



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107733** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)
H02K 41/025 (2006.01)
H02K 33/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2013 06132	(72) Винахідник(и): Болюх Володимир Федорович (UA), Лучук Володимир Феодосійович (UA), Щукін Ігор Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.05.2013	(73) Власник(и): Болюх Володимир Федорович, вул. Гвардійців Широнінців, 18-г, кв. 82, м. Харків-120, 61120 (UA), Лучук Володимир Феодосійович, пров. Ногіна, 11, кв. 5, м. Харків-93, 61093 (UA), Щукін Ігор Сергійович, вул. Командарма Уборевича, 30-в, кв. 147, м. Харків-136, 61136 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.02.2015	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2018377 C1, 30.08.1994 SU 796132 A1, 15.01.1981 UA 97561 C2, 27.02.2012 Болюх В.Ф., Назаренко С.А., Рассоха М.О. Мультиполевая модель импульсного электромеchanического преобразователя. 3'2009. С. 34-40 Болюх В.Ф., Национальный техничний університет "ХПІ". Ударный электромеchanический преобразователь индукционно-динамического типа с ускоряемым индуктором и неподвижной форсирующей обмоткой. 15.04.2007. С. 9-14 Болюх В.Ф., Щукін І.С. Схемно- конструктивныe совершенствования ударных электромеchanических преобразователей индукционного типа. 20.08.2010. С. 5-11 EP 1179120 B1, 13.02.2002 RU 2405237 C1, 27.11.2010
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.10.2013, Бюл.№ 20	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2015, Бюл.№ 3	

(54) УДАРНИЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ КОМБІНОВАНОГО ТИПУ**(57) Реферат:**

Винахід належить до електромеханіки і може бути використаний в ударних приводах машин і механізмів, призначених для створення циклічних ударних імпульсів, наприклад, при деформації об'єктів в технологічному процесі.

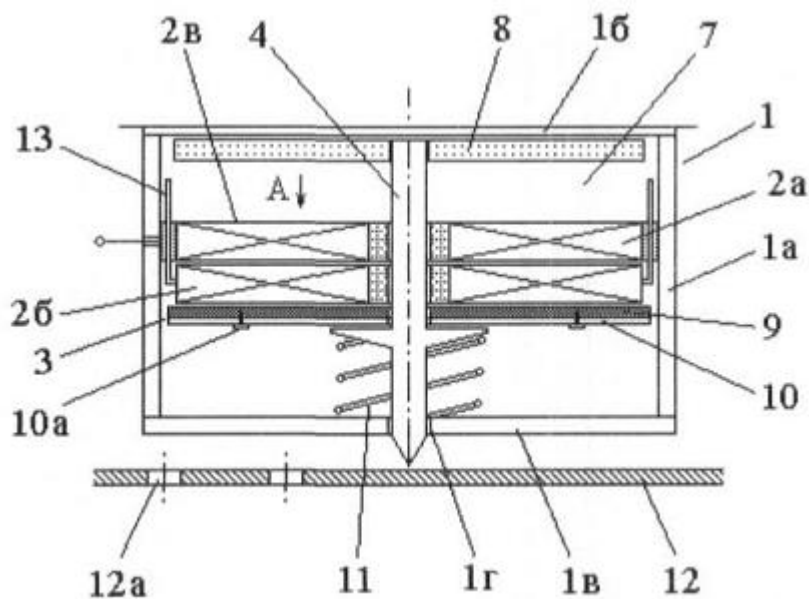
Задачею винаходу є підвищення ефективності ударного електромеханічного перетворювача.

Ударний електромеханічний перетворювач комбінованого типу складається з феромагнітного корпуса 1, індуктора 2, рухомого якоря 3 і рухомого циліндричного бойка 4. Індуктор 2 підключений до імпульсної системи збудження 5 і виконаний у вигляді нерухомої 2а і рухомої 2б котушок, які з'єднані між собою електрично послідовно і зустрічно по магнітному полю.

UA 107733 C2

Нерухома котушка 2а індуктора прикріплена до феромагнітного корпусу 1 за допомогою кільцевого елемента 6. Між плоскою поверхнею нерухокої котушки індуктора 2а і торцевою ділянкою феромагнітного корпусу виконаний зазор 7, в якому коаксіально розташовано дискове феромагнітне осердя 8. Якір 3 виконаний у вигляді електропровідного 9 і ударного 10 дисків з центральними отворами, які з'єднані між собою. Між торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпусу з напрямним отвором і ударним диском 10 якоря встановлена зворотна пружина 11. Циліндричний бойок 4 виконаний з напрямною 4а, виступаючою 4б і ударною 4в частинами. Загострений кінець 4е ударної частини бойка направлений у бік об'єкта деформування 12. Рухома котушка індуктора 2б містить чотири аксіально направлені стрижневі елементи 13, які розміщені в напрямних отворах 14 кільцевого елемента 6. Два протилежно розташовані напрямні стрижневі елементи виконані у вигляді електродів 13а і з'єднані з електричними виводами рухомої котушки індуктора 2б. Електроди 13а контактують з електропровідними вставками 15, які розташовані і електрично ізолювані в кільцевому елементі 6.

При надходженні сигналу ємнісний накопичувач енергії розряджається на індуктор 2. Оскільки котушки 2а і 2б індуктора з'єднані послідовно, то в їх провідниках тече один й той самий струм. Між ними виникає електродинамічна сила, що призводить до переміщення рухомої котушки індуктора 2б в напрямку об'єкта деформування 12. При цьому в електропровідному диску якоря 9, індукуються вихрові струми, внаслідок чого виникає електродинамічна сила індукційно-динамічного відштовхування. На дискове феромагнітне осердя 8 діє електромагнітна сила притягання, яка передає якорю додаткову швидкість. Кінетична енергія якоря 3 зростає як за рахунок збільшення його швидкості від направлених в один бік електродинамічної сили взаємодії струмів котушок, електродинамічної сили індукційно-динамічного відштовхування і електромагнітної сили, так і за рахунок збільшення рухомої маси.



