



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122902** (13) **C2**  
(51) МПК  
**G01M 17/04** (2006.01)

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

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2017 11362</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>20.11.2017</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>21.01.2021</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: <b>25.04.2018, Бюл.№ 8</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>20.01.2021, Бюл.№ 3</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Дитяцьєв Олександр Васильович (UA), Волков Володимир Петрович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Дитяцьєв Олександр Васильович,</b> просп. Науки, 28, кв. 25, м. Харків, 61166 (UA), <b>Волков Володимир Петрович,</b> просп. Московський, 198, кв. 25, м. Харків, 61082 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 6360580 B1, 26.03.2002 US 5767382 A, 16.06.1998 FR 2217687 A1, 06.09.1974 US 3164003 A, 05.01.1965 US 3456489 A, 22.07.1969 EP 2601503 B1, 10.09.2014 US 4107975 A, 22.08.1978 US 4103532 A, 01.08.1978 EP 2657674 A1, 30.10.2013 RU 2320971 C1, 27.03.2008 US 4633703 A, 06.01.1987 Тестер для амортизаторов S-A-T USB. [Internet-публікація] URL:<a href="https://www.m-tronic-dt.de/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;catid=I%3Astosssdaempfertester-s-a-t-usb&amp;id=9%3As-a-t-usb&amp;Itemid=3&amp;lang=ru">https://www.m-tronic-dt.de/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;catid=I%3Astosssdaempfertester-s-a-t-usb&amp;id=9%3As-a-t-usb&amp;Itemid=3&amp;lang=ru</a> (збережено WayBack Machine 16.07.2016, знайдено 16.07.2020)</p>
---	---

UA 122902 C2

## (54) ПОРТАТИВНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ АМОТИЗАТОРІВ В ПІДВІСЦІ АВТОМОБІЛЯ

### (57) Реферат:

Об'єкт: Портативний пристрій для діагностики амортизаторів в підвісці автомобіля.

Галузь використання: Автомобільний транспорт, засоби технічного обслуговування і ремонту

Технічне завдання: Отримати недорогий, з'їзавний по точності і достовірності діагностування із стаціонарним стендом інструмент для діагностики амортизаторів автомобіля в портативному форматі.

Технічний результат - поєднання портативності і високої точності - отриманий за рахунок переваг використання додаткових мас для збудження гармонійних коливань без залучення стендів і додаткової енергії, а також за рахунок застосування вимірника кута нахилу (інклінометра) на важелі підвіски або на мосту і використання його показань як непрямий вимірник вертикального навантаження на колесо.

