**Плавність руху автомобіля**

Плавність ходу забезпечує можливість реалізації транспортним засобом: • сукупність зручностей для водія та пасажирів і збереження вантажів.

Ця можливість характеризується показниками:

* частотою власних коливань підвіски;
* середньоквадратичними значеннями швидкості та прискорень. Досягається плавність відсутністю значних вібраційних і ударних

навантажень на водія, пасажирів і перевезений вантаж.

Забезпечується плавність властивостями, що надають шини і відповідні характеристиками підвіски.

Підвіска включає наступні пристрої:

* пружні елементи (листова ресора, пружина, торсіон, повітря і гума);
* напрямні пристрої (пристрою, які передають бічні й поздовжні сили, визначають кінематику переміщення коліс);
* гасителі коливань (телескопічний амортизатор, листова ресора);
* стабілізатори поперечної стійкості.

**Коливання автомобіля.**

Коливання автомобіля впливають практично на всі основні експлуатаційні властивості машини: комфортабельність і плавність ходу, стійкість і керованість і навіть витрата палива.

Коливання зростають із збільшенням швидкості руху, підвищенням потужності двигуна, істотний вплив на коливання надає якість дороги.

Коливання і вібрації в автомобілях є джерелом шуму. Коливання, вібрації і шум надають шкідливий вплив на водія, пасажирів і навколишнє середовище.

Встановлені норми і стандарти, що визначають допустимі рівні коливань, вібрацій і шумів автомобілів. Від цих показників залежать якість і ціна легкового автомобіля.

Випробування автомобілів на визначення рівня коливань, вібрацій і шуму проводяться в лабораторіях і на спеціальних дорогах автополігонів.

Зробити легковий автомобіль, в якому відсутні коливання, вібрації і шум, неможливо, як неможливо побудувати вічний двигун. Однак цілком можливо створити автомобіль з мінімальними рівнями коливань, вібрацій і шуму.

Коливання виникають насамперед при взаємодії коліс з поверхнею дороги. В результаті прогину пневматичних шин та деформації підвіски колеса і кузов здійснюють складні коливання. За коливань коліс судять про стійкості і керованості автомобіля. Коливання кузова безпосередньо визначають плавність ходу.

В залежності від якості дорожнього покриття та швидкості руху коливання автомобіля можуть відбуватися з різними частотами і прискореннями. Так, частоти коливань кузова і коліс лежать в межах 0,5... 22 коливань в секунду, або 0,5... 22 Гц. Рівень прискорень коліс може перевершувати земне прискорення вільного падіння g більш ніж в 10 разів. В той водночас прискорення кузова рідко перевищують величину g більш ніж в 1,5 рази.

Автомобільне колесо є джерелом коливань, на виникнення яких впливають наявність малюнка протектора, каркас з металокорду, недостатня балансування, а також робота гальм. Частота цих коливань досягає величини у кілька тисяч герц. Такі коливання називають вібраціями. Вібрації з високими частотами також порушуються двигунами, трансмісіями і різним обладнанням, встановленим на автомобілі: вентилятори, обігрівачі, кондиціонери та інше.

Складні коливання кузова істотно впливають на здоров'я і стан водія, пасажирів і схоронність перевезеного вантажу. Природно тому прагнення конструкторів легкових автомобілів обмежити коливання кузова. Складний характер коливальних рухів кузова може проявлятися в вертикальному і горизонтальному напрямках. Крім того, можливі і кутові коливання кузова. (Розрізняють поздовжні і поперечні горизонтальні коливання кузова.) Горизонтальні коливання уздовж поздовжньої осі називаються посмикуванням і в значній мірі гасяться за допомогою підвіски коліс.

Коливання уздовж поздовжньої осі проявляються при гальмуванні і розгоні, але не можуть бути визначальними для плавності ходу. Горизонтальні коливання вздовж поперечної осі кузова (бічні коливання) можливі лише за рахунок бічної деформації шин. В результаті використання підвіски коліс кузов здійснює головним чином вертикальні, поздовжньо-кутові і поперечно-кутові коливання/Перераховані коливання і визначають плавність ходу автомобіля.

Оцінка плавності ходу автомобіля. Що ж таке плавність ходу і чому їй приділяють особливу увагу при проектуванні, експлуатації і порівняльній оцінці різних легкових автомобілів Звичайно, плавність ходу залежить не тільки від конструкції автомобіля і його підвіски, але і від якості дорожнього покриття та швидкості руху. Можна дати наступне визначення: плавністю ходу називається властивість автомобіля забезпечувати захист водія, пасажирів та вантажу від коливань і вібрацій, поштовхів і ударів, виникають у результаті взаємодії коліс з дорогою.

