

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

Для студентів спеціальності
5.05070205
«Обслуговування та ремонт
Електроустаткування автомобілів
і тракторів»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання практичної роботи № 2 з навчальної дисципліни
“Будова та експлуатація автомобілів і тракторів”

Методичні вказівки для виконання Практичної роботи № 2 з дисципліни “Будова та експлуатація автомобілів і тракторів” для студентів за напрямом підготовки 050702 «Електромеханіка», спеціальності 5.05070205 «Обслуговування та ремонт електроустаткування автомобілів і тракторів»

Розробник: Гусєв Михайло Вікторович, завідуючий лабораторією електроустаткування автомобілів та тракторів, викладач вищої категорії.

Робоча програма затверджена на засіданні циклової комісії зі спеціальності 5.05070205 “Обслуговування та ремонт електроустаткування автомобілів і тракторів”

Протокол від _____ 2017р. № _____

Голова циклової комісії _____ Р.В. Багач

Схвалено методичною радою Харківського державного політехнічного коледжу

Протокол від _____ 2017р. № _____

Голова методичної ради _____ В.О. Величко

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ПРОХІДНОСТІ, СТІЙКОСТІ ТА КЕРОВАНOSTІ АВТОМОБІЛЯ

1. Мета роботи: Вивчення та набуття навичок розрахунку у визначенні прохідності, стійкості і керованості автомобіля заданої марки.

2. Матеріальне забезпечення:

2.1. Плакати із пристрою й роботи легкових і вантажних автомобілів.

2.3. Плакати з влаштування систем управління автомобілів і тракторів.

2.3. Наочні посібники (автомобіль марки ВАЗ-2109, ГАЗ-66).

3. Теоретична частина

Прохідність автомобіля.

Під прохідністю автомобіля розуміється його здатність безупинно і по можливості швидко рухатися по поганих дорогах і в умовах бездоріжжя, а також долати різні дорожні перешкоди.

Прохідність автомобіля є одним з основних експлуатаційно-технічних якостей, що визначають його середню швидкість руху по поганих дорогах і бездоріжжю

Прохідність в основному визначається тяговими і опорно-зчіпних, а також геометричними параметрами автомобіля.

Крім того, на прохідність автомобіля впливають його маневреність, стійкість, якість підвіски і плавність ходу. Поліпшення прохідності автомобілів має велике народногосподарське значення.

Питомий тиск коліс на дорогу є основним вимірником прохідності автомобіля по дорогах з м'яким покриттям. Величина питомого тиску коліс на дорогу визначається за формулою

$$p_{\text{уд}} = \frac{G_{\text{к}}}{F_{\text{к}}} \text{ кг/см}^2,$$

де $G_{\text{к}}$ - сила тяжіння, що діє на колесо автомобіля, в кг;

F_k -площа контакту коліс з дорогою в см^2 .

Площу F_k знаходять, підкладаючи папір під колеса автомобіля, на якій залишається відбиток від попередньо зафарбованою шини. Опорну поверхню шин зазвичай прийнято визначати на рівній горизонтальній площадці з твердим покриттям при повному навантаженні автомобіля.

Величина максимальної тягової сили буде тим більше, чим більше площа зіткнення колеса з дорогою, тобто тим більше, чим менше питомий тиск колеса на ґрунт. Зменшення питомої тиску коліс на дорогу досягається зниженням внутрішнього тиску в шинах, збільшенням профілю і діаметра шин, збільшенням числа осей і коліс автомобіля, застосування марочних шин, Пневмокатки, шин-гігантів і т. П.

При русі колеса по твердій і слизькій дорозі сила зчеплення збільшується при зростанні питомої тиску. Це пояснюється тим, що при великих питомих тисках елементи шини краще зчіплюються з дорогою, а на мокрих дорогах краще видавлюється волога з площі контакту.

При русі автомобіля по м'якому вологому ґрунті можливо буксування ведучих коліс внаслідок їх ковзання або зрізання ґрунту ґрунтозацепами шин. Зменшення питомої тиску в цьому випадку може погіршити прохідність, так як при меншому питомому тиску провідне колесо гірше видавлює вологу в контакт шини з дорогою і раніше починає буксувати.

