



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **160304** (13) **U**
(51) МПК (2025.01)
G01P 3/44 (2006.01)
G01P 15/14 (2013.01)
G01V 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

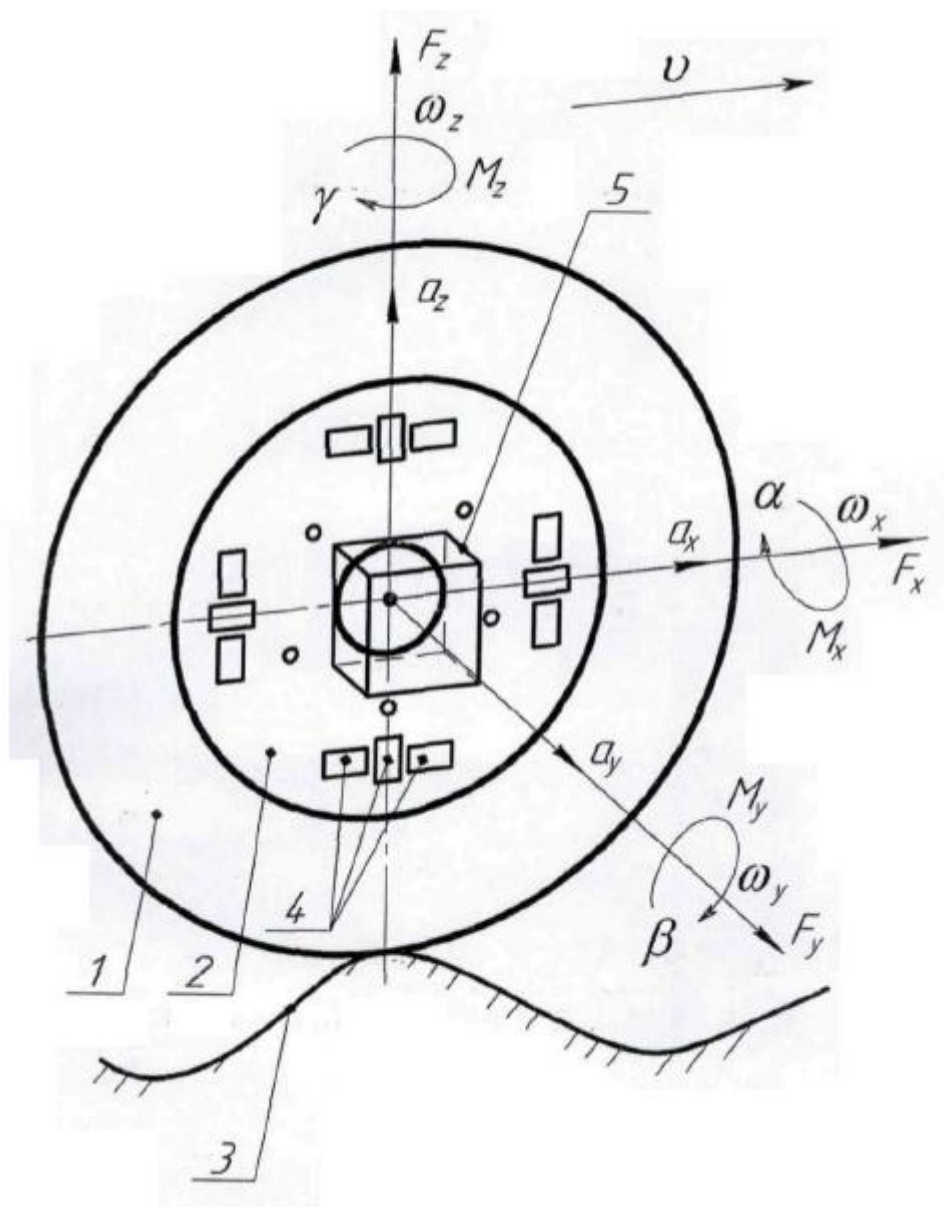
(21) Номер заявки: u 2024 05351	(72) Винахідник(и): Антощенко Роман Вікторович (UA), Галич Іван Васильович (UA), Кісь-Коркіщенко Лілія Вікторівна (UA), Никифоров Антон Олексійович (UA), Череватенко Галина Ігорівна (UA), Сміцков Дмитро Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.11.2024	(73) Володілець (володільці): ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 28.08.2025	(74) Представник: Дейнеко Андрій Іванович, реєстр. №473
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 27.08.2025, Бюл.№ 35	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КОЛЕСА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

