

Лекція 9. Органи керування автомобіля і вимоги до них

Загальна характеристика органів керування автомобіля

Органи керування автомобіля є сукупністю технічних систем і механізмів, за допомогою яких водій здійснює цілеспрямований вплив на рух транспортного засобу, змінюючи його напрямок, швидкість та динамічний стан. Від конструкції, надійності та ефективності органів керування безпосередньо залежать безпека дорожнього руху, керованість автомобіля та можливість реалізації його тягових і гальмівних властивостей у реальних умовах експлуатації.

У сучасному автомобілі органи керування розглядаються не як окремі механізми, а як складні інтегровані системи, що поєднують механічні, гідравлічні, пневматичні та електронні елементи. Основними органами керування автомобіля є рульове керування та гальмівна система, які забезпечують відповідно зміну траєкторії руху та регулювання швидкості або повну зупинку транспортного засобу.

Вимоги до органів керування автомобіля

До органів керування висувається комплекс технічних, експлуатаційних та ергономічних вимог. Передусім вони повинні забезпечувати високу надійність і безвідмовність упродовж усього строку служби автомобіля, оскільки відмова рульового керування або гальмівної системи безпосередньо загрожує безпеці руху.

Важливою вимогою є точність і передбачуваність реакції автомобіля на дії водія. Зусилля на органах керування повинні змінюватися пропорційно до керуючого впливу, не викликаючи різких або запізнілих реакцій. Окрему увагу приділяють ергономічним вимогам: розміщення органів керування, величина прикладених зусиль і характер зворотного зв'язку мають відповідати фізіологічним можливостям водія.

Рульове керування: призначення та класифікація

Рульове керування призначене для зміни напрямку руху автомобіля шляхом повороту керованих коліс на заданий кут. Конструктивно воно

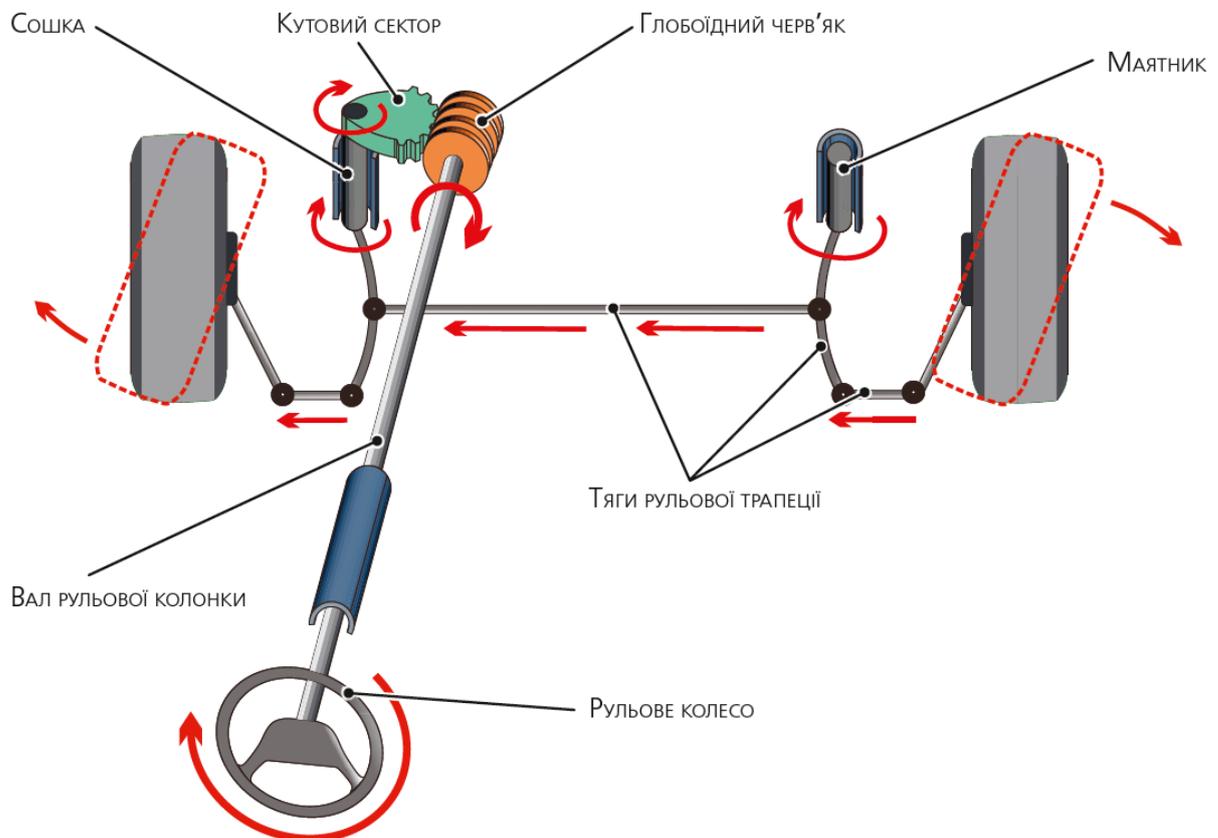
забезпечує передачу зусилля від рульового колеса до керованих коліс із необхідним передаточним відношенням та точністю.

