



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123801** (13) **C2**  
(51) МПК

**G01M 17/06** (2006.01)

**G01B 5/24** (2006.01)

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

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

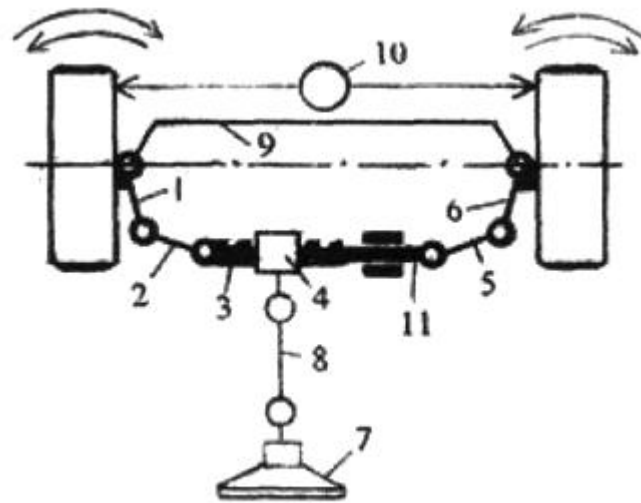
<p>(21) Номер заявки: <b>а 2019 04629</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>02.05.2019</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>03.06.2021</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>25.11.2019, Бюл.№ 22</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>02.06.2021, Бюл.№ 22</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Дитятьєв Олександр Васильович (UA), Волков Володимир Петрович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>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)</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2238534 C2, 20.10.2004 RU 2234675 C2, 20.08.2004 CN 103234900 A, 07.08.2013 GB 2007375 B, 28.04.1982 RU 2266530 C1, 20.12.2005 US 5795997 A, 18.08.1998</p>
--	---

**(54) СПОСІБ ДІАГНОСТУВАННЯ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ**

**(57) Реферат:**

Спосіб діагностування рульового керування автомобіля. Локалізація несправностей в рамках "рульовий механізм" чи "рульовий привід" дає переваги при плануванні виробництва по обслуговуванню і ремонту автомобіля, а також при прийнятті рішення щодо забезпечення запасними частинами. Технічний результат полягає в поєднанні високої точності і можливості локалізації несправності окремо в рульовому механізмі і окремо в рульовому приводі. Даний технічний результат, отриманий завдяки обліку особливостей структурної побудови рульового керування при тестовому діагностуванні, досягається за рахунок того, що силові дії прикладаються до керованих коліс в трьох режимах; тут же вимірюється вільні ходи частини кінематичної схеми рульового керування. В результаті стає можливим локалізувати несправність в рульовому механізмі, або в послідовних ланках рульового приводу. Технічним результатом є також розширення асортименту способів діагностування рульового керування автомобіля.

UA 123801 C2



Фиг. 1

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

5 До важливих параметрів, які забезпечують безпеку руху, належить сумарний вільний хід (люфт) рульового керування, який, в числі інших параметрів, визначають при оцінці технічного стану (діагностики).

Відомий спосіб діагностики рульового керування автомобілів [1] включає операції вимірювання сумарного люфту при попеременно-протилежному впливі на рульове колесо (вліво-вправо, до моменту початку руху керованих коліс). Сумарний люфт оцінюють через вимір розмаху кутових переміщень. Існують нормативи для сумарного люфту, застосовні для різних категорій автомобілів [2, стор. 407], наприклад, для легкового автомобіля він повинен бути не більше 10 градусів при додатку до керма зусилля в 7,35 Н.

10 Основна причина, яка перешкоджає отриманню очікуваного технічного результату, - поєднання високої точності і можливості локалізації несправності при використанні даного способу полягає в тому, що різні автомобілі мають різні передавальні числа в рульовому керуванні навіть в межах одного класу (наприклад, легкові автомобілі 12...20 [2, стор. 270]), а тому автомобіль, який має рульове керування з малим передавальним числом, наприклад, рівним 12, при нормативному сумарному люфті в 10 градусів буде мати коливання керованих коліс на дорозі в  $20/12=1,5$  рази більше, ніж такий же автомобіль, але з передавальним числом 20 в рульовому керуванні, рівним 20. Внаслідок цього показники безпеки руху першого автомобіля можуть виявитися неприпустимими, незважаючи на те, що люфт рульового колеса може перебувати в межах норми.

