

ЛЕКЦІЯ № 22. ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ШАСІ

План лекції. Активна підвіска: датчики, приводи і функціонування системи. Системи повного приводу: 4Motion, quattro, 4Matic, xDrive. Система адаптації до дорожніх умов. Електронна система керування автоматичною коробкою передач. Функція Tiptronic. Система запобігання ненавмисного прискорення. Роботизована коробка передач DSG. Коробка передач Easytronic. Електронна система керування варіатором. Варіатор Multitronic. Система електронного блокування диференціала. Система контролю тиску в шинах.

Активна підвіска.

Активна підвіска, як і багато інших інновацій, була створена у світі автомобільних перегонів. Тепер вона поступово стає все більш популярною при виробництві звичайних транспортних засобів. Цікаво відмітити те, що в міру того як деякі команди, які приймають участь у перегонах «Формула-1», вдосконалювали підвіску, правила змінилися (1993-1994 рр.), щоб запобігти її використанню!

Звичайні системи підвіски - це завжди компроміс між м'якими пружинами для комфорту й більш жорстким підпружинюванням для кращої стійкості руху на поворотах. Система підвіски повинна виконувати чотири головні функції:

- поглинати удари від вибоїв;
- справлятися з «пірнанням» носової частини при гальмуванні;
- запобігати перекиданню під час поворотів;
- регулювати рух кузова.

Це означає, що деякі функції повинні бути прийняті компромісними, щоб в більшій мірі виконувалися інші.

Функціонування підвіски.

Активна підвіска дозволяє одержати кращу комбінацію усіх функцій. Активна підвіска виходить при заміні звичайних пружин на гідравлічні вузли подвійної дії. Ними управляє блок керування (ECU), який одержує сигнали від різних датчиків. Тиск масла понад 150 бар створюється насосом і подається до гідравлічних вузлів. Клапан із сервоприводом контролює тиск масла, який є, можливо, самим критичним параметром системи.

Головні вигоди від застосування активної підвіски полягають у наступному;

- більший комфорт при русі;
- краща керованість;
- підвищена безпека;
- передбачувана поведінка транспортного засобу в різних умовах;
- відсутність різниці в поведінці порожньої та навантаженої машини на дорозі.

Датчики, приводи і функціонування активної підвіски.

Щоб максимально ефективно управляти гідравлічними вузлами, ECU повинен «знати» певну інформацію. Вона надходить у систему від датчиків, розташованих у різних частинах транспортного засобу.

Датчик навантаження використовується, щоб визначити фактичне навантаження на кожний гідравлічний вузол.

Зсув і вертикальне прискорення. В якості цього датчика можуть використовуватися прості змінні резистори або більш точні й чутливі лінійні датчики тили LVDT.

Бічне й поздовжнє прискорення. Прискорення може бути визначене за допомогою маятникового датчика, що використовує тензодатчики, пов'язані з масою, або пристрої, подібні датчика ударів у двигуні.

Датчик заносу. Відхилення від курсу може бути визначене по бічному прискоренню, якщо датчик встановлений у передній або задній частині транспортного засобу.

Положення керма. Крім положення керма, швидкість зміни напрямку руху визначається по сигналу від датчика обертання. Цей пристрій може бути датчиком на основі променя світла з детектором або будь-чим подібним. Якщо швидкість зміни положення керма виявиться за певним порогом, то система перейде у режим більш жорсткого регулювання підвіски.

Швидкість транспортного засобу вимірюється за допомогою стандартного датчика, який використовується для спідометра.

Датчик положення дросельного клапана аналогічний існуючим потенціометрам. Він показує намір водія прискорити або сповільнити рух, дозволяючи підвісці перейти в більш жорсткий режим, якщо для цього передбачений відповідний механізм.

Вибір режиму підвіски водієм. У системі передбачений вими-

кач, що дозволяє водієві вибрати м'які або тверді параметри настроювання системи. Але навіть якщо буде обрано м'яке регулювання, то система перейде в більш жорсткий режим при певних експлуатаційних умовах. На схемі компонування системи підвіски (рис. 14.1), показане спрощене зображення гідравлічного вузла.

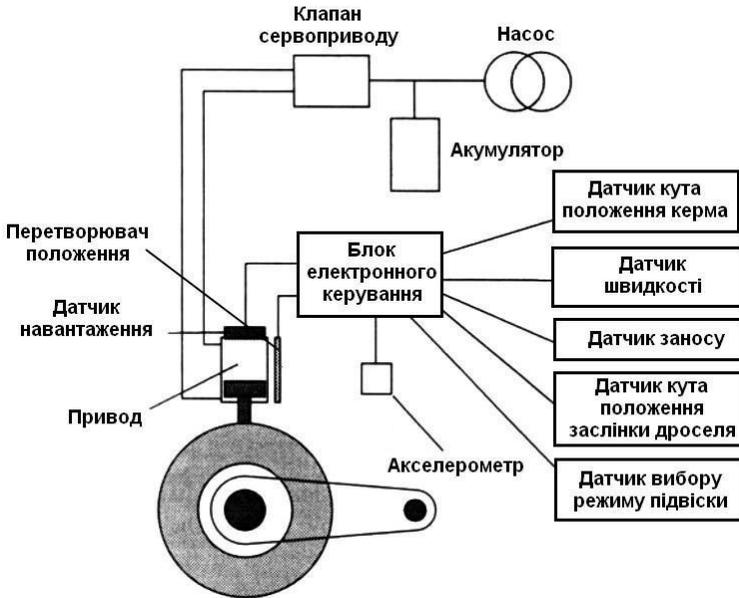


Рисунок 14.1 - Загальне компонування системи активної підвіски й використувані датчики

По суті, це гідравлічний домкрат, який може забезпечувати дуже високий тиск масла, щоб подавати його до верхньої або нижньої камери.

Функціонування всієї системи відбувається в такий спосіб. У момент, коли колесо зустрічає на дорозі опуклість, виникає вертикальне прискорення нагору й збільшення вертикального навантаження. Ця інформація подається до ECU, який обчислює ідеальне зміщення колеса. Сигнал керування від ECU надходить до сервоклапанів, які керують положенням головних гідравлічних вузлів. Оскільки цей процес може відбуватися сотні раз за секунду, колесо може точно йти за контуром дорожньої поверхні. Це зм'якшує дію небажаних наван-

тажень на кузов автомобіля.

Завдяки аналізу інформації від інших датчиків, наприклад бічного датчика прискорення (дані про рух на повороті) і поздовжнього датчика (інформація про поздовжнє гальмування або прискорення), приводи можуть перемішатися так, щоб завжди забезпечувати максимальну стійкість.

Активна підвіска забезпечує комфортний рух, і в цьому запорука її майбутнього. Тому що ціни на комплектуючі падають, система скоро стане надбанням практично всіх транспортних засобів.

Системи повного приводу.

Трансмісії повнопривідних автомобілів мають різні конструкції. В сукупності вони утворюють системи повного приводу. Розрізняють такі види систем повного приводу: постійного підключення, приводи що підключаються автоматично і ті що підключаються вручну.

Різні види систем повного приводу мають, як правило, різне призначення і різні системи керування. Разом з тим можна виділити наступні переваги даних систем, що визначають область їх застосування:

- ефективне використання потужності двигуна;
- краща керованість і курсова стійкість на слизькому покритті;
- підвищена прохідність автомобіля.

Система постійного повного приводу.

Система постійного повного приводу (інше найменування - система Full Time, в перекладі «весь час») забезпечує постійну передачу крутного моменту на всі колеса автомобіля.

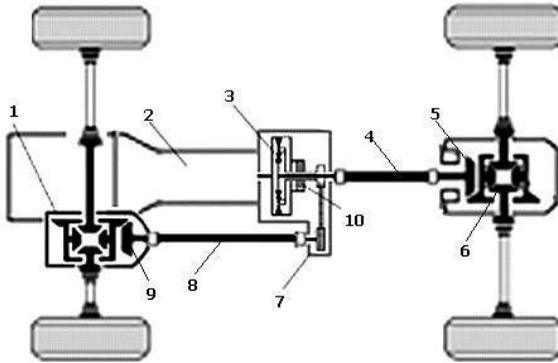
Система включає конструктивні елементи, характерні для повнопривідної трансмісії, а саме: зчеплення, коробку передач, роздавальну коробку, карданні передачі, головні передачі, міжколісні диференціали задньої і передньої осі, а також півосі коліс.

Постійний повний привід застосовується як на автомобілях з компоновкою заднього компонуванням (поздовжнє розташування двигуна і коробки передач), так і на автомобілях з передньоприводним компонуванням (поперечне розташування двигуна і коробки передач). Такі системи відрізняються в основному по конструкції роздавальної коробки і карданних передач.

Відомими системами постійного повного приводу є система Quattro від Audi, xDrive від BMW, 4Matic від Mercedes.

Зчеплення забезпечує короткочасне від'єднання двигуна від тра-

нсмїсії при перемиканні передач, а також запобігання елементів трансмісії від перевантажень. Коробка передач служить для зміни крутного моменту, швидкості і напрямку руху автомобіля. В автоматичній коробці передач функцію зчеплення виконує гідротрансформатор.



1 - міжколійний диференціал передньої осі; 2 - коробка передач; 3 - міжосьовий диференціал; 4 - карданна передача задньої осі; 5 - головна передача задньої осі; 6 - міжколійний диференціал задньої осі; 7 - роздавальна коробка; 8 - карданна передача передньої осі; 9 - головна передача передньої осі; 10 - віскомуфта

Рисунок 14.2 - Схема системи постійного повного приводу

Роздавальна коробка призначена для розподілу крутного моменту по осях автомобіля і його збільшення при необхідності. Сучасна роздавальна коробка включає ланцюгову передачу (зубчасту передачу), що забезпечує передачу крутного моменту на передню вісь, знижувальну передачу у вигляді планетарного редуктора (в окремих конструкціях) і міжосьовий диференціал.

Наявність міжосьового диференціала є відмінною рисою роздавальної коробки системи постійного повного приводу. Для повної реалізації повнопривідних можливостей в конструкції системи передбачається блокування міжосьового диференціала.

Блокування диференціала може здійснюватися автоматично або вручну. Сучасними конструкціями автоматичного блокування міжосьового диференціала є віскомуфта, диференціал Torsen, багатодискова фрикційна муфта.

Ручне (примусове) блокування диференціала проводиться воді-

ем за допомогою механічного, пневматичного, електричного або гідравлічного приводу. На деяких конструкціях роздавальної коробки передбачені функції як автоматичного, так і ручного блокування міжосьового диференціала.

Карданні передачі забезпечують передачу крутного моменту від вторинних валів роздавальної коробки на вали головних передач. Головна передача слугує для збільшення крутного моменту і його передачі на півосі коліс.

Міжколісний диференціал забезпечує розподіл крутного моменту між ведучими колесами і дозволяє напівосям обертатися з різними кутовими швидкостями. У системах повного приводу міжколісний диференціал застосовується на передній і задній осі.