За принципом дії рульові керування поділяються на механічні, гідропідсилені, електропідсилені та електронні системи типу steer-by-wire. За конструкцією рульового механізму розрізняють черв'ячні, рейкові та гвинтові рульові механізми, кожен з яких має свої особливості застосування.

Будова і принцип роботи рульового керування

Рульове керування автомобіля є складною багатокomпонентною системою, призначеною для точного, надійного та передбачуваного керування напрямком руху транспортного засобу. Його основною функцією є перетворення керуючого впливу водія, прикладеного до рульового колеса, у поворот керованих коліс на необхідний кут із заданою точністю, зусиллям та швидкістю. При цьому рульове керування повинно забезпечувати зворотний зв'язок, який дозволяє водієві відчувати стан дорожнього покриття і навантаження на колеса.

Загальна структура рульового керування

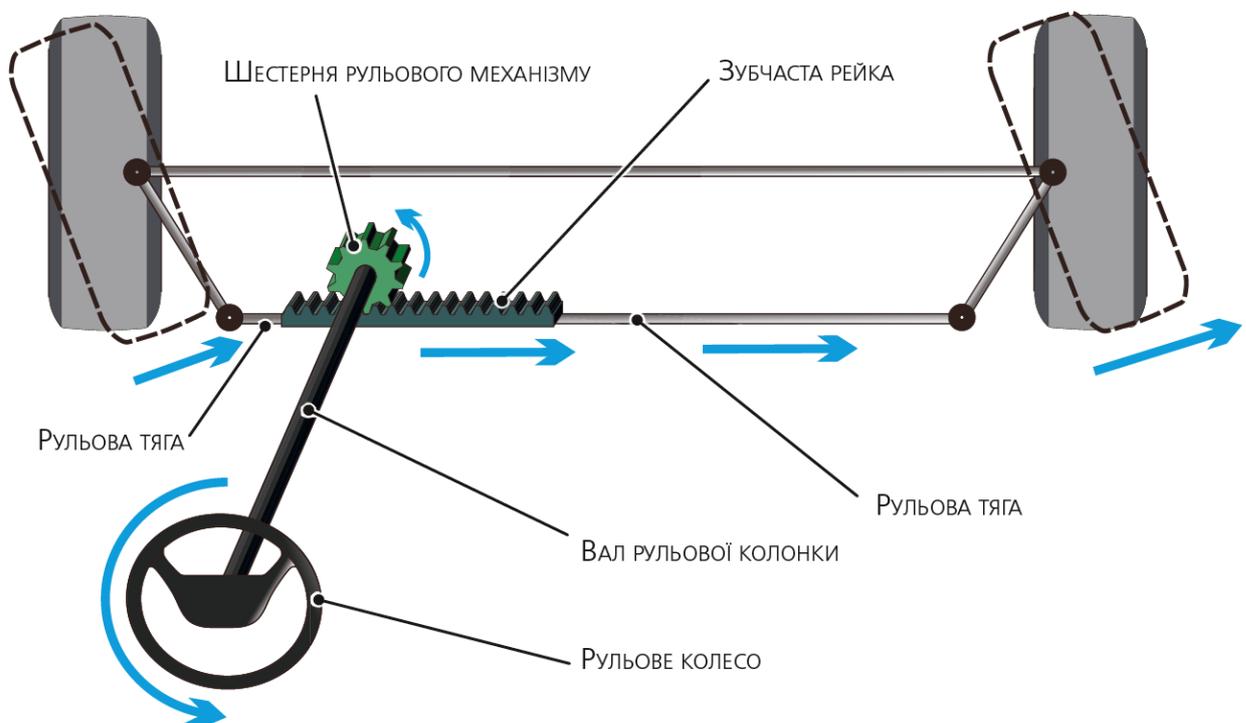


Конструктивно рульове керування складається з рульового колеса, рульової колонки, рульового механізму, рульового приводу та, за наявності, підсилювача рульового керування. Усі ці елементи утворюють єдиний кінематичний і силовий ланцюг, у якому кожна ланка виконує чітко визначену функцію.

