

1. Експлуатаційні властивості автомобіля.

До експлуатаційних властивостей автомобіля відносяться: конструктивна безпека, компонувальні параметри, тягова динамічність, гальмівна динамічність, стійкість автомобіля, керованість, інформативність автомобіля та ін.

Треба мати на увазі, що для різних марок автомобілів ці якості не однакові. Навіть для одного й того ж автомобіля вони можуть значно змінюватися залежно від навантаження, розміщення вантажу на платформі автомобіля або пасажирів у кузові, стану шин та інших факторів. Водій повинен добре знати ці особливості автомобіля і обов'язково враховувати їх у своїй повсякденній роботі.

Експлуатаційні властивості автомобіля характеризують можливість його ефективного використання й дозволяють визначити, якою мірою конструкція автомобіля відповідає вимогам експлуатації. Умови роботи автомобіля різноманітні. У деяких випадках найбільш важлива бистрохідність автомобіля (міжміські автобуси, автомобілі швидкої медичної й технічної допомоги, спортивні). В інших умовах - це властивість долати важкі ділянки доріг (автомобілі, що працюють у сільській місцевості, у лісовій промисловості, військові). Але для всіх автомобілів без винятку обов'язковою вимогою є його безпека.

2. Конструктивна безпека автомобіля.

Конструктивною безпекою автомобіля називається властивість запобігати ДТП, знижувати тяжкість її наслідків і не заподіювати шкоди людям і навколишньому середовищу. Ця властивість складна і пов'язана з іншими експлуатаційними властивостями автомобіля (тяговою й гальмівною динамічністю, стійкістю, керованістю, інформативністю). Конструктивну безпеку поділяють на активну, пасивну, післяаварійну та екологічну.

Активна безпека - це властивість автомобіля знижувати ймовірність виникнення ДТП або повністю їй запобігати. Вона проявляється в період, коли в небезпечній дорожній обстановці водій ще може змінити характер руху автомобіля. Активна безпека залежить від компонувальних параметрів автомобіля (габаритних і вагових), його динамічності, стійкості, керованості та інформативності.

Пасивною безпекою називають властивість автомобіля зменшувати тяжкість наслідків ДТП, якщо вона все-таки трапилась. Вона проявляється в період, коли водій уже не в змозі керувати автомобілем і змінювати характер його руху, тобто безпосередньо при зіткненні, наїзді, перекиданні. Пасивну безпеку забезпечують конструктивні заходи - введення безпечних кермових колонок, ременів безпеки та ін.

Післяаварійна безпека - властивість автомобіля зменшувати тяжкість наслідків ДТП після зупинки і запобігати виникненню нових аварій. Для підвищення післяаварійної безпеки впроваджують протипожежні заходи, полегшують евакуацію пасажирів і водія з аварійного автомобіля.

Екологічна безпека - це властивість автомобіля, що дозволяє зменшувати шкоду, яка наноситься учасникам руху і навколишньому середовищу в процесі повсякденної експлуатації. Основними конструктивними заходами щодо запобігання і зменшення шкідливого впливу автомобілів на навколишнє середовище варто вважати зниження токсичності відпрацьованих газів і рівня шуму.

Працівники автомобільного транспорту, у тому числі й водії, повинні приймати всі міри до збереження конструктивної безпеки автомобіля протягом усього строку його служби.

3. Центр ваги та його вплив на стійкість автомобіля

Повну вагу автомобіля, що складається з власної його ваги і номінального корисного вантажу, можна визначити за формулами.

Для вантажних автомобілів:

$$G_a = G_0 + 75n + G_b \text{ кг,}$$

де G_a — повна вага автомобіля, кг;

G_o — власна вага автомобіля або вага автомобіля у опорядженому стані, але без вантажу. Вона складається з сухої ваги автомобіля, тобто ваги незаправленого і неспорядженого автомобіля, ваги палива, мастила, охолоджувальної рідини, комплекту інструмента, запасного колеса і додаткового обладнання;

75 — середня вага однієї людини, кг;

n — кількість місць у кабіні з водієм;

G_b — номінальна вантажопідйомність автомобіля (номінальне корисне навантаження), кг.

Для легкових автомобілів:

$$G_a = G_o + 75n + 10n \text{ кг},$$

де n — кількість пасажирів разом з водієм;

10 — вага багажу на одного пасажирів.

Розподіл ваги автомобіля по осях може бути однаковим або різним. Це залежить від компоновки автомобіля, тобто взаємного розміщення двигуна, кабіни, вантажної платформи, а також від способу розміщення і характеру вантажу. Так, в легкових автомобілях вага розподіляється між осями майже однаково, тобто 50% припадає на передню вісь і 50% — на задню. У вантажних автомобілів більш навантажені, як правило, задні осі. Наприклад, якщо автомобіль навантажений, то на передню вісь припадає приблизно 30% повної ваги автомобіля і на задню — 70%, а коли він буде розвантажений, розподіл ваги по осях змінюється і становить для передньої 40% і задньої — 60%. Це співвідношення розподілу ваги по осях в зазначених межах буде лише тоді, коли вантаж на платформі автомобіля буде розміщений правильно. Коли ж на платформу автомобіля навантажити надто довгі деревини або труби, то може статися таке, що передні колеса під час руху автомобіля не будуть стикатися з дорогою, внаслідок чого автомобіль втрачає керуваність. Це водій повинен завжди враховувати, щоб уникнути дорожньо-транспортної пригоди.

