

ДОСЛІДЖЕННЯ БУДОВИ ПНЕВМАТИЧНИХ ПІДВІСОК

Діденко Назар Володимирович, ст. гр. АА-41-19

nazar.didenko@gmail.com

Пневматична підвіска – це конструкція підвіски, в якій пневматична пружина або пневматичний балон використовується у якості пружного елемента, замість класичної пружини або листової ресори [1].

Під час руху по дорозі із нерівностями, колеса транспортного засобу повторюють профіль опорної поверхні, пружний елемент пневматичної підвіски – пневматичний балон – стискається, у цей час тиск повітря всередині підвищується, завдяки цьому коливання на кузов передаються лише частково.

Підвіска включає пневматичні пружні елементи на кожне колесо (один або декілька) (рис. 1), модуль подачі повітря, ресивер і систему керування. Пневматичний пружний елемент виконує основну функцію підвіски – підтримка певного рівня кузова автомобіля. Ресивер являє собою резервуар для повітря і забезпечує регулювання дорожнього просвіту при русі на невеликій швидкості без включення компресора, а також коригування положення кузова на стоянці.

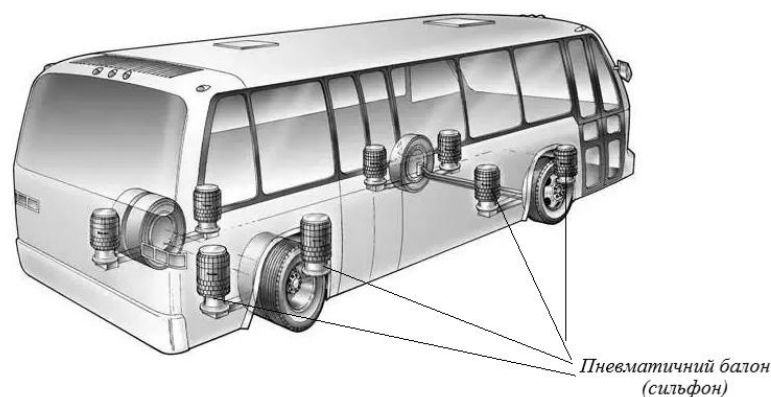


Рисунок 1 – Розташування пневматичних пружних елементів в підвісці транспортного засобу

Розрізняють системи пневматичної підвіски та напівпневматичної. Повна пневмопідвіска передбачає повністю автоматичну або регульовану

систему підвіски. Ця система включає заміну традиційної системи підвіски на обох осях.

Вони відфільтровують дрібні нерівності на дорожньому покритті і тим самим підвищують комфорт їзди. Компоненти цієї системи включають компресор, акумулятор, пневматичні балони, датчик висоти, лінії живлення та електронний блок керування.

Система напівпневматичної підвіски передбачає підтримку існуючої традиційної системи підвіски за допомогою пневматичних ресор. Ця система часто використовується на автомобілях, які регулярно перевозять значні вантажі.

У цій системі пневматична пружина встановлюється між шасі та задньою віссю, щоб підвищити клиренс автомобіля під навантаженням і створити постійний клиренс незалежно від навантаження. Таким чином, ця система допомагає підвищити рівень комфорту та стійкості автомобіля.

Системи пневматичної підвіски знайшли розповсюдження у конструкціях транспортних засобів найрізноманітнішого спрямування та цінової категорії: від маршрутних транспортних засобів (автобуси та тролейбуси) до автомобілів представницького класу, таких як BMW, Mercedes-Benz, Audi тощо.

Також використання пневматичних елементів зустрічається у підвісках вантажних автомобілів та навіть за залізничному транспорті [2].

Пневматична підвіска у конструкціях транспортних засобів дозволяє забезпечити:

- підвищення жорсткості підвіски при збільшенні навантаження;
- зменшення зносу елементів підвіски і зниження вібрації;
- поглинання ударів на дорозі та забезпечення плавності руху по нерівностях;
- зменшення схильності транспортних засобів з короткою колісною базою підстрибувати на нерівній дорозі, особливо коли автомобіль порожній;

- регулювання дорожнього просвіту автомобіля відповідно до маси та швидкості руху;
- стабільність та контроль над транспортним засобом на високих швидкостях руху;
- стабільну роботу світлових приладів незалежно від завантаженості транспортного засобу.

За виконанням пневматична підвіска може бути одно-, двох- або чотирьохконтурною [3, 4, 5] (рис. 2).