Рульове колесо слугує органом безпосереднього керування з боку водія. Його діаметр і форма підбираються з урахуванням ергономічних вимог і необхідного моменту, що прикладається водієм. Рульова колонка передає обертальний рух від рульового колеса до рульового механізму. У сучасних автомобілях вона, як правило, є травмобезпечною і складається з кількох телескопічних або деформівних секцій, які зменшують ризик травмування водія при аварії.

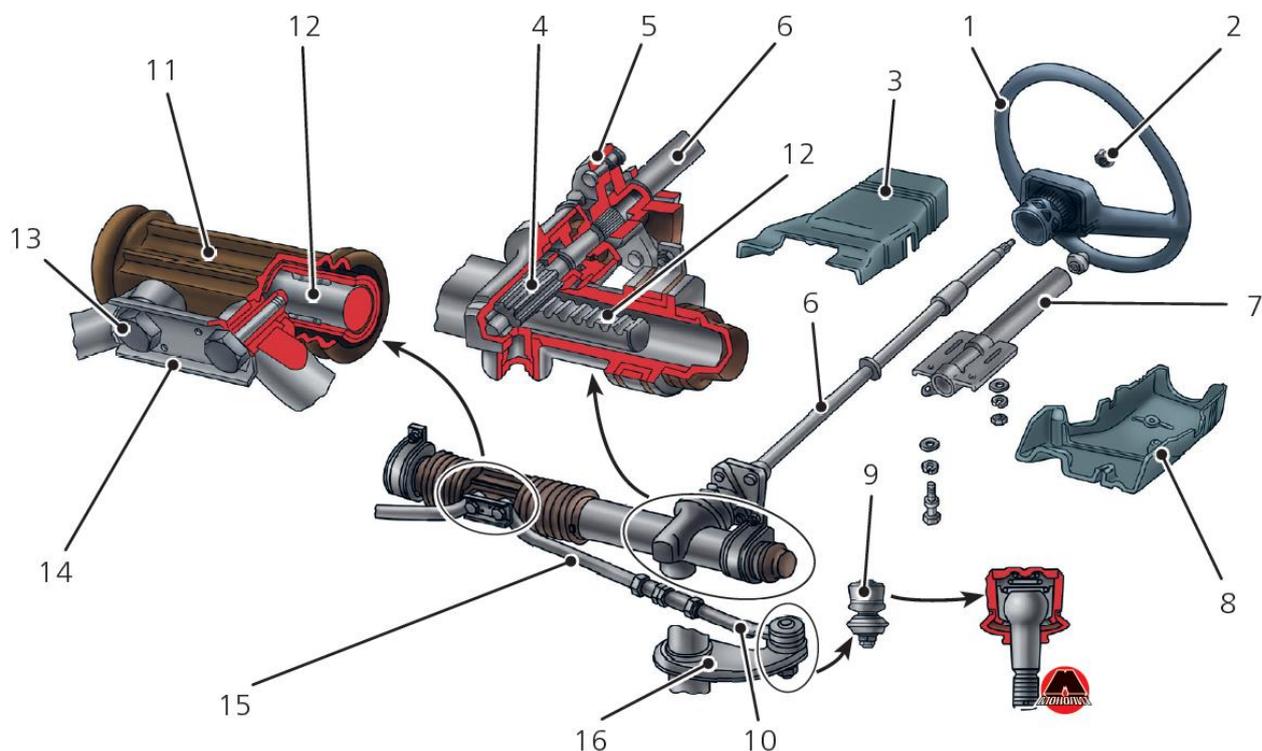
Рульові механізми та їх конструктивні особливості

Ключовим елементом системи є рульовий механізм, який перетворює обертальний рух рульового вала у поступальний або кутовий рух елементів рульового приводу. Залежно від конструкції та сфери застосування розрізняють кілька типів рульових механізмів.



Найбільш поширеним у сучасних легкових автомобілях є рейковий рульовий механізм. Він складається із зубчастої шестерні, жорстко з'єднаної з

рульовим валом, та рульової рейки з відповідним зубчастим профілем. При обертанні шестерні рейка здійснює поступальний рух у поперечному напрямку, передаючи зусилля через рульові тяги на поворотні кулаки коліс. Така конструкція відрізняється високою точністю керування, малою кількістю ланок і незначними втратами енергії.



У вантажних автомобілях і автобусах широко застосовуються черв'ячні рульові механізми, зокрема типу «черв'як — сектор» або «черв'як — ролик». У цих механізмах обертання черв'яка викликає поворот сектору або ролика, жорстко пов'язаного з сошкою рульового механізму. Такі конструкції здатні передавати значні зусилля, але мають більші втрати на тертя і менш точний зворотний зв'язок.

