

ПРИНЦИП ДІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КЕРОВАНИХ ПІДВІСОК

Карповець Руслан Русланович ст. гр. АА-41-19

Rulet4349@gmail.com

Висока конкуренція практично у всіх сферах виробництва, вимагає від виробників постійного вдосконалення продукції та нових, нестандартних підходів у її реалізації. Ринок транспортних засобів не є винятком. Типові тренди сьогодення – підвищення економічності транспортних засобів, зниження шкідливих викидів, використання відновлюваних джерел енергії. Однак, як і пів сторіччя тому, під час придбання транспортного засобу людей цікавлять показники його безпеки та комфорту.

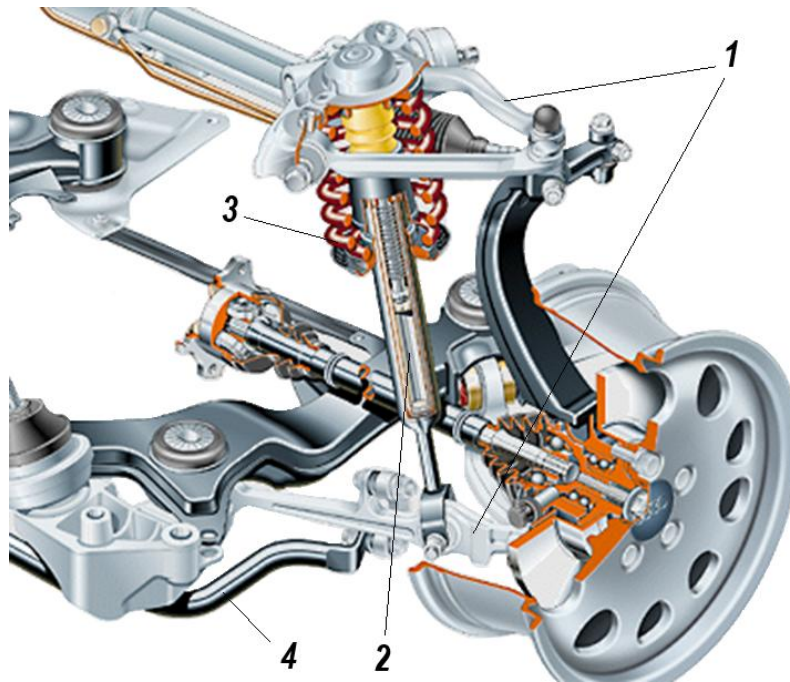
Дослідження будови керованої (адаптивної) підвіски є актуальним питанням, оскільки її використання дозволяє підвищити комфорт та безпеку транспортного засобу, а також підвищити його конкурентоздатність на ринку. Наявність можливості змінювати характеристики елементів підвіски – беззаперечна перевага не лише для легкових автомобілів, але і для автобусів та вантажівок.

Як відомо [1], підвіска забезпечує пружний зв'язок між підресореними та не підресореними масами автомобіля, пом'якшує удари та поштовхи, що сприймаються колесами під час наїзду на нерівності дороги. Робота підвіски полягає у перетворенні енергії удару, у випадку наїзду колеса на нерівність дороги, в деформацію пружного елемента. Результатом є зменшення сили удару, що передається на кузов, та підвищення плавності ходу автомобіля.

В залежності від типу транспортного засобу, особливостей його використання, типу рульового керування та ще безлічі факторів, підвіска може мати різні варіанти виконання та особливості будови. Але при цьому вона буде мати у своєму складі три типи елементів: пружні, напрямні та гасильні (рис. 1).

На сьогоднішній день пружні елементи підвісок умовно можна розділити на металеві (листові ресори, пружини, торсіони) та неметалеві

(забезпечують пружні властивості підвіски за рахунок пружності гуми, стисненого повітря або рідини). Зустрічається використання в підвісках комбінованих пружних елементів, які складаються з металевих і неметалевих елементів.



1 – напрямний елемент; 2 – гасильний елемент; 3 – пружний елемент;
4 – стабілізуючий елемент

Рисунок 1 – Основні елементи підвіски транспортних засобів

Напрямний пристрій підвіски передає тягові, гальмівні та бокові зусилля від коліс на раму або кузов автомобіля [1]. При використанні у якості пружного елемента пружини, роль напрямного пристрою відіграють важелі й штанги підвіски. У ресорній підвісці сама листова ресора передає поздовжні й бокові зусилля, завдяки чому конструкція підвіски спрощується.

Гасильний елемент підвіски призначається для гасіння коливань кузова й коліс у разі наїзду на перешкоди. У якості гасильних елементів використовуються амортизатори. Вони перетворюють енергію коливань на теплову енергію з наступним її розсіюванням у навколишнє середовище.

