

L I T T E R I S   E T   A R T I B V S



## **ПІДВІСКА АВТОМОБІЛЯ**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять  
з дисципліни “Конструкції автомобілів” для студентів спеціальності  
7.090258 “Автомобілі та автомобільне господарство”

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

# ПІДВІСКА АВТОМОБІЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять

з дисципліни “Конструкції автомобілів” для студентів спеціальності  
7.090258 “Автомобілі та автомобільне господарство”

**Затверджено**

на засіданні кафедри  
“Експлуатація та ремонт  
автомобільної техніки”  
Протокол № 11/03-04  
від 1 липня 2004 р

Львів 2004

**Підвіска автомобіля:** методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Конструкції автомобілів” для студентів спеціальності 7.090258 “Автомобілі та автомобільне господарство”/ Укл. П. М. Гащук, Т. Г. Миськів, Р. В. Зінько.— Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2004.— 28 с.

**Укладачі:** Гащук Петро Миколайович, д-р техн. наук, проф.  
Миськів Теодозій Григорович, ст. викл.  
Зінько Роман Володимирович, канд. техн. наук, доц.

**Відповідальний за випуск** І. Р. Вайда, ст. викл.

**Рецензенти** М. В. Глобчак, канд. техн. наук, доц.  
І. Р. Вайда, ст. викл.

Підвіска автомобіля неперервно удосконалювалась. Особливої довершеності вона набула в останні десятиліття. Проте, якогось єдиного навіть схемного вирішення підвіски — такого, яке можна було б беззастережно вважати найраціональнішим, — не існує. Тож загальні принципи досконалого підвішування вимушено втілюються у певній конструктивній різноманітності.

Від схеми підвіски істотно залежать: принципи компоновки та масові параметри автомобіля; плавність його руху; стійкість та керованість руху тощо. Сучасні підвіски, окрім виконання тривіальних функцій, забезпечують також належну безпеку руху, ізоляцію кузова від дорожнього шуму й жорсткого кочення радіальних шин, сприятливий розподіл навантаження на раму чи кузов, можливість регулювання рівня розташування кузова.

Методичні вказівки покликані вмотивовано спрямувати запланований у межах практичних занять критичний аналіз функційних, технічних та технологічних особливостей найцікавіших конструкцій підвісок автомобіля. Вичерпний розгляд наведених тут схем підвісок, що визнані в світовому автомобілебудуванні найдосконалішими, загалом сприятиме поглибленому вивченню конструкцій сучасних автомобілів.

### 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРУЖНОСТІ ПІДВІСКИ

Для забезпечення належної плавності ходу автомобіля його підвіска повинна зумовлювати певний закон взаємозв'язку між вертикальним навантаженням  $F_z$  на колесо (колеса) і деформацією її пружних елементів. Цей закон відбиває в собі характеристика пружності підвіски (рис. 1).

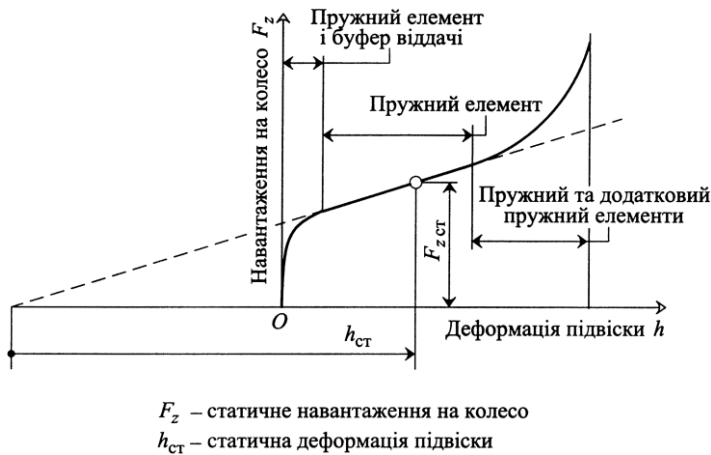


Рисунок 1 — Характеристика пружності підвіски.

Сучасні м'які підвіски повинні мати буфери віддачі, що обмежують хід віддачі, та додаткові пружні елементи, які забезпечують прогресивне підвищення жорсткості й обмежують хід стискування. Якщо пружний елемент має прогресивну характеристику, то для обмеження ходу достатньо лише простих буферів стискування.

У деякому діапазоні зміни навантажень на колеса (в діапазоні, що охоплює окіл статичного навантаження  $F_{zст}$ ) характеристика пружності підвіски повинна забезпечувати певну визнану раціональною частоту власних коливань підвищеної (підресореної) маси: для легкових автомобілів — 0,8...1,2 Гц, а для вантажівок — 1,2 ... 1,9 Гц. Ця частота близька до частоти коливань людини при ходьбі (приблизно 1,3 Гц).

Частота власних коливань підресованої маси залежить від статичної деформації підвіски  $h_{ст}$  :

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{h_{ст}}},$$

де  $g$  — пришвидшення вільного падіння в полі земного тяжіння. Для збереження оптимальної частоти власних коливань кузова при змінному корисному навантаженні необхідно, звісно, підтримувати сталою статичну деформацію підвіски, відповідно змінюючи її жорсткість. Це досягається, наприклад, зміною тиску повітря в пневматичній підвісці або застосуванням додаткових пружних елементів.

## 2 ЗАСТОСУВАННЯ ПІДВІСОК

Конструкція підвіски значною мірою залежить від того, для яких коліс вона застосовується: передніх чи задніх, ведучих чи ні. За ступенем взаємозв'язку коліс автомобіля розрізняють залежні, незалежні та напівнезалежні підвіски. Незалежне підвішування означає теоретично, що кожне колесо має змогу переміщатися в просторі у передбачений спосіб без спонукування до руху протилежного колеса тої самої балки чи того самого привідного моста.

У разі залежної підвіски балка (привідний міст) автомобіля переміщається на величину деформації підвіски, що вимагає для цього доволі багато вільного місця в габаритах автомобіля. Такого штибу задня підвіска зменшує об'єм багажника, а передня вимагає підняття двигуна або зміщення його назад. З цієї причини залежні передні підвіски застосовуються тільки на вантажівках та всепривідних багатоцільових легкових автомобілях.

Незалежні підвіски на подвійних поперечних важелях або з напрямними пружинними (амортизаторними) стояками займають мало місця в поперечному напрямі. Інші незалежні підвіски — на поздовжніх або скісних важелях — компактні за висотою, що дозволяє мати широкий багажник з плоским дном.

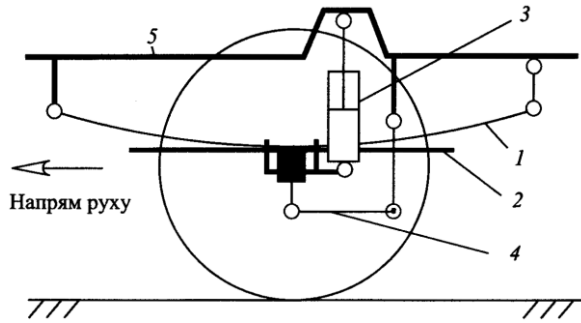
На легкових автомобілях незалежно від типу приводу як передні переважно застосовують підвіски на напрямних пружинних стояках, а при класичному компонуванні автомобіля задня залежна підвіска витісняється незалежною на скісних або подвійних поперечних важелях. Водночас залежні підвіски частіше застосовуються для задніх коліс на передньопривідних або всепривідних автомобілях.

Напівнезалежна підвіска зі зв'язаними важелями вважається проміжною між залежною і незалежною підвісками. Сьогодні її застосовують як задню на в передньопривідних автомобілях.

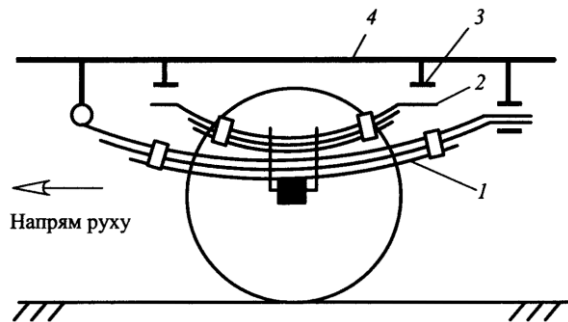
## 3 ЗАЛЕЖНІ ПІДВІСКИ

Залежна підвіска на поздовжніх ресорах є економічно вигідним типом підвіски, оскільки ресора водночас править за пружний і напрямний елементи. Така підвіска здебільшого застосовується на вантажівках і причепах до них.

На легких вантажівках застосовують малолістові ресори з прогресивною характеристикою пружності (рис.2).



**Рисунок 2** — Схема задньої підвіски легкої вантажівки з однолистовою ресорою:  
 1 — однолистова ресора; 2 — опорний лист; 3 — амортизатор; 4 — стабілізатор; 5 — рама



**Рисунок 3** — Схема задньої підвіски з додатковим пружним елементом:  
 1 — основна ресора; 2 — додаткова ресора; 3 — упор; 4 — рама

У разі істотного збільшення навантаження ресора дотикається до опорного листа і жорсткість підвіски збільшується.

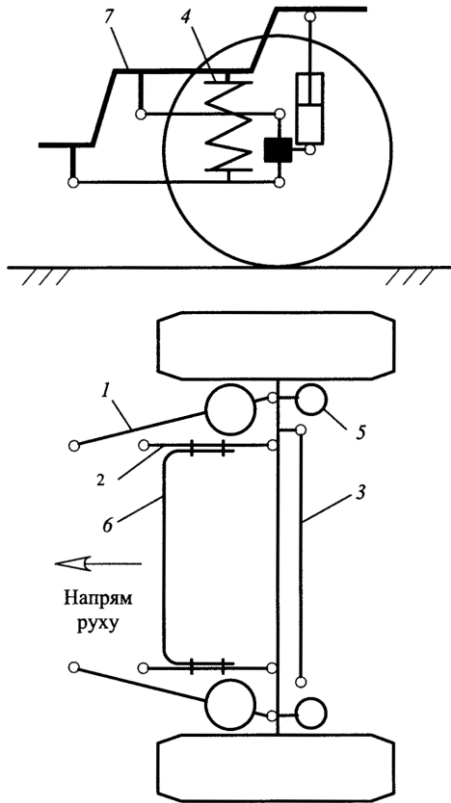
Для вантажівок більшої вантажності зміна навантаження вагоміша. Щоб жорсткість підвіски незавантаженого автомобіля не була надмірно високою, потрібна більш прогресивна характеристика, що досягається додатковою ресорою (рис. 3).

