



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107403** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
H02K 41/025 (2006.01)
H02K 33/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2013 04841	(73) Власник(и):	Болух Володимир Федорович , вул. Гвардійців Широнінців, 18-г, кв. 82, м. Харків-120, 61120 (UA), Лучук Володимир Феодосійович , пер. Ногіна, 11, кв. 5, м. Харків-93, 61093 (UA), Щукін Ігор Сергійович , вул. Командарма Уборевича, 30-в, кв. 147, м. Харків-136, 61136 (UA)
(22) Дата подання заявки:	16.04.2013	(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 AU 6504580 A, 02.07.1981 GB 588659 A, 30.05.1947 RU 2405237 C1, 27.11.2010 UA 50561 U, 10.06.2010 UA 80585 C2, 10.10.2007
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.12.2014		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.10.2013, Бюл.№ 20		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.12.2014, Бюл.№ 24		
(72) Винахідник(и):	Болух Володимир Федорович (UA), Лучук Володимир Феодосійович (UA), Щукін Ігор Сергійович (UA)		

(54) ЛІНІЙНИЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ УДАРНОЇ ДІЇ

(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 лінійного електромеханічного перетворювача ударної дії.

Лінійний електромеханічний перетворювач ударної дії складається з індуктора 1, рухомого якоря 2 і бойка 3, які розташовані всередині феромагнітного корпусу 4. Якір 2 виконаний у вигляді електропровідного диска 5 і з'єднаного з ним ударного диска 6, який з'єднаний з бойком 3. Загострений кінець бойка направлений в бік об'єкта деформування 7. Між торцевою ділянкою феромагнітного корпусу і диском 5 якоря установлена зворотна пружина 8. Між центральним виступом диска 6 і центральним виступом рухомого феромагнітного осердя 11 установлена силова пружина 12. Ударний диск 6 якоря взаємодіє з фіксаторами 13, які закріплені на боковій циліндричній ділянці корпусу 4. Фіксатор 13 містить пружний елемент 14.

При підключенні індуктора 1 до ємнісного накопичувача енергії струм в індукторі збуджує магнітне поле, яке, замикаючись по феромагнітному корпусу і осердю 11, індуктує вихрові струми в електропровідному диску 5 якоря 2. З боку індуктора 1 на осердя 11 діють електромагнітні сили притягання, а на електропровідний диск 5 якоря діють електродинамічні сили відштовхування.

На початковому етапі роботи якір 2 утримується фіксаторами 13. В цей час феромагнітне осердя 11 наближається до індуктора 1, стискаючи своїм центральним виступом силову пружину 12. При цьому електродинамічні сили відштовхування, що діють на електропровідний диск 5 якоря, підсумовуються з силами стискання пружини 12. Сумарні сили стискають пружний

UA 107403 C2

елемент 14 фіксатора 13 в напрямку бокової ділянки корпусу 4, забезпечуючи аксіальне переміщення якоря 2. Бойок 3 під дією сумарної сили стрілко переміщується в бік об'єкта деформування 7, пробиваючи загостреним кінцем отвір.

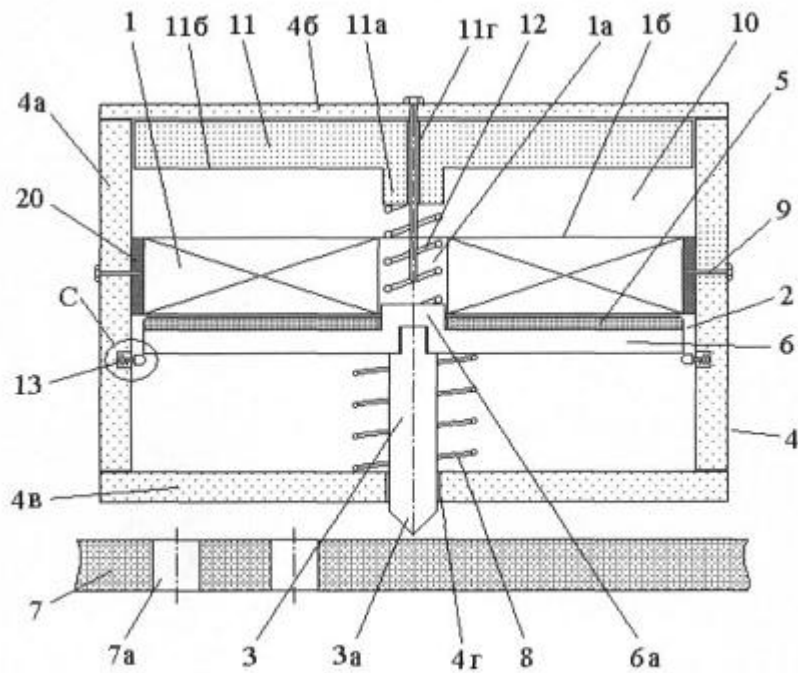


Fig. 1

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 (елемент, що передає силу) із електропровідного матеріалу, виконаний складеним з плоских елементів і поміщений в гнучку оболонку [1]. При цьому плоскі елементи якоря можуть бути виконані у вигляді концентричних кілець, паралельних або радіально розташованих смуг.

Однак така конструкція має низьку ефективність за рахунок виконання якоря не суцільним, а складеним з неелектропровідними зазорами між плоскими електропровідними елементами. Внаслідок цього вихрові струми, індуквані 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, який 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 над обмоткою збудження і пов'язаний зі зворотно-фіксуючим механізмом. До ударника прикріплена накладка з ребрами, причому форма накладки визначається формою поверхні, що обробляється, та 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 за рахунок наявності 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 є проблематичним 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 зростає її опір, погіршується стан електричної ізоляції, що обумовлює зниження 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, який 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 в 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 зборки і настройки.

При цьому можна відзначити наступні недоліки пристрою-прототипу.

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.

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 електромеханічного перетворювача ударної дії.

