

21. БЕЗСТУПІНЧАСТА ТРАНСМІСІЯ ТА АВТОМАТИЧНІ КПП

Гідромеханічна передача (ГМП) успішно застосовується на автомобілях вже понад півстоліття і дає можливість помітно полегшити керування автомобілем. Застосування гідромеханічної передачі на автомобілі дозволяє отримати наступні переваги:

1. Забезпечення автоматизації перемикання передач і відсутність необхідності мати педаль зчеплення.
2. Підвищення прохідності автомобіля в умовах бездоріжжя за рахунок відсутності розриву потоку потужності при перемиканні передач.
3. Підвищення довговічності двигуна і агрегатів трансмісії за рахунок здатності гідротрансформатора знижувати динамічні навантаження.

У той же час як недолік необхідно відзначити втрату потужності і підвищення витрати палива за рахунок більш низького ККД ГМП в порівнянні з автомобілем, що має механічну коробку передач. Гідромеханічна передача включає в себе три основні частини:

- Гідротрансформатор;
- Механічну коробку передач;
- Систему управління.

На автомобілях ГМП вперше з'явилася в США: в 1940 р. коробка Hydramatic була встановлена на автомобілях Oldsmobile. Заради справедливості слід зазначити, що ще з початку 1930-х рр. на англійських автобусах використовувалася гідромеханічна трансмісія Wilson, яка не була автоматичною, але полегшувала роботу водія. В даний час в США ГМП забезпечуються 90% легкових автомобілів, а також всі міські автобуси і значна частина вантажних автомобілів. В Європі масове застосування ГМП почалося тільки на початку сімдесятих років минулого століття, коли ці передачі знайшли застосування в автомобілях Mercedes-Benz, Opel, BMW. В цей же час в Європі будуються спеціалізовані заводи з виробництва ГМП: фірма Borg-Warner будує завод в Англії (м. Летіфорд), Ford — у м. Бордо (Франція), GM -

в Страсбурзі (Франція). В Японії з'являються відразу дві спеціалізовані виробництва – Jatco і Aisin-Warner.

Гідротрансформатор (рис. 21.1; 21.2) був винайдений німецьким професором Феттінгером в 1905 р. Перш ніж знайти застосування на автомобілях, гідротрансформатор використовувався на судах і тепловозах.

Найпростіший гідротрансформатор, виконаний у вигляді камери тороїдальної форми і включає в себе три лопатевих колеса: насосне, вал якого з'єднаний з колінчастим валом двигуна; турбінне, з'єднане з трансмісією, і реактор, встановлений в корпусі гідротрансформатора (рис. 8.4).

Гідротрансформатор заповнюється спеціальною рідиною. Кожне колесо має зовнішній і внутрішній торці, між якими розташовуються профільовані лопаті, що утворюють канали для потоку рідини. Всі колеса гідротрансформатора максимально наближені один до одного, а витікання рідини перешкоджає спеціальне ущільнення.

При обертанні колінчастого вала двигуна обертається насосне колесо, яке переміщує рідину, що знаходиться між його лопатями. Рідина не тільки обертається щодо осі гідротрансформатора, а й за рахунок впливу на неї відцентрових сил переміщається вздовж лопатей насосного колеса у напрямку від входу до виходу, що супроводжується збільшенням кінетичної енергії потоку. На виході з насосного колеса потік рідини потрапляє на турбінне колесо, надаючи силовий вплив на його лопаті. Потім потік потрапляє в реактор, пройшовши який, повертається до входу в насосне колесо.

Таким чином, рідина постійно переміщається по замкнутому колу циркуляції, утвореному проточними частинами всіх трьох лопатевих коліс, і перебуває з ними в силовій взаємодії. При цьому насос передає енергію двигуна потоку, а той, у свою чергу, — турбіні.

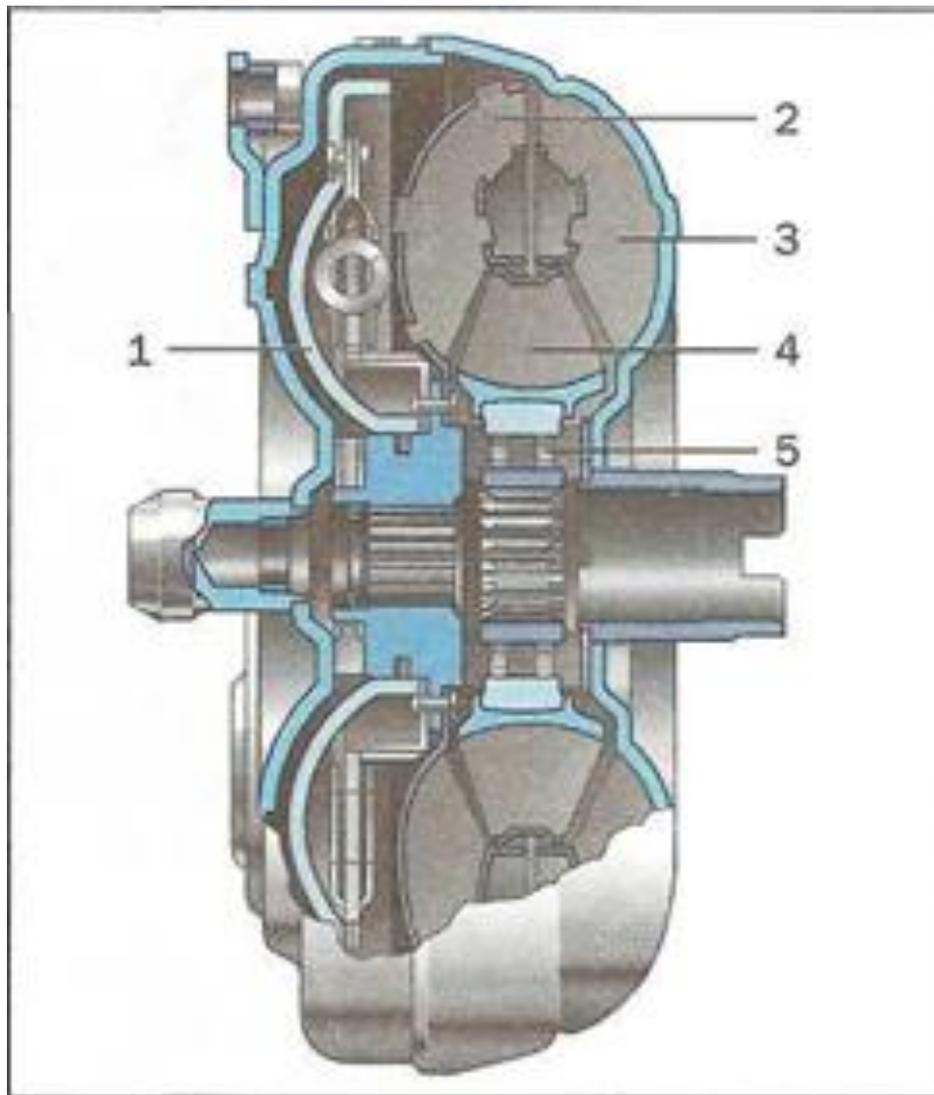


Рис. 21.1 Схема гідротрансформатора: 1 - блокувальна муфта, 2 - турбінне колесо, 3 - насосне колесо, 4 - реакторне колесо, 5 - механізм вільного ходу.