Для реалізації повноприводних можливостей один або обидва диференціали мають можливість блокування. Блокування міжколісного диференціала може здійснюватися вручну або автоматично (віскомуфта, диференціал Torsen). На сучасних автомобілях застосовується електронне блокування диференціала.

Принцип роботи системи постійного повного приводу.

Крутний момент від двигуна передається на коробку передач і далі на роздавальну коробку. У роздавальній коробці момент розподіляється по осях. При необхідності водієм може бути включена знижуюча передача.

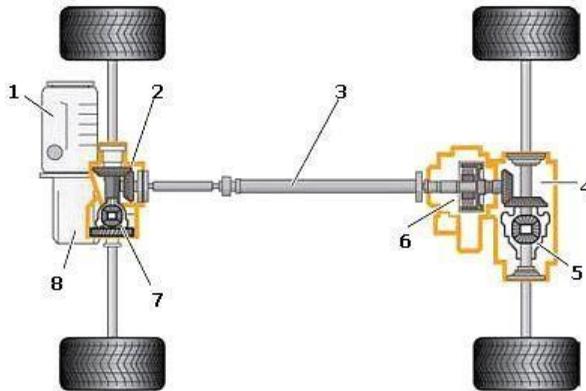
Далі крутний момент через карданні вали передається на головну передачу і міжосьовий диференціал кожної з осей. Від диференціала крутний момент через півосі передається на приводні колеса. При прослизанні коліс однієї з осей автоматично або примусово проводиться блокування міжосьового і міжколісного диференціалів.

Система повного приводу, що підключається автоматично.

Система повного приводу, що підключається автоматично (інше найменування - система **On demand**, в перекладі «на вимогу») є перспективним напрямком розвитку повного приводу легкових автомобілів. Дана система забезпечує підключення коліс однієї з осей в разі прослизання коліс іншої осі. У звичайних умовах експлуатації автомобіль є передньо-або задньоприводним.

Практично всі провідні автовиробники мають в своєму модельному ряді автомобілі з повним приводом що підключається автоматично. Відомою системою повного приводу, що підключається автоматично є 4Motion від Volkswagen.

Конструкція системи повного приводу, що підключається автоматично аналогічна постійному повному приводу. Виняток становить наявність муфти підключення задньої осі.



1 - двигун; 2 - роздавальна коробка; 3 - карданна передача;
4 - головна передача задньої осі; 5 - міжколісний диференціал задньої осі; 6 - муфта підключення задньої осі (муфта Haldex);
7 - міжколісний диференціал передньої осі; 8 - коробка передач

Рисунок 14.3 - Схема системи повного приводу що підключається автоматично (на прикладі системи 4Motion)

Роздавальна коробка в системі повного приводу що автоматично підключається є як правило конічним редуктором. Знижуюча передача і міжосьовий диференціал відсутні.

В якості муфти підключення задньої осі використовуються віскомуфта або електронно-керована фрикційна муфта. Відомою фрикційною муфтою є муфта Haldex, яка використовується в системі повного приводу 4Motion концерну Volkswagen.

Принцип роботи системи повного приводу, що підключається автоматично.

Крутний момент від двигуна, через зчеплення, коробку передач, головну передачу і диференціал передається на передню вісь автомобіля. Крутний момент через роздавальну коробку і карданні вали також передається на фрикційну муфту. У нормальному положенні фрикційна муфта має мінімальне стиснення, при якому на задню вісь передається до 10 % крутного моменту. При прослизанні коліс передньої

осі по команді електронного блоку керування спрацьовує фрикційна муфта і передає крутний момент на задню вісь. Величина переданого на задню вісь крутного моменту може змінюватися в певних межах.

Система повного приводу, що підключається вручну.

Система повного приводу, що підключається вручну (інше найменування - система Part Time, в перекладі «частковий час») в даний час практично не застосовується, тому що є низько ефективною. Разом з тим, саме ця система забезпечує жорсткий зв'язок передньої і задньої осі, передачу крутного моменту в співвідношенні 50:50 і тому є по справжньому позашляховою.

Устрій системи повного приводу, що підключається вручну в цілому аналогічний системі постійного повного приводу. Основні відмінності - відсутність міжосьового диференціала і можливість підключення переднього моста в роздавальній коробці. Необхідно відзначити, що в ряді конструкцій постійного повного приводу використовується функція відключення переднього моста. Правда в даному випадку відключення і підключення це не одне і те ж.

Система повного приводу 4Motion.

Вона відноситься до т.зв. систем повного приводу, що підключається автоматично. У даній системі крутний момент двигуна розподіляється по осях в залежності від дорожньої ситуації. Система 4Motion встановлюється на автомобілі концерну Volkswagen з 1998 року. Назва 4Motion є зареєстрованим товарним знаком.

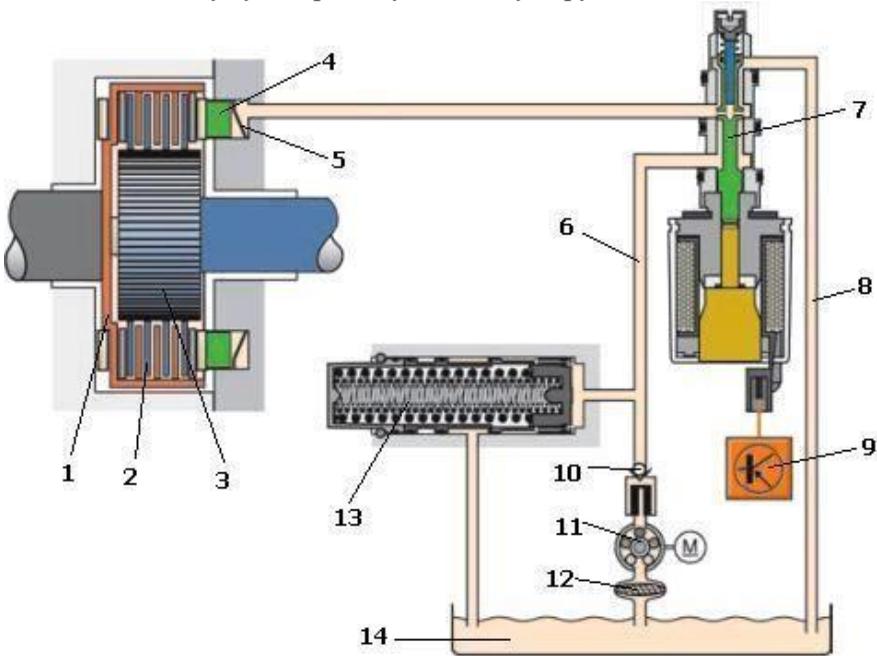
Система повного приводу 4Motion включає диференціал передньої осі в коробці передач, роздавальну коробку, карданну передачу приводу задньої осі, багатодискову фрикційну муфту, головну передачу і диференціал задньої осі. Диференціал передньої осі забезпечує передачу крутного моменту від коробки передач до передніх ведучих коліс. Корпус диференціала передньої осі з'єднаний з роздавальною коробкою порожнистим валом.

Роздавальна коробка являє собою конічну передачу, за допомогою якої крутний момент передається під кутом 90 град. Карданна передача приводу задньої осі з'єднує роздавальну коробку і фрикційну муфту. Карданна передача складається з двох валів, з'єднаних шарніром рівних кутових швидкостей. До роздавальної коробки і фрикційної муфти вали приєднуються за допомогою пружних муфт. Задній карданний вал має проміжну опору.

В системі повного приводу 4Motion застосовується багатодис-

кова фрикційна муфта Haldex. Муфта забезпечує керовану передачу крутного моменту (величина переданого крутного моменту визначається ступенем замикання муфти) від передньої до задньої осі автомобіля. Муфта Haldex вбудована в картер диференціала задньої осі.

В даний час в системі повного приводу 4Motion використовується муфта Haldex четвертого покоління (автомобілі Volkswagen Tiguan), яка має більш просту конструкцію в порівнянні з попередниками. До цього встановлювалися муфти першого і другого поколінь (автомобілі Volkswagen Golf IV, V - опціонально, Volkswagen Transporter). Конструктивно муфта Haldex включає пакет фрикційних дисків, насос, акумулятор тиску і систему керування.



- 1 - барабан; 2 - пакет фрикційних дисків; 3 - маточина; 4 - поршень;
 5 - тарілчаста пружина; 6 - магістраль подачі; 7 - клапан управління;
 8 - зворотна магістраль; 9 - блок керування; 10 - зворотній клапан;
 11 - насос; 12 - масляний фільтр;
 13 - акумулятор тиску; 14 - масляний бак

Рисунок 14.4 - Схема фрикційної муфти Haldex

Пакет фрикційних дисків являє собою набір з фрикційних і сталевих дисків. Фрикційні диски мають внутрішнє зачеплення з матчиною. Сталеві диски мають зовнішнє зачеплення з барабаном. Кількість дисків визначає величину переданого крутного моменту (більше дисків - більше момент). Диски стискаються поршнями.

Муфта Haldex має електронне керування, що включає вхідні датчики, блок керування і виконавчі пристрої. Вхідним датчиком системи керування є датчик температури масла.

Блок керування перетворює вхідну інформацію в керуючі впливи на виконавчий пристрій. Крім датчика температури масла електронний блок керування використовує інформацію від блоку керування двигуном, блоку керування системи ABS, одержувану по CAN-шині.

Виконавчим пристроєм системи керування є клапан керування, який регулює тиск стиснення фрикційних дисків від 0 до 100 % максимальної величини. Величина тиску визначається положенням клапана. Насос і акумулятор тиску забезпечують підтримку тиску масла в системі на рівні 3 МПа.

Принцип роботи системи.

Робота системи 4Motion визначається алгоритмом роботи муфти Haldex, в якому можна виділити такі характерні режими:

- початок руху;
- початок руху з пробуксовкою;
- рух з постійною швидкістю;
- рух з пробуксовкою;
- гальмування.

При русанні з місця і розгоні автомобіля клапан керування закритий, диски муфти максимально стислі. На задні колеса передається максимальний крутний момент. Якщо рух починається з пробуксовкою обох передніх коліс, клапан керування закривається, фрикційні диски муфти стискаються. Крутний момент повністю передається на задню вісь. При пробуксовці одного з передніх коліс в роботу системи спочатку включається електронне блокування диференціала.

При русі з постійною швидкістю клапан відкривається, а диски стискаються в залежності від умов руху. На задню вісь крутний момент передається в певних (незначних) межах.

Пробуксовка в русі автомобіля визначається на підставі сигналів від блоку керування системи ABS. При цьому клапан відкривається в залежності від умов руху (яка вісь і які колеса буксують). При гальму-

ванні клапан керування відкритий, фрикційні диски муфти повністю розтиснені. Крутний момент на задню вісь не передається.

Система повного приводу quattro.

Система повного приводу quattro є системою постійного повного приводу, в якій крутний момент постійно передається на всі колеса автомобіля. З 1980 року назва quattro використовується автовиробником Audi для позначення системи повного приводу своїх автомобілів і є зареєстрованим товарним знаком. Відмінною особливістю системи quattro є поздовжнє розташування двигуна і елементів трансмісії, яке характерно для більшості автомобілів Audi.