Розподіл ваги по осях залежить від розміщення центра ваги автомобіля, тобто такої умовної точки, у якій зосереджена вся вага автомобіля. Центр ваги розміщується на поздовжній осі автомобіля і на деякій відстані від рівня дороги.

Сили, що діють на автомобіль, прийнято зображати стрілками і позначати їх літерами, причому напрямок стрілок повинен збігатися з напрямком дії сили. Початок стрілок встановлюють у точці прикладання сили. На рис. 2.1 показана дія сили тяжіння на автомобіль,

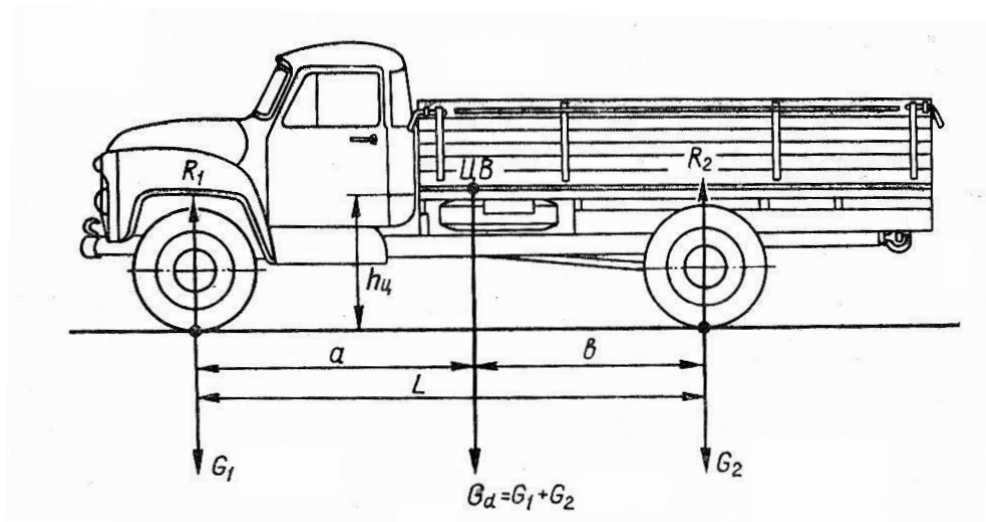


Рис. 2.1. Дія сили тяжіння на автомобіль.

коли він перебуває у нерухомому стані на горизонтальній поверхні дороги. В цьому випадку вага G_1 , що припадає на передню вісь, викликає реакцію R_1 , вага G_2 , що припадає на задню вісь, викликає реакцію R_2 , отже,

$$G_1 = R_1; G_2 = R_2; G_a = G_1 + G_2.$$

Треба мати на увазі, що розміщення центра ваги h_n автомобіля по його поздовжній осі не є величиною сталою, а залежить від характеру і кількості вантажу на платформі автомобіля.

Стійкістю автомобіля називають його властивість зберігати напрямок руху, протистояти перекиданню й поперечному ковзанню (заносу). Стійкість автомобіля залежить від ряду конструктивних його параметрів і експлуатаційних факторів, основними з яких є: вага автомобіля і розміщення центра його ваги, величини бази і ширини колії, розміру шин, їх конструкції і стану, радіусів кривизни дороги і стану її покриття, конструкції гальм і правильності регулювання, швидкості руху, правильності розміщення вантажу і пасажирів, а також уміння водія керувати автомобілем.

Розрізняють поздовжню і поперечну (курсову) стійкість. Більш ймовірна і небезпечна втрата поперечної стійкості. Під поздовжньою стійкістю автомобіля розуміють його здатність рухатися у різних дорожніх умовах без перекидання відносно задньої або передньої осі і ковзання на підйомі.

Поперечна стійкість автомобіля характеризує його здатність рухатися в різних дорожніх умовах без перекидання відносно правих або лівих коліс і бічного ковзання.

Поздовжнє перекидання автомобіля відбувається порівняно рідко. Воно може бути на крутому спуску при різкому гальмуванні або крутому підйомі при різкому вмиканні муфти зчеплення.

Курсовою стійкістю автомобіля називають його властивість рухатися в потрібному напрямку без коригувальних впливів з боку водія, тобто при незмінному положенні кермового колеса. Автомобіль із поганою курсовою стійкістю увесь час зненацька змінює напрямок руху. Це створює загрозу іншим транспортним засобам і пішоходам. Водій, керуючи нестійким автомобілем, змушений особливо уважно стежити за дорожньою обстановкою і постійно коректувати рух, щоб запобігти виїзду за межі дороги. При тривалому керуванні таким автомобілем водій швидко стомлюється, підвищується можливість ДТП.

