



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108314** (13) **C2**  
(51) МПК

**H02N 2/18** (2006.01)  
**H01L 41/04** (2006.01)  
**F03D 9/02** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2013 14894</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>19.12.2013</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>10.04.2015</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: <b>10.06.2014, Бюл.№ 11</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.04.2015, Бюл.№ 7</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Невлюдов Ігор Шакірович (UA), Палагін Віктор Андрійович (UA), Разумов-Фризюк Євгеній Анатолійович (UA), Жарікова Ірина Володимирівна (UA), Богдан Юлія Ігорівна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ,</b> пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 201114047 A, 10.06.2013 SU 1534758 A1, 07.01.1990 KR 20110016798 A, 18.02.2011 RU 2264687 C2, 20.04.2005 RU 2377137 C2, 27.11.2006 JPS 56-11458 A, 01.09.1981</p>
---	--

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЦИКЛІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНУ**

**(57) Реферат:**

1.Об'єкт винаходу. Пристрій для циклічного перетворення механічної енергії в електричну

2.Галузь застосування. Винахід належить до електричних генераторів та може бути використаний в конструкції коліс транспортних засобів (електро- та гібридних автомобілей та інших видах рухомих об'єктів) для перетворення частини механічної енергії в електричну.

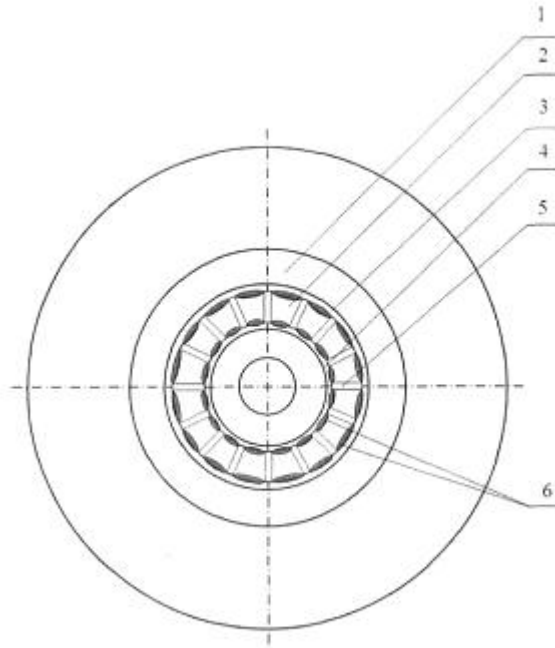
3.Суть винаходу. Пристрій здійснює перетворення механічної енергії в електричну за допомогою п'єзоелементів, їх циклічна деформація відбувається лише за рахунок дії ваги та вантажу рухомого об'єкта у фазі руху колеса, коли п'єзоелемент/п'єзоелементи знаходяться нижче осі колеса.

Перетворювач виконаний у вигляді вставки, яка складається з двох концентричних кілець (ободу та маточини), множини п'єзоелементів, які з постійним кроком розташовані між ними навколо осі та мають металізовані електроди, схеми випрямлення та накопичення заряду. Вставка у вигляді двох концентричних кілець з металізованими внутрішніми поверхнями виготовлена з конструкційної кераміки. П'єзоелементи відокремлені один від одного за рахунок їх розміщення з постійним кутовим кроком, жорстко механічно та електрично зв'язані з концентричними кільцями вставки та є її спицями. П'єзоелементи можуть виконуватися у вигляді п'єзопакетів, багат шарових повздожніх секторів різної довжини. Електроди п'єзоелементів сполучені з металізованими поверхнями кілець, а згенерований заряд збирається за допомогою щіточних колекторів.

4.Технічний результат. Дозволяє підвищити допустимі навантаження на п'єзоелементи та надійність пристрою, підвищити ККД перетворення механічної енергії в електричну.

UA 108314 C2

Застосування у пристрої п'єзопакетів дозволяє зменшити напругу перетворювачів, але пропорційно підвищити величину струму (заряду).



Фіг. 1

Пристрій перетворення механічної енергії в електричну може використовуватись насамперед в електро- та гібридних автомобілях для поліпшення їх технічних характеристик за рахунок використання частини енергії, яка втрачається на деформацію елементів конструкції колеса силою ваги та вантажу рухомого об'єкта. Електричні та гібридні мобілі найбільш зручний об'єкт використання тому, що в наш час ведуться інтенсивні пошуки електричних джерел живлення для них і ще не стандартизовані їхні конструктивно-технологічні рішення.

Надалі така утилізація енергії, яка втрачається під час руху транспорту, може використовуватись і в інших видах рухомих об'єктів.