Фіг. 1

Винахід належить до електромеханіки і може бути використаний в ударних приводах машин і механізмів, призначених для створення циклічних ударних імпульсів, наприклад, при деформації об'єктів в технологічному процесі.

Відомим є перетворювач електричних імпульсів в механічні, який містить розміщені в корпусі плоский індуктор і виводи для з'єднання з джерелом електричних імпульсів, а також розташований з боку робочої поверхні індуктора якір (силопередавальний елемент) із електропровідного матеріалу, виконаний складеним з плоских елементів і розміщений в гнучкій оболонці [1]. При цьому плоскі елементи якоря можуть бути виконані у вигляді концентричних кілець, паралельних або радіально розташованих смуг.

Однак у такої конструкції ефективність є низькою через те, що якір виконується не суцільним, а складеним з неелектропровідними зазорами між плоскими електропровідними елементами. Внаслідок цього вихрові струми, що індукуються в якорі, мають зменшену амплітуду, а відтак і електродинамічна сила між індуктором і якорем є недостатньо великою. Крім того, складена конструкція обумовлює низьку надійність якоря, а відтак і всього перетворювача.

Відомим є ударний електромеханічний пристрій, що містить плоску обмотку збудження, розміщену в діелектричному корпусі, на якому встановлені регульовані упори, що забезпечують зазор між корпусом і стінкою об'єкта дії [2]. Ударник цього пристрою виконаний у вигляді металевий шайби з електропровідного матеріалу, встановлений він над обмоткою збудження і зв'язаний зі зворотно-фіксуючим механізмом. До ударника прикріплено накладку з ребрами, причому форма накладки визначається формою поверхні, що обробляється, і її жорсткістю.

Однак ефективність відомого електромеханічного пристрою є недостатньо високою через те, що виконаний у вигляді шайби ударник і плоска обмотка збудження характеризуються відносно невеликим значенням взаємної індуктивності. Внаслідок цього в ударнику індукуються вихрові струми невеликої величини, а відтак і розвивається незначна електродинамічна сила між обмоткою збудження і ударником.

Відомою є магнітно-імпульсна установка для руйнування склепін і очищення технологічного обладнання від налиплих матеріалів, яка містить індуктор, виконаний у вигляді плоскої обмотки збудження з діелектричним корпусом, яка підключається до джерела імпульсного струму, і розташований між індуктором і поверхнею обладнання, що очищується, якір, виконаний з матеріалу з високою електропровідністю і коаксіально встановлений з обмоткою індуктора [3]. Якір цієї установки виконаний у формі плоского диска, торцева поверхня якого прилягає до торцевої поверхні обмотки індуктора, з внутрішньою обичайкою, розташованою всередині обмотки індуктора так, що зовнішня бокова поверхня обичайки контактує з частиною внутрішньої бокової поверхні обмотки збудження.

В цьому пристрої через наявність внутрішньої обичайки в дисковому якорі забезпечується покращений магнітний зв'язок між якорем і обмоткою індуктора, внаслідок чого посилюється електродинамічна взаємодія між ними, а відтак і силова дія на поверхню обладнання, що очищується.

Однак ефективність роботи описаного електромеханічного пристрою є недостатньо високою. Це пов'язано з тим, що коефіцієнт магнітного зв'язку між обмоткою індуктора і якорем є невеликим, а відтак, має місце недостатня силова дія на якір з боку обмотки індуктора. Крім того, в цьому пристрої проблематичним є формування значної амплітуди електродинамічної сили без збільшення параметрів джерела імпульсного струму. Оскільки обмотка індуктора охоплена діелектричним корпусом, то ефективність її охолодження є низькою. Через підвищену температуру обмотки збільшується її опір, погіршується стан електричної ізоляції, що обумовлює зменшення величини силового ударного імпульсу або частоти слідування струмових імпульсів, а відтак і продуктивності установки.

Найбільш близьким за технічною суттю і результатом, що заявляється, є лінійний електромеханічний перетворювач ударної дії, що містить коаксіально розташовані феромагнітний корпус, індуктор, рухомі якір і бойок [4]. Всередині феромагнітного корпуса, виконаного у вигляді стакана з боковими стінками і центральним стрижнем, закритого кришкою, розташовані індуктор і електропровідний диск якоря. Індуктор виконаний у вигляді соленоїдної котушки з центральним отвором. Якір виконаний у вигляді електропровідного диска з центральним отвором, плоска поверхня якого прилягає до індуктора, і коаксіально розташованого ударного диска, що взаємодіє з бойком, загострений кінець якого направлений у бік об'єкта деформування. Між кришкою феромагнітного корпуса з аксіальним напрямним отвором і електропровідним диском якоря встановлена зворотна пружина.

В пристрої-прототипі феромагнітний корпус забезпечує ослаблення зовнішніх магнітних полів розсіювання і посилення полів в активній зоні між індуктором і електропровідним диском якоря, створюючи високу механічну надійність перетворювача. Відомий перетворювач має

високу технологічність за рахунок простих конфігурацій основних конструктивних елементів і характеризується легкістю їх збірки і настройки.

При цьому можна відзначити наступні недоліки пристрою-прототипу.

5 Аксіально витягнута соленоїдна конфігурація індуктора і конфігурація феромагнітного корпуса формують малу площу поверхні електропровідного диска якоря, яка прилягає до індуктора, що зменшує електродинамічну силу взаємодії між ними. При цьому суттєво зростають аксіальні габарити пристрою.

10 Крім того, після струмового імпульсу в індукторі починається переміщення якоря, що обумовлює ослаблення магнітного зв'язку між ними. В результаті зменшуються індуквані струми в електропровідному диску якоря, а відтак і електродинамічна сила відштовхування. Все це знижує ефективність електроємного перетворювача ударної дії.

Задачею винаходу є підвищення ефективності ударного електроємного перетворювача.