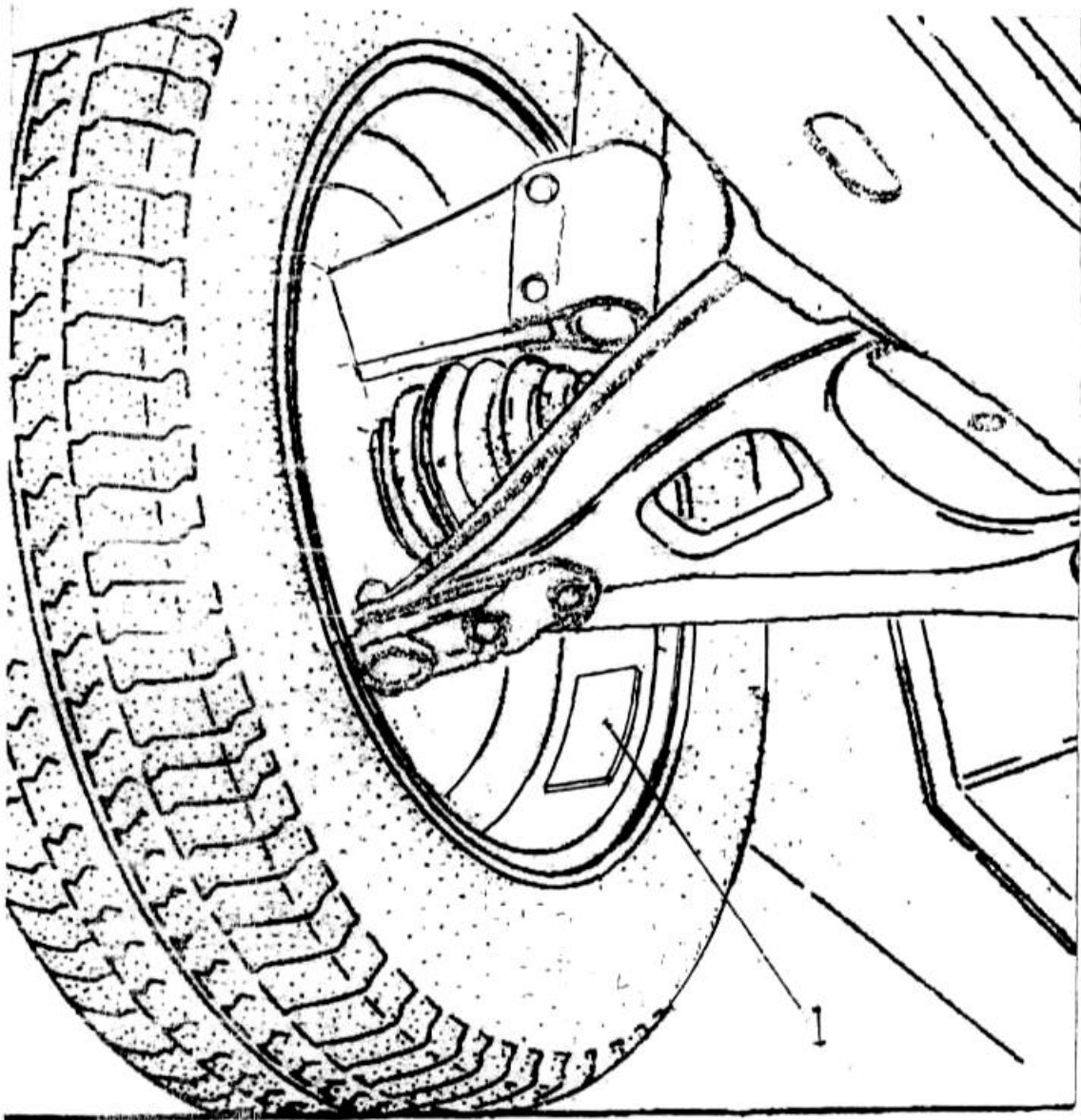


Fig. 2

Винахід належить до автомобільного транспорту, а саме до засобів технічного обслуговування і ремонту автомобілів, і може бути використаний при оцінці технічного стану амортизаторів підвіски автомобіля.

5 При випробуванні підвіски з метою визначення технічного стану амортизаторів використовують пристрої, збуджуючі підвіску тестовими силовими сигналами і пристрої, що фіксують реакцію підвіски на тестовий сигнал. Подальшою обробкою реакції отримують результат. При цьому в пристроях діагностики, як правило, використовується один з двох видів реакцій підвіски - це параметри коливань підресореної частини або параметри коливання вертикального навантаження на колесо. Не дивлячись на те, що обидві групи параметрів характеризують технічний стан амортизатора, все ж таки слід зазначити, що перша група параметрів безпосередньо характеризує плавність ходу, тобто комфортабельність автомобіля, тоді як друга група параметрів прямо характеризує силовий контакт шини з дорогою, тобто безпеку руху. При цьому властивість портативності забезпечує економію виробничих площ і здешевлює діагностику амортизаторів.

15 Відомий "Тестер амортизаторів автомобілів", основою якого є детектор коливань у вигляді сейсмоприймача, чутливого до вертикальних переміщень кузова (підресореної частини). В одному корпусі з детектором розміщена консоль з індикатором кількості коливань. На час тестування тестер кріпиться до крила автомобіля з боку тестованого амортизатора і з цього ж боку підвіска збуджується коротким силовим імпульсом, що прикладається до кузова мускульною силою оператора. Формулювання звіту про стан амортизатора проводиться по кількості коливань кузова вгору і вниз. Даний тестер заявлений в патенті США [1].