Незважаючи на відмінності в конструкції систем конкретних автомобілів, система quattro включає наступні традиційні елементи повнопривідної трансмісії: коробку передач, роздавальну коробку, карданну передачу, головну передачу, роздавальну коробку, карданну передачу, головну передачу і міжколісний диференціал на кожній осі.



1 - коробка передач; 2 - роздавальна коробка; 3 - карданна передача;
4 - головна передача і задній міжколісний диференціал; 5 - вал приводу передньої осі;
6 - головна передача і передній міжколісний диференціал

Рисунок 14.5 - Схема системи повного приводу Quattro

У трансмісії quattro може встановлюватися як механічна коробка передач, так і коробка-автомат.

Роздавальна коробка безпосередньо приєднана до коробки передач. Конструктивно вона включає міжосьовий диференціал, що розподіляє крутний момент на передню і задню осі. Корпус диференціала має механічне поєднання з коробкою передач. Розподіл крутного моменту на осі в залежності від конструкції роздавальної коробки може здійснюватися безпосередньо через приводні вали або окрему зубчасту передачу.

В якості міжосьового диференціала в системі повного приводу quattro використовувалися і використовуються:

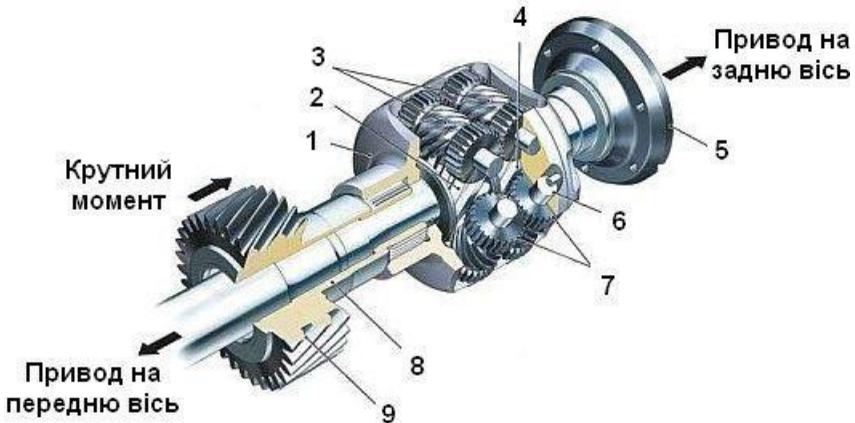
- з 1981 року - вільний міжосьовий диференціал з механічним блокуванням;
- з 1988 року - самоблокований симетричний диференціал Torsen з можливістю перерозподілу крутного моменту на вісь з кращим зчепленням до 80 %. Розташування сателітів перпендикулярно до приводних валів (Torsen T-1);
- з 2007 року - самоблокований несиметричний диференціал Torsen з розподілом крутного моменту по осях в стандартному положенні 40:60 і з можливістю перерозподілу крутного моменту на вісь з кращим зчепленням до 70 % - на передню вісь і до 80 % - на задню вісь. Розташування сателітів паралельно до приводних валів (Torsen T-3);
- з 2010 року - самоблокований несиметричний диференціал з коронними шестернями з розподілом крутного моменту по осях в стандартному положенні 40:60 і з можливістю перерозподілу крутного моменту на вісь з кращим зчепленням до 70 % - на передню вісь і до 85 % - на задню вісь (Audi RS5).

Роздавальна коробка автомобіля Audi Allroad додатково оснащується пониженою передачею. Передача крутного моменту на задню вісь здійснюється за допомогою карданної передачі, що складається з двох валів, трьох шарнірів рівних кутових швидкостей і однієї проміжної опори.

Головна передача і задній міжколісний диференціал виконані в окремому картері. В різний час в системі quattro використовувалися такі конструкції задніх диференціалів:

- з 1981 року - вільний диференціал з механічним блокуванням (ручним або електропневматичним);
- з 1988 року - самоблокований симетричний диференціал Torsen (Audi V8);

- з 1995 року - вільний диференціал з електронним блокуванням.



1 - корпус диференціала; 2 - сонячна шестерня приводу передньої осі; 3 - черв'ячні шестерні; 4 - сонячна шестерня приводу задньої осі; 5 - фланець вала приводу задньої осі; 6 - вісь черв'ячної шестерні; 7 - сателіти; 8 - порожнистий вал; 9 - приводна шестерня

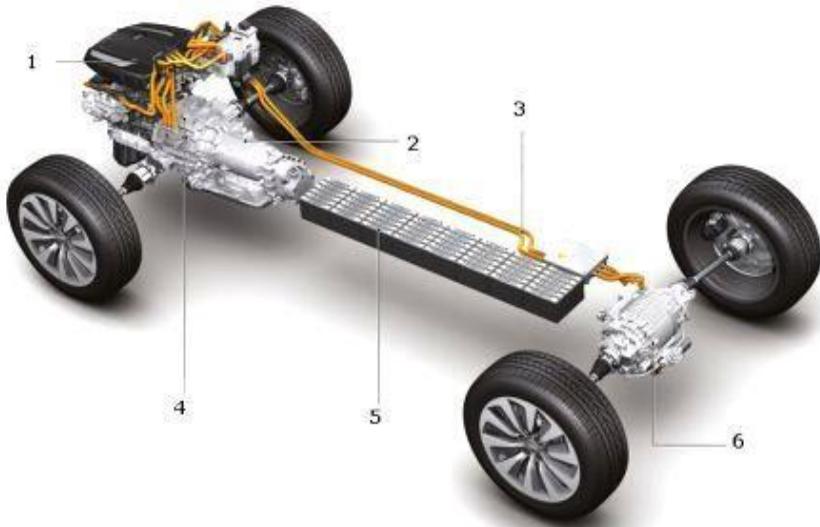
Рисунок 14.6 - Схема диференціала Torsen

Вал приводу передньої осі забезпечує передачу крутного моменту від роздавальної коробки до головної передачі і міжколісним диференціалом передньої осі. Він поміщений в окремий кожух. На останніх моделях автомобілів Audi, оснащених системою quattro, коробка передач, роздавальна коробка, вал приводу, головна передача і диференціал передньої осі об'єднані в одному корпусі.

В якості переднього міжколісного диференціала використовується вільний диференціал, до якого з 1995 року додана функція електронного блокування диференціала.

На автомобілях Audi з поперечним розташуванням двигуна (Audi A3 / S3, Audi TT, Audi Q3) використовується система повного приводу, що підключається автоматично, аналогічна системі 4Motion з фрикційною муфтою Haldex.

Перспективна версія системи повного приводу від Audi заснована на використанні гібридної силової установки і носить назву E-tron quattro. Дану систему встановлюють на серійні автомобілі з 2014 року.



1 - двигун внутрішнього згоряння; 2 - коробка передач;
3 - кабель високої напруги; 4 - електродвигун; 5 - високовольтна
акумуляторна батарея; 6 - задній міст з електричним приводом

Рисунок 14.7 - Схема системи повного приводу E-tron quattro

Конструктивно система E-tron quattro включає на додаток до двигуна внутрішнього згоряння і коробки передач два електродвигуни - потужністю 33 кВт на передній осі і 60 кВт - на задній. При цьому задня вісь має тільки електричний привід. Живлення електродвигунів здійснюється від літій-іонної акумуляторної батареї, встановленої в центральному тунелі автомобіля.

Система повного приводу 4Matic.

Система повного приводу 4Matic є розробкою Mercedes-Benz і встановлюється на деякі моделі легкових автомобілів. Назва 4Matic - зареєстрований товарний знак. Трансмісія автомобілів з системою 4Matic має тільки автоматичну коробку передач.

Система повного приводу 4Matic останнього покоління включає автоматичну коробку передач, роздавальну коробку, карданні передачі приводу передньої і задньої осі, головну передачу і міжколісний диференціал передньої і задньої осі, приводні вали з шарнірами рівних кутових швидкостей, півосі задніх коліс.

Таблиця 14.1 - Історія системи повного приводу 4Matic

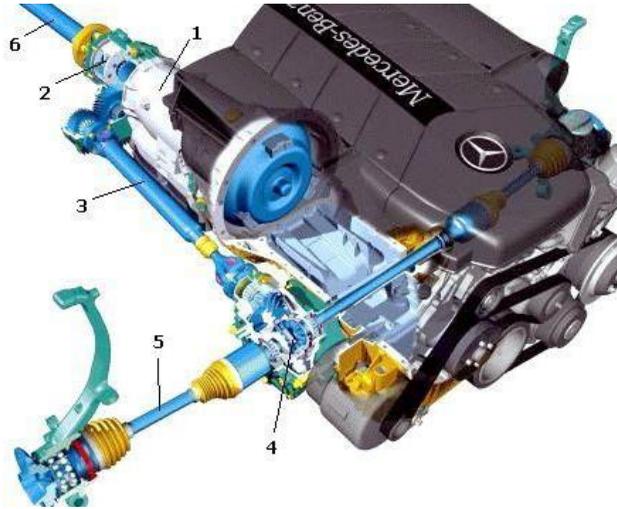
Покоління, автомобілі	Характеристика приводу
1 покоління (з 1986 року) Е-клас (тип 124)	повний привод підключається автоматично, механічні блокування міжосьового і заднього міжколісного диференціалів, керування приводом за допомогою двох гідравлічних муфт, при спрацьовуванні системи ABS відключення повного приводу
2 покоління (з 1997 року) Е-клас (тип 210)	постійний повний привод, міжосьовий і міжколісний диференціали вільного типу, блокування міжколісних диференціалів симулюється за допомогою системи контролю тягового зусилля
3 покоління (з 2002 року) С-клас (тип 203) Е-клас (тип 211) S-клас (тип 220)	постійний повний привод, міжосьовий і міжколісний диференціали вільного типу, контроль за рухом за допомогою системи курсової стійкості, що включає систему контролю тягового зусилля

Центральним конструктивним елементом системи 4Matic є роздавальна коробка, яка здійснює безступінчастий розподіл крутного моменту по осях автомобіля. Роздавальна коробка об'єднує здвоєний планетарний редуктор, циліндричні шестерні, а також приводні вали.

Планетарний редуктор виконує в коробці функцію несиметричного міжосьового диференціала. Передача крутного моменту відбувається таким чином, що на передню вісь припадає 40 % його номінальної величини, на задню вісь - 60 % (на деяких моделях це співвідношення 45:55).

