

Назва роботи :«Розробка методів діагностування підвіски і ходової частини
автомобілів в умовах станції технічного обслуговування»

Шифр -«Нью погоди»

АНОТАЦІЯ

В роботі «Розробка методів діагностування підвіски і ходової частини автомобілів в умовах станції технічного обслуговування» під шифром «Нью погоди» розглянуто питання розробки засобів та методів діагностування систем автомобілів в умовах станцій технічного обслуговування

Розглянуто ходову частину автомобіля її елементи та діагностику несправностей. Основну увагу приділено видам підвісок легкових автомобілів, як елемента ходової частини, розглянуто вплив конструкції підвісок на експлуатаційні властивості транспортних засобів, висвітлено основні параметри кутів встановлення керованих та некерованих коліс автомобіля та їх вплив на експлуатаційні властивості. Побудовано математичну модель, що виражає залежність поперечного та поздовжнього кута нахилу осі повороту коліс від кута повороту керованих коліс. Перевірено адекватність даної моделі за допомогою стендів діагности SDL 260 та FWA 4410 фірми BOSCH. Проведено аналіз методів діагностики ходової частини легкових автомобілів за допомогою сучасних стендів фірм HUNTER, Фрімен, CAR TEST та інші, а також експрес лінія для діагностики ходової частини легкових автомобілів фірми BOSCH.

Ключові слова: КЕРОВАНІ КОЛЕСА, КУТИ ВСТАНОВЛЕННЯ КОЛІС, ДІАГНОСТИКА, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, НАДІЙНІСТЬ, ДІАГНОСТИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ,

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 СТАБІЛІЗАЦІЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС. КУТИ ВСТАНОВЛЕННЯ КОЛІС КОЛИВАННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС.....	5
2 ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ КОЛІС.....	14
3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ.....	21
ВИСНОВОК.....	28
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29
ДОДАТОК.....	30

ВСТУП

Сучасні автомобілі є досить складними та дорогими механізмами, і темпи їх удосконалення і досі зростають. Значно зросла як кількість автомобілів так і їх різноманітність, зросла швидкість руху, комфорт, а також складність вузлів та деталей автомобіля. Разом з тим зростає складність та вартість обслуговування і ремонту.

Технічний стан ходової частини має важливе значення для забезпечення повного використання зчеплення коліс з дорогою, статичної та динамічної керованості, стійкості та паливної економічності транспортних засобів. Надійну інформацію про технічний стан цих систем та параметрів для оцінки технічного стану цих систем дає сучасна діагностика.

Технічна діагностика дає можливість зменшити обсяг ремонтних робіт та прогнозувати працездатність вузлів та колісних транспортних засобів в цілому без їхнього розбирання.

Значну допомогу в оснащенні станцій технічного обслуговування на ринку України пропонує компанія Robert Bosch GmbH.

Фірма пропонує сімейство стендів FWA-44xx - це універсальне устаткування для автосервісів, яке надає можливість комплексного аналізу геометрії ходової частини більшості сучасних автомобілів. Діагностику ходової частини, робочої і стоянкової гальмівних систем фірмою BOSCH рекомендовано виконувати на лінії інструментального контролю SDL-260.

1 СТАБІЛІЗАЦІЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС. КУТИ ВСТАНОВЛЕННЯ КОЛІС. КОЛИВАННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС

Перед розгляданням основних параметрів геометрії ходової частини слід розглянути деякі загальні терміни, які будуть використовуватися надалі. Для цього розглянемо підвіску типу «Мак-Ферсон». Тут можна виділити наступні елементи:

Вісь повороту колеса - це пряма, навколо якої повертається кероване колесо, яке зв'язане з іншими деталями (поворотний кулак, стійка), коли водій повертає рульове колесо.

Для того, щоб при повороті будь-якого радіуса обидва колеса рухалися по концентричних колах, центр яких розміщений на продовженні задньої осі автомобіля, внутрішнє до центру повороту колесо має бути відхилене від прямолінійного положення на більший кут, ніж зовнішнє. Це забезпечується за рахунок роботи рульової трапеції, тобто, шарніри рульових тяг та осі повороту коліс розміщені у вершинах трапеції; контрольним параметром тут є різниця кутів повороту передніх коліс. Як правило, ця різниця задається при повороті одного з коліс на кут 20° [1].

Кути перекоосу, або зсуву осей коліс (рис. 1) - це кут, який утворюється між поздовжньою віссю симетрії автомобіля та лінією, яка з'єднує центри передньої та задньої осей. Справний автомобіль повинен мати паралельні одна одній осі передньої та задньої підвісок і симетричні відносно поздовжньої осі автомобіля площини обертання коліс. Будь-які відхилення від загальної осі симетрії є несправностями, тому вони повинні бути виявлені та усунені.

Зсув осей (рис. 1) - це різниця між серединами площин обертання правого переднього та правого заднього коліс або переднього та заднього лівих коліс.

Кут відхилення заднього колеса - це кут між площиною обертання заднього колеса та площиною, яка проходить через середину колеса і паралельна поздовжній осі симетрії автомобіля.

Різниця бази коліс - це різниця відстані між центрами осей та відстані між центрами правих або лівих коліс автомобіля (рис. 1).

Перекіс задньої осі - це кут між лінією, паралельною передній осі автомобіля, проведеної через середину задньої осі, та віссю задньої осі (рис. 1).

При русі автомобіля на керовані колеса завжди діють сили, які прагнуть відхилити їх від заданого положення. Внаслідок наявності зазорів і пружності деталей колеса відхиляються навіть при фіксованому положенні рульового механізму. Це може бути однією з причин нестійкого руху автомобіля. Стійкість руху автомобіля забезпечується стабілізацією керованих коліс, тобто здатністю керованих коліс повертатися у нейтральне положення (положення, відповідне прямолінійному руху автомобіля) бездопомоги водія. Стабілізація керованих коліс досягається за рахунок встановлення осі повороту колеса з нахилом у поперечній та поздовжній площинах і стабілізуючого моменту еластичних шин при їхньому коченні з боковим відведенням.

Осі повороту керованих коліс встановлюють у поперечній площині під деяким кутом α до вертикалі. На схемі рис. 2 показано два приклади повороту колеса: на лівій частині рисунка поперечний нахил осі повороту (1) відсутній (вісь вертикальна), а на правій - має місце поперечний нахил осі повороту на кут α . Точка контакту колеса з дорогою (4) при повороті колеса описує коло (2), центром якого є місце перетину з дорогою осі повороту (3), а площина кола перпендикулярна осі повороту. Розглянемо випадок, коли колесо повернене на кут θ від положення, яке відповідає прямолінійному руху. За відсутності кута поперечного нахилу осі повороту колеса (ліва частина рисунка) площина кута, яким рухається точка контакту колеса з дорогою розміщена горизонтально, тобто переміщення цієї точки буде в площині дороги. На правій частині рисунка площина кола нахилена вмісті з віссю повороту.

Тому точка контакту колеса з дорогою після повороту ніби опустилась нижче поверхні дороги на величину h . Зрозуміло, що у реальній ситуації не положення точки опуститься донизу (під дорогу), а догори піднімається передня частина автомобіля. Так як передня частина автомобіля опинилась підвішеною, то сила ваги буде опускати передню частину автомобіля, тобто повернути колесо у положення, коли стану підвішування не буде. Очевидно, що це станеться тільки

при положенні коліс, яке відповідає прямолінійному руху, а при повороті колеса у будь-який бік відразу ж виникає стабілізаційний момент. Кут поперечного нахилу утворюється вертикаллю і віссю повороту колеса на вигляді спереду. Тому при повороті керованих коліс відбувається підйом передньої частини автомобіля. Залежність між кутом поперечного нахилу осі повороту колеса (α), кутом повороту колеса θ і стабілізуючим моментом, розглянемо на схемі рис. 3.

Розглянемо випадок повороту колеса на кут θ . При цьому елементарна робота, що здійснюється при підйомі одним колесом передньої частини автомобіля, дорівнює:

$$dA_1 = G_{1.1} * dh \quad (1)$$

де $G_{1.1}$ - частка ваги автомобіля, що припадає на колесо. Робота, яка здійснюється при повороті керованого колеса:

$$dA_2 = M_{cm} * d\theta \quad (2)$$

де M_{CT} - момент опору повороту, що дорівнює, якщо знехтувати силами тертя, стабілізуючому моменту колеса.

$$M_{CT}^a = \frac{dh}{d\theta} G_{1.1} \quad (3)$$

Стабілізуючий момент моста дорівнює сумі стабілізуючих моментів правого і лівого коліс. Якщо знехтувати відмінністю кутів повороту керованих коліс, то

$$M_{CT}^a = G_1 \frac{dh}{d\theta} \quad (4)$$

Згідно з рис. 3,

$$h \approx x \sin \alpha; \quad x = c - c \cdot \cos \theta; \quad h = c(1 - \cos \theta) \sin \alpha; \quad \frac{dh}{d\theta} = c \cdot \sin \theta \sin \alpha;$$

$$M_{CT}^a = G_1 \cdot c \cdot \sin \theta \cdot \sin \alpha. \quad (5)$$

Так як стабілізуючий момент зумовлений нахилом осі повороту колеса у поперечній площині пропорційний синусу кута повороту керованих коліс, то він значний лише при русі автомобіля з малими радіусами повороту. Так як такі

повороти здійснюються лише за малих швидкостях руху автомобілів, можна вважати, що нахил осі повороту колеса у поперечній площині забезпечує стабілізацію керованих коліс при малих швидкостях руху автомобілів, тому його називають статичним стабілізаційним моментом[2].

Осі повороту керованих коліс встановлюються у поздовжній площині під кутом у до вертикалі. Цей кут називається кутом поздовжнього нахилу осі повороту колеса (caster) – це кут між вертикаллю та лінією, яка проходить через центри шарнірних опор і підшипника телескопічної стійки у площині, яка паралельна поздовжній осі автомобіля (рис. 4).

Цей кут сприяє стабілізації керованих коліс, тобто дозволяє автомобілю їхати прямо з відпущеним рульовим колесом. Ознаками відхилення величини кута від норми: відведення автомобіля у бік при його русі, різні зусилля на рульовому колесі при лівих та правих поворотах. Розглянемо сили, які діють при повороті автомобіля на жорстке у боковому напрямку колесо на вертикальній осі, що проходить через його центр (рис. 5). Внаслідок нахилу осі повороту бокова реакція R_y у точці контакту колеса з дорогою і бокова сила P_b , яка прикладена до центра колеса, створюють момент, що прагне повернути колесо у напрямку, показаному стрілкою, тобто повернути керовані колеса у нейтральне положення.

Стабілізуючий момент для керованого моста

Це поняття описується наступною формулою:

$$M_{CT}^{\gamma} = R_{y1} \cdot a = R_{y1} \cdot r_{\theta} \sin \gamma. \quad (6)$$

При русі по колу постійного радіуса:

$$M_{CT}^{\gamma} = \frac{b}{L} m_a \frac{V^2 r_{\theta}}{R \cos \theta} \sin \gamma \quad (7)$$

За малої швидкості руху стабілізуючий момент незначний і суттєво зростає при збільшенні швидкості. Тому його називають швидкісним або динамічним стабілізаційним моментом - стабілізація керованих коліс за рахунок бокового відведення[2].

При коченні еластичного колеса з відведенням осі x_1 та y_1 плями контакту,

що проходять через точку O_1 - центр плями контакту, повертаються на деякий кут δ щодо осей x і y , які проходять через точку O - центр плями контакту колеса, не навантаженого бічною силою, а саме колесо зміщується вздовж осі y відносно точки O_1 на величину Δ (рис. 6, а).

Експериментально встановлено, що при відсутності в зоні контакту зон відносного прослизання, епюра розподілу елементарних бічних реакцій має вигляд, близький до трикутника (рис. 6, б). Найбільшого значенні елементарні бічні реакції досягають у зоні найбільших бічних деформацій шини, заштрихованої на рис. 6, а. Трикутний характер епюри спостерігають при куті відведення δ_0 , коли елементарні бічні реакції σ_y не досягають граничного значення σ_{\max} і не відбуваються прослизання виступів протектора по опорній поверхні.

При подальшому збільшенні бічної сили і зростанні кута відведення ($\sigma > \sigma_0$) (рис. 6, в) епюра елементарних бічних реакцій набуває форму трапеції, тому що у задній частині плями контакту на довжині Δ_x подальше зростання елементарних реакцій припиняється і на цій ділянці виникає бічне ковзання. Коли зона ковзання Δ_x стає рівною довжині контакту l_k (рис. 6, г), відбувається повне ковзання колеса в бічному напрямку.