(57) Реферат:

Пристрій для вимірювання динамічних та енергетичних показників колеса транспортного засобу містить засоби вимірювання, що розташовані на колесі, та обертаються разом з ним навколо осі обертання колеса. Засоби вимірювання включають інерційно-вимірювальний пристрій, розташований в центрі колеса, співвісно з віссю обертання колеса, тензометричні датчики, що ексцентрично розташовані по периферійній окружній поверхні колеса, по колу, зі зміщенням на кут γ у напрямку обертання колеса, відносно осі обертання колеса, та встановлені на рівних радіальних відстанях від осі обертання колеса. Тензометричні датчики налаштовано на вимірювання сил F_x , F_y , F_z , та моментів M_x , M_y , M_z , що діють на колесо в трьох площинах x , y , z . Інерційно-вимірювальний пристрій містить акселерометр, гіроскоп та магнітометр та налаштований на вимірювання прискорення a_x , a_y та a_z , кутової швидкості ω_x , ω_y , ω_z та кутів орієнтації колеса в просторі α , β , γ .

UA 160304 U



Корисна модель належить до технічних засобів діагностування та експлуатаційного контролю, зокрема пристроїв для визначення динамічних та енергетичних показників колеса транспортного засобу, призначених для визначення орієнтації, прискорень, кутових швидкостей, сил та моментів, що діють на колесо, та може бути використана при проведенні випробувань під час експлуатації транспортного засобу, або на випробувальному стенді з транспортним засобом.

З рівня техніки відомі різні засоби вимірювання, що розташовуються на колесі транспортного засобу, та обертаються разом з ним навколо осі обертання колеса, здійснюючи при цьому вимірювання динамічних або енергетичних показників колеса транспортного засобу.

Так, з патенту США на винахід US8165842B2 [опубл. 24.04.2012, МПК G01P 15/00, G01P 15/165, G01P 3/22, G01P 7/00] відомий вимірювальний пристрій для отримання даних транспортного засобу, зокрема, швидкості транспортного засобу, що рухається на колесах, що як засіб вимірювання використовує двохосовий акселерометр.

Такий пристрій пристосований лише до визначення кутової швидкості обертання колеса навколо однієї осі. Відповідно, він має дуже вузьку та обмежену сферу застосування при проведенні вимірювань.

З патентної заявки США на винахід US2023258682A1 [опубл. 17.08.2023, МПК G01C 19/00, G01C 21/10, G01D 5/12, G01P 1/08, G01P 15/18, G01P 3/44] відомий засіб вимірювання що містить гіроскоп та акселерометр встановлені на колесі, що обертається.

До недоліків цього відомого аналога відноситься неспіввісне розташування гіроскопа та акселерометра відносно осі колеса, яке вносить додаткову похибку визначення кутової швидкості обертання, що, в свою чергу, негативно впливає на точність результатів вимірювань та отримуваних даних.

З міжнародної заявки на винахід WO2020058941A1 [опубл. 26.03.2020, МПК G01C 19/00, G01C 21/10, G01D 5/12, G01P 1/08, G01P 15/18, G01P 3/44] відомий пристрій для визначення стаціонарного стану, вимірювання швидкості, що містить акселерометр та/або гіроскоп, що конфігуровані для встановлення на колесо або вісь транспортного засобу. Згаданий пристрій містить контролер, що взаємодіє з акселерометром та/або гіроскопом, та конфігурований для отримання даних від акселерометра та/або гіроскопа. Контролер пристрою обробляє дані для визначення одного або декількох наступних параметрів: швидкості, напрямку обертання колеса, накопиченої пройденої відстані, стаціонарного стану, прискорення, уповільнення, діаметра колеса та ухилу поверхні, з якою контактує колесо.