15 Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому лінійному електроємному перетворювачі ударної дії, який містить коаксіально розташовані феромагнітний корпус, індуктор, рухомий якір і рухомий бойок, всередині феромагнітного корпуса, виконаного з боковим циліндричним і торцевими дисковими ділянками, розташовані індуктор і електропровідний диск якоря, індуктор виконаний у вигляді котушки з центральним отвором, якір виконаний у вигляді електропровідного диска з центральним отвором, плоска
20 поверхня якого прилягає до індуктора, і коаксіально розташованого ударного диска, який взаємодіє з бойком, загострений кінець якого направлений у бік об'єкта деформування, між торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпуса з аксіальним напрямним отвором і електропровідним диском якоря встановлена зворотна пружина, у відповідності з винаходом, що пропонується, індуктор, приєднаний до імпульсної системи збудження, виконаний у вигляді
25 нерухомої і рухомої котушок, які з'єднані між собою електрично послідовно і зустрічно по магнітному полю, нерухома котушка індуктора прикріплена до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса за допомогою кільцевого елемента так, що між плоскою поверхнею нерухомої котушки і торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпуса, віддаленим від об'єкта деформування, виконаний зазор, в якому коаксіально розташовано дискове
30 феромагнітне осердя, рухома котушка індуктора містить чотири упорядковано розташовані в тангенціальному напрямку і аксіально направлені стрижневі елементи, що розміщені в напрямних отворах кільцевого елемента, при цьому два протилежно розташовані напрямні стрижневі елементи, що з'єднані з електричними виводами рухомої котушки індуктора, виконані у вигляді електродів, контактуючих з електропровідними вставками, які електрично ізольовані в кільцевому елементі, при цьому до одної електропровідної вставки приєднаний електричний вивід нерухомої котушки індуктора, до другої електропровідної вставки приєднаний один електричний вивід системи збудження, другий вивід якої з'єднаний з електричним виводом нерухомої котушки індуктора, циліндричний бойок виконаний з напрямною, виступаючою і
40 ударною частинами таким чином, що напрямна частина бойка проходить через внутрішні отвори котушок індуктора і якоря, виконаного у вигляді з'єднаних між собою електропровідного і ударного дисків, а кінець напрямної частини бойка з'єднаний з дисковим феромагнітним осердям, виступаюча частина бойка містить плоску поверхню, яка взаємодіє з ударним диском якоря, і звужувальну до об'єкта деформування конічну поверхню, яка взаємодіє зі зворотною пружиною, а ударна частина бойка виконана з можливістю переміщення через центральний
45 напрямний отвір торцевої дискової ділянки феромагнітного корпуса.

Крім того, імпульсна система збудження містить послідовно з'єднані ємнісний накопичувач енергії і електронний ключ, що шунтовані зворотним діодом.

Крім того, в отворі котушки індуктора зафіксована циліндрична ізоляційна втулка, внутрішній отвір якої виконаний з ковзною поверхнею для напрямної частини бойка.

50 Крім того, виконаний у вигляді електрода напрямний стрижень і охоплюючий його отвір електропровідної вставки виконані з плоскими ділянками.

Крім того, всередині отвору електропровідної вставки встановлені плоскі контактні електропровідні пружини, поверхні яких, що звернені до електрода, виконані з малим коефіцієнтом тертя.

55 Крім того, поверхня електрода, що звернена до плоскої контактної електропровідної пружини, виконана з малим коефіцієнтом тертя.

Крім того, кільцевий елемент виконаний з ізоляційного матеріалу.

Крім того, котушка індуктора сумісно з циліндричною ізоляційною втулкою виконана монолітною шляхом просочення епоксидною смолою з наступним її затвердінням.

Крім того, бокова циліндрична і торцеві дискові ділянки феромагнітного корпусу виконані з можливістю роз'єднання.

Крім того, циліндричний бойок виконаний з феромагнітного матеріалу, а його ударна частина виконана загартованою.

5 Виконання індуктора у вигляді двох котушок, що з'єднані між собою електрично послідовно і зустрічно по магнітному полю, забезпечує при підключенні до імпульсної системи збудження створення аксіально направленої електродинамічної сили відштовхування між ними. Ця електродинамічна сила виникає через взаємодію протилежно направлених струмів у котушках. Оскільки одна з котушок є нерухомою, то під дією електродинамічної сили відбувається відштовхування від неї рухомої котушки. При цьому на дискове феромагнітне осердя з боку нерухомої котушки індуктора діє електромагнітна сила притягання, а на електропровідний диск якоря з боку рухомої котушки індуктора діє електродинамічна сила індукційно-динамічного відштовхування.

15 Оскільки бойок з'єднаний з дисковим феромагнітним осердям і всі сили (електродинамічна сила взаємодії струмів котушок, електромагнітна сила притягання осердя і електродинамічна сила індукційно-динамічного відштовхування) направлені в один бік, то під дією сумарної сили бойок діє на об'єкт деформування зі значною кінетичною енергією, забезпечуючи високу ефективність електромеханічного перетворювача.

20 Кріплення нерухомої котушки індуктора до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу за допомогою кільцевого елемента забезпечує можливість ефективної взаємодії шляхом контактування її вільних плоских поверхонь з дисковим феромагнітним осердям і з рухомою котушкою. При цьому формується зазор між нерухомою котушкою і торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпусу, в якому коаксіально розташовано рухоме дискове феромагнітне осердя, що виконує роль якоря електромагніта.

25 Наявність у рухомій котушці індуктора чотирьох стрижневих елементів, які упорядковано розташовані в тангенціальному напрямку, аксіально направлені і розміщені в напрямних отворах кільцевого елемента, забезпечує строго аксіальне переміщення даної котушки відносно нерухомої котушки індуктора.