Перевагами гвинтових пружин як пружних елементів є: відсутність тертя, компактність, більша питома енергоємність, можливість розміщення всередині амортизатора або обмежувача ходу. Прогресивність характеристики пружини досягається: змінним кроком витків, виготовленням пружин з конічного дроту або застосування обох заходів. Однак підвіски з такими пружними елементами повинні мати напрямні пристрої.

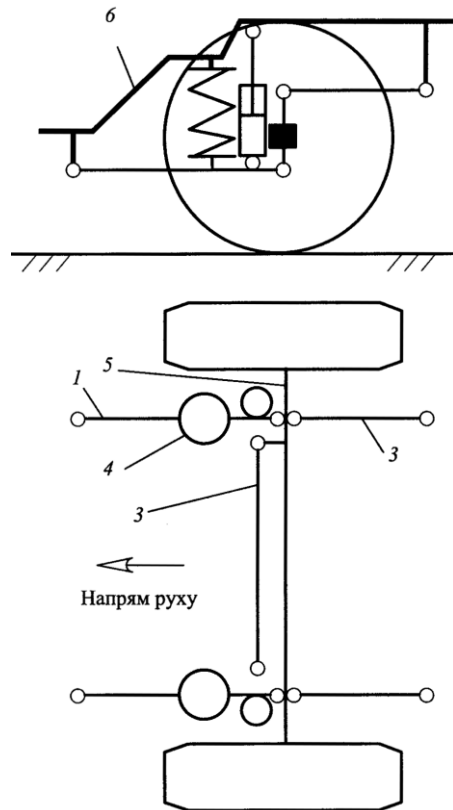
Як напрямний пристрій для ведучих мостів більшості легкових автомобілів застосовують чотири поздовжні важелі (тяги) і один поперечний. Поздовжні важелі сприймають гальмовий момент і сили, що діють в поздовжньому напрямі. Поперечний важіль, який називається тягою Панара, сприймає бокові сили (рис. 4).

За різної довжини важелів і певного їх положення можна впливати на поворотність автомобіля у процесі поперечного крену, а також на положення центра поздовжнього крену.

У деяких автомобілів верхні поздовжні важелі розміщені за віссю. При такій схемі (рис. 5) всі поздовжні важелі навантажуються гальмовим моментом на розтяг, а при крені кузова на повороті забезпечують паралельне переміщення осі (механізм Ватта).



**Рисунок 4** — Схема п'ятиважільної задньої підвіски: 1 — нижній важіль; 2 — верхній важіль; 3 — тяга Панара; 4 — пружина; 5 — амортизатор; 6 — стабілізатор; 7 — кузов



**Рисунок 5** — Схема п'ятиважільної задньої підвіски з поздовжніми важелями, розміщеними за схемою механізму Ватта: 1, 2 — нижній і верхній поздовжні важелі; 3 — тяга Панара; 4 — пружина; 5 — амортизатор; 6 — кузов

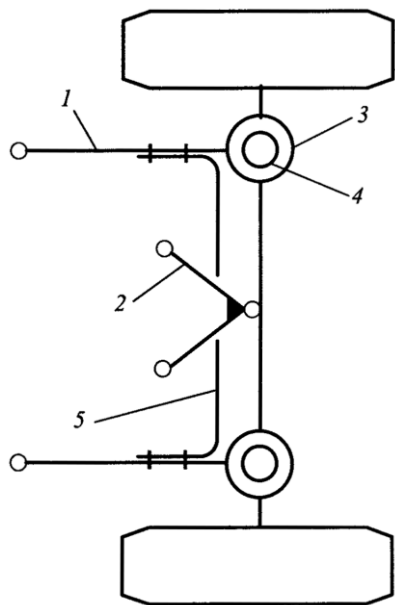
Доцільним є використання замість верхніх важелів спеціального пружного важеля, який сприймає також бокові сили, і тому відпадає необхідність у тязі Панара (рис. 6). Водночас підвищується центр бокового крену, що дає зменшення крену кузова на повороті особливо при високо розміщеному центрі мас кузова автобусів, вантажівок, а також передньопривідних автомобілів.

За умови потовщення штока амортизатора він може сприймати гальмовий момент, тобто виконувати додатково навіть напрямні функції. Труба амортизатора в такому разі має дві точки кріплення з балкою моста (рис. 7).

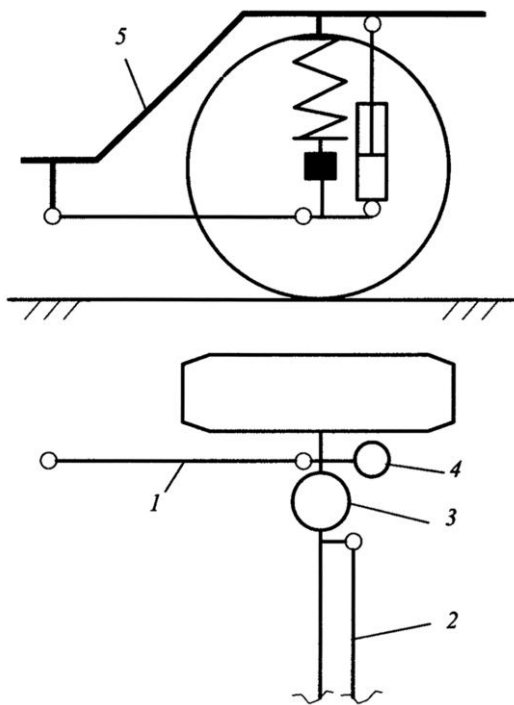
Пневматичні пружні елементи забезпечують підвищену комфортність автомобіля, значно менші динамічні навантаження на колеса, можливість регулювання рівня кузова. Тепер пневматичні підвіски встановлюються на всіх автобусах і на багатьох вантажівках та причепах до них. Така підвіска є практично ідеальною для сидельних тягачів. Підвіски з пневматичними пружними елементами мають такі самі напрямні пристрої, як і підвіски з пружинами (рис. 8, 9). Буфери стискання

розміщені в пневмобалонах, а буфери віддачі — в амортизаторах. При відносно малому осьовому навантаженні зазвичай застосовують два рукавні пневмобалони — як в передній підвісці, рис. 8. Напрямні функції виконують три поздовжні штанги і тяга Панара. В задніх підвісках чотири рукавні пневмобалони найчастіше розміщують попарно перед віссю і за нею, а за напрямні елементи правлять дві поздовжні штанги й трикутний важіль (рис. 9).

Всі згадані раніше залежні підвіски не можуть впливати на поздовжній крен кузова при гальмуванні чи розгоні автомобіля, або такий вплив є незначним. У такому разі центр поздовжнього крену або цілком відсутній, або ж розміщений далеко перед віссю. Підвіска з дишлем (рис. 10), що формує центр поперечного крену в точці опори дишля, забезпечує під час гальмування автомобіля підтягування задньої частини кузова донизу.

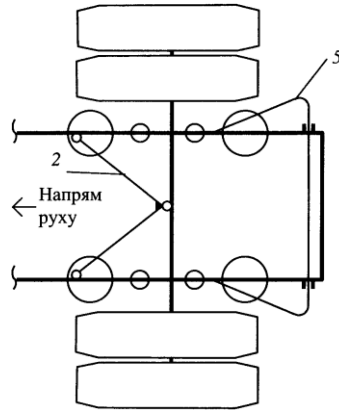
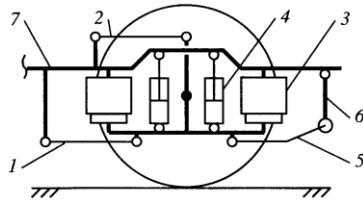


**Рисунок 6 — Схема задньої підвіски з верхнім трикутним важелем:**  
 1 — нижній важіль; 2 — трикутний верхній важіль; 3 — пружина; 4 — амортизатор; 5 — стабілізатор

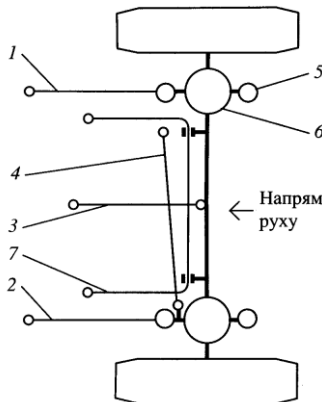
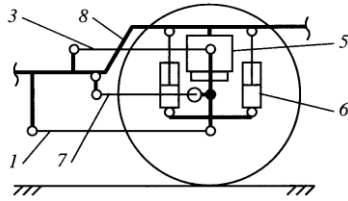


**Рисунок 7 — Схема задньої підвіски з напрямним амортизатором ним стояком:**  
 1 — штанга; 2 — тяга Панара; 3 — пружина; 4 — амортизатор; 5 — кузов