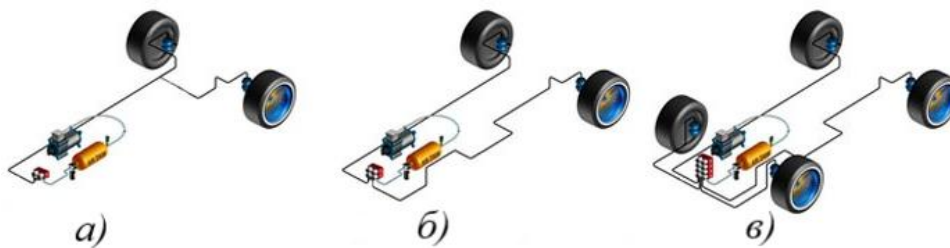


Рисунок 2 – Принципові схеми виконання пневматичної підвіски

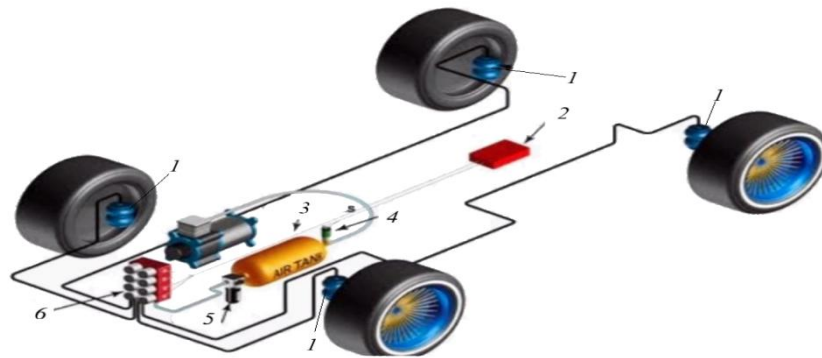
Одноконтурний варіант реалізації пневматичної підвіски (рис. 2 а) встановлюється тільки на одну вісь автомобіля. Це може бути як передня, так і задня вісь. В штатному виконанні одноконтурною системою найбільш часто комплектуються вантажні автомобілі та тягачі. В такому випадку є можливість регулювання жорсткості підвіски задньої осі транспортного засобу в залежності від навантаження автомобіля.

Двоконтурна система (рис. 2 б) пневмопідвіски може бути встановлена як на одну вісь (праве та ліве колесо – незалежні контури) так і на дві (передня і задня вісь – окремі контури).

Чотирьохконтурна система є найскладнішою (рис. 2 в), але водночас і найфункціональнішою. У такому випадку здійснюється регулювання пневмопідвіски кожного колеса. В чотирьохконтурних системах, як правило, застосовується електронний блок керування, який в сукупності з датчиками здійснює автоматичне регулювання тиску в пневмоелементах.

Будова та принцип дії пневматичної підвіски

Автоматична підтримка певного рівня кузова в пневматичній підвісці здійснюється незалежно від ступеня завантаженості автомобіля. Датчики рівня кузова постійно вимірюють відстань від коліс до кузова. Результати вимірювань порівнюються з заданою величиною. При розбіжності показань електронний блок керування задіює необхідні виконавчі пристрої: клапани пружних елементів для підйому, випускний клапан для опускання підвіски (рис. 3).



1 – пневматичний балон; 2 – електронний блок керування; 3 – магістраль керування; 4 – датчик тиску; 5 – фільтр; 6 – блок електромагнітних клапанів

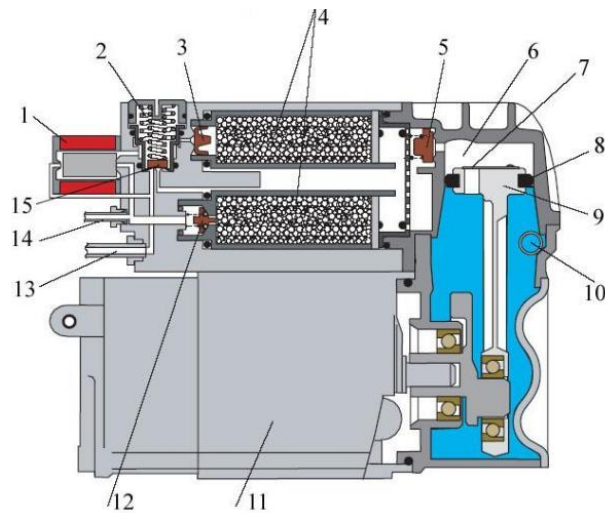
Рисунок 3 – Основні елементи пневматичної підвіски

Будова пневматичної підвіски буде відрізнятися залежно від транспортного засобу для якого її призначено. При цьому, як правило, буде зберігатися набір основних елементів:

- компресор;
- балон для стисненого повітря (ресивер);
- магістраль живлення;
- пневматичні балони (сильфони);
- блок електромагнітних клапанів (в електропневматичних системах);
- електронний блок керування.

Компресор. Підвищення тиску, необхідне для роботи пневматичної підвіски, відбувається в компресорі (рис. 4). Компресор одноступінчастий поршневий з вбудованим осушувачем повітря. Принцип його роботи полягає

у всмоктування повітря через фільтр із навколишнього середовища та його стисненні приблизно до 240 МПа.



