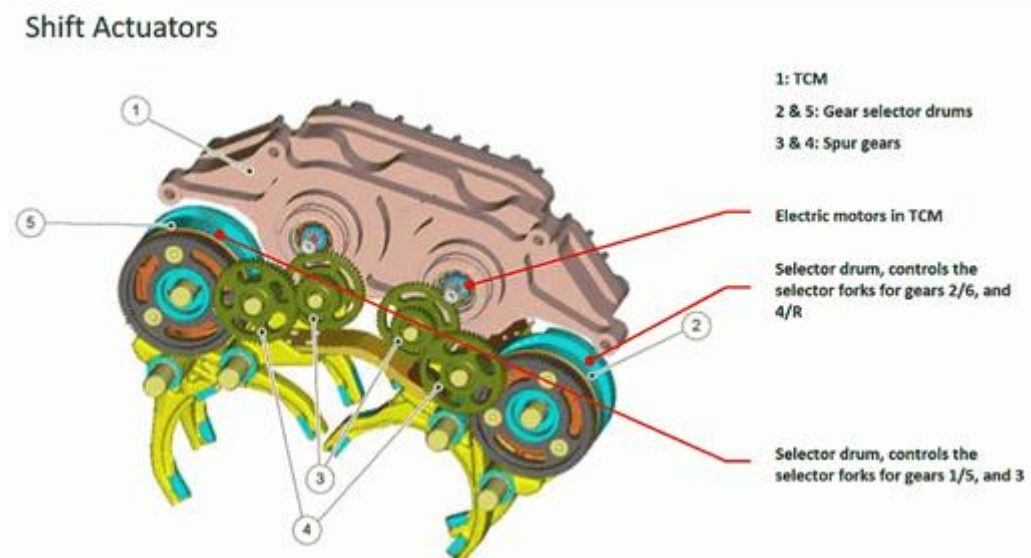


Рисунок 3.2 – Протилежна сторона блоку керування передачами (ТСМ) 6DCT250

ТСМ збирає входні сигнали від різних датчиків, оцінює вхід та керує приводами відповідно.

Входи, що використовуються TCM, включають:

- Дальність передачі (P/R/N/D/S/L і т. д.)
- Швидкість автомобіля
- Частота обертання двигуна та крутний момент двигуна
- Положення дросельної заслінки
- Температура двигуна
- Температура навколишнього середовища (для визначення того, наскільки в'язким є трансмісійне масло, для холодних запусків)
- Кут повороту кермового колеса (щоб уникнути перевантажень або понижувальної передачі при поворотах)
- Входи гальма
- Швидкість вхідного валу (для обох вхідних валів)
- Відношення (нахилу) автомобіля від модуля керування кузова (BCM)

TCM управляє двигунами виконавчих механізмів за допомогою керування з розімкненим контуром, щоб забезпечити адаптивне керування. Це дозволяє TCM ідентифікувати та адаптуватися до наступного:

- Точки зчеплення (вентилятори F1 чути будуть про «точку укусу муфти»)
- Коефіцієнт тертя зчеплення
- Положення кожного вузла синхронізатора

Інформація для вищевказаного зберігається в енергонезалежній оперативній пам'яті TCM. Це те, що складає вивчені моделі керування для конкретної коробки передач.

Датчики

Є кілька датчиків, які збирають та надають інформацію TCM, як з DST, так і в інше місце в транспортному засобі. Ті, що пов'язані з самим DST:

- Датчик швидкості вхідного валу (датчик ISS) - магніто-резистивний датчик - по одному на вхідний вал
- Датчик швидкості вихідного валу (датчик OSS) – знову магніто-резистивний датчик – один датчик, прикріплений до диференціала

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- Датчик діапазону передач (датчик TR) - визначення положення важеля селектора і перетворення їх у сигнал ШИМ

Режими роботи Powershift DPS6

Sport (S) та SelectShift (+/-)

- Режим Sport (S) дозволяє двигуну підніматися вище перед перемиканням на вищу передачу.
- Це дозволяє дозволити запити водія для перемикання на вищі та знижувальні передачі за допомогою кнопки +/-.
- Це тільки «запити», тому що TCM оцінюватиме це по відношенню до інших входів до початку перемикання передач - наприклад, це запобігає перемиканню на більш високі обороти, щоб уникнути попадання у відсічення

Режим паркування (P)

- На вихідному валу зафіксована стоянка для стоянки, щоб вихідний вал не обертається.
- Засувка (штифт) пружна, щоб гарантувати, що вона не вистрибує, якщо не від'єднана.
- Обидві муфти не приводяться в дію, тому вони автоматично відкриваються.
- Приводи зсуву блокують шестерні 1 і R - оскільки вилучення автомобіля з P призведе до вибору однієї з цих передач.
- У посібнику користувача також рекомендується встановити гальмо стоянки (ручне гальмо) для забезпечення того, щоб цей механізм не знімав все навантаження на автомобіль (наприклад, на схилі).

Режим допомоги при старті з ухилу

- Ця функція не є невід'ємною частиною 6DCT250, вона також використовує гальмівну систему.
- Коли автомобіль перебуває у зупиненому стані на ухилі, що перевищує 3 градуси, активується допомога.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- Гальмівна система знаходиться під тиском, щоб утримувати автомобіль, доки не буде встановлено достатній момент, що крутить, для переміщення транспортного засобу. Це може тривати 2-3 секунди.
- Це дозволяє водієві переміщати праву ногу від гальма до педалі газу, не відкочуючись.

Режим нейтралі (N)

- Зчеплення буде вимкнено при використанні гальм.
- Це збільшує економію палива, покращує знижувальну передачу на посадку та покращує надійність зчеплення.

Попереджувальні режими

- Якщо температура зчеплення підвищуватиметься, генеруються попередження, щоб інструктувати водія зупинитися на транспортному засобі доти, доки зчеплення не охолоне. Водій також може прискорити рух транспортного засобу, щоб охолодити зчеплення через повітряний потік (зчеплення можуть перегрітися під час зупинки та руху).
- Щоб зменшити нагрівання муфти, зчеплення буде задіяно швидше, ніж зазвичай, а момент двигуна, що крутить, знижується.
- Якщо температура зчеплення перевищує 300 градусів за Цельсієм, муфти від'єднуються.
- Якщо один із двигунів приводу зчеплення виходить з ладу, тоді трансмісія адаптується до цього, використовуючи лише шестерні на іншій муфті.
- Якщо датчики швидкості не працюють на вхідному валу, шестерні на цьому валу блокуються.
- Якщо сам TCM або датчик TR (діапазон передач) не працюють, обидві муфти від'єднуються, і транспортний засіб не може керуватися.
- Ці режими відмови викликають MIL/CEL (індикатор несправності/індикатор двигуна).

Адаптація зчеплення

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Поради щодо правильної експлуатації 6DCT250 від Getrag

- Перш ніж поставити автомобіль на "P" водій повинен утримуючи педаль гальма, підняти ручник (стоянкове гальмо), і тільки після цього можна переключати кулісу на "P".
- У режимах "R", "D" і "S" не можна допускати тривалої роботи двигуна при натиснутій педалі гальма. У положенні селектора "D" і при натиснутій педалі гальма зчеплення у робота Пауершифт DPS6 6DCT250 повністю не розмикається і трохи прослизає, тому через деякий час можливий локальний перегрів вузла. Фахівці компанії радять поради не стояти так довше двох-трьох хвилин і переводити важіль селектора в N або P.
- Буксирування автомобіля в режимі N дозволяється до 60 км/год.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

3.3. Етапи ремонтних робіт. Надійність АКПП і МКПП і терміни їх служби
Автоматична коробка передач чутлива до якості трансмісійної рідини. Тому для тривалої і безвідмовної служби АКПП вкрай важлива своєчасна заміна масла. При суворому дотриманні інтервалів і помірній манері водіння 4F27E здатний прослужити 500-550 тис. км. В іншому випадку ремонт знадобиться, коли одометр покаже 120-170 тис. км.

При заміні масла в обов'язковому порядку встановлюється новий фільтр. У 4F27E використовується кілька типів витратних матеріалів, які відрізняються в залежності від модифікації АКПП і глибини піддону. Найпопулярнішим є впускний фільтр 17 мм. Має неткану мембрану.

