



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 151352

(13) U

(51) МПК

G01M 17/06 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **u 2022 00788****(22)** Дата подання заявки: **21.02.2022****(24)** Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **07.07.2022****(46)** Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **06.07.2022, Бюл.№ 27****(72)** Винахідник(и):**Дитятьєв Олександр Васильович (UA),
Волков Володимир Петрович (UA)****(73)** Володілець (володільці):**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ,****вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002
(UA),****Дитятьєв Олександр Васильович,
просп. Науки, 28, кв. 25, м. Харків, 61166
(UA),****Волков Володимир Петрович,
пр. Московський, 198, кв. 25, м. Харків,
61082 (UA)****(54) СПОСІБ ДІАГНОСТУВАННЯ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ****(57)** Реферат:

Спосіб діагностування рульового керування автомобіля, в якому в кінематичній схемі рульового керування і, відповідно, в структурі люфтів виділяють три контури, ізольовані відносно дії в них сил, які циклічно змінюють, а саме: паралельний, що складається з сумарного люфту сполучень від поворотного важеля першого керованого колеса до поворотного важеля другого керованого колеса, і два послідовних, що складаються з суми люфтів послідовних сполучень від поворотного важеля кожного з керованих коліс через рульову передачу до рульового колеса; ізольовані контури отримують за допомогою звільнення-фіксації рульового колеса; послідовно в контурах на тестових режимах збуджують циклічно змінні сили; вимірюють в контурах вільні ходи (люфти), визначають за допомогою математичної обробки вільні ходи (люфти) послідовних ланок контурів, порівнюють значення цих вільних ходів (люфтів) послідовних ланок контурів з контрольними значеннями і формулюють діагноз. При цьому тестові режими відтворюють при обертанні керованих коліс нерухомого автомобіля, для цього колеса вивішують за нижні маятникові важелі і розкручують до частоти обертання не менше 140 об./хв; циклічну зміну напрямку руху навколо осі повороту керованих коліс отримують тимчасовою установкою на колеса додаткових незбалансованих мас у площині, відмінній від головної площини обертання колеса; вимірювання люфту у відповідному контурі здійснюють за допомогою датчиків кутового або лінійного переміщення, що встановлюють на поворотний кулак колеса з додатковою масою, причому при вимірюванні люфту в паралельному контурі друге кероване колесо не блокують, використовують одну додаткову масу на першому колесі і датчики переміщення на обох колесах, при цьому датчики переміщення включають у вимірювальний пристрій за диференціальною схемою.

UA 151352 U

Корисна модель належить до автомобільного транспорту, а саме стосується засобів технічного обслуговування і ремонту автомобілів, і може бути використана при оцінці технічного стану і пошуку (локалізації) несправностей рульового керування автомобіля.

До важливих параметрів, які забезпечують безпеку руху, належить сумарний люфт рульового керування, який, в числі інших параметрів, і визначають при оцінці (діагностуванні) технічного стану транспортного засобу. Існують нормативи для сумарного люфту, застосовні для різних категорій автомобілів [1], наприклад для легкового автомобіля він повинен бути не більше 10 градусів.

Відомий спосіб діагностики рульового керування [2] включає операції вимірювання сумарного люфту при попеременно-протилежному впливі на рульове колесо (вліво-вправо, до моменту початку руху керованих коліс). Величину сумарного люфту визначають по куту повороту рульового колеса між моментами появи бокових прискорень протилежного знака. Особливістю способу є відповідність умов вимірювання сумарного люфту умовам роботи автомобіля на дорозі.

Основна причина, яка перешкоджає отриманню очікуваного технічного результату - отримання високої точності діагностування технічного стану, при використанні даного способу, полягає в тому, що помилка результату діагнозу залежить від передавального числа рульового керування. Крім того, визначення сумарного люфту не дає уявлення про те, за рахунок якого сполучення або групи сполучень сталося його збільшення, що пояснюється особливостями структурної побудови рульового керування. Тим часом, локалізація несправностей в рамках "рульовий механізм" чи "рульовий привід" необхідна для планування виробництва з обслуговування і ремонту автомобіля, а також для прийняття рішення щодо забезпечення запасними частинами.