Таким чином, для підвищення прохідності автомобіля по слизьким і твердим дорогах і по дорогах з м'яким вологим ґрунтом питомий тиск шин на дорогу слід підвищувати, а при русі по м'якому ґрунту зменшувати.

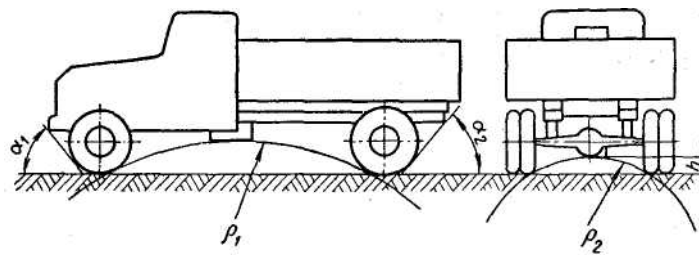
Незалежна і балансірна підвіски сприяють поліпшенню прохідності завдяки кращій пристосованості коліс до нерівностей дороги.

Для визначення прохідності автомобілів можуть бути використані наступні параметри, що визначають можливість руху по вибоїнах, горбах і іншим нерівностях шляху, не зачіпаючи їх.

Просвіт-відстань h між нижчими точками автомобіля і площиною дороги (мал. 1).

Збільшення просвітів, що визначаються конструкцією вузлів автомобіля і діаметром коліс, покращує прохідність автомобіля, але знижує його стійкість.

Радіуси поздовжньої і поперечної прохідності визначають кривизну кіл, дотичних до передніх і задніх або до правих і лівих коліс і до нижчих точках в середній частині автомобіля. Малі величини радіусів поздовжньої і поперечної прохідності відповідають кращій прохідності автомобіля.



Малюнок 1. Геометричні параметри прохідності автомобіля

Передній і задній кути прохідності, що складаються опорною поверхнею і площинами, дотичними до коліс і виступаючим спереду і ззаду точкам автомобіля, характеризують прохідність автомобіля по нерівних дорогах в моменти в'їзду на, перешкода або з'їзду з нього.

Радіуси повороту або радіуси горизонтальної прохідності є параметрами, що визначають ширину дороги на повороті і максимальну її кривизну, що допускають рух автомобіля.

Габаритні розміри, автомобіля визначають мінімальний простір, необхідне для руху автомобіля.

Висота центра ваги автомобіля впливає на перерозподіл нормальних реакцій по колесах при розгонах і гальмуванні, а також при нахилах автомобіля, що відбивається на зчипному вазі, отже, і на максимальній тяговій силі.

Стійкість автомобіля.

Під стійкістю автомобіля розуміється його здатність рухатися в різноманітних умовах без перекидання і без бокового ковзання коліс всіх осей автомобіля або однієї з них.

Розглянемо випадок прискореного прямолінійного руху автомобіля на підйом; в цьому випадку можлива втрата автомобілем поздовжньої стійкості і перекидання його навколо задньої осі (мал. 2).

Якщо знехтувати силами опору повітря і опору коченню і врахувати, що в момент перекидання вертикальні реакції передніх коліс дорівнюватимуть нулю, то умова перекидання автомобіля щодо осі, що проходить через точки опори задніх коліс, буде мати вигляд

$$G_a \sin \alpha_d h_d > G_a \cos \alpha_d b.$$

Вирішуючи це вираз щодо висоти центру ваги, маємо

$$\operatorname{tg} \alpha_d = \frac{b}{h_d}.$$

З цього співвідношення кут підйому, при якому можливе перекидання автомобіля, визначається нерівністю

$$h_d = \frac{b}{\operatorname{tg} \alpha_d}.$$

Вважаючи, що максимальне значення кута підйому для сучасних автомобілів не перевищує 45° ($\operatorname{tg} d = 1$), приходимо до легко запам'ятовується співвідношенню $h_d > b$. Отже, щоб уникнути поздовжнього перекидання висота центру ваги не може перевищувати відстані від центра ваги автомобіля до задньої осі.