Крім цього, визначення сумарного люфту не дає уявлення про те, за рахунок якого сполучення або групи сполучень сталося його збільшення, що пояснюється особливостями 25 структурної побудови рульового керування. Тим часом, локалізація несправностей в рамках "рульовий механізм" чи "рульовий привід" необхідна для планування виробництва по обслуговуванню і ремонту автомобіля, а також для прийняття рішення щодо забезпечення запасними частинами. Тому були численні спроби модернізації способу [3, стор. 281] з метою класифікації та локалізації несправностей, але успіху вони не мали. Мається на увазі, що в 30 даному технічному рішенні за результатами діагностування неможливо диференціювати люфти і локалізувати несправності окремо в рульовому механізмі і окремо в рульовому приводі.

Відомий також спосіб діагностування сполучень рульового керування шляхом візуального контролю відносних переміщень компонентів сполучень. Діагностування рульового керування виробляють в складі діагностики люфтів всієї ходової частини - направляючого, демпфуючого 35 пристрою підвіски, кріплення коліс. Спосіб реалізований в відомих стендах - люфт-детекторах (play-detector) фірм МАНА (Німеччина), НРА (Італія) та ін. Це технічне рішення представлено в патентній літературі, наприклад [4]. Від попереднього способу є суттєва відмінність - повторно-короткочасні випадково спрямовані силові дії надсилають не на рульове колесо, а на керовані колеса - на одне з них або обидва відразу, що дозволяє уникнути помилок, пов'язаних з різними 40 передавальними числами рульових керувань на різних автомобілях. Разом з тим, залишаються причини, які перешкоджають отриманню очікуваного технічного результату, - поєднання високої точності і можливості локалізації несправності при використанні даного способу. Перша з них полягає в тому, що діагностування проводиться лише візуально, без вимірювання кутових або лінійних величин, що характеризують люфти в рульовому керуванні. В цьому випадку результат 45 діагностування містить значну частку суб'єктивного фактора, що знижує точність діагнозу. Друга причина обумовлена самою природою даного способу діагностування, оскільки не всі сполучення рульового керування, такі як рульова колонка, карданний вал, силова передача рульового механізму доступні для візуального спостереження. Це перешкоджає локалізації несправності.

Найбільш близьке технічне рішення (прототип) [5] того ж призначення до заявленого способу діагностування рульового керування полягає в тому, що діагностування 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 за допомогою 55 дії 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 рульового приводу. Потім колеса міняють - фіксують перше кероване колесо, друге поміщають на поворотний майданчик, прикладають механічне навантаження і 60 знову роблять виміри. Також вимірювання роблять 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

5 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 з метою отримання діагнозу.

Основна причина, що перешкоджає отриманню очікуваного результату - поєднання високої

10 точності і можливості локалізації несправності полягає у тому, що, по-перше, має місце низька точність вимірювання люфту в рульовому керуванні. Вона обумовлена дією механічного навантаження до керма, а за початок і кінець відліку люфту приймається крутний момент на рульовому колесі. Тим часом відзначається [6], що при діагностиці рульового керування за допомогою оцінки люфтів рульового колеса виникають істотні похибки від нелінійних ділянок

15 пружною 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 прототипу відсутня можливість поділу несправності рульового механізму і несправності рульового приводу. Як було зазначено вище, в способі використовується два силових і інформаційних контури. Однак в

20 обох присутні елементи "рульове колесо - рульовий механізм - рульова трапеція", тому поділ параметрів елементів (локалізація несправностей) в цій частині контуру рульового управління неможливий.