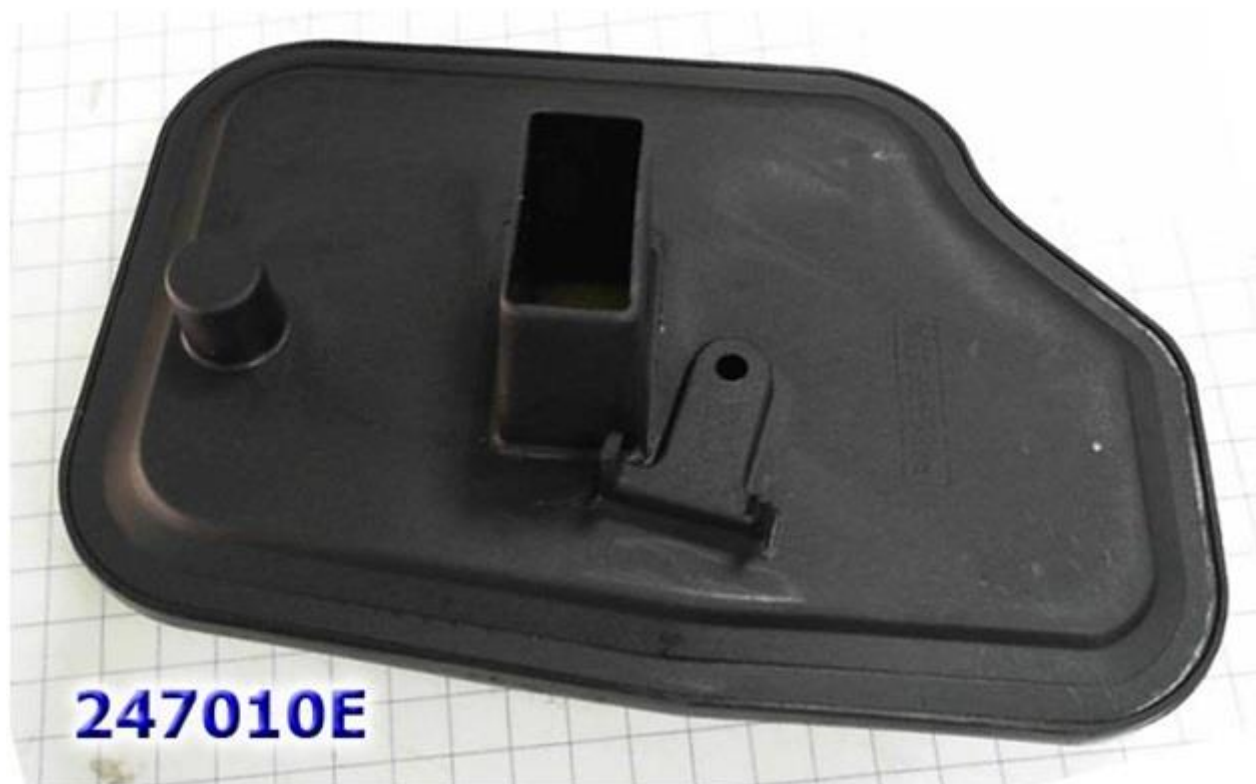


Рисунок 3.3 – Фільтр АКПП

При пробігу понад 180 тис. км поштовхи з'являються при переході між першою і другою передачею. Виною цьому є гальмівна стрічка. Він розтягується і при стисканні гальмівний момент настає пізніше очікуваного. Коли барабан зношений і ремінь натягується, можна компенсувати відсутнє зусилля натискання. Для цих цілей конструкція АКПП має регулювальний болт. Він

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

доступний у різній довжині від 36 мм до 39 мм з кроком 0,25 мм. Для усунення поштовхів при переході від першого до другого необхідно усунути пізню постановку гальмівної стрічки. Для цього потрібно підібрати оптимальну довжину і замінити регулювальний болт.

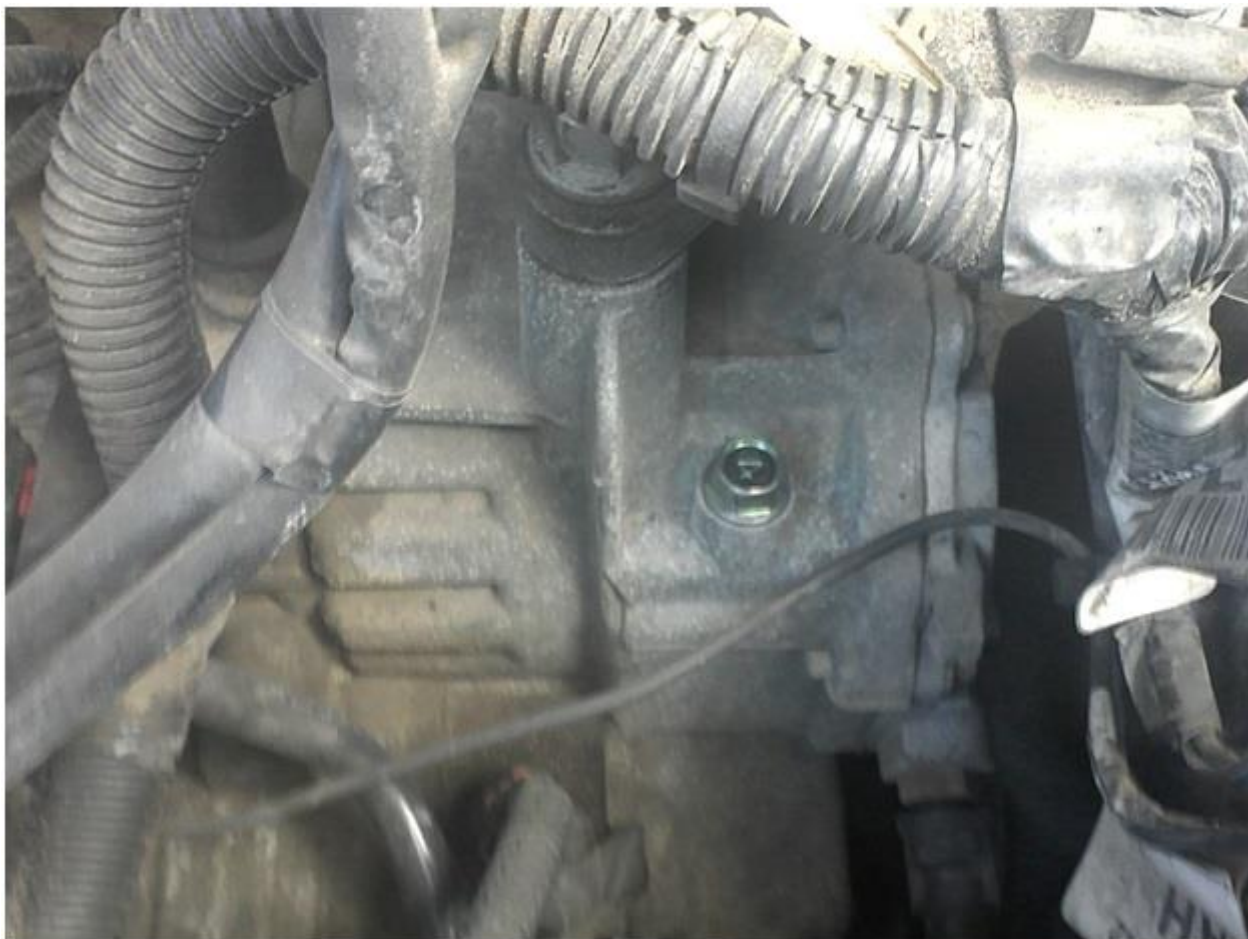


Рисунок 3.4 – Конструкція блокування гальмівного барабана.

Регулювальний болт

При агресивному стилі їзди через 40-80 тис. км з'являються проблеми в барабані, задньому ході і задній кришці. Примусове водіння викликає значний стрес. В результаті барабан деформується. Зовнішнє тефлонове кільце заклинює. Він натирає паз-паз на задній кришці. Це викликає втрату тиску масла і негативно впливає на загальний термін служби автоматичної коробки передач.

Термін служби соленоїдів залежить від стану мастила і кількості забруднень в ньому. При дотриманні термінів заміни трансмісійної рідини

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

соленоїди виходять з ладу на 200 тис. км. Якщо АКПП часто перегрівається, то заміна соленоїдів знадобиться вже при пробігу 60-90 тис. км.

При пробігах 200-300 тис. км зношується втулка насоса. Немає необхідності міняти всю збірку. Досить скористатися спеціальним ремкомплектom.

При пробігу більше 60 тис. км трансмісійна рідина починає просочуватися через сальники і прокладки. Щоб усунути проблему, у продажу є спеціальні ремкомплекти, розраховані на різний пробіг.

Зчеплення зазвичай служать до 200 тис. км. Якщо вони пошкоджені, починається інтенсивне забруднення нафтою. Мастило набуває запаху горілого. Корпус клапана схильний до надмірного зносу. Тому при пошкодженні зчеплення вкрай небажано відкладати заміну. В іншому випадку капітальний ремонт.

Блок управління рідко виходить з ладу. Його ресурс можна порівняти з терміном служби АКПП. Тому зустріти пошкоджений блок управління можна тільки на автомобілях, пробіг яких перевищив 500 тис. км.

Засмічення клапана зазвичай відбувається при пробігу 200-250 тис. км. Заміна вузла необов'язкова. У більшості випадків достатньо промити корпус клапана від забруднення.

При пробігу 170-250 тис. км шийка диференціала сточується. У Ford Focus 2 використовується кілька модифікацій цієї деталі. Диференціали відрізняються кількістю зубів малої і великої шестерні, а також насічками. Це призводить до відсутності взаємозамінності між автозапчастинами.