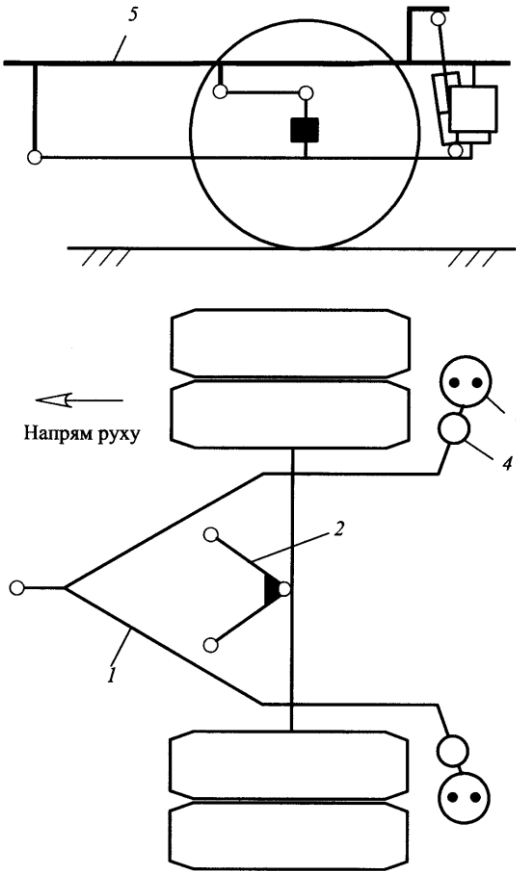


**Рисунок 8 — Схема передньої пневматичної підвіски:**  
 1, 2, 3 — штанги; 4 — тяга Панара; 5 — амортизатор; 6 — рукавний пневмобалон; 7 — стабілізатор; 8 — рама



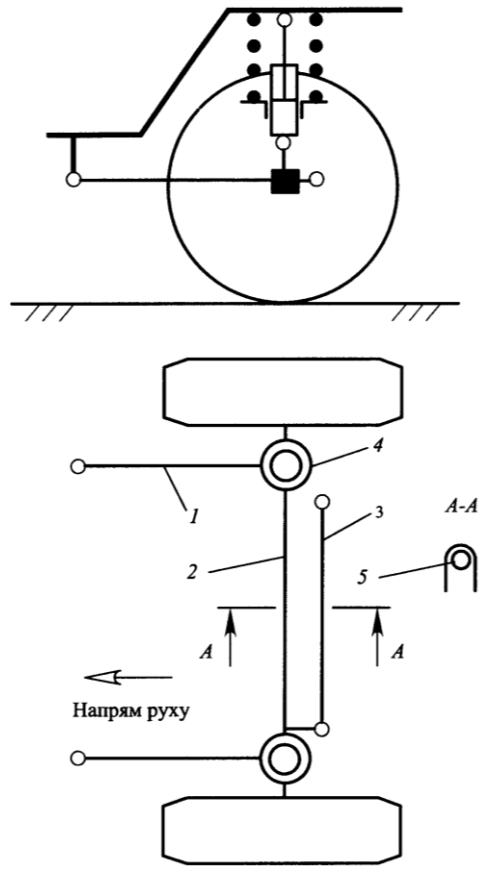
**Рисунок 9 — Схема задньої пневматичної підвіски:**  
 1 — штанга; 2 — трикутний важіль; 3 — рукавний пневмобалон; 4 — амортизатор; 5 — стабілізатор; 6 — опора; 7 — рама

Замість центрального диска напрямні функції в поздовжньому напрямі можуть виконувати два навантажені на згин поздовжні важелі. При різнійменному ході підвіски відбувається взаємний перекіс обох важелів. Найраціональнішим варіантом конструкції з можливістю перекошення є підвіска з балкою, що пружно скручується. Такі підвіски мають балку U-подібного профілю, до якої приварені скеровані вперед поздовжні важелі. Для підсилення стабілізуючого ефекту балка повинна стабілізатором у вигляді торсіона (рис. 11).



**Рисунок 10** — Схема автобусної задньої підвіски з диском:

- 1 — поздовжній важіль; 2 — балка; 3 — тяга Панара; 4 — амортизатор з пружиною; 5 — стабілізатор

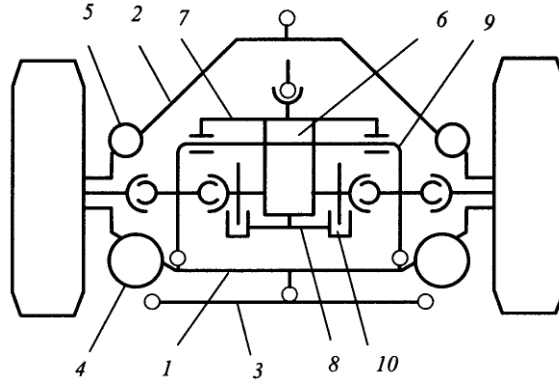


**Рисунок 11** — Схема задньої підвіски з балкою, що скручується:

- 1 — поздовжній важіль; 2 — балка; 3 — тяга Панара; 4 — амортизатор з пружиною; 5 — стабілізатор

Амортизатор з пружиною все частіше застосовується в підвісках легкових автомобілів (залежних, незалежних і зі зв'язаними важелями). У такий силовий вузол, який інколи називають стояком, входять всі елементи підресорювання: пружина, буфер віддачі, додатковий пружний елемент і амортизатор, на якому вони змонтовані.

Велика невіднесена маса при залежній підвісці ведучих коліс негативно позначається на їх зчепленні з дорогою. Відділяючи головну передачу і диференціал від балки, можна зменшити невіднесену масу і така підвіска має назву „Де-Діон” (рис.12).



**Рисунок 12 — Схема підвіски „Де-Діон” з дишлем:**  
 1 — балка; 2 — дишль; 3 — механізм Ватта; 4 — пружина;  
 5 — амортизатор; 6 — головна передача з диференціалом;  
 7, 8 — опори головної передачі; 9 — стабілізатор; 10 — гальмо

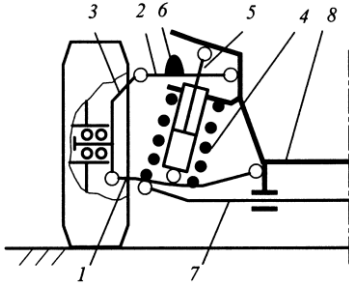
Зігнута балка 1 утворює єдине ціле з жорстким дишлем 2. Опора дишля сприймає поздовжні сили і частину бокових сил, решта яких сприймаються штангами механізму Ватта. Гальмівний момент від дискових гальм 10, сприймається опорами 7, 8 головної передачі.

#### 4 НЕЗАЛЕЖНІ ПІДВІСКИ

Вимоги безпеки руху автомобіля (зокрема на повороті) легше дотримуються у разі залежної підвіски завдяки можливості кінематичної або еластокінематичної зміни сходження коліс в напрямі недостатньої поворотності. Відносно невелика невіднесена маса та відсутність взаємовпливу коліс важливі для доброго їх зчеплення з дорогою, особливо на поворотах з хвилястим дорожнім покриттям.

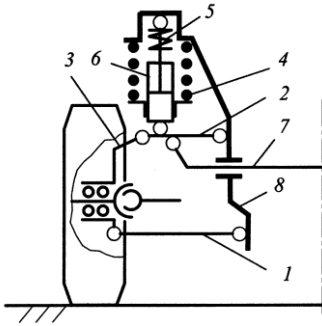
Підвіску на поперечних важелях застосовують як передню і задню на легкових автомобілях, або як передню на легких вантажівках. За напрямні пристрої в такій підвісці правлять розташовані з кожного боку два поперечні важелі — верхній та нижній, що мають поворотні опори з широкою опорною базою на рамі, поперечці чи кузові. Зовнішні кінці важелів — у разі передньої підвіски — з’єднуються кульовими шарнірами з опорою підшипника колеса. Завдяки різним довжинам та певному взаємному розміщенню важелів можна впливати на розміщення центрів поперечного та поздовжнього кренів кузова і кутові переміщення коліс при ходах віддачі і стискання.

Приклад такої підвіски з пружним елементом у вигляді пружини схемно наведено на рис. 13. Стабілізатор 7 заднього розміщення виконує також напрямні функції та сприймає гальмівні сили.



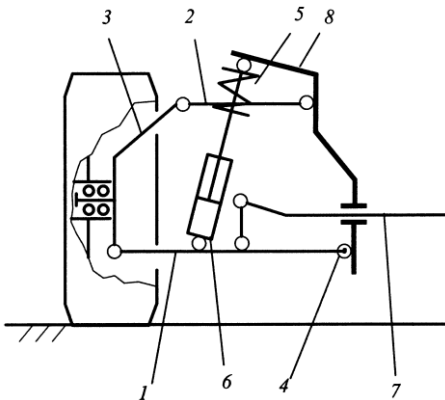
**Рисунок 13** — Схема передньої підвіски на поперечних важелях:

- 1, 2 — нижній та верхній важелі; 3 — опора підшипника колеса; 4 — пружина; 5 — амортизатор з буфером віддачі; 6 — буфер стиску; 7 — стабілізатор; 8 — поперечина



**Рисунок 14** — Схема передньої підвіски ведучих коліс на поперечних важелях:

- 1, 2 — нижній та верхній важелі; 3 — опора підшипника колеса; 4 — пружина; 5 — додатковий пружний елемент; 6 — амортизатор з буфером віддачі; 7 — стабілізатор; 8 — кузов



**Рисунок 15** — Схема передньої торсіонної підвіски на поперечних важелях:

- 1, 2 — нижній та верхній важелі; 3 — опора підшипника колеса; 4 — торсіон; 5 — додатковий пружний елемент; 6 — амортизатор з буфером віддачі; 7 — стабілізатор; 8 — кузов

Щоб звільнити місце для карданної передачі, амортизатор з пружиною спирають на верхній важіль (рис. 14).

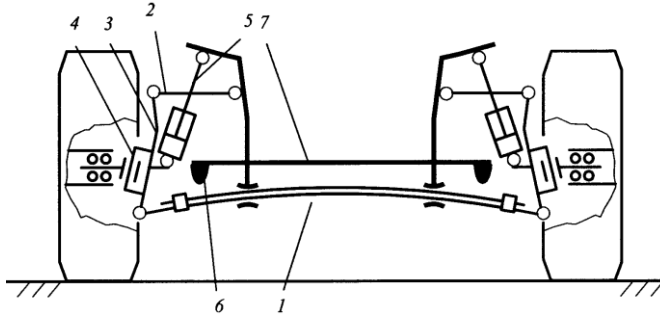
Застосування торсіонів в підвісці на поперечних важелях дозволяє оптимізувати використання матеріалу (зменшити масу), звільнити місце і забезпечити деяку прогресивність характеристики пружності (рис. 15). Задній кінець торсіона в місці спирання на основу кузова має регулювання, що дозволяє виставити кузов горизонтально і на потрібну висоту.