Окрему групу становлять гвинтові рульові механізми типу «гвинт — гайка — рейка», у яких обертання гвинта викликає осьове переміщення гайки з кульковою або роликовою передачею. Кульково-гвинтові механізми характеризуються високою довговічністю та здатністю працювати з великими навантаженнями, що зумовлює їх застосування у важких транспортних засобах.

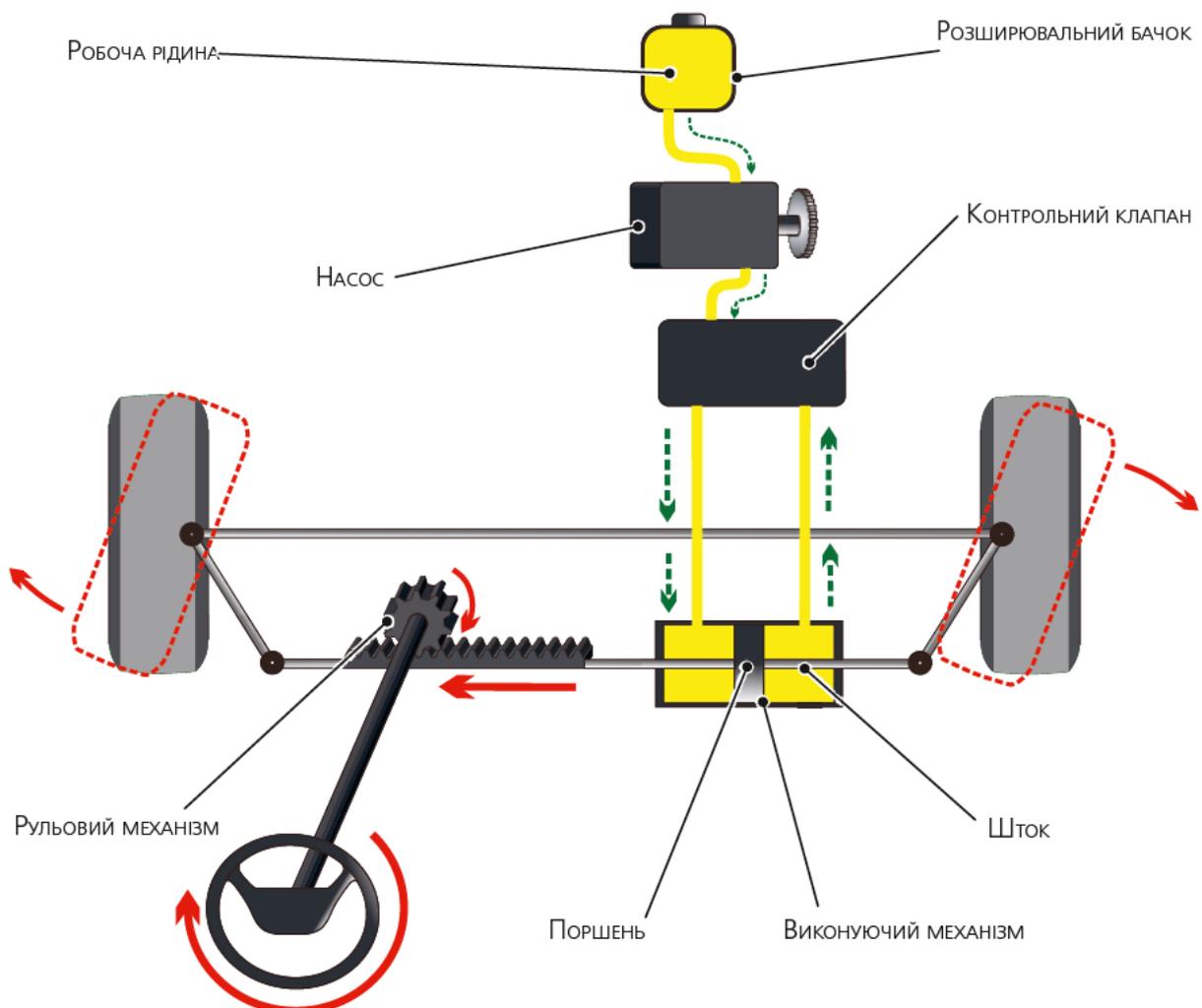
Рульовий привід і передача зусиль до коліс



Рульовий привід забезпечує безпосередній поворот керованих коліс. Він складається з рульових тяг, наконечників та шарнірів, які передають зусилля від рульового механізму до поворотних кулаків. Геометрія рульового приводу підбирається таким чином, щоб забезпечити правильні кути повороту внутрішнього і зовнішнього коліс при маневруванні, відповідно до принципу Акермана.

Кульові шарніри рульового приводу забезпечують необхідну рухомість і водночас високу жорсткість з'єднань. Їх зношування безпосередньо впливає на точність керування і може призводити до люфтів у рульовому керуванні.