Більшість деталей і вузлів АКПП 4F27E мають досить великий запас міцності. Тому проблеми з обладнанням рідко виникають на пробігах раніше 300 тис. км. Оббіжне зчеплення, планетарний редуктор, пружини і насос можуть вийти з ладу раніше лише при надмірно агресивному стилі водіння автовласника.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

МКПП менш чутлива до якості трансмісійної рідини, але, незважаючи на це, для тривалого терміну служби в коробку механіка слід заливати тільки оригінальне масло, суворо дотримуючись інтервали його заміни.

Поява гулу та інших сторонніх звуків з трансмісії свідчить про несправність підшипника. Проблеми з ними зазвичай виникають після подолання 100 тисяч кілометрів.



Рисунок 3.5 – Підшипник МКПП автомобіля Ford Focus

При експлуатації на пробігу більше 250 тис. км виходить з ладу важіль МКПП. Ручка перестає чітко перемикає передачі. Ремонт зазвичай полягає в перебудові механізму перемикання передач. Коли пробіг перевищує 400 тис. км, дає про себе значний знос передач. Їх заміна зазвичай супроводжується повним ремонтом механічної коробки передач.

Механікам може знадобитися косметичний ремонт, пов'язаний із заміною сальників і прокладок. Зазвичай це відбувається при пробігу 60-90 тис. км. Зволікати з ремонтом не рекомендується, оскільки втрата масла загрожує серйозними наслідками.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36



Рисунок 3.6 – Вали передач МКПП автомобіля Ford Focus

3.4. Відгуки власників щодо проведення ремонтних робіт

Що ж думають власники Ford Focus хетчбек, універсал і седан про АКПП? Наскільки вони задоволені своїм вибором?

6F35 - далеко не нова модель АКПП, тому якщо порівнювати її з сучасними трансмісіями, вона програватиме за багатьма параметрами. Але завдяки вдало підібраним передавальним числам, навіть шести передач вистачає на повсякденну їзду.

Автомат Ford – не найкраще рішення для любителів швидкої їзди та агресивної манери водіння, але спортивний режим все ж таки дозволяє відчувати непогану динаміку. Ну а для щоденного пересування містом ця АКПП практично ідеальна.

Перемикаються передачі плавно, без затримок, момент їхньої зміни практично не відчувається в салоні автомобіля. Якщо є смикання і провали при русі, в більшості випадків допомагає перепрошивка.

Що стосується надійності, то протягом усього терміну встановлення 6F35 на автомобілі Ford особливих нарікань від власників не надходило. Автомат досить надійний і рідко дає неприємні сюрпризи своїм власникам, якщо вони, звичайно, дбають про свій автомобіль.

Підсумок такий: для тих, хто хоче надійний, передбачуваний автомат для спокійної їзди, 6F35 чудово підійде. Досвід його використання на автомобілях Ford Focus 3 покоління показує, що коробка непогано зарекомендувала себе. Також її можна зустріти на деяких автомобілях Mazda, Lincoln.

					<i>ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

4. Технологічне і лабораторне устаткування для підвищення зносостійкості деталі



Рисунок 4.1 – Загальний вид багатоканерної установки іонного азотування
Загальна характеристика процесу.

Вакуумно-дифузійна газорозрядна технологія модифікації металевих поверхонь азотуванням в тліючому розряді серед більш ніж сотні відомих типів процесів аналогічного призначення цілком виправдано відноситься до технологій універсального застосування, оскільки вона може застосовуватись як для деталей машин – пар тертя, так і для оброблювального інструменту, штампів, прес- та ливарних форм, оснащення тощо. При цьому окрім підвищення зносостійкості, поверхневої міцності, інших показників працездатності забезпечується в певній мірі корозійна стійкість та інші позитивні наслідки модифікації.

Переваги технологічного процесу.

Традиційно найбільш широко в якості газового середовища використовується аміак. Проте результатом цього варіанту процесу є водневе окрихчення. Іншим недоліком що не далі, то все менш допустимим, є екологічна шкідливість процесу. Ці недоліки обґрунтовують перспективність безводневого азотування в тліючому розряді, який є абсолютно екологічно чистим та забезпечує кращу пластичність поверхні.

Сам технологічний процес по заданих кінцевих результатах обробки, сформованих на основі вимог експлуатації, а також оптимізація параметрів технологічного процесу з врахуванням цих вимог має багатогалузевий характер можливого використання означеної технології модифікації, дослідження процесу особливо актуальне для України. Крім того, наявність напрацювань у вибраному науковому напрямку сприятиме подальшому зростанню виробництва в Україні високотехнологічної продукції.

Устаткування для безводневого азотування в тліючому розряді



Рисунок 4.2 – Процес розгерметизації установки іонного азотування

Подільським науковим фізико-технологічним центром Хмельницького національного університету розроблені теоретичні основи проектування та сконструйована серія установок для безводневого азотування в тліючому розряді. За рядом параметрів це устаткування не має світових аналогів.

Розроблені установки мають ряд принципових конструктивних відмінностей у порівнянні з вітчизняними й закордонними аналогами:

- наявність системи підготовки газового середовища, що дозволяє дозувати й приготувати багатокомпонентні насичуючі газові суміші, у тому числі в ході процесу;

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

- наявність замкнутої системи циркуляції робочих газів, що забезпечує високу економічність і екологічну чистоту роботи установок;
- наявність контролера, який забезпечує автоматичний вихід на заданий режим і підтримування його з високою точністю й надійністю, а також гарантовану відсічку переходу тліючого розряду в дуговий.



Рисунок 4.3 – Однокамерна установка іонного азотування «ПАС-2»

Устаткування може застосовуватись в усіх галузях, де виникає потреба підвищити ресурс шляхом безводневого азотування в тліючому розряді оброблювального інструменту, оснащення, деталей, котрі працюють в умовах інтенсивного зношування, кавітаційного та корозійного впливу на них зовнішнього середовища: машинобудування, авіабудування, виробництво транспортних засобів та сільськогосподарської техніки, харчова промисловість, деревообробка, переробка пластичних мас, литво легких сплавів тощо.

Своєчасна профілактична обробка, виконана на устаткуванні, заощаджує значні кошти і істотно продовжить термін експлуатації інструменту і деталей. Ціни на запропоновані послуги помірні. Гарантується якісне створення на робочих поверхнях дифузійних шарів, які мають високу твердість і зносостійкість.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Систематизовано процеси, що відбуваються при вакуумно-дифузійній обробці металевих поверхонь в тліючому розряді, на основі аналізу відомих моделей їх і загальних положень фізики електричного розряду в газі запропонована енергетична модель формування модифікованого шару.



Рисунок 4.4 – Процес завантаження крупногабаритної деталі

Дослідження технології іонного азотування в безводневих середовищах проводилося на установці «УАТР 63», розробленій і виготовленій в Хмельницькому національному університеті. Установа включає вакуумну камеру і системи вакуумування, енергозабезпечення, газо- підготовки, автоматичний блок стабілізації тліючого розряду та блок контрольно-вимірювальних приладів. Особливістю даної установки є наявність в системі газо приготування пристрою для очищення газової суміші, що подається в вакуумну камеру при дифузійному насиченні, та високі вимоги до герметичності всіх вузлів, що входять до системи вакуумування.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



а



б

Рисунок 4.5 – Загальний вид установки іонного азотування

Установка іонного азотування «УАТР – 63»: а – загальний вид; б – плазма тліючого розряду

Технічна характеристика установки «УАТР 63»

1. Потужність	63 кВт
2. Діаметр робочого простору	750 мм
3. Висота робочого простору	800 мм
4. Максимальна напруга в камері	1200 В
5. Максимальний струм розряду	40 А
6. Мінімальний тиск в камері	1,33 Па

4.1. Технологічний процес підвищення зносостійкості деталі іонним азотуванням

Технологія безводневого азотування в тліючому розряді виключає застосування газових середовищ з воднем, що підвищує експлуатаційні показники оброблюваних деталей, виключає водневе окрихчення. Покращуються умови праці – технологія екологічно абсолютно чиста.

Технічна характеристика.

Стендові випробування азотованих в безводневих газових середовищах зубчастих коліс, колінчатих, шліцьових і розподільних валів, коромисел показали підвищення стійкості в 1,6...3 рази, плунжерних насосів і підшипників кочення спеціального призначення – в 1,5 рази в порівнянні із серійною технологією.

Промислові випробування азотованих в тліючому розряді пальців ланцюгів тягових транспортерів, деталей технологічного оснащення для обробки алмазів, шнеків термопластавтоматів, напрямних сопел ливникових машин, що працюють в абразивних середовищах, виявили підвищення зносостійкості в 1,9...3,5 рази. Випробування азотованих деталей технологічних машин для підприємств харчової промисловості, об'єктів, що працюють в агресивних середовищах, підтвердили підвищення їхньої зносостійкості в 2...5 разів. Апробація у виробничих умовах азотованих в безводневих середовищах металорізального інструменту (фрез, свердел, мітчиків, плашок, токарних різців і ін.) забезпечила підвищення його зносостійкості в 1,7...3 рази залежно від умов різання. Довговічність азотованого дереворіжучого інструменту підвищилися в 3...5 разів.