Якби між насосним і турбінним колесами був відсутній реактор, то така конструкція (гідромуфта) здійснювала б перенесення енергії від двигуна до трансмісії гідравлічним способом, без можливості зміни крутного моменту. Розташований між колесами гідротрансформатора нерухомий реактор, має лопаті спеціального профілю, які змінюють напрям потоку рідини, що виходить з турбінного колеса і направляють його під певним кутом на лопаті насосного колеса. Це дозволяє значно збільшити переданий від двигуна в трансмісію крутний момент.

Будь гідротрансформатор характеризується певним КПД, передавальним відношенням, яке показує співвідношення кутових швидкостей його коліс, і

коефіцієнтом трансформації, що показує, у скільки разів збільшується значення крутного моменту.



Рис. 21.2 Зовнішній вигляд гідротрансформатора.

Максимальний коефіцієнт трансформації залежить від конструкції гідротрансформатора і може становити до 2,4 (при нерухомому турбінному колесі). При збільшенні частоти обертання вала двигуна збільшується кутова швидкість насосного та турбінного коліс, а збільшення крутного моменту в гідротрансформаторі плавно зменшується. Коли кутова швидкість турбінного колеса наближається до кутової швидкості насосного, потік рідини, що надходить на лопаті реактора, змінює свій напрямок на протилежне.

Для того щоб реактор на цьому режимі не створював перешкод потоку рідини, його встановлюють на муфті вільного ходу, і він починає вільно обертатися (гідротрансформатор переходить на режим гідромуфти), що дозволяє, в свою чергу, знизити втрати. Такі гідротрансформатори називають комплексними.

ККД гідротрансформатора визначає економічність його роботи. Максимальне значення ККД гідротрансформатора може бути від 0,85 до 0,97, але зазвичай

знаходиться в діапазоні від 0,7 до 0,8. У комплексному гідротрансформаторі на режимі гідромуфти можна отримати максимальне значення ККД - 0,97.

Зміна режимів роботи гідротрансформатора відбувається автоматично. Якщо збільшувати навантаження на виході з гідротрансформатора, то відбувається зменшення кутової швидкості турбіни, що призводить до збільшення коефіцієнта трансформації.

На жаль, гідротрансформатор має малий діапазон передавальних чисел, не забезпечує руху заднім ходом, не роз'єднує двигун від трансмісії (необхідна складна система спорожнення проточних частин від робочої рідини). Тому за гідротрансформатором встановлюють спеціальну коробку передач, яка компенсує зазначені недоліки. Така гідромеханічна передача є безступінчастою і дозволяє отримати будь-яке передавальне число в заданому діапазоні.



Рис. 21.3. Деталі гідротрансформатора:

1 - насосне колесо; 2 - турбінне колесо; 3 - кришки муфти вільного ходу; 4 - частина корпусу гідротрансформатора; 5 - залишки робочої рідини з продуктами механічного зносу деталей; 6 - колесо реактора; 7 - муфта вільного ходу реактора; 8 - упорна шайба турбінного колеса; 9 - завзятий підшипник реактора; 10 - поршень блокування гідротрансформатора

В гідромеханічних передачах в основному застосовуються механічні планетарні коробки передач, які легко піддаються автоматизації, але іноді використовують і звичайні ступінчасті коробки передач з автоматичним керуванням.

Проста планетарна передача складається з центральної, «сонячної», шестерні і зовнішньої шестерні у вигляді кільця, з внутрішніми зубами; ці дві шестерні пов'язані між собою за допомогою декількох (зазвичай трьох) шестерень-сателітів, змонтованих на загальній рамі, яка називається водилом.

Для того щоб планетарна передача змінювала крутний момент, потрібно забезпечити обертання одного з її елементів («сонячної», коронної шестерні або водила), а один з елементів загальмувати. В цьому випадку третій елемент буде обертатися з кутовою швидкістю, яка визначається числом зубів шестерень, що входять в планетарну передачу. Якщо одночасно загальмувати два елементи, планетарна передача буде працювати, як пряма з передавальним числом рівним одиниці. Планетарна передача дозволяє легко реверсувати обертання для отримання заднього ходу автомобіля. У той же час такі передачі досить компактні, забезпечують можливість отримання великих передавальних чисел і легко з'єднуються послідовно для отримання великої кількості ступенів. Для перемикання передач досить просто загальмовувати вали окремих елементів планетарної коробки передач. Раніше як гальмівних пристроїв часто використовували стрічкові гальма, а в останній час вони практично витіснені багатодисковими «мокрими» зчепленнями - фрикціонами. Існують і більш складні варіанти планетарних передач.

Перші американські ГМП легкових автомобілів мали двоступеневу передачу, причому нижча передача включалася вручну. Однак згодом однією автоматичної передачі виявилось явно недостатньо і з'явилися ГМП з двома і трьома автоматичними передачами. Для підвищення паливної економічності, гідротрансформатори стали робити блокувальними — після розгону на вищій передачі насосне та турбінне колеса жорстко з'єднувалися фрикційної муфтою.