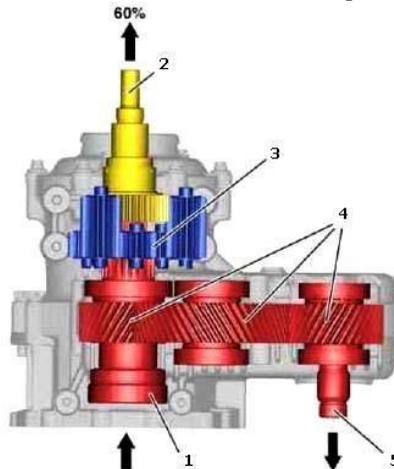
Приводний вал з'єднаний з водило планетарного редуктора. Вал приводу задньої осі обертається від сонячної шестірні великого діаметру. Вал приводу передньої осі порожнистий, з'єднаний з сонячною шестірнею малого діаметру, з іншого боку за допомогою циліндричних шестерень з'єднаний з карданною передачею передньої осі.

В системі 4Matic не передбачено блокувань міжосьового і міжколісних диференціалів. Автоматичний контроль стійкості при русі автомобіля забезпечує система курсової стійкості ESP, яка включає систему контролю тягового зусилля ETS, антипробуксовочну систему ASR і антиблокувальну систему гальм ABS.



1 - автоматична коробка передач; 2 - роздавальна коробка; 3 - карданна передача приводу передньої осі; 4 - головна передача і передній міжколісний диференціал; 5 - приводні вали з шарнірами рівних кутових швидкостей; 6 - карданна передача приводу задньої осі

Рисунок 14.8 - Схема системи повного приводу 4Matic



1 - приводний вал; 2 - вал приводу задньої осі; 3 - планетарний редуктор; 4 - циліндричні шестерні; 5 - вал приводу передньої осі

Рисунок 14.9 - Схема роздавальної коробки системи 4Matic

Система ETS (Electric Traction System) за конструкцією аналогічна електронному блокуванню диференціала. При спрацьовуванні система симулює блокування міжколісних диференціалів шляхом пригальмовування коліс які буксують. При цьому крутний момент на колесі з кращим зчепленням збільшується, чим досягається впевнений розгін з місця, прискорення на дорогах з поганим покриттям, тобто, збалансоване керування автомобілем в складних умовах.

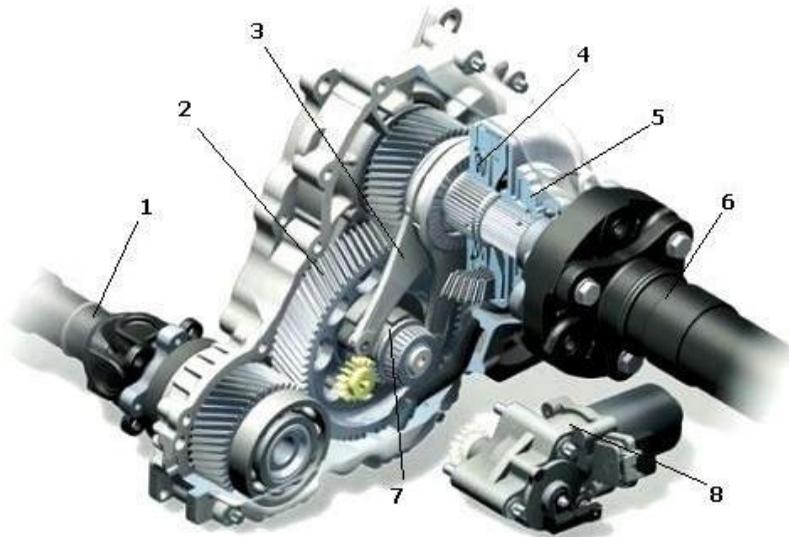
Система повного приводу xDrive.

Система повного приводу xDrive є розробкою концерну BMW і відноситься до систем постійного повного приводу. Система забезпечує безступінчастий, безперервний і змінний розподіл крутного моменту між передньою і задньою віссю в залежності від умов руху.

Таблиця 14.2 - Історія розвитку повного приводу від BMW

Покоління	Характеристика
1 покоління, з 1985 року	розподіл крутного моменту між осями при нормальному русі в співвідношенні 37:63 (37 % - на передню вісь, 63 % - на задню вісь), блокування міжосьового диференціала, заднього міжколісного диференціала за допомогою в'язкісної муфти (віскомуфти)
2 покоління, з 1991 року	розподіл крутного моменту між осями при нормальному русі в співвідношенні 36:64, блокування міжосьового диференціала за допомогою багатодискової муфти з електромагнітним керуванням, блокування заднього міжколісного диференціала за допомогою багатодискової муфти з електрогідравлічним керуванням, можливість перерозподілу крутного моменту між осями (колесами) в межах від 0 до 100 %
3 покоління, з 1999 року	розподіл крутного моменту між осями при нормальному русі в співвідношенні 38:62, міжосьовий і міжколісного диференціали вільного типу, електронне блокування міжколісних диференціалів, взаємодія з системою динамічного контролю курсової стійкості
4 покоління, з 2003 року	розподіл крутного моменту між осями при нормальному русі в співвідношенні 40:60, функцію міжосьового диференціала виконує багатодискова фрикційна муфта з електронним керуванням, можливість перерозподілу крутного моменту між осями в межах від 0 до 100 %, електронне блокування міжколісних диференціалів, взаємодія з системою динамічного контролю курсової стійкості

В даний час система xDrive встановлюється на спортивних позашляховиках (SAV, Sports Activity Vehicle) X1, X3, X5, X6 і легкових автомобілях 3-й, 5-й і 7-ї серій.



- 1 - приводний вал передньої осі; 2 - зубчата передача; 3 - важіль;
 4 - фрикційна муфта; 5 - масляний насос; 6 - приводний вал задньої осі;
 7 - ексцентрик; 8 - електродвигун зі знижуючим редуктором

Рисунок 14.10 - Схема роздавальної коробки системи xDrive

Система повного приводу xDrive в своїй основі використовує традиційну для BMW задньоприводну схему трансмісії. Розподіл крутного моменту між осями здійснюється за допомогою роздавальної коробки, яка представляє собою зубчасту передачу приводу передньої осі, керовану фрикційною муфтою.

У трансмісії спортивних позашляховиків замість зубчастої передачі використовується ланцюгова передача. Система xDrive інтегрована з системою динамічного контролю курсової стійкості DSC (Dynamic Stability Control).

Крім електронного блокування диференціала система DSC об'єднує систему контролю тяги DTC (Dynamic Traction Control), систему допомоги при спуску HDC (Hill Descent Control) та ін. Взаємодія систем xDrive і DSC здійснюється за допомогою системи інтегрального

керування ходовою частиною ICM (Integrated Chassis Management). Система ICM також забезпечує зв'язку з системою активного рульового керування AFS (Active Front Steering).

Принцип роботи системи.

У роботі системи повного приводу xDrive можна виділити кілька характерних режимів, які визначаються алгоритмом спрацьовування фрикційної муфти:

- зрушення з місця;
- проходження поворотів з надлишковою поворотністю;
- проходження поворотів з недостатньою поворотністю;
- рух на слизькому покритті;
- парковка.

При руханні з місця в нормальних умовах фрикційна муфта замкнута, крутний момент розподіляється по осях в співвідношенні 40:60, чим досягається максимальна тяга при розгоні. При досягненні швидкості 20 км/год розподіл крутного моменту між осями здійснюється в залежності від дорожніх умов.

При проходженні поворотів з надлишковою поворотністю (задню вісь заносить до зовнішньої сторони повороту) фрикційна муфта замикається з більшою силою, а на передню вісь направляється більший крутний момент.

При необхідності в роботу включається система DSC, стабілізуюча рух автомобіля шляхом пригальмовування коліс. При проходженні поворотів з недостатньою поворотністю (передня вісь зноситься до зовнішньої сторони повороту) фрикційна муфта розмикається, а на задню вісь направляється до 100 % крутного моменту. При необхідності в роботу включається система DSC.

При русі на слизькому покритті (лід, сніг, вода) пробуксовка окремих коліс запобігається за рахунок блокування фрикційної муфти і, при необхідності, електронного міжколісного блокування системи DSC. Під час паркування фрикційна муфта повністю розмикається, автомобіль стає задньоприводним, чим досягається зниження навантажень в трансмісії і рульовому управлінні.

Система адаптації до дорожніх умов.

Ідея об'єднання повного приводу з іншими електронними системами реалізована в системі адаптації до дорожніх умов (інша назва - система допомоги руху по бездоріжжю). Дана система дозволяє найкращим чином використовувати можливості автомобіля при русі в

різних дорожніх умовах і по бездоріжжю. Завдання водія зводиться лише до правильного визначення характеру покриття і включенню відповідного режиму, а система сама забезпечить оптимальне зчеплення, керуваність і стійкість автомобіля.

Родоначальником механізмів адаптації до дорожніх умов є система Terrain Response, яка встановлюється на автомобілі Land Rover з 2005 року. Іншими різновидами системи допомоги руху по бездоріжжю є:

- Selec Terrain від Jeep;
- Terrain Management System від Ford;
- Multi-Terrain Select від Toyota;
- X-Mode від Subaru.

У різних системах адаптації до дорожніх умов реалізовано спільний підхід до роботи. Деякі системи використовують навіть однакові режими руху. Виняток із загального списку становить система X-Mode, в якій допомога руху здійснюється тільки в автоматичному режимі.



Рисунок 14.11 - Система адаптації до дорожніх умов

Конструкція і принцип роботи системи адаптації до дорожніх умов розглянуті на прикладі Terrain Response. Система Terrain Response як будь-яка електронна система керування включає вхідні пристрої, блок керування і виконавчі пристрої.

Вхідними пристроями виступають органи керування системою. Залежно від моделі автомобіля для керування використовуються перемикачі на центральній консолі або поворотний селектор на панелі між передніми сидіннями. З їх допомогою вибирається певний режим руху.

Таблиця 14.3 - Режими руху в системі Terrain Response

Найменування режиму	Призначення режиму
Основна програма	Рух по сухому твердому дорожньому покриттю
Трава, гравій, сніг	Рух по слизьким, сипучим і пухким поверхням
Бруд, колія	Рух по бруду, ям, м'яким і нерівних поверхнях
Пісок	Рух по поверхнях, покритим сухим піском або товстим шаром гравію (снігу)
Камені, малий хід (не на всіх моделях)	Обережне рух по кам'янистому основі, в тому числі перетин річок убрід
Автоматичний (не на всіх моделях)	Рух по будь-яких дорогах і бездоріжжю

Крім перерахованих режимів на автомобілі Range Rover Evoque використовується динамічний режим, що передбачає активний рух по сухим дорогах з хорошим покриттям. Даний режим оптимізує тягові характеристики автомобіля, підлаштовуючи їх під стиль водіння, а не тип поверхні, тому до системи адаптації відношення не має.

Сигнали від органів керування подаються в електронний блок керування, де активується відповідна програма, яка формує керуючі впливу на підлеглі електронні системи. Власних виконавчих пристроїв система Terrain Response не має, а впливає на електронні блоки керування різних систем автомобіля, оптимізуючи їх роботу під конкретні умови руху.