Порушення курсової стійкості відбувається в результаті дії обурюючих сил, наприклад поривів бічного вітру, ударів коліс об нерівності дороги, а також через різкий поворот керованих коліс водієм. Втрата стійкості може бути викликана й технічними несправностями (неправильне регулювання гальмових механізмів, великий люфт у рульовому керуванні або його заклинювання, розрив чи прокол шини).

Особливо небезпечна втрата курсової стійкості при великій швидкості. Автомобіль, змінивши напрямок руху і відхилившись навіть на невеликий кут, може через короткий час виявитися на смузі зустрічного руху. Так, якщо автомобіль, що рухається зі швидкістю близько 80 км/год, відхилиться від прямолінійного напрямку всього на 5° , то через 2,5 с він переміститься убік майже на 1 м і водій може не встигнути повернути автомобіль на колишню смугу.

Часто автомобіль втрачає стійкість при русі по дорозі з поперечним уклоном (косогору) і при повороті на горизонтальній дорозі. Якщо автомобіль рухається по косогору (рис. 2.2, а), сила ваги G становить із поверхнею дороги кут β і її можна розкласти на дві складові: силу P_1 , паралельну дорозі, і силу P_2 перпендикулярну їй. Сила P_1 прагне змістити автомобіль під уклон і перекинути його. Чим більше кут косогору β , тим більша сила P_1 , отже, тим ймовірніша втрата поперечної стійкості. При повороті автомобіля причиною порушення стійкості є відцентрова сила P_c (мал. 2.2, б), спрямована від центру повороту і прикладена до центра ваги автомобіля. Вона прямо пропорційна квадрату швидкості автомобіля й обернено пропорційна радіусу кривизни його траєкторії.

Поперечному ковзанню шин по дорозі протидіють сили зчеплення, які залежать від коефіцієнта зчеплення. На сухих, чистих покриттях сили зчеплення досить великі, і автомобіль не втрачає стійкості навіть при великій поперечній силі. Якщо дорога покрита шаром мокрого бруду або льоду, то автомобіль може занести навіть у тому випадку, коли він рухається з невеликою швидкістю по порівняно пологій кривій.