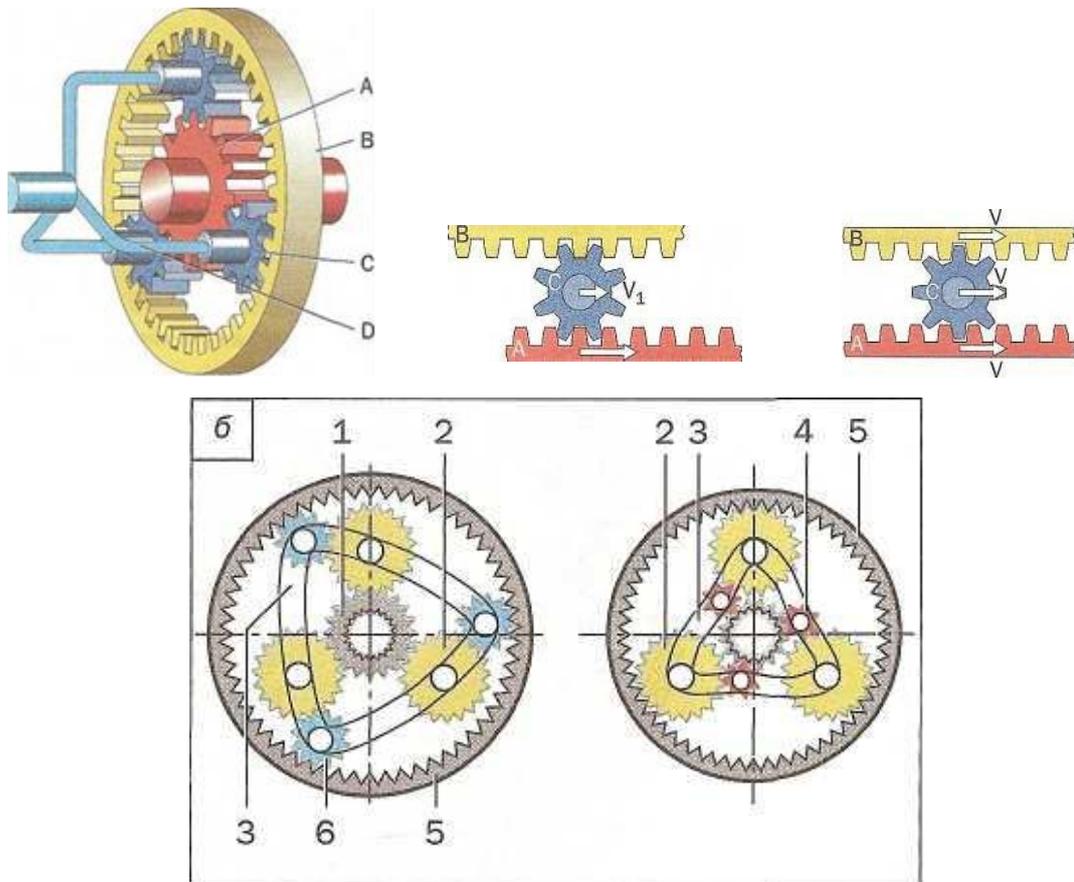


Рис. 21.4 Проста планетарна передача (а):

A - сонячне колесо; B - епіцикл; C - сателіти; Б - водило; V - лінійна швидкість;

і схема планетарної передачі (б): 1 - сонячна шестірня; 2, 4, 6 - сателіти; 3 - водило, 5 - коронна шестерня.

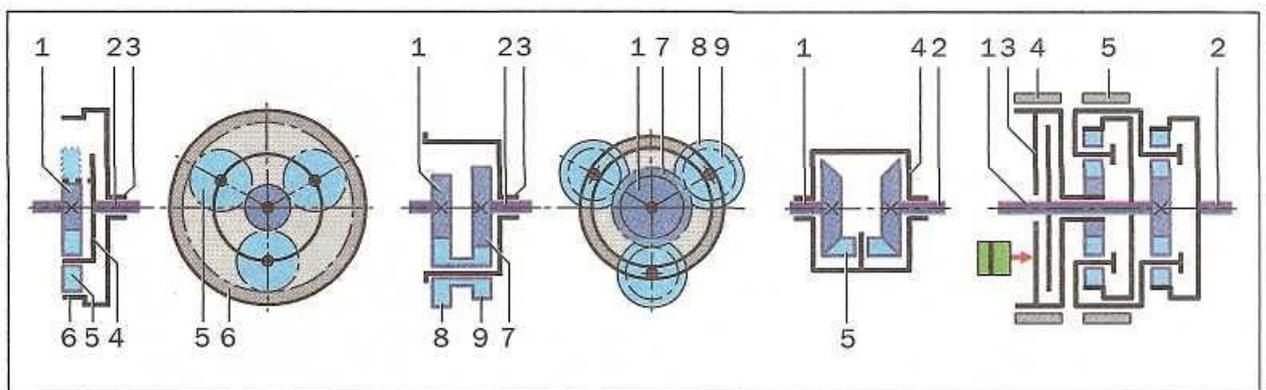


Рис. 21.5 Варіанти виконання планетарних передач:

1, 2, 3 - вали, 4 - водило; 5, 8, 9 - сателіти; 6, 7 - коронне зубчасте колесо.

Потім в кінці 1980-х рр. блокування гідротрансформатора стали застосовувати на всіх передачах, крім першої. Система автоматичного управління зазвичай складається з наступних підсистем:

- Функціонування (гідравлічні насоси, регулятори тиску);
- Вимірювальна, що збирає інформацію про параметри управління;
- Керуюча, що виробляє керуючі сигнали;
- Виконавча, що здійснює управління переключенням передач, роботою двигуна;
- Підсистема ручного управління;
- Підсистема автоматичних захистів, що запобігає виникненню небезпечних ситуацій.

Кінець 80-х рр. ознаменувався повсюдним впровадженням електроніки. Вона дозволяє набагато точніше витримувати задані моменти перемикавання (з точністю до 1% замість колишніх 6-8%). З'явилися додаткові можливості: за характером зміни швидкості при даному навантаженні на двигун комп'ютер може обчислити масу автомобіля і ввести відповідні поправки в алгоритм перемикавання. Електронне управління надало необмежені можливості для самодіагностики, що дозволило коригувати процеси управління в залежності від багатьох параметрів (від температури і в'язкості рідини до ступеня зносу фрикційних елементів).

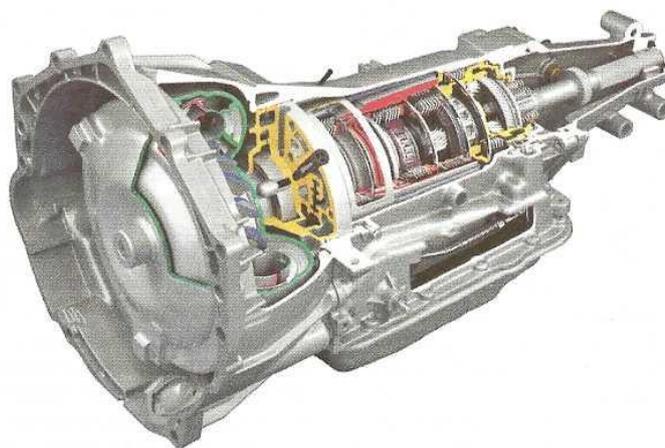


Рис. 21.6. Сучасна чотириступінчаста ГМП автомобіля класичної компоновки.

Однак, як і колись, багато чого залежить від вибору закону перемикання і організації перехідного процесу перемикання передач, а також ретельного узгодження їх з характеристиками двигуна. Наприклад, багато автомобілів BMW, Audi, Jaguar мають однакові за конструктивними особливостями автоматичні коробки передач однієї і тієї ж фірми Zangradfabrik (ZF), але вони працюють абсолютно по-різному.