Підконтрольними Terrain Response системами є: система керування двигуном, автоматична коробка передач, система повного приводу, пневматична підвіска, антипробуксовочна система, система курсової стійкості. За допомогою системи керування двигуном для одного ходу і інтенсивності натискання електронної педалі акселера-

тора реалізується різний крутний момент. Відповідно до обраної програми руху змінюється алгоритм роботи автоматичної коробки передач, забезпечуючи максимальну потужність двигуна і не допускаючи пробуксовки коліс.

Система Terrain Response використовується з різними схемами повного приводу: класичної - з роздавальною коробкою, міжосьовим і міжколісним диференціалами, автоматичною - з дисковою електрогідравлічною муфтою. У кожному разі блокуванням диференціалів (імітацією блокування) досягається ефективний розподіл крутного моменту між осями і окремими колесами. При наявності понижувальної передачі в роздавальній коробці використовується понижуючий діапазон передач.

Пневматична підвіска автоматично змінює висоту кузова. У антипробуксовочній системі використовуються різні порогові значення пробуксовки, що дозволяє поліпшити зчеплення коліс з дорогою. При використанні спеціальних режимів знижується вплив на автомобіль системи курсової стійкості і не потрібне її відключення.

Інформація про роботу системи і вибрані режими руху виводиться у вигляді індикаторів на комбінації приладів і (або) текстових і графічних повідомлень на інформаційному дисплеї.

Коробка передач.

Коробка передач є важливим конструктивним елементом трансмісії автомобіля і призначена для зміни крутного моменту, швидкості і напрямку руху автомобіля, а також тривалого від'єднання двигуна від трансмісії. Залежно від принципу дії розрізняють ступінчасті, безступінчасті і комбіновані коробки передач. Тип коробки передач багато в чому визначає тип трансмісії автомобіля. У ступінчастих коробках передач крутний момент змінюється ступінчасто. До них відносяться механічна і роботизована коробки передач.

Механічна коробка передач (скорочене найменування - МКПП, повсякденна назва - механіка) являє собою багатоступінчастий циліндричний редуктор, в якому передбачено ручне перемикання передач. Залежно від числа ступенів розрізняють чотириступінчасту, п'ятиступінчасту, шестиступінчасту, семиступінчасту і більше коробки передач.

Основними перевагами механічної коробки передач є простота конструкції, надійність, можливість ручного керування в усіх режимах руху. Завдяки цим якостям МКПП є найпоширенішим типом коробки передач. Разом з тим, все більше споживачів в останні роки вибирають

коробки з автоматичним керуванням.

Роботизована коробка передач (інше найменування - автоматизована коробка передач, повсякденна назва - робот) являє собою механічну коробку передач, в якій автоматизовані функції виключення зчеплення і перемикання передач. Сучасні роботи мають подвійне зчеплення, яке забезпечує передачу крутного моменту без розриву потоку потужності.

Застосування роботизованої коробки передач з подвійним зчепленням забезпечує зниження витрати палива, високу розгінну динаміку. Завдяки даним якостям, популярність роботів стрімко зростає. В даний час роботизовані коробки передач встановлюються як на бюджетні автомобілі (Volkswagen, Ford), так і автомобілі преміум класу (Bentley, Porsche). Відомими конструкціями роботизованих коробок передач є коробки передач DSG (Direct Shift Gearbox), SMG (Sequential M Gearbox), Ізітронік.

До безступінчастих коробок передач відноситься варіатор (повсякденна назва - варіаторна коробка передач). На відміну від ступінчастих коробок, передавальне число у варіатора змінюється плавно. Це досягається за рахунок гідравлічного або механічного перетворення крутного моменту.

Завдяки своїй конструкції варіатор забезпечує оптимальні динамічні характеристики автомобіля. З іншого боку варіаторна коробка передач має обмеження по величині передавального крутного моменту. Окремі конструкції мають нарікання в плані надійності та ресурсу. Варіатори використовують, в основному японські автомобільні компанії (Nissan, Honda, Subaru), з європейських - Audi. Відомими конструкціями варіаторів є Мультитронік, Екстронід.

Комбінований принцип дії використовується в автоматичній коробці перемикання передач (скорочене найменування - АКПП, повсякденна назва - коробка-автомат). Класична автоматична коробка передач включає гідротрансформатор (замінює зчеплення і забезпечує безступінчасте регулювання крутного моменту) і механічну коробку передач (зазвичай планетарний редуктор). Сучасні автомати мають сім (7G-Троніс) і навіть дев'ять ступенів передач.

Коробка-автомат забезпечує плавне перемикання передач і високу надійність роботи. При цьому АКПП має підвищену витрату палива і низьку розгінну динаміку. У ряді конструкцій автоматичної коробки передач передбачена імітація ручного перемикання передач.

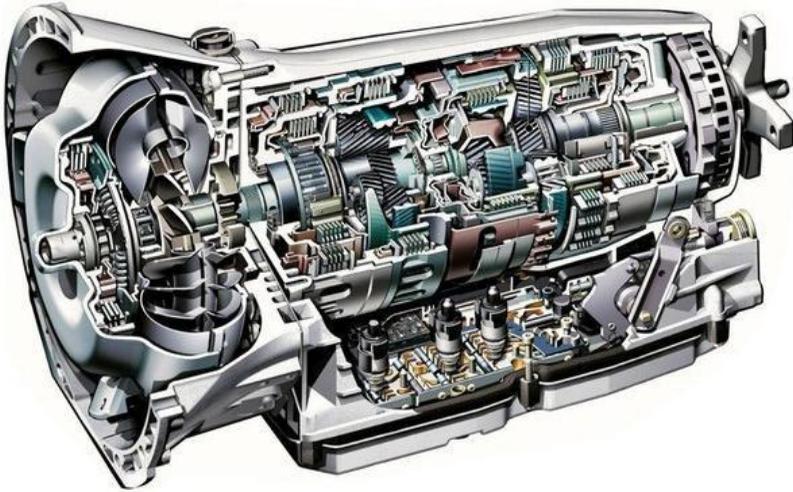


Рисунок 14.12 - Класична автоматична коробка передач

В даний час терміном «автоматична коробка передач» позначаються не тільки класична гідротрансформаторна коробка, а також роботизована коробка передач і варіатор. Всі вони мають електронне керування. Різновидом автоматичної коробки передач є т.зв. адаптивна коробка передач, що враховує стиль водіння конкретної людини.

Автоматична коробка передач.

Автоматична коробка передач (скорочена назва АКПП, повсякденна назва - коробка-автомат) є найпоширенішим пристроєм зміни крутного моменту, що застосовуються в автоматичній трансмісії автомобіля. Традиційно автоматичною називають гідромеханічну коробку передач. Автоматична коробка передач складається з гідротрансформатора, механічної коробки передач і системи керування.

На коробках-автоматах, що встановлюються на передньоприводні легкові автомобілі, в конструкцію включені головна передача і диференціал. Гідротрансформатор призначений для передачі і зміни крутного моменту від двигуна до механічної коробки передач, а також зменшення вібрацій. Конструкція гідротрансформатора включає насосне, турбінне і реакторне колеса, блокувочну муфту, муфту вільного ходу. Гідротрансформатор поміщений у власний корпус. Насосне колесо сполучене з колінчастим валом двигуна. Турбінне колесо пов'язане з механічною коробкою передач.



Рисунок 14.13 - Гідротрансформатор

Між насосним і турбінним колесами розташовується нерухоме реакторне колесо. Всі колеса гідротрансформатора оснащені лопатями певної форми, між якими передбачені канали для проходження робочої рідини. Блокувальна муфта служить для блокування гідротрансформатора в певних режимах роботи автомобіля.

Муфта вільного ходу (інша назва - обгінна муфта) забезпечує обертання жорстко закріпленого реакторного колеса в протилежну сторону.

Всі конструктивні елементи гідротрансформатора розташовані в корпусі, який заповнений спеціальною робочою рідиною ATF (Automatic Transmissions Fluid). Робота гідротрансформатора здійснюється по замкнутому циклу. Від насосного колеса потік рідини передається на турбінне колесо, далі на реакторне колесо.

За рахунок конструкції лопатей реактора швидкість потоку посилюється. Потік направляється на насосне колесо і змушує його обертатися швидше, тим самим збільшується величина крутного моменту. Максимальну величину крутного моменту гідротрансформатор розвиває на мінімальній швидкості. Зі збільшенням частоти обертання колінчастого вала двигуна, кутові швидкості насосного та турбінного коліс вирівнюються, а потік рідини змінює свій напрямок.

При цьому спрацьовує муфта вільного ходу і реакторне колесо починає обертатися. Гідротрансформатор працює в режимі гідромуфти (передає тільки крутний момент). З подальшим зростанням швидкості відбувається блокування гідротрансформатора, при якій замикається блокуюча муфта, і передача крутного моменту від двигуна до механічної коробки передач відбувається безпосередньо. Гідротрансформатор блокується практично на всіх передачах.

В сучасних автоматичних коробках є режим з прослизуючою муфтою блокування гідротрансформатора, який передую повному блокуванню. Режим реалізується за певних умов (швидкість, навантаження) під час розгону автомобіля і дозволяє знизити витрату палива, за-

безпечити комфорт при перемиканні передач. Механічна коробка передач в складі АКПП служить для ступінчастої зміни крутного моменту, а також забезпечує рух автомобіля заднім ходом.



Рисунок 14.14 - Роботизована коробка передач

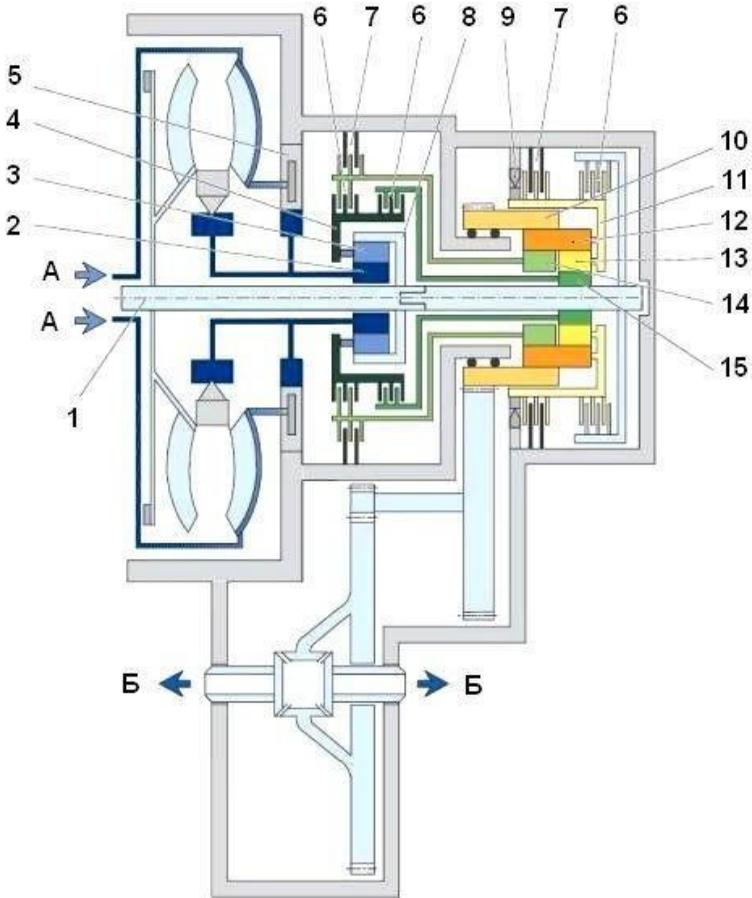
На автоматичних коробках, як правило, застосовуються планетарні редуктори, що відрізняються компактністю і можливістю співвісної роботи. Механічна коробка передач складається з декількох (зазвичай двох) планетарних редукторів, з'єднаних послідовно для спільної роботи.