Задачею винаходу є підвищення ефективності лінійного електромеханічного перетворювача ударної дії.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому лінійному електромеханічному перетворювачі ударної дії, який містить коаксіально розташовані феромагнітний корпус, індуктор, рухомі якір і 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, який взаємодіє з бойком, загострений кінець якого направлений в 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 прикріплений до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса так, що між його плоскою поверхнею і торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпуса, віддаленим від об'єкта деформування, виконаний зазор, в якому коаксіально розташовано аксіально рухоме феромагнітне осердя у формі диска з центральним виступом, який виконаний з можливістю переміщення всередині центрального отвору індуктора, одна з торцевих сторін диска осердя виконана з можливістю прилягання до плоского боку індуктора, а друга сторона виконана з можливістю прилягання до дискової ділянки феромагнітного корпуса, електропровідний і ударний диски якоря з'єднані між собою, причому між центральним виступом ударного диска, розташованим в центральних отворах електропровідного диска якоря і індуктора, і центральним виступом рухомого феромагнітного осердя встановлена силова пружина, що аксіально стискається, ударний диск якоря, який взаємодіє з принаймні трьома фіксаторами, упорядковано в тангенціальному напрямку закріпленими на боковій циліндричній ділянці феромагнітного корпуса, з'єднаний з бойком, виконаний з можливістю переміщення через центральний напрямний отвір торцевої дискової ділянки феромагнітного корпуса.

Крім того, фіксатор містить пружний елемент з можливістю стискання в напрямку бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса, при якому забезпечується аксіальне переміщення якоря.

Крім того, елемент фіксатора, що взаємодіє з якорем, містить закруглену ділянку.

Крім того, фіксатор виконаний у вигляді пружної зігнутої скоби, кінцеві ділянки якої розташовані з можливістю переміщення в пазах бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса, а ділянка, що максимально виступає, виконана зі зміщенням в напрямку індуктора відносно кінцевих ділянок.

Крім того, в центральному отворі рухомого феромагнітного осердя розміщений центральний напрямний штир, прикріплений до торцевої дискової ділянки феромагнітного корпуса, віддаленої від об'єкта деформування.

Крім того, поверхня електропровідного диска якоря, яка взаємодіє з фіксатором, виконана зі скосом.

Крім того, до феромагнітного осердя приєднані аксіально направлені і упорядковано розташовані в тангенціальному напрямку принаймні три напрямних стрижні, що проходять через напрямні отвори в ізоляційному циліндрі, що кріпить індуктор до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса.

Крім того, напрямний стрижень, приєднаний до феромагнітного осердя, виконаний з можливістю взаємодії з фіксатором, забезпечуючи переміщення рухомого елемента фіксатора в напрямку бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса.

Крім того, рухомий елемент фіксатора містить похилі ділянки, які при взаємодії з напрямним стрижнем і електропровідним диском якоря забезпечують його переміщення в напрямку бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса.

Крім того, напрямний стрижень, приєднаний до феромагнітного осердя, виконаний з можливістю взаємодії з рухомим елементом фіксатора, виконаним у вигляді підпружиненого постійного магніту, довга бокова сторона якого установлена напроти бокової сторони феромагнітного ударного диска якоря.

5 Крім того, підпружинений постійний магніт фіксатора виконаний з можливістю повороту відносно осі, перпендикулярної до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу.

Крім того, підпружинений постійний магніт фіксатора виконаний з можливістю нахилу відносно осі, перпендикулярної до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу.

Крім того, силова пружина, що аксіально стискається, виконана з феромагнітного матеріалу.

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

Наявність зазору між плоскою поверхнею індуктора і торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпусу, віддаленої від об'єкта деформування, формує простір, в якому розміщується рухоме феромагнітне осердя. Це осердя спочатку притягується до індуктора при його збудженні від імпульсного джерела, стискаючи силову пружину. При цьому якір утримується фіксаторами до моменту, при якому або електродинамічна сила перебільшить визначену величину, або осердя наблизиться до індуктора на визначену відстань, наприклад до контакту. Після чого фіксатори відпускають якір, який під дією електродинамічних сил з боку індуктора і з боку стиснутої силової пружини відштовхується в напрямку об'єкта деформування.

20 В даному процесі феромагнітне осердя при наближенні до індуктора посилює магнітне поле в зоні якоря і стискає силову пружину, накопичуючи механічну енергію.

Утримання фіксаторами якоря на початковому етапі дозволяє збільшити силову електродинамічну дію на електропровідний диск якоря і максимально стиснути силову пружину, накопивши максимальну енергію стискання.

25 При цьому торцева дискова ділянка феромагнітного корпусу може бути виконана тонкостінною, оскільки рухоме феромагнітне осердя забезпечує екранування магнітних полів розсіювання і є елементом магнітопроводу сумісно з рештою ділянок феромагнітного корпусу.

Закріплення індуктора до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу дозволяє до обох його плоских поверхонь щільно притискати, до одної сторони - феромагнітне осердя, а до 30 другої сторони - електропровідний диск якоря. Феромагнітне осердя розвиває електромагнітну силу притягання, а електропровідний диск якоря - електродинамічну силу відштовхування, які направлені в бік об'єкта деформування.

Наявність центрального виступу в диску феромагнітного осердя, який заходить в центральний отвір індуктора, дозволяє збільшити електромагнітну силу притягання осердя до 35 індуктора, забезпечити надійне стискання силової пружини і центрувати осердя відносно індуктора.

З'єднання електропровідного і ударного дисків якоря і бойка між собою робить конструкцію механічно більш надійною і міцною, що є важливим, враховуючи малу механічну міцність електропровідного, наприклад мідного, диска.

40 Наявність центрального виступу в ударному диску якоря, який заходить в центральний отвір індуктора, дозволяє збільшити міцність якоря, забезпечити надійне стискання силової пружини і центрувати якір відносно індуктора.