Є декілька причин, які перешкоджають отриманню очікуваного технічного результату, - поєднання портативності і високої точності при використанні даного тестера. Перша полягає в тому, що як реакція підвіски використовується параметр коливань підресореної частини, а саме кількість затухаючих коливань. Відомо [2, стор. 105, 106], що дана група параметрів, окрім коефіцієнта опору амортизатора, залежить від величини підресореної маси, а також від жорсткості підвіски. У даному технічному рішенні ці параметри не враховуються, що знижує точність результату діагностування. Друга причина недостатньої точності діагностики обумовлена пріоритетністю параметрів плавності ходу над параметрами безпеки. Мається на увазі, що амортизатор, визнаний по плавності ходу справним, на дорозі може виявитися нездібним підтримати необхідний контакт з дорогою. Третя причина низької точності має місце через суперечності між статистичним характером навантаження підвіски на дорозі і одиничним імпульсним навантаженням при тестуванні. Будь-яка підвіска автомобіля має значне тертя, яке реалізується при тестовій дії випадковим чином і здатне істотно вплинути на результат. До цього слід додати, що пристрій припускає невідповідність умов збудження підвіски в тестовому режимі умовам реальної роботи на дорозі. У тестовому режимі збудження проводиться від кузова мускульною силою оператора, а на дорозі - від колеса при наїзді на нерівності. Тобто напрям дії збуджуючої сили прямо протилежний. До важливих причин слід також віднести сам метод представлення результатів тестування. Кількість вертикальних коливань кузова після імпульсної дії дуже приблизно характеризує демпфуючу дію амортизатора і підвіски, зокрема через погрішності квантування.

45 Відомий "Тестер амортизаторів на автомобілі SAT USB M-TRONIC", що включає ультразвуковий датчик вертикального переміщення підресорених частин, блок управління і блок обробки результатів випробувань. При тестуванні тестер розміщується на крилі автомобіля і підвіска збуджується з боку кузова коротким імпульсом від мускульної сили оператора. Діагноз формулюється в результаті обробки імпульсної перехідної функції, що отримується за допомогою ультразвукового датчика вертикальних переміщень кузова. Тестер описаний на сайті виробника [3].

50 Основні причини, що перешкоджають отриманню очікуваного технічного результату, - поєднання портативності і високої точності при використанні даного пристрою, в основному, такі ж самі, що і в попередньому технічному рішенні. Додатково слід зазначити зниження ефективності тестера внаслідок високої трудомісткості випробувань, обумовленої необхідністю попередніх регулювань по поєднанню осей датчика і випромінювача ультразвуку. Якщо осі заздалегідь не суміщені, в процесі випробувань, через крен кузова при коливаннях, можлива втрата сигналу.

55 Відомий також стенд для випробування підвіски транспортного засобу, що містить як пристрій збудження коливань механізм скидання осі автомобіля з деякої висоти, а як пристрій фіксації реакції підвіски - датчик реєстрації положення кузова [4]. Механізм скидання має в своєму складі опорну плиту з пазами і важіль з гребінчастою частиною, на яких спирається колесо в різні фази роботи стенду. Приводиться механізм скидання від стороннього

електродвигуна через вал, що має сегментний паз. У стенді реалізується ступінчастий тестовий сигнал, а вихідною характеристикою випробувань є перехідна функція [2, стор. 116-120]. До істотних недоліків, що перешкоджають отриманню поєднання портативності і високої точності даного технічного рішення слід віднести відсутність портативності, високу вартість, обумовлену вартістю стенду, потребу у виробничому приміщенні, інженерних мережах, а також відому суперечність між статистичним характером навантаження підвіски на дорозі і одиничним (ступінчастим) навантаженням при тестуванні.