Показаннями для цього можуть бути як техніко-економічні, так і екологічні фактори збереження навколишнього середовища.

Аналогами пропонованого пристрою перетворення механічної енергії в електричну можуть бути численні п'єзоелектричні перетворювачі на основі прямого п'єзоефекту. Зокрема, відомі технічні рішення по перетворенню деформації панелей п'єзоелементів вагою пішоходів, що проходять по них. Панелі перетворювачів встановлюють на входах у метро (Японія), супермаркетів та офісів, у нічних клубах (Великобританія) [1. Sustainable dance floor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/ URL: http://www.sustainabledanceclub.com/products/interaction/](http://www.sustainabledanceclub.com/products/interaction/) – 10.12.2013 – Загол. з екрану; 2. П'єзоелемент произведет революцию [Електронний ресурс] / Сайт "Ostatok.net". – Режим доступу: [http://www.ostatok.net/video\\_pjezoelement](http://www.ostatok.net/video_pjezoelement)

[\\_elektroenergia\\_revolucia.php](#) – 26.03.2009 г.; 3. Джагунов Р. Г. П'єзоелектронные устройства вычислительной техники, систем контроля и управления [Текст]: учеб. / Р. Г. Джагунов, А.А. Ерофеев. – СПб.: Политехника, 1994. – 607 с.]

Наприклад, в Ізраїлі ведеться розробка п'єзошляху, в якому п'єзоперетворювачі розміщуються під покриттям шляху [Innowattech. Energy Harvesting Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/ URL: http://www.innowattech.co.il/techInfo.aspx](http://www.innowattech.co.il/techInfo.aspx)]. Напруження деформації п'єзопанелей автомобілями, які проїжджають по ньому, перетворюються в електричну енергію і використовуються для освітлення траси.

Перелічені перетворювачі передбачають накопичення та використання електроенергії поза межами джерела, що виробляє її.

Близькою до винаходу, що пропонується, є система для генерації електричної енергії з механічної енергії шини, яка обертається (патент Российской Федерации №2377137 C2, МПК В60С 23/04, опубл. 27.12.2009 г.).

До складу системи входить шина, п'єзоелектричний перетворювач, випрямляч, пристрій для накопичення енергії та блок електронних схем. Конструкція шини містить корону, яка має зовнішню частину протектора шини для контакту з поверхнею землі, частини борта шини для посадки на обід колеса та бокові частини шини між кожною частиною борта шини та короною. П'єзоелектричний пристрій може розміщуватися на внутрішній поверхні корони або на внутрішній поверхні боковини шини. Крім того, такий пристрій може закріплюватися у будь-якому місці на шині або в ній. Винахід, що пропонується, відрізняється від вказаного аналога принципом дії та конструкцією. В рішенні-аналозі заряд генерується за рахунок стиснення-розтягування шини, а з нею і п'єзоелементів. У пристрої, який пропонується, заряд генерується за рахунок стиснення п'єзоелементів силою власної ваги та вантажу транспортного засобу.

Найбільш близьким до пропонованого пристрою за сукупністю ознак є п'єзогенератор (патент Российской Федерации №2264687 МПК H02N2/18, H01L41/113, опубл. 20.11.2005 г.). П'єзогенератор має два концентрично розташованих біморфних кільця з електродами на головних поверхнях та ролики поміж них. На торцях кілець встановлені сепаратори з прорізами, в яких розміщені пружини. За їх допомогою ролики через розташовані на осях роликів стрижні притиснуті до одного з кілець чи до обох кілець у шаховому порядку. Внутрішнє або зовнішнє кільця мають можливість обертання. Ролики виконані з п'єзоелектричного матеріалу та мають електроди. Один електрод ролика міститься на боковій поверхні, а другим електродом слугує електропровідний стрижень, який розміщується на осі обертання ролика. Електроди можуть розміщуватись на боковій поверхні ролика вздовж чи перпендикулярно осі обертання та з'єднані між собою схемою комутації або на торцях ролика перпендикулярно його осі обертання.

Недоліком цього пристрою є те, що привід рухомих деталей п'єзогенератора витрачає енергію на переборювання моменту тиску пружин на п'єзоелектричні елементи, та велика кількість рухомих деталей, в тому числі й пружин, що робить пристрій малонадійним, вимагає постійного обслуговування.