Наявність принаймні трьох фіксаторів, упорядковано в тангенціальному напрямку закріплених на боковій циліндричній ділянці феромагнітного корпусу, дозволяє надійно 45 утримувати якір на першому етапі роботи після збудження індуктора без аксіальних перекосів.

Виконання бойка з можливістю переміщення через центральний напрямний отвір торцевої дискової ділянки феромагнітного корпусу забезпечує строго аксіальне переміщення бойка.

Наявність в фіксаторі пружного елемента, виконаного з можливістю стискання в напрямку бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу, дозволяє як утримувати якір на 50 початковому етапі роботи, так і відпускати його на другому етапі для аксіального переміщення.

Наявність у елемента фіксатора, який взаємодіє з якорем, закругленої ділянки забезпечує взаємне переміщення якоря відносно фіксатора при визначеній величині аксіальної сили.

Виконання фіксатора у вигляді пружної зігнутої скоби обумовлює його максимальну простоту і надійність. Якщо кінцеві ділянки скоби розташовані в пазах бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу з можливістю переміщення, то висоту скоби можна зменшити 55 шляхом тиску з боку якоря. Оскільки ділянка скоби, що максимально виступає, виконана зі зміщенням в напрямку індуктора відносно кінцевих ділянок, то для її радіального стискання якорем при направленні в бік об'єкта деформування потрібна більша сила, ніж при русі якоря у протилежному напрямку.

Центральний напрямний штир, прикріплений до торцевої дискової ділянки феромагнітного корпусу, віддаленої від об'єкта деформування, забезпечує аксіальне переміщення феромагнітного осердя за допомогою його центрального отвору.

Виконання поверхні електропровідного диска якоря, яка взаємодіє з фіксатором, зі скосом забезпечує переміщення якоря від об'єкта деформування при малій жорсткості зворотної пружини.

Аксіально направлені напрямні стрижні, що приєднані до феромагнітного осердя і проходять через напрямні отвори в ізоляційному циліндрі, який кріпить індуктор до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу, забезпечують аксіальне без перекосів переміщення феромагнітного осердя. Для забезпечення такого переміщення необхідно мати мінімум три напрямних стрижні, які упорядковано, наприклад рівномірно, розташовані в тангенціальному напрямку.

Оскільки ці напрямні стрижні виконані з можливістю взаємодії з фіксатором, то вони забезпечують відпускання якоря при визначеному положенні феромагнітного осердя відносно індуктора. Наявність похилих ділянок у рухомого елемента фіксатора забезпечує його переміщення в напрямку бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу при дії на одну з ділянок напрямного стрижня (при робочому ході якоря), а на другу ділянку - якоря (при зворотному ході).

Якщо рухомий елемент фіксатора виконаний у вигляді підпружиненого постійного магніту, довга бокова сторона якого установлена напроти бокової сторони феромагнітного ударного диска якоря, то при дії на нього напрямного стрижня і його переміщенні електромагнітна сила притягання зменшується і якір починає рух. При цьому постійний магніт може або повертатися, або нахилитися відносно осі, перпендикулярної до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу.

Виконання силової пружини з феромагнітного матеріалу посилює як електромагнітну силу притягання феромагнітного осердя до індуктора, так і електродинамічну силу відштовхування якоря, оскільки пружина виконує функцію магнітопроводу, посилюючи магнітні поля.

Виконання бокової циліндричної і двох торцевих дискових ділянок феромагнітного корпусу з можливістю роз'єднання дозволяє зробити конструкцію технологічною, легкою при монтажі і ремонті.

На фіг. 1 представлено поперечний переріз лінійного електромеханічного перетворювача ударної дії з центральним напрямним штирем у вихідному положенні;

на фіг. 2 - перетворювач на фіг. 1 на початковому етапі роботи при переміщенні феромагнітного осердя до індуктора і утриманні якоря фіксаторами;

на фіг. 3 - перетворювач на фіг. 1 на другому етапі роботи при переміщенні якоря в напрямку об'єкта деформування;

на фіг. 4 - вид С на фіг. 1. Суцільними лініями показано якір, що утримується фіксатором. Штриховими лініями показано якір при зворотному русі в напрямку індуктора. Стрілками показано напрямки переміщення якоря при робочому (суцільні лінії) і зворотному (штрихові лінії) ході якоря;

на фіг. 5 - вид на фіг. 4 при проходженні якоря через фіксатор;

на фіг. 6 - фіксатор, виконаний у вигляді пружної зігнутої скоби. Суцільними лініями показано якір, що утримується фіксатором. Штриховими лініями показано якір при зворотному русі в напрямку індуктора. Стрілками показано напрямки переміщення якоря при робочому (суцільні лінії) і зворотному (штрихові лінії) переміщенні якоря;

на фіг. 7 - вид на фіг. 6 при проходженні якоря через фіксатор;

на фіг. 8 - поперечний переріз лінійного електромеханічного перетворювача ударної дії, у якого до феромагнітного осердя приєднані напрямні стрижні, у вихідному положенні;

на фіг. 9 - перетворювач на фіг. 8 на початковому етапі роботи при переміщенні феромагнітного осердя до індуктора і утриманні якоря фіксаторами;

на фіг. 10 - перетворювач на фіг. 8 на другому етапі роботи при переміщенні якоря в напрямку об'єкта деформування;

на фіг. 11 - перетворювач на фіг. 8, у якого якір під дією зворотної пружини переміщується від об'єкта деформування в напрямку індуктора;

на фіг. 12 - вид А-А на фіг. 8;

на фіг. 13 - вид Б-Б на фіг. 8;

на фіг. 14 - вид В на фіг. 9. Суцільними лініями показано якір, що утримується фіксатором до взаємодії з напрямним стрижнем. Штриховими лініями показано якір при зворотному русі в напрямку індуктора. Стрілками показано напрямки переміщення якоря при робочому (суцільні лінії) і зворотному (штрихові лінії) переміщенні якоря;

на фіг. 15 - вид на фіг. 14 при проходженні якоря через фіксатор;
на фіг. 16 - фіксатор, у якого рухомий елемент виконаний у вигляді підпружиненого постійного магніту, довга бокова сторона якого установлена напроти бокової сторони феромагнітного ударного диска якоря, до взаємодії з напрямним стрижнем;

5 на фіг. 17 - вид Д на фіг. 16;

на фіг. 18 - вид на фіг. 16 після взаємодії рухомого елемента фіксатора з напрямним стрижнем і повороту відносно осі, перпендикулярної до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса;

на фіг. 19 - вид Е на фіг. 18;

10 на фіг. 20 - вид на фіг. 16, у якого підпружинений постійний магніт фіксатора виконаний з можливістю нахилу до взаємодії з напрямним стрижнем;

на фіг. 21 - вид на фіг. 20 після взаємодії рухомого елемента фіксатора з напрямним стрижнем і нахилу відносно осі, перпендикулярної до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпуса.