Об'єднання планетарних редукторів дозволяє забезпечити необхідне число ступенів роботи. Сучасні автоматичні коробки виконуються шестиступінчастими, семиступінчастими, восьмиступінчастими (Audi, Bentley, BMW, Chrysler, Jaguar, Lexus) і навіть дев'ятиступеневими (Mercedes, Land Rover).

Планетарний редуктор в коробці передач складається з декількох послідовних планетарних передач, що утворюють планетарний ряд. Кожна планетарна передача включає сонячну шестерню, сателіти, коронну шестерню і водило.

Зміна крутного моменту і передача обертання здійснюються за умови блокування одного або двох елементів планетарного ряду (сонячної шестерні, коронної шестерні, водила). Блокування коронної шестерні планетарного ряду призводить до збільшення передавального відношення. Нерухома сонячна шестерня, навпаки, зменшує передавальне відношення.

Блокування водила призводить до зміни напрямку обертання. Блокування здійснюють відповідні фрикційні муфти і гальма (обіходна назва - фрикціони). Муфта блокує елементи планетарного ряду між собою. Гальмо утримує конкретні елементи редуктора за рахунок з'єднання з корпусом коробки. У різних конструкціях АКПП використовуються багатодискові або стрічкові гальма.



1 - вал турбінного колеса; 2 - сонячна шестерня одинарного планетарного ряду; 3 - сателіти одинарного планетарного ряду; 4 - водило одинарного планетарного ряду; 5 - шестерінчастий насос; 6 - фрикційна муфта; 7 - фрикційне гальмо; 8 - коронна шестерня одинарного планетарного ряду; 9 - обгінна муфта; 10 - коронна шестерня зведеного планетарного ряду; 11 - водило зведеного планетарного ряду; 12 - довгі сателіти зведеного планетарного ряду; 13 - короткі сателіти зведеного планетарного ряду; 14 - велика сонячна шестерня зведеного планетарного ряду; 15 - мала сонячна шестерня зведеного планетарного ряду

A - підведений крутний момент; Б - відбір потужності

Рисунок 14.15 - Схема автоматичної коробки передач

Муфти та гальма замикаються за допомогою гідроциліндрів, які управляються з розподільного модуля. У конструкції коробки може застосовуватися обгінна муфта, яка утримує водило від обертання в протилежну сторону.

Таким чином, механізмами перемикання передач в автоматичній коробці є фрикційні муфти і гальма. Робота АКПП полягає у виконанні певного алгоритму включення і виключення муфт і гальм.

На сучасних автоматичних коробках передач застосовується електронна система керування, яка включає вхідні датчики, електронний блок керування, розподільний модуль і важіль селектора.

В системі *використовуються наступні датчики*: частоти обертання на вході коробки передач, частоти обертання на виході коробки передач, температури робочої рідини, положення важеля селектора, положення педалі акселератора.

Електронний блок керування коробкою передач обробляє сигнали датчиків і формує керуючі сигнали на виконавчі пристрої розподільного модуля. У своїй роботі електронний блок реалізує т.зв. програму «нечіткої логіки» (fuzzy logic), що передбачає гнучкий алгоритм визначення точок переходу на вищу або нижчу передачу. Блок керування коробкою передач взаємодіє з системою керування двигуном.

Розподільчий модуль (інше найменування - гідравлічний блок) керує потоками робочої рідини і забезпечує спрацьовування фрикційних муфт і гальм. Він складається з електромагнітних клапанів і золотників-розподільників з механічним приводом, з'єднаних каналами і поміщених в алюмінієвий корпус.

Електромагнітні клапани (не дуже коректна повсякденна назва - соленоїди) використовуються для керування перемиканням передач (двохпозиційні клапани) і регулювання тиску рідини (клапани з широтно-імпульсною модуляцією). Роботою електромагнітних клапанів керує електронний блок керування коробкою передач. Золотники-розподільники забезпечують вибір режимів роботи і приводяться в дію від важеля селектора.

Циркуляцію робочої рідини в автоматичній коробці передач здійснює шестерінчастий насос з внутрішнім зачепленням шестерень або лопатевий насос. Насос приводиться в дію від маточини гідротрансформатора. Насос є основою гідравлічної системи коробки передач, в яку крім нього входить гідравлічний блок, гідроциліндри приводу муфт і гальм, трубопроводи.

Охолодження робочої рідини в АКПП виробляє відповідна система. Робоча рідина може охолоджуватися в охолоджувачі (теплообміннику), включеному в систему охолодження двигуна. Ряд конструкцій коробок має окремий радіатор робочої рідини.

Безпосереднє керування АКПП здійснюється важелем селектора. Вибір потрібного режиму роботи коробки проводиться переміщенням важеля в певне положення:

P - режим парковки;

R - режим заднього ходу;

N - нейтральний режим;

D - рух вперед в режимі автоматичного перемикавання передач;

S - спортивний режим.

На окремих коробках реалізується т.зв. режим «кік-даун» (kick-down), що передбачає різке прискорення автомобіля шляхом перемикавання на знижену передачу. Необхідність прискорення визначається за допомогою датчика положення педалі газу. Деякі моделі автоматичних коробок обладнуються функцією ручного перемикавання передач, т.зв. функція Tiptronic.

Керування автоматичною коробкою передач.

Керування автоматичною коробкою передач здійснює електрогідравлічна система. Під терміном «електрогідравлічна» слід розуміти, що безпосереднє керування процесом перемикавання передач і блокування гідротрансформатора здійснює гідравлічна система, а регулювання потоків робочої рідини - електронна система.

Електроніка в управлінні АКПП дозволяє добитися високої швидкості перемикавання передач, плавності роботи, економії палива. Крім цього електронна система керування надає можливість використовувати одну коробку передач з різними двигунами і на різних автомобілях тільки за рахунок перепрограмування блоку керування.

Електронна система керування автоматичною коробкою передач включає вхідні датчики, блок керування і виконавчі пристрої. До вхідних датчиків належать: датчик положення важеля селектора, датчик частоти обертання на вході коробки передач, датчик частоти обертання на виході коробки передач, датчик температури робочої рідини, датчик режиму Tiptronic, датчик режиму «кік-даун».

Датчик положення важеля селектора (інша назва - багатофункціональний датчик) враховує положення важеля селектора коробки передач, відповідно до якого блок керування активізує відповідні про-

грами. Інформація від датчика частоти обертання на вході коробки передач використовується при перемиканні передач і блокуванні гідротрансформатора.

Датчик частоти обертання на виході коробки передач видає параметр, за яким проводиться перемикання передач.

Датчик температури робочої рідини використовується для регулювання тиску робочої рідини і захисту системи від перегріву.

Датчик режиму Tiptronic є мікроперемикачем, за сигналами якого відбувається перемикання передач на вищу або нижчу ступінь.

Датчик режиму «кік-даун» встановлюється на педалі газу і запускає програму різкого прискорення автомобіля.

На основі сигналів, що надходять від датчиків, електронний блок керування визначає логіку перемикання передач відповідно до закладеної програми. Блок керування взаємодіє з іншими електронними системами автомобіля: керування двигуном, антиблокувальною системою гальм (курсової стійкості), рульовим керуванням, клімат-контролем.

Блок керування АКПП в роботі використовує сигнали ряду датчиків системи керування двигуном: частоти обертання колінчастого вала, положення дросельної заслінки, положення педалі акселератора. Крім цього, блок керування двигуном при необхідності зменшує крутний момент при перемиканні передач.

На підставі сигналів датчиків частоти обертання коліс, що входять до складу системи ABS (ESP), розпізнаються різні умови руху (поворот, спуск, пробуксовка). В управлінні автоматичною коробкою передач можуть використовуватися показання датчика кута повороту рульового колеса.

Блок керування реалізує управлінські функції за допомогою виконавчих пристроїв - електромагнітних клапанів в гідравлічному блоці, а також електромагніту блокування важеля селектора.

Для керування потоками робочої рідини використовуються дво-хпозиційні клапани (відкрито / закрито) і клапани з широтно-імпульсною модуляцією (мають змінний прохідний отвір). За допомогою регульованих потоків рідини проводиться блокування муфт, гальм і включення конкретної передачі, а також блокування муфти гідротрансформатора. Важіль селектора від несанкціонованого включення блокується електромагнітом. Зняття з блокування можливе лише при натиснутій педалі гальма.

Принцип роботи системи керування.

Керування автоматичною коробкою передач засноване на визначенні оптимального моменту перемикання передач. Момент перемикання розраховується на основі великої кількості даних (параметрів) за принципом нечіткої логіки, що допускає навмисну невизначеність у виборі рішення.

На сучасних автоматичних коробках реалізована ***адаптивна*** (інша назва - динамічна) ***програма керування***, в якій процес вибору і перемикання передач адаптований до конкретних потреб водія і поточної дорожньої ситуації.

Адаптація коробки передач до стилю водіння конкретної людини виробляється шляхом оцінки характеру розгону (інтенсивності натискання педалі газу) і характеру гальмування (інтенсивності натискання педалі гальма). За результатами оцінки запускається відповідний алгоритм керування.

У адаптивній програмі керування автоматичною коробкою передач враховуються такі умови руху: ухил, поворот, рух з причепом, рух по зимовій дорозі, прискорення, міський режим руху.

Рух під ухил розпізнається по прискоренню автомобіля і відпущеній педалі газу. Система керування блокує перемикання коробки на вищу передачу, що дозволяє використовувати гальмування двигуном. При натисканні на педаль гальма відбувається перемикання на одну передачу вниз, що надає додаткову допомогу при гальмуванні.

Рух в повороті визначається за різницею кутових швидкостей лівого і правого коліс. Програма керування блокує перемикання на вищу передачу. Автомобіль в повороті рухається на зниженій передачі, чим досягається курсова стійкість і забезпечується краще прискорення при виході з повороту.

Рух з причепом оцінюється по збільшенню тягового зусилля. Для забезпечення рівномірності руху з причепом програма уникає частих перемикань передач. Адаптація до зимових умов руху досягається за рахунок зрушення з 2-ї передачі і раннього перемикання на підвищену передачу, що дозволяє уникнути пробуксовки.

В умовах ***міського режиму руху***, що характеризується частими зупинками і зрушення з місця, адаптивне керування передбачає початок руху автомобіля з 2-ї передачі. Тим самим, знижується витрата палива і досягається комфорт руху.