Технічною задачею винаходу, що пропонується, є пристрій для утилізації частини механічної енергії, яка втрачається за рахунок деформації елементів колеса силою ваги та вантажу рухомого об'єкта, шляхом введення в конструкцію колеса керамічної вставки з

п'єзоелектричними елементами, які для підвищення надійності нерухомо закріплені в ньому та перетворюють їхню періодичну механічну деформацію під дією сили ваги та вантажу рухомого об'єкта в електричний заряд, що випрямляється та передається для накопичення в акумулятор і подальшого використання на рухомому об'єкті. За рахунок жорсткого кріплення п'єзоелементів у колесі підвищуються допустимі навантаження на п'єзоелементи й генерований електричний заряд відповідно, підвищується надійність перетворювача.

Ця задача вирішується наступним чином. У перетворювачі механічної енергії в електричну за допомогою п'єзоелементів, які мають можливість деформуватися шляхом стискання чи згинання, згідно з винаходом, за рахунок дії ваги та вантажу рухомого об'єкта у фазі руху колеса, коли п'єзоелементи знаходяться нижче осі колеса.

Перетворювач реалізується у вигляді вставки, яка складається з двох концентричних кілець, множини п'єзоелементів, які з постійним кроком розташовані між ними навколо осі та мають металізовані електроди, схеми випрямлення та накопичення заряду, згідно з винаходом, п'єзоелементи розташовані між двома концентричними кільцями з конструкційної кераміки з металізацією, внутрішні металізовані поверхні яких контактують з електродами п'єзоелементів, на яких виникають електричні заряди, а п'єзоелементи відокремлені один від одного за рахунок їх розміщення з постійним кутовим кроком, жорстко механічно та електрично зв'язані з концентричними кільцями вставки та є її спицями, крім того, електроди п'єзоелементів сполучені з металізованими поверхнями кілець, які контактують зі щітками колектора.

У пристрої п'єзоелементи можуть бути виконані у вигляді п'єзопакетів. П'єзоелементи можуть бути виконані у вигляді багатощарових повздожніх секторів різної довжини. Пристрій знімання електричних зарядів (колектор) може виконуватися по окремих секторах вставки. Вставка з кераміки (конструкційної та п'єзоелектричної) виготовлена в єдиному технологічному циклі спікання за методами "сирої кераміки".

На кресленні наведена структура п'єзоперетворювача для циклічного перетворення деформації п'єзоелементів у колесі в електричний заряд.

Перетворювач складається з: 1 – диска колеса; 2 – п'єзоелементів, розміщених по колу з постійним кутовим кроком; 3, 4 – концентричних кілець з конструкційної кераміки (ободу та маточини вставки); 5 – проміжків між п'єзоелементами; 6 – електродів п'єзоелементів, що виведені на обід та маточину.

Пристрій працює наступним чином. Згідно з дією прямого п'єзоєфекту механічна робота сили ваги та вантажу рухомого об'єкта перетворюється в електричний заряд за рахунок послідовної циклічної деформації п'єзоелементів багатоелементного перетворювача, яка має місце при положенні елементів нижче осі колеса. Окремі п'єзоелементи перетворювача є спицями колеса 2 і закріплені з постійним кутовим кроком між двома концентричними кільцями з конструкційної кераміки (наприклад, ВК-94-1), кожне з яких нерухомо з'єднане з металевими кільцями, які утворюють маточину 4 та обід 3 колеса. Сила ваги колеса та вантажу рухомого об'єкта діє на весь колесо, далі передається маточині 4 колеса, спицям-п'єзоелементам 2, які розміщені нижче осі колеса. Ці спиці-п'єзоелементи деформуються відповідно до розподілу загальної сили по спицях, що знаходяться під різними кутами до вертикалі і п'єзоелементи генерують на їх протилежних у радіальному напрямі площинах електродах 6 електричні заряди, пропорційні напруженням у спицях-п'єзоелементах. Найбільший заряд виробляється спицею-п'єзоелементом, що знаходиться в найнижчому положенні в колесі. Таким чином, робота сил ваги колеса та вантажу перетворюється в електричний заряд, що накопичується в акумуляторі після випрямлення відповідною схемою.

Під час руху колесо обертається і всі спиці-п'єзоелементи послідовно переходять у нижнє положення в колесі і генерують свій заряд, який додається до заряду, що був накопичений раніше. Оскільки заряд, який створюється на електродах п'єзоелементів, одразу ж через щітки колектора (на кресленні не вказані) передається на випрямляч, то після зменшення сили ваги, що діє на п'єзоелемент, він виробляє заряд протилежної полярності і після випрямлення також поповнює заряд акумулятора. Фази положення всіх спиць-п'єзоелементів у колесі циклічно повторюються, безперервно виробляючи заряди для передачі в накопичувач.