Поперечна ресора може замінити два поперечні важелі і дві пружини (рис. 16).

Ресора двоточкового кріплення має більшу жорсткість при різнойменному ході, ніж при однойменному, тобто вона виконує ще й функцію стабілізатора. Зміна довжини середньої частини ресори при прогині зумовлює необхідність монтування її на еластичних опорах, які створюють небажану податність під дією бокових сил під час руху автомобіля на повороті.

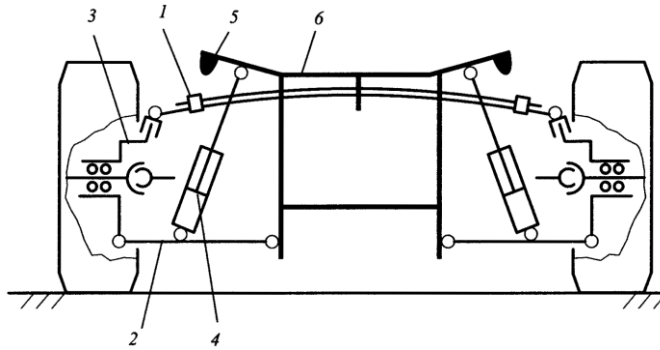
Одноточкове (центральне) кріплення поперечної ресори на жорсткій опорі усуває будь-яку податність (рис.17).

Застосовується також поперечна ресора з двоточковим кріпленням. Вона сприймає тільки вертикальні сили, а отже не виконує напрямних функцій (рис. 18).



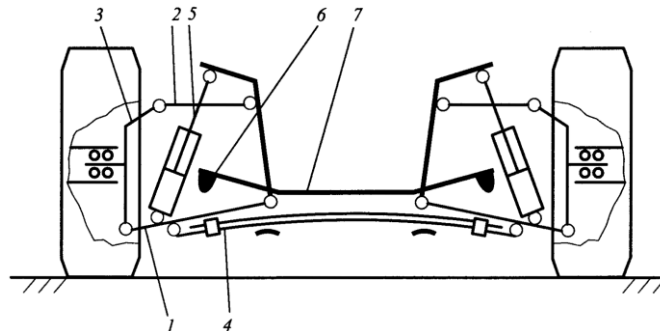
**Рисунок 16** — Схема передньої підвіски з поперечною ресорою двоточкового кріплення:

1 — поперечка ресора; 2 — верхній важіль; 3 — стояк; 4 — шворнінь;  
5 — амортизатор з буфером віддачі; 6 — буфер стиску; 7 — поперечина



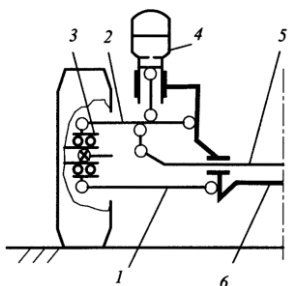
**Рисунок 17** — Схема передньої підвіски з поперечною ресорою одноточкового кріплення:

1 — поперечна ресора; 2 — нижній важіль; 3 — опора підшипника; 4 — амортизатор;  
5 — буфер стиску; 6 — поперечина



**Рисунок 18** — Схема передньої підвіски з поперечною ресорою двоточкового кріплення без напрямних функцій:

1, 2 — нижній та верхній важелі; 3 — опора підшипника колеса; 4 — поперечна ресора; 5 — амортизатор; 6 — буфер стиску; 7 — поперечина



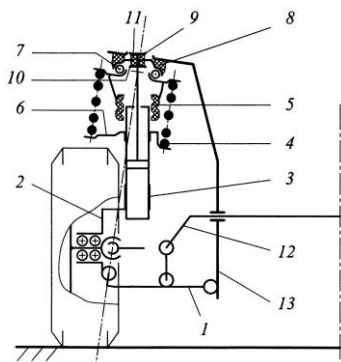
**Рисунок 19** — Схема передньої гідропневматичної підвіски на поперечних важелях:

1, 2 — нижній та верхній важелі; 3 — опора підшипника колеса; 4 — гідропневматичний пружний елемент з амортизатором; 5 — стабілізаторі; 6 — поперечина

Особливою компактністю вирізняються гідропневматичні пружні елементи, які, до того ж, забезпечують дуже м'яке піддресорювання та можливість регулювання рівня кузова (рис. 19).

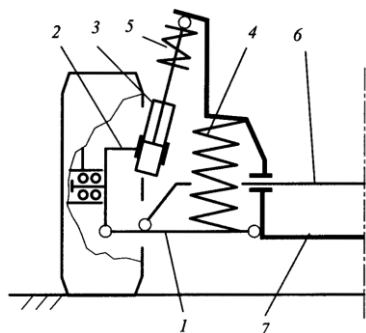
Підвіски на напрямних пружинних і амортизаторних стояках є подальшим розвитком (удосконаленням) підвіски на поперечних важелях, в якій верхній важіль замінений точкою кріплення на крилі кузова, де опирається шток стояка і пружина підвіски. В напрямному пружинному стояку нижня опора пружини розміщена на корпусі амортизатора, а верхня — в зоні кріплення штока. Якщо пружина встановлена на нижньому важелі, або з ним з'єднаний торсіон чи поперечна ресора, то йдеться про напрямний амортизаторний стояк.

В підвісці ведучих коліс автомобіля під стояком передбачене місце для проходу півосі (рис. 20). Підшипник верхньої опори пружини забезпечує рухомість керованого колеса. Шток амортизатора закріплений окремо на крилі і при повороті колеса корпус амортизатора повертається відносно штока (поршня). Завдяки цьому зменшується або зовсім зникає сила тертя в амортизаторі при деформації підвіски.



**Рисунок 20** — Схема передньої підвіски на напрямних пружинних стояках:

1 — поперечний важіль; 2 — опора підшипника колеса; 3 — амортизатор (напрямна частина пружинного стояка); 4 — пружина; 5 — додатковий пружний елемент; 6 — нижня опора пружини; 7 — верхня опора пружини (підшипник); 8, 9 — гумові елементи розділеної опори пружинного стояка; 10, 11 — шайби обмеження ходів віддачі і стиску; 12 — стабілізатор; 13 — кузов



**Рисунок 21** — Схема передньої підвіски на напрямних амортизаторних стояках:

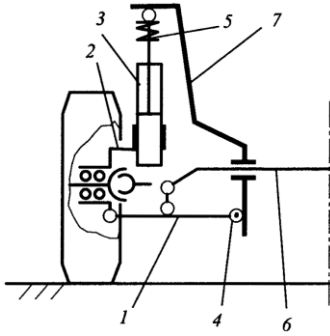
1 — поперечний важіль; 2 — опора підшипника колеса; 3 — амортизатор з буфером віддачі; 4 — пружина; 5 — додатковий пружний елемент; 6 — стабілізатор; 7 — поперечина

У разі застосування амортизаторного стояка в передній підвісці зникає потреба використання підшипника в опорі пружини, а пружину можна розмістити в зоні сприятливої деформації (рис. 21).

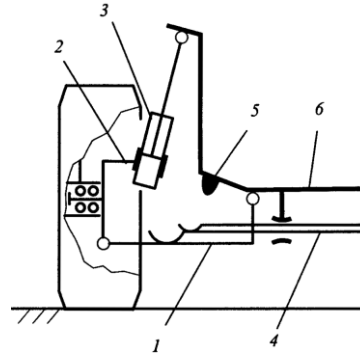
Торсіони як пружні елементи в підвісці на напрямних амортизаторних стояках можуть з'єднуватись з поперечними важелями в місці внутрішньої опори (рис. 22). Така конструкція забезпечує малу монтажну висоту і невелику податність при здійсненні напрямних функцій.

Доволі компактною є конструкція підвіски на напрямних амортизаторних стояках з поперечною ресорою двоточковою кріплення (рис. 23).

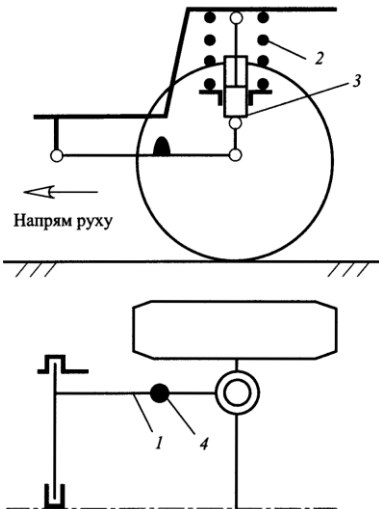
Підвіска на поздовжніх важелях проста за будовою і часто застосовується як задня на передньопривідних автомобілях. Зміною довжини важелів можна впливати на прогресивність характеристики пружності підвіски. Вісь коливання важелів є центром поздовжнього крену кузова автомобіля. На рис. 24 схемоно зображена задня підвіска на поздовжніх важелях з пружинами, розміщеними на амортизаторах.