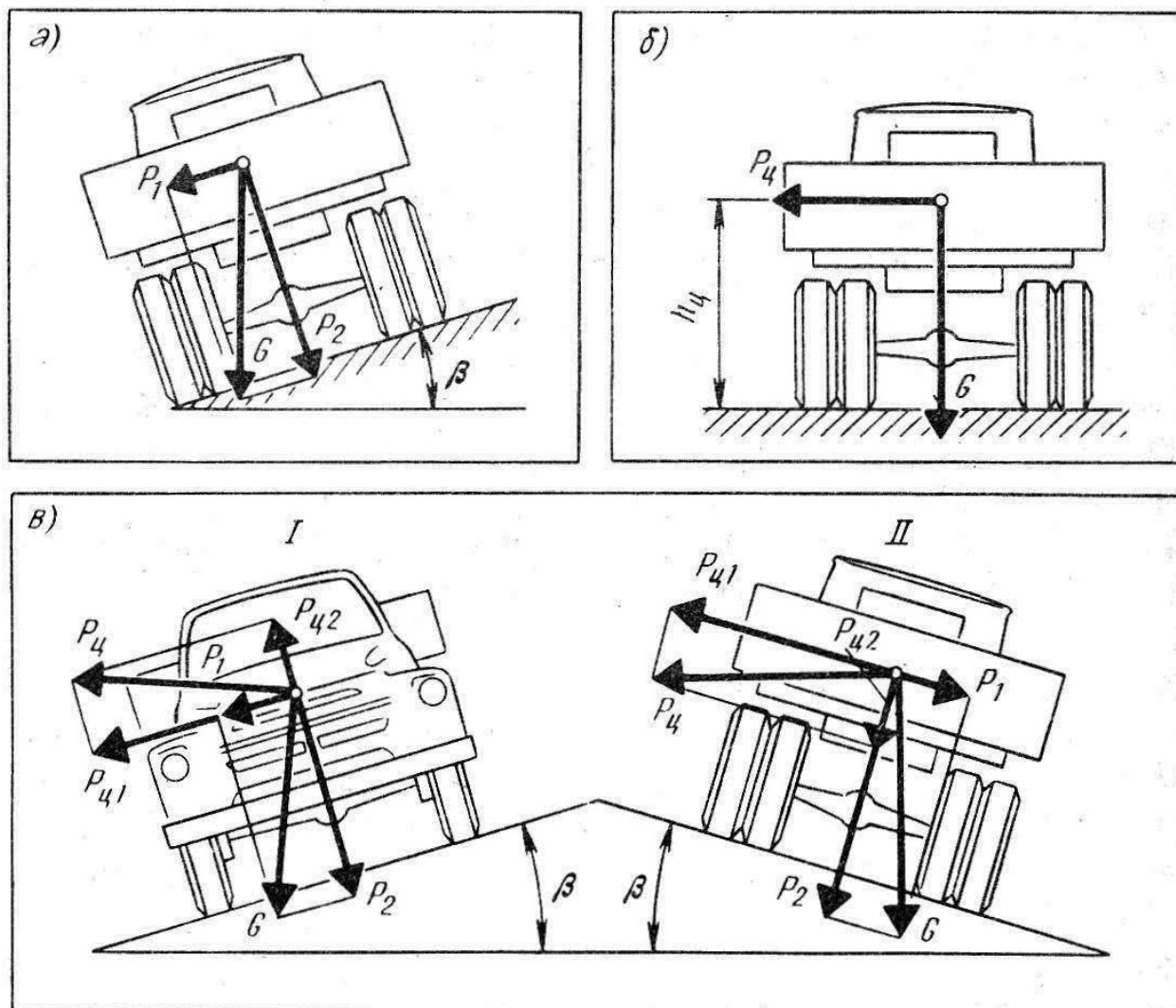


Рис. 2.2. Схема сил, що діють на автомобіль:
 а — при русі по косягору; б — при повороті на горизонтальній дорозі;
 в — при повороті на двосхилій дорозі.

Максимальна швидкість (критична), з якою можна рухатися по криволінійній ділянці радіусом R без поперечного ковзання шин,

$$v_k = 11,3\sqrt{R\varphi_x}$$

Так, виконуючи поворот на сухому асфальтобетонному покритті ($\varphi_x = 0,7$) при $R = 50$ м, можна рухатися зі швидкістю близько 66 км/год. Проїжджати той же поворот після дощу ($\varphi_x = 0,3$) без ковзання можна лише при швидкості 40-43 км/год. Тому перед поворотом варто зменшувати швидкість тим більше, чим менше радіус майбутнього повороту.

Формула визначає швидкість, при якій колеса обох мостів автомобіля сковзають у поперечному напрямку одночасно. Таке явище в практиці спостерігається рідко. Набагато частіше починають сковзати шини одного з мостів - переднього або заднього. Поперечне

ковзання переднього моста виникає рідко й до того ж швидко припиняється. У більшості випадків сковзають колеса заднього ведучого моста, які, почавши рухатися в поперечному напрямку, сковзають усе швидше. Таке прискорюване поперечне ковзання називається заносом. Для гасіння заносу, що почався, потрібно повернути кермове колесо убік заносу. Автомобіль при цьому почне рухатися по більш пологій кривій, радіус повороту збільшиться, а відцентрова сила зменшиться. Повертати кермове колесо потрібно плавно й швидко, але не на дуже великий кут, щоб не викликати заносу в протилежну сторону. Як тільки занос припиниться, потрібно також плавно й швидко повернути кермове колесо в нейтральне положення.

Часто занос виникає під час екстреного гальмування, коли зчеплення шин з дорогою вже використано для створення гальмових сил. У цьому випадку варто негайно припинити або послабити гальмування і тим самим підвищити поперечну стійкість автомобіля.

Під дією поперечної сили автомобіль може не тільки сковзати по дорозі, але й перекинутися на бік або на кришу. Можливість перекидання залежить від положення центра ваги автомобіля. Чим вище від поверхні дороги перебуває центр ваги, тим ймовірніше перекидання. Особливо часто перекидаються автобуси, а також вантажні автомобілі, задіяні на перевезенні легковагових, об'ємних вантажів (сіно, солома, ящики з тютюновими або макаронними виробами, контейнери) і рідин. Розміщення вантажу в кузові автомобіля також впливають на безпеку руху. Якщо центр ваги перебуває не на поздовжній осі автомобіля, а зміщений ближче до одного з бортів, то при повороті убік менше навантаженого борта небезпека перекидання збільшується, тому що протидіюча сила перекидання від маси автомобіля прикладена на меншому плечі, чим $B/2$. Погіршення стійкості автомобіля на повороті у випадку неповного заповнення цистерни (рідкий вантаж) показано на рис. 2.3. Подібний зсув центра ваги може відбуватися і під час перевезення розчинів, людей, круглих штучних незакріплених вантажів і т.д. при неповному заповненні кузова.

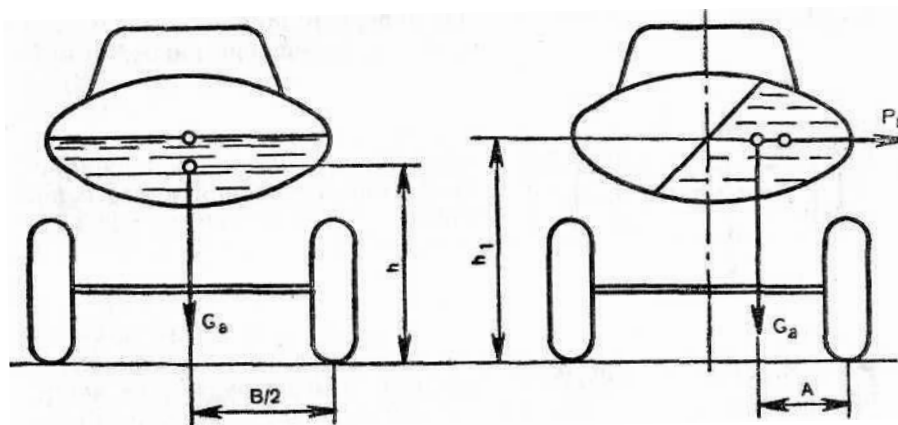


Рис. 2.3. Зміна плеча $B/2$ і висоти центра ваги h автомобіля при неповному заповненні цистерни