Бічна реакція R_y (рис. 6, а) є рівнодіюча елементарних бічних реакцій. Через несиметричності розподілу елементарних бічних реакцій за довжиною контакту точка докладання бічної реакції R_y зміщується на відстань e від центру плями контакту в сторону дії більших значень σ_y і створює поперечний стабілізуючий момент шини:

$$T_{cmy}^{\delta} = R_y e = k_y \delta e \quad (8)$$

Зсув вектора поздовжньої реакції R_x на величину Δ від точки O (рис. 6,а) створює поздовжній стабілізуючий момент шини:

$$T_{cmx}^{\delta} = R_x \Delta \quad (9)$$

Повний стабілізуючий момент шини:

$$T_{cm}^{\delta} = T_{cm_y}^{\delta} \pm T_{cm_x}^{\delta} = R_y e \pm R_x \Delta \quad (10)$$

У рівнянні (10) знак «-» приймають при роботі колеса в нейтральному, підпорядкованому і гальмовому режимах, «+» - у провідному режимі.

Цей момент (рис. 7) при збільшенні δ спочатку зростає, а при досягненні максимального значення при $\delta_T = 4...7^\circ$ починає знижуватися. Такий характер залежності $T_{cm}^{\delta} = f(\delta)$ пояснюють наступним. На ділянці чистого відведення (рис. 6, б) у міру зростання бічної реакції R_y збільшується плече зміщення e , внаслідок чого зростає $T_{cm_y}^{\delta}$. Коли починається прослизання та епюра σ^y приймає трапецієподібний характер, у міру розширення зони прослизання Δ_x лінія дії бічної реакції R_y наближається до центру плями контакту, зменшуючи плече e .

Таким чином, при подальшому збільшенні δ , з одного боку, відбувається наростання $R_y = k_y \delta$, з іншого - зменшення плеча e . Крім того, зі збільшенням δ відбувається збільшення плеча Δ дії реакції R_x та, отже моменту $T_{cm_x}^{\delta}$, який при $R_x < 0$ протидіє стабілізуючому моменту $T_{cm_y}^{\delta}$. У результаті цього в діапазоні $\delta_T = 4...7^\circ$ настає стабілізація величини моменту T_{cm}^{δ} , а при подальшому зростанні кута відведення - його зниження.

З рис. 7 випливає, що при збільшенні нормального навантаження на колесо F_z стабілізуючий момент зростає, а область його максимальних значень зсувається в бік зростання кута відведення.

Наближено залежність стабілізуючого моменту від кута відведення може бути описана аналітичним виразом:

$$T_{cm}^{\delta} = T_{cm_{max}}^{\delta} (2 - \delta / \delta_T) \delta / \delta_T \quad (11)$$

Де $T_{cm_{max}}^{\delta}$ - максимальне значення стабілізуючого моменту, відповідне куту відведення δ_T ;

$$T_{cm_{max}}^{\delta} = (0.015...0.025) F_{ZH} \quad (12)$$

де F_{ZH} - номінальне навантаження на шину.

Дія стабілізуючих моментів шин керованих коліс проявляється наступним

чином. Якщо при прямолінійному русі автомобіля керовані колеса випадково повернуться на певний кут θ , то по інерції в першу мить автомобіль рухатиметься в колишньому напрямі з відведенням шин $\delta = \theta$. Через розбіжності векторів швидкості коліс $V_K = V$ площинами їх обертання бічні реакції R_{yn} та R_{yl} створюють моменти навколо шкворнів на плечі e , які прагнуть повернути колеса в нейтральне положення. Так як моменти на лівому і правому колесах діють в одному напрямку, створюється сумарний поперечний стабілізуючий момент:

$$T_{cmy}^{\delta} = R_{yn}e + R_{yl}e = R_y e \quad (13)$$

де R_y - бічна реакція, що діє на обидва передніх керованих колеса.

Поздовжні реакції R_{xn} і R_{xl} утворюють моменти навколо шкворнів, які діють в протилежних напрямках, внаслідок чого вони значною мірою компенсують один одного. Момент на правому колесі діє на плечі $1_u + \Delta$, на лівому - на плечі $1_u - \Delta$; сумарний момент:

$$T_{cmx}^{\delta} = R_x(1_u + \Delta) - R_x(1_u - \Delta) = 2R_x \Delta \quad (14)$$

Напрямок моменту залежить від напрямку поздовжніх реакцій R_x . Якщо $R_x < 0$, то $T_{cmx}^{\delta} < 0$ і він справляє дестабілізуючий вплив на керовані колеса, тобто зменшує дію сумарного поперечного стабілізуючого моменту і сприяє збільшенню кута повороту керованих коліс рис 8.

Якщо передні керовані колеса працюють в підпорядкованому режимі, то величини R_x невеликі і при малих значеннях Δ момент C не може помітно вплинути на стабілізацію керованих коліс. При екстремому гальмуванні момент T_{cmx}^{δ} різко зростає і може виявитися більше T_{cmy}^{δ} . При цьому стабілізуючого моменту не буде або він виявиться негативним, що прагнуть повернути керовані колеса в сторону повороту. При виборі співвідношення величин гальмових моментів на передніх і задніх колесах для збереження стабілізації передніх керованих коліс доводиться зменшувати величини діючих на них гальмових моментів у порівнянні з оптимальними, що забезпечують найбільшу інтенсивність гальмування.

Якщо керовані колеса одночасно є провідними, то поздовжні реакції $R_x > 0$ і вони створюють стабілізуючий момент $T_{cmx}^\delta > 0$. Стабілізуючий момент при спільній дії на керовані колеса T_{cmY}^δ і T_{cmX}^δ завжди позитивний і прагне повернути колеса в нейтральне положення. Проте великий стабілізуючий момент ускладнює поворот автомобіля і для полегшення праці водія слід зменшувати його величину за рахунок зменшення поздовжнього нахилу шкворнів у передньопривідних автомобілів.

Викладене дозволяє зробити висновок, що стабілізуючий момент, створюваний за рахунок відведення еластичних коліс, не завжди має оптимальну величину. Він істотно знижується при русі на слизьких дорогах, особливо при гальмуванні і утрудняє управління передньопривідних автомобілів на дорогах з високим коефіцієнтом зчеплення. З цієї причини конструктивним шляхом забезпечують створення додаткових стабілізуючих моментів, що утворюються в результаті нахилу шкворнів або осей обертання поворотних цапф керованих коліс.

Площина керованих коліс автомобіля встановлюється під кутом χ до вертикалі, яким називається кутом розвалу коліс (рис. 9). Кут розвалу колеса - це кут між площиною обертання колеса і вертикаллю. Якщо верхня частина колеса нахилена до центра автомобіля, то кут розвалу негативний, якщо верхня частина колеса нахилена зовні - то кут розвалу позитивний.

Доцільність встановлення керованих коліс з позитивним розвалом зумовлена наступним[2]:

1) при коченні керованого колеса на нього діє сила опору коченню. Ця сила створює з плечем s момент опору повороту. За наявності розвалу це плече зменшується і тим самим полегшується керування автомобілем;

2) колесо підтискається до внутрішнього підшипника маточини, що запобігає вихлянню колеса у разі появи зазорів у підшипниках маточини;

3) при зношенні поворотних цапф зворотний розвал не з'являється. При куті розвалу (нижче норми) пилоподібно зношується внутрішня частина протектора. При збільшеному куті розвалу виникає рівномірне спрацювання

зовнішньої частини шини. Розвал лівого та правого колеса за величиною повинні максимально наближатися один до одного. Різниця розвалів більш ніж на 30' може відвернути автомобіль від прямолінійного руху.

Так як керовані колеса мають плече обкату, то під дією сил опору кочення колеса автомобіля прагнуть розійтись при позитивному плечі обкату, або зійтись - при негативному плечі. Колеса, які встановлені з нульовим плечем обкату і позитивним розвалом, також прагнуть розійтись, тому їх можна розглядати як конуси з вершиною ззовні колеса. Таким чином, кочення коліс по дугах, які спрямовані у різні боки, супроводжувалось би боковим ковзанням. Для компенсації цього явища колеса встановлюють не паралельно, а під деяким кутом до поздовжньої осі автомобіля. Таке встановлення коліс називається сходженням.

Сходження коліс роздільне - це кут ρ між площиною обертання колеса і площиною, яка проходить через центр колеса і паралельна поздовжній осі автомобіля (рис. 10).

Сумарне сходження визначається в результаті арифметичного складання значень кутів роздільного сходження. Сумарне сходження коліс може визначатися також різницею відстаней між колесами, які заміряються у задній та передній частинах по краях ободів коліс на висоті колісної осі. Сходження коліс компенсує пружні деформації підвіски, рульового керування та бокове відведення шин. Встановлення керованих коліс з одночасним розвалом і сходженням забезпечує їхнє прямолінійне кочення без бокового ковзання. Кут сходження має позитивне значення, якщо площини коліс перетинаються у передній частині автомобіля, якщо в задній - негативне. При цьому, якщо колеса паралельні, то має бути підібране співвідношення між кутами розвалу і сходження коліс. Кожному куту розвалу відповідає певний кут сходження, при якому опір руху, витрати палива та спрацювання шин будуть мінімальними, а також забезпечується гарна керованість та стійкість автомобіля.

Важливе значення для стійкості, керованості, спрацювання шин та паливної економічності мають також кут руху та зміщення передньої осі.

Кут руху характеризує повернутість заднього моста відносно осі симетрії автомобіля. Це дуже важливий параметр геометрії коліс автомобіля, чим ближчий цей кут до нуля, тим краще. Позитивне значення характеризує повернутість праворуч, а негативне - ліворуч. Нульове значення - вісь заднього моста перпендикулярна осі симетрії автомобіля. Допускається зміщення моста до 20'. Однак, навіть при таких зміщеннях автомобіль їде ніби боком, це призводить до поганої поведінки автомобіля на дорозі, особливо при недостатньому зчепленні коліс з дорогою. Відхилення заднього моста більше, ніж допустиме, вимагає негайного втручання, навіть на мостах, які не регулюються.

Зміщення передньої осі характеризує симетричність розташування передніх коліс відносно осі симетрії автомобіля. Передня вісь - це лінія, яка проведена між центрами обертання лівого і правого коліс відповідно, чим ближче значення зміщення передньої осі до нуля, тим краще. Позитивне значення цього параметра свідчить про те, що ліве переднє колесо розташоване ближче до заднього, ніж праве. При негативних значеннях - навпаки. Тому цей параметр характеризує стан передньої частини кузова (зміщення лонжеронів, погнутість елементів підвіски). Теоретично допустиме відхилення 20'.. .30'; на практиці - чим менше, тим краще.

2 ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ КОЛІС

До основних контрольно-діагностичних і регулювальних робіт, які виконуються при ТО ходової частини, відносяться контроль стану шин і доведення до норми тиску повітря в них, контроль і регулювання кутів встановлення передніх коліс, перевірка затягування підшипників маточин коліс і зазорів у шкворневих з'єднаннях передньої підвіски, контроль стану рами й підвіски. Контроль кутів встановлення керованих коліс полягає у вимірюванні сходження коліс, кута розвалу й кутів поперечного та поздовжнього нахилу шкворнів. Вимірюванням зазначених параметрів повинна передувати перевірка зазорів у шкворневих з'єднаннях, люфту підшипників маточин коліс, тиску

повітря у шинах. Величини радіального А та осьового В зазорів (рис. 11) у шкворневому з'єднанні визначаються за переміщенням поворотної цапфи відносно шкворня при підйомі й опусканні передньої осі. З цією метою може бути використаний прилад мод. Т-1. Перевірка виконується у такій послідовності. Вивішують колесо автомобіля, при цьому під дією сили ваги колеса люфти у поєднанні поворотна цапфа - шкворінь обираються в одному напрямку (рис. 11, а). Закріплюють прилад на балці переднього мосту так, щоб ніжка індикатора стикалася з нижньою частиною опорного диска гальма. Стрілку індикатора встановлюють на нулішкали. При опусканні колеса під дією сили ваги автомобіля люфти зникають (рис. 11, б).

Це дозволяє за показниками індикатора також визначити величину радіального зазору. За допомогою плоского щупа встановлюється осьовий зазор. Якщо при цьому одночасно іншим індикатором виміряти переміщення краю гальмового барабана, то можна оцінити і зазор у підшипниках маточини. Звичайно люфт у підшипниках маточини, ступінь їхнього затягування перевіряються шляхом погойдування колеса у поперечному напрямку й провертання його вручну.

Повна перевірка всіх зазначених кутів встановлення передніх коліс виконується тільки на легкових автомобілях, які мають незалежну підвіску передніх коліс і шини з низьким тиском повітря, так як тут навіть невеликі (15...20°) відхилення від нормативних кутів розвалу й нахилу шкворня викликають збільшення інтенсивності зношування шин і погіршення стійкості автомобіля при русі. У вантажних автомобілів обмежуються перевіркою величини сходження передніх керованих коліс, зазорів у шкворневих з'єднаннях і підшипниках маточини.