15 Лінійний електромеханічний перетворювач ударної дії складається з індуктора 1, що підключається до імпульсного джерела, наприклад до ємнісного накопичувача енергії (на фіг. не показаний), рухомого якоря 2 і бойка 3, які коаксіально розташовані всередині феромагнітного корпуса 4. Корпус 4 виконаний з бокової циліндричної 4а і двох торцевих дискових 4б і 4в ділянок, виконаних з можливістю роз'єднання.

20 Індуктор 1 виконаний у вигляді котушки з центральним отвором 1а.

Якір 2 виконаний у вигляді електропровідного диска 5 з центральним отвором, плоска поверхня 5а якого прилягає до індуктора 1, і коаксіально розташованого і з'єднаного з ним ударного диска 6, який, в свою чергу, з'єднаний з бойком 3.

Електропровідний 5 і ударний 6 диски якоря 2 з'єднані між собою (на фіг. не показано).

25 Загострений кінець 3а бойка направлений в бік об'єкта деформування 7, в якому бойок 3 виконує отвори 7а.

Між торцевою дисковою ділянкою 4в феромагнітного корпуса з аксіальним напрямним отвором 4г і електропровідним диском 5 якоря установлена зворотна пружина 8, яка має малу жорсткість.

30 Індуктор 1 прикріплений до бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпуса 4, наприклад, за допомогою кріпильних елементів 9 так, що між його плоскою поверхнею 1б і торцевою дисковою ділянкою 4б феромагнітного корпуса виконаний зазор 10.

В зазорі 10 коаксіально розташовано аксіально рухоме феромагнітне осердя 11 в формі диска з центральним виступом 11а.

35 Центральний виступ 11а осердя 11 виконаний з можливістю переміщення всередині центрального отвору 1а індуктора 1.

Одна з торцевих сторін 11б диска осердя 11 виконана з можливістю прилягання до плоскої сторони 1б індуктора, а друга сторона 11в виконана з можливістю прилягання до дискової ділянки 4б феромагнітного корпуса.

40 Між центральним виступом 6а ударного диска, розташованим в центральних отворах електропровідного диска 5 якоря і індуктора 1, і центральним виступом 11а феромагнітного осердя установлена силова пружина 12, що аксіально стискається, виконана з феромагнітного матеріалу і має високу жорсткість.

45 Ударний диск 6 якоря з'єднаний з бойком 3, виконаним з можливістю переміщення через центральний напрямний отвір 4г торцевої дискової ділянки 4в феромагнітного корпуса.

Ударний диск 6 якоря взаємодіє, наприклад, з чотирма фіксаторами 13, які в тангенціальному напрямку упорядковано, наприклад рівномірно закріплені на боковій циліндричній ділянці 4а феромагнітного корпуса (фіг. 13).

50 Фіксатор 13 містить пружний елемент 14, який забезпечує можливість стискання в напрямку бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпуса, при якому забезпечується аксіальне переміщення якоря 2 (фіг. 4, фіг. 5). Пружний елемент 14 виконаний, наприклад, у вигляді спіральної пружини.

Рухомий елемент 15 фіксатора 13, який взаємодіє з якорем 2, містить закруглену ділянку 15а (фіг. 4, фіг. 5).

55 На фіг. 6 і фіг. 7 показано фіксатор 13, виконаний у вигляді пружної зігнутої скоби. Кінцеві ділянки скоби 13а і 13б розташовані з можливістю переміщення в пазах 16 і 17 бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпуса. Ділянка 13в скоби, що максимально виступає, виконана зі зміщенням в напрямку індуктора 1 відносно кінцевих ділянок 13а і 13б.

60 В центральному отворі 11г рухомого феромагнітного осердя 11 розміщений центральний напрямний штир 18, прикріплений до торцевої дискової ділянки 4б феромагнітного корпуса.

Плоска поверхня 5а електропровідного диска якоря, яка взаємодіє з фіксатором 13, виконана зі скосом 5б (фіг. 4 і фіг. 5).

До феромагнітного осердя 11 приєднані напрямні стрижні 19, аксіально направлені і упорядковано, наприклад рівномірно, розташовані в тангенціальному напрямку. На фіг. 12 показано чотири стрижні 19, які проходять через напрямні отвори в ізоляційному циліндрі 20, що кріпить індуктор 1 до бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпусу.

Кожний напрямний стрижень 19, приєднаний до феромагнітного осердя 11, виконаний з можливістю взаємодії з фіксатором 13, забезпечуючи переміщення рухомого елемента 15 фіксатора в напрямку бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпусу (фіг. 14 і фіг. 15). Рухомий елемент фіксатора 15 містить похилі ділянки 15а і 15б, які при взаємодії з напрямним стрижнем 19 і електропровідним диском 5 якоря 2 забезпечують його переміщення в напрямку бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпусу.

Рухомий елемент фіксатора 13 може бути виконаний у вигляді підпружиненого постійного магніту 21, довга бокова сторона 21а якого установлена напроти бокової сторони 6б феромагнітного ударного диска якоря 2 (фіг. 16 - фіг. 21). Рухомий елемент фіксатора 15 (фіг. 4 і фіг. 5) і постійний магніт 21 закріплені відносно бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпусу за допомогою пружного елемента 14 і напрямного стрижня 22 (фіг. 4, 5, 16-19).

