



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **137943** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01M 17/06** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2019 04638</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>02.05.2019</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.11.2019</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.11.2019, Бюл.№ 21</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Дитятьєв Олександр Васильович (UA), Волков Володимир Петрович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Дитятьєв Олександр Васильович,</b> просп. Науки, 28, кв. 25, м. Харків, 61166 (UA), <b>Волков Володимир Петрович,</b> пр. Московський, 198, кв. 25, м. Харків, 61082 (UA)</p>
--	--

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

**(57) Реферат:**

Спосіб діагностування рульового керування автомобіля за величиною люфту, у якому діагностику здійснюють по частинах, для чого ізолюють частину кінематичної схеми рульового управління, до тієї частини, 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, формулюють діагноз. Локалізацію несправностей здійснюють окремо в рульовому механізмі і окремо в частинах рульового приводу. Керовані колеса вивішують або ставлять їх на поворотні майданчики. Тестові сигнали прикладають до обох керованих коліс як періодичний зустрічний рух і визначають перший результат - вільний рух між однойменними гранями лівого і правого коліс. Рульове колесо блокують відносно кузова автомобіля, до першого керованого колеса прикладають повторно-змінні силові впливи. Вимірюють вільний рух в рульовому керуванні першого колеса, приймають цей вільний рух за другий результат, ці ж дії повторюють з другим колесом і отримують також вільний рух - це третій результат. Завдяки математичній обробці трьох результатів отримують люфт в рульовому механізмі і в послідовних ланках рульового приводу, за якими роблять висновок про наявності в них несправностей.

**UA 137943 U**



Корисна модель належить до автомобільного транспорту, а саме до засобів технічного обслуговування і ремонту автомобілів, і може бути використана 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 проведення операцій 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 рівному 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 в рульовому керуванні, рівному 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 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] для класифікації та локалізації несправностей, але успіху вони не мали. Тобто 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 пристрою підвіски, кріплення коліс. Спосіб реалізований в відомих стендах - люфт-детекторах (play-detector) фірм MANA (Німеччина), HPA (Італія) та ін. [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 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 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 близьким аналогом є спосіб діагностування рульового керування [5], що 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 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 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 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.

Основною причиною, що перешкоджає отриманню очікуваного результату є поєднання високої точності і можливості локалізації несправності полягає у том, 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 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 найближчому аналізі 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.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб діагностування рульового керування автомобіля, що дозволяє при високій точності діагнозу локалізувати несправності в рамках окремо рульового механізму і окремо рульового приводу.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі діагностування рульового керування автомобіля за величиною люфту, у якому 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 деталі рульового керування і за сукупністю параметрів відгуку, отриманих для різних діагностованих частин, формулюють діагноз, згідно з корисною моделлю, локалізацію несправностей виробляють окремо в рульовому механізмі і окремо в ланках рульового приводу, для чого керовані колеса вивішують, бо ставлять їх на поворотні майданчики, тестові сигнали прикладають на початку до обох керованих коліс у вигляді періодичного зустрічного руху і визначають перший результат - вільний хід між однойменними гранями лівого і правого коліс; далі рульове колесо блокують відносно кузова автомобіля, до першого керованого колеса прикладають повторно-змінні силові впливи, вимірюють вільний хід в рульовому керуванні першого колеса, приймають цей вільний хід за другий результат; ці ж дії виробляють з другим колесом і отримують також вільний хід - це третій результат, після чого, завдяки математичної обробки трьох результатів отримують люфт в рульовому механізмі і в послідовних ланках рульового приводу, за якими робиться висновок про наявності в них несправностей.

Процес діагностування рульового керування ґрунтується на його структурній схемі. Тут особливістю структури є її послідовно-паралельна побудова. 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 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 розповсюдженого рульового керування. 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 представлена 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 блоковано 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 запропонованій корисній моделі локалізуються як один елемент, тому після позначень послідовних ланок в формулах (1...3) отримаємо:

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

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

$$L_4+L_8+L_7=M_3,$$

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:

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

$$M_2=(R_1-R_2+R_3)/2 (6)$$

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

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.

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 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 отриманий впливом на колесо періодичним рухом майданчику 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.

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

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.

5 Як впливає з таблиці, у автомобіля VW Golf слід, перш за все, звернути увагу на люфти в послідовних ланках M1 - (лівий поворотний важіль, ліва рульова тяга), а у автомобілів VW PASSAT і RENAULT 25 діагностуються підвищені люфти в ланках M2 - (права рульова тяга, правий поворотний важіль). У цих же автомобілів є підвищений люфт в рульовому механізмі - M3.

