

### Література:

1. Проектування технологій машинобудівного та ремонтного виробництва. Навчальний посібник. Подригало М.А., Полянський О.С., Дудукалов Ю.В., та інші, всього 6 осіб. Харків : ХНАДУ, 2019. – 308 с.
2. Гнучкі компютеризовані системи: проектування, моделювання, управління: Підручник \ Л.С. Ямпольський та ін. \ Житомир: ЖДТУ, 2005.- 690 с.
3. Дяченко С.С. Матеріалознавство: Підручник. / С.С. Дяченко, І.В. Дощечкі-на, А.О. Мовлян, Е.І. Плешаков. / За ред. С.С. Дяченко. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2007. – 440 с.
4. Дяченко С.С. Фізичні основи міцності та пластичності металів: Навчальний посібник / С.С. Дяченко – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2003. – 226 с.

Науковий консультант: Полянський О.С. проф. каф ТМіРМ.

Робота виконана в рамках студентського наукового гуртка кафедри ТМ і РМ «Підвищення безпеки використання колісних машин»

Токарев Владислав Максимович, студент групи АА 41-20

[dkflnjrfhtd@gmail.com](mailto:dkflnjrfhtd@gmail.com)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## ІННОВАЦІЇ В ОБЛАСТІ ПНЕВМОПІДВІСКИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЕЙ ТА АВТОБУСІВ

Пневматичні пружні елементи (пневмоподушки або пневморесори) поступово витісняють сталеві ресори з конструкцій підвісок сучасних вантажівок, причепів і автобусів.

У 1955 р. концерн Continental AG першим у Європі почав розробку пневматики для підвісок автобусів і залізничних вагонів. Сьогодні практично неможливо собі уявити сучасну модель магістрального тягача без пневмоподушок та інтелектуальної підвіски, здатної підлаштовуватися під робочі умови, в міру необхідності змінюючи висоту підресореної частини транспортного засобу.

У пневмопідвісці пружні елементи з системою регулювання забезпечують змінну жорсткість, реагуючи на зміну навантаження.

Підвіска сучасного (вантажного) автомобіля та автобусів складається з трьох основних вузлів:

1. Пружні елементи, що сприймають динамічні навантаження між кузовом або рамою автомобіля і дорожнім полотном;
2. Елементи, що гасять коливання підвіски;
3. Вузол, що відповідає за стабілізацію автомобіля щодо площини дороги.

В ці ж роки цікава конструкція підвіски, з точки зору зниження навантаження кузова, застосована на автобусах фірм Ван-Холл (рис. 1, 2) і Вольво Б59 (рис. 3, 4). Якщо на автобусі Б59 напрямні пристрої, як підвіски керованих коліс, так і ведучих коліс виконані у вигляді трикутних підрамників (А-подібна тяга – 1), шарнірно приєднаних передньою частиною до рами автобуса, то в автобусі

Ван-Холл підвіска керованих коліс – звичайна. Бічні зусилля сприймають поперечні важелі. На підрамнику закріплені мости, а в задній частині на траверсі встановлені амортизатори і рукавні пружні елементи.