Гідравлічний підсилювач рульового керування



Гідравлічний підсилювач рульового керування призначений для зменшення зусилля, яке водій прикладає до рульового колеса, особливо при маневруванні на малих швидкостях. До його складу входять насос, розподільний клапан, гідроциліндр, бачок для робочої рідини та трубопроводи.

Насос, як правило, приводиться в дію від двигуна і створює постійний тиск у системі. При повороті рульового колеса золотниковий клапан спрямовує потік робочої рідини у відповідну порожнину гідроциліндра, створюючи додаткове зусилля, яке допомагає переміщувати рульову рейку або сошку. Величина підсилення залежить від зусилля, прикладеного водієм, що забезпечує природний зворотний зв'язок.

Недоліками гідравлічних підсилювачів є залежність від роботи двигуна, постійні енергетичні втрати та необхідність регулярного обслуговування гідросистеми.

Електричний підсилювач рульового керування

Електричний підсилювач рульового керування використовує електродвигун для створення додаткового зусилля на рульовому валу або рульовій рейці. Він включає електродвигун, редуктор, датчики крутного моменту і положення керма, а також електронний блок керування.

Система аналізує зусилля, прикладене водієм, швидкість руху автомобіля та інші параметри і відповідно регулює величину підсилення. На малих швидкостях підсилення є максимальним, а зі зростанням швидкості воно зменшується, що підвищує курсову стійкість.

Електричні підсилювачі відрізняються високою енергоефективністю, компактністю і можливістю інтеграції з електронними системами стабілізації. Водночас вони значною мірою залежать від справності електронних компонентів.

Взаємодія елементів рульового керування

У процесі руху автомобіля всі елементи рульового керування працюють як єдиний комплекс. Зусилля водія через рульове колесо і колонку передається на рульовий механізм, де воно перетворюється у необхідний рух рульового

приводу. Підсилювачі рульового керування зменшують навантаження на водія, не порушуючи при цьому зворотного зв'язку.

Стан дорожнього покриття, навантаження на колеса і швидкість руху безпосередньо впливають на сили, що діють у рульовому керуванні. Саме узгоджена робота механічних, гідравлічних і електронних елементів забезпечує точність, безпеку і комфорт керування автомобілем.

Гальмівна система: призначення та класифікація

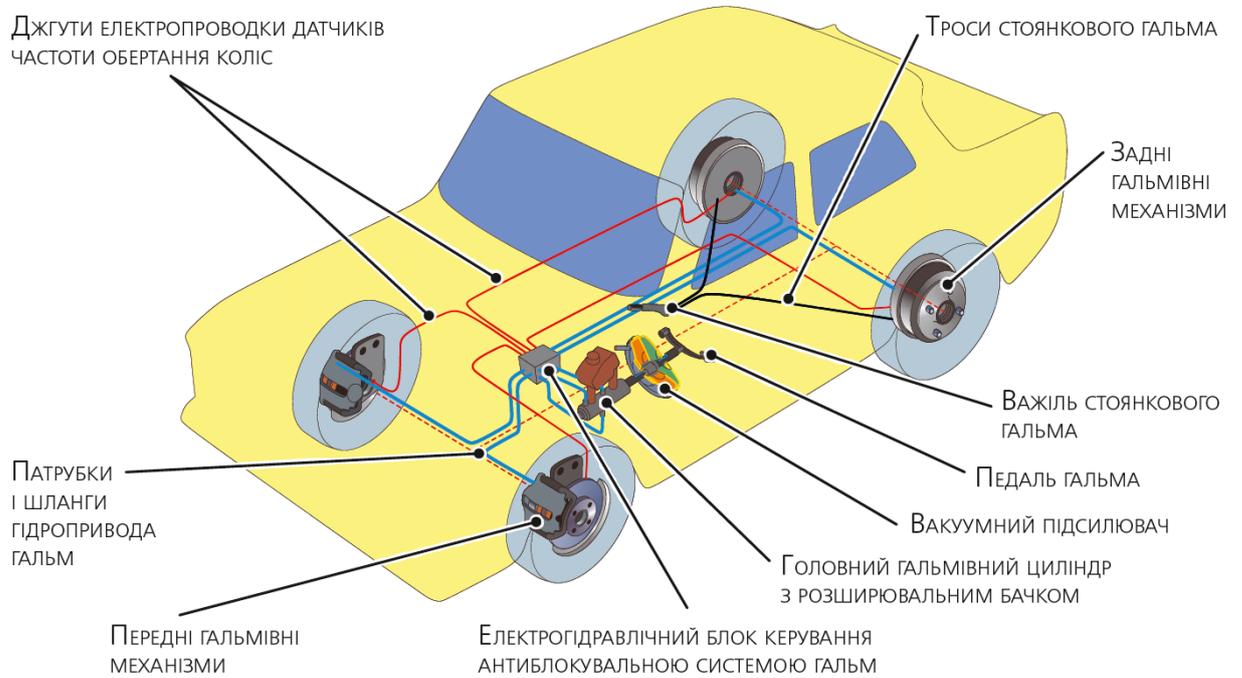
Гальмівна система призначена для зменшення швидкості руху автомобіля, його повної зупинки та утримання у нерухомому стані. Вона є одним із найважливіших елементів активної безпеки транспортного засобу.