 Саме поняття «плавність ходу» виникла давно. Каретних справ майстри майстерно робили підвіску екіпажів з кінною тягою, добиваючись високої плавності ходу. Підвіска старовинних карет була досить м'якою, мала довгі ресори з великим прогином і малою жорсткістю. Цікаво, що за цим параметрами вона перевершувала підвіски коліс багатьох сучасних автомобілів. В початку свого шляху автомобілі мали далеко не рекордні швидкості серед наземних транспортних засобів. Наприклад, у 1894 р. під час перших автомобільних перегонів Париж - Руан автомобілі з двигунами Даймлера показали середню швидкість 20,5 км/год. Однак за перші 10... 15 років існування автомобіля різко зросла його швидкість, перевищивши 100 км/год.

Перші світові рекорди швидкості належали автомобілям з електромоторами (електромобілі). У 1898 р. електромобіль Шарля Жанто (Франція) з двома електромоторами (загальна мощность.36 к.с.) встановив перший в світі абсолютний рекорд швидкості 63,149 км/год, а в 1899 р. електромобіль «Завжди незадоволена» бельгійця Каміля Женатци (потужність електромотора 40 л. с.) перевершив стокілометровий бар'єр - 105, 876 км/год. Однак електромобільні рекорди протрималися недовго. У 1902 р. француз Анрі Фурньє на автомобілі «Морс» з бензиновим двигуном в 60 к.с. підвищив абсолютний рекорд до 123,772 км/год.

Проходження автомобілями кордону швидкості 100 км/год не обійшлося без жертв. На перегонах Париж - Мадрид в 1903 р. з-за високої швидкості (більше 100 км/год), поганої дороги, пилу, низькою плавності ходу відбулися катастрофи, і французький уряд заборонив продовжувати перегони. Автомобілі кінною тягою були доставлені на залізницю.

У 1904 р. молодий Генрі Форд на своєму автомобілі «Стріла» досяг швидкості 147 км/год.

Про комфорту і плавності ходу перших рекордних автомобілів можна судити по машині Форда «Стріла», у якій ведучі колеса жорстко кріпляться до рами, а мотори не мали глушників. Чому водій не вилетів зі свого сидіння, тримаючись лише за рукоятку управління, абсолютно неясно. Найважливіше було - швидкість.

Швидкість 205,443 км/год у 1906 р. була досягнута на гоночному автомобілі «Ракета» американської фірми «Стенлі». Машина мала паровий двигун потужністю 150 к.с. Це була «лебедина пісня» парових автомобілів. В 1937 р. на автомобілі «Ауто-Уніон», всі колеса якого мали незалежну підвіску, з потужністю двигуна до 640 л.с. встановлено рекорд швидкості 406,3 км/год.

Які ж винаходи і удосконалення конструкції автомобіля дозволили так швидко нарощувати швидкість? Основними з них були збільшення потужності двигуна, використання обтічних форм кузова, вдосконалення рульового управління і гальм, і, звичайно, важливу роль зіграли винахід пневматичної шини та застосування незалежної підвіски коліс автомобіля.

З такою підвіскою на початку 20-х рр. почав випускатися в Італії автомобіль «Лямбда». В СРСР першим легковим автомобілем з незалежної підвіскою був знаменитий «ГАЗ М-20» («Перемога»). Застосування назависимой підвіски не тільки позбавило машину від небезпечних коливань керованих коліс (явище шиммі), але і сприяло істотному поліпшенню плавності ходу. У наші дні подальше підвищення плавності руху, стійкості та керованості легкового автомобіля немислимо без застосування керованих (регульованих) систем підвіски.

Очевидно, що плавність ходу потребує кількісної оцінки. Проте це не просте завдання, при вирішенні якої не можна покладатися тільки . на власні враження. Враження водія і пасажирів про плавності ходу можуть змінюватися в залежності від багатьох обставин: їх віку, здоров'я та ін. Покладатися на суб'єктивну оцінку не можна.

Давно відомо, що найкращою плавністю ходу мають автомобілі з м'якою підвіскою. Знизити жорсткість ресор (пружин) можна за рахунок збільшення їх прогину, а значить, і підвищення ходу коліс щодо кузова. Зробити підвіску м'якою і длинноходной не завжди можливо. Перешкодою для збільшення ходу коліс є не тільки необхідність в збільшення розмірів колісних ніш кузова, але і труднощі, пов'язані з розміщенням пристроїв трансмісії, гальм і рульового управління

Статичним називається прогинання ресор (або осаду пружин) при нерухомому автомобілі. За величиною статичного прогину можна оцінити жорсткість підвіски і плавність ходу.