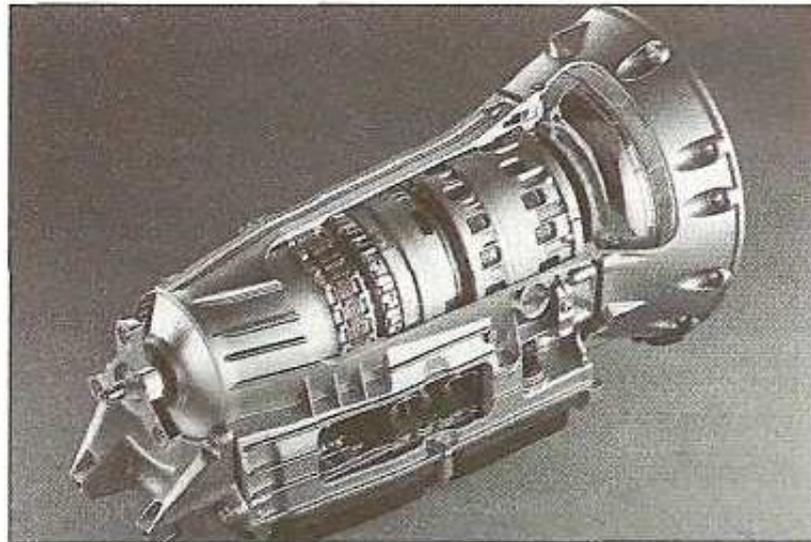


Рис. 21.7 Гідромеханічна коробка передач 7G-Tronic - перша в світі семиступінчаста автоматична коробка (Mercedes-Benz)

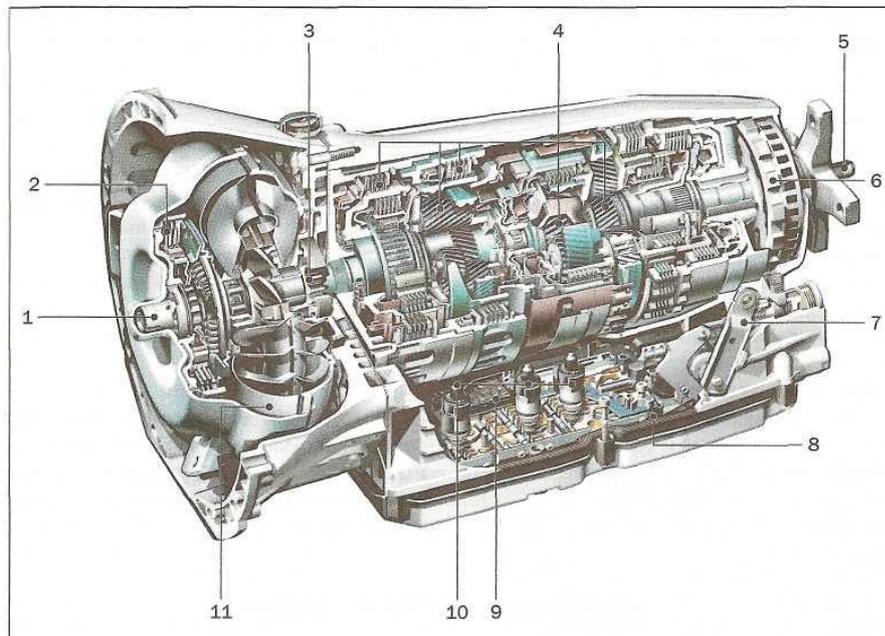


Рис. 21.8 Пристрій коробки передач 7G-Tronic:

1 - ведучий вал, 2 - фрикціон блокування гідротрансформатора з гасителем крутильних коливань; 3 - масляний насос з контролем тиску; 4 - фрикціони і планетарні передачі; 5 - вихідний вал; 6 - гальмо стоянки; 7 - селектор; 8 - електронний блок управління; клапани і датчики, вбудовані в піддон; 9 - електронний блок перемикання передач; 10 - високошвидкісні соленоїди; 11 - гідротрансформатор.

З вересня 2003 р. на автомобілі Mercedes-Benz класу E, S, SL і CL встановлюються гідромеханічні коробки передач 7G-Tronic (рис. 8.8). Ця семиступінчаста автоматична коробка передач прийшла на зміну п'ятиступінчастого варіанту ГМП. Нова ГМП дозволила понизити витрату палива в середньому на 5% в залежності від моделі автомобіля. Перемикання передач відбувається швидше і більш плавно.

Перемикання передач здійснюється трьома багатодисковими гальмами, на які впливають гідравлічні циліндри. Тиск у системі управління створює гідронасос з приводом від двигуна через насосне колесо гідротрансформатора. У нижню частину коробки встановлюється гідравлічний виконавчий золотниковий пристрій, який за допомогою електромагнітних клапанів і по команді блоку управління з'єднує гідронасос з гідравлічними елементами зчеплення і гальм.

Основними елементами електронної системи управління є електронний блок і важіль управління. У правому секторі важіль може займати чотири позиції:

P - режим паркування;

R - задній хід;

N - нейтральна передача;

D - рух в режимі автоматичного перемикання передач.

При положенні важеля в позиції D програма забезпечує різні алгоритми перемикання відповідно до опору руху, навантаженням, положенням педалі «газу», дорожньою ситуацією. Алгоритми управління відповідають руху в різних умовах:

- рух з постійною високою швидкістю;

- міський режим руху;
- гірський режим руху;
- режим буксирування;
- рух на поворотах.

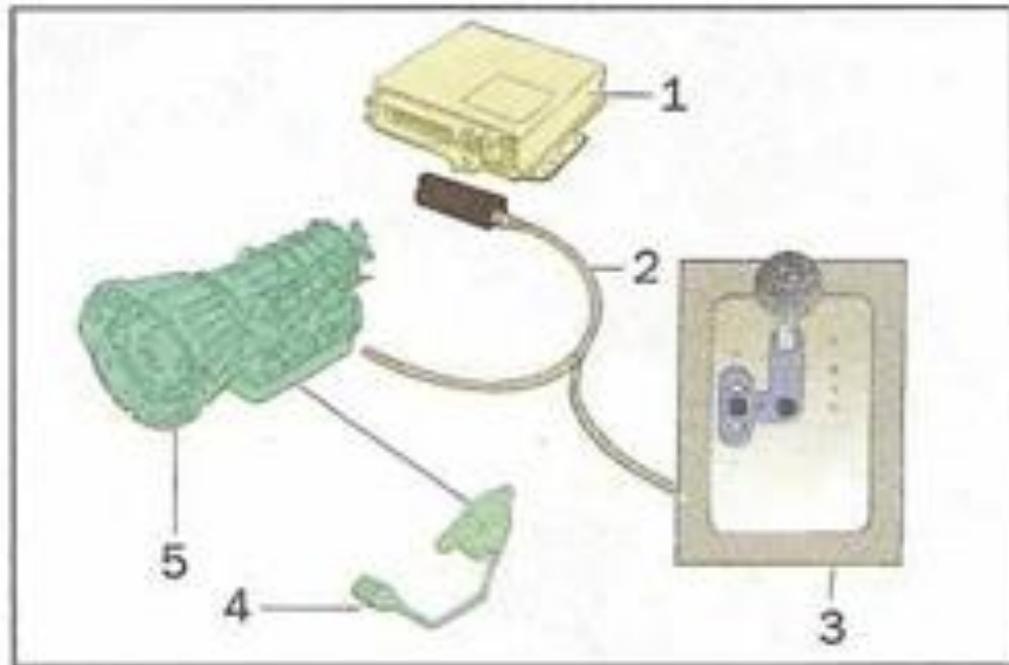


Рис. 21.9 Основні елементи електронної системи управління:

- 1 - блок управління, 2 - з'єднувальний кабель, 3 - важіль управління, 4 - електричний роз'єм, 5 – ГМП.