Діагностування кутів встановлення коліс може виконуватися шляхом виміру геометричних параметрів або сил, що діють від коліс на елементи стенда й залежних від параметрів встановлення керованих коліс.

У теперішній час для контролю й регулювання кутів встановлення передніх коліс автомобілів на великих автотранспортних підприємствах і станціях технічного

обслуговування автомобілів широко використовуються стаціонарні стенди, що підрозділяються на статичні (вимірювання виконуються на нерухомому автомобілі) і динамічні (вимірювання виконуються при обертанні коліс). Стаціонарні статичні стенди забезпечують високу точність вимірювань і широко використовуються для діагностування технічного стану передніх коліс легкових автомобілів, тому що при цьому потрібна висока точність регулювання. Найбільш точними з них є комп'ютерні стенди.

Важливість правильного регулювання кутів встановлення керованих та некерованих коліс автомобіля зумовлена не тільки довговічністю шин, але й безпечністю його руху. Складність задач, які вирішуються при регулюванні кутів встановлення коліс, полягає у великій кількості форм та розмірів автомобілів, використанні дисків коліс різних типів та габаритів. Стенди для регулювання кутів встановлення коліс повинні давати можливість виконувати всі необхідні вимірювання та регулювання кутів різних коліс та розмірів автомобіля.

Ці стенди за способом вимірювання підрозділяються на кордові, інфрачервоні, лазерні та інші. До таких стендів відносяться:

Стенд SICE (Італія) - це кордовий стенд, який може комплектуватися двома або чотирма вимірювальними пристроями з можливістю вимірювання тільки передньої осі або всіх коліс автомобіля.

Стенд BEISSBARTH(Франція) випускається у декількох варіантах:

- 6-сенсорний;
- 8-сенсорний;
- з кабельною передачею даних;
- з радіосигналом.

Цей стенд дозволяє швидко та якісно виконати вимірювання всіх кутів коліс і максимальний виворіт коліс без електронних поворотних плат.

Більш досконалі є стенди компанії BOSCH. Ці стенди сконструйовані з використанням нових інтелектуальних датчиків, принципи дії яких базуються на сучасній відеотехнології.

Розвиток твердотільних датчиків зображення розпочався з 1963 р., коли

С.Р. Морісон з компанії HoneywellCo винайшов «напівпровідниковий фоточутливий пристрій» - фотосканер. У 1970 р. завдяки розробкам інженерів Bell Laboratory з'явився Charge Coupled Deviece (CCD) - прилад з зарядовим зв'язком (ПЗЗ). З цього моменту починається процес безперервного поліпшення характеристик CCD.

Принцип створення зображення в цифровій камері полягає у використанні енергії світла, яка діє на світлочутливий матеріал і забезпечує запис об'єкту зйомки.

Матриця (сенсор), яка запам'ятовує зображення у цифровій камері, складається з масиву світлочутливих чарунок. Кожна чарунка виробляє електричний сигнал, який пропорційний інтенсивності світлового потоку, який потрапляє на неї незалежно від складової кольору. Тому більшість сучасних сенсорів здатні сприймати навколишній світ тільки у чорно-білому зображенні, а для перетворення його в кольорове у більшості сенсорів кожна чарунка «покрита» червоним, синім або зеленим фільтром. Останні зібрані у групи по чотири, причому на два зелених приходиться один червоний і один синій (такий тип організації фільтрів має назву «шаблоном Байєра»). Це зроблено тому, що людське око найбільш чутливе до зеленого світла. Кожний фільтр пропускає на світлочутливу чарунку здебільшого свою складову світла.

Тому кожна чарунка має інформацію не тільки про яскравість, але й про колір окремого елемента відображення. Цю інформацію у вигляді електричного сигналу необхідно перетворити на картонці або у мікродрайві.

Для створення кольорового зображення програмне забезпечення камери аналізує всі три масива отриманої інформації, зіставляє значення сусідніх чарунок і за складним алгоритмом розраховує результуючий колір кожної чарунки (пікселя) - цей процес називається кольоровою інформацією.

Сенсори відрізняються за способом, яким інформація збирається із світлочутливої матриці. У CCD - сенсорах інформація зчитується послідовно із кожної чарунки ряд за рядом. Тому зробити наступний знімок можна тільки тоді, коли попередній вже повністю сформований.

У CMOS матрицях інформація із кожної чарунки зчитується індивідуально.

Перевага цих стендів полягає у тому, що слід-кувальна система стендів дозволяє миттєво виявляти будь-які відхилення у вимірах, які можуть виникнути через порушення рівня підйомника або відхилення калібрувальних характеристик. Вимірювальні датчики, якими обладнано стенди, дають можливість дуже точно виконувати вимірювання на ходовій частині. Вони визначають навіть незначні відхилення параметрів. Загальний вигляд стенда FWA 510, FWA 515 представлено на рис. 12.

Будова стенда:

А) монітор: зображення робочих сторінок з ілюстрацією кута вимірювання, команди управління виведені на ліву панель;

В) місце для принтера: принтер призначений для роздруківки паперових копій результатів проведеного вимірювання;

С) клавіатура: для вибору доступної частини програми і введення букво-цифрових даних. Клавіша ENTER активує ту функцію, яку обрано за допомогою курсорних клавіш. Натиснення клавіші ESC повертає програму на один крок назад;

Д) місце для комп'ютерного блоку; у комп'ютері міститься програма розвал-сходження автомобіля. Електронна система контролю налаштування коліс знаходиться там само;

Е) головний провід живлення з вимикачем на правому нижньому боці корпусу;

Ф) датчик з утримувачем: вмикає контакти до батареї FWA 515;

Г) роз'єм підключення датчика: для підключення сенсорів через кабелі даних;

Н) приймач для безпроводних датчиків (тільки FWA 515). Дані передаються на електронний контроль радіохвилями.

Система аналізу геометрії ходової частини FWA використовує восьмисенсорні вимірювальні інфрачервоні датчики, які створюють замкнену

вимірювальну лінію навколо автомобіля. Електричний рівень, який вбудований у кожний датчик, контролює положення вимірювальної голівки і видає сигнал про необхідність корекції.

Крім звичайних вимірювань, які виконуються системою (поздовжній нахил осі повороту колеса, розвал, сходження) 8-сенсорна вимірювальна система дозволяє виконувати додаткові вимірювання: зміщення передньої та задньої осі відносно перпендикуляра руху, зміну бази, зміщення осі симетрії відносно осі руху. 8-сенсорна технологія дає можливість постійного контролю точності вимірювань, навіть під час проведення регулювальних робіт на автомобілі. Принцип контролю - програма постійно сканує суму кутів чотирикутника, так як вимірювальна система являє собою замкнений інфрачервоний контур. Якщо ця сума не дорівнює $360^\circ \pm 5'$, то на екран видається повідомлення про помилку. Цей контроль дозволяє уникати помилок при регулюванні на несправному стенді.

Модель стенда Bosch FWA 515 виконується у безкабельному варіанті з радіодатчиками, що робить систему більш гнучкою. Послідовність вимірювань може бути обрана у відповідності з індивідуальними вимогами. Система має екстраопцію CD-мультимедія, яка вміщує фото та відеоінформацію на автомобіль будь-якої марки із зазначенням точок і процесу регулювання. CD містить також інформацію про інструмент, який необхідний для виконання робіт з обслуговування ходової частини.

У теперішній час компанією BOSCH розроблено нову серію стендів для контролю і регулювання кутів встановлення керованих та некерованих коліс автомобіля. Це стенди FWA 4332, 4330, 4310, а також серії FWA 4410, 4415, 4430, 4432, 4435 та 4437. Стенди серій FWA 4xxx прийшли на заміну стендам серії FWA 5xxx. Ці стенди можуть керуватися від стандартних PC або ноутбуків. Стенди серій FWA 4xxx відрізняються високою точністю та спрощеною процедурою вимірювання поздовжнього нахилу осі повороту колеса за допомогою 20° - ПЗЗ - технології (Прилади з Зарядовим Зв'язком), тобто CCD-технологія (англ.). Стенди серії FWA 43xx працюють тільки з 6- сенсорною технікою, а серії FWA 44xx працюють тільки з 8-сенсорною технікою.

Прилади з 6-сенсорною технікою дозволяють проводити наступні вимірювання:

- сходження коліс передньої осі;
- різницю між кутами сходження;
- розвал коліс;
- поперечний нахил осі повороту коліс;
- поздовжній нахил осі повороту коліс передньої осі;
- включений кут (розвал та поперечний нахил осі повороту колеса);
- кут між осями;
- зміщення передньої осі.

Ці прилади працюють за розімкненим контуром в інфрачервоному випроміненні та мають низьку ціну.

Прилади з 8-сенсорною технікою дають наступні додаткові вимірювальні можливості при вимірюванні геометрії ходової частини:

- зміщення передньої та задньої осей;
- різницю ширини осей;
- різницю бази;
- неспівпадіння осі симетрії та осі руху.

Прилади серії 44xx працюють за замкненим контуром в інфрачервоному випроміненні.

Прилади серій FWA 4332, 4330, 4437, 4435, 4432, 4430 працюють з передачею даних за допомогою радіосигналів, що робить ці системи більш гнучкими.

У стенді FWA 4410 використовується інфрачервоний метод вимірювань параметрів ходової частини автомобіля. У цьому приладі застосована так звана «8-мисенсорна технологія вимірювань по замкненому контуру», що передбачає отримання додаткової технічної інформації про актуальний стан шасі. Ці дані дають можливість оперативно оцінити міру ушкодженості автомобіля, що особливо важливо після аварії. Інформація з вимірювальних голівок стенду на комп'ютер передається за допомогою спеціальних з'єднувальних проводів.

Стенд FWA 4410 дозволяє проводити комплексний аналіз геометрії ходової частини автомобіля: загальне та одиночне сходження, розвал, зміщення колеса, кут між осями, поздовжній, поперечний кут нахилу осей повороту коліс та різницю кутів сходження[3].

Базова версія містить:

- пересувну вимірювальну стійку, на якій встановлено приладдя;
- вимірювальні голівки (5), які закріплені на стійці;
- комплект кабелів для приєднання вимірювальних голівок;
- 2 механічні поворотні плати (рис. 16);
- стопор керма (3, рис. 14);
- натяжне пристосування для гальма(4, рис. 14);
- універсальний швидко-зажимний фіксатор (рис. 18).

Пристрій FWA 4410 комплектується двома парами вимірювальних голівок з кабельним з'єднанням: передніх (рис..15.а) та задніх (рис. 15.б). Вони відрізняються між собою кількістю вхідних роз'ємів (а, рис. 15, а,б) для підключення кабелів.

Передніми колесами автомобіль встановлюється на механічні поворотні плати (рис. 15).

Для кріплення вимірювальних голівок на колеса автомобіля використовують швидко затискний фіксатори (рис. 18).

3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ

Встановити автомобіль на вимірювальний стенд таким чином, щоб передні колеса автомобіля знаходилися на поворотних платах (рис. 19).

При наїзді автомобіля на вимірювальний стенд у поворотні плати повинні бути вставлені фіксатори (1, рис. 19).

Встановлення фіксаторів відбувається у такій послідовності:

- затискні кулачки (1) встановлюються на внутрішні (2) або зовнішні

бортові закраїни ободу (рис. 20);

- при закручуванні обертового шпинделя затискні кулачки тиснуть на обід ззовні або, відповідно, зсередини;

- після кріплення до ободу необхідно перевірити ще раз утримуючу силу затискних кулачків.

Зняти голівки з вимірювальної стійки, встановити їх за допомогою шкворнів (1) у посадочні гнізда (2) універсальних швидко затискний фіксаторів (рис. 21).

Необхідно вирівняти вимірювальні голівки за допомогою індикатора рівня (1), (рис. 22).

При цьому консолі вимірювальних голівок спереду повинні бути орієнтовані у напрямку руху, а позаду - у напрямку, протилежному руху. Положення вимірювальних голівок на колесах автомобіля показано на рис.1.23.

Підключення вимірювальних голівок до стійки проводиться у такій послідовності:

- приєднати довгі з'єднувальні кабелі до гнізд (1) вимірювальної стійки, а також до гнізд (2) передніх голівок (рис. 24);

- приєднати таким самим чином за допомогою коротких з'єднувальних кабелів задні вимірювальні голівки до передніх. Необхідно стежити за тим, щоб у всіх штепсельних з'єднаннях був надійний контакт;

- підключити стійку FWA 4410 до мережі 220 В;

- увімкнути системний блок, монітор та принтер та дочекатися запуску програми FWA 4410.

Практично будь-який колісний диск має спотворення геометричної форми. Щоб виключити вплив цих спотворень на результати регулювання, проводиться операція компенсації биття дисків. У ході компенсації програма прораховує поправку некруглості диска колеса. Значення цієї поправки вноситься до комп'ютера і враховується у подальших вимірюваннях.