Відомий також спосіб діагностування сполучень рульового керування [3], який полягає в тому, що діагностування і локалізацію несправностей рульового керування здійснюють по частинах. При цьому перше кероване колесо поміщають на поворотний майданчик, друге кероване колесо фіксують. Таким чином, з першим рульовим колесом створюють замкнутий інформаційний контур, вимірюють в контурі люфт докладанням до деталей рульового керування силових впливів. Механічне навантаження прикладають повторно-змінним обертанням рульового колеса і направляють його на стиск, розтяг, скручування компонентів рульового приводу, що дозволяє в числі інших параметрів оцінити люфти в групі зчленувань. Потім колеса міняють - фіксують перше кероване колесо, друге поміщають на поворотний майданчик, до нього прикладають механічне навантаження і знову здійснюють вимірювання. Також вимірювання проводять на випробувальному майданчику при природному стані коліс. Таким чином отримують параметри принаймні двох різних інформаційних контурів - перший: "рульове колесо-рульовий механізм-рульова трапеція-деталі першого керованого колеса", - другий: "рульове колесо-рульовий механізм-рульова трапеція-деталі другого керованого колеса". Поділ контурів дозволяє використовувати принцип триангуляції - розбиття простору симптомів на симплекси і підтвердження результату за допомогою декількох незалежних вимірювань. Це також сприяє локалізації деяких несправностей в деталях рульового приводу окремих керованих коліс. Результати обробляються процесором для отримання діагнозу.

Основна причина, що перешкоджає отриманню очікуваного результату - отримання високої точності діагностування технічного стану, полягає у тому, що, по-перше, має місце низька точність вимірювання люфту в рульовому керуванні. Вона обумовлена дією механічного навантаження на рульове колесо і саме тут за початок і кінець відліку люфту приймається крутий момент. Тим часом відзначається [4], що при діагностиці рульового керування за допомогою оцінки люфтів рульового колеса з боку рульового колеса виникають істотні похибки від нелінійних ділянок пружної деформації в граничних зонах вибору люфту. Ці похибки подвоюються за рахунок зміни напрямку обертання рульового колеса і множаться на передавальне відношення рульового керування. Все це знижує точність діагнозу. По-друге, у способі відсутня можливість поділу несправності рульового механізму і несправності рульового приводу. Як було зазначено вище, в способі використовується два силових і інформаційних контури. Однак, в обох присутні елементи "рульове колесо-рульовий механізм-рульова трапеція", тому поділ параметрів елементів (локалізація несправностей) в цій частині контуру рульового управління неможливий, оскільки на два вимірювання припадає три локації несправностей. По-третє, діагностування проводиться на нерухомому автомобілі, розташованому на стенді. Однак відомо, що в цьому випадку сполучення рульового управління, підшипників коліс, приводів знаходяться у випадковому положенні і впливають на люфт в рульовому керуванні також випадковим чином. При цьому отримана величина люфту може не відповідати істинній величині люфту, що має місце при русі керованих коліс автомобіля.

Найближчий аналог заявленого способу діагностування технічного стану рульового керування полягає в тому, що діагностування здійснюють також по частинах. У кінематичній схемі рульового керування і, відповідно, у структурі люфтів визначають три ізольовані відносно силового впливу частини (контури) - паралельну, що складається з двох ланок послідовних сполучень (люфтів): перша - сумарний люфт сполучень від поворотного важеля першого керованого колеса до рульової рейки; друга - сумарний люфт сполучень від рульової рейки до поворотного важеля другого керованого колеса; і дві послідовних, що складаються з суми люфтів послідовних сполучень від кожного з керованих коліс до рульового колеса. Контури отримують шляхом блокування-звільнення керованих та рульового колеса; послідовно в контурах на тестових режимах збуджують сили, що циклічно змінюються. Математичною обробкою через люфти в контурах локалізують люфти в послідовних збірках сполучень рульового керування. Силі дії на керовані колеса здійснюють в попеременно-протилежному порядку від майданчиків стенда або від м'язової сили оператора. Порівняно з аналогами, що розглянуто, цей спосіб дозволяє достатньо ефективно локалізувати люфти в послідовних збірках сполучень рульового керування.