Підпружинений постійний магніт 21 фіксатора 13 може бути виконаний з можливістю повороту (фіг. 16-19) або нахилу (фіг. 20-21) відносно осі 21б, перпендикулярної до бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпусу.

Лінійний електромеханічний перетворювач ударної дії працює наступним чином.

У вихідному стані феромагнітне осердя 11 за допомогою силової пружини 12 притиснуте до торцевої дискової ділянки 4б корпусу 4, а якір 2 за допомогою зворотної пружини 8 своїм електропровідним диском 5 притиснутий до індуктора 1 і утримується фіксаторами 13. При цьому пружини 8 і 12 знаходяться в розтиснутому стані (фіг. 1, фіг. 8).

При підключенні індуктора 1 до ємнісного накопичувача енергії струм в індукторі збуджує магнітне поле, яке, замикаючись по феромагнітному корпусу і осердю 11, індукує вихрові струми в електропровідному диску 5 якоря 2. При цьому з боку індуктора 1 на осердя 11 діють електромагнітні сили притягання, а на електропровідний диск 5 якоря діють електродинамічні сили відштовхування.

На початковому етапі роботи, коли індукований струм в електропровідному диску 5 зростає, якір 2 утримується фіксаторами 13 у вихідному положенні. В цей час феромагнітне осердя 11 наближається до індуктора 1, стискаючи своїм центральним виступом 11а силову пружину 12 (фіг. 2, фіг. 9). При цьому відбувається посилення магнітного поля в зоні електропровідного диска 5 якоря.

За рахунок утримання якоря 2, при якому існує максимальний магнітний зв'язок, і посилення магнітного поля між його електропровідним диском 5 і індуктором 1 утворюються найбільші електродинамічні сили відштовхування. При цьому електродинамічні сили відштовхування, що діють на електропровідний диск 5 якоря, підсумовуються з силами стискання силової пружини 12.

Якщо перетворювач виконаний з центральним напрямним штирем 18, по якому переміщується осердя 11, то сумарні аксіально направлені сили з боку ударного диска 6 якоря 2 стискають пружний елемент 14 фіксатора 13 в напрямку бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпусу 4, забезпечуючи аксіальне переміщення якоря 2 (фіг. 5).

Бойок 3 під дією значної сумарної сили стрімко переміщується в бік об'єкта деформування 7, пробиваючи загостреним кінцем 3а отвір 7а. При цьому зворотна пружина 8 стискається (фіг. 3, фіг. 10).

Після згасання струмового імпульсу в індукторі 1 зворотна пружина 8 переміщує якір 2 у вихідне положення до контакту з індуктором. При цьому центральний виступ 6а ударного диска 6 через жорстку силову пружину 12 переміщує осердя 11 до контакту з торцевою дисковою ділянкою 4б корпусу 4 (фіг. 1, фіг. 8). Після цього відбувається зсув об'єкта деформування 7 так, що напроти бойка розташовується недеформована ділянка.

Оскільки плоска поверхня 5а електропровідного диска якоря, яка взаємодіє з фіксатором 13, виконана зі скосом 5б, то сила утримання якоря на робочому етапі в напрямку об'єкта деформування 7 є суттєво більшою, ніж на етапі зворотного переміщення якоря під дією пружини 8 у зворотний бік (фіг. 4). Якір 2 аксіально переміщується відносно фіксатора 13 за рахунок того, що його рухомий елемент 15, який містить закруглену ділянку 15а, стискаючи пружну спіральну пружину 14, переміщується в напрямку бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпусу (фіг. 5).

Якщо фіксатор 13 виконаний у вигляді пружної вигнутої скоби, то за рахунок того, що її ділянка 13в, яка максимально виступає, виконана зі зміщенням в напрямку індуктора 1 відносно кінцевих ділянок 13а і 13б, сила утримання якоря на робочому етапі в напрямку об'єкта деформування 7 є суттєво більшою, ніж на етапі зворотного переміщення якоря під дією пружини 8 у зворотний бік (фіг. 6). Якір 2 аксіально переміщується відносно такого фіксатора за рахунок того, що скоба радіально стискається і її кінцеві ділянки 13а і 13б переміщуються в пазах 16 і 17 бокової циліндричної ділянки 4а феромагнітного корпусу (фіг. 7).

Якщо рухомий елемент фіксатора 13 виконаний у вигляді підпружиненого постійного магніту 21 і його довга бокова сторона 21а установа на протилежній боковій стороні 6б феромагнітного ударного диска 6 якоря 2, то між магнітом 21 і феромагнітним диском діє значна сила притягання, яка утримує якір у вихідному положенні (фіг. 16, фіг. 17, фіг. 20).

Під дією напрямного стрижня 19, приєднаного до феромагнітного осердя 11, на постійний магніт 21 за рахунок пружного елемента 14 відбувається поворот (фіг. 18, фіг. 19) або нахил (фіг. 21) магніту 21. При цьому на протилежній боковій стороні 6б феромагнітного ударного диска 6 якоря 2 розташована мала частина довгої бокової сторони 21а магніту, що робить силу притягання між ними невеликою. В результаті відбувається відпускання фіксатором 13 якоря 2 для переміщення в бік об'єкта деформування 7 під дією сумарної аксіальної сили.

Таким чином, в лінійному електромеханічному перетворювачі ударної дії, що пропонується, розвиваються значні сумарні силові дії, які передаються від бойка на об'єкт деформування, що підвищує ефективність перетворення електричної енергії імпульсного джерела в кінетичну енергію силових імпульсів.