Рисунок 1. Автобус Van Hool T916

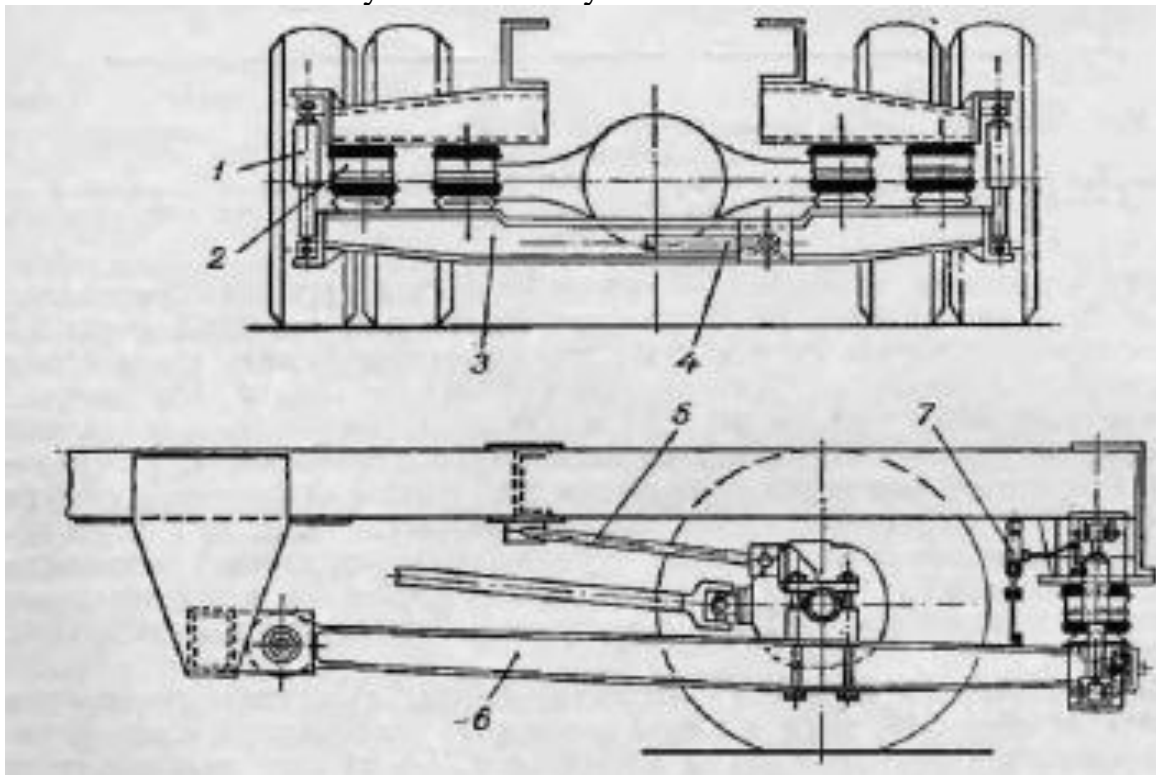


Рисунок 2. Пневматична підвіска ведучих коліс автобуса Ван-Холл:

- 1 – амортизатор; 2 – діафрагмовий пружний елемент; 3 – траверса;
- 4 – поперечна тяга; 5 – стабілізатор поперечної стійкості;
- 6 – А-подібна тяга; 7 – регулятор положення кузова



Рисунок 3. Автобус Volvo B59

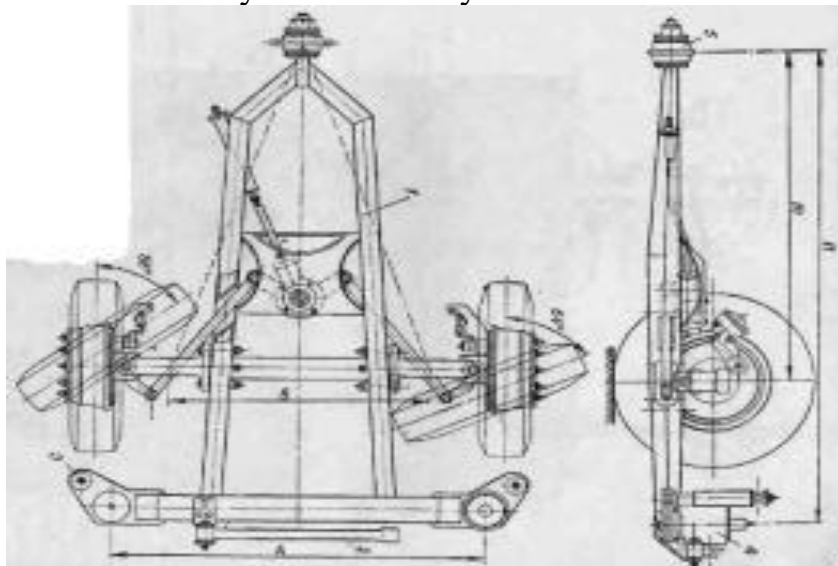


Рисунок 4. Пневматична підвіска керованих коліс автобуса B59 фірми Вольво:  
 1 – А-подібна тяга; 2 – поперечна тяга; 3 – траверса;  
 4 – рукавний пружний елемент; 5 – запчастини