30 Виконання двох протилежно розташованих напрямних стрижневих елементів, що з'єднані з електричними виводами рухомої котушки, у вигляді електродів, контактуючих з електропровідними вставками, забезпечує електричний зв'язок котушки з нерухомою котушкою індуктора і з імпульсною системою збудження. Утворення такого електричного кола відбувається за рахунок того, що до одної електропровідної вставки приєднаний електричний вивід нерухомої котушки індуктора, до іншої електропровідної вставки приєднаний один електричний вивід системи збудження, другий вивід якої з'єднаний з електричним виводом нерухомої котушки індуктора.

Надійна робота перетворювача забезпечується за рахунок того, що електропровідні вставки електрично ізольовані в кільцевому елементі, через який не відбувається перетікання струмів. Цій же меті сприяє виконання кільцевого елемента з ізоляційного матеріалу.

40 Виконання якоря у вигляді електропровідного і ударного дисків, з'єднаних між собою, робить його конструкцію надійною і міцною.

Виконання циліндричного бойка з напрямною, виступаючою і ударною частинами дозволяє виконувати різні функції.

45 Напрямна частина бойка, яка проходить через внутрішні отвори котушок індуктора і якоря, забезпечує строго аксіальне переміщення якоря, бойка і дискового феромагнітного осердя.

Виступаюча частина бойка плоскою поверхнею забезпечує передачу електродинамічної сили взаємодії струмів котушок і електродинамічної сили індукційно-динамічного відштовхування від якоря до бойка. Конічна поверхня, що звужується в напрямку об'єкта деформування, забезпечує високу жорсткість виступаючої частини бойка, а її взаємодія зі зворотною пружиною забезпечує первинне положення якоря, бойка і дискового феромагнітного осердя після згасання струмового імпульсу в індукторі.

Наявність центрального напрямного отвору в торцевій дисковій ділянці феромагнітного корпусу виключає бокове зміщення ударної частини бойка навіть при взаємодії з об'єктом деформування.

55 Виконання циліндричного бойка з феромагнітного матеріалу забезпечує збільшення електромагнітних і електродинамічних сил за рахунок магнітного поля, оскільки бойок виконує функції магнітопроводу. Виконання ударної частини бойка загартованою збільшує його міцність, що є важливим при взаємодії з об'єктом деформування.

60 Виконання імпульсної системи збудження з послідовним з'єднанням ємнісного накопичувача енергії і електронного ключа, що шунтовані зворотним діодом, забезпечує електронне

керування ударного електромеханічного перетворювача комбінованого типу шляхом подачі керуючого імпульсу на електронний ключ. При цьому формується аперіодичний імпульс струму в індукторі з коротким фронтом і подальшим плавним згасанням. Різкий фронт струму є ефективним для індуктування вихрових струмів в електропровідному диску якоря і створення індукційної сили відштовхування, а плавне згасання струму є ефективним для електромагнітної сили притягання дискового феромагнітного осердя.

Фіксування циліндричних ізоляційних втулок в отворах котушок індуктора спрощує технологію їх виготовлення за рахунок намотки проводу котушок безпосередньо на дані втулки. Просочення кожної котушки індуктора сумісно з втулкою епоксидною смолою з подальшим її затвердінням робить конструкцію монолітною.

Виконання циліндричних втулок з внутрішніми отворами з ковзною поверхнею забезпечує переміщення напрямної частини бойка з малим тертям.

При виконанні електродів і отворів електропровідних вставок, які їх охоплюють, з плоскими ділянками, в них можна легко вставити плоскі контактні електропровідні пружини, що забезпечить ефективну передачу струму між електродом і електропровідною вставкою.

На Фіг. 1 подано поперечний переріз ударного електромеханічного перетворювача комбінованого типу у вихідному положенні;

на Фіг. 2 - вид А на Фіг. 1;

на Фіг. 3 - поперечний переріз перетворювача під час роботи;

на Фіг. 4 - електричне коло перетворювача; точками (до нас) і хрестиками (від нас) показано напрямки струмів в котушках індуктора;

на Фіг. 5 - струмовий імпульс індуктора перетворювача;

на Фіг. 6 - переріз Б-Б на Фіг. 2 при наявності електрода в отворі електропровідної вставки;

на Фіг. 7 - переріз Б-Б на Фіг. 2 за відсутності електрода в отворі електропровідної вставки;

на Фіг. 8 - переріз В-В на Фіг. 2;

на Фіг. 9 - переріз Г-Г на Фіг. 2;

на Фіг. 10 - переріз Д-Д на Фіг. 2;

на Фіг. 11 - вид Е на Фіг. 6;

на Фіг. 12 - вид електрода в отворі електропровідної вставки в аксонометрії;

на Фіг. 13 - поперечний переріз бойка.

Ударний електромеханічний перетворювач комбінованого типу складається з коаксіально розташованих феромагнітного корпусу 1, індуктора 2, рухомого якоря 3 і рухомого циліндричного бойка 4.

Феромагнітний корпус складається з бокової циліндричної ділянки 1а і двох торцевих дискових ділянок 1б і 1в, які виконані з можливістю роз'єднання шляхом використання, наприклад, різьбового з'єднання (на Фіг. не показано).

Індуктор 2 через затискачі В і Б підключений до імпульсної системи збудження 5, яка містить послідовно з'єднані ємнісний накопичувач енергії і електронний ключ VS, що шунтовані зворотним діодом VD (Фіг. 4).

Індуктор 2 виконаний у вигляді нерухомої 2а і рухомої 2б котушок, кожна з яких має форму диска з центральним отвором, відповідно 2в і 2г. Котушки з'єднані між собою електрично послідовно і зустрічно по магнітному полю. Вузол з'єднання котушок між собою позначений індексом Г (Фіг. 4).

Нерухома котушка 2а індуктора прикріплена до бокової циліндричної ділянки 1а феромагнітного корпусу 1 за допомогою кільцевого елемента 6. Кільцевий елемент 6 виконаний з ізоляційного матеріалу, наприклад текстоліту. Між плоскою поверхнею 2в нерухомої котушки індуктора 2а і торцевою дисковою ділянкою 1б феромагнітного корпусу виконаний зазор 7, в якому коаксіально розташовано дискове феромагнітне осердя 8.