До недоліків способу, як і в попередньому випадку, слід віднести його статичність, тобто діагностування проводиться на стоячому автомобілі. Умови при діагностуванні не відповідають реальним умовам руху, коли колеса обертаються. Тому, як і в попередньому випадку, величини отриманих люфтів при цьому можуть не відповідати справжнім, існуючим при русі коліс автомобіля. Через це може істотно знижуватися точність діагнозу.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити спосіб шляхом підвищення точності діагностування.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі діагностування рульового керування автомобіля, в якому у кінематичній схемі рульового керування і, відповідно, у структурі люфтів визначають три контури, ізольовані відносно дії в них сил, які циклічно змінюються, а саме паралельний, що складається з сумарного люфту сполучень від поворотного важеля першого керованого колеса до поворотного важеля другого керованого колеса, і двох послідовних, що складаються з суми люфтів послідовних сполучень від поворотного важеля кожного з керованих коліс через рульову передачу до рульового колеса; ізольовані контури отримують шляхом фіксації-звільнення рульового колеса; послідовно в контурах на тестових режимах збуджують циклічно змінні сили; вимірюють в контурах вільні ходи (люфти), визначають за допомогою математичної обробки вільні ходи (люфти) послідовних ланок контурів, порівнюють значення цих вільних ходів (люфтів) послідовних ланок контурів з контрольними значеннями і формують діагноз, згідно з корисною моделлю, тестові режими відтворюють при обертанні керованих коліс нерухомого автомобіля, для цього колеса вивішують за нижні маятникові важелі і розкручують до частоти обертання близько 140 об./хв; циклічну зміну напрямку руху навколо осі повороту керованих коліс отримують тимчасовою установкою на колеса додаткових незбалансованих мас у площині, відмінній від головної площини обертання колеса; вимірювання люфту у відповідному контурі виконують за допомогою датчиків кутового або лінійного переміщення, що встановлюють на поворотний кулак колеса з додатковою масою, причому при вимірюванні люфту в паралельному контурі друге кероване колесо не блокують, використовують одну додаткову масу на першому колесі і датчики переміщення на обох колесах, при цьому датчики переміщення включають у вимірювальний пристрій за диференціальною схемою.

Диференціальна схема сприяє вимірюванню саме люфту в рульовому керуванні, а не всього кута, на який повернулося кероване колесо під дією сил від незбалансованих мас.

Суть способу пояснюється кресленнями, на яких зображено: на фіг. 1, 2 - схема утворення циклічної (періодичної) сили від незбалансованої маси; на фіг. 3, 4 - кронштейн кріплення незбалансованої маси на колесі; на фіг. 5 - встановлення датчика кута повороту на поворотний кулак колеса; на фіг. 6 - місцевий вигляд від фіг. 5; на фіг. 7 - схема вимірювання люфту в паралельному контурі рульового керування.

Спосіб реалізується таким чином:

Циклічну зміну напрямку руху навколо осі повороту керованих коліс у даному способі отримують тимчасовою установкою на колеса додаткових незбалансованих мас. На фіг. 1 зображено в горизонтальній площині колесо, що обертається і має незбалансовану масу m в площині, яка відступає від головної площини обертання колеса O на відстані a . Незбалансована маса є причиною появи відцентрової сили P , величина якої залежить від розміру маси, відстані від центра обертання і частоти обертання ω . Відцентрова сила на плечі a створює крутий момент M , під дією якого і при наявності люфту у рульовому керуванні повертається колесо. В горизонтальній площині, що проходить через центр колеса, відцентрова сила і крутий момент

досягають максимальних значень, коли через цю площину проходить центр незбалансованої маси. На фіг. 1 зображене колесо, що обертається, в першому положенні, при якому під дією моменту "М" колесо повертається вліво. На фіг. 2 представлено колесо при русі після повороту на 180° (половина обороту). У цьому випадку напрямок дії відцентрової сили змінюється на протилежний і колесо під дією моменту "-М" повертається вправо. Розмах кутових переміщень "вліво-вправо" за один оборот колеса свідчить про наявність і величину люфту в контурі рульового керування.

