

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ АКТИВНЫХ ПОДВЕСОК АВТОМОБИЛЕЙ

А.В. Гнатов, профессор, д.т.н., С.В. Кисловский, студент ХНАДУ

Аннотация. В работе представлены определения видов управляемых подвесок автомобиля согласно общим классификационным признакам. Рассмотрены принципы построения в адаптивных подвесках - а именно амортизаторов, упругих баллонов, стабилизаторов поперечной устойчивости и рычагов крепления опоры колес. Предложено выбрать как проектное решение пневматический амортизатор с неподвижным магнитно-жидкостным дросселем в выносной камере.

Ключевые слова: подвеска, автомобиль, амортизаторы, управляемый амортизатор, электромагнитные клапана, магнитная жидкость, магнитный поршень.

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ АКТИВНИХ ПІДВІСОК АВТОМОБІЛІВ

А.В. Гнатов, профессор, д.т.н., С.В. Кисловський, студент ХНАДУ

Анотація. У роботі представлено визначення видів керованих підвісок автомобіля згідно загальним класифікаційним ознакам. Розглянуто принципи побудовання в адаптивних підвісках – а саме амортизаторів, пружних балонів, стабілізаторів поперечної стійкості та важелів кріплення опори коліс. Запропоновано обрати за проектне рішення пневматичний амортизатор з нерухомим магнітно-рідинним дроселем у виносній камері.

Ключові слова: підвіска, автомобіль, амортизатори, керований амортизатор, електромагнітний клапан, магнітна рідина, магнітний поршень.

ANALYSIS OF TECHNICAL SOLUTIONS OF ACTIVE VEHICLE SUSPENSION

A. Hnatov, professor, dr. eng. sc., S. Kyslovskiy, student, KhNAHU

Abstract. In work definitions of kinds of operated suspensions of the car according to the general classification signs are presented. The principles of construction in adaptive suspensions - namely shock absorbers, elastic cylinders, stabilizers of lateral stability and levers of fastening of a support of wheels are considered. It is proposed to choose a pneumatic shock absorber with an immovable magnetic-liquid choke for a design solution in a remote chamber.

Keywords: suspension, car, shock absorbers, controlled shock absorber, solenoid valves, magnetic fluid, magnetic piston.

Вступ

У сучасному світі автомобіль займає одне з основних місць. Отже вимоги як до його комфорту так і безпеки з кожним роком тільки посилюються. Автомобільна підвіска в цьому є найбільш досліджуваним елементом. На цей час існує багато типів підвісок основни-

ми з яких є [1]:

- підвіска МСPherson. Вона має просту конструкцію, надійна і дешева але поряд з тим їй притаманний наступний недолік - істотне зміна кута розвалу коліс;
- підвіска двох важільна. Це одна з найбільш досконалих схем. Вона являє собою підвіску з двома важелями різної довжини, що гаран-

тує машині мінімальний знос покришок і відмінну поперечну стійкість;

- Де-Діон. Максимально зменшує навантаження на задній міст автомобіля. Незбалансована поведінка машини залишається головною проблемою даної підвіски;
- задня залежна підвіска (друга назва: підвіска класики). До недоліків цієї підвіски можна віднести те, що комфорт і плавність ходу залишають бажати кращого, через велику вагу самого заднього мосту і непередресорених мас;
- напівзалежна задня підвіска. Недоліком цієї конструкції - є неможливість використання на задньопривідних машинах.

Удосконалення та впровадження прогресивних технологій в автотранспортній техніці дозволило автовиробникам створити підвіски нового рівня, які отримали назву адаптивні або активні. Такі підвіски мають ряд переваг над попередніми розробками [1-4]:

- здатність підлаштовуватись під характер дорожнього покриття;
- примусове регулювання демпфірування та адаптація до стилю водіння;
- зменшення крену кузова та краща маневреність;
- регулювання кліренсу і підвищення безпеки руху.

Таким чином, підвищення вимог до їздових якостей та комфорту керування автомобілями визначають актуальність теми дослідження. Розробка нових конструкцій підвіски або вдосконалення існуючих є нагальною науково-технічною задачею, вирішення якої дозволить значно покращити як технічні характеристики автомобіля, так і його комфортність.

Мета та постановка задачі

Метою роботи є аналіз керованих підвісок з розглядом пневматичного амортизатору з магніто-рідинним дроселем.