Керовані підвіски слід розділити за способом керування на активні та адаптивні. Активними прийнято називати підвіски, параметри яких водій може змінювати за власним бажанням натисканням відповідної кнопки або переміщенням важеля керування [2]. Адаптивна підвіска – різновид активної підвіски, в якій параметри, найчастіше ступінь демпфування амортизаторів, змінюються автоматично залежно від стану дорожнього покриття, параметрів руху та запитів водія.

Слід зазначити, що керовані підвіски різних виробників мають різні назви. При цьому сенс їх роботи зводиться до керування одним з елементів підвіски – пружним або гасильним, в окремих випадках навіть стабілізуючим. Познайомимося з основними підходами, які використовують автомобільні виробники для керування підвіскою.

Як було викладено вище, керована підвіска найчастіше реалізується шляхом керування ступенем демпфування амортизаторів в залежності від стану дорожнього покриття, параметрів руху і запитів водія. Під ступенем демпфування розуміється швидкість загасання коливань, яка залежить від опору амортизаторів і величини підресорених мас [3]. У сучасних конструкціях адаптивної підвіски використовується два способи регулювання ступеня демпфування амортизаторів:

- за допомогою електромагнітних клапанів;
- за допомогою магнітно-реологічні рідини.

При регулюванні за допомогою електромагнітного регулювального клапана змінюється його прохідний перетин залежно від величини струму, який подається за командою електронного блоку керування (рис. 2). Чим більше струм, тим менше прохідний перетин клапана і відповідно вище ступінь демпфування амортизатора (жорстка підвіска) [3].

Регулювальний клапан встановлюється на кожен амортизатор і може розташовуватися всередині або зовні амортизатора. Застосування амортизаторів вказаної конструкції характерно для підвісок:

- Adaptive Chassis Control, DCC від Volkswagen;

- Adaptive Variable Suspension, AVS від Toyota;
- Continuous Damping Control, CDS от Opel та інші.

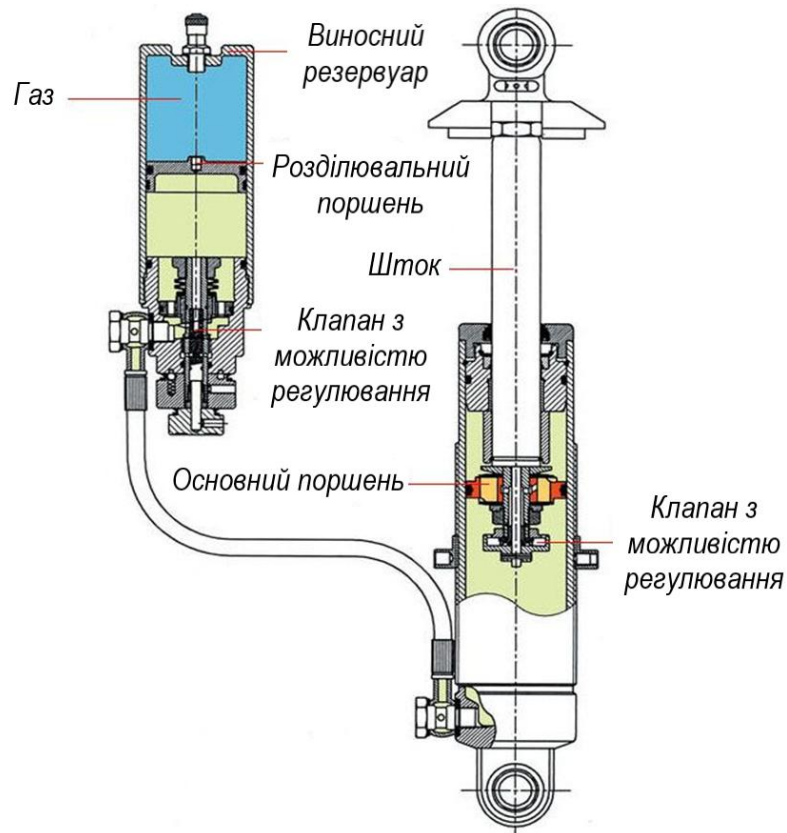


Рисунок 2 – Амортизатор із можливістю регулювання та виносним резервуаром

У іншому варіанті функціонування амортизаторів ґрунтується на магнітно-реологічному ефекті [4]. Замість звичайного мастила у амортизаторі використовується спеціальна рідина. Магнітно-реологічна рідина є високодисперсною суспензією, що являє собою синтетичне мастило, в яке додані м'які магнітні мікрочастинки.

При потраплянні рідини в зону дії магнітного поля її властивості змінюються. Магнітні частинки вирівнюються за напрямом ліній магнітного поля. При цьому змінюється зусилля протікання рідини (рис. 3). В амортизаторі, заповненому магнітно-реологічною рідиною, відсутні традиційні клапани. Замість них у поршні є канали, через які вільно проходить рідина. У поршень також вбудовані електромагнітні котушки. При

подачі на котушки напруги частинки магнітно-реологічної рідини вишиковуються лініями магнітного поля і створюють опір руху рідини по каналах, чим досягається збільшення ступеня демпфування (жорсткості підвіски).