Недоліком цього відомого пристрою є те, що він визначає шлях колесом. Така конструкція дозволяє врахувати нахили опорної поверхні, по якій рухається колесо, однак не враховує нахили колеса в боки, що знижує точність визначення показників.

Як найбільш близький аналог, що запропонований вибраний пристрій для визначення динаміки колеса мобільної машини, відомий з патенту України на корисну модель UA128467U [опубл. 25.09.2018, МПК G01P 3/44, G01P 15/14, G01V 7/00], в якому як засіб вимірювання використовуються триосовий акселерометр, триосовий гіроскоп та триосовий магнітометр.

До недоліків цього аналога належить недостатньо широкий діапазон вимірювань, зокрема те, що він дозволяє визначати лише динамічні показники колеса такі, як прискорення, кутові швидкості, кути орієнтації в просторі, та не дозволяє вимірювати енергетичні показники, такі як сили та моменти, що діють на колесо.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для визначення динамічних та енергетичних показників колеса, зокрема колеса транспортного засобу, який уникає недоліків пристроїв, які відомі з рівня техніки, та дозволяє одночасно визначати та вимірювати орієнтацію, прискорення, кутові швидкості, сили та моменти, що діють на колесо транспортного засобу, та, відповідно, є універсальним у використанні.

Іншою задачею корисної моделі є забезпечення високої точності визначення та вимірювання орієнтації, прискорення, кутових швидкостей, сил та моментів, що діють на колесо транспортного засобу.

Ще однією задачею корисної моделі є створення простого та водночас надійного в роботі пристрою для визначення динамічних та енергетичних показників колеса.

Поставлена задача вирішуються тим, що в пристрої для вимірювання динамічних та енергетичних показників колеса транспортного засобу, що містить засоби вимірювання, що розташовані на колесі, та обертаються разом з ним навколо осі обертання колеса, згідно з корисною моделлю засоби вимірювання включають інерційно-вимірювальний пристрій, розташований в центрі колеса, співвісно з віссю обертання колеса, тензометричні датчики, що ексцентрично розташовані по периферійній окружній поверхні колеса, по колу, зі зміщенням на кут у напрямку обертання колеса, відносно осі обертання колеса, та встановлені на рівних

радіальних відстанях від осі обертання колеса, причому тензометричні датчики налаштовано на вимірювання сил F_x , F_y , F_z , та моментів M_x , M_y , M_z , що діють на колесо в трьох площинах x , y , z , інерційно-вимірювальний пристрій містить акселерометр, гіроскоп та магнітометр, та налаштований на вимірювання прискорення a_x , a_y та a_z , кутової швидкості ω_x , ω_y , ω_z , та кутів орієнтації колеса в просторі α , β , γ .

Поєднання трьохосьових акселерометра, гіроскопа та магнітометра та тензометричні датчики, що розташовані так, як описано вище, дозволяє забезпечити універсальність використання пристрою за рахунок забезпечення можливості одночасного визначення орієнтації, прискорень, кутових швидкостей, сил та моментів, що діють на колесо транспортного засобу.

Згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі інерційно-вимірювальний пристрій містить акселерометр, виконаний з можливістю визначення швидкості прискорення a_x , a_y та a_z колеса, що вирівняний з кожною з трьох ортогонально орієнтованих осей в трьох площинах x , y , z , для отримання значення гравітаційного прискорення колеса у часі, гіроскоп, виконаний з можливістю визначення кутової швидкості ω_x , ω_y , ω_z колеса та кутів орієнтації колеса в просторі α , β , γ , що вирівняний з кожною з трьох ортогонально орієнтованих осей в трьох площинах x , y , z для отримання значення кутової швидкості колеса у часі, магнітометр, виконаний з можливістю визначення вектору дії сили земного тяжіння відносно опорної точки колеса, що вирівняний з кожною з трьох ортогонально орієнтованих осей в трьох площинах x , y , z для отримання вертикальної складової сили F_z , яка діє на колесо транспортного засобу у часі.