Джерела інформації:

1. Патент РФ № 2018377, МКИ В06В 1/04. - Опубл. 30.08.94 г., Бюл. № 16.
2. А.с. СССР № 796132, МКИ В65G 65/40. - Опубл. 15.01.81 г., Бюл. № 2.
3. Тюткин В.А. Магнитно-импульсный способ разрушения сводов и очистки технологического оборудования от налипших материалов // Электротехника. - М. - 2002. - № 11. - С. 24-28.
4. Патент Украины № 97561, МКИ G06F 12/14. - Опубл. 27.02.2012, Бюл. № 4 (прототип).

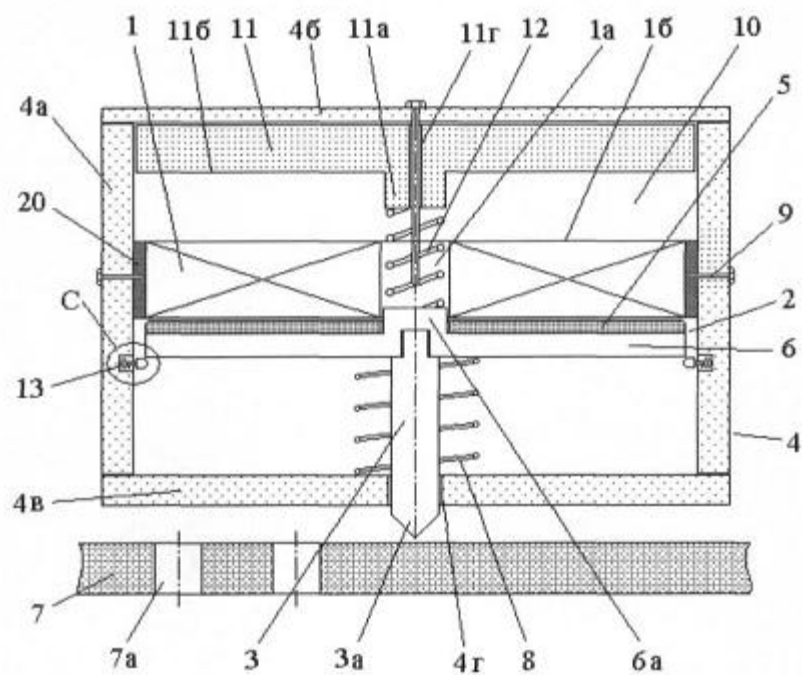
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Лінійний електромеханічний перетворювач ударної дії, який містить коаксіально розташовані феромагнітний корпус, індуктор, рухомі якір і боек, всередині феромагнітного корпусу, 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, який взаємодіє з бойком, загострений кінець якого направлений в бік об'єкта деформування, між торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпусу з аксіальним напрямним отвором і електропровідним диском якоря установа зворотна пружина, який **відрізняється** тим, що індуктор прикріплений до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу так, що між його плоскою поверхнею і торцевою дисковою ділянкою феромагнітного корпусу, віддаленим від об'єкта деформування, виконаний зазор, в якому коаксіально розташоване аксіально рухоме феромагнітне осердя в формі диска з центральним виступом, виконане з можливістю переміщення всередині центрального отвору індуктора, одна з торцевих сторін диска осердя виконана з можливістю прилягання до плоскої сторони індуктора, а друга сторона виконана з можливістю прилягання до дискової ділянки феромагнітного корпусу, причому між центральним виступом ударного диска, розташованим в центральних отворах електропровідного диска якоря і індуктора, і центральним виступом рухомого феромагнітного осердя установа силова пружина, що аксіально стискається, ударний диск якоря, який взаємодіє з щонайменше трьома фіксаторами, установленими в тангенціальному напрямку і закріпленими на боковій циліндричній ділянці феромагнітного корпусу, з'єднаний з бойком, виконаним з можливістю переміщення через центральний напрямний отвір торцевої дискової ділянки феромагнітного корпусу.

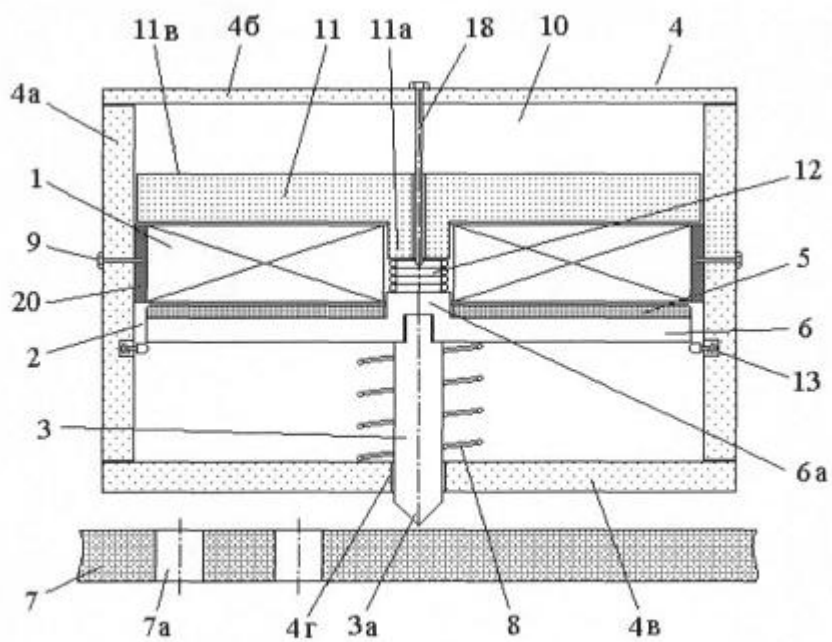
2. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що фіксатор містить пружний елемент з можливістю стискання в напрямку бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу, при якому забезпечується аксіальне переміщення якоря.

3. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 2, який **відрізняється** тим, що елемент фіксатора, що взаємодіє з якорем, містить закруглену ділянку.