При дії поперечної сили ресори і шини правої й лівої сторін неоднаково навантажені, а тому неоднаково прогинаються. У результаті відбувається деякий перекис кузова й погіршується стійкість (рис. 2.4). Погіршення стійкості автомобіля за рахунок роботи його підвіски веде до зниження критичної швидкості в середньому на 10...15% у порівнянні з розрахунковою. Для зменшення ймовірності перекидання автомобіля збільшують його кутову жорсткість стабілізаторами поперечної стійкості. Їх установлюють не тільки на легкових автомобілях, але й на деяких вантажних.

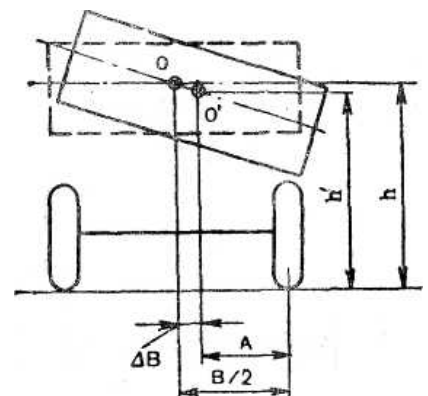


Рис. 2.4. Зменшення плеча $B/2$ при бічному крені кузова за рахунок прогину ресор і деформації шин

Максимальна швидкість, з якою можна проїжджати поворот без перекидання,

$$v_{пер} = 8\eta \sqrt{RB/h_u}$$

де η — коефіцієнт, що враховує поперечний нахил (крен) кузова на підвіску; $\eta \approx 0,9$ для легкових автомобілів й $\eta \approx 0,8$ для вантажних автомобілів і автобусів; B — колія автомобіля, м; h_u — висота центра ваги, м.

Якщо підрахувати швидкості V_k і $V_{пер}$, то майже завжди $V_k < V_{пер}$. Отже, при одній і тій же швидкості поперечне ковзання шин і занос більш ймовірні, чим перекидання. Однак це не зовсім вірно, тому що, визначаючи швидкість ковзання, ми вважали, що відцентровій силі протидіють тільки сили зчеплення, що втримують автомобіль. Але, можливо, що поперечному ковзанню автомобіля завадить яка-небудь перешкода (нерівність дороги, бордюрний камінь тротуару і т.д.). У цьому випадку автомобіль може перекинутися і без ковзання шин.

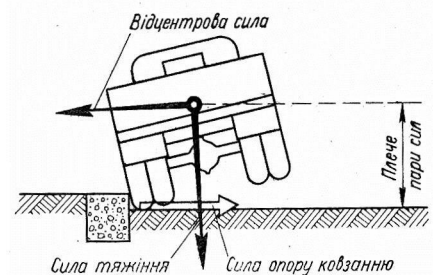


Рис. 2.5. Дія сил на автомобіль при перекиданні після втрати поперечної стійкості.

Особливо небезпечним є поєднання криволінійної ділянки дороги з поперечним уклоном. На мал. 2.2, в показані два автомобілі, що рухаються по криволінійній ділянці: автомобіль **I** - по зовнішньому краю дороги, а автомобіль **II** - по внутрішньому. Розкладемо силу ваги G і відцентрову силу P_u у кожного автомобіля на два напрямки: перпендикулярний до дорожнього полотна (сили P_2 і P_{u2}) і паралельний йому (сили P_1 і P_{u1}). В автомобіля **II** сили P_2 P_{u2} складаються, збільшуючи силу зчеплення шин з дорогою. Сили ж P_1 і P_{u1} діють у протилежних напрямках і частково врівноважують одна одну. В автомобіля **I**, навпроти, сила P_{u2} , діючи в напрямку, протилежному силі P_2 , зменшує силу зчеплення шин з дорогою, а сили P_1 і P_{u1} складаються, збільшуючи можливість порушення стійкості автомобіля. Таким чином, на дорогах із двосхилою проїзною частиною, завжди більш небезпечний лівий поворот автомобіля.

Для створення необхідної безпеки руху на дорогах з малим радіусом повороту влаштовують односхилий поперечний профіль - віраж. На віражі проїзна частина й узбіччя мають поперечний уклон до центру кривої. При наявності віражу незалежно від напрямку руху автомобіля складові сил P_u й G спрямовані так само, як в автомобіля **II**, і забезпечують збереження поперечної стійкості. Поперечний уклон віражу збільшують при зменшенні радіуса кривої.

4. Сили опору руху автомобіля.

У процесі експлуатації автомобіль рухається в різних дорожніх умовах. Якщо це відбувається на рівній ділянці дороги зі сталою швидкістю, то тягова сила дорівнює сумі сил опору руху. А коли водій відкриє більше дросельну заслінку або переключить на нижчу передачу, автомобіль почне рухатись з прискоренням. Це пояснюється тим, що виникла надлишкова сила тяги, яка переборює силу інерції і надає автомобілю прискорення. А може трапитись і так, що під час руху автомобіля на крутий підйом сумарна сила опору перевищує силу тяги. В цьому випадку автомобіль буде рухатись сповільнено і якщо водій своєчасно не ввімкне нижчу передачу, зупиниться.