Застосування трьохосьових акселерометра, гіроскопа та магнітометра, що розташовані в центрі колеса, співвісно з віссю обертання колеса, та орієнтовані відносно осей в трьох площинах x , y , z , дозволяє враховувати орієнтацію та нахили колеса в просторі, що впливають на точність визначення сил та моментів, діючих на колесо.

Також, згідно з переважним варіантом реалізації корисної моделі, пристрій містить тензометричні датчики, які розташовані по колу зі зміщенням на кут 90° , дзеркально симетрично відносно осі обертання колеса, по сторонах умовного квадрата, вписаного в згадане коло.

Альтернативним попередньому доцільним варіантом реалізації є такий, при якому пристрій містить тензометричні датчики, які розташовані по колу зі зміщенням на кут 120° , по сторонах умовного рівностороннього трикутника, вписаного в згадане коло.

Доцільно, щоб тензометричні датчики утворювали групи з трьох тензометричних датчиків, перший з яких розташований перпендикулярно до осі обертання колеса, та паралельно вектору сил F_x або F_z , що діють в радіальному напрямку, кожен з двох інших розташований ортогонально до першого тензометричного датчика, та перпендикулярно вектора сил F_x або F_z .

Таке групування та розташування тензометричних датчиків дозволить забезпечувати достатньо високу точність визначення та вимірювання орієнтації, прискорення, кутових швидкостей, сил та моментів, що діють на колесо транспортного засобу, при цьому, одночасно, зберігши конструкція пристрою для вимірювання достатньо простою, надійною, та недорогою у виготовленні.

Крім іншого геометричне розташування інерційно-вимірювального пристрою та множини тензометричних датчиків, описане у згаданих вище варіантах реалізації, також створює умови для подальших спрощеного аналізу та математичної обробки вихідних сигналів, які генеруються згаданими датчиками, що може здійснюватися, наприклад, мікропроцесорним блоком або віддаленим сервером, які здійснюють відповідні обчислення для визначення та вимірювання орієнтації, прискорення, кутових швидкостей, сил та моментів, що діють на колесо транспортного засобу.

Для забезпечення достовірності визначення та вимірювання орієнтації, прискорення, кутових швидкостей, сил та моментів, що діють на колесо транспортного засобу, бажаним є варіант реалізації, при якому пристрій містить мікропроцесорний блок, комутаційно з'єднаний з тензометричними датчиками, та з інерційно-вимірювальним пристроєм, виконаний з можливістю отримання та реєстрації вихідного сигналу, який генерується згаданими датчиками, причому мікропроцесорний блок, на основі об'єднання отриманих сигналів, обчислює щонайменше одну з таких величин як орієнтація, прискорення, кутова швидкість, сили та моментів, що діють на колесо, що обертається.

Може бути корисним, щоб пристрій містив джерело живлення та систему зв'язку, виконану з можливістю бездротової передачі даних на віддалений сервер, який комутаційно з'єднаний через мережу зв'язку з мікропроцесорним блоком, щонайменше даних щодо орієнтації, прискорення, кутової швидкості, сили та моментів, що діють на колесо.

Також може бути корисним, щоб мікропроцесорний блок, інерційно-вимірювальний пристрій, джерело живлення, система зв'язку були частинами збірної вузла, що має корпус, в якому

вони розміщені, причому корпус виконаний з можливістю його встановлення на маточину колеса.