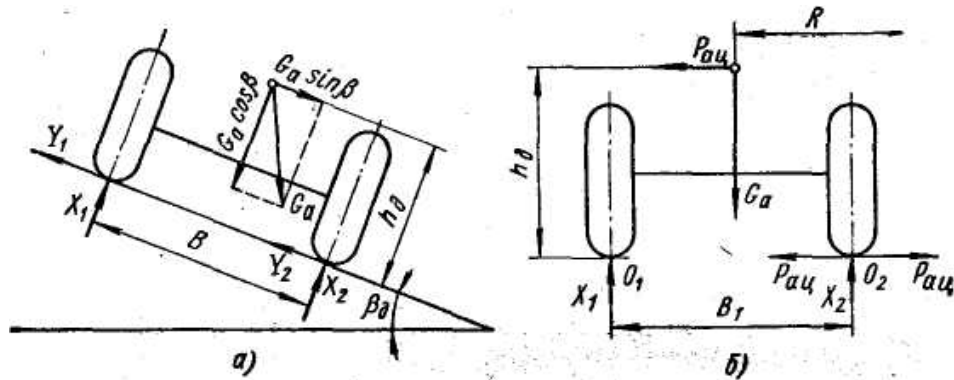
Наведені вище висловлювання не враховують можливості буксування ведучих коліс автомобіля. Практично до початку перекидання колеса починають буксувати, і автомобіль сповзає назад внаслідок недостатнього зчеплення коліс з дорогою. Отже, максимальний підйом буде обмежуватися буксуванням ведучих коліс і перекидання бути не може, т. Е. В цьому випадку можна написати.

$$\varphi < \frac{b}{h_d}.$$

Якщо коефіцієнт зчеплення більше відносини $\frac{b}{h_d}$ то максимальний підйом буде обмежуватися перекиданням.

Перекидання сучасних автомобілів навколо передньої вісі майже повністю виключається, так як, відстань b завжди більше a , т. Е. Центр ваги розташований ближче до передньої осі, а відстань h_d порівняно мало.

Більш вірогідним в процесі руху автомобіля є випадок втрати поперечної стійкості внаслідок дії бічних сил, які виникають при русі автомобіля по дорозі з поперечним ухилом і на повороті.



Малюнок 2. Схема при русі:

а - по дорозі з поперечним ухилом; б - на повороті

Перекидання в сторону при русі автомобіля по дорозі з поперечним ухилом настає в той момент, коли реакції на його лівих або правих колеса стають рівними нулю.

Розглянемо рух автомобіля по дорозі з поперечним ухилом (рис 2, а). З умови рівноваги автомобіля щодо осі, що проходить через точки опори правих коліс, отримаємо

$$X_1 B_1 + G_a h_d \sin \beta_d - G_a \frac{B_1}{2} \cos \beta_d = 0.$$

Для моменту перекидання $X_1 = 0$; тоді

$$G_a h_d \sin \beta_d = G_a \frac{B_1}{2} \cos \beta_d$$

или

$$\operatorname{tg} \beta_d = \frac{B_1}{2h_d}.$$

Отже, чим більше B_1 і менше h_d , тим стійкіше автомобіль.

величина $\frac{B_1}{2h_d}$ т.е. відношення половини колії автомобіля до висоти

розташування центру тяжіння називається коефіцієнтом поперечної стійкості автомобіля.

Під дією бічної сили до перекидання може початися ковзання всього автомобіля в поперечному напрямку. При цьому сила $G_a \sin \beta_\phi$ прагне викликати ковзання автомобіля, а протидіє їй сила зчеплення коліс з дорогою $G_a \cos \beta_\phi \varphi$.

Умова початку ковзання убік визначається виразом

$$G \sin \beta_\phi \geq G_a \cos \beta_\phi \varphi$$

або $\operatorname{tg} \beta_\phi \geq \varphi$.

Отже, ковзання раніше перекидання під час руху на поперечному ухилі настає при умові $\frac{B_1}{2h_\phi} > \varphi$ и, наоборот, при $\frac{B_1}{2h_\phi} < \varphi$ раніше настане перекидання.

Перекидання без попереднього бічного ковзання у сучасних автомобілів з широкою колією і низьким розташуванням центру тяжіння буває надзвичайно рідко.