Фізична суть іонного азотування в середовищах, що містять водень, і безводневих однакова. Але якісні та кількісні характеристики окремих стадій цих процесів мають свої відмінності, що впливає на структуру і кінетику формування азотованого шару.

Водень є добрим відновником, тому суть його впливу зводиться до інтенсифікації процесу азотування. Водень нейтралізує кисень, що може попадати в вакуумну камеру при поганій герметизації, а також сприяє утворенню іонів азоту N^+ , які інтенсифікують процес нітридоутворення. Але присутність водню викликає окрихчування поверхні, особливо гострих кромки, і ослаблення основи, що для певних умов означає зниження межі міцності та інших характеристик матеріалу. Присутність аргону в середовищі із вмістом водню сприяє підвищенню пластичності азотованого шару. Заміна ж водню на аргон в газовій суміші (використання суміші N_2+Ar) дозволяє уникнути водневого окрихчування азотованого шару, але при цьому змінюється енергетика процесу іонного азотування. Це пояснюється тим, що атомна маса аргону майже в 40 разів перевищує атомну масу водню, за рахунок чого забезпечується більш інтенсивне розпилювання металу в період іонної зачистки.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

На поверхні, що зміцнюється, утворюються численні дефекти, присутність яких сприяє прискоренню дифузії азоту в металі. Енергія активації процесу іонного азотування у середовищах із воднем та без нього в азот-аргонному середовищі від 1,3 до 1,5 разів менша в порівнянні з її значенням у середовищі із вмістом водню і від 2 до 3 разів менша в порівнянні із газовим пічним азотуванням в аміаку. Однією із головних причин такого зменшення є наявність аргону в насичуючому середовищі. Зниження енергії активації у середовищі, що містить водень, у порівнянні із її значенням у середовищі азоту із гелієм досягається за рахунок хімічної активності водню.

Металографічними дослідженнями виявлено, що іонне бомбардування веде до утворення багаточисельних недосконалостей кристалічної решітки металу, які мають різну форму та величину. На поверхні металу відмічалась велика кількість дислокацій, орієнтованих у різних напрямках. Виявлено, що розміри ділянок, які займають недосконалості, зростають із збільшенням маси та розмірів іонів, що бомбардують поверхню, а у аргону вони від 1,3 до 1,5 разів більші, ніж у азоту чи гелію.

Результати інших досліджень свідчать, що константа швидкості іонного азотування K_h середовищі N_2+Ar значно вища, ніж у випадках водневомісткого середовища, а також суміші азоту з гелієм (N_2+He) (рис. 4.6). З підвищенням ступеня легування значення константи K_h зменшується, що означає зменшення впливу аргону на інтенсифікацію процесу дифузії азоту.

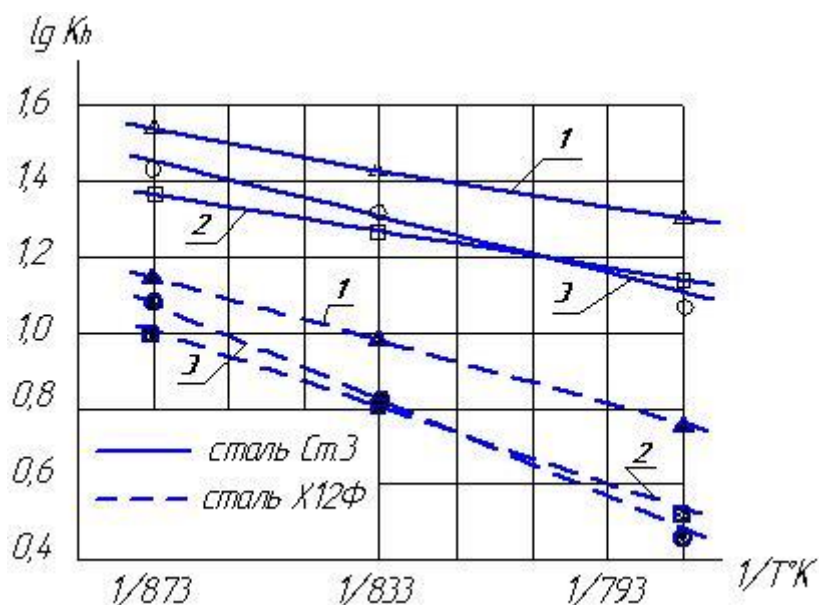


Рисунок 4.6 – Залежності константи швидкості K_h від температури іонного азотування в різних середовищах:

1 - іонна зачистка в аргоні, насичення в середовищі 75 % N_2 + 25 % Ar ;

2 - іонна зачистка у водні, насичення в середовищі 100 % N_2 ;

3 - іонна зачистка у гелії, насичення в середовищі 75 % N_2 + 25 % He .

За умов іонного азотування в безводневих середовищах азотований шар теж складається із зони нітридних сполук (Fe_{2-3} - ϵ -фаза, Fe_4 - γ' -фаза) і зони внутрішнього азотування (азотистого α -твердого розчину $\alpha - Fe_{(N)}$). При цьому спочатку утворюються нітридні сполуки на поверхні, а потім – сама зона внутрішнього азотування. Високий градієнт концентрації азоту в початковий період є рушійною силою процесу. Активація і ескалація дефектів поверхневого шару в результаті бомбардування іонами насичуючого середовища сприяє інтенсивному поглинанню азоту металом. Отже, мікротвердість азотованого шару визначається уже в початковій стадії процесу, що узгоджується із результатами інших досліджень.

Будова азотованого шару і його фазовий склад визначаються протіканням двох конкуруючих процесів: катодного розпилювання і зворотного катодного розпилювання, які, в свою чергу, залежать від технологічних параметрів іонного азотування. В залежності від характеру протікання цих процесів є можливість

отримання дифузійного шару на базі високоазотистого α -твердого розчину без поверхневої нітридної зони і з нею. Присутність водню в насичуючому середовищі сприяє утворенню однофазних нітридних зон з γ' - фазою (Fe_4N) і ϵ - фазою (Fe_{2-3}N).

На процес іонного азотування в безводневих середовищах великий вплив має вміст кисню в насичуючій суміші. При такому процесі азотування насичуюча суміш має бути ретельно очищена від домішок кисню, який пасивує поверхню, що азотується, і знижує кількість іонного азоту. Встановлено, що нижня межа концентрації кисню, за якої інтенсивність процесу дифузійного насичення не знижується, становить 0,01 %. Одним із шляхів зниження шкідливого впливу кисню на процес дифузійного насичення є добавляння в насичуюче середовище водню у невеликих кількостях (до 1 %). Але в більшості випадків необхідність застосування безводневих газових сумішей вимагає ретельного очищення від кисню.

Таким чином, заміна водню на аргон в газових насичуючих середовищах при іонному азотуванні міняє кінетику процесу насичення поверхні азотом, фізико-механічні характеристики та фазовий склад азотованого шару. В результаті цього підвищується пластичність поверхневого шару, зменшується енергія активації процесу в 1,3...1,5 рази, що приводить до зменшення витрат електроенергії в порівнянні з аналогічними режимами іонного азотування в водневих середовищах. Для ефективного проведення даного технологічного процесу необхідне ретельне очищення насичуючої газової суміші від кисню.

Установка для іонно-плазмового азотування (рисунок 4.5 а) складається з вакуумної камери де на спеціальній підвісці закріплюються оброблювані деталі, до яких подається від'ємний потенціал. Закриття кришки вакуумної місткості контролюють датчиком. В систему охолодження вмонтовано датчик контролю наявності води. При відсутності води в охолоджувальній системі чи не закритті кришки вакуумної місткості подається блокувальний сигнал на блок живлення і струм розряду до вакуумної місткості не подається. Вимірювання температури і

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

тиску всередині вакуумної місткості відбувається за допомогою хромель-копелевого перетворювача манометричного термопарного типу ПМТ-2 і спеціально відтарованого іонізаційно-термопарного вакуумметра типу ВІТ-2 відповідно. Результати вимірювання подаються до блоку контролю і регулювання, звідки оброблений сигнал направляється до блоку живлення, на датчик температури і клапан напуску азоту. Завдяки скерованому сигналу від датчика температури виконується регулювання робочої напруги блоку живлення, а отже відбувається керування температурним полем процесу азотування. Відкачка атмосфери з вакуумної місткості відбувається за рахунок форвакуумного насосу НВПР-16-066 через клапан попередньої відкачки та клапан вакуумної відкачки. Клапан попередньої відкачки слугує для запобігання виходу з ладу форвакуумного насосу та попереднього відкачування атмосфери з вакуумної місткості до тиску 100-150 Па. По досягненню визначеного тиску відкривається клапан вакуумної відкачки. Для створення потрібної робочої атмосфери до вакуумної місткості подається робочий газ (азот, аргон) із балону, кількість газу регулюється клапаном напуску. Після закінчення процесу азотування і охолодження виробу в вакуумну камеру через повітря забірник, повітряний фільтр та клапан напуску атмосфери подається атмосферне повітря до досягнення нормального атмосферного тиску. Після чого відбувається відкриття вакуумної камери та вивантажують оброблені деталі.