Враховуючи те, що колеса різних транспортних засобів мають різну геометрію, для забезпечення універсальності використання доцільно, щоб тензометричні датчики та інерційно-вимірювальний пристрій були розташовані на плоскій несучій пластині, яку виконано з
5
можливістю встановлення на диск колеса та/або обід колеса, та/або маточину колеса. Таким чином забезпечується правильність встановлення та орієнтації вимірювальних датчиків.

Загалом описана сукупність ознак аналога згідно з корисною моделлю забезпечує високу точність, достовірність вимірювань та надійність роботи пристрою для визначення динамічних та енергетичних показників колеса транспортного засобу.
10

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де на кресленні показано схему встановлення пристрою для визначення динамічних та енергетичних показників колеса транспортного засобу.

На кресленні позначено: 1 - колесо; 2 - диск; 3 - опорна поверхня; 4 - тензометричні датчики;
15 5 - інерційно-вимірювальний пристрій.

Нижче більш детально описано приклади здійснення корисної моделі з посиланнями на додане креслення, та зазначенням окремих технічних переваг отримуваних при здійсненні корисної моделі.

Перед початком вимірювань пристрій для вимірювання динамічних та енергетичних показників колеса встановлюється на транспортний засіб, що експлуатується водієм. Це може бути будь-який транспортний засіб, що містить хоча б одне колесо, проте переважним є використання для проведення вимірювань показників коліс тракторів, автомобілів сільськогосподарського призначення, навісної або причіпної сільськогосподарської техніки.
20

Конкретно, для проведення вимірювань пристрій встановлюється на щонайменше одному колесі 1 транспортного засобу, або, за потреби, на всіх колесах 1 транспортного засобу, та закріплюється на диску 2 колеса 1 та/або ободі колеса 1 (не показаний), та/або маточині колеса 1 (не показана).
25

При встановленні тензометричних датчиків 4 та інерційно-вимірювального пристрою 5, їх розташовують, дотримуючись описаної нижче схеми встановлення, яка забезпечує точність визначення орієнтації, прискорень, кутових швидкостей, поперечних та поздовжніх сил та моментів, що діють на колесо 1 при русі транспортного засобу.
30

В центрі диска 2 колеса 1 (переважно, на маточину колеса), співвісно з віссю обертання колеса, встановлюють інерційно-вимірювальний пристрій 5, який складається з акселерометра, гіроскопа та магнітометра. Інерційно-вимірювальний пристрій 5 налаштовують на вимірювання прискорення a_x , a_y та a_z , кутової швидкості ω_x , ω_y , ω_z та кутів орієнтації колеса в просторі α , β , γ .
35

Більш конкретно інерційно-вимірювальний пристрій 5 складається з акселерометра, налаштованого для визначення швидкості прискорення a_x , a_y та a_z колеса 1 та вирівняного з кожною з трьох ортогонально орієнтованих осей в трьох площинах x , y , z , для отримання значення гравітаційного прискорення колеса 1 у часі, гіроскопа, налаштованого для визначення кутової швидкості ω_x , ω_y , ω_z колеса 1, та кутів орієнтації колеса 1 в просторі α , β , γ , та вирівняного з кожною з трьох ортогонально орієнтованих осей в трьох площинах x , y , z для отримання значення кутової швидкості колеса 1 у часі, магнітометра, налаштованого для визначення вектору дії сили земного тяжіння відносно опорної точки колеса, розташованого на опорній поверхні 3 (дорозі), що вирівняний з кожною з трьох ортогонально орієнтованих осей в трьох площинах x , y , z для отримання вертикальної складової сили F_z , яка діє на колесо 1 транспортного засобу у часі.
40
45

На периферійну окружну поверхню диска 2 колеса 1 встановлюють тензометричні датчики 4 (що, переважно, конструктивно ідентичні), їх ексцентрично розташовують по колу, зі зміщенням на кут γ у напрямку обертання колеса 1, відносно осі обертання колеса 1, та встановлюють на рівних радіальних відстанях від осі обертання колеса 1. Таким чином тензометричні датчики 4 налаштовують на вимірювання сил F_x , F_y , F_z , та моментів M_x , M_y , M_z , що діють на колесо 1 в трьох площинах x , y , z .
50