Якір 3 виконаний у вигляді електропровідного 9 і ударного 10 дисків з центральними отворами, які з'єднані між собою кріпильними елементами 10а. Плоска поверхня 9а електропровідного диска 9 прилягає до рухомої котушки 2б індуктора.

Між торцевою дисковою ділянкою 1в феромагнітного корпусу з аксіальним напрямним отвором 1г і ударним диском 10 якоря встановлена зворотна пружина 11.

Циліндричний боек 4 виконаний з напрямною 4а, виступаючою 4б і ударною 4в частинами (Фіг. 13). Напрямна частина бойка 4а проходить через внутрішні отвори 2в і 2г котушок індуктора 2 і якоря 3, а її кінець з'єднаний з дисковим феромагнітним осердям 8.

Виступаюча частина бойка 4б містить плоску поверхню 4г, яка взаємодіє шляхом прилягання з ударним диском 10 якоря 3, і конічну поверхню 4д, яка звужується в напрямку об'єкта деформування 12 і взаємодіє зі зворотною пружиною 11.

Ударна частина бойка 4в виконана з можливістю переміщення через центральний напрямний отвір 1г торцевої дискової ділянки 1в феромагнітного корпусу. Її загострений кінець 4е направлений у бік об'єкта деформування 12, в якому бойок 4 виконує отвори 12а.

Циліндричний бойок 4 виконаний з феромагнітного матеріалу, а його ударна частина 4в виконана загартованою, що забезпечує її підвищену жорсткість.

Рухома котушка індуктора 26 містить чотири упорядковано розташовані в тангенціальному напрямку і аксіально направлені стрижневі елементи 13, які розміщені в напрямних отворах 14 кільцевого елемента 6 (Фіг. 10).

Два протилежно розташовані напрямні стрижневі елементи виконані у вигляді електродів 13а і з'єднані з електричними виводами (на Фіг. не показані) рухомої котушки індуктора 26. Електроди 13а контактують з електропровідними вставками 15, які розташовані і електрично ізолювані в кільцевому елементі 6.

До одної електропровідної вставки 15 приєднаний електричний вивід 16 нерухомої котушки індуктора 2а (Фіг. 9). До іншої електропровідної вставки 15 приєднаний один електричний вивід 17 системи збудження 5 (Фіг. 6); другий вивід 18 системи збудження 5 з'єднаний з електричним виводом нерухомої котушки індуктора 2а (Фіг. 8).

В отворах 2в і 2г катушок індуктора 2а і 26 зафіксовані циліндричні ізоляційні втулки, відповідно 19а і 19б, внутрішні отвори яких виконані з ковзною поверхнею для напрямної частини бойка 4а. Катушки індуктора 2а і 26 сумісно з циліндричними ізоляційними втулками, відповідно 19а і 19б, виконані монолітними, що забезпечується шляхом їх просочення епоксидною смолою з подальшим її затвердінням.

Напрямні стрижні у вигляді електродів 13а виконані з плоскими ділянками 13б. Отвори 14 електропровідних вставок 15, які охоплюють електроди 13а, виконані з плоскими ділянками 14б (Фіг. 12).

Всередині отворів 14 електропровідних вставок 15 встановлені плоскі контактні електропровідні пружини 20, звернена до електродів 13а поверхня яких має малий коефіцієнт тертя.

Поверхня електродів 13б, що звернена до плоских контактних електропровідних пружин 20, має малий коефіцієнт тертя.

Ударний електромеханічний перетворювач комбінованого типу працює наступним чином.

У вихідному стані зворотна пружина 11 притискає виступаючу частину бойка 4б до прилягання її плоскої поверхні 4г до ударного диска 10 якоря 3. При цьому плоска поверхня 9а електропровідного диска 9 прилягає до рухомої котушки індуктора 26, а дискове феромагнітне осердя 8 прилягає до торцевої дискової ділянки феромагнітного корпусу 1б.

При надходженні сигналу на електронний ключ VS заряджений ємнісний накопичувач енергії розряджається на індуктор 2. Через наявність зворотного шунтуючого діода VD формується полярний аперіодичний імпульс струму і в індукторі 2, що має короткий початковий фронт і наступне плавне згасання (Фіг. 5).

Оскільки котушки 2а і 2б індуктора з'єднані послідовно, то в їх провідниках тече один й той самий струм. Передача струму відбувається через вивід 18 системи збудження 5 до нерухомої котушки індуктора 2а (затискач В); від цієї котушки через електричний вивід 16 (вузол Г) до електропровідної вставки 15, де через контактні електропровідні пружини 20 здійснюється передача струму через електрод 13а до рухомої котушки індуктора 2б. Від другого електрода 13а рухомої котушки 2б через контактні пружини 20 електропровідної вставки 15 - до системи збудження 5 (затискач Б).

Оскільки котушки індуктора 2а і 2б з'єднані зустрічно по магнітному полю, то в них течуть струми в протилежних напрямках (Фіг. 4). Внаслідок цього між ними виникає електродинамічна сила відштовхування, що призводить до переміщення рухомої котушки індуктора 2б в напрямку об'єкта деформування 12.

При цьому в електропровідному диску якоря 9, в основному від близько розташованої котушки індуктора 2б, індукуються вихрові струми, внаслідок чого між ними виникає електродинамічна сила індукційно-динамічного відштовхування, яка спричиняє переміщення якоря 3 відносно котушки 2б, що рухається з високою швидкістю.

При цьому на дискове феромагнітне осердя 8 в основному з боку близько розташованої нерухомої котушки індуктора 2а діє електромагнітна сила притягання, яка передає якорю додаткову швидкість. Кінетична енергія якоря 3 зростає як за рахунок збільшення його швидкості від направлених в один бік електродинамічної сили взаємодії струмів катушок, електродинамічної сили індукційно-динамічного відштовхування і електромагнітної сили, так і за рахунок збільшення рухомої маси, в основному за рахунок приєднаного осердя 8.