Загальною рисою обох автобусів є то, що висота підлоги салону автобусів істотно знижена, кут повороту керованих коліс збільшено до 60 градусів. Але слід підкреслити, що навряд чи використання чотирьох пружних елементів у підвісці ведучих коліс автобуса Ван-Холл доцільніше, ніж двох у підвісці автобуса фірми Вольво. Зазначимо, що підвіска туристського автобуса B58 з подвійними балонами (два балони в передній підвісці і чотири ззаду) не могла бути використана для перспективного міського автобуса B59 більшої місткості, оскільки була невдалим удосконаленням ресорної підвіски з листовими ресорами. Загалом підвіски міських, приміських і туристських автобусів фірми Вольво виявилися неуніфікованими.

Розрізняють два типи пневматичних пружних елементів:

- зі змінною ефективною площею, що залежить від переміщення опорних фланців елемента (зазвичай гумово-кордні);
- поршневого типу, у яких у процесі деформації ефективна площа залишається постійною.

Найбільшого поширення набули гумово-кордні подвійні пневмобалони. Такий балон встановлюється між опорними фланцями (пластинами) підвіски та кріпиться до них за допомогою гвинтів, при цьому бортики оболонки затискаються між фланцями, герметизуючи внутрішню порожнину. Кільце обмежує радіальне розширення, забезпечує правильне складання оболонок при стисканні, сприяє підвищенню несучої здатності та зносостійкості балона. Власна частота коливань зі збільшенням статичного навантаження дещо зменшується, тим повільніше, що вищий тиск газу, тому плавність ходу порожнього і наповненого людьми автобуса може бути однаковою. Довговічність балонів визначається не тільки їхньою власною конструкцією та якістю поліамідних матеріалів та гуми, але також і конструкцією направляючого апарату підвіски. Його кінематика має бути такою, щоб балони працювали лише на стиск. Число шарів корду (зазвичай це нейлон і капрон) дорівнює двом – чотирьом. Внутрішній шар гуми має бути не тільки повітронепроникним, а й стійким до олії. Зовнішній шар повинен чинити опір впливу променів сонця, озону, бензину – для нього застосовують неопрен. Таким чином, пневмобалон складається з декількох шарів прогумованої кордної тканини (каркас) з внутрішнім герметизуючим та зовнішнім захисним шарами.

Пневматичний пружний елемент доцільно застосовувати у двох випадках: коли підресорна маса при завантаженні автомобіля змінюється в широких межах (задні підвіски вантажних автомобілів, у тому числі сидельних магістральних тягачів, автобусів, причепів), або коли до плавності ходу пред'являються особливі вимоги, для виконання яких необхідно регулювання характеристики підвісок.

Останнім часом широке застосування пневмопідвіски, в комбінації з системою електронного контролю за рівнем підлоги вантажної платформи (ELC), допомагає водію та вантажникам при вантажно-розвантажувальних роботах. Вона дозволяє підняти передок тривісної вантажівки на 220 або опустити на 80 мм. Пневмобалони задньої осі здатні підняти кузов над звичайним рівнем відносно дороги на 134 мм і опустити його на 100. В кузові вантажівки.

Пневмопідвіски також прижилися на задніх осях сидельних магістральних тягачів. Забезпечуючи підйом та опускання задньої частини рами зі зчіпним пристроєм, вони полегшують процеси зчеплення та розчеплення.

Пневмопідвіски широко застосовуються на міських і міжміських автобусах, причому спереду пневмоелементи є складовою як залежних, і незалежних по кінематиці підвісок. При підвищенні числа пасажирів у салоні регулятори направляють повітряний потік у балони до того часу, поки рівень підлоги досягне необхідної величини. При зниженні зусилля на підлогу частину повітря випускають у навколишній простір. Завдяки такому регулюванню, жорсткість підвісок змінюється у широкому діапазоні.

На даний момент на автобусах та вантажівках використовуються різноманітні конструкції підвіски автомобіля та інженерні рішення пружних елементів.