В основу винаходу "Спосіб діагностування рульового керування автомобіля" поставлено задачу отримати технічне рішення, що дозволяє при високій точності діагнозу локалізувати

25 несправності в рамках окремо рульового механізму і окремо рульового приводу.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі діагностування рульового керування автомобіля за величиною люфту, відповідно до якого діагностування здійснюють по частинах, для чого ізолюють частину кінематичної схеми рульового керування, до тієї частини, що залишилася і діагностується, прикладають тестові сигнали у вигляді силових впливів на

30 деталі рульового керування і за сукупністю параметрів відгуку, отриманих для різних діагностованих частин, в результаті порівняння параметрів відгуку з контрольними значеннями формулюють діагноз, відповідно до винаходу, локалізацію несправностей здійснюють окремо в рульовому приводі і окремо в рульовому механізмі, для чого в кінематичній схемі рульового управління і, відповідно, в структурі люфтів визначають дві частини - паралельну, що складається з двох ланок послідовних сполучень (люфтів): перше - M1 - сумарний люфт

35 сполучень поворотного важеля першого керованого колеса - рульової тяги першого керованого колеса - рульової рейки; друге - M2 - сумарний люфт сполучень рульової рейки - рульової тяги другого керованого колеса - поворотного важеля другого керованого колеса, і послідовну M3, що складається з суми люфтів послідовних сполучень: рульова рейка рульової передачі -

40 рульовий вал - рульове колесо, причому при локалізації несправності в рульовому приводі (сумарний люфт M1+M2) керовані колеса вивішують, або ставлять їх на поворотні майданчики, тестові сигнали прикладають до керованих коліс як періодичне зустрічне зусилля і визначають перший результат: (R1=M1+M2) - розмах переміщень вільного ходу (люфту) між однойменними гранями лівого і правого коліс; далі рульове колесо блокують щодо кузова автомобіля, до

45 першого керованого колеса прикладають повторно-змінні силові впливи, вимірюють розмах переміщень (люфт) в рульовому керуванні першого колеса, приймають цей розмах за другий результат: (R2=M1+M3), такі ж дії проводять з другим колесом і отримують третій результат: (R3=M2+M3), після чого в результаті рішення отриманої системи трьох рівнянь з трьома невідомими

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

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

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

отримують сукупність параметрів відгуку - розмах переміщень вільного ходу (люфт) в послідовних ланках рульового приводу (M1, M2) і в рульовому механізмі (M3), за якими

55 здійснюється локалізація в них несправностей.

Процес діагностування рульового керування ґрунтується на його структурній схемі. Тут особливістю структури є її послідовно-паралельна побудова. Мається на увазі, що елементи рульового управління від рульового колеса до рульової передачі (рульове колесо, рульова колонка, карданний вал та ін.) з'єднані послідовно, а елементи рульової трапеції, що

60 забезпечують одночасний поворот лівого і правого керованих коліс, з'єднані і управляються

паралельно. Тому, прикладаючи періодичні силові дії до контурів "кероване колесо - рульова передача - рульовий механізм - заблоковане рульове колесо", представляється можливим оцінити сумарні вільні ходи (люфти) в частинах структури рульового керування з боку кожного з керованих коліс. У той же час силові дії у вигляді періодичного зустрічного руху на керовані колеса дають можливість оцінити вільний хід (люфт) в паралельній частині структури рульового керування. В цьому випадку паралельна частина структури виявляється ізольованою від послідовної частини.

За результатами трьох вимірів в різних частинах структурної схеми рульового керування з'являється можливість оцінити люфт в рульовому механізмі і в послідовних ланках рульового приводу. Таким чином, силові тестові впливи на керовані колеса забезпечують високу точність діагностування, а докладання цих впливів до різних елементів структури дозволяють локалізувати несправність або в рульовому механізмі, або в рульовому приводі - в цілому, або в послідовних ланках.

Суть способу ілюструється Фіг. 1 і Фіг. 2, на яких зображена схема навантаження контурів рульового керування тестовими сигналами при діагностуванні розповсюдженого рульового керування.