Отже, щоб забезпечити рух автомобіля в різних дорожніх умовах, необхідно, щоб тягова сила на ведучих колесах дорівнювала силам опору руху або перевищувала їх.

Граничною умовою, яка забезпечує рух автомобіля, є рівновага між силою тяги і силами опору руху. Це співвідношення можна записати рівнянням:

$$P_T = P_k + P_p + P_{пов} + P_{п.}$$

Розподіл тягового зусилля по окремих видах опорів називається рівнянням силового балансу автомобіля. Це рівняння читається так: тягова сила (P_T) на ведучих колесах автомобіля витрачається на подолання зовнішніх сил опору: коченню(P_K), розгону(P_p), повітря($P_{пов}$) і підйому(P_{π}).

Величина сумарних сил опору безперервно змінюється під час руху автомобіля. Так, якщо автомобіль рухається з рівномірною швидкістю на підйом, то сила опору розгону дорівнює нулю і її можна виключити, а коли автомобіль рухається по горизонтальній дорозі з рівномірною швидкістю, дорівнюють нулю сила опору підйому і сила опору розгону. Всі зазначені опори діють на автомобіль тільки під час його руху на підйом із прискоренням.

Підбір величини тягового зусилля залежно від величини сумарних сил опору руху автомобіля здійснюється водієм за допомогою зміни положення дросельної заслінки карбюратора і зміни передаточного числа в коробці передач — переключенням передач.

4.а. Сила опору коченню.

Якщо автомобіль перебуває у нерухомому стані, на нього діє тільки сила тяжіння, а коли він рухається прямолінійно на горизонтальній ділянці дороги (рис. 2.6), на нього діють і інші сили, до яких належать: тягова сила P_T , сила опору коченню P_K , сила опору повітря $P_{пов}$, а під час розгону додатково виникає сила опору розгону P_p , тобто сила інерції.

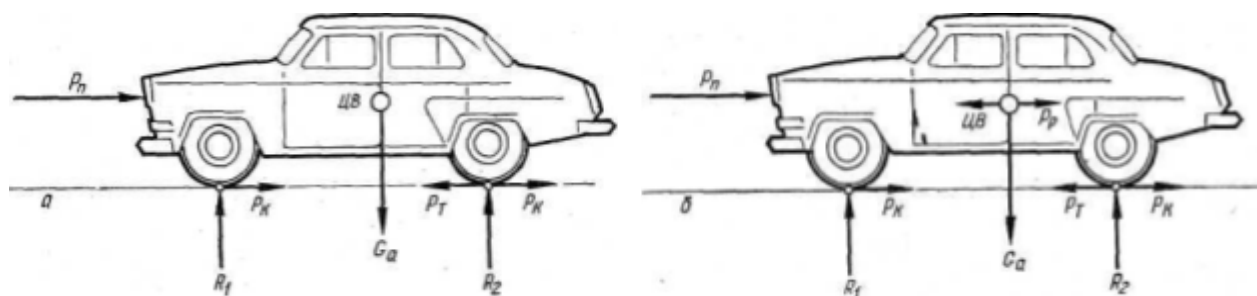


Рис. 2.6. Сили, що діють на автомобіль, який рухається по горизонтальній дорозі:
а — з рівномірною швидкістю; б — при розгоні.

Сила опору коченню виникає внаслідок деформації матеріалу поверхні дороги під дією сили тяжіння, що припадає на колесо автомобіля, а також внаслідок деформації шин і їх тертя об дорогу. Величина опору коченню залежить переважно від ваги автомобіля, при збільшенні якої збільшується і опір дороги.

Великий вплив на величину сили опору коченню мають також тип і стан дороги. Поверхня дороги з твердим покриттям майже не деформується під дією коліс автомобіля, тому опір коченню буде порівняно невеликий, бо він залежить лише від деформації шин. При цьому деформація шин викликає в окремих частинах їх каркасів внутрішнє тертя, внаслідок чого виділяється тепло, яке розсіюється у навколишнє середовище.

Коли автомобіль рухається по бездоріжжю, то одночасно здійснюється деформація шин і ґрунту, внаслідок цього опір коченню буде великий. Значне збільшення опору коченню коліс пояснюється тим, що під час руху автомобіля колеса ущільнюють ґрунт, частина його видавлюється в боки, а частина переміщується спереду коліс. Крім цього, відбувається тертя покриття об край створеної колії. І чим буде глибшою колія, тим більшими будуть тертя і опір коченню.

Під час руху автомобіля навіть по новій асфальтобетонній дорозі зустрічаються окремі нерівності висотою близько 1 см. Ці нерівності створюють додатковий опір руху автомобілю і викликають коливання коліс, кузова і деформацію деталей підвіски. Внаслідок зазначених коливань виникає тертя у шарнірних з'єднаннях і розсіюється енергія як в шинах, так і в деталях підвіски. Ці втрати енергії можуть бути досить значними. Таким чином, сила опору коченню складається із втрат на тертя при деформації в шинах, при деформації поверхні дороги або поверхневого шару ґрунту і в деталях ходової частини автомобіля.