Передню частину автомобіля піднімають за поперечні важелі до втрати контакту керованих коліс із опорною поверхнею. На диск першого керованого колеса монтують кронштейн кріплення незбалансованої маси. Як кронштейн можна використовувати колісний захват від промислового стенда для регулювання розвалу-сходження коліс, зокрема стенда URS183D2 фірми TROMMELBERG. Кронштейн містить дві каретки 1, траверсу 9 з фіксаторами 2, гвинт 3 з шестигранною головкою 5. Встановлюють кронштейн на закраїни обода 4 обертанням гвинта 3 з шестигранною головкою 5. При обертанні гвинта дві каретки 1 сходяться і затискають обід 4 через фіксатори 6. Додаткова маса встановлюється в отвір 7 траверси 9 і фіксується гвинтовим затискачем 8. Траверса має можливість рухатися по напрямних і фіксується за допомогою фіксаторів 2.

Встановлюють компоненти вимірювального пристрою. Для цього на поворотні кулаки 10 керованих коліс на гайки кріплення кульових опор через пружні проміжні кільця встановлюють датчики повороту 11 у вигляді інкрементальних енкодерів, а на поздовжніх важелях 12 закріплюють вимірювальні головки 13. Для закріплення використовують кронштейни 14.

Розкручують від двигуна або від стороннього джерела колеса в один бік до частоти обертання не менше 140 об./хв. Далі проводять три види вимірювання:

1. Вимірювання в паралельному контурі - при вільному рульовому колесі, на керованому першому колесі змонтована незбалансована маса, на другому керованому колесі незбалансованої маси немає. На кожному з керованих коліс датчики кута повороту включені в диференціальну схему вимірювання.

2. Вимірювання у першому послідовному контурі - при заблокованому рульовому колесі, на першому керованому колесі змонтована незбалансована маса; на ньому ж вимірюється люфт у першому послідовному контурі. На другому керованому колесі незбалансованої маси немає.

3. Вимірювання у другому послідовному контурі - при заблокованому рульовому колесі, на другому керованому колесі змонтована незбалансована маса; на ньому вимірюється люфт у другому послідовному контурі. На першому керованому колесі незбалансованої маси немає.

Отримані дані вимірювань обробляються так:

$$M1=(R2-R3+R1)/2,$$

$$M2=(R1-R2+R3)/2,$$

$$M3=(R3-R1+R2)/2,$$

де: R1, R2, R3 - результати вимірювань люфтів у контурах;

M1, M2, M3 - люфти у збірках послідовних елементів рульового керування (див. фіг. 7.)

Роль диференціальної схеми вимірювання люфту в паралельному контурі полягає в наступному. За наявності люфту в рульових зчленуваннях і при впливі на перше з керованих коліс від незбалансованої маси m колесо починає рухатися в напрямку β , вибираючи люфти в зчленуваннях 15, 16, 18, 19. Друге колесо рушає із затримкою після вибірки люфтів і ця затримка в кутових одиницях і є предметом вимірювання. Рульове колесо вільне, тому зчленування 17, 20, 21 у вимірюванні не беруть участі. Момент торкання другого колеса свідчить про те, що момент сил від незбалансованої маси перевищив момент сил опору повороту другого колеса і обидва колеса починають синхронно повертатися на однакові кути щодо осей повороту 22, 24 в одному напрямку. Позиція 25 - структурна жорсткість кузова. Датчики повороту коліс при цьому показують однакову величину з однаковим знаком. Оскільки диференціальна схема вимірювання приймає різницю вхідних величин, на її виході при цьому буде нульовий сигнал. Таким чином, схема вимірює лише відносне переміщення керованих коліс або люфт у паралельному контурі. Обробка результатів вимірювання здійснюється за допомогою вимірювальної схеми.