Компоненти рульового керування: 1,6 - поворотні важелі; 2,5 - кермові тяги; 3,11 - рульова рейка; 4 - рульова передача; 7 - рульове колесо; 8 - рульовий вал; 9 - структурна жорсткість кузова; 10 - вимірник розмаху переміщень.

На Фіг. 1 представлений замкнутий силовий контур при визначенні вільного ходу в рульовому приводі (отримання результату 1), на Фіг. 2 - силовий контур при визначенні вільного ходу, наприклад в лівій частині контуру рульового керування (отримання результату 2). Для правої частини контуру ілюстрація не наводиться, оскільки вона є дзеркальним відображенням Фіг. 2. На Фіг. 1 показана схема навантаження тестовими сигналами і отримання вільного ходу в рульовому приводі (паралельний контур). Тут як навантажені елементи виступають поворотні важелі (поз. 1,6), кермові тяги (поз.2,5), рульова рейка (поз. 3.1, 3.2). Рульова передача 4, рульовий вал 8 і рульове колесо 7 не навантажені. Структурна жорсткість кузова, що забезпечує сталість відстані між осями повороту керованих коліс, схематично показана у вигляді поз. 9. Вільний хід коліс фіксується вимірником 10.

Позначимо  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  - вільний хід, який вимірюється в паралельному і послідовних контурах;

$L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3...$  - люфти в елементах рульового керування;

$M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  - люфти в відповідних послідовних ланках, за якими проводиться локалізація несправностей.

Вільний хід в паралельному контурі складається з люфтів шарнірів елементів контуру:

$$R_1 = L_1 + L_2 + L_3.1 + L_3.2 + L_5 + L_6, (1)$$

Це результат 1.

На Фіг. 2 дана схема навантаження частини паралельного і послідовного контуру, наприклад, для лівого колеса. Тут рульове колесо заблоковано і елементи 4,7,8 навантажені. Вільний хід відображається таким чином:

$$R_2 = L_1 + L_2 + L_3.1 + L_4 + L_8 + L_7. (2)$$

Це результат 2.

Аналогічно можемо отримати результат 3 для правого колеса:

$$R_3 = L_6 + L_5 + L_3.2 + L_4 + L_8 + L_7. (3)$$

Люфти в послідовних ланках в даному технічному рішенні локалізуються як один елемент, тому після позначень послідовних ланок в формулах (1...3) отримуємо:

$$L_1 + L_2 + L_3.1 = M_1;$$

$$L_3.2 + L_5 + L_6 = M_2; (4)$$

$$L_4 + L_8 + L_7 = M_3.$$

Тоді формули (1...3) перетворюються до вигляду:

$$M_1 + M_2 = R_1$$

$$M_1 + M_3 = R_2 (5)$$

$$M_2 + M_3 = R_3.$$

Рішенням системи рівнянь (5) є залежності:

$$M_1 = (R_2 - R_3 + R_1) / 2$$

$$M_2 = (R_1 - R_2 + R_3) / 2$$

$$M_3 = (R_3 - R_1 + R_2) / 2.$$

Таким чином, за результатами трьох вимірів  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  трапляється нагода локалізувати несправність шляхом визначення люфтів в трьох збірках послідовних елементів  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  (4).

Для реалізації способу з отриманням вищезазначеного технічного результату необхідна наявність двох видів технічних засобів - це вимірники переміщень коліс і засоби силового повторно-змінного тестового впливу на колеса.