У наведеному прикладі реалізації, зображеному на кресл., множину тензометричних датчиків 4, розташовано по колу зі зміщенням на кут 90° , дзеркально симетрично відносно осі обертання колеса 1, по сторонах умовного квадрата, вписаного в згадане коло.
55

Також може бути доречним розмістити множину тензометричних датчиків з розташуванням по колу зі зміщенням на кут 120° , по сторонах умовного рівностороннього трикутника, вписаного в згадане коло.

Тензометричні датчики 4 формують у групи з трьох тензометричних датчиків, кожна з яких містить перший датчик, розташований перпендикулярно до осі обертання колеса, та
60

паралельно вектору сил F_x або F_z , що діють в радіальному напрямку, та два інших тензометричних датчики розташовані ортогонально до першого тензометричного датчика та перпендикулярно вектору сил F_x або F_z .

Хоча корисну модель проілюстровано описаними вище конкретними варіантами розташування тензометричних датчиків 4, зрозуміло що можуть бути і інші модифікації такого розташування (наприклад, зі зміщенням на кут 10° , 15° , 30° , 45° , 60° , 180° тощо, що тут не детально розкриваються), та модифікації групування тензометричних датчиків 4 (наприклад, у вигляді двох опозитно розташованих пар тензометричних датчиків тощо, що тут детально не розкриваються), за умови, що вони відповідають сукупності ознак корисної моделі описаного в незалежному пункті формули корисної моделі.

Крім встановлення на власне колесо 1, можливий варіант реалізації в якому, для зручності встановлення, та забезпечення відповідного розташування тензометричних датчиків 4 та інерційно-вимірювального пристрою 5 вони також можуть бути встановлені на попередньо підготовану, з врахуванням геометрії колеса/коліс транспортного засобу, пласку несучу пластину (не показана) споряджену елементами кріплення до диска 2 колеса, та/або ободу колеса, та/або маточини колеса. Зокрема, таке виконання дозволяє налаштувати пристрій більш точно за рахунок розміщення датчиків над їх теоретичними осями в трьох площинах x , y , z , та, відповідно, запобігти помилкам вимірювання за рахунок більш точного позиціонування інерційно-вимірювального пристрою 5 (власне, акселерометра, гіроскопа та магнітометра), розташувавши його співвісно з віссю обертання колеса 1, та тензометричних датчиків 4 відносно осі обертання колеса 1. Також воно забезпечує можливість швидкого монтажу пристрою на колесо 1 транспортного засобу, та запобігає похибкам вимірювань, що можуть бути зумовлені неправильним монтажем пристрою на колесо 1.

Пристрій для вимірювання динамічних та енергетичних показників колеса також містить мікропроцесорний блок (не показано), комутаційно з'єднаний з тензометричними датчиками 4, та з інерційно-вимірювальним пристроєм 5, який забезпечує отримання та реєстрації вихідного сигналу, який генерується тензометричними датчиками 4, та інерційно-вимірювальним пристроєм 5.

Мікропроцесорний блок, на основі об'єднання отриманих вихідних сигналів, які генеруються тензометричними датчиками 4, та з інерційно-вимірювальним пристроєм 5, обчислює орієнтацію, прискорення, кутову швидкість, сили та моменти, що діють на колесо 1, що обертається.

Також пристрій містить джерело живлення (не показане) та систему зв'язку (не показана), що включає передавач та антену, та забезпечує бездротову передачу даних, в реальному часі, або через регулярні проміжки часу, на віддалений сервер, який комутаційно з'єднаний через мережу зв'язку з мікропроцесорним блоком, щонайменше передачу отриманих даних щодо орієнтації, прискорення, кутової швидкості, сили та моментів, що діють на колесо 1 або множину коліс 1.