За призначенням гальмівні системи поділяються на робочу, запасну, стоянкову та допоміжну. За типом гальмівного механізму розрізняють дискові та барабанні гальма, а за типом приводу — механічний, гідравлічний, пневматичний та електричний.

Будова і принцип роботи гальмівної системи

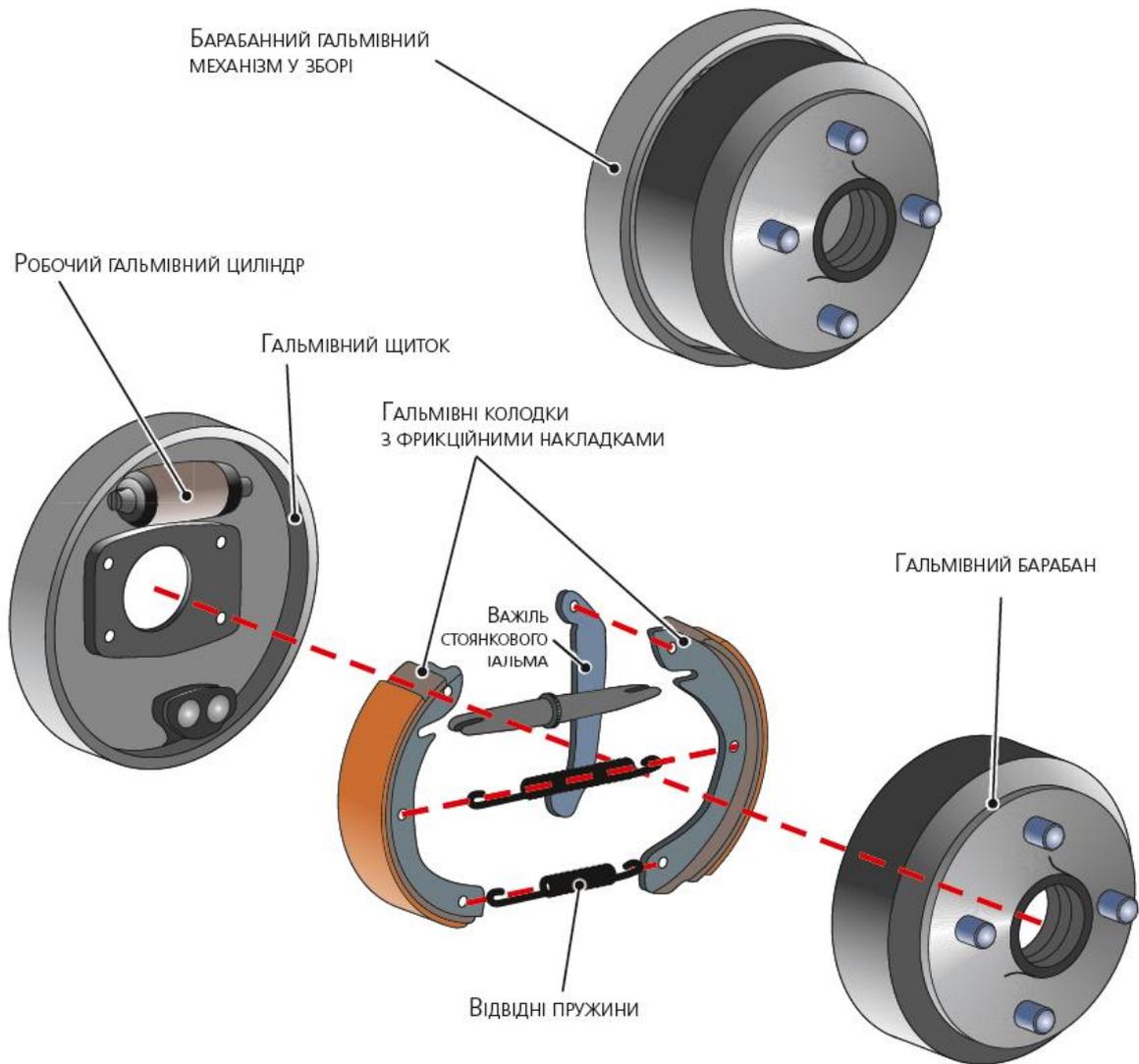
Гальмівна система автомобіля є одним з ключових елементів активної безпеки, призначеним для керованого зменшення швидкості руху, повної зупинки транспортного засобу та утримання його у нерухомому стані на стоянці або ухилі. На відміну від інших систем автомобіля, відмова гальмівної системи безпосередньо створює загрозу життю водія, пасажирів і інших учасників дорожнього руху, тому до її конструкції висуваються підвищені вимоги щодо надійності, резервування та ефективності.