При русі автомобіля на повороті радіуса R виникає відцентрова сила, яка прагне зрушити його в напрямку від центру повороту (мал. 2 б). При цьому автомобіль може перекинутися або станеться його ковзання убік (занос).

Відцентрова сила при русі автомобіля по кривій з радіусом R при $v_a = \text{const}$

$$P_{a\phi} = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R}.$$

Прикладаючи в точці O_2 дві сили $P_{a\phi}$, протилежно спрямовані і діють в площині дороги, отримаємо пару сил з моментом $P_{a\phi} h_\phi$, який прагне перекинути автомобіль навколо точки O_1 , и силу $P_{a\phi}$, яка прагне зрушити колеса автомобіля убік.

Перекидання автомобіля протидіє момент сили тяжіння відносно точки O_1 , т. е. $G_a \frac{B_1}{2}$, а его заносу — зчеплення коліс з дорогою, т. е. їх сила тертя φG_a .

Для з'ясування того, що раніше відбудеться - перекидання або занос, необхідно визначити швидкості для кожного випадку.

Граничну швидкість автомобіля по перекиданню знаходимо з умови

$$P_{a\phi} h_\phi = G_a \frac{B_1}{2}$$

підставляючи значення P_{ay} маємо

$$\frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R} h_d = G_a \frac{B_1}{2},$$

откуда

$$v'_a = \sqrt{\frac{B_1 g R}{2 h_d}}.$$

Отже, допустима швидкість на повороті буде тим вище, чим більше колія автомобіля B_1 і радіус повороту R і чим нижче центр ваги h_d .

Граничну швидкість автомобіля по початку заносу визначають з умови $P_{ay} = \varphi G_a$.

Подставляя значение P_{ay} , маємо

$$\frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R} = \varphi G_a,$$

откуда

$$v''_a = \sqrt{\varphi g R}.$$

Для порівняння швидкостей v'_a і v''_a візьмемо їх співвідношення

$$\frac{v'_a}{v''_a} = \sqrt{\frac{B_1 g R}{2 h_d \varphi g R}} = \sqrt{\frac{B_1}{2 \varphi h_d}}.$$

Так як $B_1 > h_d$ і $\varphi < 1$, то $v'_a > v''_a$, і занос автомобіля настане раніше перекидання.

Велике значення для поліпшення стійкості автомобіля при русі по обмерзлих дорогах і підвищення безпеки руху має застосування шин з шипами проти ковзання.

Приклад виконання завдання.

Завдання.

Автомобіль ВАЗ 2106 з повною масою рухався на повороті радіусом 30м з кутом поперечного похилу віражу 80%. Визначити, з якою максимально допустимою швидкістю можна рухатися на даній ділянці дороги з сухим асфальто-бетонним покриттям без втрати стійкості 1 без занесення, 2 без перекидання.

Визначаємо допустиму критичну швидкість, при якій настає занос за формулою:

$$V_{кр(з)} = 3,6 \sqrt{\frac{\varphi_{\delta} \pm i}{1 \pm \varphi_{\delta} \cdot i}} g R_{км} / ч \quad (10),$$

де φ_{δ} - коефіцієнт зчеплення шин з дорогою при бічному ковзанні рівний $0,8 \div 0,9$; i - поперечний ухил дороги.

Знак "+" в чисельнику і "-" в знаменнику беруться з позитивним ухилом дороги (нахил до центру повороту);

g - прискорення вільного падіння $9,8 \text{ м/с}^2$;

R - радіус поворота автомобіля, м;

При $i=0$:

$$V_{кр(з)} = 3,6 \sqrt{g R \varphi_{\delta}} \text{ км / ч} \quad (11)$$

$$1) V_{кр(з)} = 3,6 \sqrt{\frac{0,8 \cdot 0,7 + 0,08}{1 - 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,08}} 9,8 \cdot 30 = 50,5 \text{ км / ч} ;$$

2) швидкість, при якій настане перекидання

$$V_{кр(0)} = 3,6 \eta_{\kappa} \sqrt{\frac{B \pm 2h_{\delta} i}{2h_{\delta} \pm i}} R g, \text{ км / ч} ,$$