При іонному азотуванні властивості азотованого шару (товщина, твердість, хімічний та фазовий склади, градієнт твердості по товщині) добре керуються технологічними параметрами: температурою, тиском в вакуумній камері, складом насичуючого середовища, часом дифузійного насичення. Ці технологічні параметри можна змінювати в широких межах, а саме:

- температуру від 480°C до 600°C;
- тиск в вакуумній камері від 80 до 600 Па;
- вміст Ar в суміші з N₂ від 0 до 95%;
- час дифузійного насичення від 5 до 480 хв.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Змінюючи технологічні параметри при азотуванні, можна змінювати властивості азотованого шару в широких межах.

В залежності від технологічного режиму азотування на поверхні сталі можна отримувати азотований шар з різною товщиною нітридної зони або лише з зоною внутрішнього азотування. Азотований шар утворюється в результаті дифузії азоту в поверхневій шару металу під дією енергії, яку він отримує від різниці потенціалів в плазмі тліючого розряду і температури нагріву деталі. Під дією електричного поля тліючого розряду іони газового середовища (азоту і аргону) бомбардують поверхню катода з високою енергією, що перевищує в 5000 разів (при різниці потенціалів 1200 В) енергію атомів азоту при пічному газовому азотуванні. Це прискорює процес дифузії азоту і його сполук з металами, що утворюються на поверхні, в глибину деталі. Для успішного проведення азотування важливим є очищення поверхні від окислів і забруднення, що перешкоджають процесу дифузії. З цією метою проводиться іонна очистка поверхні в тліючому розряді її бомбардуванням атомами і іонами газів при високій напрузі на протязі певного часу до повного розпилення окисних плівок. Найбільш ефективно це відбувається в середовищі аргону, атомна вага якого 40. Велике число дислокацій на поверхні та численні недосконалості будови кристалічної решітки сприяють інтенсифікації дифузійних процесів.

Найбільший приріст глибини азотованого шару відбувається в початковий період, особливо в перші 20 хвилин, коли іде інтенсивне поглинання азоту поверхневою зоною, що має велику кількість дефектів від іонного бомбардування в період іонної очистки. В подальшому процес росту глибини азотованого шару сповільнюється. Тому найбільший вигравш від збільшення швидкості формування дифузійного шару за іонного азотування є в перші 3...6 годин. Із збільшенням тривалості процесу іонного азотування глибина нітридної зони теж зростає, але інтенсивність її росту менша і має граничні значення, що, в свою чергу, залежать від співвідношення інших параметрів процесу. Залежність глибини азотованого шару від тривалості процесу іонного азотування має параболічний характер.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Причому, крутизна параболи тим більша, чим вища температура азотування, тобто вона залежить від ступеню активації поверхні насичення.

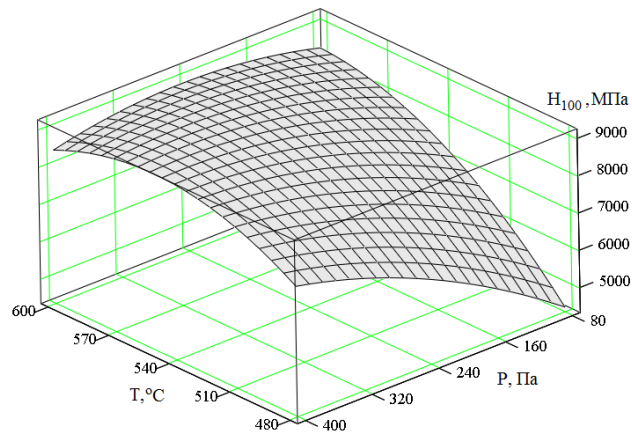
Результати досліджень [109] показують, що для всіх сталей товщина азотованого шару збільшується із збільшенням температури процесу насичення. Параболічний характер залежності товщини азотованого шару від часу дифузійного насичення зберігається і при зміні інших технологічних параметрів (тиску в вакуумній камері та складу насичуючого середовища) Існують певні оптимальні значення цих технологічних параметрів, що забезпечують максимальну товщину азотованого шару.

За результатами досліджень був встановлений оптимальний режим іонного азотування сталі 40Х, що забезпечував максимальне значення мікротвердості H_{max} азотованого шару. $T = 600$ °С; $P = 400$ Па; об. % Ar, в суміші з $N_2 = 57$ %; час дифузійного насичення – 240 хв. Максимальна мікротвердість поверхні після дифузійного насичення $H_{max} = 9226$ МПа. Мікротвердість основи $H_0 = 4570$ МПа. Товщина азотованого шару – 290 мкм.

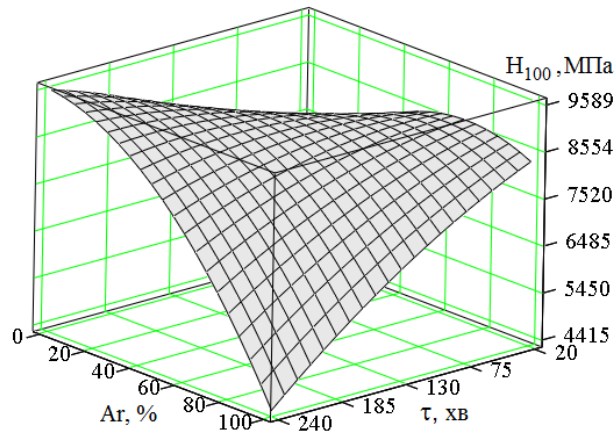
Важливою характеристикою азотованого шару є його мікротвердість. На величину мікротвердості сталей при іонному азотуванні великий вплив мають технологічні параметри процесу дифузійного насичення. В азотованому шарі максимальна мікротвердість утворюється на поверхні і поступово зменшується по глибині до твердості основи.

Результати досліджень свідчать, що при іонному азотуванні величина мікротвердості дифузійного шару визначається, в основному, в початковий період процесу в перші 5...10 хвилин. Це пояснюється високою енергією іонів азоту і високою адсорбційною властивістю поверхневого шару металу після іонної очистки, що приводить до інтенсивного утворення нітридів. В подальшому, зі збільшенням тривалості дифузійного насичення поверхні, мікротвердість може не змінюватися, збільшуватися або зменшуватися в залежності від абсолютних значень технологічних параметрів процесу дифузійного насичення.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50



а



б

Рисунок 4.7 – Залежність твердості азотованого шару сталі 40Х від технологічних параметрів іонного азотування:

а – $H_{100} = f(T, P)$ при $\tau = 75$ хв. $Ar = 57$ об%;

б – $H_{100} = f(\tau, Ar)$ при $T=570$ °С, $P = 160$ Па.

Це пояснюється тим, що іонне азотування супроводжується дією двох конкуруючих процесів: 1) адсорбції та дифузії; 2) катодного розпилення поверхні в результаті іонного бомбардування. В залежності від того, чи ці процеси знаходяться в рівновазі, чи переважає один з них, мікротвердість буде:

- збільшуватиметься при перевазі першого;
- залишатись незмінною з часом при рівновазі процесі адсорбції та дифузії і катодного розпилення;
- зменшуватиметься при перевазі катодного розпилення над адсорбцією і дифузією.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

На процеси адсорбції та дифузії і катодного розпилення впливають всі технологічні фактори, але найбільший вплив мають склад насичуючого середовища і тиск в вакуумній камері. Наявність аргону в насичуючому середовищі посилює процес розпилення і значно впливає на зниження мікротвердості поверхневого шару.

4.2. Випробування поверхневої міцності і зносостійкості деталі

Великий вплив на експлуатаційні властивості азотованого шару має його фазовий та хімічний склад, які залежать від режимів іонного азотування. У таблиці 4.2.1 наведено результати досліджень фазового складу сталі 40X після іонного азотування за різними режимами.

Таблиця 4.2.1

Вплив параметрів іонного азотування в безводневих середовищах на фазовий склад і концентрацію азоту в азотованому шарі сталі 40X

Назва складової та показника	Режим азотування								
	75 об. % N ₂ + + 25 об. % Ar, P = 240 Па, τ = 240 хв			T = 560 °C, P = 240 Па, τ = 240 хв			75 об. % N ₂ + + 25 об. % Ar, T = 560 °C, τ = 240 хв		
	Температура азотування, °C			Вміст Ar в суміші з N ₂ , об. %			Тиск, Па		
	580	560	520	19	38	57	80	240	400
(Fe ₂₋₃ N), ваг. %	23	28	36	33	24	18	11	30	51
(Fe ₄ N), ваг. %	56	57	44	48	53	65	45	45	34
α-Fe _[N] , ваг. %	21	15	20	19	23	13	44	25	15
Вагов. % N ₂ в поверх. шарі	7,4	7,2	7,0	7,1	6,8	6,2	5,3	7,2	8,1

На поверхні азотованого шару присутні три фази (ε, γ' і α-Fe_[N]). З підвищенням температури азотування від 520 °C до 580 °C зменшується кількість ε-фази з 36 % до 23 % і збільшується вміст α-Fe_[N] з 7 % до 7,4 %. Зменшення

азотного потенціалу за рахунок збільшення концентрації аргону в насичуючому середовищі з 19 об. % до 57 об. % викликало значне збільшення ϵ -фази (в 1,8 рази) при незначній зміні кількості α -Fe_[N]. Зміна тиску в вакуумній камері суттєво впливає на фазовий склад поверхні азотованого шару. Зменшення тиску з 400 Па до 80 Па викликає різке зменшення нітридних фаз і збільшення α -Fe_[N]-фази з 15 % до 44 % (майже в три рази). Це обумовлює зменшення твердості та підвищення пластичності азотованого шару. При азотуванні за оптимальним режимом, що забезпечує максимальні значення товщини та твердості поверхні азотованого шару, фазовий склад і концентрація азоту на поверхні (у ваг. %) складає: (Fe₂₋₃N) = 20; Fe₄N = 55; α -Fe_[N] = 25. Вміст азоту 7,5%.