Загальна структура гальмівної системи



У конструктивному відношенні гальмівна система являє собою сукупність гальмівних механізмів, гальмівного приводу, підсилювальних і регулювальних пристроїв, а також електронних систем керування, які працюють як єдиний функціональний комплекс. Зусилля, створене водієм на педалі гальма, передається через привід до гальмівних механізмів коліс, де воно перетворюється у гальмівний момент за рахунок сил тертя.

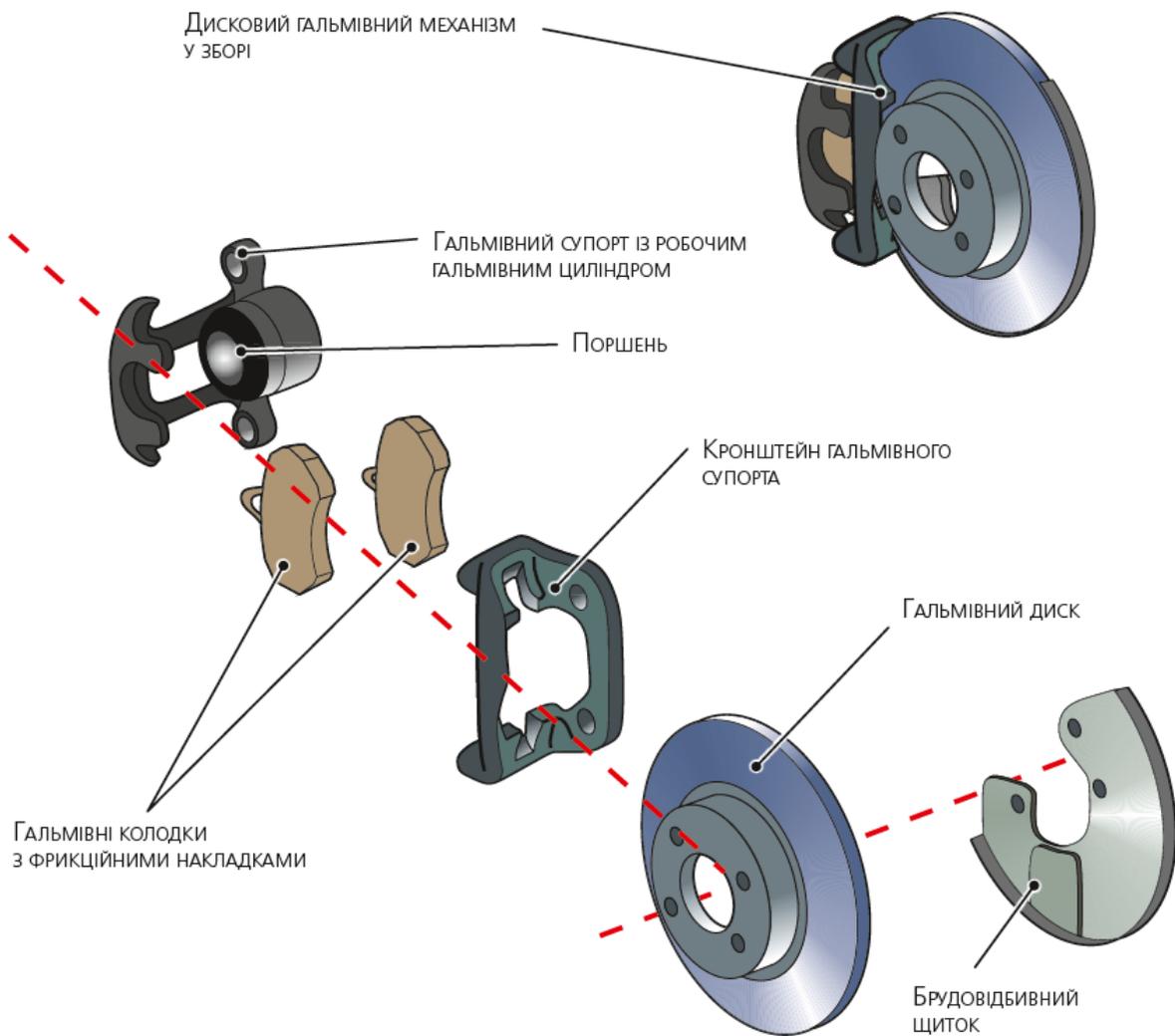
Барабанний гальмівний механізм: будова і принцип роботи



Барабанный гальмівний механізм складається з гальмівного барабана, який жорстко з'єднаний з маточиною колеса, двох гальмівних колодок із фрикційними накладками, розтискного механізму (гідравлічного або механічного), стяжних і поворотних пружин, а також опорного щита. Під час гальмування колодки притискаються до внутрішньої поверхні барабана, внаслідок чого виникають сили тертя, що створюють гальмівний момент.