Різде прискорення автомобіля потрібне для здійснення обгону,

завершення небезпечного маневру, та й просто для динамічної їзди. Потреба в режимі «кік-даун» розпізнається за інтенсивністю натискання педалі газу.



Рисунок 14.16 - Блок-схема електронно-керованої трансмісії

При цьому блок керування зміщує момент перемикання передач вгору, при русі на підвищеній передачі примусово включається нижча передача, переключення на вищу передачу проводиться тільки при досягненні максимальної частоти обертання.

Програма адаптивного керування автоматично встановлює оптимальні настройки фізичного зносу в муфтах і гальмах, що дозволяє

зберегти незмінну якість перемикання передач протягом всього терміну служби коробки.

На деяких автоматичних коробках передач передбачений спортивний режим роботи, який забезпечує максимальне використання потужності двигуна. Режим забезпечує кращу розгінну динаміку за рахунок більш пізнього перемикання передач.

Слід пам'ятати, і тим більше розуміти, що детальний опис всіх конструктивних особливостей існуючих типів і моделей автоматичних коробок передач автомобілів, не тільки не є самоціллю, а й виходить за рамки даного курсу. З огляду на це, тут викладено лише найважливіші моменти для розуміння «загальної картини», куди все рухається на даний момент, в плані вдосконалення конструкцій коробок-автоматів. Але в той же час, на основі аналізу різних конструктивних рішень, все ж можна скласти якусь загальну блок-схему, для полегшення розуміння з'єднання датчиків і систем в єдине ціле (рис. 14.16).

Функція (Tiptronic).

Назва Tiptronic - є торговою маркою функції (режиму) ручного перемикання передач, який реалізується в автоматичній коробці передач. Крім споживчих якостей, дана функція дозволяє контролювати динаміку автомобіля при різних режимах роботи двигуна (додаткове прискорення, гальмування двигуном, включення пониженої передачі при повороті та ін.), що недоступно для класичної АКПП.

Торгова марка Tiptronic зареєстрована в 1989 році і належить німецькому виробникові спортивних автомобілів Porsche. Спочатку система була розроблена для автоспорту, щоб забезпечити швидке переключення передач за рахунок найменшої траєкторії важеля керування.

В даний час функція Tiptronic використовується на автоматичних коробках передач, що встановлюються на автомобілі концерну Volkswagen (VW, Audi, Skoda, Seat, Porsche), а також на роботизованих коробках передач DSG, S-Tronic і варіаторі Multitronic. Аналогічна функція під назвою стептронік (Steptronic) реалізується на автомобілях BMW. Завдяки широкому поширенню ручного режиму на автоматичних коробках передач назва Tiptronic стала прозвучною.

Багато хто використовує термін «тіптронік» для позначення окремої конструкції автоматичної коробки передач, яка включає функцію ручного перемикання передач, що не зовсім вірно. Tiptronic - це тільки функція АКПП.



Рисунок 14.17 - Функція автоматичної коробки передач Tiptronic

Режим Tiptronic здійснюється за допомогою важеля селектора автоматичної коробки передач. Для цього в кулісі селектора передбачений спеціальний виріз зі знаками «+» і «-». На деяких моделях автомобілів ручне перемикачання передач здійснюється за допомогою підрульових перемикачів («пелюсток»). Обрана передача транслюється на інформаційний дисплей.

Функція реалізується за допомогою окремої програми в електронному блоці керування коробкою передач. Роботу системи Tiptronic забезпечують перемикачі в селекторі коробки передач і перемикачі (при наявності) на рульовому колесі.

У селекторі коробки передач може встановлюватися від одного до трьох (залежно від конструкції) перемикачів: один - для включення режиму, другий - для перемикачання на вищу передачу і третій - для перемикачання на нижчу передачу. Сигнали від перемикачів передаються в електронний блок керування, де запускається алгоритм програми. Блок керування, в свою чергу, забезпечує перемикачання передач.

При натисканні на підрульові «пелюстки» система керування переводить коробку в ручний режим, минаючи перемикачання важеля селектора. Якщо підрульові перемикачі не використовуються водієм, то після закінчення певного часу система керування самостійно переводить коробку в автоматичний режим роботи. У варіаторі Multitronic

функція Tiptronic здійснюється за рахунок програмування фіксованих передавальних чисел в варіаторі.

Роботизована коробка передач.

Роботизована коробка передач (повсякденна назва - коробка-робот) являє собою механічну коробку передач, в якій функції виключення зчеплення і перемикання передач автоматизовані. Назва «роботизована коробка передач» свідчить про те, що водій і умови руху формують тільки вхідну інформацію для системи управління, а роботою коробки передач керує електронний блок з певним алгоритмом управління.

Роботизована коробка передач поєднує в собі комфорт автоматичної коробки передач, надійність і паливну економічність механічної коробки передач. При цьому «робот» в більшості своїй значно дешевше класичної АКПП. В даний час практично всі провідні автовиробники оснащують свої автомобілі роботизованими коробками передач, встановлюючи їх на всю лінійку моделей від малого до преміум класу.

Устрій роботизованої коробки передач.

Роботизовані коробки передач розрізняються по конструкції, разом з тим, можна виділити загальну будову даного агрегату - механічна коробка передач з системою управління зчепленням і передачами.

В автоматизованих коробках передач використовується зчеплення фрикційного типу. Це може бути окремий диск або пакет фрикційних дисків. Прогресивним в конструкції коробки передач є т.зв. подвійне зчеплення, яке забезпечує передачу крутного моменту без розриву потоку потужності.

В основу конструкції роботизованою коробки покладена механічна коробка передач. При виробництві використовуються, в основному, готові технічні рішення. Наприклад, автоматизована коробка передач Speedshift від Mercedes-Benz побудована на базі АКПП 7G-Tronic шляхом заміни гідротрансформатора на фрикційне багатодискове зчеплення.

В основі коробки SMG від BMW лежить шестиступінчаста «механіка», обладнана електрогідравлічним приводом зчеплення. Коробки-роботи можуть мати електричний або гідравлічний привід зчеплення і передач. В електричному приводі виконавчими органами є сервомеханізми (електродвигун і механічна передача).



Рисунок 14.18 - Роботизована коробка передач Opel Easytronic

Гідравлічний привод здійснюється за допомогою гідроциліндрів, які управляються електромагнітними клапанами. Такий вид приводу ще називають електрогідравлічним. У ряді конструкцій «роботів» з електричним приводом (Easytronic від Opel, Durashift EST від Ford) використовується гідравлічний блок з електродвигуном для переміщення головного циліндра приводу зчеплення.

Електричний привод відрізняє невисока швидкість роботи (час перемикання передач 0,3-0,5 с) і менше енергоспоживання. Гідравлічний привод передбачає постійне підтримання тиску в системі, а отже великі витрати енергії. Але з іншого боку він швидший.

Деякі роботизовані коробки передач з гідравлічним приводом, що встановлюються на спортивні автомобілі, мають просто вражаючу швидкість перемикання передач: Ferrari 599GTO - 0,06 с, Lamborghini Aventador - 0,05 с. Ці якості визначають область застосування «роботів» з електричним приводом на бюджетних автомобілях, з гідравліч-

ним приводом - на більш дорогих автомобілях. Електричний привод мають такі конструкції коробок передач:

- Allshift від Mitsubishi;
- Dualogic від Fiat;
- Durashift EST від Ford;
- Easytronic від Opel;
- MultiMode від Toyota;
- SensoDrive від Citroen;
- 2-Tronic від Peugeot.

Досить велика кількість роботизованих коробок оснащені гідравлічним приводом:

- ISR (Independent Shifting Rods) від Lamborghini;
- Quickshift від Renault;
- R-Tronic від Audi;
- Selespeed від Alfa Romeo;
- SMG від BMW.

Управління роботизованою коробкою передач здійснює електронна система, яка включає вхідні датчики, електронний блок управління і виконавчі механізми. Вхідні датчики відслідковують основні параметри коробки передач: частоту обертання на вході і виході, положення вилок включення передач, положення селектора, а також тиск і температуру масла (для гідравлічного приводу) і передають їх в блок управління.

На підставі сигналів датчиків електронний блок управління формує керуючі впливи на виконавчі механізми відповідно до закладеної програми. У своїй роботі електронний блок взаємодіє з системою управління двигуном, системою ABS (ESP). У роботизованих коробках з гідравлічним приводом в систему управління додатково включений гідравлічний блок управління, який забезпечує безпосереднє управління гідроциліндрами і тиском в системі.

Виконавчими механізмами роботизованої коробки передач в залежності від виду приводу є електродвигуни (електричний привід), електромагнітні клапани гідроциліндрів (гідравлічний привод).

Коробка передач з подвійним зчепленням.

Основним недоліком роботизованої коробки передач є порівняно великий час перемикання передач, що призводить до ривків і провалів в динаміці автомобіля і, відповідно, знижує комфорт від керування транспортним засобом. Рішення зазначеної проблеми було

знайдено в застосуванні коробки передач з двома зчепленнями, що забезпечила перемикання передач без розриву потоку потужності.



Рисунок 14.19 - Коробка передач з подвійним зчепленням Volvo S60

Подвійне зчеплення дозволяє при включеній передачі вибрати наступну передачу і при необхідності включити її без перерви в роботі коробки. Звідси інша назва роботизованої коробки передач з двома зчепленнями - *преселективна коробка передач* (від preselect - попередньо вибрати).

Іншою перевагою коробки передач з подвійним зчепленням є висока швидкість перемикання передач, що залежить тільки від швидкості перемикання муфт (DSG від Volkswagen - 0,2 с, DCT M Drivelogic від BMW - 0,1 с). «Робот» з двома зчеплення відрізняє ще й компактність, що актуально для малолітражних автомобілів. Поряд з цим, можна відзначити підвищене енергоспоживання коробки (особливо з «мокрим» зчепленням). Порівняно висока швидкість перемикання передач в сукупності з безперервною передачею крутного моменту дозволяють домогтися відмінної розгінної динаміки автомобіля та економії палива.

В даний час подвійне зчеплення застосовується в багатьох роботизованих коробках передач:

- DCT M Drivelogic від BMW;

- DSG від Volkswagen;
- PDK від Porsche;
- Powershift від Ford, Volvo;
- Speedshift DCT від Mercedes-Benz;
- S-Tronic від Audi;
- TCT від Alfa Romeo;
- Twin Clutch SST від Mitsubishi.

Навіть чудова Ferrari 458 Italia обладнана Doppelkupplungsgetriebe (коробка передач з подвійним зчепленням). Всі перераховані роботизовані коробки передач використовують гід-равлічний привод зчеплення і передач. І лише одна коробка передач на сьогоднішній день має електричний привод пристроїв, це EDC (Efficient Dual Clutch) від Renault (час перемикання передач 0,29с).

Система контролю тиску в шинах.