При переміщенні важеля вліво водій переводить коробку передач в режим ручного перемикавання. Рухом важеля вперед-назад - включення підвищувальної-понижувальної передачі. Таке перемикавання передач прийнято називати секвентальним (послідовним). Електронний блок управління є адаптивним, він запам'ятовує манеру водіння водія і коригує алгоритми автоматичного перемикавання передач.

Коробки передач з варіатором

Коробки передач з варіаторами є безступінчастими і дають можливість отримати в заданому обмеженому діапазоні будь передавальне число. У багатьох країнах такі коробки передач позначають буквами CVT (Continuously Variable Transmission) — трансмісія, яка постійно змінюється. Історія

використання варіаторів різних типів в трансмісіях легкових автомобілів налічує майже сто років. В даний час в автоматичних коробках передач застосовують клиноремінні і тороїди варіатори.

Клиноремінні варіатори

Вперше на серійному автомобілі трансмісія з клиноремінним варіатором DAF Variomatic була використана в 1950 р. У трансмісії Variomatic використовувався нескінченний гумовий приводний ремінь, затиснутий між кінчними поверхнями шківів. Відстань між двома половинками шківів змінювалася, тому змінювався робочий радіус ведучого шківа, а це в свою чергу змушувало змінювати радіус веденого шківа, половини якого стискалися пружиною. Така конструкція мала істотними недоліками. Гумові ремені, розташовані під днищем автомобіля, швидко руйнувалися, і їх заміна була досить складною операцією. Величина переданого крутного моменту була невеликою і тому таку конструкцію можна було застосовувати тільки на автомобілях з малопотужними двигунами. Крім того, автомобіль з такою трансмісією міг рухатися заднім ходом з тією ж швидкістю, що і вперед, а це було досить небезпечно. Голландський інженер Ван Доорн удосконалив конструкцію клиноремінного варіатора, замінивши гумовий ремінь сталевим, що складається з набору окремих пластин спеціальної форми.

Принциповою відмінністю цієї конструкції є те, що такий ремінь може передавати не тільки тягові, а й штовхаючі зусилля. Ван Доорн використовував свою розробку в конструкції трансмісії Transmatic, яка могла передавати крутний момент величиною до 150 Н*м. Трансмісії з варіаторами не мають нейтральній передачі, і тому при зупинці автомобіля необхідно від'єднувати двигун від трансмісії за допомогою якого-небудь пристрою. В трансмісіях Variomatic і Transmatic для цієї мети використовувалось відцентрове зчеплення, яке автоматично вимикається і включалося. Рушання з місця і зупинка автомобілів з цими трансмісіями супроводжувалися різкими ривками. Компанія Subaru (Японія), що використала коробку передач з

клиноремінним варіатором на автомобілі Justy, застосувала електромагнітне порошкове зчеплення з комп'ютерним управлінням. Аналогічне рішення використовує і компанія Nissan на автомобілях Micra з варіатором. Для обмеження швидкості заднього ходу застосовують спеціальні обмежувальні пристрої.

Компанія Honda розробила свою власну конструкцію варіатора зі сталевим ременем і шківками. Для рушання з місця і зупинки використовується багатодискове, мокре зчеплення, кероване комп'ютером. Ця трансмісія встановлюється на автомобіль середнього класу Civic, що приводиться в рух 1,6-літровим двигуном, що розвиває максимальний крутний момент 140 Н*м. Серед особливостей трансмісії слід зазначити комп'ютерний контроль (від електронної системи управління), тиску для керування положенням половин обох шківів варіатора. Ця система забезпечує оптимальний тиск без надмірного його збільшення. Занадто сильне «стиснення» знижує механічну ефективність, а також призводить до передчасного зносу ременя і збільшення гучності роботи. Програмування варіатора на автомобілі Civic забезпечило хороше співвідношення з режимами економічної роботи двигуна, і це привело до підвищення паливної економічності автомобіля з варіатором при випробуваннях в міському циклі руху, на 15% в порівнянні з паливною економічністю автомобіля зі звичайною чотириступінчастою автоматичною коробкою передач.

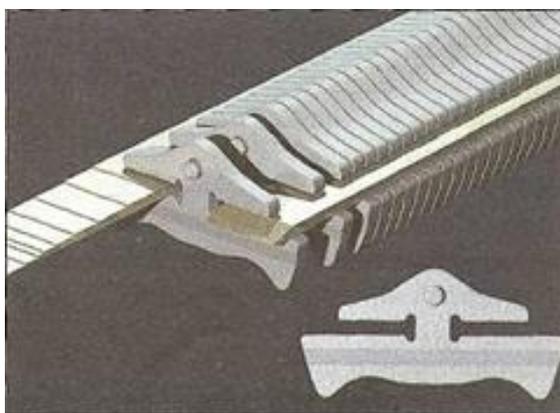


Рис. 21.10 Сталевий ремень Transmatic.

У 1995 р. німецька компанія ZF продемонструвала автоматичну коробку передач з клиноремінним варіатором Ecotronic, в якій використовувався гідротрансформатор.

Таке рішення ускладнює і здорожує конструкцію, але забезпечує плавне рушання з місця і інтенсивний розгін автомобіля. Наявність гідротрансформатора дає можливість зменшити діапазон передавальних чисел варіатора, що знижує його розміри і габарити автоматичної коробки передач. В даний час ZF виробляє три варіанти таких коробок передач. Найбільш потужний варіант з цього сімейства коробок CFT25 має сталевий ремінь шириною 30 мм, планетарну передачу для забезпечення заднього ходу, яка включається за допомогою багатодискового, мокрого зчеплення. Коробка передач може передавати крутний момент до 250 Н*м, що дає можливість використовувати такі коробки передач на автомобілях середнього класу VW Passat, Ford Mondeo та ін. Управління коробками передач ZF здійснюється за допомогою комп'ютера, програмне забезпечення якого забезпечує адаптивне управління різними режимами руху.

Автомобілі з сучасними автоматичними коробками передач, які використовують варіатор зі сталевим ременем, мають набагато кращими показниками паливної економічності та плавністю роботи в порівнянні зі звичайними гідромеханічними автоматами. Надійність і довговічність сучасних коробок передач з такими варіаторами також досить висока. Однак широке застосування таких коробок стримується в силу не технічних, а, скоріше, психологічних проблем. Водії звикли, що при розгоні автомобіля із звичайною механічною або автоматичною коробками передач вони відчують збільшення частоти обертання двигуна. Автомобіль з варіатором може інтенсивно розганятися і при постійній частоті обертання двигуна, тому що варіатор підтримує цю частоту, яка необхідна для кращого розгону. Така робота забезпечує найбільш оптимальний розгін, але через незвичний звук у водія створюється враження, що прийомистість автомобіля недостатня.