Для проведення поетапної компенсації биття дисків необхідно виконати наступні дії:

Натиснути кнопку (P3) «Вперед», після чого відкривається вікно «Стандартні вимірювання», далі слід обрати кнопку (1) «Компенсація биття ободу колеса» (рис. 25).

З'являється робоче вікно компенсації биття дисків усіх коліс (рис. 26).

Для проведення компенсації биття переднього лівого колеса необхідно спочатку підняти автомобіль за передню вісь до вільного обертання коліс. Щоб уникнути відкочення автомобіля, затягнути ручне гальмо до упору.

Далі - на панелі відповідної вимірювальної голівки натиснути кнопку(1) - «Вмк.» (Reset), перезавантаження (рис. 27).

Прокрутити ліве колесо, поки швидко затискний фіксатор не займе вертикальне положення. Встановити вимірювальну голівку горизонтально за рівнем.

Натиснути кнопку компенсації (2) на лівій передній вимірювальній голівці (рис. 27) і дочекатись, поки на підтвердження не загориться і знову не згасне світлодіод (4). У цей час колесо не рухати.

Перший сегмент змінює колір з червоного на зелений (рис. 28).

При цьому відбувається визначення **першого значення вимірювання**.

Потім з'являється стрілка, яка вказує, у якому напрямку слід повертати колесо далі (напрямок руху) (рис. 28). Повернути колесо на 90° у напрямку руху. Натиснути кнопку компенсації, при цьому світлодіод на панелі вимірювальної голівки (рис. 27), позиція (4), засвітиться. Коли компенсація закінчена, світлодіод згасне. Після цього на екрані монітора другий сегмент перейде догори і змінить колір з червоного на зелений.

В цей час відбувається визначення **другого значення вимірювання**.

Далі з'являється стрілка, яка вказує, у якому напрямку слід повертати колесо далі (напрямок руху). Повернути колесо на 90° у напрямку руху. Натиснути кнопку компенсації, при цьому світлодіод на панелі вимірювальної голівки засвітиться. Коли компенсація закінчена, світлодіод згасне. У цей час колесо не рухати. На екрані третій сегмент перейде догори і змінить колір з червоного на зелений.

Відбувається визначення третього значення вимірювання .

Далі слід повернути колесо на 180° у напрямку руху. Натиснути кнопку компенсації, при цьому світлодіод на панелі вимірювальної голівки засвітиться, у цей час колесо не рухати. На екрані четвертий сегмент перейде догори і змінить колір з червоного на зелений, визначається **четверте значення вимірювання**.

Таким чином завершується компенсація биття ободу для лівого переднього колеса. Для проведення компенсації правого переднього колеса необхідно діяти в описаній послідовності[3].

На екрані монітора сегменти відповідно компенсованих коліс зникають і замінюються зображенням контура колеса, де міститься число, що відображає значення биття ободу (1) (рис. 29).

Після проведених вимірювань натиснути кнопку «Процес накопичення». Число подається в одиницях, визначених на закладці «Налаштування системи» в полі «Формат подання кута». Також в контурі колеса з'являється мітка (2), яка вказує на місце найбільшого биття ободу.

При використанні підйомника одного моста, можна опустити передню пару коліс.

Для визначення компенсації биття коліс заднього моста необхідно діяти так само, як описано вище.

При використанні підйомника обох осей, перед натисненням кнопки опускання встановити натяжне пристосування для гальма, як зображено на рис. 30.

Для дбайливого відношення до сидіння і кермового колеса необхідно стежити за тим, щоб кріплення було виконано належним чином. У разі необхідності потрібно підкласти серветку.

Виставити колеса у напрямку «Прямо».

Виставити в горизонтальне положення вимірювальні голівки на усіх колесах автомобіля. Операцію провести після натиснення відповідної кнопки.

На екран виводиться вікно «Рівні» (рис. 31). Якщо зображення рівнів з'являються на зеленому фоні, то це означає, що вихідні дані відповідних

датчиків вимірювальних голівок знаходяться у межах допуску. Якщо зображення з'являються на червоному фоні - вихідні дані датчиків знаходяться поза межами допуску. Слід виставити рівні вимірювальних голівок так, щоб усі зображення на екрані виводилися на зеленому фоні. Тоді вихідні дані датчиків значень вимірювань знову знаходяться у межах допуску. Згідно з (рис. 31) необхідно відрегулювати положення голівок заднього лівого та переднього правого коліс.

Натиснути клавішу (P3)»Вперед», після чого відкривається вікно «Поворот керованих коліс ліворуч/праворуч, вимірювання 20°» (рис. 32). На червоному фоні стрілка вказує напрямок повороту коліс.

Необхідно повертати керовані колеса до тих пір, поки стрілка не буде у центрі овалу й індикація не зміниться на зелений колір (рис. 33.)

Після виставлення усіх рівнів у «0», повертаємо колеса ліворуч на 20°, потім повертаємо праворуч на 20°. По завершенні процедури встановити кермо у середнє положення (колеса - рівно).

У вікні, що відкрилося, наводиться результат вимірювання роздільного сходження коліс передньої осі (рис. 34)

Цифрове подання значень вимірювання:

- великі цифри (1) відображають виміряне значення сходження для лівого переднього колеса;

- маленькі цифри (2) відображають задані значення (еталонні) для даного типу авто;

- стрілка (3) показує знак (плюс або мінус) поточного значення порівняно із заданим;

- вертикальна роздільна лінія (4) вказує середнє положення, яке відповідає заданому значенню.

Якщо результати вимірювань виходять за поле допуску, то результат з цифрами відображається на червоному фоні.

Так як при середньому значенні кута повороту керованих коліс на 20° внутрішнє колесо повертається на кут дещо більший, а зовнішнє - на кут менший,

то вимірювання необхідно проводити при повороті коліс ліворуч, а потім праворуч і визначити середнє значення y , за яким розраховується кутпоздовжнього нахилу осі повороту.

В результаті нахилу осі повороту колеса у поздовжній площині при його повороті відбувається зсув центру колеса у боковому напрямку на величину y (рис. 35) відносно положення центру колеса, що відповідає руху прямо.

Центр колеса переміщується з точки O у точку O_1 . Із трикутника OOO_1O_2 визначаємо тангенс кута θ :

$$tg\theta = y / C \quad (15)$$

де C - відстань від геометричного центра відбитку колеса (точка K) до точки перетину перпендикуляра до осі повороту колеса (точки O_2).

Величина C залежить від поздовжнього нахилу осі повороту колеса та радіусу колеса і може бути розрахована за формулою :

$$\sin \gamma = C / r_{cm} \quad (16)$$

Де γ - кут поздовжнього нахилу осі повороту колеса;

r_{cm} - статичний радіус колеса, який визначається за формулою:

$$r_{cm} = d / 2 + B * \Delta * \lambda \quad (17)$$

де d - посадочний діаметр ободу колеса, м;

B - ширина профілю шини;

$\Delta = H / B$ - визначається за маркою шини;

λ - коефіцієнт радіальної деформації шини; $\lambda = 0.85...0.9$.

За формулою (1.13) визначаємо C та підставляємо у формулу (1.12):

$$C = r_{cm} * \sin \gamma \quad (18)$$

$$tg\theta = Y / r_{cm} * \sin \gamma \quad (19)$$

З формули (1.14) визначаємо кут поздовжнього нахилу осі повороту колеса:

$$\gamma = \arcsin(y / r_{cm} * tg\theta) \quad (20)$$

Приклад: нехай величина поперечного зміщення дорівнює $y = 6$ мм, тоді

при середньому куті повороту коліс на 20° , $r_{cm} = 290$ мм, кут поздовжнього нахилу розраховуємо наступним чином:

$$\gamma = \arcsin(y / r_{cm} * tg\theta) = \arcsin(6 / 290 * tg20^\circ) = 3^\circ 13'. \quad (21)$$

Якщо величина поперечного зміщення дорівнює $\gamma = 4$ мм, то

$$\gamma = \arcsin(4 / 0.3640) = 2^\circ 10' \quad (22)$$

Після натискання на кнопку «Вперед» з'являється вікно «Графічний протокол вимірювань до регулювання», де зображено всі виміряні раніше(фактичні) значення для передньої і задньої осей (рис. 36)

Кольорове зображення фактичних значень має такий зміст: чорне - немає відповідного заданого значення (еталонного для даного типу авто);

зелене - значення знаходиться у межах допуску (у безпосередньому порівнянні з відповідним заданим значенням);

червоне - це значення знаходиться поза межами допуску (у безпосередньому порівнянні з відповідним заданим значенням).

Якщо система налаштована на чорно-біле відображення інформації і протокол вимірювань друкується на чорно-білому принтері, то фактичні значення, що виходять за межі допуску, знаходяться у кутових дужках ($\langle \rangle$). Для друку графічного протоколу вимірювань використовується кнопка (Р6).

За необхідності можна визвати протокол вимірювань у табличному вигляді (рис. 37)[3].

На закладці «Протокол вимірювань (табличний)» виміряні значення подані у табличній формі. Залежно від марки автомобіля значення вимірювань можуть бути подані у порівнянні фактичних значень із заданими або тільки у вигляді фактичних значень.

Кольорове представлення фактичних значень має такий самий зміст як у графічному протоколі.

Додатково зазначається, чи була проведена компенсація биття ободу, або яка програма вимірювання виконується. Також наводяться записи, відмітки на відповідних закладках списку перевірки.

ВИСНОВОК

Проаналізовано зміну кута поперечного та поздовжнього нахилу осі повороту керованих коліс при русі автомобіля на повороті.

Отримано математичну модель, що виражає залежність поперечного та поздовжнього кута нахилу осі повороту коліс від кута повороту керованих коліс.

Розроблено оптимальні режими діагностування ходової частини автомобіля з використанням стендів SDL-260 та FWA-4410 фірми BOSCH.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акопян Р.А. Вплив коливальних параметрів автобусів ЛАЗ-4207 на його коефіцієнт корисної дії / Р.А. Акопян, О.В Дубянський // Проектування, виробництво та експлуатація транспортних засобів і поїздів: праці Зах. наук, центру Транспортної академії України. - Т. 3. - Львів - Трускавець, 1996.
2. Сахно В.П. До визначення кутів відведення коліс транспортних засобів при дослідженні стійкості руху / В.П. Сахно, С.В. Гейко, О.А. Крестянполь // Автошляхових України. Окремий випуск. Вісник ЦНЦТА України. - Випуск № 2, 1999. - С. 93-97.
3. Засоби і методи діагностування підвіски та ходової частини автомобіля в умовах станцій технічного обслуговування / О.Ф. Дащенко, В.Г. Максимов, С.Г. Чабан, А.І. Янченко, М.О. Колесніченко – О.: Наука і техніка, 2012. – 269 с.