1 – випускний клапан; 2 – пневматичний випускний клапан; 3, 5, 12 – зворотні клапани; 4 – осушувач повітря; 6 – циліндр; 7 – мембранний клапан; 8 – поршневе кільце; 9 – поршень; 10 – впускний штуцер; 11 – електродвигун; 13 – випускний штуцер; 14 – нагнітальний штуцер; 15 – обмежувальний клапан

Рисунок 4 – Електричний компресор пневматичної підвіски

Щоб запобігти забрудненню внутрішніх поверхонь пружних елементів і осушувача повітря, компресор пристосований для роботи без мастила в циліндрі. Необхідний термін служби компресора забезпечується одноразовим мащенням підшипників і фторопластовими поршневими кільцями.

Компресор, як правило, встановлюється на рамі автомобіля або в багажному відділенні. Осушувач у компресорі використовує спеціальну абсорбуючу речовину, яка активно поглинає вологу з повітря перед тим як воно надходить у систему та утримує її. Потрапляння надмірної кількості вологи до пневматичної системи може призвести до корозії металевих елементів та виходу системи з ладу через перемерзання в умовах дії низьких температур [2, 3].

Пневматичний балон – це, у першому наближенні, гумова оболонка, яка утримує повітря. Але, враховуючи навантаження які повинні

витримувати пружні елементи підвіски, використовуються матеріали, які допомагають забезпечити структурну цілісність повітронепроникної конструкції та стійкість до корозії [2]. Пневматичні балони зазвичай виготовляють із армованої текстилем гуми або композиту гуми та поліуретану. Балони пневматичної підвіски ще називають сильфонами (рис. 5).

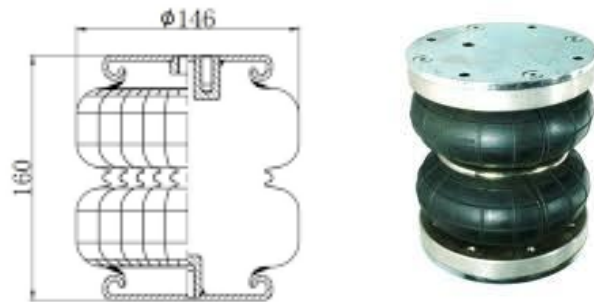


Рисунок 5 – Пневматичний балон (сильфон)

Пневмобалони встановлюються між ресучою системою та осями автомобіля і використовують пружні властивості повітря та гуми, щоб поглинати вібрацію та регулювати рівень кузова транспортного засобу. Зі зміною тиску у пневматичному балоні змінюється і його висота. Ця особливість дозволяє піднімати та вирівнювати кузов автомобіля не залежно від величини навантаження, яке він на даний момент сприймає.

Магістраль живлення використовуються для передачі стисненого повітря від компресора (ресивера) до пневматичних балонів. Вона не відрізняється від звичайних повітряних магістралей високого тиску та прокладається по кузову (рамі) автомобіля [2]. Здебільшого магістралі живлення виконуються з гуми або поліуретанової суміші між рухомими елементами, там де магістраль проходить вздовж жорсткого нерухомого елемента вона виконана у вигляді сталевий або пластиковий трубки.

Клапан регулювання висоти – це тип датчика, який виявляє зміну висоти осі відносно кузова автомобіля. В основному це механічні клапани, але в сучасних автомобілях є електронні механізми регулювання висоти. Контроль висоти також називають регулюванням рівня підлоги. Клапан

розміщується на кузові транспортного засобу та поєднується тягою із віссю. Коли вісь рухається вгору-вниз відносно рами, тяга переміщує клапан або електронний механізм.

У механічних системах клапан регулювання рівня підлоги знаходиться між джерелом стисненого повітря та пневматичним балоном. Регулятор рівня підлоги також має випускний отвір, який використовується для випуску повітря з пневматичних балонів у атмосферу. Регулятор рівня підлоги автоматично підтримує висоту автомобіля.

В сучасних системах з електронним керуванням присутній електромагнітний клапан. Електронний регулятор рівня підлоги відслідковує положення кузова транспортного засобу та передає інформацію до електронного блока керування. Коли електронний блок фіксує значне відхилення кузова він подає сигнал на відкриття відповідного впускного або випускного електропневматичного клапана [2].

Принцип дії пневматичної підвіски. Компресор живить систему стисненим повітрям. Регулятори рівня підлоги поєднані із пневматичними балонами магістралями живлення.