Найбільш простим і доступним показником плавності ходу є частота власних коливань кузова автомобіля. Досвід показує, якщо частота цих коливань лежить у межах 0,5... 1,0 Гц, то машина володіє високою плавністю ходу. (Цікаво відзначити, що зазначені частоти збігаються з частотою поштовхів, які відчуває людина при ходьбі зі швидкістю 2... 4 км/год.)

На жаль, обидва названих показника плавності ходу придатні лише для приблизної, самій загальній її оцінки. Більш точне уявлення про плавності ходу дають прискорення кузова. Їх оцінюють в декількох характерних місцях: на сидіннях водія та пасажирів, на підлозі, над осями передніх і задніх коліс. На основі численних експериментальних досліджень запропоновано допустимі значення прискорень кузова і різні методи їх визначення. Допустимі прискорення представляють в залежності від частоти коливань кузова. У спеціальній літературі є таблиці і графіки допустимих значень прискорень, перевищення яких небажано. Наприклад, при вертикальних коливаннях кузова з частотами, близькими до 1 Гц, прискорення не повинні перевищувати 0,8... 1 м/с2. Якщо порівняти допустимі значення прискорень для вертикальних і горизонтальних коливань при частотах 1... 2 Гц, то допустимі вертикальні прискорення можуть бути в 1,8... 2,8 рази більше, ніж горизонтальні.

Перебуваючи в кузові легкового автомобіля, людина відчуває два основних види складних коливальних рухів: порівняно повільні коливання з великими амплітудами і швидкі коливання з малими переміщеннями. Від коливань з малими переміщеннями можна захиститися за допомогою сидінь, гумових опор, прокладок, віброізоляторів та інших пристроїв. Для захисту від коливань з низькими частотами і великими амплітудами служать пружні підвіски коліс.

**Вимірники плавності ходу.**

|  |
| --- |
|  |

При коченні колеса з пневматичною шиною по дорозі у нижній частині, і особливо у місці контакту з опорною поверхнею, еластична шина деформується. При цьому невеликі нерівності збільшують деформацію шини і не впливають на положення осі колеса. Значні нерівності дороги і сильні поштовхи викликають збільшену деформацію шини і порівняно плавне переміщення осі колеса.

Пружний пристрій підвіски, призначений для зменшення динамічних навантажень на несучу систему, при наїзді колеса на нерівність дороги стискається, значно пом'якшуючи удар, який передається від колеса на раму або кузов. Періодичне стискання і розтискання пружного пристрою спричинює коливання несучої системи автомобіля. Після переїзду через нерівність переміщення несучої системи являють собою **вільні** *(власні) коливання автомобіля.* (Із фізики відомо, що вільні, або власні, коливання є рухом системи, залишеної самою по собі, без зовнішніх впливів).

Нерівності дороги, які є основною причиною виникнення коливань автомобіля, мають різні форми та взаємне розташування залежно від типу дороги та її стану. Нерівності різного профілю та довжини можуть накладатися одна на одну або йти одна за одною. Внаслідок цього під час руху автомобіля в реальних умовах експлуатації виникають **вимушені** коливання. Характер та інтенсивність таких коливань залежить від типу та стану дороги, швидкості руху а також від конструктивних параметрів автомобіля.

Коливання автомобіля суттєво впливають на фізичний стан водія і пасажирів, від їх інтенсивності залежить збереження вантажу та й самого автомобіля.

Плавність ходу- це здатність автомобіля рухатися в заданому інтервалі швидкості по дорогах з нерівною поверхнею без значних динамічних впливів на водія, пасажирів чи вантаж.

Плавність ходу належить до тих експлуатаційних властивостей автомобіля, які безпосередньо визначають його середню швидкість. Дослідження підтвердили, що в автомобіля з поганою плавністю ходу ***Vср з***меншується на 40-50 %, міжремонтний пробіг - на 35—40 ***%.*** витрата пального і собівартість перевезень зростають на 50-60 %.