де B - ширина колії автомобіля, м;

h_{δ} - висота розташування центру ваги, м;

При $i=0$:

$$V_{кр(0)} = 3,6 \eta_{\kappa} \sqrt{\frac{B \cdot g \cdot R}{2h_{\delta}}}, \text{ км / ч}$$

де $\eta_{\kappa} = 0,8-0,9$ - коефіцієнт поперечного крену підресорних коліс автомобіля

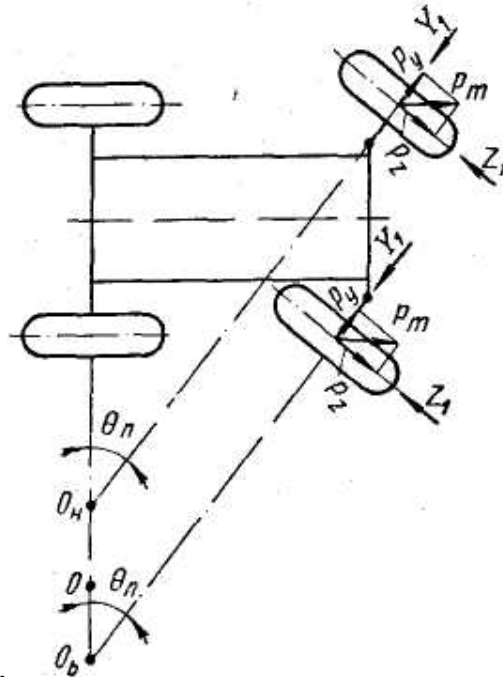
$$V_{кр(0)} = 3,6 \cdot 0,8 \sqrt{\frac{1,36 + 2 \cdot 0,58 \cdot 0,08}{2 \cdot 0,58 - 1,36 \cdot 0,08}} 30 \cdot 9,8 = 58,1 \text{ км / ч}$$

Керованість автомобіля

Під керованістю автомобіля розуміється сукупність властивостей, що забезпечують йому збереження руху в заданому водієм напрямку. Хороша керованість підвищує швидкість і безпеку руху.

На керованість автомобіля дуже впливають конструктивні параметри і особливості автомобіля, а також його технічний стан

На малюнку 1 показана схема руху автомобіля на повороті, причому передні керовані колеса повернені на кут θ_n від нейтрального положення. Штовхаючу силу P_m , прикладену до осі кожного з передніх ведених коліс, можна розкласти на складові $P_z = P_m \cos \theta_n$ і $P_y = P_m \sin \theta_n$, спрямовані до площини повернутого колеса і перпендикулярно їй.



Малюнок 3. Кінематика повороту автомобіля з однаковими кутами повороту керованих коліс

Кожна з цих сил прагне викликати переміщення коліс в напрямку своєї дії. Для цього силі P_z при рівномірному русі по горизонтальній поверхні та без урахування супротиву повітря треба подолати опір Z_1 качінню колеса в площині його обертання, а силі P_y — тертя при боковому скочування колеса, т. е. силу його зчеплення з дорогою P_ϕ .

Таким чином, колесо буде катитися в площині свого обертання, якщо

$$P_z = P_m \cos \theta_n \geq Z_1$$

і не почне скочувати у бік пока

$$P_y = P_m \sin \theta_n \leq P_\phi.$$

Замінив силу P_m в останньому рівнянні її значенням з виразу

$$P_z = P_m \cos \theta_n \geq Z_1$$

отримаємо таку умову збереження керованості автомобіля на повороті, т. е. умова руху в напрямку, відповідному положенню його керованих коліс:

$$P_z \operatorname{tg} \theta_n \leq P_\varphi.$$

Так как $Z_1 = X_1 f$ и $P_y = X_1 \varphi$, это условие примет вид

$$f \operatorname{tg} \theta_n \leq \varphi.$$

Максимальні кути повороту керованих коліс автомобіля не перевищують $35\text{—}45^\circ$, і відповідно, $\operatorname{tg} \theta \leq 1$. Коефіцієнт зчеплення на твердій сухій дорозі у багато разів перевищує коефіцієнт опору кочінню навіть з урахуванням його збільшення внаслідок деформації шин при криволінійному русі. Тому збереження керованості в зазначених дорожніх умовах забезпечується з достатнім запасом.