Визначимо основні параметри пристрою для діагностування рульового керування.

1. Визначення параметрів вимірювального пристрою

Визначимо основні параметри механічної частини пристрою, маючи на увазі, що параметри пристрою пов'язані з параметрами автомобіля, що діагностується. Для визначеності візьмемо як останній автомобіль SKODA OCTAVIA 1,8T.

Параметри, необхідні для розрахунку:

- розмір шин - 195/65 R15;

- передавальне число рульового керування - $i=16,4$.

Кут повороту керованих коліс P можна знайти із співвідношення:

$\beta = \alpha / i$, град.,

де α - кут повороту рульового колеса.

5 Для нормативного, згідно з джерелом [1] і ДСТУ 3649 [8], люфту в 10° , з урахуванням передавального числа, кут повороту керованих коліс β буде дорівнювати $0,61^\circ$, або щодо поздовжньої осі автомобіля $\pm 0,305^\circ$. ДСТУ 3649 визначає крайні значення люфту для справного рульового керування автомобіля категорії M1, що дорівнює 25° повороту рульового колеса. Для цих умов розмах переміщень керованих коліс дорівнює $1,52^\circ$. Маючи на увазі, що мінімальна похибка вимірювальних приладів зазвичай буває на середині шкали, максимальний діапазон вимірювання кута повороту керованих коліс можна прийняти 3° . Якщо прийняти, що в діапазоні вимірювань в $1,52^\circ$ буде 100 значень, то це буде відповідати чутливості датчика повороту - інкрементального енкодера - $0,0152^\circ/\text{поділ}$. Повний оборот датчика матиме $360^\circ/0,0152=23684$ розподілу. Якщо вибрати датчик з діаметром 40 мм і довжиною кола $40 \times 3,14=125,6$ мм, то необхідна чутливість дорівнюватиме $125,6/23684=0,0053$ мм/діл= $5,3$ дм/діл. Цій вимозі відповідає магнітний інкрементальний енкодер MR040G зі зчитувальною головкою LM 13, наприклад, словенської фірми RLS [6].

2. Визначення величини незбалансованої маси

Використовуємо такий підхід. Гранично допустимий дисбаланс шини обмежується на рівні 20 $0,5-0,7\%$ від множення маси шини на її радіус [7, стор. 214] і становить $1000 \dots 2000$ г*см. Наприклад, для колеса 175/70R13 з радіусом закраїни обода, рівному $17,5$ сантиметра, законодавчо встановлений гранично допустимий дисбаланс 60 грамів, що відповідає граничному дисбалансу колеса 13 дюймів ($17,5 \times 60=1050$ г*см). Відцентрова сила при цьому дорівнює:

25 $P=mv^2/R$, (1)

де P - відцентрова сила, Н;

m - незбалансована маса, кг;

v - лінійна швидкість обертання обода, м/с;

R - радіус обертання, м.

30 Промислові стенди для балансування коліс (наприклад, популярний стенд BRIGHT 68 CB) мають частоту обертання колеса при балансуванні близько 140 об./хв ($\omega=14,65$ рад/с) за чутливості 1 г. Це відповідає "швидкості руху" автомобіля $A_a=\omega * R_k=14,65 \times 0,288=4,25$ м/с= $15,2$ км/год. та відцентровій силі (формула 1) $P=3,76$ Н. Наші дослідні дані свідчать, що цієї сили недостатньо, щоб подолати сили тертя в поєднаннях і вибрати сумарний люфт. В результаті випробувань різних коліс на різних автомобілях було з'ясовано, що для цього потрібна сила не менше 72 Н. Для цих умов незбалансована маса, визначена за формулою (1), повинна бути не менше $1,15$ кг.

Для інших розмірів коліс та швидкостей обертання при діагностуванні розмір незбалансованої маси може бути інший, проте на точність діагностування це не впливає.

40 Як показують експериментальні дослідження, діагностування рульового керування в умовах обертання керованих коліс сприяє значному збільшенню достовірності діагнозу і зниженню витрат при технічному обслуговуванні та ремонті автомобілів.