**Рисунок 22** — Схема передньої підвіски на напрямних амортизаторних стояках з торсіонами: 1 — поперечний важіль; 2 — опора підшипника колеса; 3 — амортизатор з буфером віддачі; 4 — торсіон; 5 — додатковий пружний елемент; 6 — стабілізатор; 7 — кузов

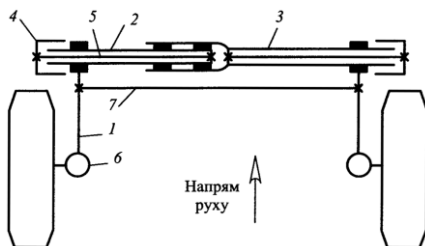


**Рисунок 23** — Схема задньої підвіски на напрямних амортизаторних стояках з поперечною ресорою: 1 — поперечний важіль; 2 — опора підшипника колеса; 3 — амортизатор з буфером віддачі; 4 — поперечна ресора; 5 — буфер стиску; 6 — поперечина

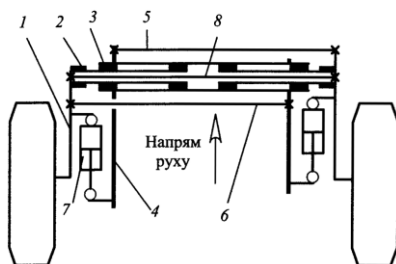


**Рисунок 24** — Схема задньої підвіски на поздовжніх важелях з широкою опорною базою: 1 — поздовжній важіль; 2 — пружина; 3 — амортизатор з буфером віддачі; 4 — буфер стискування; 5 — кузов

Надзвичайно компактною є підвіска на поздовжніх важелях з торсіонами, рис. 25 та 26. У такого штибу підвісці короткі поперечні торсіони з'єднані в середній частині автомобіля з напрямними трубами, див. рис. 25. Важче розмістити на автомобілі довгі поперечні торсіони (рис. 26), які б забезпечували м'якість підвіски та великі її ходи.



**Рисунок 25** — Схема задньої підвіски на поздовжніх важелях з короткими торсіонами:  
1 — поздовжній важіль; 2, 3 — напрямні труби; 4 — кронштейн; 5 — торсіон;  
6 — амортизатор з буферами віддачі і стиску; 7 — стабілізатор

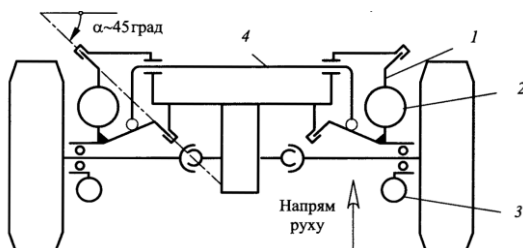


**Рисунок 26** — Схема задньої підвіски на поздовжніх важелях з довгими торсіонами:  
1 — поздовжній важіль; 2 — напрямна труба; 3 — труба поперечини; 4 — кронштейн;  
5, 6 — торсіони; 7 — амортизатор з буферами віддачі і стиску; 8 — стабілізатор

Тільки як задню застосовують підвіску на скісних важелях. Спрощений (дешевий) варіант такої підвіски зображено на рис. 27. Вісь коливання скісного важеля перетинає карданний шарнір, тому з кожного боку достатньо одного шарніра. Однак такій підвісці властивий високий центр поперечного крену кузова і більша змінність колії коліс.

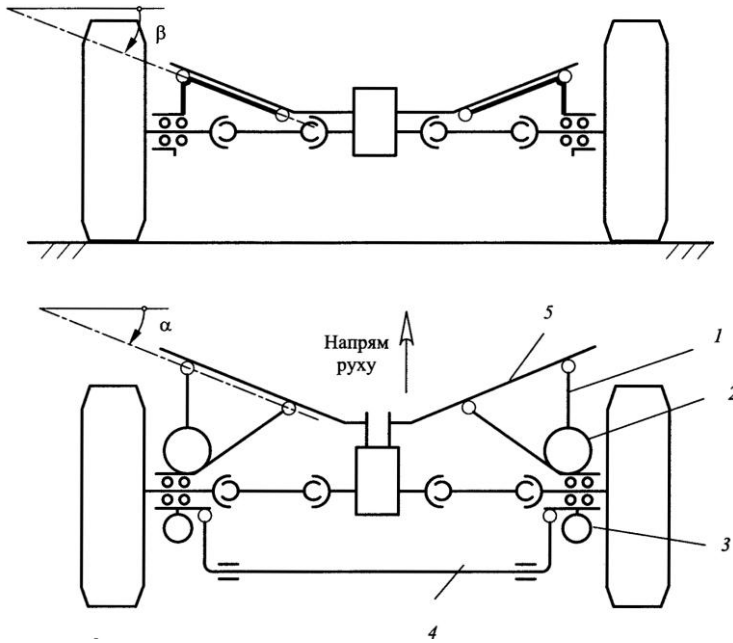
Досконалішим варіантом підвіски на скісних важелях є підвіска з кутом стрілоподібності  $\alpha = 10...25$  град, поряд з яким може існувати невеликий кут  $\beta$  нахилу на вигляді ззаду. Осі таких важелів не перетинають внутрішній карданний шарнір півосі по обидва боки головної передачі, і між колесом та головною передачею виникає лінійне переміщення. У такому разі з кожної боку потрібно вмонтовувати по два карданні шарніри (рис. 28).

При заданій довжині важелів відповідним поєднанням кутів  $\alpha$  і  $\beta$  можна досягти бажаної кінематичної характеристики.



**Рисунок 27** — Схема спрощеної задньої підвіски на скісних важелях:  
1 — скісний важіль; 2 — пружина; 3 — амортизатор з буферами віддачі і стиску; 4 — стабілізатор

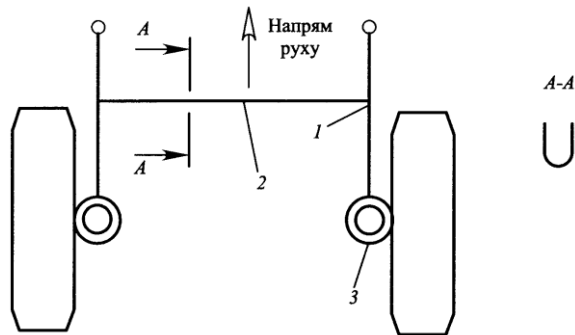




**Рисунок 28** — Схема задньої підвіски на скісних важелях:  
 1 — скісний важіль; 2 — пружина; 3 — амортизатор з буферами віддачі і стиску;  
 4 — стабілізатор; 5 — поперечина

### 5 ПІДВІСКА ЗІ ЗВ'ЯЗАНИМИ ВАЖЕЛЯМИ

Підвіска зі зв'язаними важелями займає проміжне положення між підвіскою на поздовжніх важелях і залежною підвіскою (рис.29).



**Рисунок 29** — Схема задньої підвіски зі зв'язаними важелями:  
 1 — поздовжній важіль; 2 — поперечина; 3 — амортизатор з пружиною

В такій підвісці важелі 1 жорстко зв'язані податною на кручення поперечиною 2. Поперечина виготовлена з відкритого вперед U-подібного тонкостінного пружного профілю і виконує одночасно функції стабілізатора.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

### Основної

Раймпель Й. Шасси автомобіля: Конструкції підвесок /Пер. с нем. — М.: Машиностроение, 1989. — 328 с.

### Додаткової

1. Samohody od A do Z // Praca zbiorowa pod redakcją W. Leśniaka. — Warszawa: WKŁ, 1978. — 1208 s.

2. Раймпель Й. Шасси автомобіля /Сокр. пер. с нем. — М.: Машиностроение, 1983. — 356 с.

3. Раймпель Й. Шасси автомобіля: Амортизатори, шини и колеса /Пер. с нем. — М.: Машиностроение, 1986. — 320 с.

4. Раймпель Й. Шасси автомобіля: Элементы подвески /Пер. с нем. — М.: Машиностроение, 1987. — 288 с.

## ДОДАТОК: ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО НАВЧАННЯ

**1** Звісно, механічна потужність продукується двигуном, але рух автомобіля загалом уможливає тільки взаємодія колісного рушія з дорогою (внутрішні рушійні чинники повинні бути обов'язково трансформовані в зовнішні). Покажіть схемно, як пересилається рушійний чинник від двигуна до кузова (вантажу) за посередництва підвіски у разі нерівної дороги!

**2** Згадаймо, керовані колеса автомобіля пересічно встановлюють з розвалом, тобто так, щоб осі обертання коліс в поперечній площині відхилялись від горизонтальної площини на деякий кут  $\alpha$ , рис. Д1. Розвал поєднують ще й з із сходимженням коліс (рис. Д2). Сходження, як відомо, оцінюють або кутовим зміщенням  $\gamma$  осей коліс в горизонтальній площині, або лінійними параметрами  $B_1$  і  $B_2$ , рис. Д3.

Покладаючись на рис. Д1, Д2 (Д3), прокоментуйте, які корисні ефекти від цього отримують. З'ясуйте (спочатку керуючись логікою та принагідно здобутими знаннями, а потім звертаючись до рекомендованої літератури), чи позначаються якимось зазначені особливості встановлення керованих коліс на будові передньої підвіски класичного автомобіля.

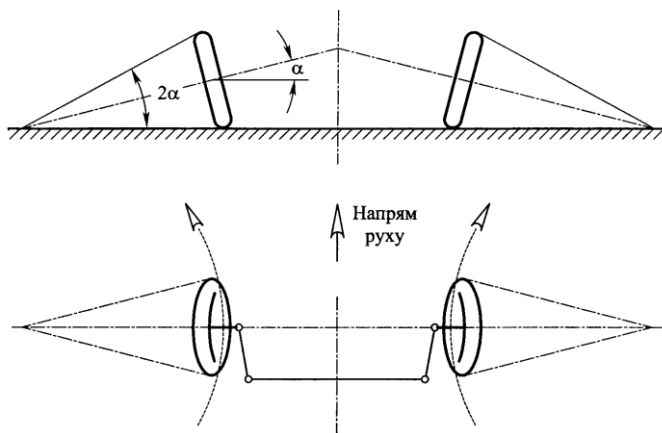


Рисунок Д1 — Схема встановлення керованих коліс з розвалом.