Найбільш близький пристрій-аналог того ж призначення до заявленого пристрою - це стенд для тестування підвісок автомобіля [5]. Він включає пристрій збудження гармонійних коливань колеса і пристрій вимірювання і фіксації поточного значення вертикального навантаження на колесо. Колесо спирається на майданчик, який при випробуванні приводиться в коливальний рух від електродвигуна стенду. Технічний стан амортизатора оцінюється, відповідно до рекомендацій EuSAMA, безрозмірним коефіцієнтом K:

$$K=PD/PS, \quad (1)$$

де PD - мінімальне значення вертикального навантаження на колесо за цикл вимірювання;  
PS - статичне вертикальне навантаження на колесо.

Коефіцієнт показує частку зчіпної ваги по відношенню до статичного навантаження, яке може бути реалізоване в екстремальних несприятливих умовах коливань підвіски (як правило, при власній частоті коливань непередресорених мас). Для справного амортизатора коефіцієнт рівний 0,4-0,7, для несправного 0-0,4. Статичне вертикальне навантаження на колесо визначається заздалегідь, безпосередньо перед скануванням. Колесо при випробуванні спирається на майданчик, який приводиться в коливальний рух від електродвигуна стенду.

Головна причина, що перешкоджає отриманню очікуваного технічного результату, - поєднання портативності і високої точності, полягає у відсутності портативності, а також у високій вартості самого стенду і в необхідності у виробничій площі для його розміщення. Це робить неможливим використання способу в польових умовах, малих підприємствах і гаражах.

В основу винаходу "Портативний пристрій для діагностики амортизаторів в підвісці автомобіля" поставлено завдання отримати недорогий, з'явний по точності і достовірності діагностування із стаціонарним стендом інструмент в портативному форматі.

Поставлена задача вирішується тим, що у порівнянні з відомим стендом для тестування підвісок автомобіля, що містить пристрій збудження гармонійних коливань непередресореної частини підвіски, а також пристрій вимірювання і фіксації поточного значення вертикального навантаження на колесо, пристрій, що заявляється, додатково містить домкрат для підйому автомобіля за поперечний або за подовжній важіль підвіски, за міст або за колесо, пристрій збудження виконаний у вигляді додаткової маси, що вмонтовується на час випробувань на обід колеса, а пристроєм вимірювання і фіксації є вимірник кута нахилу (інклінометр), що вмонтовується на час випробувань на поперечний чи на подовжній важіль підвіски або на міст автомобіля.

Ефективність пристрою, що заявляється, обумовлена його портативністю і високою точністю. Для його реалізації не потрібний дорогий матеріаломісткий стенд, виробничі площі, інженерні мережі, значні експлуатаційні витрати. З його допомогою висновок про технічний стан амортизатора може бути отримано після вибігання автомобіля на рівній ділянці дороги з асфальтобетонним покриттям, завдовжки до 1,0 км. Таким чином, заявлене технічне рішення забезпечує високу точність діагностики і робить її доступною в умовах малих підприємств і автомайстерень, що свідчить про вирішення поставленої технічної задачі. Технічний результат - поєднання портативності і високої точності - досягається за рахунок переваг використання додаткових мас для збудження гармонійних коливань, без залучення стендів і витрачання додаткової енергії, а також за рахунок використання вимірника кута нахилу (інклінометра) як непрямого показника вертикального навантаження на колесо. Технічним результатом також є розширення асортименту технічних засобів діагностування амортизаторів.

Суть непрямого вимірювання сил взаємодії в сполученні "шина - опорна поверхня" полягає в наступному. Відомо [2, стор. 242-243], що радіальна деформація шини пропорційна вертикальному навантаженню, тобто вертикальне навантаження P можна визначити таким чином:

$$P = k \cdot \mu, \quad (2)$$

де k - коефіцієнт пропорційності;

$\mu$  - радіальна деформація шини.

З іншого боку, деформація шини на величину  $\mu$  призводить до повороту важеля підвіски на кут  $\alpha$ , отже, вимірюючи кут повороту важеля можна визначити деформацію за формулою:

$$\mu = r \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3)$$

5

де  $r$  - довжина важеля підвіски.