Кожен елемент п'єзоперетворювача виконано у вигляді багатощарового пакета у формі сектора кола (або трапецій, циліндрів, кілець, паралелепіпедів) з осью (згідно з положенням в колесі) поляризацією. Застосування п'єзопакетів дозволяє зменшити напругу перетворювачів, але пропорційно підвищити величину струму (заряду).

Усі елементи п'єзоперетворювача жорстко закріплені у конструкції колеса, що надає переваг в порівнянні з прототипом із рухомими електродами.

Відсутні також втрати механічної енергії на подолання моменту крутіння, який створюється тиском пружин на п'єзоелементи, що переміщуються відносно них.

Кільця конструкційної кераміки виготовляються за методом "сирої" ("літтевої", "зеленої" кераміки). Кільця складаються з багатьох (до 10) окремих тонких кілець-циліндрів, вставлених одне в одне, стиснених між собою і спечених при високій температурі (близько 1500°C). До остаточного спікання на кожному з вихідних кілець-циліндрів трафаретним друком наносяться провідникові шари і впалюються в кераміку при температурі близько 750 °C. Багатошарова структура провідників забезпечує передачу від внутрішньої поверхні кільця через наскрізні металізовані отвори до металізованих поверхонь, з якими контактують щітки колектора. Таким чином, забезпечується майже необмежена за складністю система між'єднань множини п'єзоелементів з колекторами. Конструкційна кераміка, на якій виконана ця металізація, має високі діелектричні властивості, які забезпечують уникнення замикання.

Провідники в методі сирої кераміки міцні, щільноспечені, зносостійкі, придатні для тривалого використання в контактній парі зі щіткою колектора.

Керамічна основа забезпечує надійну ізоляцію, ефективну теплопередачу, високу механічну міцність і здатність витримувати значні (на рівні сталей) навантаження, що важливо для використання в конструкції колес автотранспорту. Подібні пристрої можуть включатись в кожне колесо транспортного засобу.

Таким чином, досягнута поставлена авторами задача. Винахід дозволяє підвищити допустимі навантаження на п'єзоелементи та надійність пристрою, підвищити ККД перетворення механічної енергії в електричну.

20

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Пристрій для циклічного перетворення механічної енергії в електричну за допомогою п'єзоелементів, які мають можливість деформуватися шляхом стискання чи згинання за рахунок дії ваги та вантажу рухомого об'єкта у фазі руху колеса, коли п'єзоелементи знаходяться нижче осі колеса, який **відрізняється** тим, що п'єзоелементи розташовані між двома концентричними кільцями з конструкційної кераміки з металізацією, внутрішні металізовані поверхні яких контактують з електродами п'єзоелементів, на яких виникають електричні заряди, а п'єзоелементи відокремлені один від одного за рахунок їх розміщення з постійним кутівим кроком, жорстко механічно та електрично зв'язані з концентричними кільцями вставки та є її спицями, крім того, електроди п'єзоелементів сполучені з металізованими поверхнями кілець, які контактують зі щітками колектора.

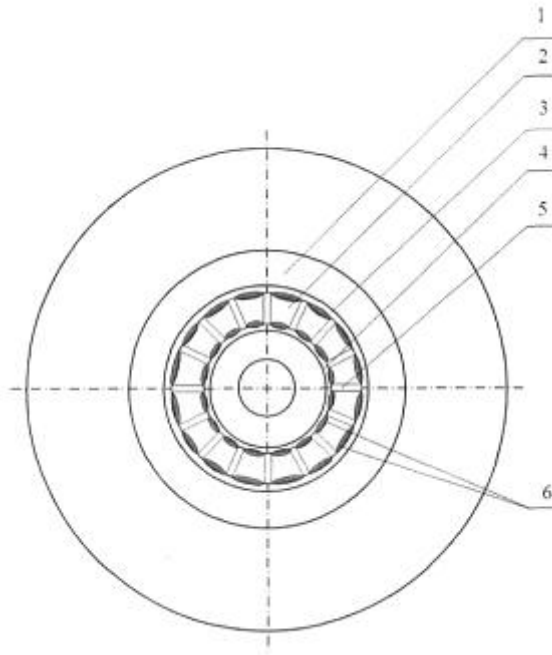
2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що вставка виконана з кераміки (конструкційного та п'єзоелектричного типів) і виготовлена в єдиному технологічному циклі спікання за методами "сирої кераміки".

3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що п'єзоелементи виконані у вигляді п'єзопакетів.

4. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що п'єзоелементи виконані у вигляді багатшарових повздожніх секторів різної довжини.

5. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що знімання електричних зарядів виконується по окремих секторах вставки.

40



---

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

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