Система контролю тиску в шинах (TPMS, Tires Pressure Monitoring System) призначена для попередження про небезпечну зміну тиску в шинах. Дана система пропонується в якості опції при покупці автомобіля. Систему також можна придбати і встановити окремо. Система TPMS встановлюється на автомобілі з 2000 року. В даний час наявність системи контролю тиску в шинах є обов'язковою в ряді європейських і азійських країн, а також в США.



Рисунок 14.20 - Датчик тиску в шинах

Розрізняють два види систем контролю тиску в шинах: непрямого і прямого виміру тиску. Найбільш простою з точки зору конструкції є система непрямого вимірювання тиску, що представляє собою програмне розширення блоку керування системи ABS. Принцип роботи даної системи заснований на тому, що спущене колесо має менший радіус і відповідно проходить за один оберт меншу відстань, ніж справне колесо.

Датчики частоти обертання коліс системи ABS визначають відрізок шляху, пройдений кожною шиною окремо, за один оборот. Сигнали датчиків порівнюються в блоці ABS з контрольними параметрами. При розбіжності значень, загоряється індикатор (контрольна лампа) на панелі приладів і подається звуковий сигнал.

В системі передбачено адаптацію до зміни параметрів тиску повітря в шинах в разі їх заміни або проведення сервісних робіт на ходової частини - т.зв. калібрування системи. При русі в новій якості, система оцінює і запам'ятовує параметри шин. Процес калібрування поступово переходить в контроль нових параметрів тиску в шинах.

Перевагами системи непрямого вимірювання тиску в шинах є відсутність додаткових конструктивних елементів і пов'язана з цим низька ціна. Разом з тим система має істотні обмеження в експлуатації, в тому числі не визначає тиск перед початком руху, має низьку точність і високий поріг (30 %) визначається відхилення тиску.

Система прямого виміру тиску передбачає вимірювання тиску в кожному колесі за допомогою відповідного датчика. Система включає датчики тиску в шинах, приймальню антену (антени), блок керування і дисплей.

Датчик тиску в шинах є складним пристроєм, що об'єднує датчик тиску, датчик температури, електронні компоненти вимірювання і керування, акумулятор і передавальну антену.

Датчик встановлюється на кожне колесо замість штатного вентиля. Інформація від датчика передається імпульсами з періодичністю, як правило, одна хвилина. Акумулятор підтримує працездатність датчика протягом 7-10 років. Після розрядки акумулятора старий датчик замінюється на новий.

Приймальна антена здійснює прийом сигналів від датчиків тиску і передачу їх в блок керування. В якості приймальної антени може використовуватися антена центрального замка автомобіля. На деяких автомобілях встановлюється розширена версія системи контролю тис-

ку, в якій для кожного датчика застосовується індивідуальна антена. Це дозволяє контролювати тиск в конкретному колесі і виводити його значення на інформаційний дисплей. Антена встановлюється в колісній арці кузова автомобіля.

Блок керування приймає інформацію від датчиків і порівнює отримані дані з контрольними параметрами тиску. У разі падіння тиску загоряється індикатор (контрольна лампа) на панелі приладів, подається звуковий сигнал. Дані сигнали вказують, що в якийсь шині тиск знизився нижче допустимого рівня. При цьому водій повинен зупинити транспортний засіб, перевірити тиск в кожній шині і визначити спущену шину.

У розширеній версії системи контролю тиску в шинах крім сигналів виводиться текстова та графічна інформація на дисплей. При наявності бортового комп'ютера для відображення інформації про тиск у шинах використовується дисплей комп'ютера. Надана інформація дозволяє виявити шину, в якій знизився тиск, а також оцінити фактичний тиск в ній.

Система контролю тиску в шинах прямого виміру дозволяє оцінювати незначну, сильну, а також раптову зміну тиску. В системі передбачено адаптацію до зміни параметрів у разі заміни шини або датчика тиску. У більшості сучасних систем адаптація проводиться автоматично при русі автомобіля з певною швидкістю протягом певного часу. Ряд конструкцій систем TPMS після заміни шин (датчиків) припускають перепрограмування за допомогою спеціального сканера.

Система запобігання ненавмисного прискорення.

При парковці автомобіля з автоматичною коробкою передач все частіше трапляються випадки ненавмисного прискорення, викликані помилками в діях водія (особливо похилого віку): неправильним вибором педалі, надмірним натисканням педалі газу, перемиканням селектора коробки передач при натиснутій педалі газу.

Автомобіль несподівано прискорюється, що призводить до різних аварій - зіткнень з іншими автомобілями, спорудами, пішоходами. Для зниження аварійності при пакуванні розробляються різні системи запобігання ненавмисного прискорення. Такі системи в даний час пропонують Toyota, Nissan, General Motors.

Компанія Toyota розробила дві системи запобігання ненавмисного прискорення - Intelligent Clearance Sonar і Drive-Start Control. Системи не дублюють, а взаємно доповнюють одна одну.

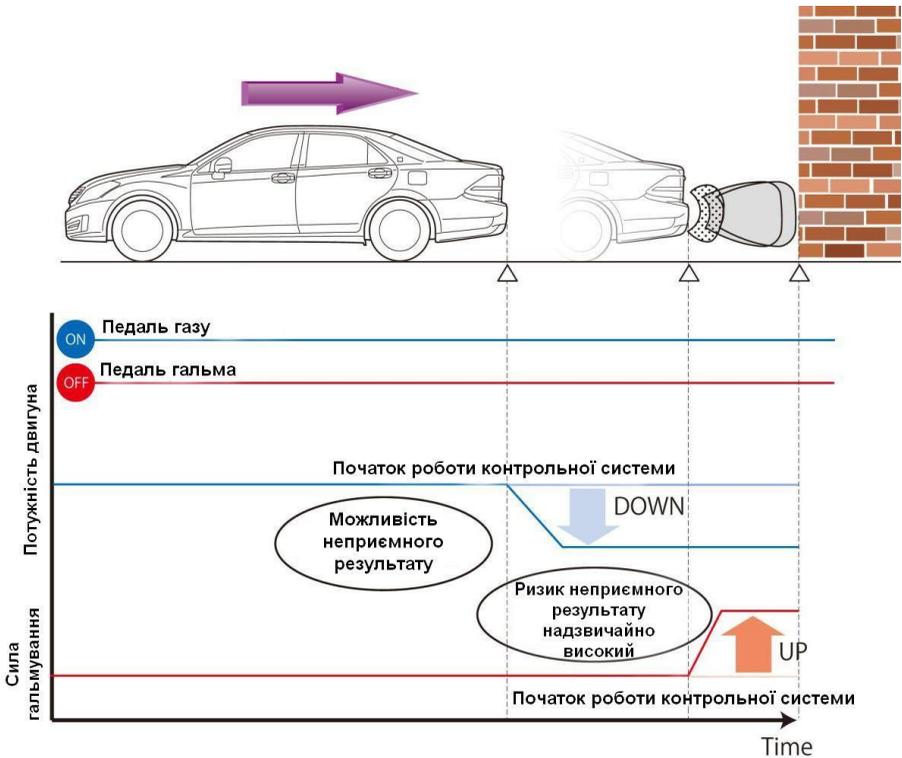


Рисунок 14.21 - Система Intelligent Clearance Sonar

Система Intelligent Clearance Sonar базується на кількох ультразвукових датчиках, які сканують простір попереду і позаду автомобіля. При прискоренні автомобіля, пов'язаному з неправильним використанням педалей і надмірним натисканням педалі газу, датчики визначають положення перешкод і відстань до них.

Сигнали від датчиків обробляє електронний блок керування, який взаємодіє з іншими системами автомобіля - системою керування двигуном і системою курсової стійкості. З їх допомогою при необхідності знижується потужність двигуна (гальмування двигуном) і активізується гальмівна система.

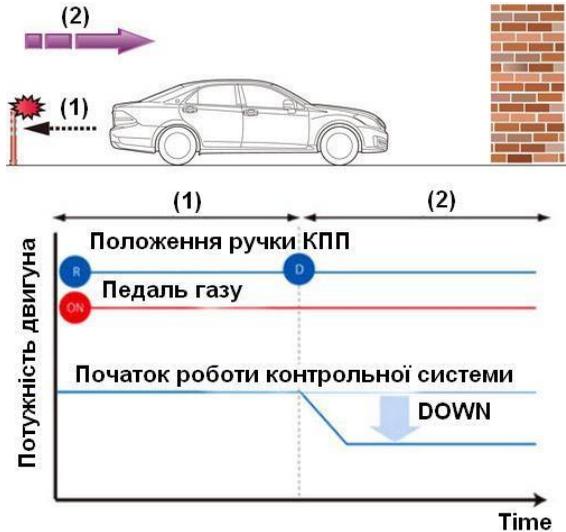


Рисунок 14.22 - Система Drive-Start Control

Зниження потужності двигуна здійснюється шляхом закриття дросельної заслінки з електричним приводом. Якщо гальмування двигуном недостатньо для запобігання аварії, активізується гальмівна система. Система курсової стійкості автоматично підвищує тиск в гальмівному контурі і автомобіль зупиняється.

Система Drive-Start Control запобігає прискоренню автомобіля, викликаному перемиканням селектора автоматичної коробки передач з режиму заднього ходу (R) в режим руху (D) при натиснутій педалі газу. У роботі системи використовується кілька датчиків: положення педалі акселератора, положення селектора АКПП, швидкості автомо-

біля, прискорення автомобіля.

Сигнали від датчиків надходять в електронний блок керування. Якщо система розпізнає ненавмисне прискорення автомобіля (селектор коробки передач переключено з R в D, педаль газу натиснута, швидкість автомобіля збільшується) проводиться зниження потужності двигуна шляхом закриття дросельної заслінки.

Питання для самоперевірки

1. Які чотири головні функції повинна виконувати підвіска?
2. Які переваги активної підвіски?
3. Назвіть датчики і приводи які входять до складу активної підвіски.
4. Намалюйте принципову схему активної підвіски автомобіля та поясніть принцип її роботи.
5. Які переваги систем повного приводу автомобілів?
6. Намалюйте принципову схему системи постійного повного приводу автомобіля та поясніть принцип його роботи.
7. В чому полягають конструктивні особливості системи повного приводу що підключається автоматично?
8. Принцип роботи системи повного приводу автомобіля що підключається вручну.
9. В чому полягають конструктивні особливості системи повного приводу 4Motion?
10. Розкажіть принцип роботи системи 4Motion.
11. Які основні конструктивні елементи системи повного приводу Electron quattro?
12. Як працює система повного приводу 4Matic?
13. В чому полягають конструктивні особливості системи повного приводу xDrive?
14. Що собою являє система адаптації до дорожніх умов?
15. Назвіть датчики електронної системи керування автоматичною коробкою передач автомобіля.
16. Що таке роботизована коробка передач?
17. Як відбувається адаптація коробки передач до стилю водіння конкретної людини?
18. Поясніть функцію Tiptronic коробки передач автомобіля.
19. Як здійснюється керування шківками варіатора?
20. Як працює електронне блокування диференціала?
21. Як працює система запобігання ненавмисного прискорення?