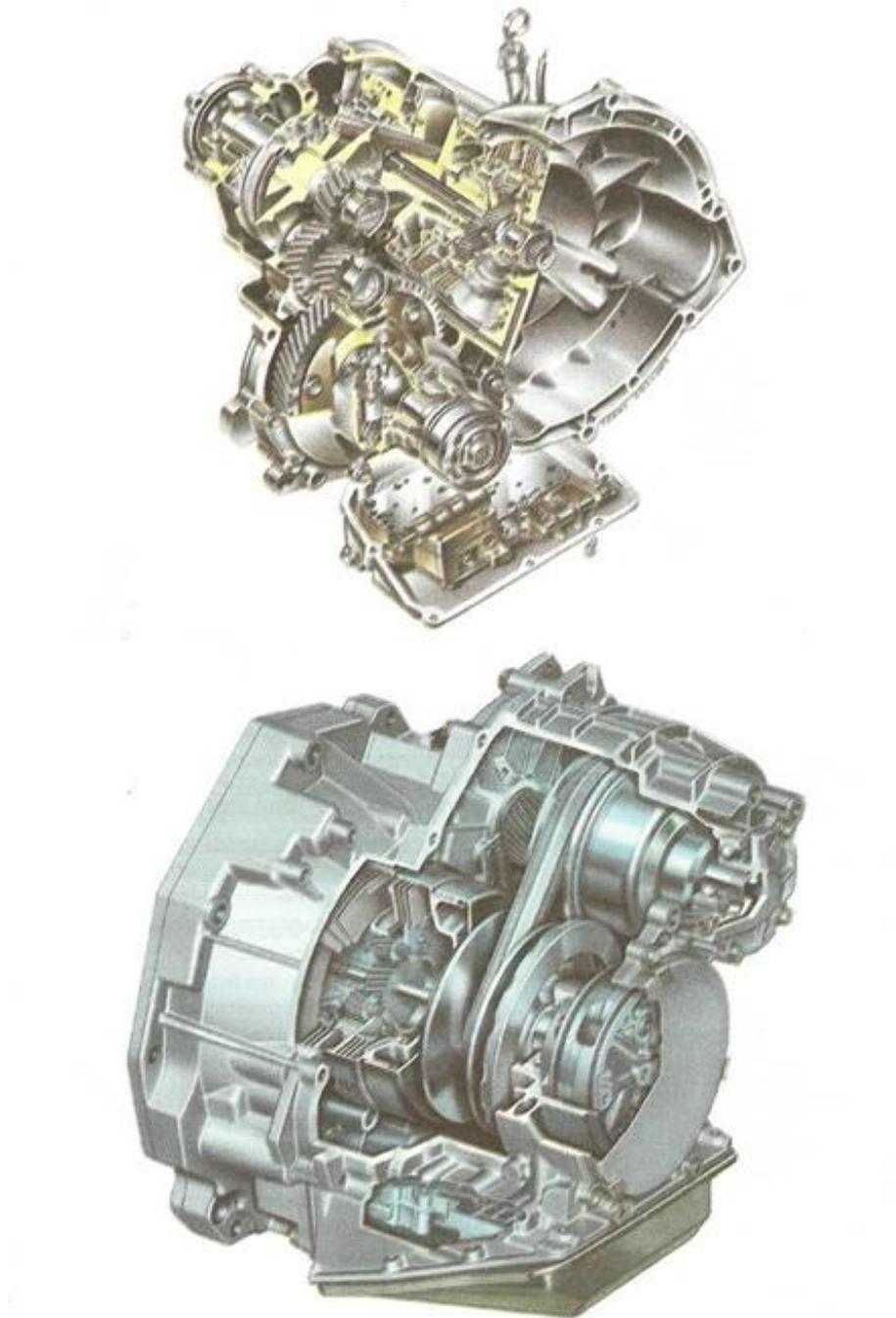


Рис. 21.11 Коробка передач Нурер CVT-M6

Для вирішення цієї проблеми деякі виробники були змушені адаптувати керуючі системи своїх варіаторів для штучного створення ряду фіксованих передавальних чисел, подолавши, таким чином, психологічну проблему. У водіїв таких автомобілів з'явилася можливість вибору між ручним послідовним (секвентальним) перемиканням передач з фіксованими значеннями або безступінчастим автоматичним управлінням. Вперше така конструкція була використана компанією Nissan в 1997 р. в коробці передач Нурер CVT-M6 (рис. 8.12).

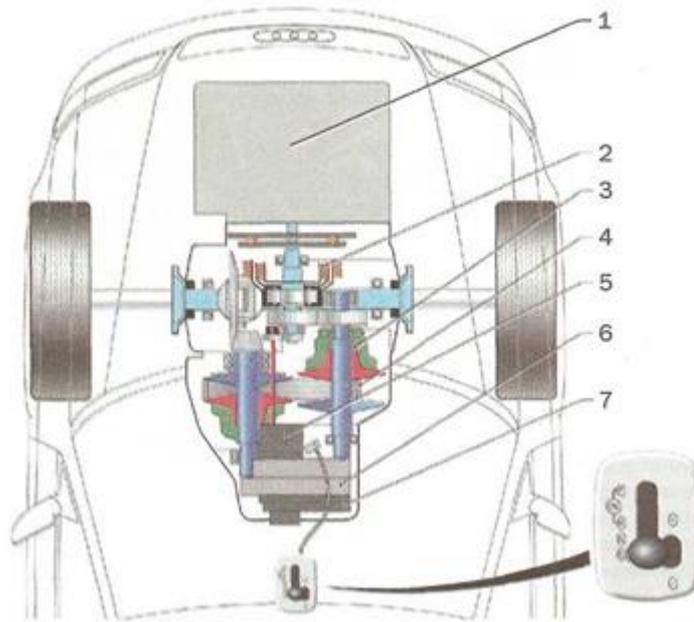


Рис. 21.12 Схема коробки передач Multitronic:

1 - двигун; 2 - зчеплення; 3 - варіатор, 4 - ланцюг, 5 - гідронасос; 6 - керуючий блок; 7 - блок електроніки.

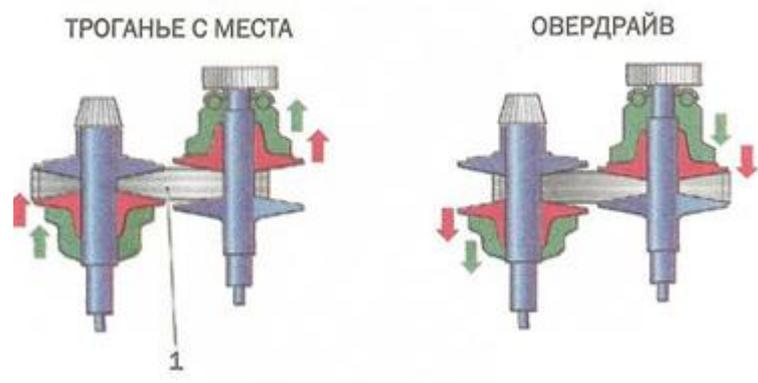


Рис. 21.13 Схема роботи варіатора Multitronic: 1 – ланцюг

Компанія Audi при створенні коробки передач з варіатором Multitronic (рис. 8.13) використовувала інший принцип. При розгоні забезпечується збільшення оборотів двигуна зі збільшенням швидкості автомобіля. Такий режим розгону не є найбільш ефективним, але дає можливість вирішити психологічні проблеми. При екстремальному розгоні керуюча електроніка перемикає варіатор на оптимальний режим роботи. Новий підхід забезпечив можливість автомобілю Audi A6 з коробкою передач Multitronic показати кращі результати по паливній економічності та інтенсивності розгону в порівнянні з таким же автомобілем, але, які мають механічну коробку передач. Крім автоматичного

режиму Multitronic підтримує режим секвентального перемикання передач з шістьма фіксованими передаточними числами. У конструкції використовується мокре багатодискове зчеплення для забезпечення можливості старту з місця. Приводний ремінь Audi являє собою багатоланковий ланцюг, який передає крутний момент за рахунок тертя між торцями осей пластин, що становлять ланцюг, і поверхнями шківів (рис. 8.14). Гідравлічна система управління варіатором забезпечує оптимальне зусилля стиснення шківів, не допускаючи прослизання ланцюга і забезпечуючи необхідну довговічність варіатора.