Бойок 4 під дією значної сумарної сили стрімко переміщується в бік об'єкта деформування 12, пробиваючи загостреним кінцем 4е отвір 12а. При цьому зворотна пружина 11 стискається (Fig. 3). Після згасання струмового імпульсу в індукторі 2 зворотна пружина 11 переміщує якір 3 у вихідне положення. Після цього відбувається зсув об'єкта деформування 12 так, що напроти бойка 4 розташовується непробита ділянка.

Таким чином, в ударному електромеханічному перетворювачі комбінованого типу, що пропонується, розвиваються значні сумарні силові імпульси, які передаються від бойка на об'єкт деформування, що підвищує ефективність перетворення електричної енергії імпульсного джерела в кінетичну енергію.

Джерела інформації:

1. Патент РФ № 2018377, МКИ B06B 1/04. - Опубл. 30.08.94 г., Бюл. № 16.

2. А.с. СССР № 796132, МКИ B65G 65/40. - Опубл. 15.01.81 г., Бюл. № 2.

3. Тютюкин В.А. Магнитно-імпульсний спосіб разрушения сводов і очистки технологического оборудования от налиплих материалов// Електротехника. -М.: - 2002. - № 11. - С. 24-28.

4. Патент України № 97561, МКИ G06F 12/14. - Опубл. 27.02.2012, Бюл. № 4 (прототип).

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Ударний електромеханічний перетворювач комбінованого типу, який містить коаксіально розташовані феромагнітний корпус, індуктор, рухомий якір і рухомий бойок, всередині феромагнітного корпуса, виконаного з боковою циліндричною і торцевими дисковими ділянками, розташовані індуктор і електропровідний диск якоря, індуктор виконаний у вигляді котушки з центральним отвором, якір виконаний у вигляді електропровідного диска з центральним отвором, плоска поверхня якого прилягає до індуктора і коаксіально розташованого ударного диска, що взаємодіє з бойком, загострений кінець якого направлений у бік об'єкта деформування, між торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпуса з аксіальним напрямним отвором і електропровідним диском якоря встановлена зворотна пружина, який **відрізняється** тим, що індуктор, приєднаний до імпульсної системи збудження, виконаний у вигляді нерухомої і рухомої котушок, що з'єднані між собою електрично послідовно і зустрічно по магнітному полю, нерухома котушка індуктора прикріплена до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса за допомогою кільцевого елемента так, що між плоскою поверхнею нерухомої котушки і торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпуса, віддаленим від об'єкта деформування, виконаний зазор, в якому коаксіально розташовано дискове феромагнітне осердя, рухома котушка індуктора містить чотири упорядковано розташовані в тангенціальному напрямку і аксіально направлені стрижневі елементи, що розміщені в напрямних отворах кільцевого елемента, при цьому два протилежно розташовані напрямні стрижневі елементи, що з'єднані з електричними виводами рухомої котушки індуктора, виконані у вигляді електродів, контактуючих з електропровідними вставками, які електрично ізольовані в кільцевому елементі, при цьому до одної електропровідної вставки приєднаний електричний вивід нерухомої котушки індуктора, до іншої електропровідної вставки приєднаний один електричний вивід системи збудження, другий вивід якої з'єднаний з електричним виводом нерухомої котушки індуктора, циліндричний бойок виконаний з напрямною, виступаючою і ударною частинами таким чином, що напрямна частина бойка проходить через внутрішні отвори котушок індуктора і якоря, виконаного у вигляді з'єднаних між собою електропровідного і ударного дисків, а кінець напрямної частини бойка з'єднаний з дисковим феромагнітним осердям, виступаюча частина бойка містить плоску поверхню, яка взаємодіє з ударним диском якоря, і звужуючу до об'єкта деформування конічну поверхню, яка взаємодіє зі зворотною пружиною, а ударна частина бойка виконана з можливістю переміщення через центральний напрямний отвір торцевої дискової ділянки феромагнітного корпуса.

2. Ударний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що імпульсна система збудження містить послідовно з'єднані ємнісний накопичувач енергії і електронний ключ, що шунтовані зворотним діодом.

3. Ударний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що в отворі котушки індуктора зафіксована циліндрична ізоляційна втулка, внутрішній отвір якої виконаний з ковзною поверхнею для напрямної частини бойка.

4. Ударний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що виконаний у вигляді електрода напрямний стрижень і охоплюючий його отвір електропровідної вставки виконані з плоскими ділянками.

5. Ударний електромеханічний перетворювач за п. 4, який **відрізняється** тим, що всередині отвору електропровідної вставки встановлені плоскі контактні електропровідні пружини, поверхні яких, що звернені до електрода, виконані з малим коефіцієнтом тертя.

6. Ударний електромеханічний перетворювач за п. 5, який **відрізняється** тим, що поверхня електрода, що звернена до плоскої контактної електропровідної пружини, виконана з малим коефіцієнтом тертя.

7. Ударний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що кільцевий елемент виконаний з ізоляційного матеріалу.

8. Ударний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що котушка індуктора сумісно з циліндричною ізоляційною втулкою виконана монолітною шляхом просочення епоксидною смолою з наступним її затвердінням.

9. Ударний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що бокова циліндрична і торцеві дискові ділянки феромагнітного корпуса виконані з можливістю роз'єднання.

10. Ударний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що циліндричний бойок виконаний з феромагнітного матеріалу, а його ударна частина виконана загартованою.