Тоді безрозмірний коефіцієнт, що характеризує стан амортизатора, визначається таким чином:

$$K = PD / PS = k \cdot r \cdot \operatorname{tg} \beta / k \cdot r \cdot \operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \beta / \operatorname{tg} \gamma, \quad (4)$$

10

де  $PD$ ,  $PS$  - мінімальне за цикл сканування і статичне вертикальне навантаження відповідно;  $\beta$ ,  $\gamma$  - кути повороту поперечного (подовжнього) важеля підвіски або моста щодо прийнятої точки відліку при мініальному за цикл сканування і статичному вертикальному навантаженню відповідно.

15

Зважаючи на рівність тангенсів малих кутів, виражених в радіанах, власне кутам, остаточно отримуємо:

$$K = \beta / \gamma. \quad (5)$$

20

Розміщення вимірника кута нахилу (інклінометра) на важелі підвіски (мосту) автомобіля дає можливість непрямым чином вимірювати вертикальне навантаження на колесо, а по відношенню мінімального значення цього навантаження за цикл випробування до статичного навантаження - формулювати висновок про технічний стан амортизатора. При цьому на вхід пристрою подається гармонійний сигнал у вигляді відцентрової сили з відомими параметрами.

25

Заявлений винахід складається з трьох відособлених пристроїв: домкрата для підйому автомобіля за поперечний чи за подовжній важіль підвіски, за міст або за колесо, пристрою збудження гармонійних коливань, виконаного у вигляді додаткової маси, і пристрою вимірювання і фіксації, що є вимірником кута нахилу (інклінометра).

30

На Фіг. 1 зображений фрагмент запису і обробки результатів випробувань. На Фіг. 2 представлено розміщення додаткової маси на внутрішній поверхні обода колеса; 1 - додаткова маса.

35

По вертикальній осі, Фіг. 1, діє вертикальне навантаження в деякому масштабі  $Y$ , по горизонтальній осі відкладений час з ціною ділення 0,2 секунди. Значення  $PS$  є показаннями інклінометра при початковому стані автомобіля і відповідає статичному вертикальному навантаженню на колесо (разом з водієм) в масштабі  $Y$ . Значення  $P0$  відповідає показанням інклінометра при нульовому вертикальному навантаженні в тому ж масштабі  $Y$  (при піднятому колесі за важіль або за колесо). Значення  $PA$  є максимальне значення (амплітуда) вертикального навантаження від дії неврівноваженої маси. Його отримують через запис показань інклінометра під час вибігу автомобіля при деякій швидкості, відповідної резонансної частоті  $f$  невіднесених мас. Цю частоту вимірюють у герцах і отримують підрахунком числа періодів за певний проміжок часу. Виходячи з даних Фіг. 1, частота  $f = 2,7 / 0,2 = 13,5$  Гц.

40

Реалізується заявлений винахід таким чином.

45

Перед випробуванням необхідно проконтролювати тиск в шинах коліс; підвіска повинна бути прогріта їздою по нерівній дорозі не менше 15 км. На внутрішню поверхню обода колеса, наприклад 13", в підвісці якого оцінюється працездатність амортизатора, за допомогою двостороннього скотча закріплюється додаткова маса у вигляді профільованої пластини вагою близько  $m = 200$  г. Відстань від центру обертання колеса до центру маси  $R_{rp}$  складає близько 160 мм. Замість пластини можливе використання штатних вантажів для балансування коліс, наприклад, блоки по 100 г (4×25 г), або інших номіналів. При русі автомобіля неврівноважена маса створює вертикальні синусоїдальні коливання від відцентрової сили  $F$ :

50

$$F = m \cdot R_{rp} \cdot \omega^{**2} = m \cdot R_{rp} \cdot (V_a / 3,6 / R_k)^{**2} = m \cdot R_{rp} \cdot (2\pi \cdot f)^{**2}, \quad (6)$$

де  $\omega$  - кутова швидкість обертання колеса, 1/с;

$R_k$  - радіус колеса, м;

$f = 18$  Гц - частота коливань збудливої сили.