Різновиди конструкцій пневмопідвісок автобусів та вантажних автомобілів:

1) Незалежні пневматичні підвіски – єдиною відмінністю яких від балонів пневматичної підвіски з діафрагмою, що обкатує, з металевою частиною є наявність в незалежних пневматичних підвісках металевого або пластикового поршня. У деяких видах підвісок обсяг поршня використовується як повітряний резервуар з метою збільшення комфорту пересування. Також цей вид підвісок може виготовлятися із вбудованим вкладишем або без нього.

2) Пневматичні підвіски із пневмоелементами рукавного типу - класифікуються на групи з одним, двома та трьома пневмоелементами рукавного типу, швидко витісняють пневматичні циліндри в промисловості. Завдяки більшій робочій висоті, необхідності в меншій площі для встановлення, простоті використання та низьким витратам на технічне обслуговування, пневматичні підвіски з пневмоелементами рукавного типу, поряд із попередженням вібрації у транспортних засобах та механізмах, також забезпечують високу ефективність у вирішенні питань компресії та підвішування.

3) Пневматичні підвіски для водійських кабін водія – використовуються в кабінах вантажівок і тягачів для забезпечення підвішування в 4 точках. Забезпечують більший комфорт, у порівнянні з їхніми «предками» – сталевими пружинними амортизаторами. При заміщенні сталевих пружин у традиційних амортизаторах пневматичними підвісками, таке рішення, яке ми можемо назвати «гібридом», значною мірою запобігає виникненню вібрації.

4) Пневматичні підвіски для крісел водія – надають альтернативу підвішування, яка, знижуючи вібрацію, позитивно впливає на найголовніший аспект автомобіля – тобто на водія, збільшує комфорт пересування, а також попереджає нездужання в області попереку та спини, з якими найчастіше стикаються водії. Одночасно з цим також забезпечує утримання крісла водія на потрібній висоті.

5) Багатосекційний пневмобалон (гармошка), що складається, як правило, із двох секцій. Пневмукав ділиться на рівні секції металевим оперізуючим кільцем, що дозволяє зменшити діаметр. Гумова частина зазвичай кріпиться до верхньої та нижньої основи за допомогою притискних кілець та болтів. Свого часу таку конструкцію дуже активно використовували у підвісках міських автобусів. Порівняно з «односкатним» пневмобалоном такий пружний елемент більш впевнено почувається на малій висоті і дозволяє досягти порівняно більших величин прогину. Зараз він частіше застосовується на причепах чи промислового устаткування.

Пневматичні підвіски розробляються відповідно до таких певних умов, як навантаження, характеристики та відхилення буферної пружини. У автобусах та вантажних автомобілях, як правило, використовуються пневматичні підвіски двох типів: балон пневматичної підвіски з діафрагмою, що обкатує, і пневматична підвіска з пневмоелементами рукавного типу.

Балон пневматичної підвіски з діафрагмою, що обкатує (стандартна пневматична підвіска без металевої частини). Як правило, використовується у автобусах. Балон пневматичної підвіски з діафрагмою, що обкатує, оснащений конусоподібними поглибленнями для простоти демонтажу або установки балона на поршень і опорний фланець. В автобусах питання комфорту пересування поставлене гостріше, ніж в інших транспортних засобах. А це означає, що оригінальна висота транспортного засобу (висота посадки пасажирів) повинна залишатися постійно на тому самому рівні, незалежно від чинного навантаження.

Актуальність пневматичних підвісок полягає в тому, що її наявність в автомобілі впливає на безліч експлуатаційних якостей:

- підвищення вантажопідйомності при незмінній масі транспортного засобу. Збільшення маси навантаженого автомобіля, порівняно з порожнім, сягає 100 і більше відсотків;
- збільшення стійкості та керованості транспортного засобу при зростанні швидкості руху. Для досягнення цієї мети виникає необхідність зміни становища кузова і підвищення жорсткості штатної підвіски. Установка допоміжних пневматичних подушок тут дуже актуальна (рис. 5);