В тороїдному варіаторі (рис. 8.15) між двома колесами зі сферичною (тороїдною) робочою поверхнею затискається ролик. Одне колесо є ведучим, а інше — веденим. Передача крутного моменту забезпечується силами тертя між робочими поверхнями коліс і ролика. Зміна положення осі ролика в поперечній площині приводить до зміни передавального числа варіатора, рівного відношенню радіусів кіл, які проходять через точки контакту коліс з роликом. В залежності від кута повороту ролика ведене колесо може обертатися з тією ж швидкістю, що і ведуче (якщо ролик горизонтальний), з більшою, чи меншою (якщо ролик повертається). При використанні тороїдного варіатора в трансмісії автомобіля так само, як і у випадку клиноремінного, необхідно забезпечити можливість отримання заднього ходу і відключення варіатора від двигуна за допомогою зчеплення. Перший патент на конструкцію трансмісії з тороїдного варіатором був отриманий Чарльзом Хантом ще в 1877 р. Такі трансмісії виробництва Perbury-Hauers пропонувалися для автомобілів в 1930-і рр., Проте вони відрізнялися недостатньою величиною переданого крутного моменту і низькою довговічністю через відсутність відповідних матеріалів і технологій. Основна проблема полягає в тому, що передача крутного моменту цілком залежить від тертя в контакті ролика з колесами, і чим вище переданий момент, тим більше повинна бути сила тертя, причому при дуже малій площі контакту. Для

збільшення тертя тиск між деталями варіатора має бути вище, що може привести до пошкодження варіатора.

У 1999 р. компанія Nissan почала встановлювати на деяких зі своїх автомобілів, призначених для японського ринку, коробки передач Extroid. У цій коробці передач використовується здвоєний тороїдний варіатор, що розділяє потік потужності з метою зменшення розмірів вузла. Коробка передач була сконструйована для поздовжньої установки на потужні заднепривідні автомобілі і може передавати крутний момент до 300 Н*м , що на сьогоднішній день є рекордом для коробок передач з варіаторами. Можливість передачі таких зусиль забезпечена застосуванням високоякісних сталей і спеціальних трансмісійних масел. Зусилля стиснення коліс і роликів варіатора становлять величину до 10 т. При таких зусиллях стиснення повернути ролик для зміни передавального числа варіатора не просто.



Рис. 21.14 Схема тороїдного варіатора

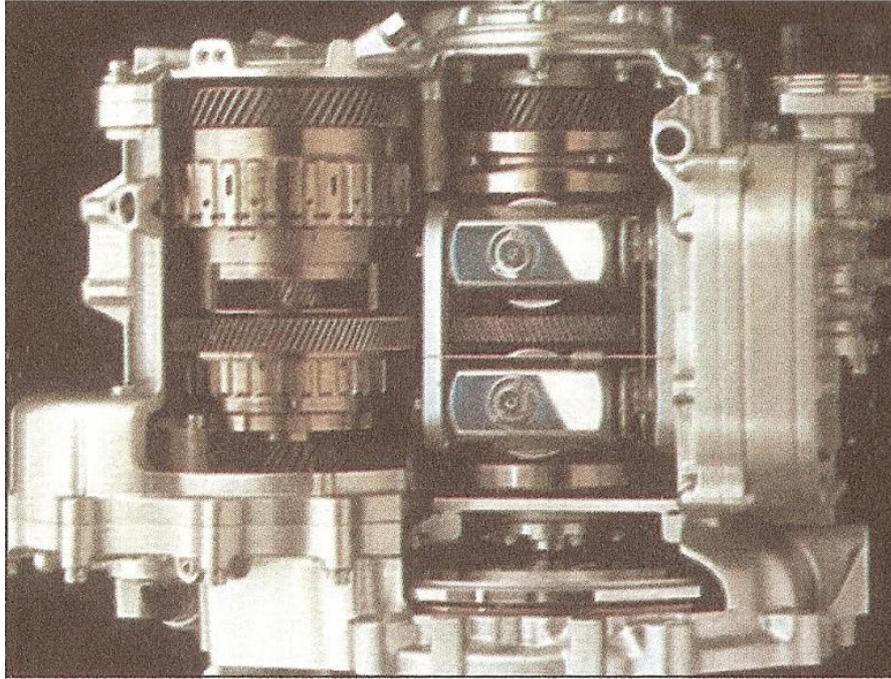


Рис. 21.15 Коробка передач Mazda з тороїдальні варіатором.

Nissan використовує оригінальну систему повороту роликів, в якій ролики повертаються автоматично при їх невеликому зміщенні щодо осі обертання. Спільно з варіатором в коробці передач Extroid працює гідротрансформатор. Для включення заднього ходу використовується планетарна передача, керована за допомогою багатодискового мокрого фрикційного зчеплення.

На Токійському автосалоні 1999 р. компанія Mazda продемонструвала трансмісію, яка включає в себе два тороїдних варіатора, двоступеневу планетарну передачу і два автоматичних зчеплення (рис. 2.16). При рушанні автомобіля з місця планетарна передача знижує передавальне число, з метою отримання високого крутного моменту. На великій швидкості привід на колеса здійснюється безпосередньо від тороїдного варіатора. Коробка передач включає в себе і головну передачу з диференціалом і призначена для поперечної установки на передньопривідні автомобілі.

Автоматизовані коробки передач

Останнім часом відродився інтерес до автоматичного управління механічними коробками передач з використанням електронного контролю і сучасних виконавчих пристроїв. Те, чого винахідники не могли здійснити в минулому,

використовуючи хитромудрі механічні пристрої, стало можливим після появи надійних комп'ютерів і нових технологій.

Вперше такий агрегат – SMG (Sequential M Gearbox) — був запропонований компанією BMW (рис. 2.17). Ця коробка передач пропонується як додаткове обладнання для автомобіля BMW M3, має шість передач для руху вперед і може працювати в двох незалежних, керованих сервомеханізмом режимах.

У першому, так званому економічному режимі, коробка передач працює повністю автоматично, як і будь-яка інша автоматична коробка. Цей режим включається автоматично кожного разу коли включається запалювання.