Для досягнення цієї мети застосовуються методи аналізу технічних рішень за спеціалізованою літературою та патентного пошуку.

Задачі дослідження:

- розглянути класифікацію та склад керованих підвісок;
- розглянути принципи побудовання та структуру активних підвісок автомобіля;
- запропонувати проектне рішення пневма-

тичного амортизатора з магнітно-рідинним дроселем.

Автомобільні підвіски

Автомобільні амортизатори служать для забезпечення безпеки і комфорту руху, вони повинні запобігти відриву коліс від дороги і перешкоджати коливанням кузова. Амортизаторами називають пристрої, що перетворюють енергію механічних коливань в теплоту. Вони прикріплюються до кузова і важелів підвіски за допомогою еластичних елементів.

В даний час в підвісках автомобілів застосовуються телескопічні гідравлічні амортизатори. Дія таких амортизаторів заснована на використанні гідравлічного сопору, який виникає при перетіканні рідини з однієї порожнини циліндра в іншу через отвори, перекриті клапанами, що відповідають за стискання і віддачу (розтягнення).

За конструкцією більшість амортизаторів поділяється на дві групи – однотрубні і двотрубні. Вони можуть бути масляними (або гідравлічними) і газо-масляними (гідропневматичними). Для підвищення комфорту руху і безпечного управління транспортним засобом застосовують електронно-керовані амортизатори. До електронно-керованих амортизаторів відносять такі амортизатори, характеристики яких прямим або непрямым чином змінюються шляхом сигналів від блоку управління або за командою водія.

Електронно-керовані амортизатори умовно можна поділити на кілька груп в залежності від принципу зміни характеристик. Жорсткість гідравлічного амортизатора можна виміряти трьома способами: варіювати перетин перепускних отворів, через які перекачується мастило, змінювати в'язкість самої робочої рідини, варіювати тиск газового підпору.

Класифікація та склад керованих підвісок

Керовані підвіски можна класифікувати за рядом ознак (рис. 1):

- видом параметра управління;
- ступенем автоматизації; принципом побудови;
- керуючим елементом.

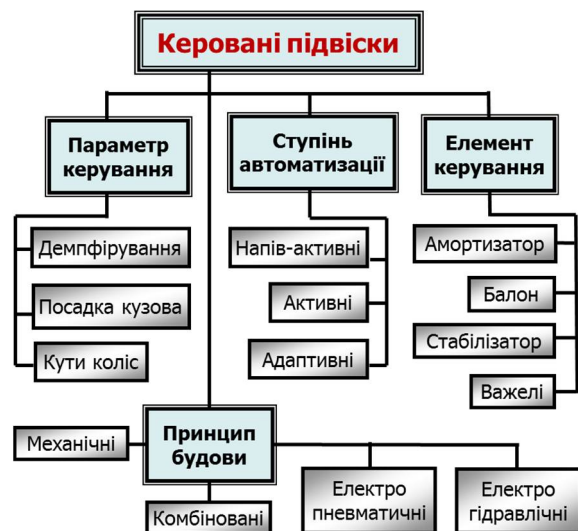


Рис. 1 – Класифікація керованих підвісок

З позицій керованості розрізняють пасивні, напівактивні та активні підвіски. Пасивна (некерована) підвіска характеризується цілком фіксованими значеннями нормативних параметрів (не змінює характеристик в залежності від режимів та умов руху авто).

Напівактивна підвіска забезпечує управління тільки дорожнім просвітом шляхом зміни положення активного стабілізатора поперечної стійкості завдяки перепуску робочого середовища (повітря чи рідини) за допомогою електроклапанів.

Активна підвіска поруч зі зміною положення пружних елементів, забезпечує регулювання жорсткості елементів, які демпфують (керованих амортизаторів) в активній стойці. Широке застосування активна підвіска отримала в автобусах та тролейбусах, де потрібно уникати кренів кузова при нерівномірному розподіленні пасажирів по салону.