ДОДАТОК

РИСУНКИ

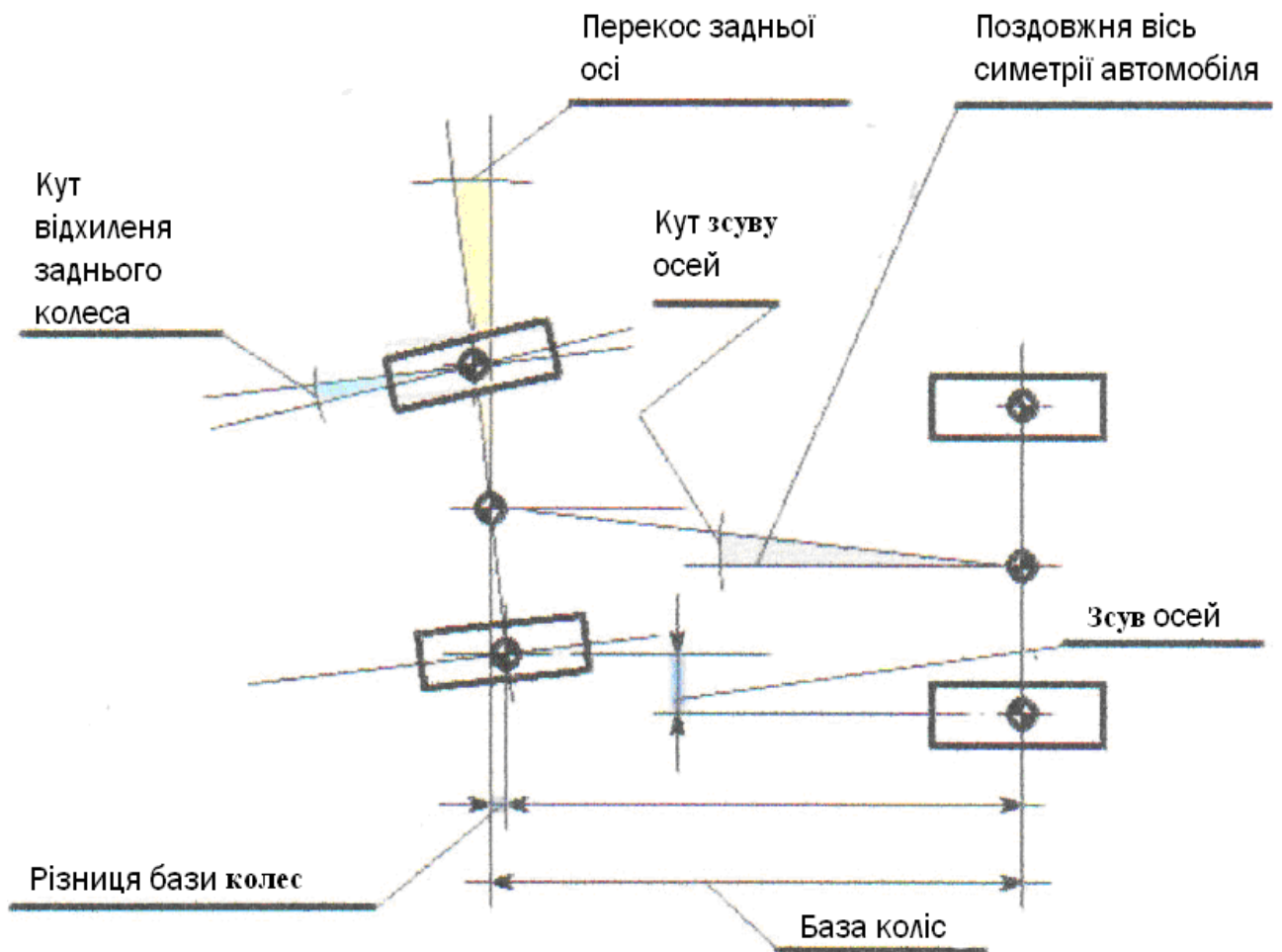
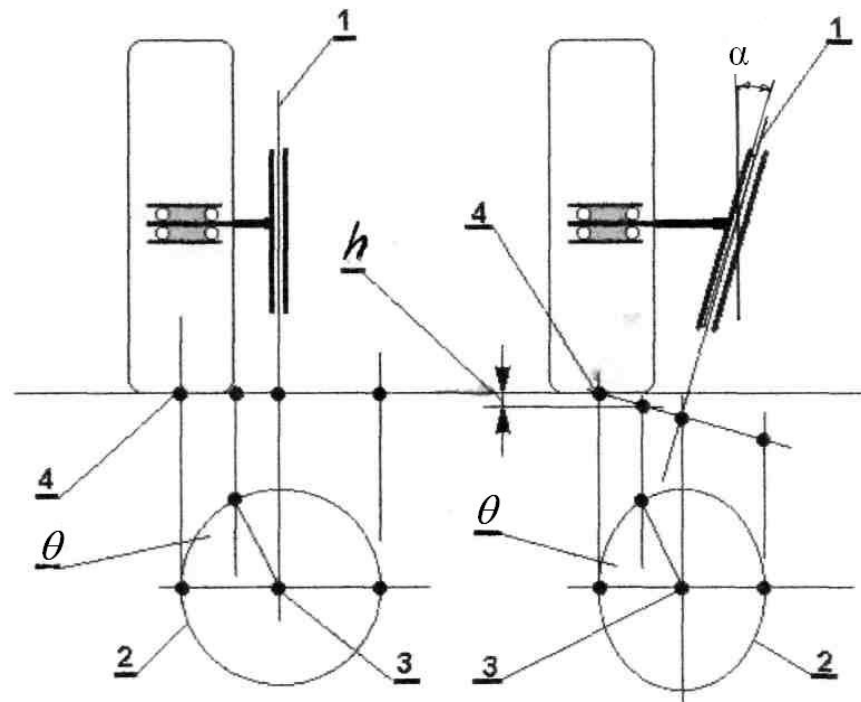


Рисунок 1 - Схема перекосу та зсуву осей автомобіля



а) б)

Рисунок 2 - Схема встановлення осі повороту керованих коліс:

а) без нахилу; б) з поперечним нахилом;

1 – вісь повороту; 2 – коло; 3 – центр кола; 4 – точка контакта колеса з дорогою

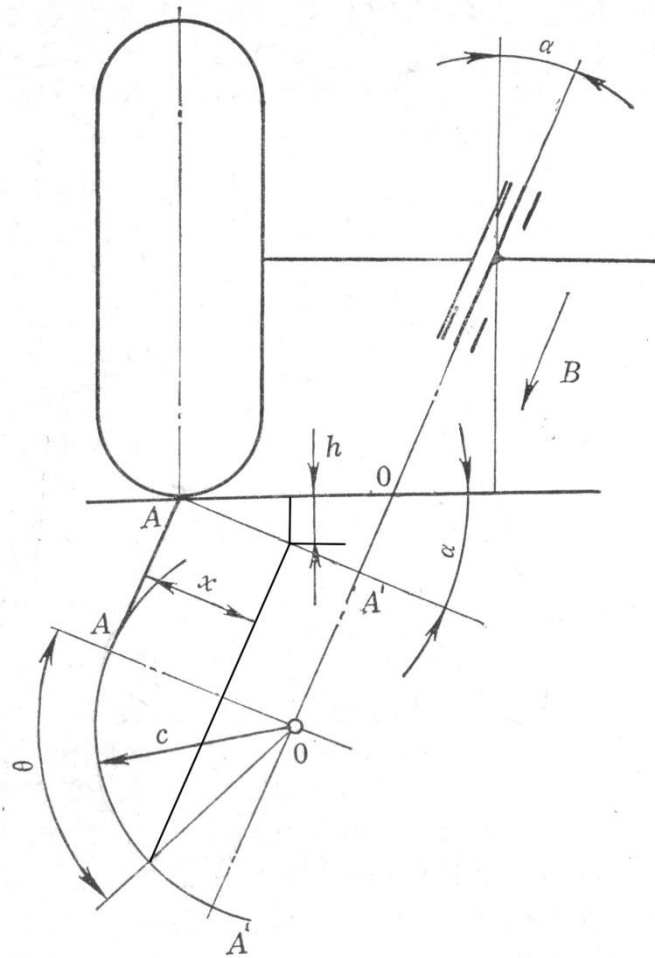


Рисунок 3 - Схема стабілізації керованих коліс автомобіля за рахунок нахилу осі повороту колеса у поперечній площині

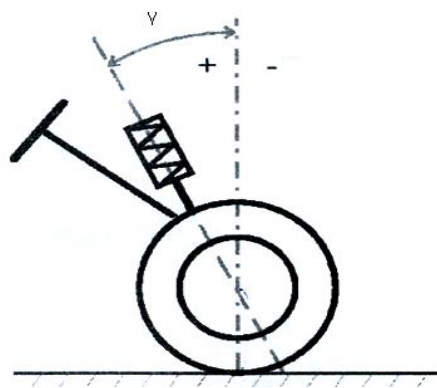


Рисунок 4 - Схема поздовжнього нахилу осі повороту колеса

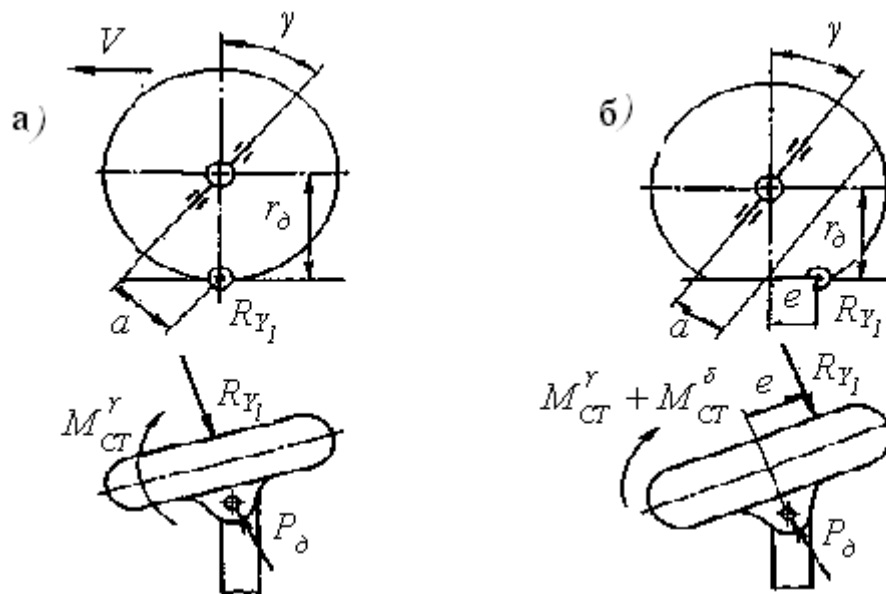


Рисунок 5 - Стабілізація керованих коліс автомобіля:

- а) за рахунок нахилу осі повороту колеса у поздовжній площині;
 б) за рахунок нахилу осі повороту колеса і відведення шини

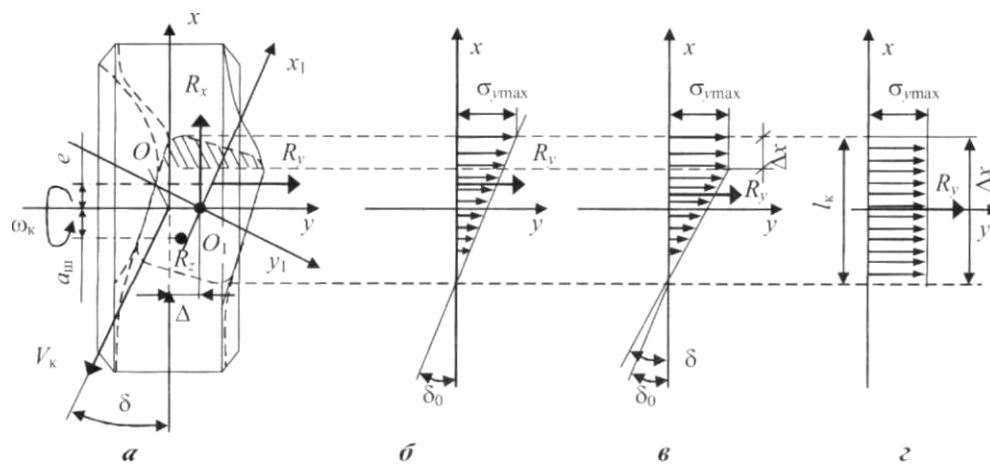


Рисунок 6 - Схема стабілізації керованих коліс за рахунок відведення:
 а - точки прикладання реакцій; б, в, г - епюри розподілу елементарних бічних реакцій відповідно- при чистому відведенні, відведенні з ковзанням і повному ковзанні

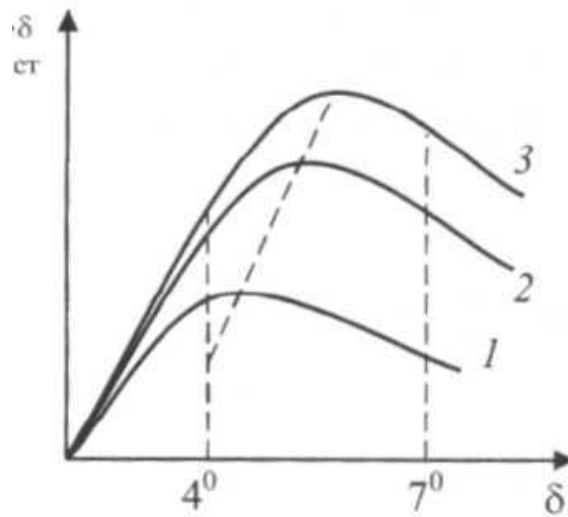


Рисунок 7 - Залежність стабілізуючого моменту шини від кута відведення:

1 – 3 при $F_1 < F_2 < F_3$

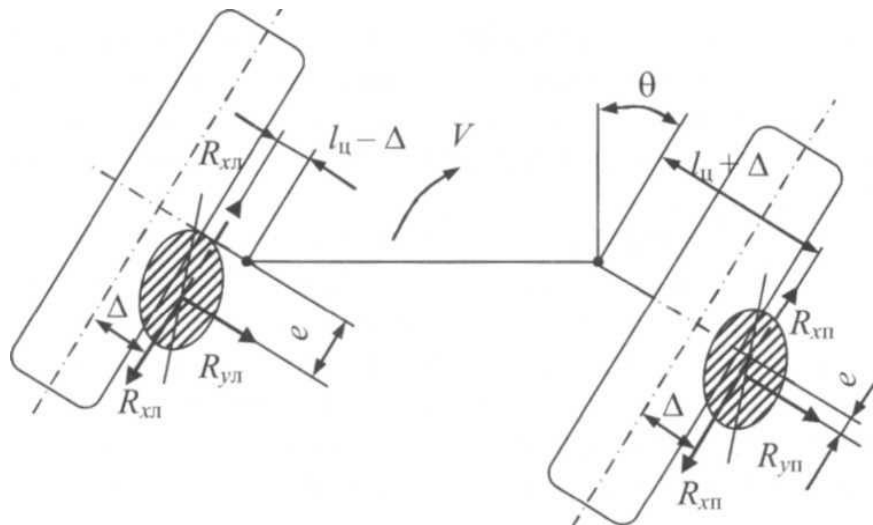


Рисунок 8 - Схема виникнення стабілізуючих моментів при випадковому повороті керованих коліс