55

При цих умовах відцентрова сила  $F = 408,89$  Н. Частота коливань зв'язана із швидкістю руху автомобіля  $V_a$  наступним співвідношенням:

$$V_a = 3,6 \cdot f \cdot R_k \cdot 2\pi. \quad (7)$$

На час випробувань на поперечний чи на подовжній важіль або міст автомобіля вмонтовується вимірник кута нахилу (інклінометр). Фіксуються показання інклінометра і ставляться у відповідність із статичним навантаженням PS (початковий стан автомобіля з водієм). Далі, за допомогою домкрата автомобіль піднімається за поперечний чи за подовжній важіль підвіски, за міст або за колесо до моменту відриву колеса від опорної поверхні. У цій позиції фіксується нульове вертикальне навантаження на колесо; йому ставиться у відповідність показання інклінометра P0. Різниця показань PS - P0 є діапазоном можливої зміни вертикального навантаження на колесо. У середині цього діапазону залежність вертикального навантаження від кута нахилу поперечного важеля чи подовжнього важеля або моста, через лінійну залежність деформації шини від навантаження, також буде лінійною. Далі проводять вибігання автомобіля з швидкості, відповідної резонансним коливанням, до повної зупинки із записом показань інклінометра. Знаходять мінімальну за цикл різницю "PS - PA". Фіксується мінімальне за час випробування PD=PS -PA і визначається коефіцієнт K:

$$K = PD/PS. \quad (8)$$

Максимальна амплітуда вимушених коливань невіднесеної частини, як правило, спостерігається на резонансній частоті. Резонансні частоти f невіднесених мас підвісок різних автомобілів істотно різняться залежно від розміру коліс, величини мас, жорсткостей, тому для отримання зіставних результатів для коліс різних розмірів як стандартна рекомендується різна частота: для коліс 13" fo=18 Гц, для 14" fo=15 Гц; для 15" fo=12 Гц. У разі відмінності резонансної частоти f від рекомендованої стандартною fo, відповідно зміниться і відцентрова збуджуюча сила, що приведе до пропорційної зміни амплітуди вертикального навантаження. Для її корекції необхідно знайти значення поправки, рівне (f/fo)\*\*2 і на цю поправку помножити значення амплітуди вертикального навантаження, якщо f < fo, відповідно поділити, якщо f > fo.

Для отримання зіставних даних бажано також, щоб відцентрова сила була постійною при резонансі для різних діаметрів коліс. Це стає можливим при дотриманні умов, представлених в таблиці.

Таблиця

Розмір коліс	Прийнята резонансна частота fo, Гц	Прийнята відцентрова сила при резонансній частоті F, Н	Додаткова маса, г	Відстань від центру колеса до центру додаткової маси Rgr, м
13"	18	~409	~200	0,160
14"	15	~409	~266	0,173
15"	13	~409	~393	0,183

Високі значення коефіцієнта свідчать про працездатність амортизатора, менші - навпаки, про необхідність заміни. У межі, при повній втраті працездатності амортизатора, значення коефіцієнта прагне до нуля, що відповідає відриву шини від опорної поверхні і втраті керуваності автомобілем. Застосування портативного пристрою для діагностики амортизаторів в підвісці автомобіля дозволяє отримати діагноз, зіставний по точності і достовірності із стаціонарним варіантом, що забезпечує зниження вартості оцінки і дає можливість використання прогресивної технології оцінки з урахуванням силової взаємодії сполученні "шина - опорна поверхня". Реалізація пристрою дозволяє оцінити технічний стан амортизатора підвіски в умовах портативності, тобто поза виробничими приміщеннями. Пристрій може бути застосовано в польових умовах, малих підприємствах, випробувальних лабораторіях, автотранспортних підприємствах, гаражах, станціях технічного обслуговування.

Перелік літературних джерел

1. Патент США US 4633703A Shock absorber testing apparatus; дата подання -26 листопада 1984 р.; дата публ. - 6 січня 1987 р.

2. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля, изд. 3-е переработ., и доп. /Ротенберг Р.В., М., Машиностроение, 1972, 392 стр.