Другий, спортивний режим, який вибирає сам водій, дає можливість перемикає передачі вгору-вниз, як це робить система Tiptronic. Для перемикає передач використовуються гідравлічні виконавчі механізми.

Інженерам BMW вдалося домогтися рекордного часу перемикає передач - при розгоні автомобіля час перемикає передач не перевищує 0,08 с. Електронний блок управління коробки передач контролює не тільки виконавчі пристрої, але й керує роботою двигуна, забезпечуючи перерегулювання при перемикає на нижчі передачі. При зниженні швидкості до 15 км /год автоматично включається друга передача, а при повній зупинці перша.

У коробці передач Easytronic (рис. 2.18), розробленою спільно компаніями Valeo і Luk і призначеної для установки на невеликі автомобілі для європейського ринку, в якості виконавчих пристроїв використовуються три крокових електродвигуна. Коробка передач вийшла легкою і компактною, але перемикає передач здійснюється повільніше, ніж в коробках передач з гідравлічним управлінням. Управління трансмісією вантажних автомобілів, особливо коробками передач магістральних тягачів з великим числом передач, завжди вимагало великого уміння від водія. Невипадково, що автоматизація торкнулася і таких коробок (рис. 2.19). Більшість виробників вантажних автомобілів пропонують у якості варіантів автоматичні і напівавтоматичні коробки передач.

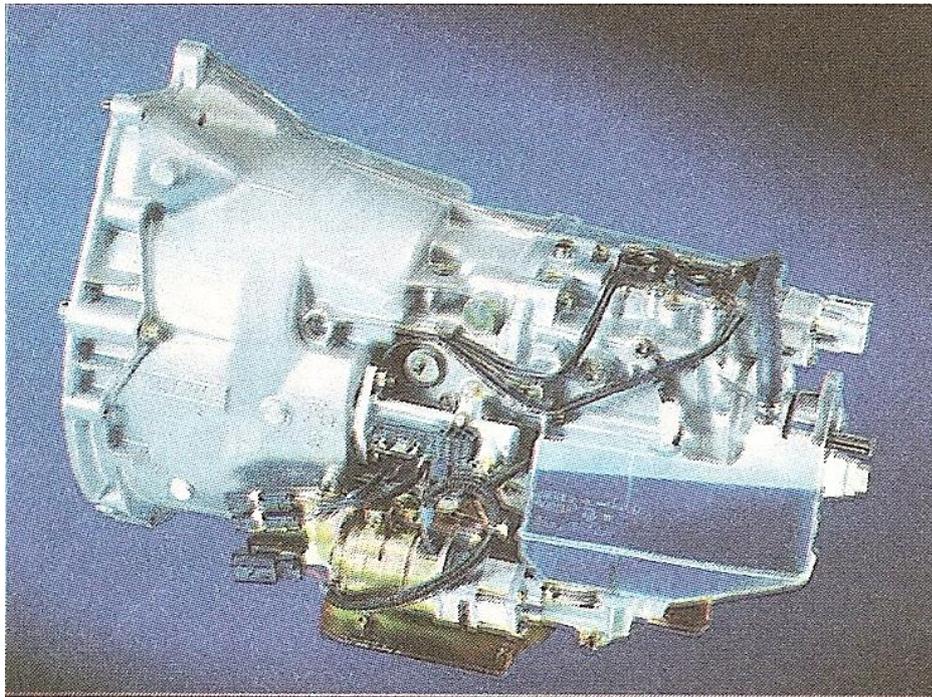


Рис. 21.16 Секвентальна, автоматизована коробка передач SMG (Sequential M Gearbox)

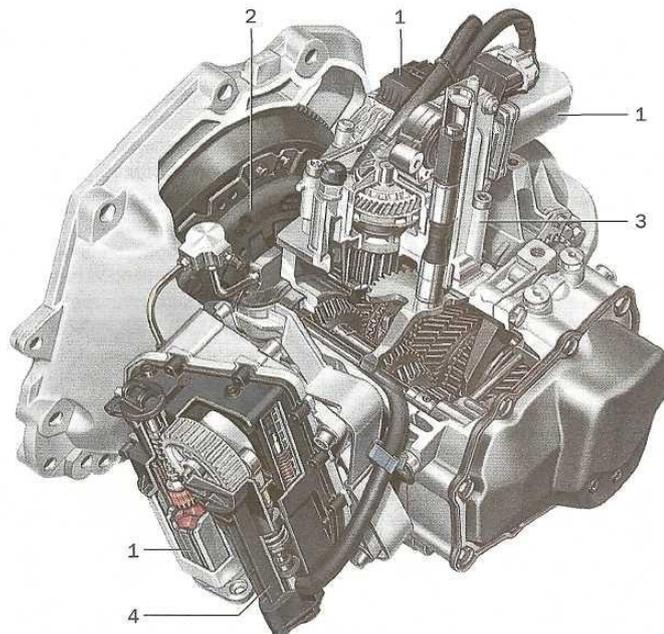


Рис. 21.17 Автоматизована коробка передач Easutronic сконструйована спеціально під управління електронікою: 1 - крокові двигуни; 2 - автоматичне зчеплення, 3 - механізм перемикання передач, 4 - блок управління зчепленням

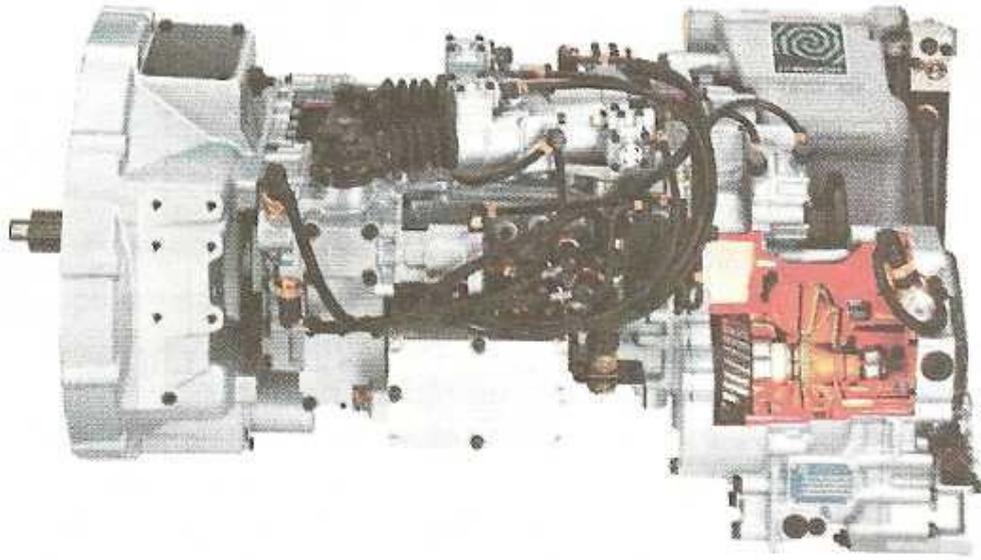


Рис. 21.18 Автоматизована коробка передач Easytronic