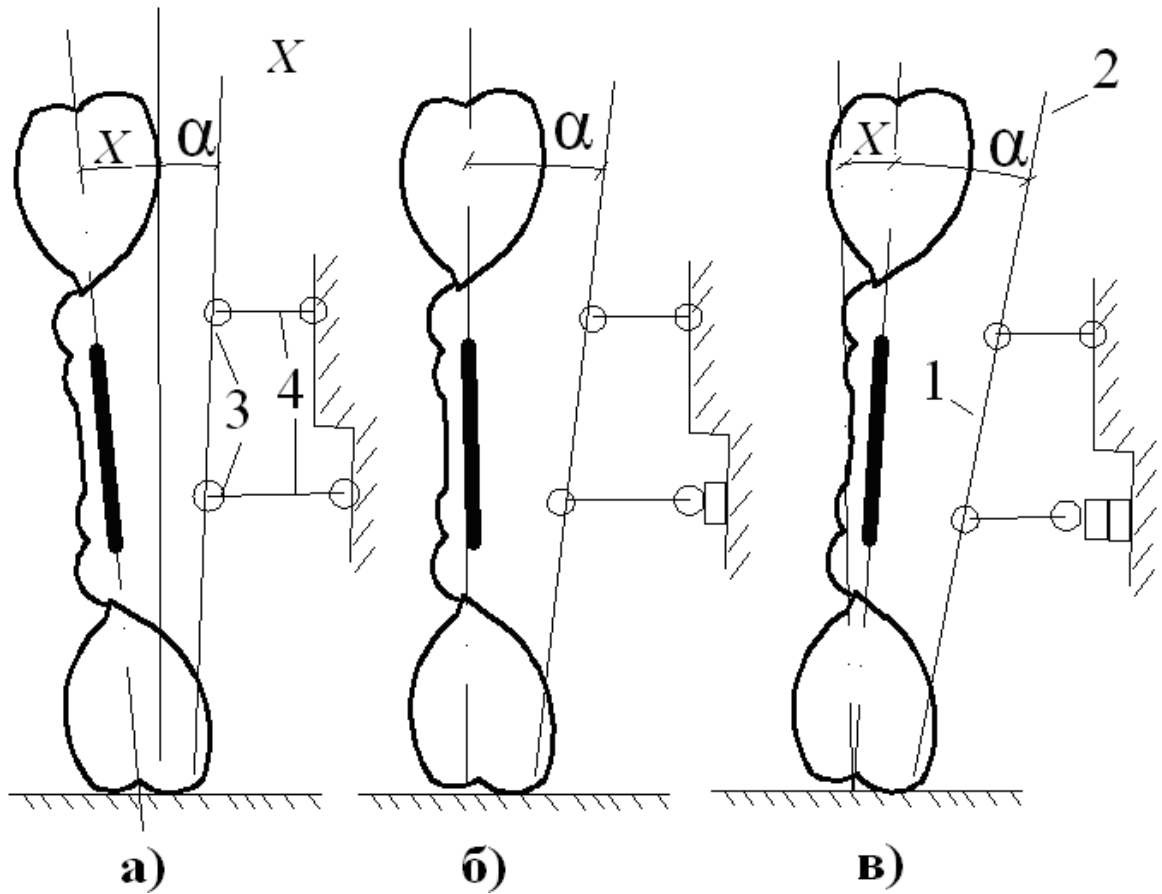


Рисунок 9 - Розвал коліс:

а – позитивний, б – нульовий, в – негативний;

1 – поворотний кулак; 2 – вісь повороту кулака; 3 – шарові опори; 4 – важіль;

x – відстань від нижньої кромки колеса до відвіса

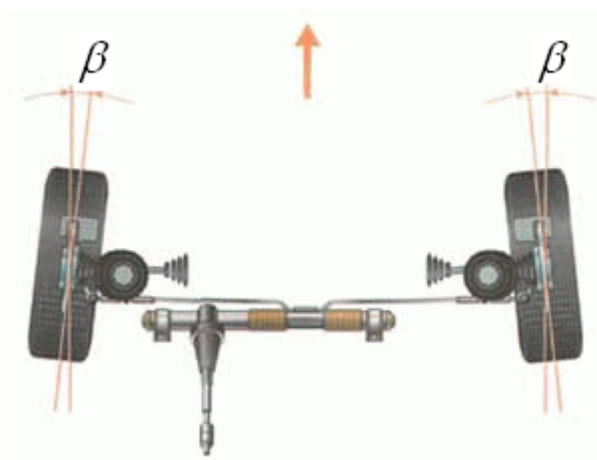


Рисунок 10 - Сходження керованих коліс

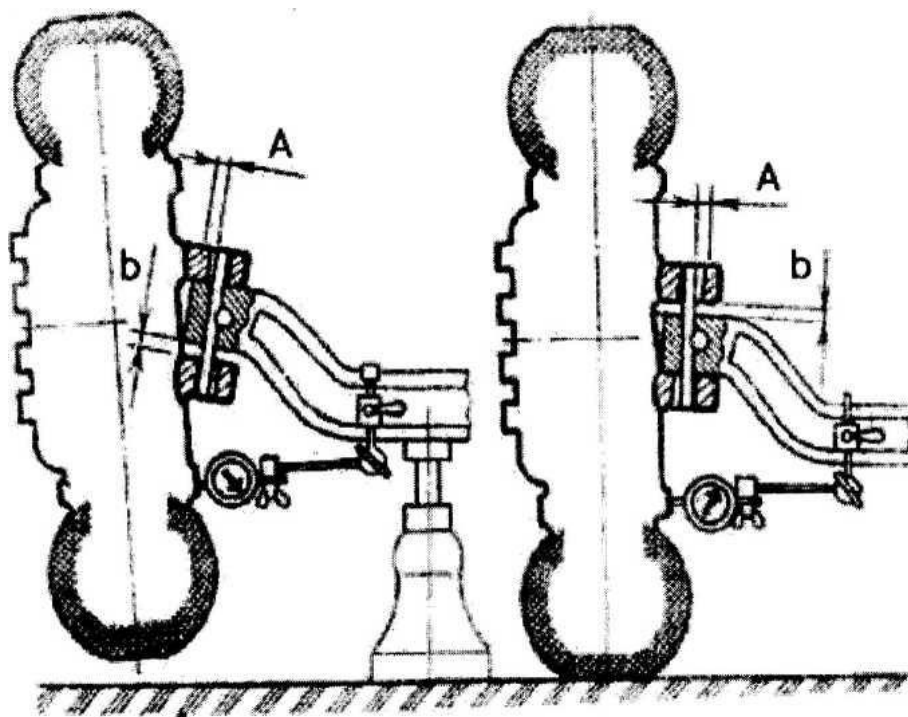


Рисунок 11 - Схема вимірювання люфтів у шкворневому з'єднанні

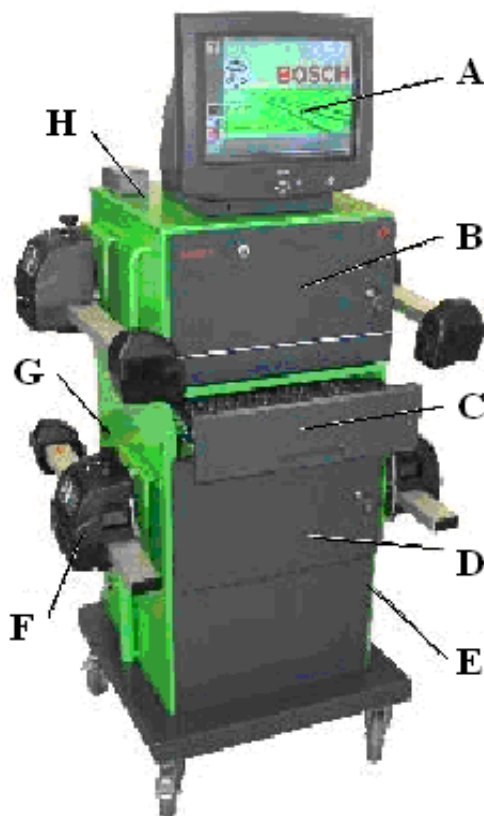


Рисунок 12 - Візок станда FWA-515 з сенсорами та моніторами



Рисунок 13 – Вимірювальна стійка FWA 4410 (вигляд спереду)

- 1 – монітор;
- 2 – клавіатура;
- 3 – миша;
- 4 – принтер;
- 5 – вимірювальна голівка (ВГ) на зарядних станціях¹;
- 6 – системний блок персонального комп'ютера;

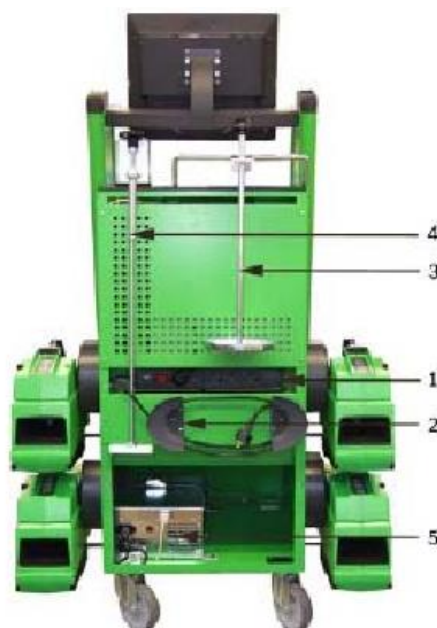
7 – поворотна плата;

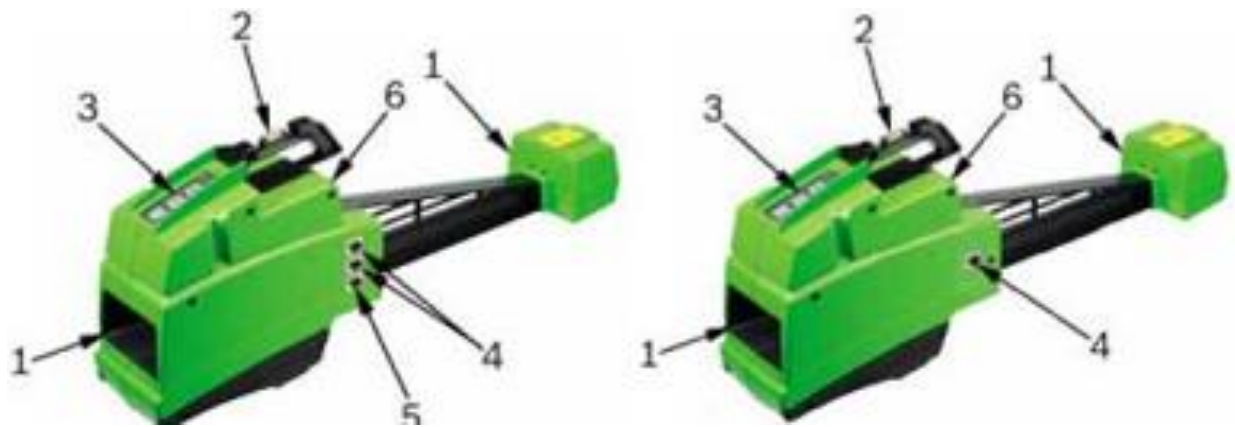
8 – комплект дротів для вимірювальної голівки;

9 – штексельні гнізда для комплекту проводів²

Рисунок 14 -FWA 4410 (вигляд ззаду):

- 1 – колодка штекерних роз'ємів;
- 2 – кабельний барабан;
- 3 – стопор керма;
- 4 – натяжне пристосування для гальма;
- 5 – розподільний бокс (кабель) або вимірювальний бокс (радіо)





а)б)

Рисунок 15 - Вимірювальна голівка довга а – передня; б – задня;:

1 – ПЗЗ-камера;

2 – рівень;

3 – клавіатура;

4 – підключення для передачі даних;

5 – підключення для поворотної плати;

6 – гвинт у формі зірчастого грибка для фіксації датчика кута повороту

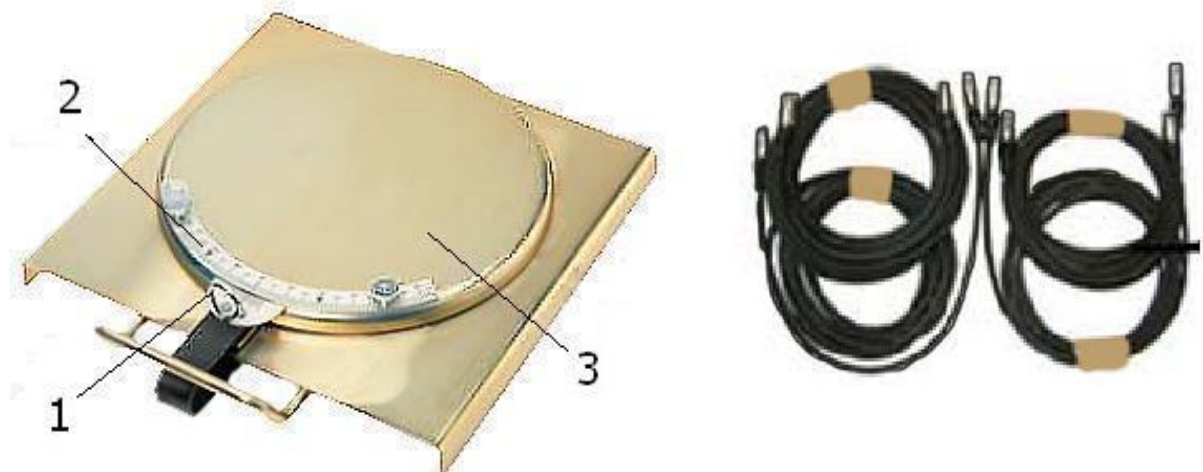


Рисунок 16 -Механічна поворотна плата:Рисунок 17 - Комплект кабелів

1 -фіксатор;(довгих та коротких)

2 -шкала;

3- тарілка для колеса.