Спосіб може бути затребуваний у випробувальних лабораторіях, станціях технічного обслуговування автомобілів. Перед діагностуванням рульового керування необхідно довести до 45 норми тиск в шинах, перевірити справність кульових опор і підшипників коліс.

Перелік літературних джерел

1. Про правила дорожнього руху. Документ 1306-2001-п, редакція від 04.03.2021. Розділ 31. Технічний стан транспортних засобів та їх обладнання, 31.4.2 Рульове керування. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text> - Назва з екрана.

2. Патент RU 2295714. Способ измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортного средства. Дата подання - 29.06.2005 г; дата публ. - 20.03.2007.

3. Патент US 9776657(B1) Methods and systems for steering system integrity testing - дата подання - 25.11.2014; дата публ. - 10.03.2017.

55 4. Патент RU 2234675 C2 Способ измерения люфта в рулевом управлении транспортного средства и устройство для его осуществления - дата подання - 18.10.2003; дата публ. - 20.08.2004.

5. Патент UA 137943 Спосіб діагностування рульового керування автомобіля. Дата подання, дата публ. 11.11.2019, бюлл. № 21/19.

6. Incremental magnetic rings. Data sheet. MR01D01_01. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.rls.si/fileuploader/download/download/?d=0&file=custom%2Fupload%2FData-sheet-Incremental-magnetic-rings.pdf>

7. Техническая эксплуатация автомобилей; Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; Под ред. Е.С. Кузнецова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1991. - 413 с.

8. ДСТУ 3649:2010 Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. Київ Держспоживстандарт України 2011. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://patrul.in.ua/pdf/dstu-3649.pdf>

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб діагностування рульового керування автомобіля, в якому в кінематичній схемі рульового керування і, відповідно, в структурі люфтів виділяють три контури, ізольовані відносно дії в них сил, які циклічно змінюють, а саме: паралельний, що складається з сумарного люфту сполучень від поворотного важеля першого керованого колеса до поворотного важеля другого керованого колеса, і два послідовних, що складаються з суми люфтів послідовних сполучень від поворотного важеля кожного з керованих коліс через рульову передачу до рульового колеса; ізольовані контури отримують за допомогою звільнення-фіксації рульового колеса; послідовно в контурах на тестових режимах збуджують циклічно змінні сили; вимірюють в контурах вільні ходи (люфти), визначають за допомогою математичної обробки вільні ходи (люфти) послідовних ланок контурів, порівнюють значення цих вільних ходів (люфтів) послідовних ланок контурів з контрольними значеннями і формулюють діагноз, який **відрізняється** тим, що тестові режими відтворюють при обертанні керованих коліс нерухомого автомобіля, для цього колеса вивішують за нижні маятникові важелі і розкручують до частоти обертання не менше 140 об./хв; циклічну зміну напрямку руху навколо осі повороту керованих коліс отримують тимчасовою установкою на колеса додаткових незбалансованих мас у площині, відмінній від головної площини обертання колеса; вимірювання люфту у відповідному контурі здійснюють за допомогою датчиків кутового або лінійного переміщення, що встановлюють на поворотний кулак колеса з додатковою масою, причому при вимірюванні люфту в паралельному контурі друге кероване колесо не блокують, використовують одну додаткову масу на першому колесі і датчики переміщення на обох колесах, при цьому датчики переміщення включають у вимірювальний пристрій за диференціальною схемою.