Для проведення порівняльних випробувань зразків на зношування при терті кочення і ковзання було розроблено експериментальну установку на базі свердлувального верстата, загальний вид якої показано на рис. 6.1.

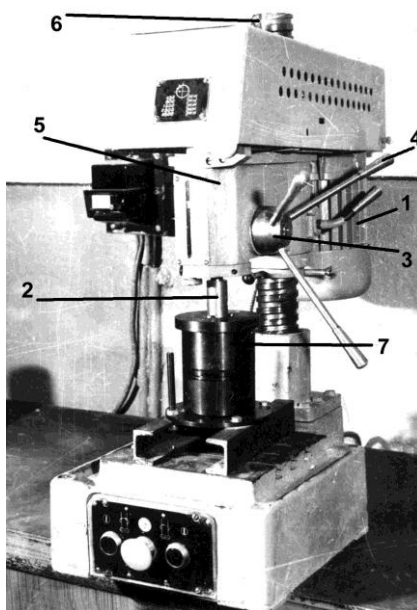


Рисунок 4.8 – Загальний вид експериментальної установки для випробувань на зношування на базі свердлувального верстата:

- 1 – електродвигун; 2 – шпиндель; 3 – вал-шестерня і маточина для переміщення шпинделя; 4 – держак; 5 – шпиндельна бабка верстата; 6 – колона для переміщення шпиндельної бабки; 7 – вузол тертя.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

На рис. 4.9 показаний вимірювальний пристрій для визначення величини зношування на доріжці тертя. В якості вимірювального елемента розробленого пристрою застосована важільно-зубчата головка МКМ. Похибка вимірювання не перевищує 1 мкм.

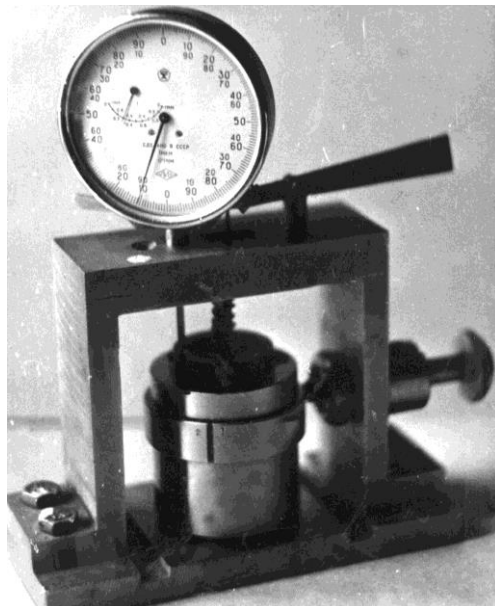


Рисунок 4.9 – Пристрій для вимірювання зносу

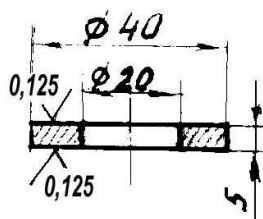


Рисунок 4.10 – Зразок для дослідження вимірювання зносу

Пристрій для визначення величини зношування на доріжці тертя реалізує спосіб випробувань на контактну витривалість і зносостійкість зразків при точковому та лінійному контактах. Хімічний склад сталі 40X:

Вміст елементів, %			
C	Mn	Cr	Si
0,36–0,44	0,5–0,8	0,8–1,1	0,17–0,37

Перед випробуванням та нанесенням покриттів робочі поверхні зразків шліфувалися і мали шорсткість $R_a = 0,125$ мкм. Дослідження проводилися на зразках в середовищі мастила I-20.

Експерименти показали, що в перші цикли навантаження на ділянці контакту виникають значні пластичні деформації поверхні матеріалу, що зменшуються з часом, досягаючи мінімального значення. Вже після 1 хвилини випробувань (9 тисяч циклів навантаження) у результаті пластичної деформації на доріжці кочення утворювалася канавка глибиною 10...12 мкм. На краях канавки виникали буртики у вигляді виступів над площиною кільця висотою до 10 мкм. Після 10 хв. випробувань (90 тисяч циклів навантаження) величина пластичної деформації складала 60% від сумарного значення деформації та зношування за весь період випробувань від початку і до появи викришування на доріжці кочення. У азотованих зразках з цих же сталей величина пластичної деформації поступово зменшувалась і в аналогічних умовах була в 1,5...1,7 разів меншою в порівнянні з неазотованими. Дослідження показали, що кінетика зношування сталей при коченні з лінійним контактом аналогічна кінетиці зношування при коченні з точковим в однакових умовах випробувань. При цьому величина зносу зростає зі збільшенням коефіцієнта проковзування. Величина деформації залежить від величини нормального навантаження і тим більша, чим менші твердість та товщина покриття і твердість основи. При цьому змінюється твердість поверхні доріжки кочення, а її шорсткість поступово приходить до зрівноваженої залежно від структури матеріалу. Дослідження мікротвердості на доріжці кочення показали, що в процесі випробувань з нею відбуваються значні зміни. Мікротвердість доріжки кочення спочатку різко зменшується, а потім поступово збільшується до максимального значення, після чого знову зменшується, аж до початку викришування. Процес зношування при багатоциклового навантаженні в процесі кочення поділяється на три стадії: 1 – припрацювання; 2 – накопичення пошкоджень; 3 – руйнування. Фізичні процеси, що відбуваються в кожній із стадій при терті кочення деталей з покриттями, подібні процесам при коченні деталей без покриттів і відрізняються лише часом кожної із стадій.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Великий вплив на кінетику зношування мають середовища. Агресивні та абразивні середовища значно збільшують знос та зменшують контактну витривалість. При цьому зразки із сталі 40X після іонного азотування в безводневих середовищах мають значно менший знос і більшу контактну витривалість в порівнянні з неазотованими зразками.

Кінетика зношування після іонного азотування та гартованої сталі 40X в мастилі I-20 складала відповідно, за 10 годин випробувань: 11 мкм і 16 мкм; за 20 годин: 12 мкм і 17 мкм; за 30 годин: 13 мкм і 19 мкм; за 42 години 14 мкм і руйнування. Характер впливу середовища на опір втомі залежить від рівня циклічних напружень. Високі контактні напруження кочення, що виникають при терті, у поєднанні із зниженими напруженнями початку текучості металу обумовлюють швидке накопичення дислокацій і вакансій, які можуть дифундувати в область максимальних контактних напружень і там коагулювати, знижуючи міцність матеріалу покриття. В результаті на завершальному етапі випробування у приповерхневому шарі доріжки кочення виникає сітка тріщин, що слід віднести до початкової стадії патологічного зношування у вигляді лущення.

На кінетику зношування і величину зносу при терті кочення з проковзуванням значний вплив має величина тиску на ділянці контакту. Зі збільшенням навантаження значно збільшується зношування і зменшується контактна витривалість зразків. Залежність контактної витривалості зразків від величини навантаження на кульку має експоненціальний характер. Наявність азотованого шару значно підвищує довговічність зразків. З підвищенням навантаження на кульку ефективність від нанесення покриття зменшується, що обумовлено збільшенням пластичної деформації в зв'язку з малою твердістю основи. Це свідчить про те, для таких умов існує критичне значення максимального тиску на площадці контакту, при якому покриття працювати не може.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

В таблиці 1 наведені результати випробувань на контактну витривалість та фізико-механічні і трибологічні характеристики зразків з сталі 40Х без термічної обробки та після іонного азотування при випробуваннях на тертя кочення з точковим контактом в мастилі І-20 при навантаженні на кульку 150 Н (максимальний тиск на площадці контакту $P_0 = 2140$ МПа). Для сталі без термічної обробки контактна витривалість після іонного азотування в 1,66 рази, перевищує її значення в порівнянні з неазотованими зразками. При цьому інтенсивність зношування теж змінюється в таких же співвідношеннях для азотованих і неазотованих зразків.

Таблиця 1

Фізико-механічні і трибологічні характеристики зразків сталі 40Х при випробуваннях на тертя кочення з точковим контактом в мастилі І-20, навантаження на кульку 150 Н.