**Вільні коливання автомобіля.**

Автомобіль або причіп є механічною системою, що складається з великої кількості мас із різними зв'язками між ними. Маси окремих частин автомобіля поділяють на **підресорені** та **непідресорені.**

**Підресореними** називають маси, сили тяжіння яких передаються на опорну поверхню через пружні елементи підвіски та через колеса. Це маси двигуна, майже всієї трансмісії, у легкових автомобілях - кузова, у вантажних - рами, кабіни та власне кузова, пасажирів та вантажу (всі ці елементи в сукупності можна розглядати як одне тверде тіло).

**Непідресореними** називають маси, сили тяжіння яких не сприймаються підвіскою, а передаються на опорну поверхню безпосередньо через колеса автомобіля. Це частина мас трансмісії, маси мостів з колесами (кожний міст разом із колесами теж трактують як тверде тіло).

Вільні коливання мас автомобіля бувають **низькочастотними** та **високочастотними** (вібрації). З високою частотою коливаються переважно непідресорені маси, з низькою - підресорені. При цьому можна вважати, що непідресорені маси мають лише ступінь свободи - вертикальні переміщення.

Підресорені маси здійснюють складні коливання - мають шість ступенів свободи.

Під час руху автомобіля підресорені маси мають лінійні переміщення **Sх**, *Sу та* **Sz** вздовж осей *х, у* і **z**, які називають відповідно: посмикуванням, хитанням та підплигуванням. Крім цього, спостерігаються і кутові переміщення *ах*, **ау** та **аz** навколо вказаних осей, які називають гойданням, галопуванням та вилянням.

При розрахунках підвіски для спрощення беруть до уваги тільки два види коливань - **підплигування і галопування.** Ці коливання мають першочергове значення для комфортабельності, оскільки викликають найбільш неприємні відчуття у людини.

**Підплигування** виникає після проїзду через нерівність. Щоб зменшити його та позбавити людей неприємних відчуттів, застосовують м'які підвіски та амортизатори, які за рахунок внутрішнього опору гасять коливання кузова.

**Галопування** *ау-* це кутове коливання підресорених мас у поздовжній площині автомобіля. Щоб зрозуміти, як можна його зменшити, розглянемо спочатку поняття центра пружності системи, у нашому випадку-автомобіля.

Центр пружності системи - це точка, при дії на яку зовнішньої сили виникає тільки лінійне переміщення системи. Отже, якщо сила, яка викликає коливання, буде докладена у центрі пружності, система матиме при коливаннях тільки лінійні переміщення, якщо ні - то й кутові. Оскільки коливання підресорених мас автомобіля викликані силою тяжіння від маси автомобіля, центр пружності має збігатися з центром мас. Це необхідно враховувати при розрахунках підвіски: значення жорсткості передньої та задньої підвісок автомобіля треба добирати так, щоб прогини підвісок були однакові, тоді кузов переміщуватиметься без галопування.

Допустимий рівень коливань для організму людини обмежений. Тому, якщо немає спеціальних обмежень з допустимої інтенсивності коливань для вантажу, оцінка плавності ходу повинна ґрунтуватися на сприйняттях коливань людиною. Люди найбільш чутливі до вертикальних коливань у діапазоні частот 4-8 Гц та до горизонтальних у діапазоні 1-2 Гц.

За рахунок нежорстких пружних елементів можна зменшити частоту власних коливань кузова до потрібної величини з урахуванням того, що організм людини звик до вертикальних поштовхів при ході і добре пристосований до частот коливань, які відповідають середній швидкості пішохода 120 кроків/хв. - 1,7-2,5 Гц. Для сучасних легкових автомобілів характеристику підвіски можна вважати задовільною, якщо частота коливань підресорених мас становить 0,8-1,3 Гц, для вантажних автомобілів -1,2-1,8 Гц.

Частота коливань непідресорених мас легкового автомобіля має становити 8-12 Гц, вантажного-6,5-9 Гц.

Частота вимушених коливань залежить, з одного боку, від характеру нерівностей, з іншого - від швидкості автомобіля. Тому діапазон частот вимушених коливань вельми широкий.

Коли частоти власних та вимушених коливань близькі або збігаються, виникають **резонансні коливання**- низько- або високочастотні. їх амплітуда може значно перевищувати амплітуду нерівностей. Це неприйнятно з огляду на комфорт пасажирів та збереження вантажу. Крім того, при резонансних коливаннях колеса автомобіля можуть відірватися від поверхні дороги, що призведе до втрати керованості. Тому вибір швидкості руху повинен усунути можливість виникнення резонансних коливань.

Основними оціночними показниками плавності ходу є частота вільних коливань підресорених і непідресорених мас, прискорення й швидкість зміни прискорення підресорених мас при коливаннях автомобіля.