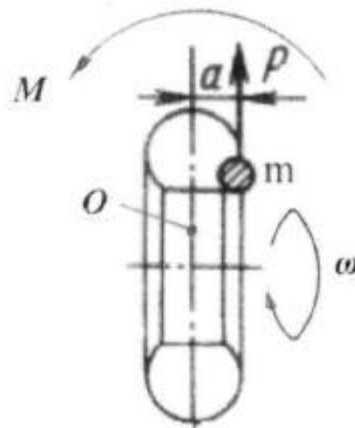
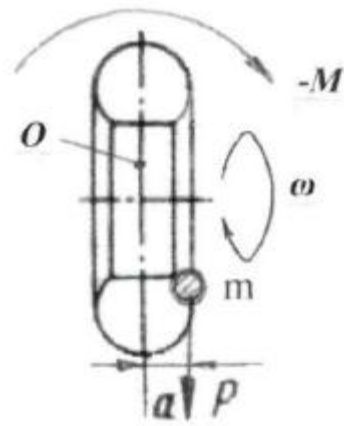
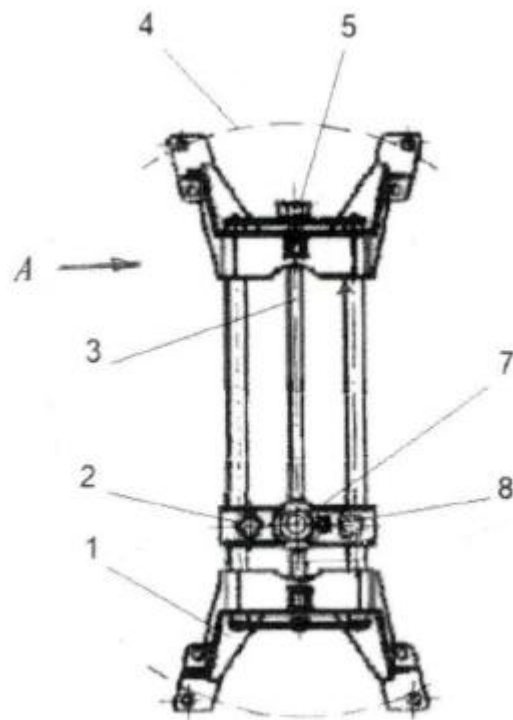