Визначення всіх зазначених сил окремо для різних умов руху автомобіля являє собою складну задачу, тому ці опори враховують загальним коефіцієнтом, який встановлюють при дорожніх випробуваннях автомобіля. Цей коефіцієнт називається коефіцієнтом опору коченню.

Один із методів визначення сили опору коченню полягає в тому, що автомобіль-тягач буксирує автомобіль, який незагальмований, і важіль переключення передач знаходиться в нейтральному положенні. Автомобіль з'єднаний з тягачем тросом, на якому закріплений динамометр. Визначають за динамометром силу, що необхідна для переміщення автомобіля, і якщо відома вага автомобіля, визначають коефіцієнт опору коченню за формулою:

$$f = P_k / G_a$$

де f — коефіцієнт опору коченню;

P_k — сила опору коченню, кг;

G_a — вага автомобіля, кг;

Сила опору коченню діє на автомобіль у напрямку, зворотному дії сили тяги.

4.6. Сила опору розгону.

В процесі експлуатації автомобіль може рухатись з рівномірною швидкістю, з прискоренням і з сповільненням.

Швидкість називається рівномірною, коли за кожний проміжок часу (наприклад, секунду, хвилину) автомобіль проходить однакову відстань,

Автомобіль з рівномірною швидкістю рухається надто мало порівняно із загальним часом роботи на лінії. Наприклад, в умовах інтенсивного міського руху автомобіль рухається з рівномірною швидкістю лише 15—20% часу, 30—40% часу займає рух автомобіля з прискоренням, а решта часу припадає на гальмування і рух накатом.

Чим швидше автомобіль збільшує швидкість руху, тим більше прискорення. Максимальне значення прискорення (в загальному випадку) для легкових автомобілів на першій передачі становить 2,0—2,5 м/сек², а для вантажних автомобілів 1,7—2,0 м/сек². Це означає, що за кожну секунду швидкість руху легкового автомобіля збільшується на 2,0—2,5 м/сек і вантажного автомобіля — на 1,7—2,0 м/сек.

Під час руху автомобіля з прискоренням або сповільненням завжди виникає сила інерції, яка протидіє як розгону, так і гальмуванню автомобіля. Дію сили інерції можна спостерігати при перевезенні на платформі незакріпленого вантажу, який під час різкого розгону автомобіля переміщується назад, а при різкому гальмуванні переміщується вперед до упору в борт платформи. Під час розгону або гальмування пасажир, що стоїть в автобусі, під дією сили інерції переміщується назад або вперед. Якщо автомобіль рушає з місця плавно або плавно робить розгін, а це залежить від уміння водія, то сила інерції майже невідчутна.

Щоб здійснити розгін автомобіля на ведучих колесах, необхідно створити додаткову силу тяги, яка дорівнювала б силі інерції. Сила опору розгону (інерції) не є величиною сталою. Вона залежить від ваги автомобіля, від кількості коліс і їх розмірів, від ваги і розмірів маховика двигуна, інтенсивності розгону і від передаточного відношення тієї передачі, на якій здійснюється розгін. Силу опору розгону визначають за формулою:

$$P_p = \frac{Ga\delta}{9,81} \text{ кг,}$$

де P_p — сила опору розгону, кг;

G — вага автомобіля, кг;

a — прискорення руху автомобіля, м/сек²;

9,81 — прискорення сили тяжіння, м/сек²;

δ — коефіцієнт врахування інерції обертальних мас.

Цей коефіцієнт приблизно можна визначити за таким рівнянням:

$$\delta = 1,04 + 0,04i_k^2,$$

де i_k — передаточне число коробки передач під час розгону.

Силу опору розгону P_p вважають прикладеною в центрі ваги автомобіля (рис. 2.6). Під час прискореного руху вона спрямована назад, а під час сповільненого — вперед.

4.в. Сила опору повітря.

Потужність двигуна автомобіля витрачається ще й на подолання опору повітря.

Сила опору повітря $P_{пов}$ утворюється в результаті:

- ❖ лобового опору, що з'являється через різницю тисків попереду й позаду автомобіля, що рухається (55- 60 % усього опору повітря);
- ❖ опору, створюваного виступаючими частинами - крилами, підніжками, дзеркалами (12-18 %);
- ❖ опору, що виникає при проходженні повітря через радіатор і підкапотний простір (10-15 %);
- ❖ тертя повітря об зовнішні поверхні автомобіля (8 -10%).

Величина сили опору повітря залежить від обтічності автомобіля, поперечних його розмірів, швидкості руху і визначається за формулою:

$$P_{пов} = \frac{KFv^2}{13} \quad \text{кЗ},$$

де $P_{пов}$ — сила опору-повітря, кЗ;

K — коефіцієнт опору повітря (коефіцієнт обтічності), $\text{кг}\cdot\text{сек}^2/\text{м}^4$. Він залежить від форми і якості поверхні автомобіля;

F — лобова площа автомобіля, м^2 ;

v — швидкість руху автомобіля, км/год .