№ п/п	Вид термообробки та технології нанесення покриття	Мікротвердість H_{100} , МПа			Товщина покриття, мкм	Інтенсивність зношування, $I \cdot 10^{-11}$	Довговічність до появи пітингу, $N \cdot 10^6$ циклів
		Поверхні	Основи	Доріжки кочення після випробувань			
1	без термообробки	3200	2560	3320	–	544	0,63
2	без термообробки + іонне азотування	7620	2560	7240	290	45 8	1,05

В процесі іонного азотування відбувається високотемпературний відпуск гартованої сталі і азотований шар опирається на основу значно меншої твердості ніж твердість гартованої сталі. Величина твердості основи після відпуску залежить від режиму азотування і може знижуватися на 20–30% від твердості гартованої сталі. Це приводить до зниження ефекту від азотування для підвищення контактної витривалості композиції «азотоване покриття-основа» і навіть до зменшення цього показника в порівнянні з гартованою сталлю.

Зменшення контактної витривалості при лінійному контакті в порівнянні з точковим контактом при ідентичних умовах випробувань пояснюється різними умовами роботи матеріалу про плоскому і об'ємному напружено-деформованому

станах. Матеріал при точковому контакті працює в умовах всебічного стискування і має вищу несучу здатність в порівнянні з умовами роботи матеріалу при лінійному контакті. Контактна витривалість сталей при лінійному контакті менша в порівнянні з точковим контактом при ідентичних умовах випробувань.

В основі тертя кочення і зношування лежать процеси пружно-пластичного деформування і структурно-кінетичних перетворень робочих поверхонь шарів контактуючих тіл. При терті кочення з проковзуванням конструкційних елементів з покриттями реалізуються такі види зношування: окислювальний, своєрідний тепловий і втомний. Вагомість кожного з видів зношування залежить від вихідного стану поверхонь, умов тертя, твердості основи, частоти і величини навантажень. У середовищі мастила при середніх навантаженнях провідна роль належить втомному зносу.

Дослідження показали великий вплив на інтенсивність зношування режимів азотування, особливо в період припрацювання, де інтенсивність зношування максимальна.

Іонним азотуванням можна підвищити контактну витривалість сталей, що використовуються для виготовлення зубчастих коліс валів коробок передач в порівнянні з неазотованими на 1,2-1,66 рази, залежно від умов експлуатації.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ВИСНОВКИ

Дана випускна кваліфікаційна робота присвячена поглибленому аналізу ділянок з ремонту коробок передач автомобілів Ford Focus. Для них визначені основні критерії поломок у коробках передач, дана характеристика наявних КПП що експлуатуються на теперішній час.

На основі виконаного огляду з відкритих джерел, показано за рахунок якого устаткування можна проводити діагностику КПП, надані рекомендації з експлуатації, комп'ютерного діагностування несправностей, надана розшифровка найбільш типових поломок при калібруванні нового блоку керування роботом.

На основі посібника з експлуатації надані рекомендації з покращення експлуатаційних характеристик зубчастих передач, розроблена технологія, що дозволить зменшити ризик відмови (зрізання) третьої передачі у МКПП при агресивному стилі керування чи у ралійних авто та подовжить термін експлуатації у АКПП автомобілів Ford Focus.

					<i>ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ЛІТЕРАТУРА

1. FORD FOCUS Руководство пользователя / Ford Motor Company. 2014. 495 с.
2. Руководство по ремонту и эксплуатации автомобиля Ford Focus C-Max. «Ротор». 2003. 504 с.
3. Пастух И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде. Харьков: ННЦ ХФТИ. 2006. 364 с.
4. Каплун В.Г, Каплун П.В. Ионное азотирование в безводородных средах. Хмельницький: ХНУ. 2015. 344 с.

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ДОДАТКИ

					ДРМТВА 22.19073.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61



Тема: «Підвищення зносостійкості шестерні третьої передачі автомобіля Ford Focus»

ВИКОНАВ:

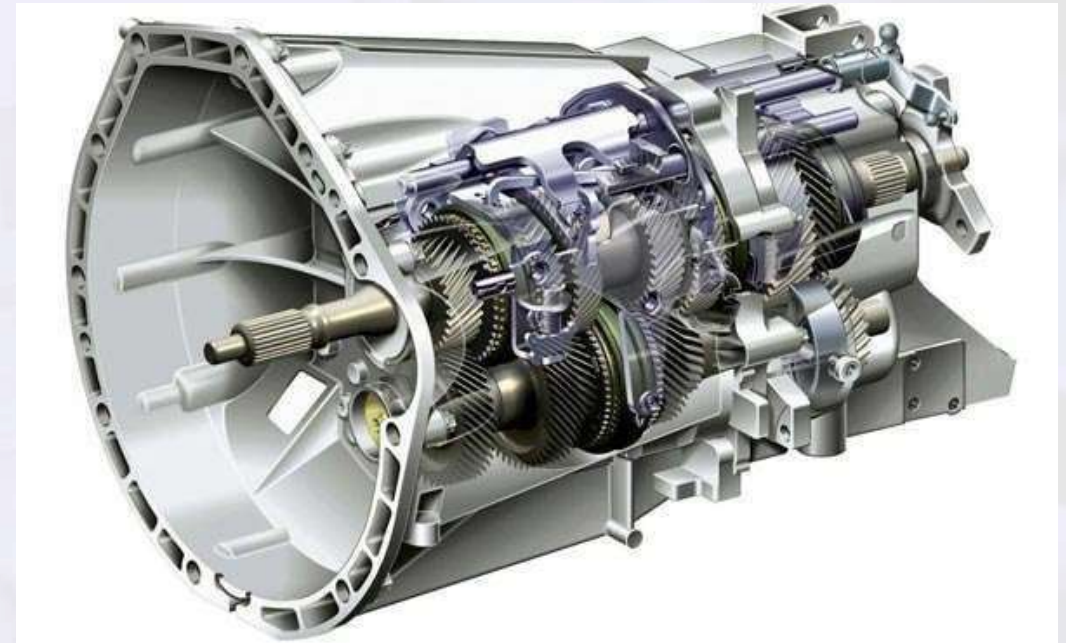
СТУДЕНТ З КУРСУ,
ГРУПА МТВАС -19-2

Ю.О. НОВОСИЛЕЦЬКИЙ

1. Принцип роботи коробок передач автомобілів серії Ford Focus

Рисунок 1.1 – Автоматична коробка передач автомобіля Ford

Основне призначення будь-якої автомобільної коробки перемикач передач є зміна крутного моменту, що передається від двигуна до коліс, зміна швидкості руху і зміна напрямку руху (вперед/назад). Деякі типи коробок передбачають також відключення двигуна від коліс, в інших КПП цю роль виконує додатковий вузол, названий «зчеплення».



ТИПИ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛЯ Ford Focus

Рисунок 1.2 – АКПП автомобіля Ford Focus III

Перемикання передач відбувається завдяки комп'ютеру, який включає необхідні гідравлічні клапани, що приводить у рух відповідні муфти планетарних шестерінок.



Рисунок 1.3 – Роботизована коробка передач автомобіля Ford Focus

Трансмiсії з роботизованим перемиканням передач, або «роботи», як їх іноді називають, об'єднують два попередніх види коробок.



Рисунок 1.4 – Вариаторна коробка передач

Варіатор — це безступінчаста коробка перемикання передач. Така трансмісія досить проста. Крутний момент змінюється плавно, що забезпечує абсолютну плавність ходу. ККД такої коробки досить високий, так як відсутні додаткові механізми і шестерні.



2. Основні несправності коробок передач, їх причини й ознаки

Для механічної коробки передач (МКПП) характерні наступні несправності:

- шум під час роботи та при перемиканні передач;
- неможливість увімкнути будь-яку передачу або всі передачі;
- утруднення перемикання передач;
- мимовільне вимикання передач;
- витік масла з коробки передач.

Основні несправності АКПП:

- трансмісійна рідина;
- стан АТФ;
- низький рівень масла;
- витік АТФ;
- перегрівання;
- перетворювач крутного моменту;
- гідроблок;
- електронний блок управління.

Кожна несправність трансмісії проявляється певними зовнішніми ознаками, однак, щоб точно визначити проблему, необхідно провести діагностику.

2.2. Діагностування технічного стану коробок передач

Рисунок 2.1 – Пошкодження в автоматичній коробці передач

Взагалі вийти з ладу в коробці передач може все, при цьому дізнатися про серйозну поломку можна часом тільки після повного зняття. Тому при русі і перемиканні передач необхідно завжди прислухатися до всіх звуків, що виходять з боку коробки передач – і відвідати сервіс при появі перших побоювань. Виключивши зі списку діагностики зчеплення, почути з коробки можна тільки хрускіт або стуки, а побачити тільки те, коли важіль довільно повертається з робочого положення в нейтральне (простіше кажучи, «передача вилітає»). Останнє зазвичай пов'язане з ослабленими фіксаторами або проблемами з синхронізатором. У першому ж випадку – це знос синхронізаторів, надмірний знос підшипників валів або поломка зубів шестерень. Про несправності шестерень і присвячена ця робота.