3. Тестер амортизаторов на автомобиле SAT USB M-TRONIC - [Електронний ресурс]/Режим доступу: [http://www.m-tronic-dt.de/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=1%3Astosssdaempferteste](http://www.m-tronic-dt.de/index.php?option=com_content&view=article&catid=1%3Astosssdaempferteste) r-s-a-t

usb&id=9 %3As-a-t-usb&Itemid=3&lang=ru

5 4. Патент РФ №2320971 Стенд для испытания подвески транспортного средства; дата подання - 31 жовтня 2006 р.; дата публ. - 27 березня 2008 р.

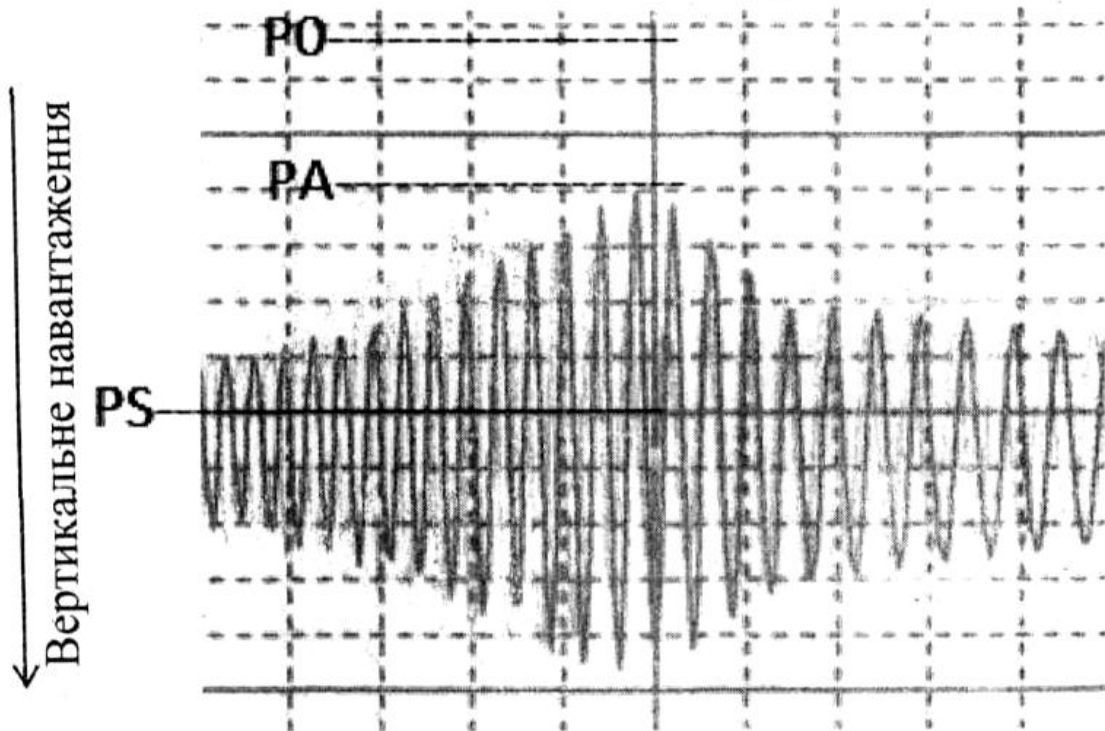
5. Заявка EP 265 7674 A1 Priifbank fur Aufhangungen von Fahrzeugen; дата подання - 29 березня 2013 р.; дата публ. - 30 жовтня 2013 р.