Переважно мікропроцесорний блок, інерційно-вимірювальний пристрій 5, джерело живлення, система зв'язку є частинами єдиного збірного вузла, що має корпус, в якому вони розміщені. Такий корпус оснащують елементами кріплення, які забезпечують можливість кріплення, наприклад, кріплення фланцем на маточину колеса, або спеціально пристосовану пласку несучу пластину, що дозволяє отримати стійку до деформації та зсувів, та регульовану в горизонтальній та вертикальній площині конструкцію. Таке виконання також забезпечує модульну конструкцію пристрою для вимірювання динамічних та енергетичних показників колеса транспортного засобу, що може бути легко масштабована за потреби.

Особливо стійка та добре регульована конструкція отримується у варіанті, коли використовується пласка несуча пластина, фланець якої знімно прикріплений до маточини колеса за допомогою регульовальних болтів та контргайок, що дозволяють регулювати поперечний та поздовжній нахили і висоту згаданої пластини. Зокрема, така конструкція дозволяє більш точно позиціонувати інерційно-вимірювальний пристрій 5 (власне, акселерометр, гіроскоп та магнітометр), розташувавши його співвісно з віссю обертання колеса 1.

Якщо потрібно отримувати дані з більш ніж одного колеса 1, на кожне з коліс 1 окремо встановлюється пристрій для вимірювання динамічних та енергетичних показників колеса, що відповідає кількості коліс 1 транспортного засобу, вимірювання динамічних та енергетичних показників яких потрібно здійснювати.

Колесо 1 або множину коліс 1 транспортного засобу, вимірювання динамічних та енергетичних показників яких потрібно здійснювати, також можуть бути встановлені на випробувальний стенд. Це може бути будь-який стенд, що може можна відтворити як кінематику

відносного руху між транспортним засобом і дорогою, так і кінематику поворотних коліс транспортного засобу.

Такий стенд повинен мати навантажувальний засіб, який може опускатися і притискатися до протектора колеса 1 за допомогою силового приводу, наприклад гідравлічного циліндра, встановлюватись на опорній поверхні 3 відповідного конструктивного елемента навантажувального засобу випробувального стенда, та забезпечує осьове зміщення, радіальне зміщення, та кутове зміщення колеса 1, що імітує сили та/або моменти, що діють на колесо/колеса 1 при русі транспортного засобу.

Пристрій для вимірювання динамічних та енергетичних показників колеса працює наступним чином.

Під час руху колеса 1 транспортного засобу інерційно-вимірювальний пристрій 5 за допомогою трьохосового гіроскопа вимірює кутові швидкості в трьох взаємно перпендикулярних площинах, за допомогою трьохосового акселерометра та трьохосового магнітометра вимірює гравітаційні й магнітні поля Землі, та, відповідно, визначає абсолютне значення орієнтації в просторі, зокрема, напрям обертання колеса 1, за допомогою тензометричних датчиків 4 вимірює сили та моменти, що діють на колесо 1, та, відповідно, можливо визначити бічну силу, сили підйому, опускання та опору коченню на колесі 1 чи множині коліс 1.

Виміряні величини орієнтації, прискорень, кутових швидкостей, сил та моментів, що діють на колесо 1, передаються у вигляді сигналу, який отримується та реєструється мікропроцесорним блоком, та, у вигляді даних, зберігаються у пам'яті мікропроцесора, та/або передаються на віддалений сервер для їх подальшої обробки та аналізу.