Особливістю барабанного механізму є ефект самопідсилення, коли обертання барабана сприяє додатковому притисканню ведучої колодки. Це дозволяє отримати значний гальмівний момент при відносно невеликому зусиллі приводу, однак ускладнює тепловідведення та знижує стабільність характеристик при інтенсивному гальмуванні.

Дисковий гальмівний механізм: будова і принцип роботи



Дисковий гальмівний механізм складається з гальмівного диска, який обертається разом з колесом, гальмівного супорта, поршнів, гальмівних колодок і напрямних елементів. При подачі тиску в гідроприводі поршні супорта притискають колодки до поверхонь диска, створюючи сили тертя.

Дискові механізми відзначаються стабільністю гальмівних характеристик, кращим охолодженням і меншою чутливістю до перегріву. Саме тому вони широко застосовуються на передніх колесах легкових автомобілів і на всіх колесах сучасних транспортних засобів підвищеної динаміки.

Гальмівний привід: механічний, гідравлічний і пневматичний

Механічний гальмівний привід передає зусилля за допомогою тяг, важелів і тросів. Він простий за конструкцією, але обмежений за ефективністю, тому нині застосовується переважно у стоянкових гальмівних системах.

Гідравлічний привід є основним для легкових автомобілів. Його робота базується на законі Паскаля: тиск, створений у головному гальмівному

циліндрі, передається без змін до робочих циліндрів коліс. Це забезпечує рівномірний розподіл гальмівних зусиль та високу чутливість системи.

Пневматичний гальмівний привід використовується на вантажних автомобілях і автобусах. Джерелом енергії є стиснене повітря, що дозволяє створювати значні гальмівні зусилля та забезпечує високу надійність за рахунок накопичення енергії у ресиверах.

Підсилювачі гальмівної системи

Для зменшення зусилля на педалі гальма застосовуються вакуумні та пневматичні підсилювачі. Вакуумний підсилювач використовує різницю тисків між впускним колектором двигуна і атмосферою, підвищуючи зусилля, що передається на головний гальмівний циліндр. У пневматичних системах підсилення здійснюється за рахунок енергії стисненого повітря.

Аварійна, стоянкова та допоміжна гальмівні системи

Аварійна гальмівна система забезпечує можливість зупинки автомобіля у разі відмови робочої системи та реалізується через розділення гідравлічних контурів. Стоянкова система призначена для утримання автомобіля у нерухомому стані та, як правило, діє на задні колеса через механічний привід. Допоміжна гальмівна система застосовується переважно на вантажних автомобілях і призначена для тривалого гальмування без перевантаження робочих механізмів.

Регулятор гальмівних сил

Регулятор гальмівних сил автоматично змінює тиск у гальмівних механізмах задніх коліс залежно від навантаження автомобіля, запобігаючи їх передчасному блокуванню та підвищуючи стійкість руху.

Електронні системи гальмування: ABS, EBD, ESP

Антиблокувальна система (ABS) запобігає блокуванню коліс шляхом імпульсного регулювання тиску у гальмівних механізмах. Система EBD оптимізує розподіл гальмівних сил між осями залежно від режиму руху. Система ESP контролює курсову стійкість автомобіля, вибірково пригальмовуючи окремі колеса та зменшуючи крутний момент двигуна.

Таким чином, гальмівна система сучасного автомобіля являє собою складний багаторівневий комплекс механічних, гідравлічних, пневматичних і електронних елементів, узгоджена робота яких забезпечує безпечне та ефективне керування рухом транспортного засобу.

Взаємодія рульового керування і гальмівної системи

У реальних умовах руху рульове керування і гальмівна система працюють у тісній взаємодії. Під час екстреного гальмування можливість збереження керованості автомобіля безпосередньо залежить від ефективності обох систем та їх електронної координації.

Узагальнення

Органи керування автомобіля є ключовими системами, що визначають рівень безпеки та ефективності експлуатації транспортного засобу. Глибоке розуміння їх будови, принципів роботи та вимог до них є необхідною складовою підготовки фахівців з автомобільного транспорту.