Рисунок 18 Універсальний швидкозакримний фіксатор:

- 1 - обертовий шпindelь;
- 2 - затискний кулачок;
- 3 - посадочне гніздо для кріплення вимірювальної голівки за допомогою шкворня;
- 4 - затискач;
- 5 - кріпильний гвинт



Рисунок 19 - Встановлення автомобіля на поворотні плати



Рисунок 20 - Кріплення швидкозакимного фіксатора до бортової закраїни ободу

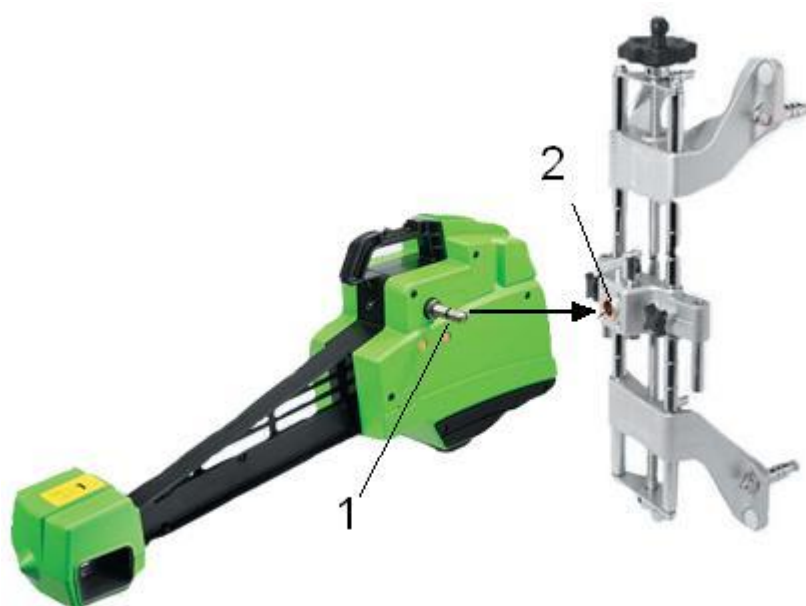


Рисунок 21 - Встановлення голівки на швидкозакимний фіксатор:

1 - установочний шкворень голівки;

2 - посадочне гніздо фіксатора



Рисунок 22 - Вирівнювання вимірювальних голівок:

1 - індикатор рівня



Рисунок 23 - Положення вимірювальних голівок



Рисунок 24 - Підключення вимірювальних голівок до вимірювальної стійки за допомогою з'єднувальних кабелів

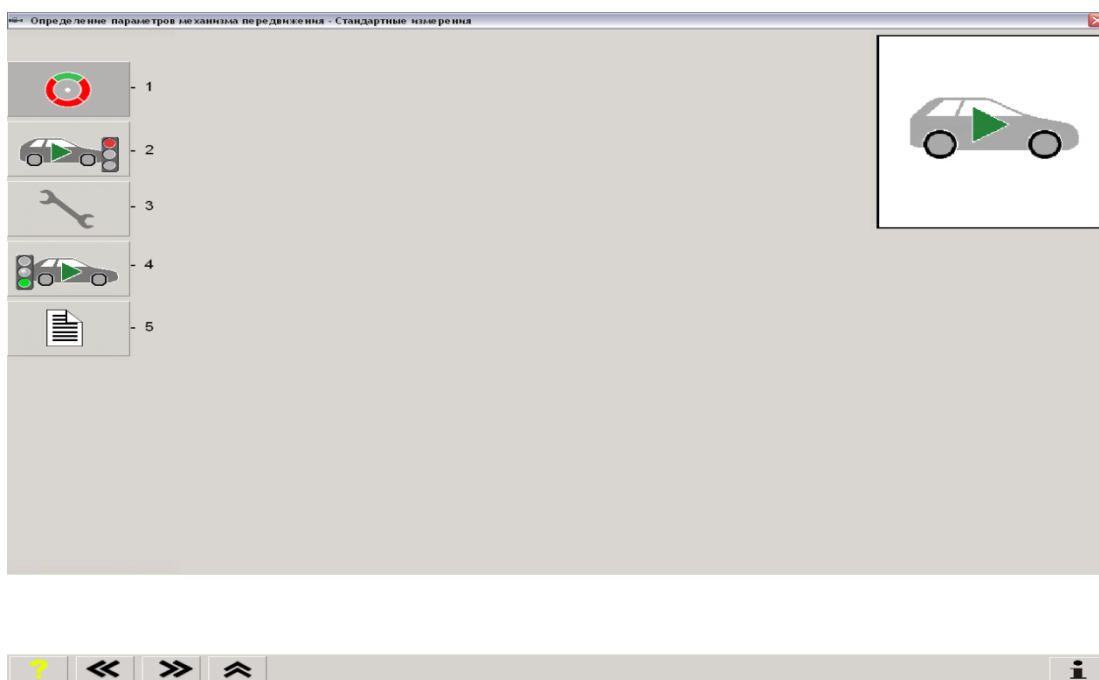


Рисунок 25 - Стандартні вимірювання:

- 1 – компенсація биття ободу колеса; 4– визначення вхідних параметрів;
- 2 – визначення вихідних параметрів; 5 – протокол вимірювання
- 3 – роботи з налаштування;

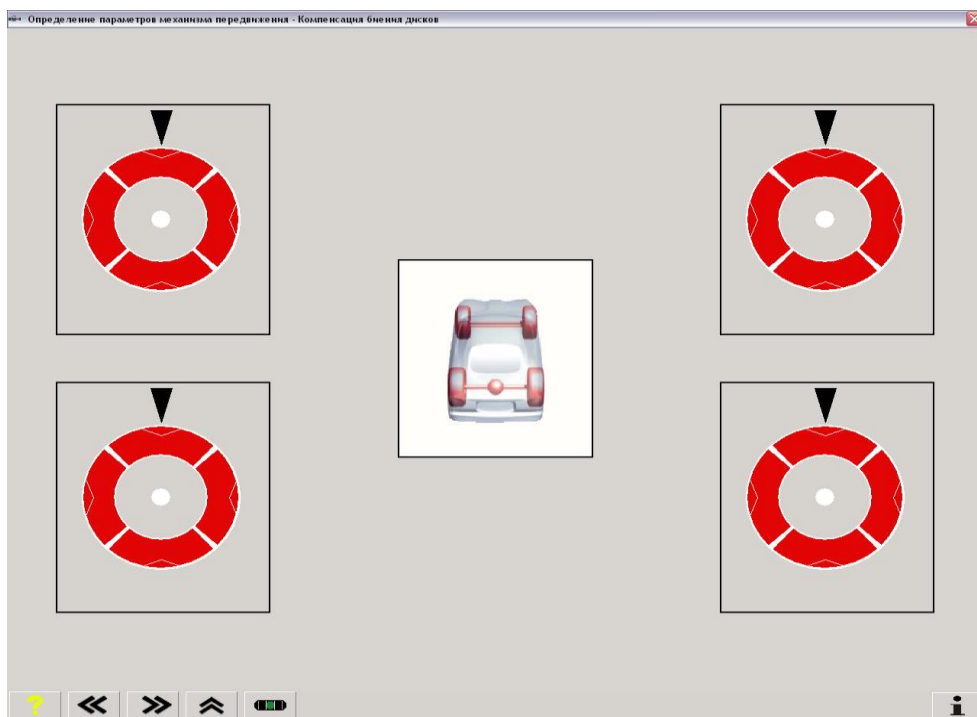


Рисунок 26 - Вікно компенсації биття дисків коліс

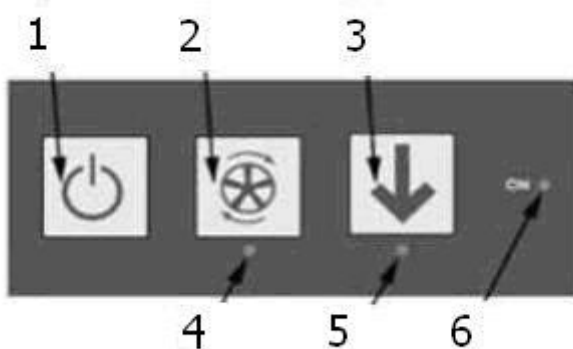


Рисунок 27 - Панель керування голівкою:

1 -клавіша«Вмк.» (Reset);
(перезавантаження);

2 -клавіша компенсації биття
ободу колеса;

3 -клавіша «Процеснакопичення»/

«Вивантаження автомобіля»;

4 -індикація компенсації биття ободу колеса;

5 -індикація процесу накопичення

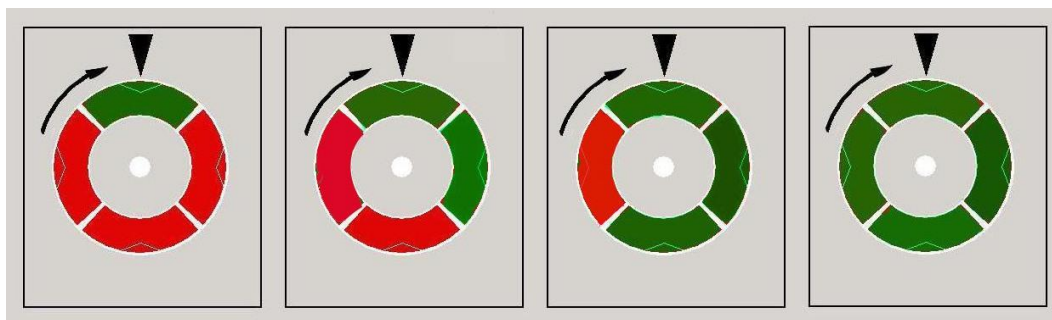


Рисунок 28 Схема компенсації биття диска переднього лівого колеса

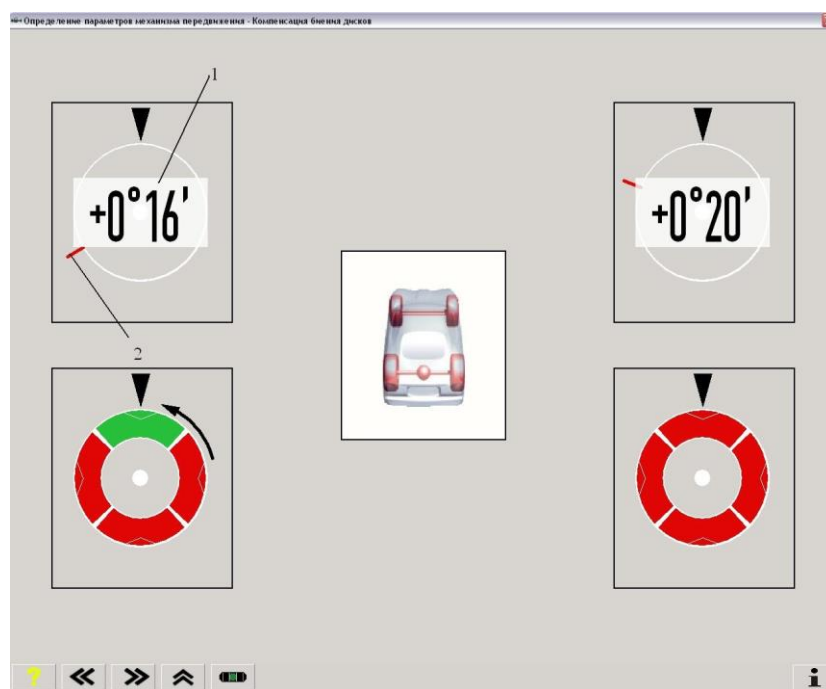


Рисунок 29 - Вікно з результатами компенсації биття передніх коліс

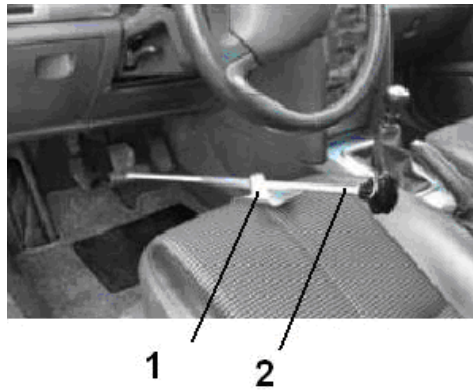


Рисунок 30 - Монтаж натяжного пристрою для гальм:
 1 – вісь стопора;
 2 – упорна пластина

