



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35358 (13) A

(51) 6 G01P15/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПРИСКОРЕНЬ НА ОБРЕСОРЕНИХ ЧАСТИНАХ РУХОМОГО СКЛАДУ

(21) 99095332

(22) 28.09.1999

(24) 15.03.2001

(46) 15.03.2001, Бюл. № 2, 2001 р.

(72) Блохін Євген Петрович, Михайленко Віталій Михайлович, Оптовець Світлана Петрівна, Сапарова Лариса Сергіївна

(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

(57) Пристрій для вимірювання прискорень на обресорених частинах рухомого складу, який містить датчики прискорень, встановлені відповідно вибраним напрямкам, та який відрізняється тим, що пристрій додатково містить датчики абсолютних кутових переміщень, виходи яких сполучені зі входами узгоджуваних пристроїв, а виходи останніх сполучені з другими входами суматорів, а їх перші входи сполучені з виходами узгоджувальних пристроїв, входи яких сполучені з виходами

Винахід стосується залізничного транспорту, зокрема, оцінки динамічних (ходових) якостей рухомого складу. У процесі експериментальних досліджень вимірюють лінійні прискорення окремих елементів рухомого складу, наприклад, обресорених частин.

При цьому прискорення, як правило, вимірюють у трьох напрямках згідно з вісями просторової системи координат: поздовжньому (X), поперечному (Y) та вертикальному (Z). Для цього датчики прискорень встановлюють на об'єкті, наприклад, на підлозі кузова залізничного вагона, орієнтуючи їх вісям відповідно системи координат.

Але при русі об'єкту неминує виникати кутові переміщення його елементів і тому традиційні вимірювання прискорень мають відносно великі погрішності.

Відомо, що вимірюючи прискорення, звичайно, датчики прискорень встановлюють на кузові у зоні п'ятника або ж у середній частині кузова ("Вагони грузовые и пассажирские. Методы испытания на прочность и ходовые качества" РД 24.050.37 95). Але у цьому випадку на датчики прискорень, крім вимірювальних прискорень діє також гравітаційне поле Землі і тому сигнал на виході датчика є сумою двох складових. Одна з складових – це величина пропорційна проекції вектора прискорення земного тяжіння на вісь, яка співпадає з вимірювальною віссю датчика, який при русі об'єкту здійснює також і кутові переміщення у гравітаційному полі Землі. Таким чином, при кутових переміщеннях у гравітаційному полі Землі на виході датчика лінійних прискорень з'являється додатковий сигнал, визваний його кутовими переміщен-

нями. Тобто ця друга складова і є джерелом погрішності при вимірюванні малих (0,1–0,3)g прискорень, що характерно для низькочастотних динамічних процесів, наприклад, при дослідженнях ходових якостей пасажирських вагонів.

Якщо вимірювальна вісь датчика паралельна силі земного тяжіння, то величина додаткового сигналу ( $U_{\parallel}$ ) визначається виразом

$$U_{\parallel} = k g \cos \varphi,$$

де  $k$  – чутливість датчика,  $g$  – прискорення земного тяжіння,  $\varphi$  – кут нахилу вимірювальної осі датчика у вертикальній площині відносно земної поверхні.

Якщо вимірювальна вісь датчика перпендикулярна вектору  $g$ , тобто знаходиться у горизонтальній площині, то величина додаткового сигналу ( $U_{\perp}$ ) буде

$$U_{\perp} = k g \sin \varphi.$$

Якщо транспортний засіб рухається, кутові коливання з'являються, як правило, відносно усіх трьох осей просторової системи координат. Якщо прийняти, що вісь Z спрямована вертикально паралельно силі земного тяжіння, вісь X – вздовж колії, а вісь Y – впоперек колії, то вихідний сигнал датчика, який є сумою двох складових, буде визначатися

$$\begin{aligned}\ddot{z} &= \ddot{z}_{\text{лин}} + U_x + U_y \\ \ddot{x} &= \ddot{x}_{\text{лин}} + U_y \\ \ddot{y} &= \ddot{y}_{\text{лин}} + U_x\end{aligned}$$

де  $z, x, y$  – вихідні сигнали датчиків, встановлених вздовж осей Z, X, Y відповідно;

(19) UA (11) 35358 (13) A

$Z_{\text{пр}}, X_{\text{пр}}, Y_{\text{пр}}$  — дійсні пінійні прискорення вздовж осей  $Z, X, Y$  відповідно.

$U_x, U_y$  — сигнали, що відповідають кутовим переміщенням датчика відносно осей  $x$  та  $y$  відповідно

Таким чином, з привадених рівнянь виходить, що вихідні сигнали датчиків прискорень мають два складові корисний сигнал, який відповідає вимірюваному прискоренню, та додатковий сигнал, що відповідає кутовим переміщенням. При звичайних вимірюваннях звичайними датчиками прискорень розділити ці складові неможливо.