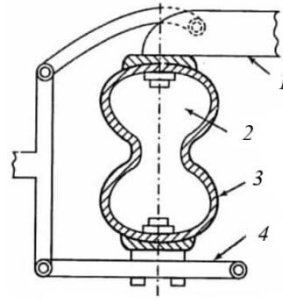
У той момент, коли навантаження на транспортний засіб збільшується, важіль регулятора рівня підлоги відхиляється та переміщує клапан відповідно до навантаження на транспортний засіб, у пневматичному балоні змінюється тиск. Регулятор подає повітря до пневматичних балонів відповідно до прогину з'єднання.

Це забезпечує стабільне положення кузова під час руху, важіль регулятора повертається у вихідне положення. Клапани також повертаються у вихідний стан.

Коли навантаження зменшується, важіль регулятора відхиляється у протилежне положення, що призводить до відкриття іншого каналу та скидання повітря у атмосферу.

Класифікація пневматичних підвісок за типом пневматичного балона

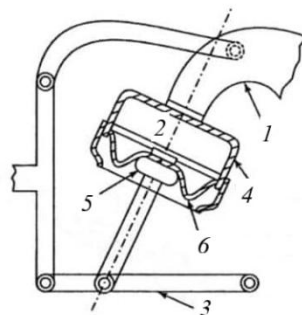
Пневматичний балон у вигляді циліндричного сільфона. Система включає гумові сільфони або гумові міхури. Сільфон має круглий переріз та два згортки для належного переходу від стисненого до наповненого стану. Сільфон встановлюється на місце спіральної пружини у традиційну систему підвіски (рис. 6).



1 – рама; 2 – стиснене повітря; 3 – пневматичний балон (сільфон); 4 – нижній важіль підвіски

Рисунок 6 – Гумовий пневматичний балон (сільфон)

Система пневматичної підвіски поршневого типу. Даний вид підвіски має у якості пневматичного пружного елемента металево-повітряний контейнер у вигляді перевернутого циліндра (рис. 7).

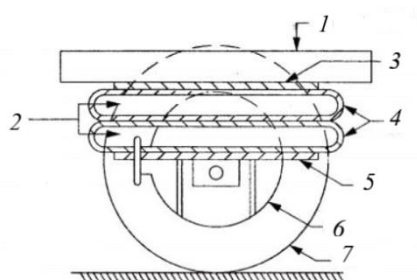


1 – рама; 2 – стиснене повітря; 3 – нижній важіль підвіски; 4 – металевий пневматичний циліндр; 5 – поршень; 6 – гнучка діафрагма

Рисунок 7 – Пневматичний пружний елемент поршневого типу

Барабан використовується встановлюється замість пружини. В середині розміщено ковзаючий поршень, з'єднаний з нижнім важелем. Діафрагма використовується для забезпечення ущільнення, а її зовнішня окружність щільно з'єднана з кромкою барабана.

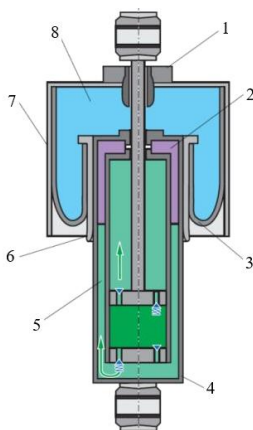
Подовжена пневматична підвіска сільфонного типу. Система пневматичної підвіски подовженого сільфонного типу використовується, коли пневматична підвіска встановлюється на задній осі автомобіля. Пневматичні елементи нагадують сільфони, але близькі до прямокутної форми з двома напівкруглими кінцями. Ці колінчасті конструкції встановлені між задньою віссю та рамою автомобіля (рис. 8).



1 – рама; 2 – стиснене повітря; 3, 5 – сідло; 4 – телескопічний сільфон; 6 – вісь; 7 - колесо

Рисунок 8 – Подовженна пневматична підвіска сільфонного типу

На легкових автомобілях пневматична підвіска, як правило, реалізується у вигляді комбінації пневматичного пружного елемента із автоматично регульованими амортизаторами. Така конструкція називається адаптивною пневматичною підвіска (рис. 9)



1 – корпус; 2 – газова порожнина амортизатора; 3 – манжета; 4 – двотрубний газонаповнений амортизатор; 5 – компенсаційна порожнину амортизатора; 6 – поршень; 7 – напрямна корпусу; 8 – повітряна порожнина.

Рисунок 9 – Пневматичний пружний елемент

Література

1. Електронний ресурс: <https://uk.avtotachki.com>.
2. Електронний ресурс: <https://themechanicalengineering.com/air-suspension-system>.
3. Електронний ресурс: <https://autostate.com.ua/uk/pnevmoqidviska-ta-ii-funkcii-2.html>.
4. Електронний ресурс: <https://www.pnevmadoc.com.ua/ua/blog/chtotakoe-pnevmoqidveska>.
5. Електронний ресурс: <http://surl.li/igsje>.

Науковий консультант Ярина О.О., канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів ім. А.Б. Грелескула