В цілому описана вище конструкція пристрою для визначення динамічних та енергетичних показників колеса транспортного засобу забезпечує універсальність його можливих застосувань, практичність та простоту використання, зокрема, при встановленні на конструктивно різні колеса, характерні для різних типів транспортних засобів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Пристрій для вимірювання динамічних та енергетичних показників колеса транспортного засобу, що містить засоби вимірювання, що розташовані на колесі та обертаються разом з ним навколо осі обертання колеса, який **відрізняється** тим, що засоби вимірювання включають інерційно-вимірювальний пристрій, розташований в центрі колеса, співвісно з віссю обертання колеса, тензометричні датчики, що ексцентрично розташовані по периферійній окружній поверхні колеса, по колу, зі зміщенням на кут у напрямку обертання колеса, відносно осі обертання колеса, та встановлені на рівних радіальних відстанях від осі обертання колеса, причому тензометричні датчики налаштовано на вимірювання сил F_x , F_y , F_z , та моментів M_x , M_y , M_z , що діють на колесо в трьох площинах x , y , z , інерційно-вимірювальний пристрій містить акселерометр, гіроскоп та магнітометр та налаштований на вимірювання прискорення a_x , a_y та a_z , кутової швидкості ω_x , ω_y , ω_z та кутів орієнтації колеса в просторі α , β , γ .

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що інерційно-вимірювальний пристрій містить акселерометр, виконаний з можливістю визначення швидкості прискорення a_x , a_y та a_z колеса, що вирівняний з кожною з трьох ортогонально орієнтованих осей в трьох площинах x , y , z для отримання значення гравітаційного прискорення колеса у часі, гіроскоп, виконаний з можливістю визначення кутової швидкості ω_x , ω_y , ω_z колеса та кутів орієнтації колеса в просторі α , β , γ , що вирівняний з кожною з трьох ортогонально орієнтованих осей в трьох площинах x , y , z для отримання значення кутової швидкості колеса у часі, магнітометр, виконаний з можливістю визначення вектора дії сили земного тяжіння відносно опорної точки колеса, що вирівняний з кожною з трьох ортогонально орієнтованих осей в трьох площинах x , y , z для отримання вертикальної складової сили F_z , яка діє на колесо транспортного засобу у часі.

3. Пристрій за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що він містить тензометричні датчики, які розташовані по колу зі зміщенням на кут 90° , дзеркально симетрично відносно осі обертання колеса, по сторонах умовного квадрата, вписаного в згадане коло.

4. Пристрій за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що він містить тензометричні датчики, які розташовані по колу зі зміщенням на кут 120° , по сторонах умовного рівностороннього трикутника, вписаного в згадане коло.

5. Пристрій за п. 3 або 4, який **відрізняється** тим, що тензометричні датчики утворюють групи з трьох тензометричних датчиків, перший з яких розташований перпендикулярно до осі обертання колеса та паралельно вектору сил F_x або F_z , що діють в радіальному напрямку,

кожен з двох інших розташований ортогонально до першого тензометричного датчика та перпендикулярно вектору сил F_x або F_z .

6. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що він містить мікропроцесорний блок, комутаційно з'єднаний з тензометричними датчиками та з інерційно-вимірювальним пристроєм, виконаний з можливістю отримання та реєстрації вихідного сигналу, який генерується згаданими датчиками, причому мікропроцесорний блок, на основі об'єднання отриманих сигналів, обчислює щонайменше одну з таких величин як орієнтація, прискорення, кутова швидкість, сили та моменти, що діють на колесо, що обертається.

7. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що він містить джерело живлення та систему зв'язку, виконану з можливістю бездротової передачі даних на віддалений сервер, який комутаційно з'єднаний через мережу зв'язку з мікропроцесорним блоком, щонайменше даних щодо орієнтації, прискорення, кутової швидкості, сили та моменти, що діють на колесо.

8. Пристрій за п. 7, який **відрізняється** тим, що мікропроцесорний блок, інерційно-вимірювальний пристрій, джерело живлення, система зв'язку є частинами збірного вузла, що має корпус, в якому вони розміщені, причому корпус виконаний з можливістю його встановлення на маточину колеса.

9. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що тензометричні датчики та інерційно-вимірювальний пристрій розташовані на плоскій несучій пластині, яку виконано з можливістю встановлення на диск колеса та/або обід колеса, та/або маточину колеса.