5 Вимірювачі переміщень коліс можуть бути як лінійні, так і кутові, причому в разі використання лінійних вимірників для отримання другого і третього результатів необхідно визначитися з базовою точкою відліку, яка може перебувати як на кузові автомобіля, так і поза ним. Як вимірники кутових переміщень можуть бути застосовані інклінометри, акселерометри, гіроскопи. Силовий повторно-змінний тестовий вплив на колеса може бути здійснений за допомогою м'язової сили оператора або на стенді, наприклад, типу "люфт-детектор", що має в складі майданчики, на які встановлюється автомобіль керованими колесами. В цьому випадку 10 поверх майданчиків стенда необхідно встановити поворотні майданчики, наприклад S110A7 RAV, виробництва Італія, Delux від фірми Hofmann і ін. Поворотні майданчики можуть бути встановлені також на канаві або чотиристійковому підйомнику. Залишається лише організувати періодичний зустрічний рух для отримання результату 1. Результат 2 або 3 може бути 15 отриманий впливом на колесо періодичним рухом майданчика при вивішеному протилежному колесі. Наприклад, при визначенні вільного ходу в контурі "ліве колесо - рульова передача - рульовий механізм - заблоковане рульове колесо" ліве колесо стоїть на рухомому майданчику, а праве колесо вивішено. Для контуру з правим колесом праве колесо стоїть на майданчику, а ліве вивішено.

20 З метою випробування можливостей використання даного способу нами були виміряні з застосуванням універсального обладнання параметри рульових управлінь деяких автомобілів. Автомобілі встановлювалися керованими колесами на поворотні майданчики стенда BOSCH FWA 4410 або колеса вивішувалися, переміщення коліс вимірювалися індикаторами годинникового типу ИЧ 0-10 мм, момент опору повороту керованих коліс в межах люфту - 25 динамометром з ціною поділки 2Н і межею 200 Н. Дані вимірювань наведені в таблиці.

Як впливає з таблиці, у автомобіля VW Golf слід, перш за все, звернути увагу на люфти в послідовних ланках М1 - (лівий поворотний важіль, ліва рульова тяга), а у автомобілів VW PASSAT і RENAULT 25 діагностуються підвищені люфти в ланках М2 - (права рульова тяга, 30 правий поворотний важіль). У цих же автомобілів є підвищений люфт в рульовому механізмі - М3.

Таблиця

Деякі характеристики рульових керувань

Марка автомобіля	Момент опору, Нм	Люфт, мм, лівий+правий	Люфт, мм, лівий	Люфт, мм, правий	Примітка
VW Golf 2,0 GT*	39,5	1,73	1,10	0,75	M1=1,04; M2=0,69; M3=0,06;
VW PASSAT 2,0**	26,2	1,60	1,30	1,90	M1=0,51; M2=1,10; M3=0,80;
RENAULT 25**	20,0	1,90	1,35	1,60	M1=0,83; M2=1,08; M3=0,53

\* - на поворотних майданчиках;

\*\* - на вивішених колесах.

Спосіб може бути застосований на станціях технічного обслуговування автомобілів, в гаражах, ремонтних підрозділах підприємств автомобільного транспорту.

35 Перелік літературних джерел

1. RU 2437073 C2 Способ диагностирования рулевого управления автотранспортных средств - дата подання - 11.03.2016 г; дата публ. - 20.12.2011.

2. Роговцев В.Л. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств /Роговцев В.Л., Пузанков А.Г., Олдфильд В.Д. - 4-е изд. - М: Транспорт, 1998. - 430 с.

3. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: В трёх кн. - К.: Выща шк., 1991. - Кн. 1. Теоретические основы. Технология /В.Е. Канарчук, И.П. Курников, И.А. Луйк. - 359 с: ил.

4. EP0011100 (A1) Vorrichtung zur Ermittlung einer relative Beweglichkeit zwischen Teilen des Fahrwerks oder bei einem Fahrzeug - дата подання - 09.16.1978 г; дата публ. - 05.26.1980.

5. US9776657(B1) Methods and systems for steering system integrity testing - дата подання - 25.11.2014; дата публ. - 10.03.2017.