10

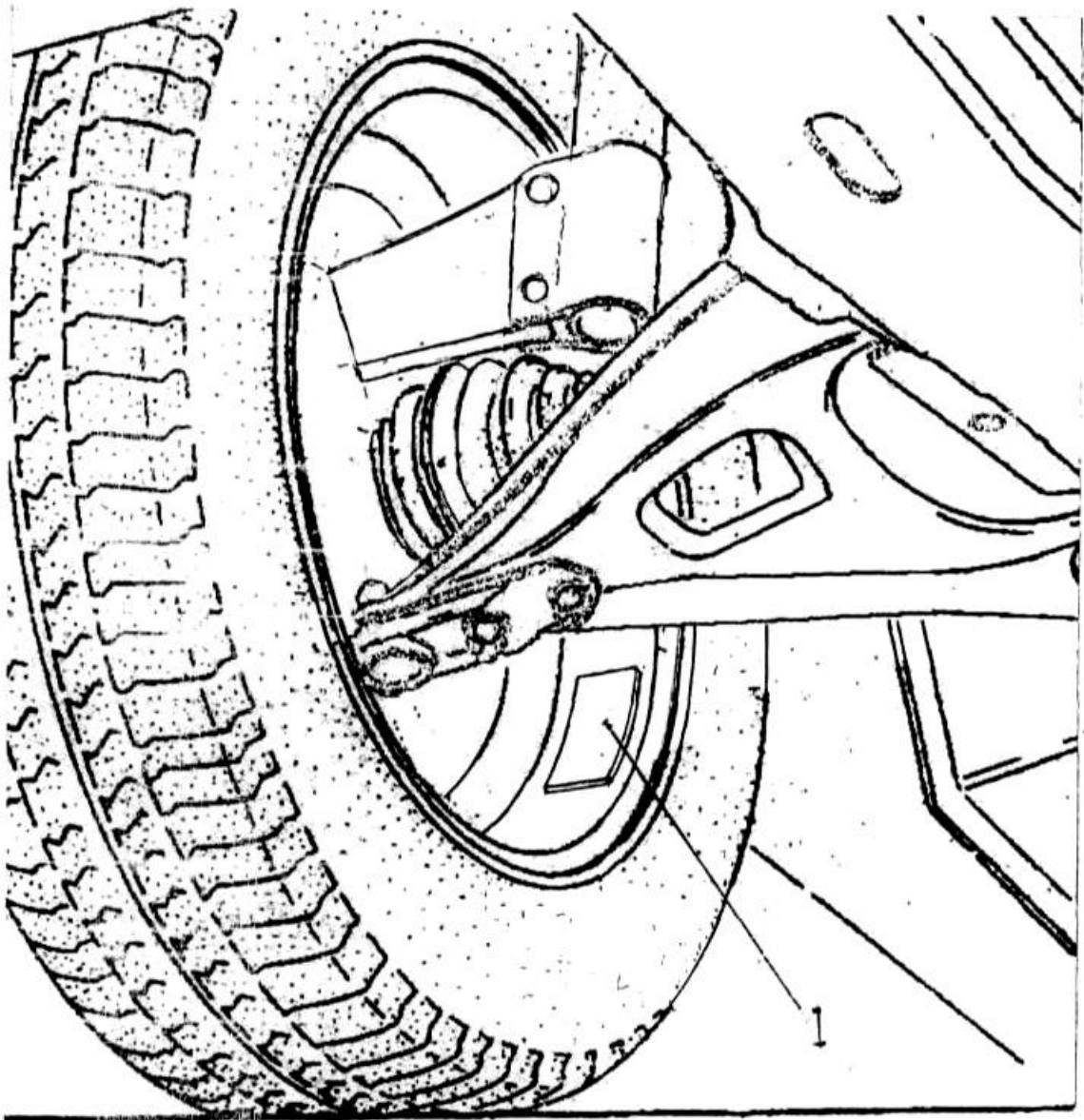
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Портативний пристрій для діагностики амортизаторів в підвісці автомобіля, що містить пристрій збудження гармонійних коливань невіднесеної частини підвіски, а так само пристрій вимірювання і фіксації поточного значення вертикального навантаження на колесо, який **відрізняється** тим, що пристрій додатково містить домкрат для підйому автомобіля за поперечний або за подовжній важіль підвіски, за міст або за колесо, пристрій збудження виконаний у вигляді додаткової маси, що вмонтована на час випробувань на обід колеса, а пристроєм вимірювання і фіксації є вимірник кута нахилу, що вмонтована на час випробувань на поперечний чи на подовжній важіль підвіски або на міст автомобіля.

15



Фіг. 1



Фіг. 2