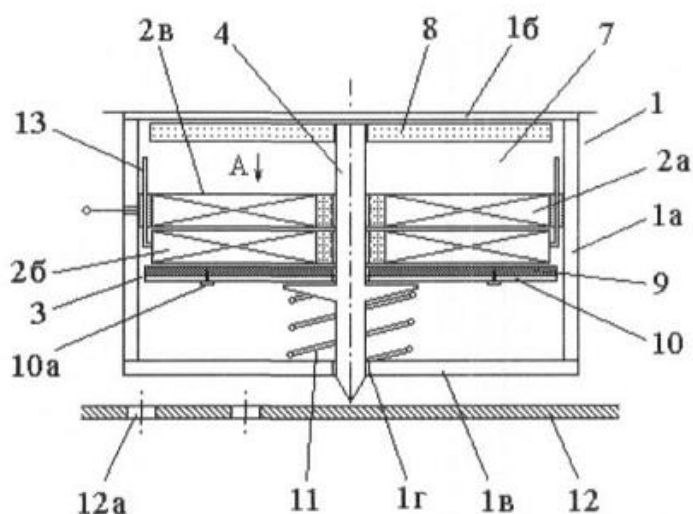


Fig. 1

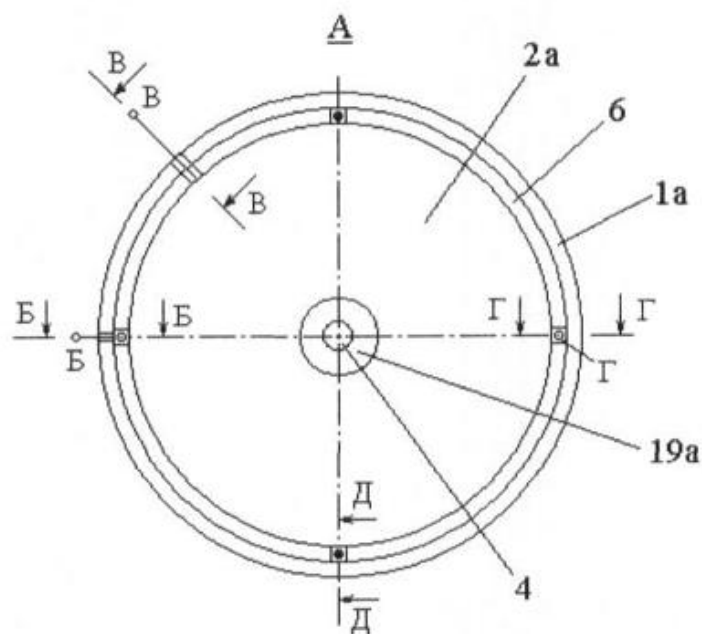


Fig. 2

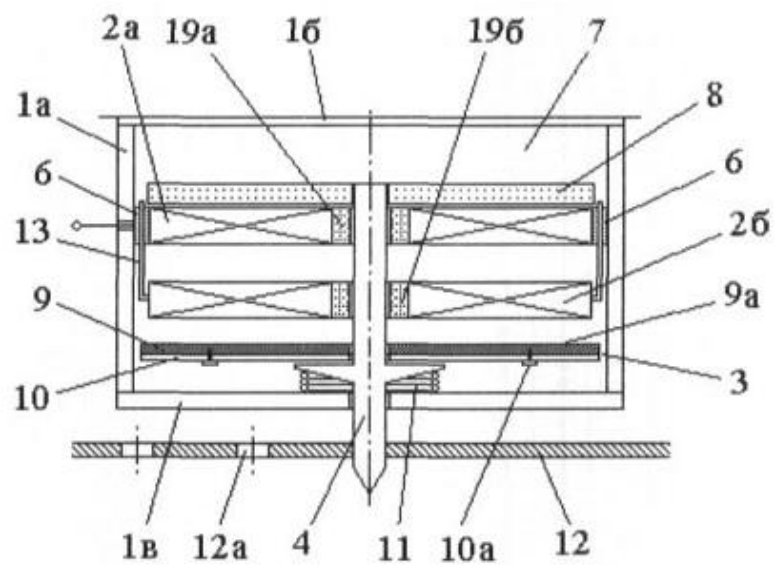


Fig. 3

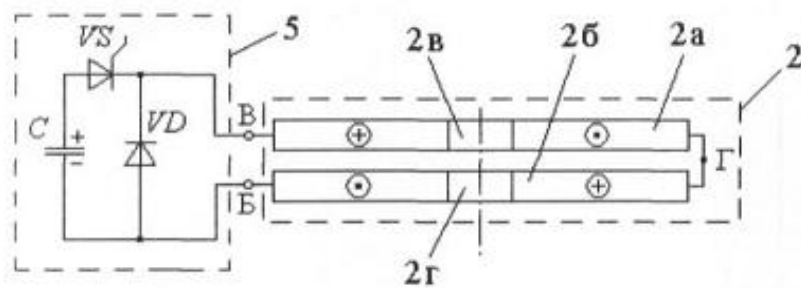


Fig. 4

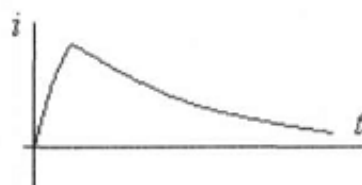


Fig. 5

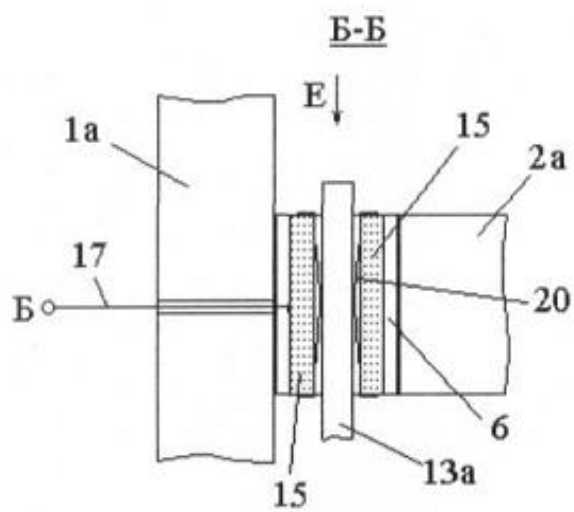
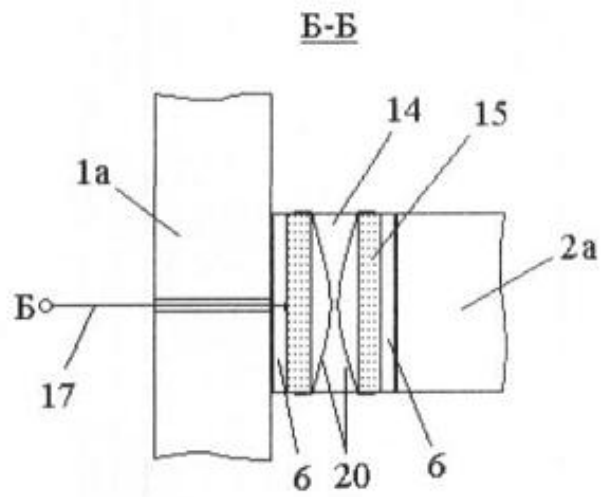
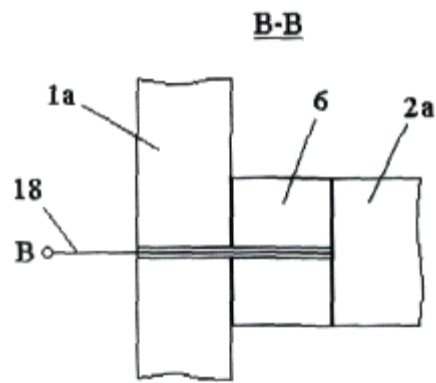


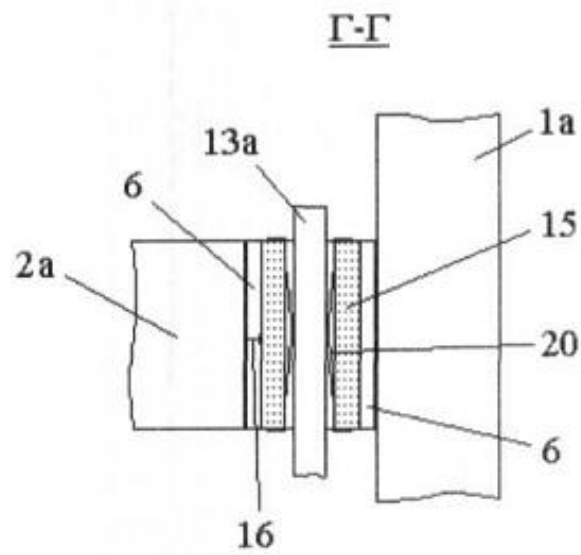