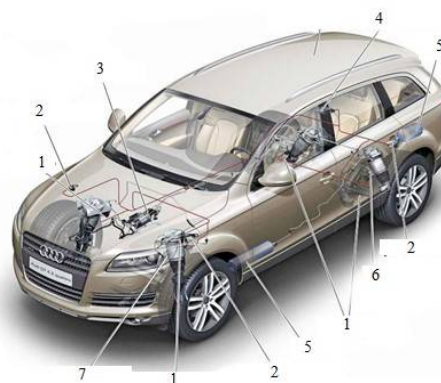
Адаптивна підвіска це активна підвіска, в якій передбачено зміну її регульованих параметрів в автоматичному режимі на підставі інформації, отриманої з датчиків (система зі зворотним зв'язком).

Адаптація до дорожніх умов і стилю керування може забезпечуватися за допомогою різноманітних систем та пристроїв. На різних автомобілях застосовуються відмінні одна від одної адаптивні підвіски, однак призначення і загальний принцип дії залишаються незмінними. До складу адаптивної підвіски входять елементи мехатронної системи:

- параметричні стойки амортизаторів;
- регульовані стабілізатори поперечної стійкості;
- керовані задні важелі;
- датчики прискорення, дорожнього просвіта, нерівності дороги та інші;
- електронний блок управління підвіскою.

Розміщення елементів адаптивної пневматичної підвіски, наприклад, автомобіля Audi Q7 показано на рисунку 2.[1]. Активні стойки амортизаторів призначені для динамічної зміни жорсткості підвіски в залежності від характеру дорожнього покриття і ситуації на дорозі.

Амортизатори можуть мати різноманітну конструкцію і принцип управління – оснащені спеціальним електромагнітним клапаном з перемінним січенням або заправлені магнітною рідиною.



- 1 – датчики рівня; 2 – датчики прискорення кузова; 3 – блок подачі повітря; 4 – ЕБК підвіски; 5 – ресивери; 6 – демпфер; 7 – датчик передньої осі

Рис. 2 – Компонівка елементів адаптивної пневматичної підвіски

Електронний блок управління подає напругу різної величини на клапан амортизатора, змінюючи тим самим його прохідний перетин, внаслідок чого підвіска стає жорсткішою чи м'якшою. Причому, регулювання може здійснюватися як на всіх амортизаторах синхронно, так і для кожного індивідуально.

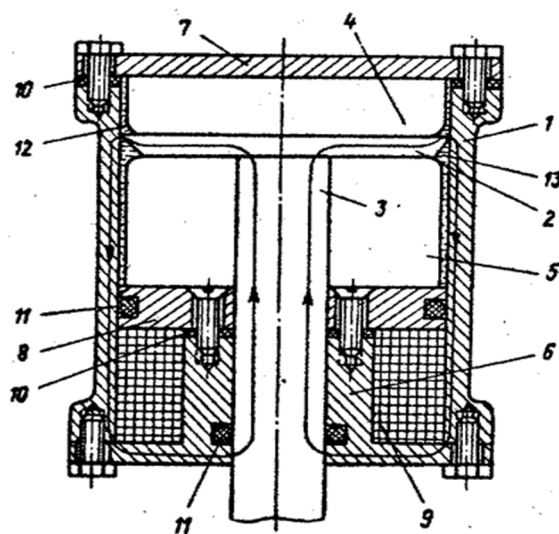
Існують також адаптивні підвіски з активними стабілізаторами поперечної стійкості і керованими важелями задньої підвіски. В цьому випадку параметрами управління являються кути встановлення коліс і посадка кузова. Регулювання жорсткості стабілізатора

ра дозволяє зменшити крени автомобіля при маневруванні на великих швидкостях. Сучасні адаптивні підвіски мають досить складну і швидкодіючу систему управління, яка здатна отримувати, обробляти сигнали і формувати керуючі команди для виконавчих пристроїв за доли секунди, що дозволяє змінювати характеристики підвіски практично миттєво.

Управління виконавчими пристроями підвіски в автоматичному режимі здійснюється електронним блоком, превентивно – водієм через блок ручного контролю.

Пневматичні амортизатори з магніто-рідинним дроселем

Запропоновано конструкцію, в якій функції поршневого сальника виконує магнітна рідина, що скупчується в робочому зазорі під дією магнітного поля і спричиняє регульований опір перепуску повітря між порожнинами робочої камери (рис. 3) [8].