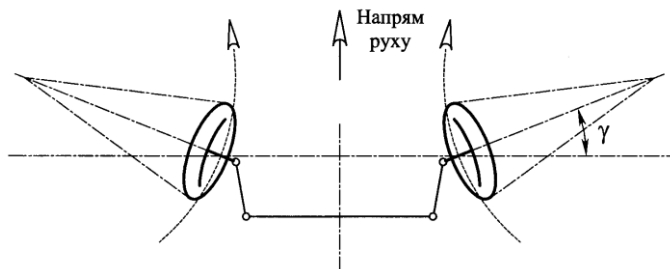


Рисунок Д2 — Схема встановлення керованих коліс з розвалом та сходженням

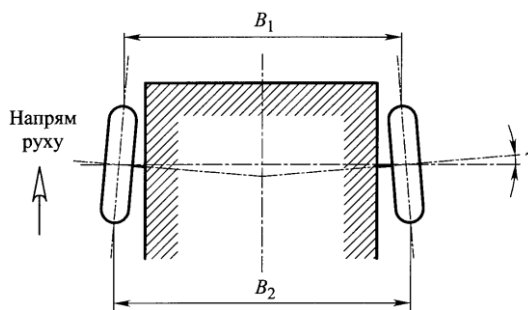


Рисунок Д3 — Параметри, що характеризують сходження керованих коліс

3 Слід на опорній поверхні від осі поворотання керованого колеса і точка дотику колеса до цієї поверхні не збігаються, рис. Д4. Через це сила  $F$ , що виникає в контактї колеса з опорною поверхнею, діє на деякому плечі  $h$ . При відповідному відхиленні осі поворотання керованого колеса в поперечній площині автомобіля від вертикалі плече  $h$  може бути як додатним (рис. Д4, а), так і від'ємним (рис. Д4, б). Поперечний нахил осі поворотання колеса спричиняє так званий стабілізувальний ефект, який можна простежити за допомогою рис. Д5. Інший стабілізувальний ефект виникає при зміщенні сліду осі поворотання колеса в поздовжньому напрямі, рис. Д6. Обидва ці ефекти простежуються одночасно у разі поєднання поперечного і поздовжнього нахилів осей поворотання керованих коліс, рис. Д7.

Спираючись на рис. Д5, Д6, спробуйте розкрити механізми виникнення стабілізуючих ефектів на керованих колесах!

З'ясуйте (покладаючись спочатку на логіку, а згодом вивчаючи матеріали, викладені в рекомендованій тут літературі), чи позначаються якимось нахили осей поворотання керованих коліс на будові передньої підвіски класичного автомобіля!

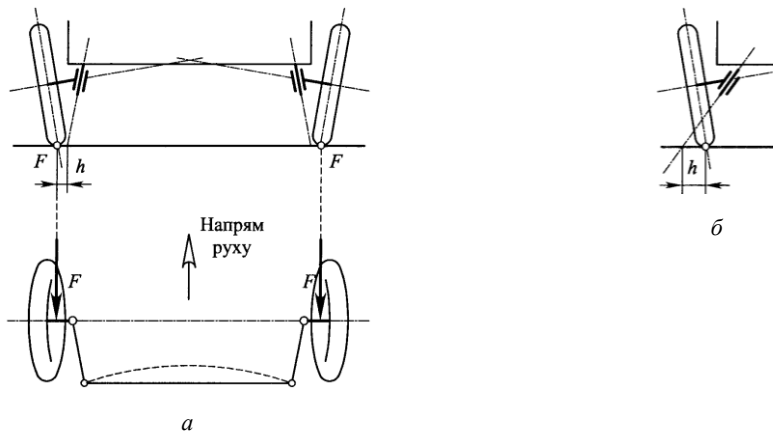


Рисунок Д4 — Схема нахилу осей повертання керованих коліс у поперечній площині

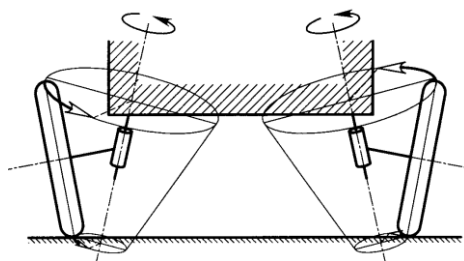


Рисунок Д5 — Схема, що пояснює виникнення стабілізуючого чинника на керованих колесах

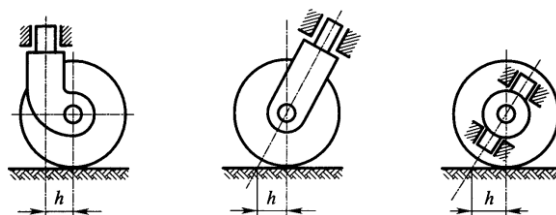


Рисунок Д6 — Варіанти розташування осей повертання керованих коліс

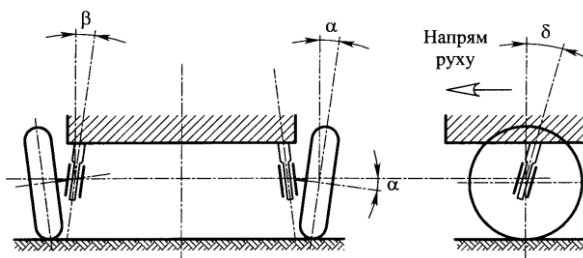


Рисунок Д7 — Кут нахилу осей коліс

4 Дайте якомога повнішу оцінку кінематичних особливостей підвісок за схемами з рис. Д8, Д9, а згодом — за схемами з рис. Д10, Д11.

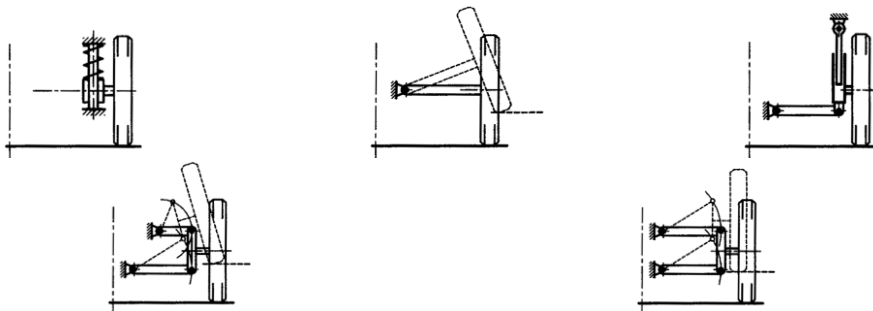


Рисунок Д8 — Схеми кінематично різних незалежних підвісок.

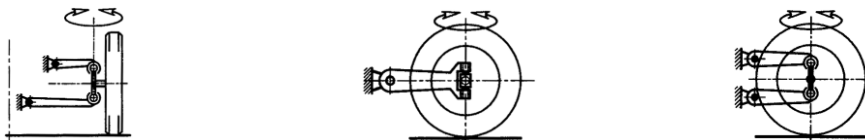


Рисунок Д9 — Схеми важільних систем підвісок керованих коліс.

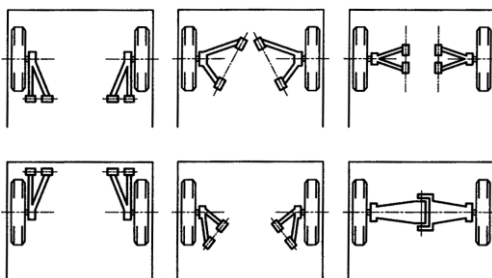


Рисунок Д10 — Варіації підвісок важільного типу.

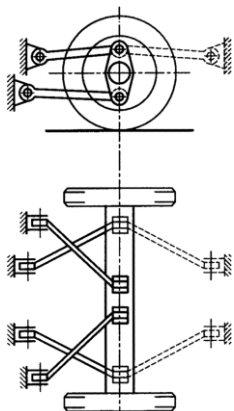


Рисунок Д11 — Схема підвіски з перехресними важелями

5 Дайте якомога точніше означення функцій пружного та напрямного пристроїв підвіски автомобіля! Розгляньте схеми підвісок, наведені на рис. Д12, Д13, Д14, вирізняючи пружні та напрямні пристрої! Спробуйте точно відповісти на запитання: а) що є спільного між гумовим та ресорним пружними елементами (див. рис. Д12 та Д13, а) — такого, що принципово відрізняє їх від пружинного пружного елемента (див. рис. Д13, б та Д14)?; чим принципово гумовий пружний елемент відрізняється від ресорного?; чому ресора виготовляється листовою, а не у вигляді пружної балки змінного перерізу?

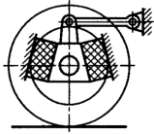


Рисунок Д12 — Схема підвіски з гумовим пружним елементом

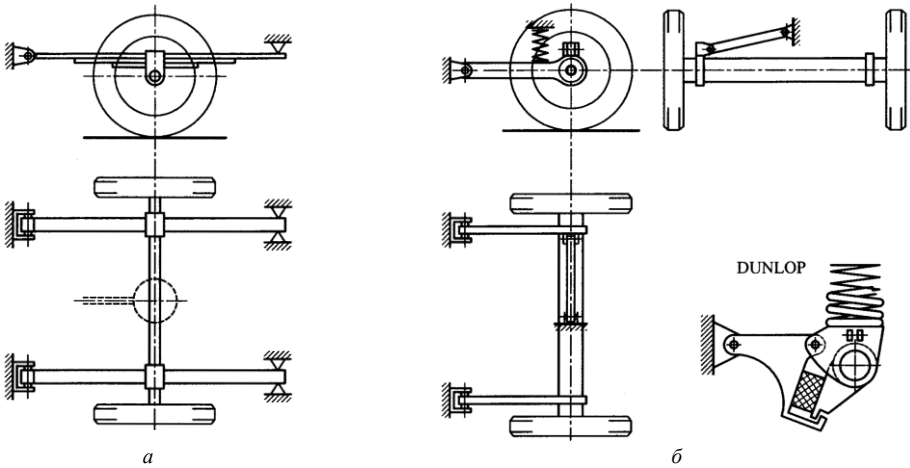


Рисунок Д13 — Схеми підвісок з ресорними (а) та пружинними (б) пружними елементами.