2.3. Перевірка працездатності елементів редуктора

Рисунок 2.2 – Розборка АКПП автомобіля Ford Focus при проведенні ремонтних робіт

Якщо порівнювати автоматичну коробку її з традиційною механічною, не можна не відзначити і низку її недоліків:

Основний недолік автомата полягає в тому, що в момент переходу з однієї передачі на іншу виникає провал потужності. Є такий провал і у МКПП, але при керуванні автомобілем з механічною коробкою водій, орієнтуючись на дорожню обстановку, сам вибирає момент переходу з однієї передачі на іншу, відразу все вирішує автомат, і момент цей може виявитися не найбільш підходящим. Особливо якщо йдеться про екстремальну ситуацію на дорозі.



2.3. Перевірка працездатності елементів редуктора

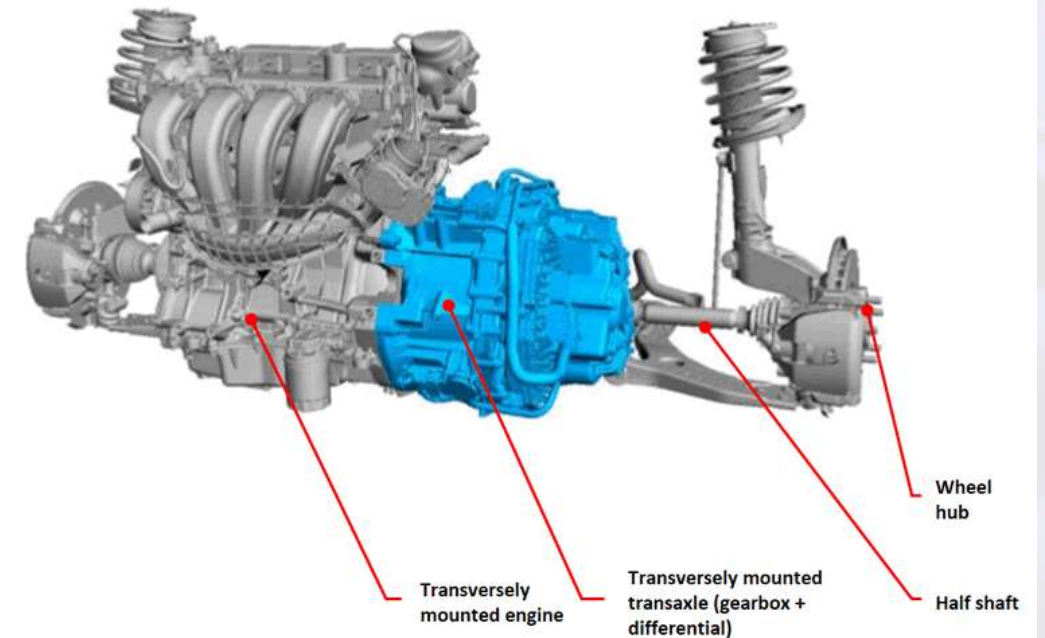
Рисунок 2.3 – Комп'ютерна діагностика АКПП автомобіля Ford Focus



Пристрій 6DCT250 (DPS6)

Рисунок 2.4 – Загальний вид пристрою 6DCT250 (DPS6)

Transaxle Location



3.1. Типові проблеми 6DCT250

Основні проблеми пов'язані з блоком TCM:

смикається коробка при перемиканні з 1-ої на 2-у. Необхідне оновлення програмного забезпечення (прошивки) блоку керування TCM;

під час роботи на панелі приладів загоряється лампа ESP і з'являється напис «Допомога підйому вгору недоступна»;

Пропадають передачі (необов'язково всі), відключається повзучий режим.

При встановленні нового блоку керування роботом (TCM) необхідно його прописати (VIN, калібрування).

P0606 - Несправність процесора

P0702 - Електрична несправність системи керування коробкою передач

P0707 - Низька напруга вхідного сигналу в електричному ланцюзі вимикача діапазону трансмісії А тощо



Рисунок 3.1 – Блок керування передачами (TCM) 6DCT250

4. Технологічне і лабораторне устаткування для підвищення зносостійкості деталі

Рисунок 4.1 – Загальний вид багатокамерної установки іонного азотування

Загальна характеристика процесу.

Вакуумно-дифузійна газорозрядна технологія модифікації металевих поверхонь азотуванням в тліючому розряді серед більш ніж сотні відомих типів процесів аналогічного призначення цілком виправдано відноситься до технологій універсального застосування, оскільки вона може застосовуватись як для деталей машин – пар тертя, так і для оброблювального інструменту, штампів, прес- та ливарних форм, оснащення тощо. При цьому окрім підвищення зносостійкості, поверхневої міцності, інших показників працездатності забезпечується в певній мірі корозійна стійкість та інші позитивні наслідки модифікації.



4. Технологічне і лабораторне устаткування для підвищення зносостійкості деталі

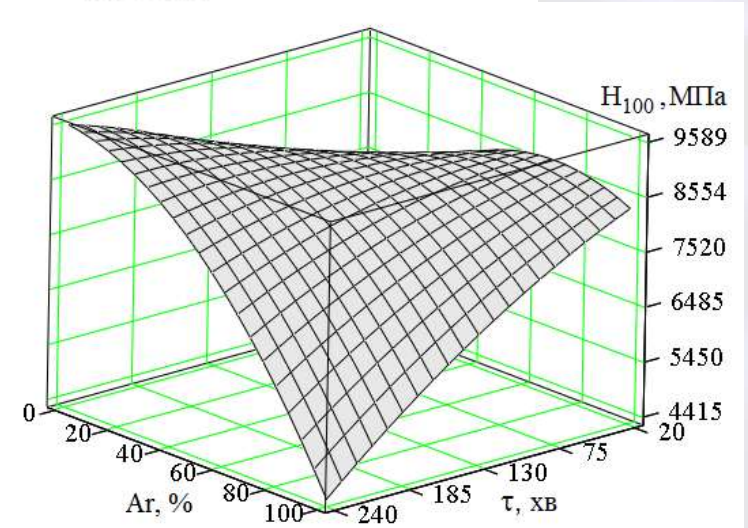
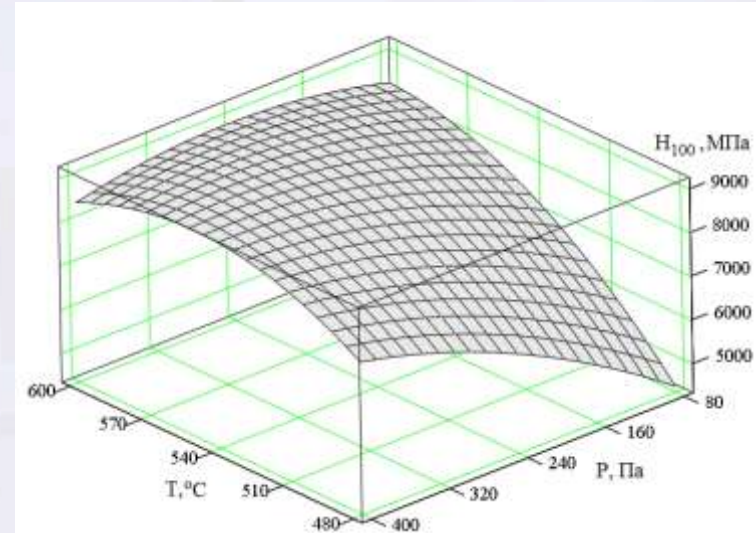
Рисунок 4.7 – Залежність твердості азотованого шару сталі 40X від технологічних параметрів іонного азотування:

а – $H_{100} = f(T, P)$ при $\tau = 75$ хв. $Ar = 57$ об%;

б – $H_{100} = f(\tau, Ar)$ при $T=570$ °C, $P = 160$ Па.

Це пояснюється тим, що іонне азотування супроводжується дією двох конкуруючих процесів: 1) адсорбції та дифузії; 2) катодного розпилення поверхні в результаті іонного бомбардування. В залежності від того, чи ці процеси знаходяться в рівновазі, чи переважає один з них, мікротвердість буде:

- збільшуватиметься при перевазі першого;
- залишатись незмінною з часом при рівновазі процесі адсорбції та дифузії і катодного розпилення;
- зменшуватиметься при перевазі катодного розпилення над адсорбцією і дифузією.



ВИСНОВКИ

- Дана випускна кваліфікаційна робота присвячена поглибленому аналізу ділянок з ремонту коробок передач автомобілів Ford Focus. Для них визначені основні критерії поломок у коробках передач, дана характеристика наявних КПП що експлуатуються на теперішній час.
- На основі виконаного огляду з відкритих джерел, показано за рахунок якого устаткування можна проводити діагностику КПП, надані рекомендації з експлуатації, комп'ютерного діагностування несправностей, надана розшифровка найбільш типових поломок при калібруванні нового блоку керування роботом.
- На основі посібника з експлуатації надані рекомендації з покращення експлуатаційних характеристик зубчастих передач, розроблена технологія, що дозволить зменшити ризик відмови (зрізання) третьої передачі у МКПП при агресивному стилі керування чи у ралійних авто та подовжить термін експлуатації у АКПП автомобілів Ford Focus.