- 1 – магнітний корпус; 2 – магнітний поршень; 3 – магнітний шток; 4, 5 – порожнини робочої камери; 6 – сердечник індуктора; 7 – кришка; 8 – захисна шайба; 9 – котушка індуктора; 10, 11 – ущільнювачі; 12 – магнітна рідина; 13 – кільцевий зазор

Рис. 3 – Устрій пневматичного амортизатора в магнітної рідиною

Амортизатор функціонує наступним чином. При подачі напруги на обмотку в магнітній системі утворюється магнітний потік. Магні-

тна рідина, яка покриває внутрішню поверхню циліндра, під дією потоку втягується в робочий зазор з максимальною напруженістю поля, утворюючи рідинне кільцеве ущільнення. З цього приводу, кромка поршня має загострений профіль і не торкається поверхні циліндра завдяки дистанційним шайбам з немагнітного матеріалу або за рахунок само-центрування.

При переміщенні поршня виникає перепад тиску в порожнинах до певного значення. На момент перебільшення опору магніто-рідинного ущільнення воно проривається, перепускаючи повітря через себе до тих пір доки перепад не досягне регульованого значення. Таким чином, при незмінній напрузі на обмотці індуктора протягом переміщення поршня, підтримується постійне зусилля опору на штоку амортизатора.

При зміні напрямку переміщення поршня, завдяки пружним яkostям повітря, перепад спочатку спадає до нуля, а потім зростає в протилежну сторону і потім підтримується на заданому рівні.

До переваг пневматичних амортизаторів з магніто-рідинним дроселюванням, в порівнянні з гідравлічними і гідро-пневматичними аналогами слід віднести у разі більший діапазон регулювання зусиль опору (функціональність) та значно менший об'єм заправки магнітною рідиною (вартість виготовлення).

Аналогом попереднього рішення є пневматичний амортизатор з рухомою котушкою індуктора, яка розміщена на поршні. Перевагою модернізованої конструкції є лінійність і симетричність регульовальної характеристики й більші зусилля опору. Перший фактор пояснюється підтримкою на переміщеннях постійної довжини магніто-провідної зони, другий – наявність двох (замість одного) симетричних робочих зазорів.

Висновки

Проведені дослідження дозволяють формулювати наступні висновки:

Наведено визначення видів керованих підвісок автомобіля згідно загальним класифікаційним ознакам.

Розглянуто принципи побудовання керован-

них елементів, які застосовуються в адаптивних підвісках – амортизаторів, пружних балонів, стабілізаторів поперечної стійкості та важелів кріплення опори коліс.

Запропоновано обрати за проектне рішення пневматичний амортизатор з нерухомим магнітно-рідинним дроселем у виносній камері.

Література

1. Подвеска автомобилей, типы и виды подвесок автомобиля, обзор. [Электронный ресурс]. <http://prosedan.ru/podveska-avtomobilej-tipy-i-vidy-podvesok-avtomobilya-obzor#i-5>
2. Автомобиль AudiTTCoupe 07. Ходовая часть. [Электронный ресурс]. – [2016]. – Режим доступа: <http://autoholding.net>.
3. Автомобиль Phaeton. Пневматическая подвеска. [Электронный ресурс]. – [2014]. – Режим доступа: <http://vwts.ru>.
4. Сафронов, Ю. Г. Активные подвески. Без электроники // Автомобильная промышленность / Ю. Г. Сафронов, А. В. Синев, В. С. Соловьев, М. М. Чепелев, М.: Машиностроение – № 3, 1992. – С. 25 – 26.
5. Современные адаптивные подвески [Электронный ресурс]. – [2014]. – Режим доступа: <http://avtocrat.at.ua>.
6. Пат. 2114745 Российская Федерация, МПК В 60 G 12/26, F 13 F 9/06. Адаптивная подвеска / С. В. Титов; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет». – №2003222311; заяв. 31.03.1995; опубл. 10.07.1998, Бюл. № 18 (Пч.).
7. Пат. 2499687 Российская Федерация, МПК В 60 G 11/26, F 13 F 8/06. Адаптивная независимая подвеска / Е. В. Сливинский, Д. В. Гритчин, С. Ю. Радин, Д. Н. Климов, В. Н. Свиридова; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина». – №2012412500; заяв. 11.04.2012; опубл. 27.11.2013, Бюл. № 13 (IVч.).
8. Патенти на винаходи 2012-2017 (FindPatent.com.ua). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.findpatent.ru/patent/117/1178982.html>

Рецензент: О.В. Бажинов, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 15 листопада 2017 р.