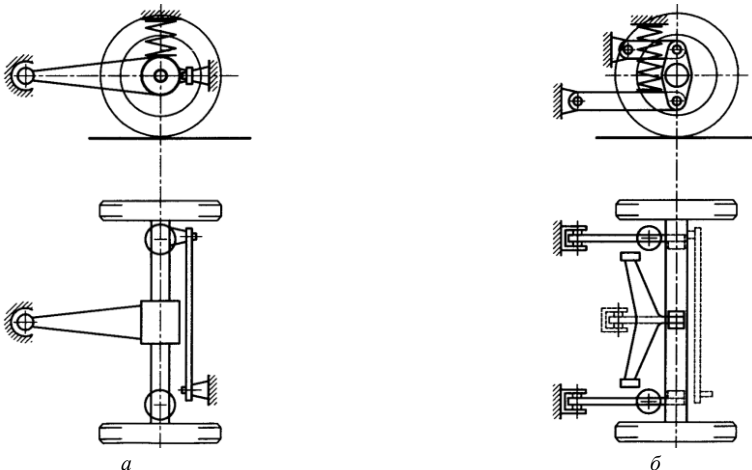


Рисунок Д14 — Схеми пружинних підвісок з різними напрямними пристроями

6 На рис. Д15, Д16 наведено низку схем підвісок важільного типу. Вичерпно розкрийте зміст кожної зі схем, спираючись на відомі класифікаційні ознаки! Оцініть сподівані властивості таких підвісок!

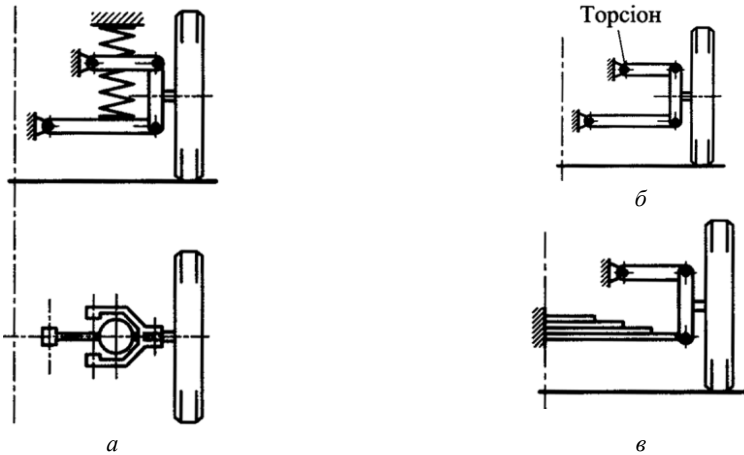


Рисунок Д15 — Схеми поєднання поперечних важелів і різних пружних елементів

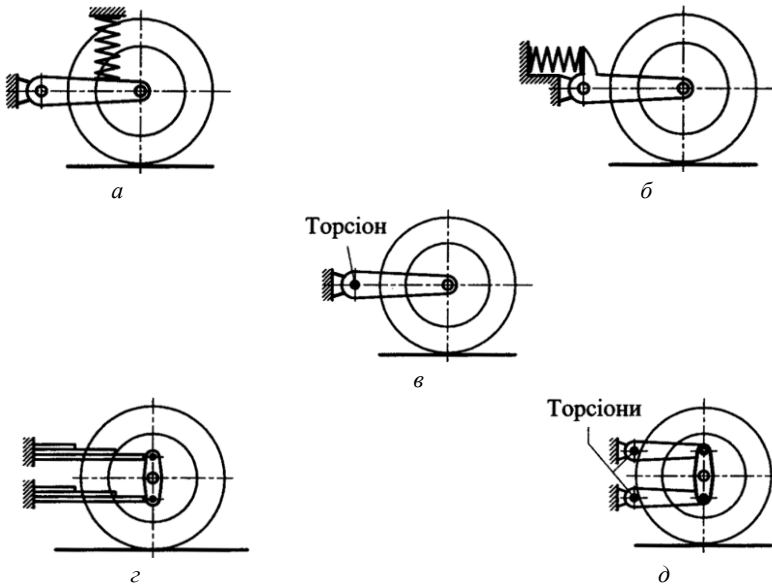


Рисунок Д16 — Схеми підвісок поздовжньоважільного типу

7 На вантажівках широко використовують зближені та спарені колісні мости. Поясніть доцільність чи необхідність спарювання! Керуючись рис. Д17, оцініть два зазначені різновиди компонування мостів з огляду на плавність руху та прохідність автомобіля! Розкрийте зміст конструкторських ідей, відображених схемами на рис. Д18! Поясніть призначення кожного з елементів відображених підвісок. Відносно кожної схеми з'ясуйте ступінь прояву властивостей спареності!



Рисунок Д17 — Схеми переїзду нерівності автомобілями зі зближеними та спареними мостами

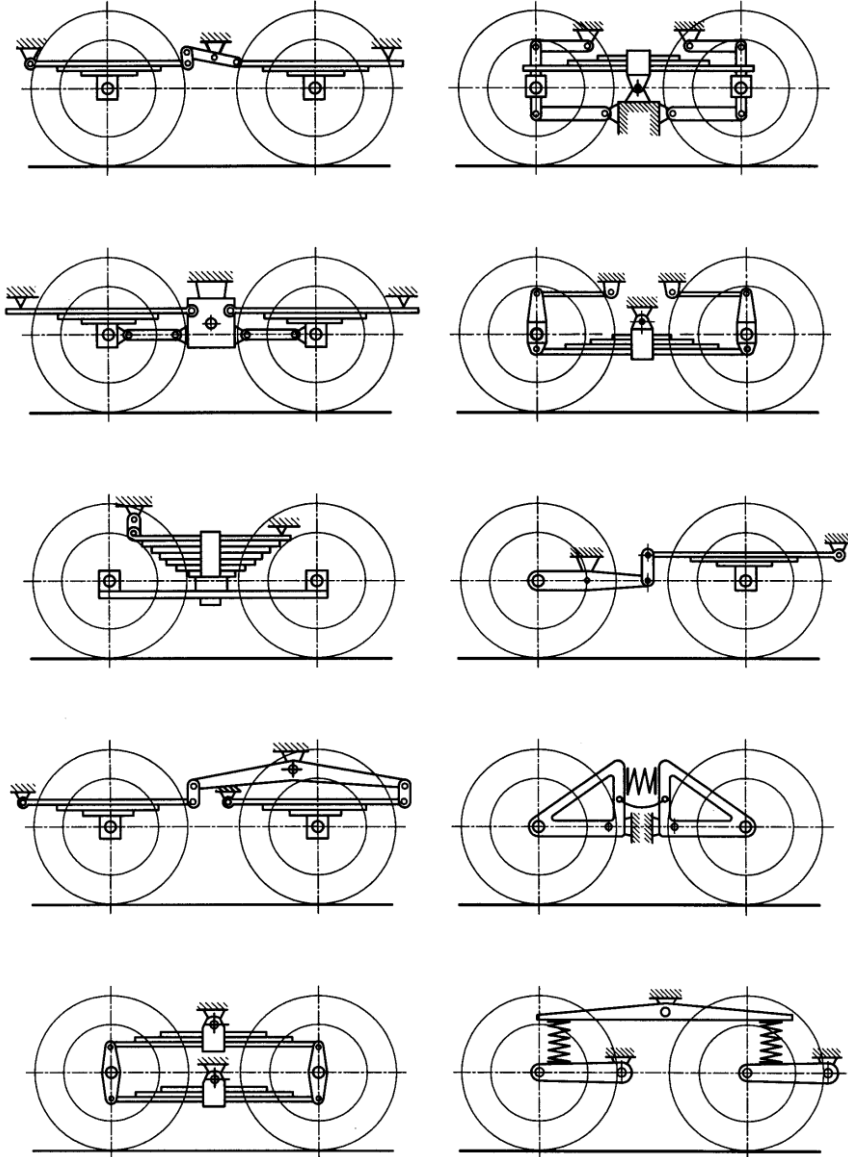


Рисунок Д18 — Схеми підвісок пари мостів



8 Рис. Д19 поєднує в собі схеми деяких пружних пристроїв зі змінною структурою; в чому полягає змінність структури в даному разі? В першому наближенні характеристику підвіски з пружним пристроєм змінної структури можна зобразити так, як це зроблено на рис. Д20; розкрийте зміст ліній 1, 2, 3. Віднайдіть в літературі інші варіанти конструкцій підвісок такого штибу. Спробуйте запропонувати від себе ще яку-небудь іншу схему.

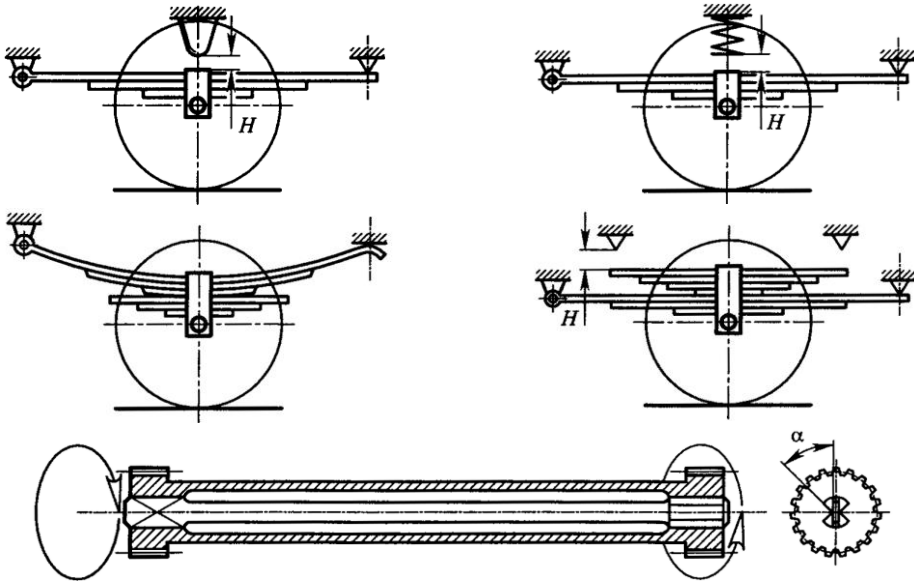


Рисунок Д19 — Схеми пружних елементів зі змінною структурою

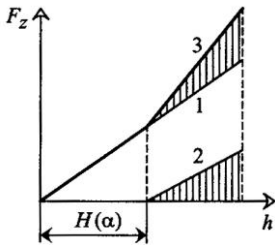


Рисунок Д20 — Начерк характеристики пружності підвіски з пружними елементами змінної структури

9 На рис. Д21 подано схему підвіски з профільованим ложищем для ресори. Це ложище помітно коректує характеристику пружності підвіски, зменшуючи ефективну довжину ресори при зростанні деформації підвіски (зважте, що в даному разі функції напрямного пристрою ресора не виконує, чому?). Характеристику коректують ще й іншими технічними засобами, рис. Д22.