Бічні реакції Y_l що виникають при повороті керованих коліс з нейтрального положення, відхиляють автомобіль від прямолінійного руху в потрібному напрямку. Однак на м'яких і слизьких поверхнях відмінність між коефіцієнтами φ и f значно зменшується, внаслідок чого керованість може погіршитися. Це ж відбувається і при гальмуванні автомобіля, коли дотичні реакції зростають.

Якщо керовані колеса повернені на однаковий кут θ_n то миттєвий центр поворота O знаходиться на продовженні їх осей, і вектори швидкостей зовнішнього і внутрішнього керованих коліс не збігаються з площинами їх обертання. Тоді ці колеса, якщо вони жорсткі в бічному напрямку, на повороті котяться з бічним ковзанням що порушує керованість автомобіля, а також збільшує опір руху і знос шин. Щоб уникнути цього, внутрішнє колесо необхідно повертати на більший кут, ніж зовнішнє, з тим, щоб миттєвий центр обертання автомобіля знаходився на продовженні осей всіх коліс.

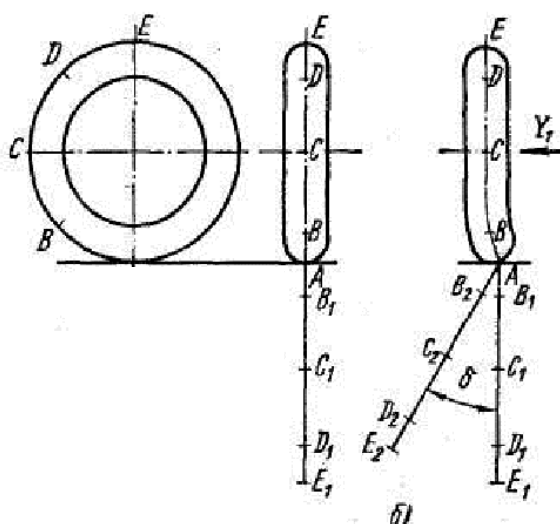
Зовсім інакше під дією бічної сили рухається колесо з еластичною шиною. Внаслідок того, що пневматична шина має значну еластичність в бічному

напрямку, під дією бічної сили відбувається її бічна деформація, і колесо автомобіля котиться під деяким кутом до своєї середньої площини.

Уявімо колесо з еластичною шиною, що спирається на жорстку площину. Нанесемо на поверхні колеса в площині його симетрії точки $ABCDE$ (мал. 166а). Если колесо будет катиться в его плоскости, то точка B соприкоснется с опорной плоскостью в точке B_1 точка C — в точке C_1 и т.д. Траектория колеса визначиться лінією AE_1 проходящей через указанные точки.

Якщо до нерухомого колеса докласти бічну силу Y_1 то шина деформується і нанесенні на її поверхні крапки вже не будуть лежати в одній площині (мал. 4, б). При качінні колеса крапка B прийде в соприкосновение с опорною площиною в крапці B_2 , крапка C — в крапці C_2 і т. п. Траектория колеса визначеться лінією AE_2 .

Кут δ між AE_1 и AE_2 характеризує зміну напрямку руху еластичного колеса під дією бічної сили. Цей кут називається кутом відведення. Величина цього кута тим більше, чим більше величина бічної сили і чим більше бічна еластичність шини.



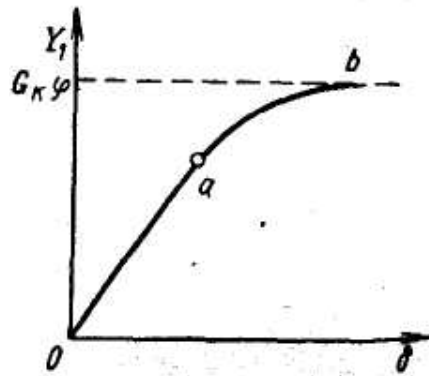
Малюнок 4. Схема кочення колеса з відведенням:

а - не навантаженого бічними силами,

б - навантаженого бічними силами.