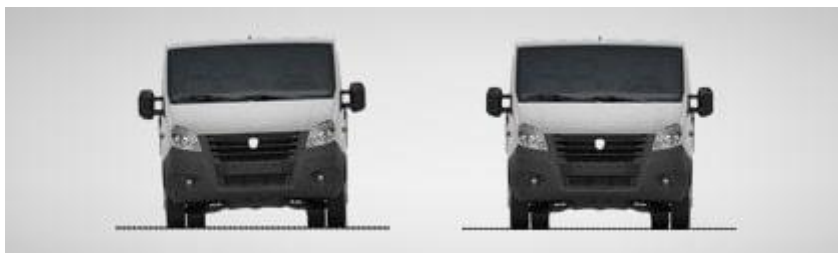


Рисунок 5. Установка допоміжних пневматичних подушок

- підвищення показників плавності ходу та комфортабельності пересування;
- використання додаткових пневматичних елементів підвіски дає додаткові переваги та зручності порівняно із звичайною підвіскою. Наприклад, регулювати висоту кузова щодо поверхні для подолання перешкод чи інших функціональних потреб (рис. 6).



Рисунок 6 Регулювання висоти кузова щодо поверхні для подолання перешкод

Наявність в автомобілі пневматичних підвісок також вирішує безліч проблем, а саме допомагає:

1) Усунути

- бічний крен та просідання кузова;
- розгойдування кузова при поворотах;
- трясіння під час їзди нерівними дорогами;
- просідання автомобіля.

2) Захистити

- кузов від ударів
- ресори від поломки
- підвіску від пробою
- раму та колеса автомобіля від удару

3) Поліпшити

- рульове керування та гальмування навантаженого автобуса
- збільшити кліренс та вантажопідйомність автомобіля
- зчеплення шини з дорогою
- зменшити гальмівний шлях
- продовжити термін служби як самої машини, так і цілого ряду її вузлів та деталей.

У важких дорожніх умовах саме можливості підвіски, а зовсім не потужність двигуна, визначають середні та максимальні швидкості руху. Досвід експлуатації вантажних автомобілів показує, що на нерівних дорогах середня швидкість руху знижується на 35-40%, витрата палива збільшується на 50-70%, міжремонтний пробіг зменшується на 35-40%. У цьому продуктивність автотранспорту знижується на 32-36%, а вартість перевезень зростає на 50-60%. До цього слід додати втрати, зумовлені перевитратою металу, палива, гуми та додатковими витратами робочої сили. Для зменшення цих втрат можна або покращувати дороги, що дороге, або вдосконалювати підвіски автомобіля, що ще дорожче, але у перерахунку на тисячі автомобілів виявляється дешевшим.

Все ж таки і дороги з рівною поверхнею пред'являють до підвіски дуже жорсткі вимоги. Адже швидкості постійно зростають, а вимоги до керованості та стійкості автомобілів та автопоїздів посилюються. При лінійних характеристиках традиційних пружних елементів не вдається досягти прийнятної частоти власних коливань, що дорівнює 90-120 хв, що змушує конструкторів звертатися до пружних елементів з нелінійною, прогресивною характеристикою: пневматичним або гідропневматичним.

По-перше, ці пружні елементи мають велику енергоємність в основному робочому діапазоні і при великих прогинах, а значить забезпечують зниження амплітуди коливань, зменшення кількості енергії, що поглинається амортизаторами, спрощують регулювання. При цьому у підвісках зі сталевими пружними елементами прогресивна характеристика досягається лише за рахунок сильного ускладнення конструкції.

Друга перевага – легкість автоматичного регулювання жорсткості та динамічного ходу підвіски відповідно до умов навантаження, що дозволяє отримати більшу плавність ходу та покращити інші експлуатаційні якості.

При однакових розмірах пружного елемента підвіска дозволяє мати високий рівень уніфікації для автомобілів різної вантажопідйомності зі значною різницею у величині підресорених мас. Це третя перевага.

По-четверте, пневмоелементи мають надзвичайно високу довговічність, недосяжну для сталевих пружних елементів. Наприклад, балони автобусів GMS виходжують до 1 млн км.

Постійне положення кузова полегшує забезпечення правильної кінематики підвіски та рульового приводу, знижується центр ваги автомобіля та, отже, підвищується його стійкість. За будь-якого навантаження забезпечується належне положення фар, що підвищує безпеку руху в нічний час. Це – п'ять.