Fig. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

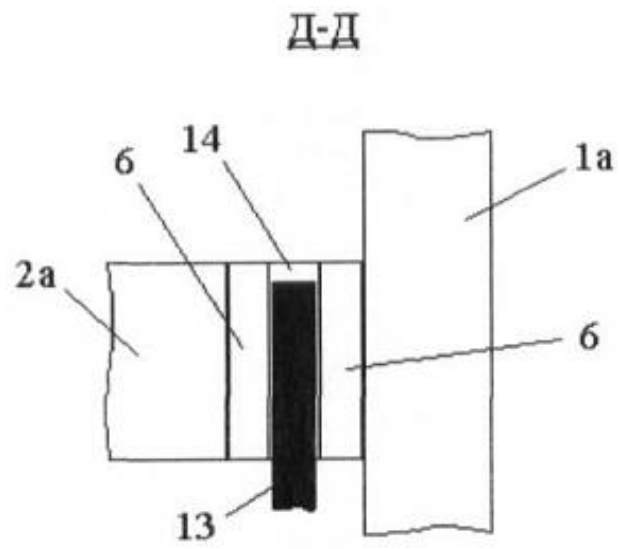


Fig. 10

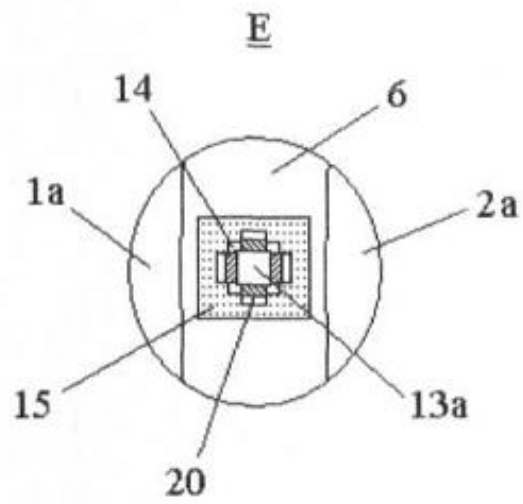


Fig. 11

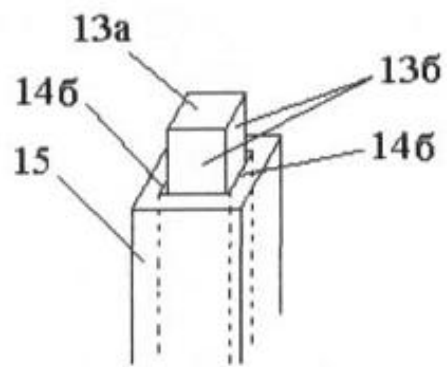


Fig. 12

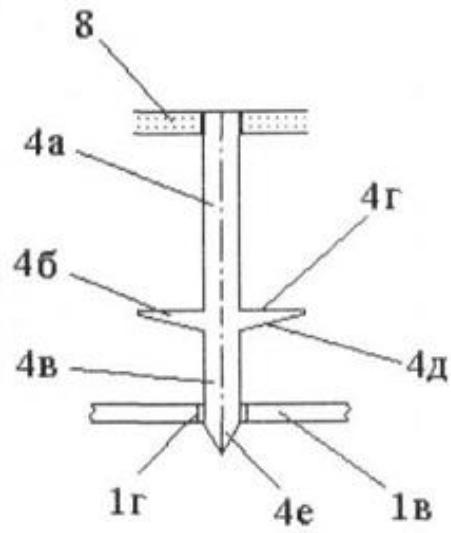


Fig. 13

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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

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