6. RU2234675 C2 Способ измерения люфта в рулевом управлении транспортного средства и устройство для его осуществления - дата подання - 18.10.2003 г; дата публ. - 20.08.2004.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб діагностування рульового керування автомобіля за величиною вільного ходу (люфту), відповідно до якого діагностику здійснюють по частинах, для чого ізолюють частину кінематичної схеми рульового керування, в тій частині, що залишилася і діагностується, прикладають тестові сигнали у вигляді силових впливів на деталі рульового керування і по сукупності параметрів відгуку, отриманих для різних діагностованих частин, в результаті порівняння параметрів відгуку з контрольними значеннями, формулюють діагноз, який **відрізняється** тим, що локалізацію несправностей здійснюють окремо в рульовому приводі і окремо в рульовому механізмі, для чого в кінематичній схемі рульового управління і, відповідно, в структурі люфтів визначають дві частини - паралельну, що складається з двох ланок послідовних сполучень (люфтів): перше - M1 - сумарний люфт сполучень від поворотного важеля першого керованого колеса до рульової рейки; друге - M2 - сумарний люфт сполучень від рульової рейки до поворотного важеля другого керованого колеса; і послідовну M3, що складається з суми люфтів послідовних сполучень від рульової рейки рульової передачі до рульового колеса, причому при локалізації несправності в рульовому приводі (сумарний люфт M1+M2) керовані колеса вивішують або ставлять їх на поворотні майданчики, тестові сигнали прикладають до керованих коліс як періодичне зустрічне зусилля і визначають перший результат: (R1=M1+M2) - розмах переміщень вільного ходу (люфту) між однойменними гранями лівого і правого коліс; далі рульове колесо блокують відносно кузова автомобіля, до першого керованого колеса прикладають повторно-змінні силові впливи, вимірюють розмах переміщень (люфт) в рульовому керуванні першого колеса, приймають цей розмах за другий результат: (R2=M1+M3); такі ж дії проводять з другим колесом і отримують третій результат: (R3=M2+M3), після чого в результаті рішення отриманої системи трьох рівнянь з трьома невідомими

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

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

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

отримують сукупність параметрів відгуку - розмах переміщень вільного ходу (люфт) в послідовних ланках рульового приводу (M1, M2) і в рульовому механізмі (M3), за якими здійснюється локалізація в них несправностей.

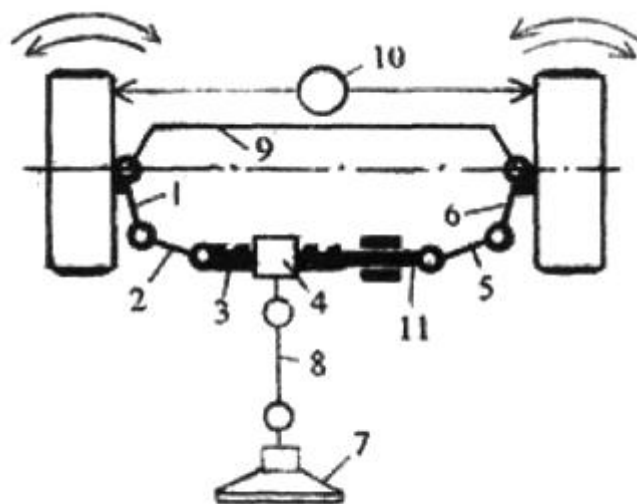
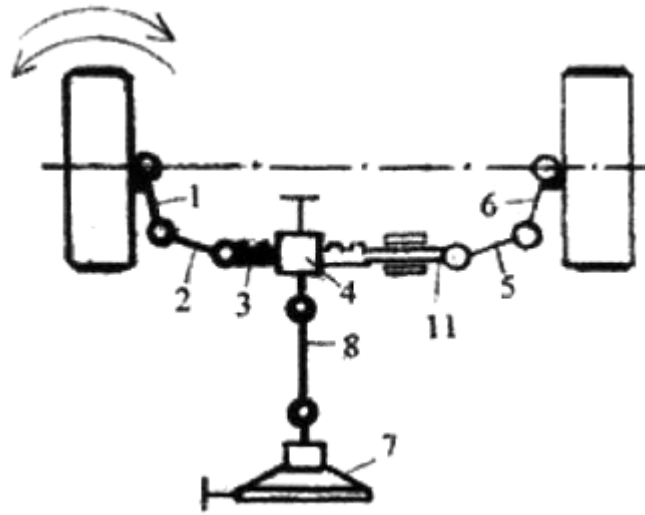


Fig. 1



Фиг. 2