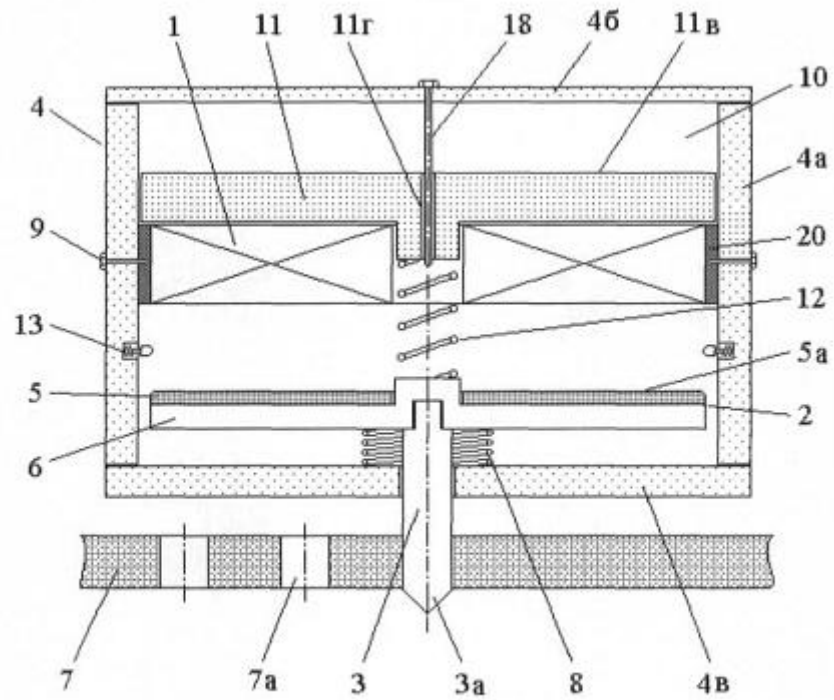
4. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 2, який **відрізняється** тим, що фіксатор виконаний у вигляді пружної зігнутої скоби, кінцеві ділянки якої розташовані з можливістю переміщення в пазах бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу, а ділянка, що максимально виступає, виконана зі зміщенням в напрямку індуктора відносно кінцевих ділянок.
- 5 5. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що в центральному отворі рухомого феромагнітного осердя розміщений центральний напрямний штир, прикріплений до торцевої дискової ділянки феромагнітного корпусу, віддаленої від об'єкта деформування.
- 10 6. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 3, який **відрізняється** тим, що поверхня електропровідного диска якоря, яка взаємодіє з фіксатором, виконана зі скосом.
7. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що до феромагнітного осердя приєднані аксіально направлені і упорядковано розташовані в тангенціальному напрямку, принаймні три, напрямних стрижні, що проходять через напрямні отвори в ізоляційному циліндрі, який кріпить індуктор до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу.
- 15 8. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 7, який **відрізняється** тим, що напрямний стрижень, приєднаний до феромагнітного осердя, виконаний з можливістю взаємодії з фіксатором, забезпечуючи переміщення рухомого елемента фіксатора в напрямку бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу.
- 20 9. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 8, який **відрізняється** тим, що рухомий елемент фіксатора містить похилі ділянки, які при взаємодії з напрямним стрижнем і електропровідним диском якоря забезпечують його переміщення в напрямку бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу.
- 25 10. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 7, який **відрізняється** тим, що напрямний стрижень, приєднаний до феромагнітного осердя, виконаний з можливістю взаємодії з рухомим елементом фіксатора, виконаним у вигляді підпружиненого постійного магніту, довга бокова сторона якого установлена напроти бокової сторони феромагнітного ударного диска якоря.
- 30 11. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 10, який **відрізняється** тим, що підпружинений постійний магніт фіксатора виконаний з можливістю повороту відносно осі, перпендикулярної до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу.
12. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 10, який **відрізняється** тим, що підпружинений постійний магніт фіксатора виконаний з можливістю нахилу відносно осі, перпендикулярної до бокової циліндричної ділянки феромагнітного корпусу.
- 35 13. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що силова пружина, яка аксіально стискається, виконана з феромагнітного матеріалу.
14. Лінійний електромеханічний перетворювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що бокова циліндрична і торцеві дискові ділянки феромагнітного корпусу виконані з можливістю роз'єднання.