Поясніть коректувальний ефект від горизонтальних пружин розтягу (рис. Д22, а) та стиску (рис. Д22, б). Знайдіть відповідність між конструктивними схемами, наведеними на рис. Д22, а, Д22, б, та характеристиками пружності підвіски, поданими на рис. Д23, а, Д23, б ( $Z$  — реакція дороги). Інколи використовують терміни „нульова жорсткість” та „від’ємна жорсткість”; чи можна ці терміни застосувати до оцінки властивостей коректувальних пружин? Як, на Ваш розсуд, має виглядати характеристика ресорної підвіски, схема якої зображена на рис. Д24?

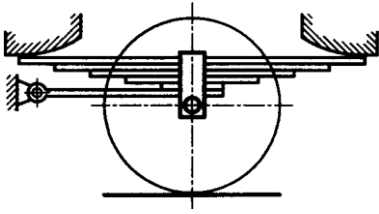


Рисунок Д21 — Схема підвіски з профільованим  
ложищем для ресори

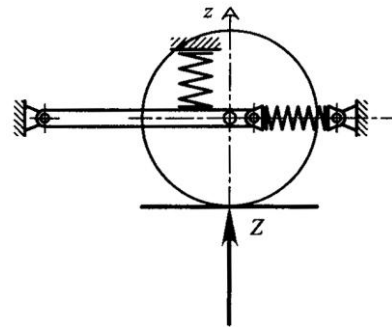
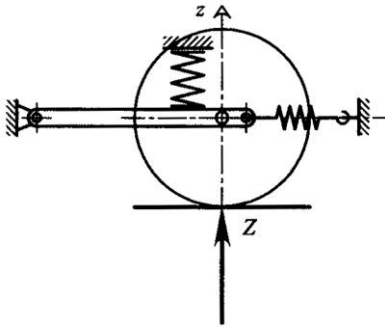


Рисунок Д22 — Схема пружинної підвіски з коректувальними пружинами

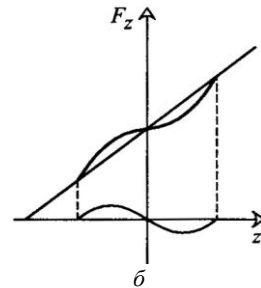
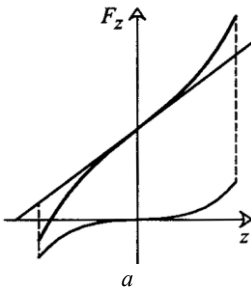


Рисунок Д23 — Характеристика пружності пружинної підвіски з коректувальними пружинами

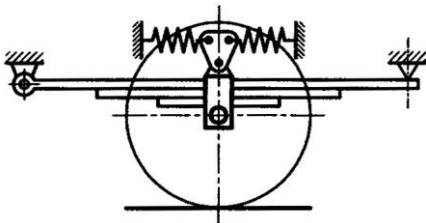


Рисунок Д24 — Схема ресорної підвіски  
з коректувальними пружинами

**10** Спробуйте точними термінами й засобами окреслити, чим принципово відрізняється дія збурень безпосередньо на кузов автомобіля (скажімо, інерційних та аеродинамічних силових чинників) від дії збурень, що діють на кузов від дороги через підвіску. Змістовно окресліть, якими величинами оцінюється поздовжня та поперечна стійкість автомобіля. За якої умови автомобіль може перекинутися убік?

Вдаючись до рис. Д25, поясніть як позначається конструкція пружної підвіски на поперечній стійкості кузова при відносно швидкому повороті автомобіля та при його русі поверхнею з поперечними схилами і нерівностями ( $F$  — відцентрова сила, що діє на кузов автомобіля при його повороті,  $G$  — сила ваги,  $s$  — поперечне зміщення центра мас)! Чи існує хоча б принципова можливість ідеальної стабілізації для обох випадків одночасно, чи при проектуванні підвіски обов'язково доводиться йти на певний компроміс? Керуючись рис. Д26, зазначте, які механічні в'язі слід послабити, а які посилити, щоб виник ефект поперечної стабілізації положення кузова автомобіля!

За аналогією з поперечним стабілізатором (див. рис. Д26, в) розкрийте зміст і поясніть сенс механічного та гідравлічного зв'язків між передньою та за задньою осями автомобіля відповідно до рис. Д27.

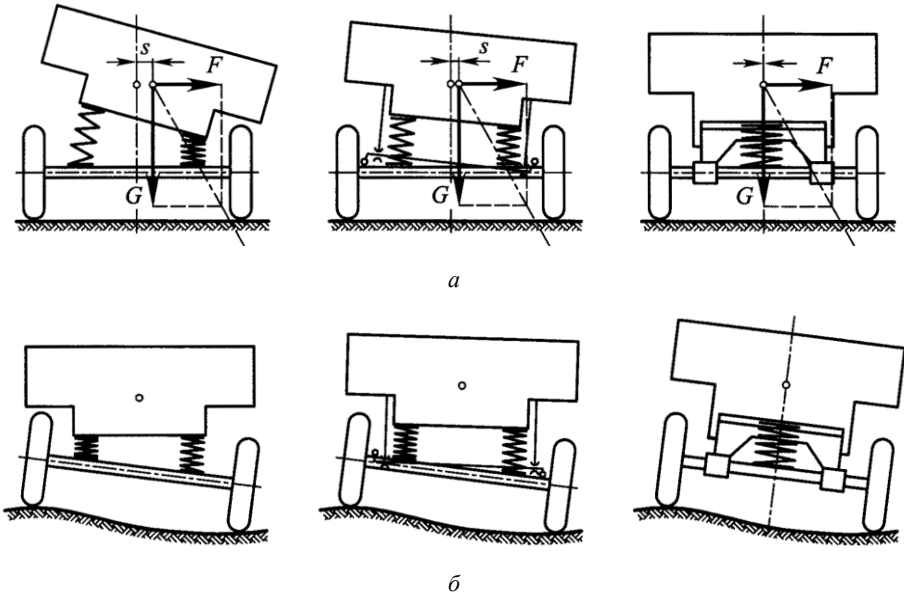


Рисунок Д25 — Схеми впливу відцентрової сили (а) та поперечної нерівності дороги (б) на положення кузова автомобіля за відсутності чи на наявності стабілізатора.

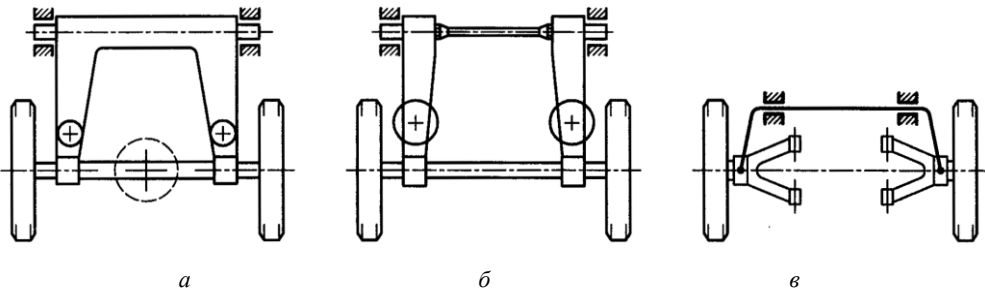


Рисунок Д26 — Схеми підвісок з різним ступенем взаємної залежності і поперечної стабілізації.

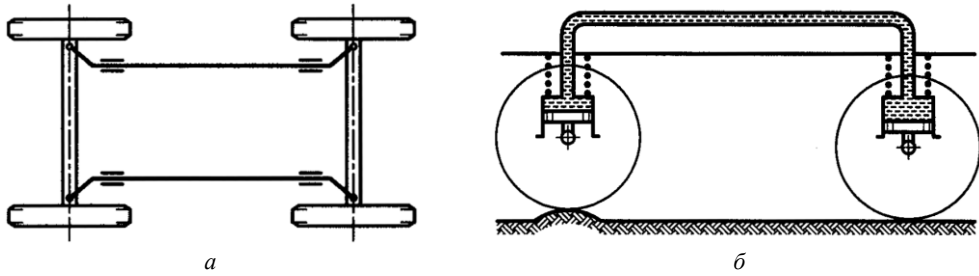


Рисунок Д27 — Схеми механічної (а) та гідравлічної (б) поздовжніх в'язей.

- 11 Окресліть принципи поглинання енергії коливань та засоби їх втілення в підвісках автомобіля.
- 12 Наведіть схему найпоширенішого автомобільного амортизатора та опишіть принцип його роботи.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**ПІДВІСКА АВТОМОБІЛЯ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять  
з дисципліни “**Конструкції автомобілів**”  
для студентів спеціальності 7.090258  
“Автомобілі та автомобільне господарство”

*Укладачі:*

Гащук Петро Миколайович  
Миськів Теодозій Григорович  
Зінько Роман Володимирович

*Редактор*  
*Комп'ютерне верстання*

Оксана Чернигевич  
Ірина Жировецька

Здано у видавництво 13.09.2004.  
Формат 70x100/16. Папір офсетний. Друк на різнографі.  
Умовн. друк. арк. 2,25. Обл-вид. арк. 1,75.  
Наклад 100 прим. Зам. 40665.

*Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”  
Регістраційне свідоцтво серії ДК № 751 від 27.12.2001 р.*

Поліграфічний центр Видавництва  
Національного університету “Львівська політехніка”  
*вул. Ф. Колесси, 2, 79000, Львів*



*Видавництво*

**Видавництво**

**Львівської політехніки**

**тел./факс (0322) 74-01-72**