По-шосте, для покращення стійкості автомобіля при гальмуванні на пневмопідвіску часто покладається ще одна функція: точно регулювати гальмівні зусилля на колесах залежно від зміни навантажень на них. Практично пневмопідвіска робить це точніше, ніж механічні системи регулювання гальмівного тиску і не має недоліку електронних систем, що допускають збої в роботі в умовах підвищеної вологості. І, нарешті, завдяки їй збільшується термін служби автомобіля загалом.

Під час руху по нерівностях дороги на колеса вантажного автомобіля діють ударні навантаження. Ці навантаження через систему підресування та напрямні елементи передаються на кузов автомобіля. Одне із завдань підвіски – демпфування (штучне придушення коливань) цих навантажень. При розгляді конструкції системи підресори слід завжди розрізняти її пружні демпфуючі елементи. Завдяки їх спільній дії досягаються:

-безпека;

-зберігається постійний контакт колеса з дорогою, що має велике значення для ефективної роботи гальм та точності кермового керування;

-захист пасажирів від впливу коливань, що загрожують їхньому здоров'ю або створюють неприємні відчуття, а також збереження цілісності вантажу, що перевозиться;

-захист кузова та агрегатів автомобіля від високих ударних та вібраційних навантажень. При русі автомобіля його кузов відчуває не тільки поступальні переміщення вгору і вниз, а й коливання навколо поздовжньої, поперечної та вертикальної осей і вздовж них. Поряд з кінематикою підвіски, система підресорювання також істотно впливає на ці переміщення і коливання. Тому правильний підбір пружних елементів підвіски (компонентів системи підресорювання), що демпфують, має важливе значення.

Підсумок: з огляду на те, що вартість виготовлення пневмопідвісок майже зрівнялася з вартістю ресорних підвісок, застосування перших дозволяє отримати великий техніко-економічний ефект.

## Література

1.Електронний ресурс:

[https://studwood.net/1824508/tehnika/harakteristika\\_pnevmpodvesok](https://studwood.net/1824508/tehnika/harakteristika_pnevmpodvesok)

2.Електронний ресурс: <http://licey58.zp.ua/lesson/tema-pidviska-zagalna-budova-i-princip-di%D1%97>

3.Електронний ресурс: <https://avtoshark.com/article/repairs/chassis-repairs/adaptivnaya-podveska-avtomobilya>

4.Електронний ресурс: <https://jak.koshachek.com/articles/adaptivna-pidviska-napivaktivna-pidviska-pristrii.html>

5.Електронний ресурс: <https://www.drive2.ru/b/499237653711946388/>

6.Електронний ресурс: <https://pnevma.ru/bardachok/?p=2342>

*Науковий консультант: доцент кафедри автомобілів імені А.Б. Гредескула, канд. Техн. Наук Холодов М.П.*

Холод Андрій Володимирович, ст. гр. АА-41-20

[holod7370@gmail.com](mailto:holod7370@gmail.com)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ СИНХРОНІЗАТОРІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ М<sub>1</sub>**

Синхронізатор коробки передач – це пристрій, який використовується в автомобільних коробках передач для полегшення переключення передач і уникнення їхнього зносу. Головна функція синхронізатора полягає в тому, щоб вирівнювати швидкість обертання між валами в коробці передач під час переключення передачі.

Історія синхронізаторів коробки передач налічує понад століття і пов'язана з постійним розвитком автомобільної техніки. Перші автомобілі мали дуже прості коробки передач, які вимагали ручного втручання водія для переключення. У 1928 році Чарльз Камерон отримав патент на синхронізатор, який був першим промисловим рішенням. Він використовував конічні обійми, що дозволяли забезпечувати постійну швидкість вихідного валу, що полегшувало переключення передач.

Метою статті є огляд та аналіз конструкції синхронізатора.

Синхронізатор коробки передач складається з декількох основних елементів, які спільно працюють для забезпечення плавного та ефективного переключення передач. Основні елементи синхронізатора включають такі компоненти: блокувальні, синхронізуючі та передавальні пристрої.

Проаналізуємо види блокуючих пристроїв.

Синхронізатор з блокуючими пальцями – це тип синхронізатора, який використовує блокуючі пальці та спеціальне кільце для досягнення точного та надійного з'єднання валів під час переключення передач в коробці передач автомобіля [1] (рис.1.).