Малюнок 4. Схема качіння колеса з відведенням: а - не навантаженого бічними силами, б - навантаженого бічними силами автомобіля

Залежність між бічною силою і кутом відведення шин ілюструється кривою на малюнку 5. У міру збільшення бічної сили Y_l угол бокового увода спочатку росте майже пропорційно їй (участок ab), а потім більш інтенсивно (участок ab), супроводжуючись частичним проскальзанням шини.



Малюнок 5. Залежність між бічною силою і кутом відведення шини

При значенні $Y_l = G_k \phi$ відведення переходить в повне ковзання і пружне колесо почне переміщатися убік так само, як і жорстке колесо. Поки зберігається пропорційність між кутом бічного відведення δ і викликає його бічною силою Y_l існує залежність

$$Y_l = k_{yв} \delta,$$

де $k_{yв}$ — коефіцієнт опору бічному відведенню шини.

Коефіцієнт опору бічному відведенню може змінюватися в широких межах в залежності від конструкції шини. Для легкових автомобілів чисельне значення коефіцієнта $k_{yв}$ менше, ніж для грузових автомобілів чим менше $k_{yв}$, тим раніше почнеться скользя шини ВООК.

Бічне відведення шин дуже впливає на керуваність автомобіля. Так, при дії бічної сили на автомобіль, що рухається на повороті, бічна деформація шин викликає явище бічного відведення всього

З точки зору керуваності автомобілі можуть бути поділені на автомобілі із зайвою і недостатньою поворачиваемостью.

У автомобілів із зайвою поворачиваемостью кут відведення шин задньої осі більше кута відведення шин передньої осі і тому на повороті ці автомобілі прагнуть здійснювати рух по колу меншого радіуса. Зменшення радіуса

повороту викликає збільшення відцентрової сили, що, в свою чергу, призводить до зростання відведення

Якщо автомобіль із зайвою поворачиваемостью при русі по прямій досяг критичної швидкості то навіть досить невеликою бічною силою, щоб порушити прямолінійність руху.

У автомобілів з недостатньою поворачиваемостью кут відведення передніх шин більше кута відведення задніх шин у зв'язку з чим вони прагнуть рухатися на повороті по колу більшого радіусу, ніж окружність, відповідна положенню керованих коліс. При русі по прямій автомобілі з недостатньою поворачиваемостью під впливом бічної сили прагнуть повернутися в бік її дії, і виникає при цьому відцентрова сила сприяє відновленню прямолінійного руху автомобіля.

4.Послідовність виконання роботи.

За заданою маркою автомобіля провести відповідний аналіз параметрів які характеризують прохідність, стійкість і керованість автомобіля.

Розрахувати питомий тиск коліс на дорогу заданого автомобіля, показати його геометричні параметри прохідності.

Розрахувати за яких умов можливе перекидання автомобіля щодо осі проходить через точки опори задніх коліс, а також внаслідок дії бічних сил, які виникають при русі автомобіля по дорозі з поперечним ухилом і на повороті.

Показати кинематику повороту заданого автомобіля, відзначити максимальні кути його повороту. Пояснити, як впливає коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою і коефіцієнт опору коченню на керованість автомобіля.

Контрольні питання:

1. Пояснити основні заходи які проводять для підвищення прохідності автомобіля.
2. Показати на схемі геометричні параметри прохідності автомобіля.
3. Який максимальний підйом здатний подолати заданий автомобіль.
4. Що називається коефіцієнтом поперечної стійкості автомобіля.
5. Пояснити чому виникає занос автомобіля.
6. Показати кинематику сил які прагнуть викликати переміщення коліс від заданого напрямку.
7. Як впливає якість підвіски на прохідність автомобіля.
8. Що називається кутом відведення

Література

1. В.І. Миколаїв, В.Л. Роговцев. Навчальний посібник для технікумів "Конструкція, основи теорії і розрахунку автомобіля". М: Мш., 1986 - 408с
2. Короткий автомобільний довідник .- НИИАТ., М: Транспорт, 1984 - 220с.
3. Кисликов В.Ф., Луцик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. К .: Либідь, 1999 - 400с.
4. Родічев В.А., Родічева Г.І. Трактори і автомобілі. - М .: Колос, 2000.- 336с.