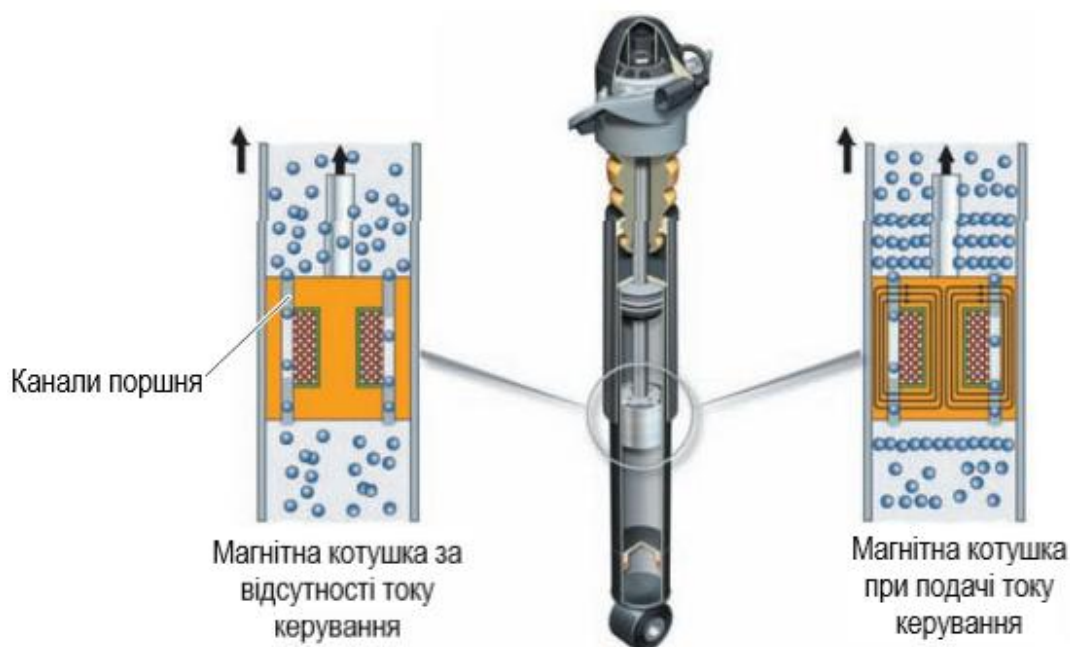


Рисунок 3 – Будова амортизатора із використанням магнітно-реологічної рідини

Магнітно-реологічна рідина використовується в конструкції адаптивної підвіски значно рідше:

- MagneRide від General Motors (автомобіли Cadillac, Chevrolet);
- Magnetic Ride від Audi.

Регулювання ступеня демпфування амортизаторів забезпечує електронна система керування, яка включає вхідні пристрої, блок керування та виконавчі пристрої. Сигнали від датчиків надходять до електронного блоку керування, де відповідно до закладеної програми відбувається їх обробка та формування керуючих сигналів на виконавчі пристрої – регульовальні електромагнітні клапани або електромагнітні котушки. В

залежності від умов руху та бажань водія можна реалізувати абсолютно різну жорсткість підвіски (рис. 4).