Fig. 1



Фиг. 2

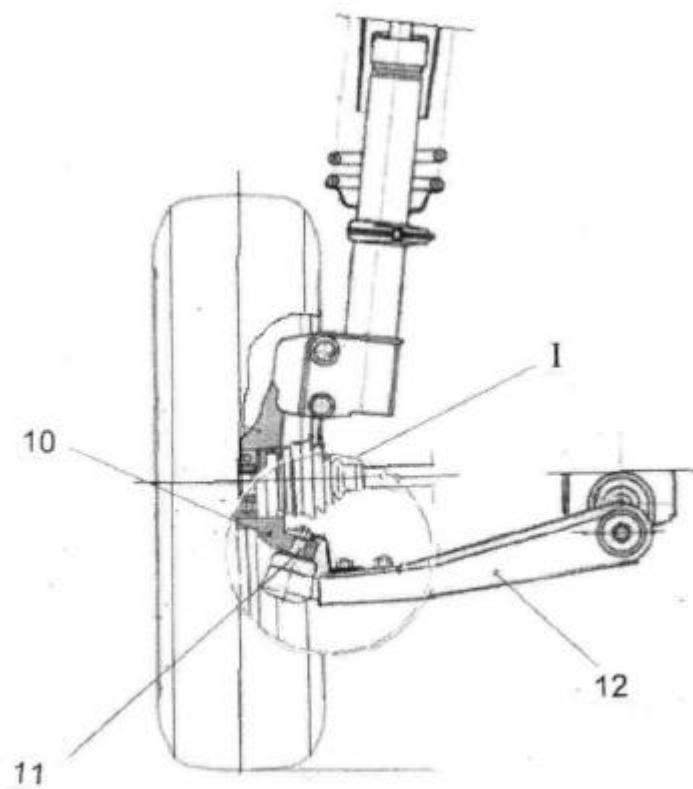


Фиг. 3

Вид А



Фиг. 4



Фиг. 5

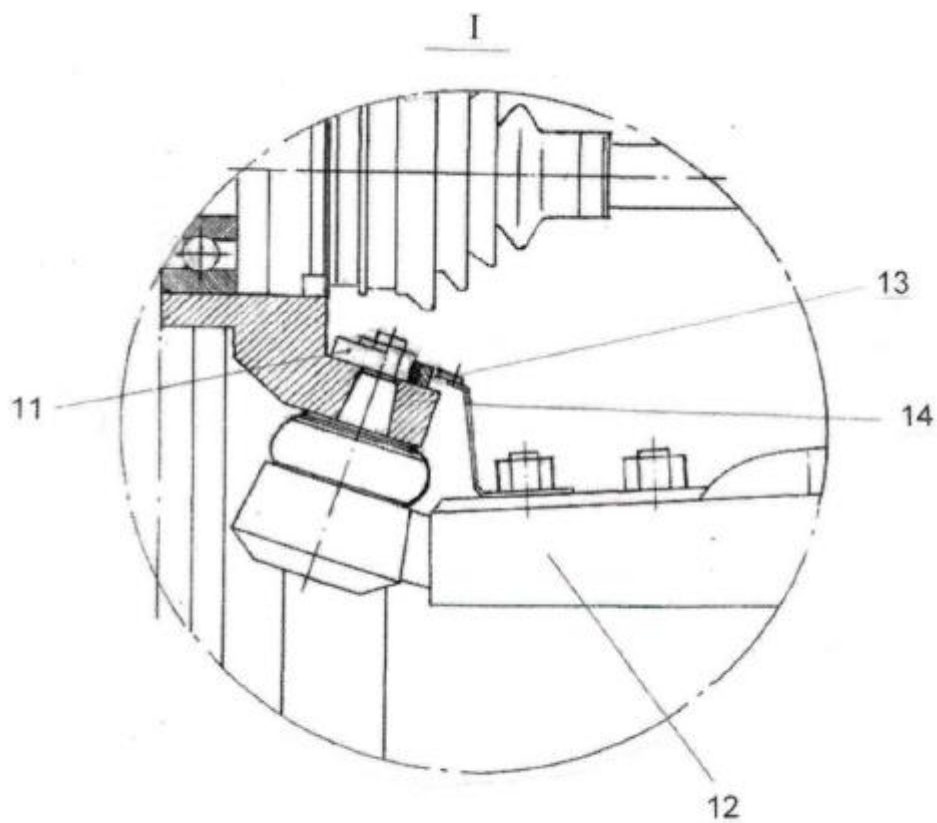


Fig. 6

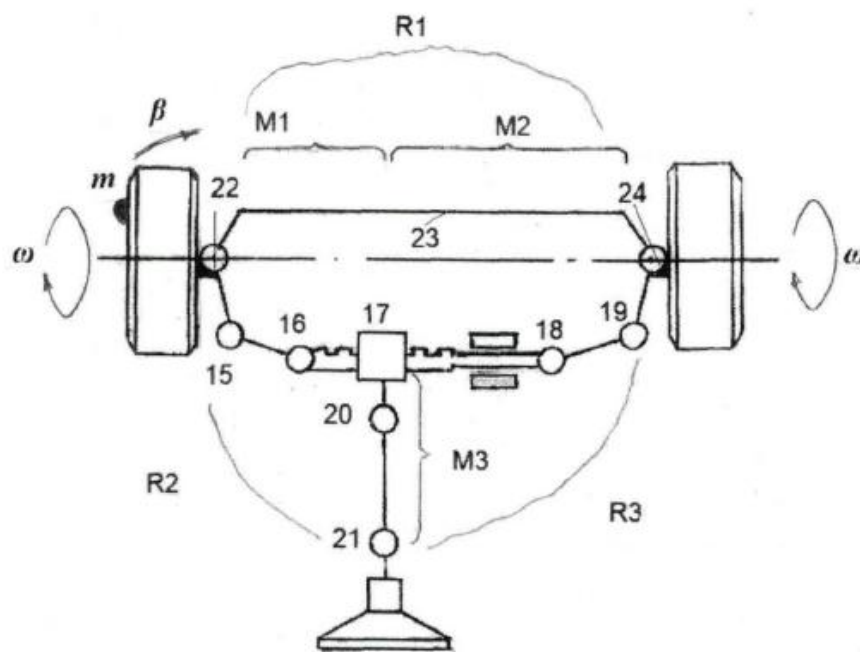


Fig. 7