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

10 Перелік літературних джерел

1. Патент 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.

15 3. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: В трёх кн. - К.: Вища 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.

20 5. Патент US№ 9776657(B1) Methods and systems for steering system integrity testing - дата подання - 25.11.2014; дата публ. - 10.03.2017.

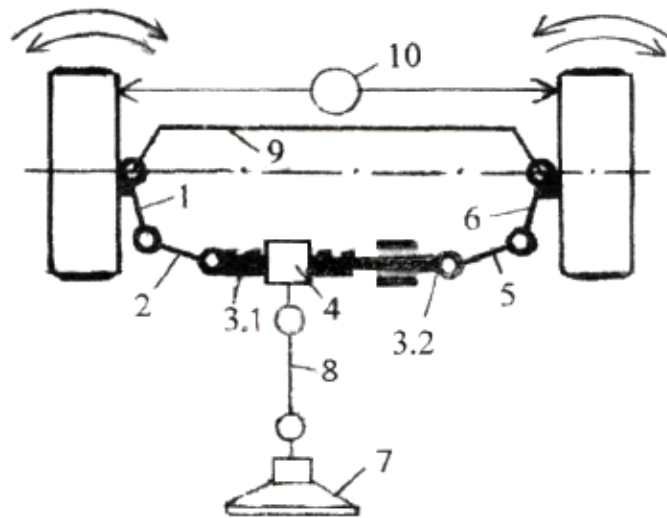
6. Патент RUN№ 2234675 C2 Способ измерения люфта в рулевом управлении транспортного средства и устройство для его осуществления - дата подання - 18.10.2003 г; дата публ. - 20.08.2004.

25

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

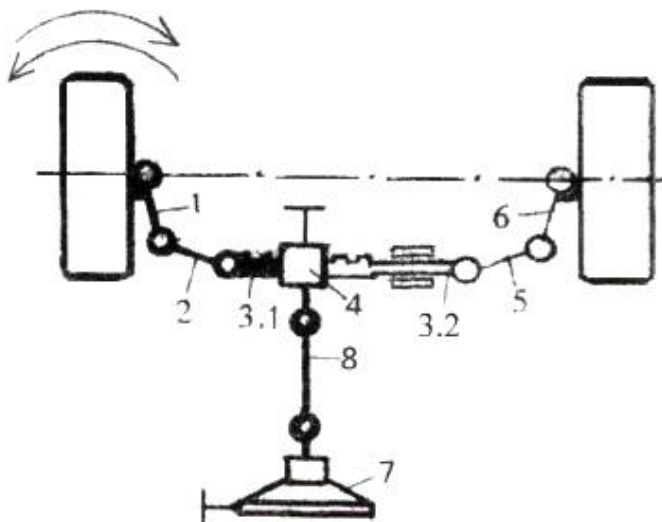
30 Спосіб діагностування рульового керування автомобіля за величиною люфту, у якому діагностику здійснюють по частинах, для чого ізолюють частину кінематичної схеми рульового управління, до тієї частини, що залишилася і діагностується, прикладають тестові сигнали у вигляді силових впливів на деталі рульового керування і по сукупності параметрів відгуку, отриманих для різних діагностованих частин, формулюють діагноз, який **відрізняється** тим, що локалізацію несправностей здійснюють окремо в рульовому механізмі і окремо в частинах рульового приводу, для чого керувані колеса вивішують або ставлять їх на поворотні майданчики, тестові сигнали прикладають до обох керуваних коліс як періодичний зустрічний рух і визначають перший результат - вільний рух між однойменними гранями лівого і правого коліс, далі рульове колесо блокують відносно кузова автомобіля, до першого керуваного колеса прикладають повторно-змінні силові впливи, вимірюють вільний рух в рульовому керуванні першого колеса, приймають цей вільний рух за другий результат, ці ж дії повторюють з другим колесом і отримують також вільний рух - це третій результат, після чого завдяки математичній обробки трьох результатів отримують люфт в рульовому механізмі і в послідовних ланках рульового приводу, за результатом яких роблять висновок про наявності в них несправностей.

40



Фіг. 1

Замкнутий силовий контур при визначенні люфту в рульовому приводі (отримання результату 1) : - 1,6-поворотні важелі, 2,5-рульові тяги, 3,11-рульова рейка, 4-рульова передача, 7- рульове колесо, 8-рульовий вал, 9-структурна жорсткість кузова, 10-вимірювач розмаху переміщень



Фіг. 2

Силовий контур при визначенні люфту, наприклад, в лівій частині контуру рульового керування, (отримання результату 2 чи 3). Позначення тіж

Комп'ютерна верстка В. Юкін

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601