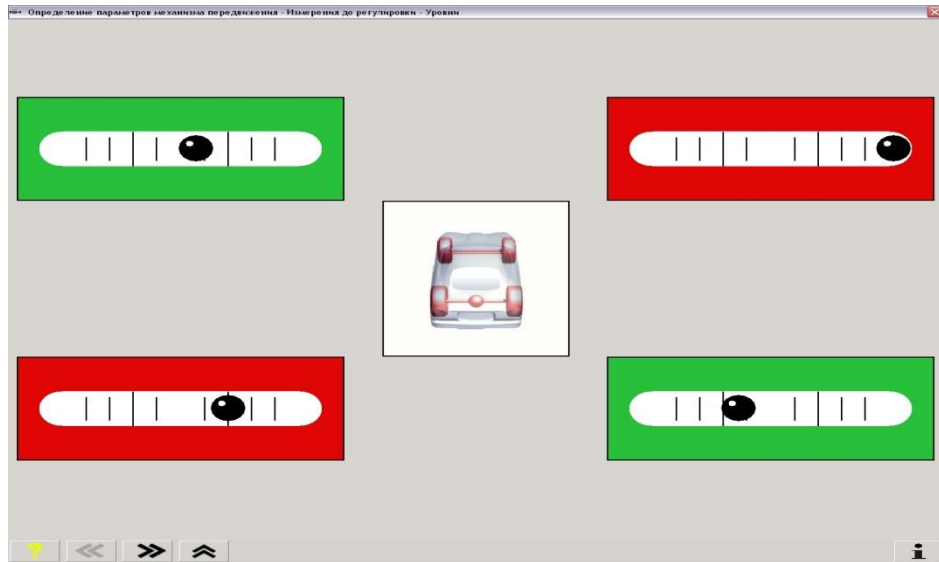


Рисунок 31 - Індикація рівнів датчиків голівок у процесі налаштування

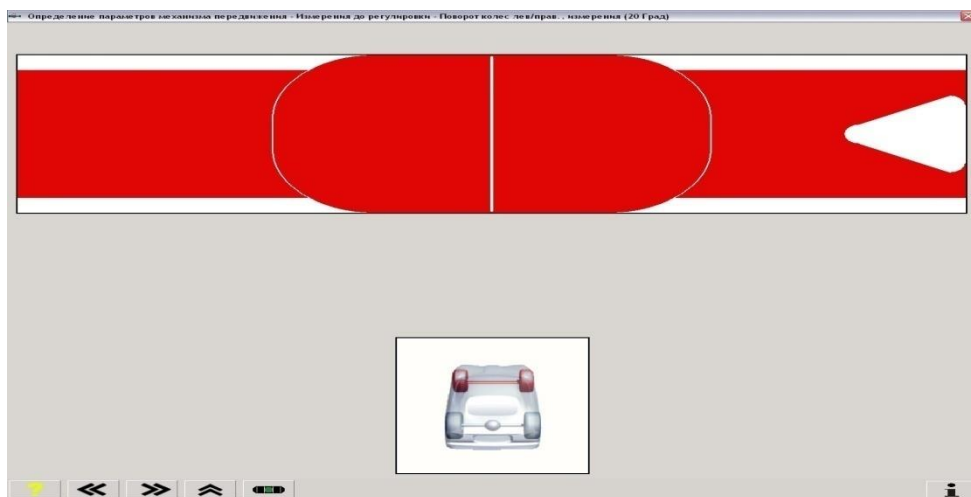


Рисунок 32 - Поворот керованих коліс ліворуч/праворуч, вимірювання 20°



Рисунок 33 - Положення коліс при повороті на 20°

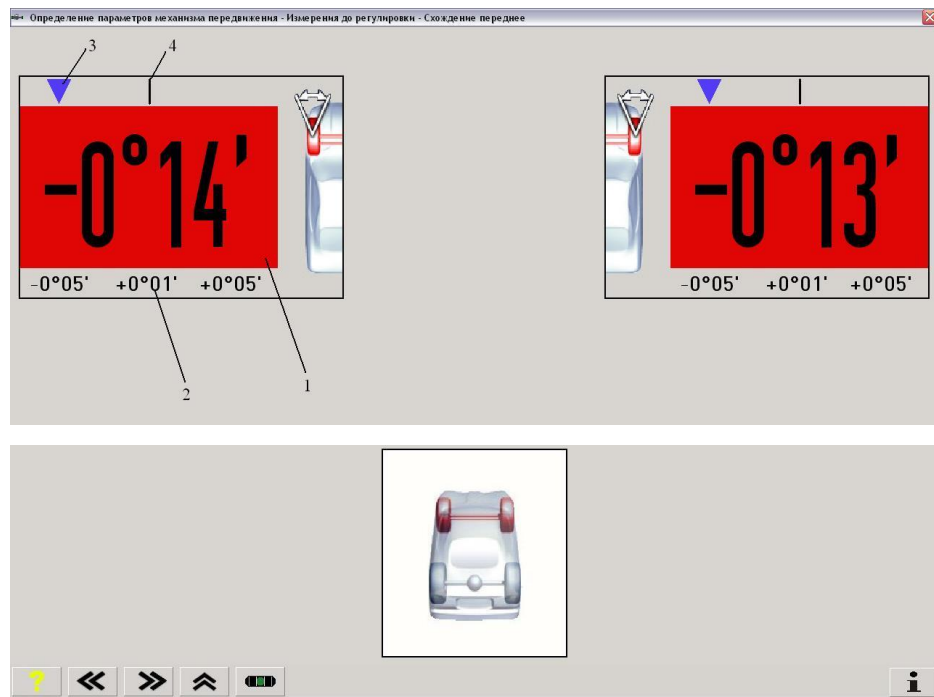
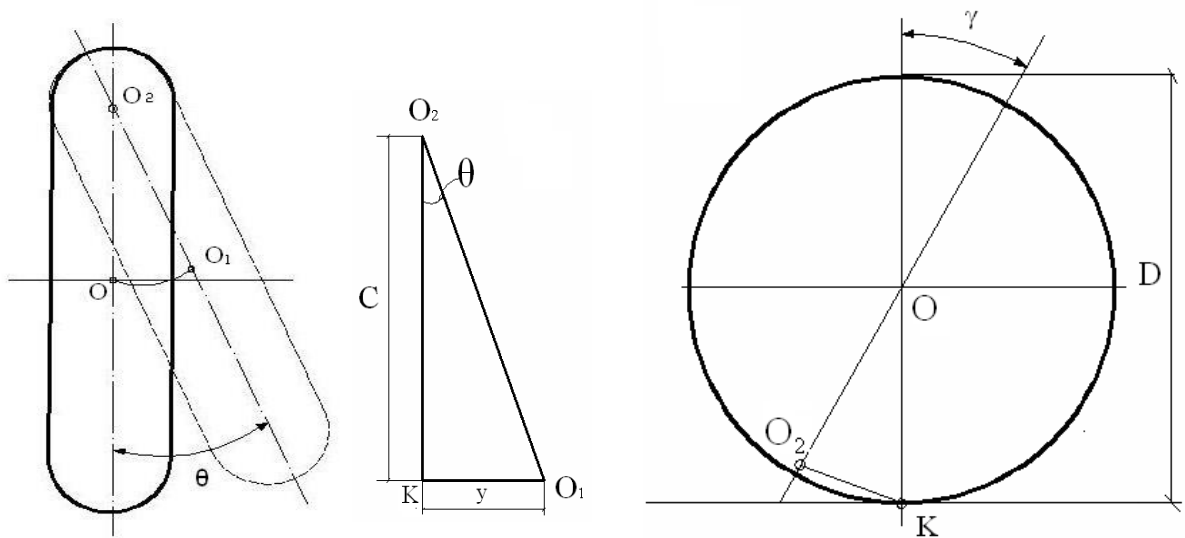


Рисунок 34 - Результат вимірювання сходження коліс передньої осі



а)б)

Рисунок 35 - Схематичне положення колеса під час руху:

а – вид зверху;

б – вид збоку;

О – геометричний центр колеса;

O_2 – точка перетину осі повороту колеса з опорною поверхнею;

К – геометричний центр відбитку колеса

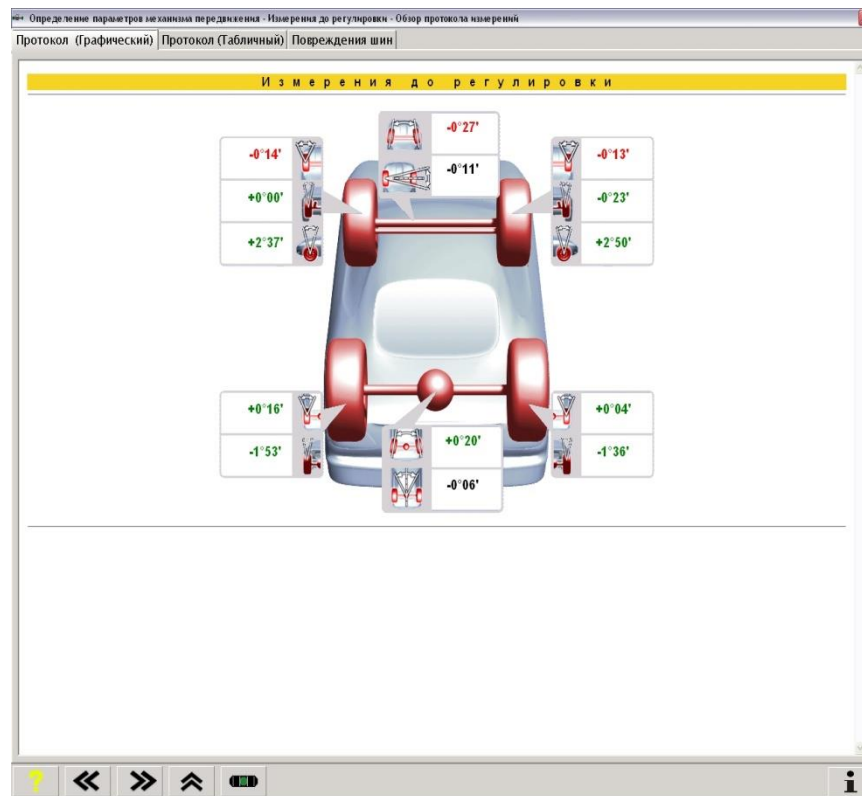


Рисунок 36- Графічний протокол вимірювань до регулювання

Определение параметров механизма передвижения - Измерения до регулировки - Обзор протокола измерений			
Протокол (Графический) Протокол (Табличный) Повреждения шин			
Задняя ось		Измерения до регулировки	Конечные данные
Развал	слева	-1°53'	-0°30' [-1°30'] +0°30'
	справа	-1°36'	
Схождение	слева	+0°16'	-0°10' [+0°08'] +0°10'
	справа	+0°04'	
Общее схождение		+0°20'	-0°20' [+0°15'] +0°20'
Смещение колеса		+0°03'	
Геометрическая ось движения		-0°06'	
Передняя ось		Измерения до регулировки	Конечные данные
Прод. НОП при 20°	слева	+2°37'	-0°45' [+2°30'] +0°45'
	справа	+2°50'	
ПНОП при 20°	слева	+5°18'	
	справа	+3°46'	
Разность углов схождения	слева	-1°28'	
	справа	-1°30'	
Развал	слева	+0°00'	-0°45' [-0°24'] +0°45'
	справа	-0°23'	
Схождение	слева	-0°14'	-0°05' [+0°01'] +0°05'
	справа	-0°13'	
Общее схождение		-0°27'	-0°10' [+0°02'] +0°10'
Смещение колеса		-0°11'	
Присоединенный угол 20°	слева	+5°18'	
	справа	+3°25'	

Рисунок 37- Табличний протокол вимірювань регулювання