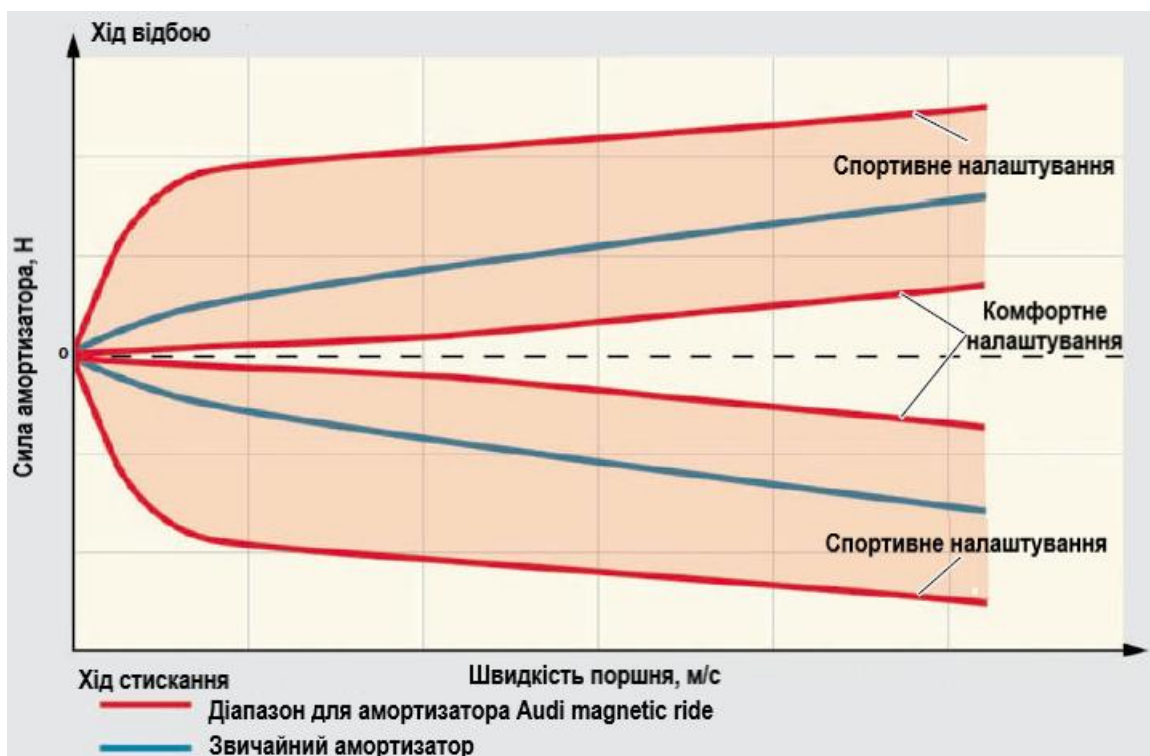


Рисунок 4 – Порівняльний аналіз характеристик амортизатора Audi Magnetic Ride зі звичайним амортизатором [4]

Окремим типом керованої підвіски можна вважати електромагнітну підвіску. Електромагнітна підвіска автомобіля є конструкцією, в основі якої лежить електродвигун. Цей двигун має два режими роботи: як демпфуючий елемент та як пружний елемент [5]. Режим роботи визначає блок керування. Конструктивно цей електродвигун замінює стандартний автомобільний амортизатор (рис. 4).

Існує декілька загальновідомих виробників електромагнітних підвісок, основними з них є Delphi, SKF, Bose. Розглянемо принцип дії електромагнітної підвіски на прикладі конструкції Bose.

Відмінність магнітної підвіски від класичних конструкцій полягає у можливості роботи за повної відсутності пружин, торсіонів, стабілізаторів, амортизаторів та інших звичних елементів. В основу електромагнітної

підвіски Bose покладено лінійний електродвигун, який в залежності від закладеного алгоритму може працювати як пружний елемент або як амортизатор.



Рисунок 5 – Загальний вигляд електромагнітної підвіски

Основні функції виконує шток з магнітним сердечником, поміщений у магнітне поле, що створюється лінійним електродвигуном. Використання електромагнітної підвіски не тільки забезпечує ефективне гасіння коливань, що виникають через нерівність дороги, а й відкриває нові можливості для керування транспортними засобами [4].

Підвіска Bose також може забезпечувати роботу в режимі рекуперації. При пересуванні автомобіля по прямій, коливання, викликані нерівністю дорожнього покриття, перетворюються на електричний струм. Енергія не розсіюється у просторі, а збирається в акумуляторних батареях для подальшого використання.

Електромагнітні підвіски мають суттєві переваги у порівнянні із класичними:

- мала кількість механічних компонентів, що зумовлює високий ресурс конструкції та компактність;
- висока швидкість спрацювання;
- можливість внесення змін до характеристик прямо у русі;
- автоматизація корекції положення кузова.

Не зважаючи на вказані переваги, складність пов'язана з розробкою програмного забезпечення не дозволяє реалізувати весь потенціал електромагнітних підвісок.

Підводячи підсумок, потрібно відзначити суттєві переваги у показниках комфорту та керованості, які отримує транспортний засіб у випадку встановлення керованої (адаптивної) підвіски. Разом з тим, зростає вартість транспортного засобу, подекуди зменшується ресурс елементів підвіски, зростає залежність транспортного засобу від бортової електричної мережі.

Література:

1. Електронний ресурс: <http://licey58.zp.ua/lesson/tema-pidviska-zagalna-budova-i-princip-di%D1%97>.
2. Електронний ресурс: <https://avtoshark.com/article/repairs/chassis-repairs/adaptivnaya-podveska-avtomobilya>.
3. Електронний ресурс: <https://jak.koshachek.com/articles/adaptivna-pidviska-napivaktivna-pidviska-pristriij.html>.
4. Електронний ресурс: <https://pnevma.ru/bardachok/?p=2342>.
5. Електронний ресурс: <https://auto.today/bok/3108-elektromagnitnaya-podveska-kak-ona-ustroena.html>.

Науковий консультант: Ярита О.О., доцент кафедри автомобілів імені А.Б. Гредескула, канд. техн. наук