Найбільш близьким до винаходу по технічній сутності та результату, що досягається, аналогом винаходу, що заявляється, є а.с. СРСР "Устройство для измерения ускорения" № 1670631 G 01 15/08. Пристрій складається з корпусу, в якому знаходиться інерційна маса, пружини з регулюючими гвинтами, сигналізатор прискорень, прапорці з отворами, шарнір Гука. Для більшої стійкості корпусу у вертикальному положенні дно корпусу виконано із матеріалу, загальна маса якого порівняна з масою інерційного тіла. Корпус знаходиться у посудині, що заповнена рідиною, і є поплавком. Це тримає корпус і також інерційне тіло у вертикальному положенні відносно горизонту Землі. Корпус з'єднується з дном посудини за допомогою кульового шарніра, що знаходиться у центрі дна корпусу.

Принцип дії пристрою вимірювання прискорень засновано на перетворенні сили, що виникає при прискореному русі інерційного тіла у пропорційне переміщення прапорця.

Однак, у зв'язку з тим, що корпус пристрою для вимірювання прискорень знаходиться у посудині з рідиною і його зафіксовано за допомогою шарніру, він завжди підтримується у строго вертикальному положенні за рахунок виштовхуючої сили рідини. Недоліком цього пристрою є погрішність, зв'язана з нахилом корпусу у процесі руху об'єкту, на якому закріплено пристрій для вимірювання прискорень. Якщо виштовхуюча сила, що діє на корпус, буде більш сили ваги, то корпус буде дійсно знаходитись у вертикальному положенні, але при цьому ця система є маятником, який може коливатися відносно шарніру. При цьому довжина маятника дорівнює відстані від точки підвішування шарніру до центра мас корпусу.

Взагалі власна частота  $\omega$  такої системи визначається виразом

$$\omega = \sqrt{mg/l},$$

де  $m$  — маса маятника,  $l$  — довжина маятника,  $I$  — момент інерції маятника.

У нашому випадку

$$\omega = \sqrt{(P - mg)/I},$$

де  $P$  — виштовхуюча сила.

Якщо вага корпусу та виштовхуюча сила однакові, то коливання будуть відсутні, але при цьому корпус втратить стійкість, і навіть при невеликому нахилі центр ваги корпусу та центр ваги витиснутої рідини вже не будуть знаходитись на одній вертикалі.

Суть запропонованого винаходу міститься у тому, що пристрій для вимірювання прискорень обресорених частин рухомого складу містить як датчики прискорень, за допомогою яких вимірюють прискорення, так і датчики абсолютних кутових переміщень, сигнал яких використовується для компенсації погрішностей, викликаних кутовими переміщеннями датчиків.

На фіг. приведена функціональна схема запропонованого пристрою. Пристрій складається з датчиків прискорень 1, 2, 3, встановлених паралельно вісям  $Z, X, Y$  просторової системи координат на обресореній частині рухомого складу, виходи яких з'єднані з входами узгоджувальних пристроїв 4, 5, 6. Входи узгоджувальних пристроїв сполучені з входами суматорів 7, 8, 9. На обресореній частині рухомого складу встановлені також датчики абсолютних кутових переміщень 14, 15, виходи яких сполучені з входами узгоджувальних пристроїв 10, 11, 12, 13, а виходи останніх сполучені з другими та третіми входами суматорів. Виходи суматорів сполучені з входами реєстратора 16.

Пристрій працює так. Сигнал з виходу датчика прискорень 1, встановленого на обресореній частині рухомого складу у поздовжньому напрямку ( $X$ ), надходить на вхід узгоджувального пристрою 4, де сигнал підсилюється і з виходу датчика 14 абсолютного кута переміщення відносно вісі  $Y$  надходить на вхід узгоджувального пристрою 10, а з його виходу на другий вхід суматора 7. З виходу суматора відкоригований сигнал відповідний лінійному прискоренню в напрямку  $X$  надходить на вхід реєстратора 16.

Сигнал з виходу датчика прискорення 2, встановленого у поперечному напрямку ( $Y$ ) на обресореній частині рухомого складу, надходить на вхід узгоджувального пристрою 5, який працює аналогічно пристрою 4, з його виходу сигнал надходить на перший вхід суматора 8, а на його другий вхід надходить сигнал з виходу узгоджувального пристрою 11, вхід якого сполучено з виходом датчика 15 абсолютного переміщення кута відносно вісі  $Y$ . З виходу суматора сигнал надходить на вхід пристрою, що реєструє, 16.

Сигнал з виходу датчика прискорень 3, встановленого на обресореній частині у вертикальному напрямку ( $Z$ ) надходить на вхід узгоджувального пристрою 6, а з його виходу на перший вхід суматора 9. На другий і третій входи суматора 9 надходять сигнали з виходів узгоджувальних пристроїв 11 та 12, входи яких сполучено з виходами датчиків 14 та 15 абсолютних кутових переміщень. Сигнал з виходу суматора 9 є пропорційним тільки лінійному вертикальному прискоренню. З виходу суматора сигнал надходить на вхід пристрою, що реєструє, 16.

Технічний результат заявленого винаходу полягає в можливості вимірювань тільки лінійних прискорень.

Запропонований пристрій може бути без додаткових затрат використаний всюди, де треба вимірювати прискорення на обресорених частинах залізничного рухомого складу.

Типаж 50 экс  
 Блокпост експлуатаційно-технічний  
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Галицька, 101  
 (03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03