При збільшенні швидкості руху сила опору повітря збільшується у квадратній залежності. Так, якщо швидкість автомобіля збільшиться вдвічі, то сила $P_{пов}$ зросте в 4 рази. Для зниження сили опору повітря швидкохідних легкових автомобілів їхньому кузову надають плавні обриси, що сприяють гарній обтічності.

Наявність причепа збільшує силу опору повітря внаслідок значного завихрення повітряних потоків між тягачем і причепом, а також збільшення поверхні тертя. Кожен із причепів збільшує опір повітря на $\frac{1}{4}$ порівняно з одиночним автомобілем.

4.г. Сила опору підйому.

У процесі експлуатації автомобілю доводиться рухатися не тільки по рівній дорозі, а зустрічати й долати підйоми та спуски. Крутість підйому характеризується величиною поздовжнього уклону дороги і визначається за формулою (рис. 2.7):

$$i = \frac{H}{S} 100$$

де i — поздовжній уклон дороги, %;

H — висота підйому, м ;

S — довжина ділянки дороги, м.

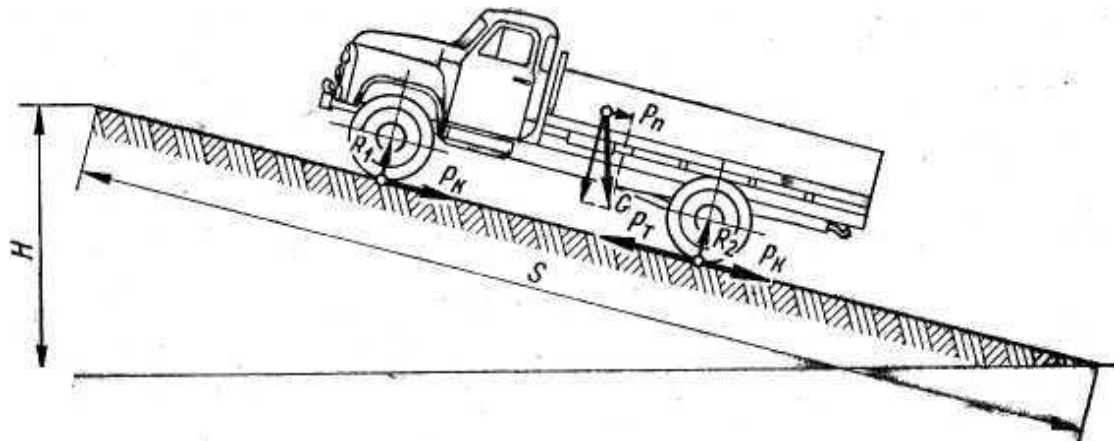


Рис. 2.7. Схема дії сил на автомобіль під час руху на підйом.

При русі на підйом автомобіль завжди витрачає більше зусилля, ніж на горизонтальній дорозі. Це пояснюється тим, що вага автомобіля (сила тяжіння) розкладається на дві складові: на силу, перпендикулярну дорозі, яка притискує колеса до дороги, і силу, паралельну дорозі. Силу, що діє паралельно дорозі, називають силою опору підйому і позначають P_n . Цю силу умовно вважають прикладеною в центрі ваги автомобіля. При русі автомобіля під уклон вона діє у протилежний бік, тобто в бік тягового зусилля, внаслідок чого збільшується швидкість руху автомобіля.

Величина сили опору підйому залежить від ваги автомобіля, крутості підйому і при збільшенні їх збільшується, її визначають за формулою:

$$P_n = G i \quad \text{кз},$$

де G — вага автомобіля, кз.

Автомобіль може рухатись на підйом лише тоді, коли тягова сила буде не менше суми двох сил: сили опору коченню і сили опору підйому. Цю загальну силу, яка залежить від профілю і якості дороги, називають силою опору дороги і позначають P_d :

$$P_d = Gf + Gi = G(f+i) \quad \text{кз}.$$

Щоб оцінити сумарний вплив величин коефіцієнта опору коченню, і поздовжнього уклону дороги на величину сили опору дороги, розглянемо такий приклад.

Автомобіль рухається по дорозі з асфальтобетонним покриттям, для якого коефіцієнт опору коченню дорівнює 0,016 і поздовжній уклон 0,04. В цьому випадку сила опору дороги становить:

$$P_d = G(f+i) = G(0,016+0,04) = 0,056 G \quad \text{кз}.$$

Отже, одержана сила опору дороги дорівнює 5,6% ваги автомобіля. Якщо автомобіль з такою самою вагою і таким же уклоном буде рухатись по сухому піску, де коефіцієнт опору коченню дорівнює 0,3, то величина сили опору дороги значно збільшиться і дорівнюватиме:

$$P_d = G(0,3+0,04) = 0,34 G \quad \text{кз}, \text{ або } 34\% \text{ від загальної ваги автомобіля.}$$

З наведеного прикладу видно, що опір руху автомобіля по бездоріжжю дуже великий і для його подолання витрачається майже вся потужність двигуна.