Фиг. 1

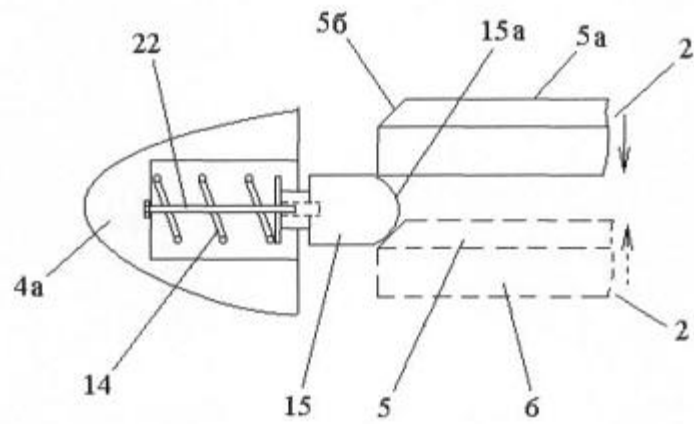


Фиг. 2

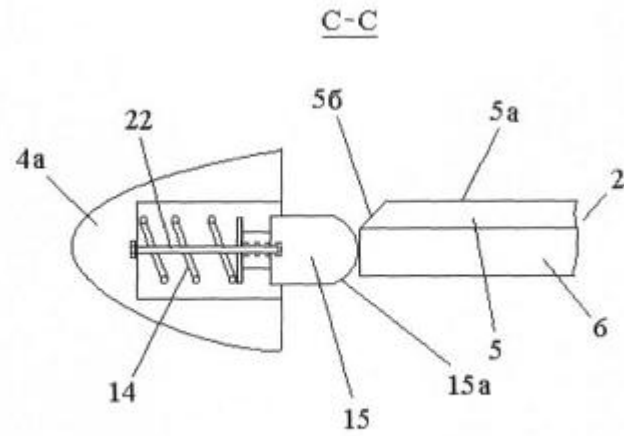


Фиг. 3

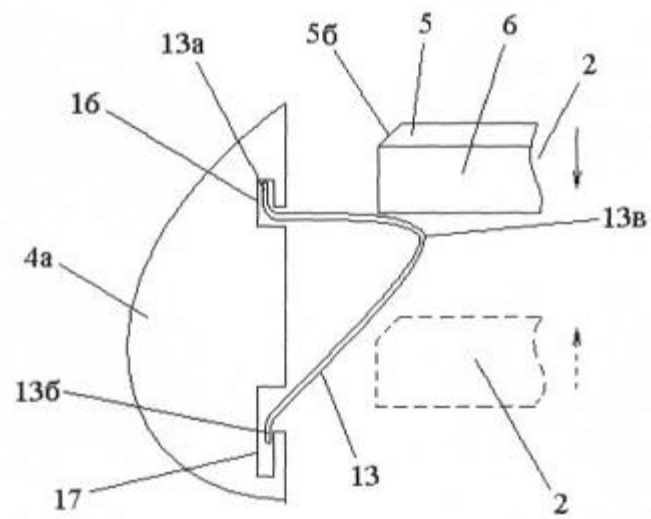
C-C



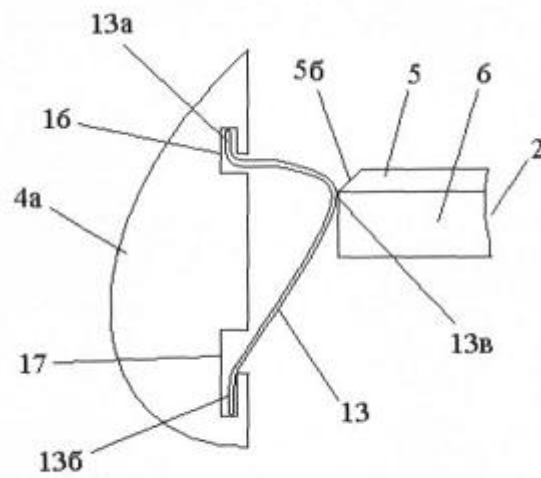
Фиг. 4



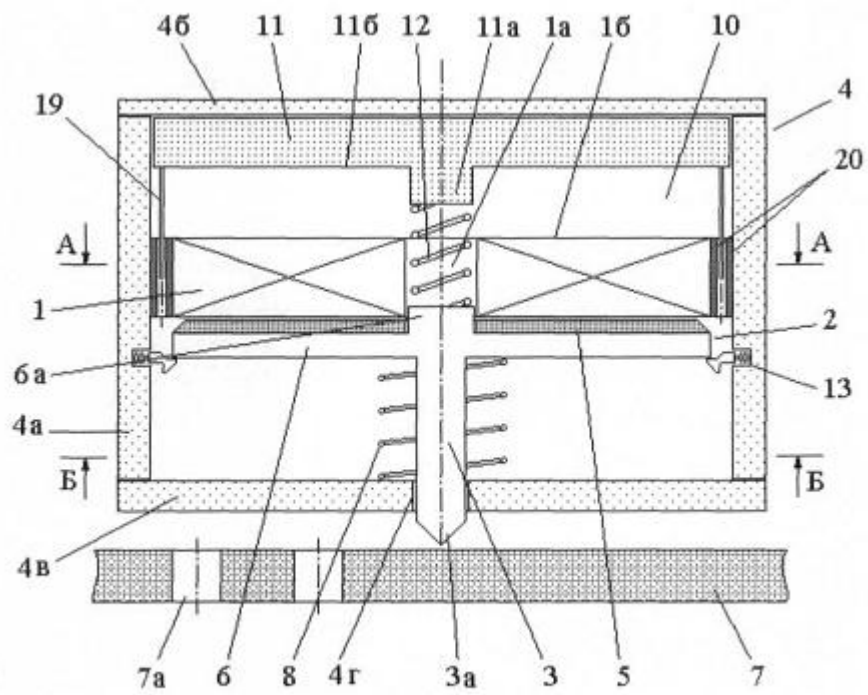
Фиг. 5



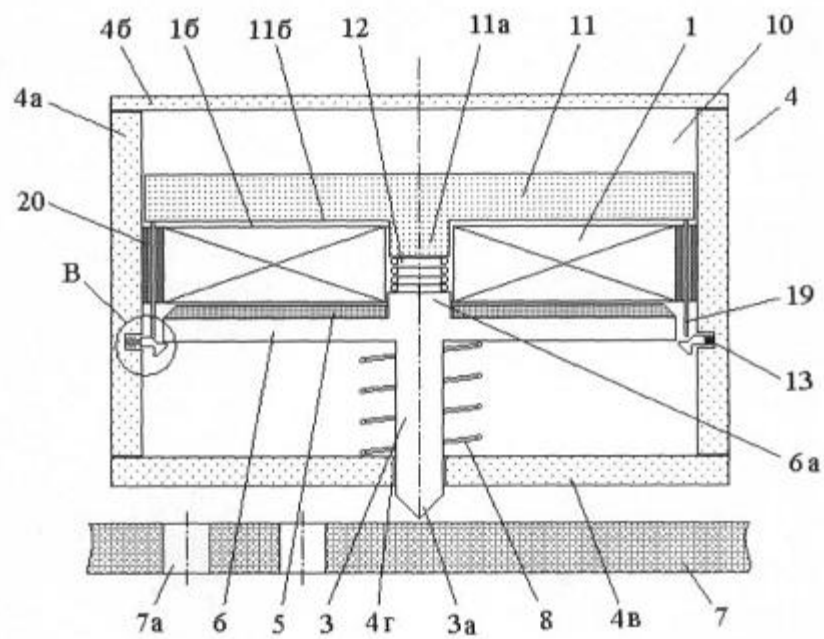
Фиг. 6



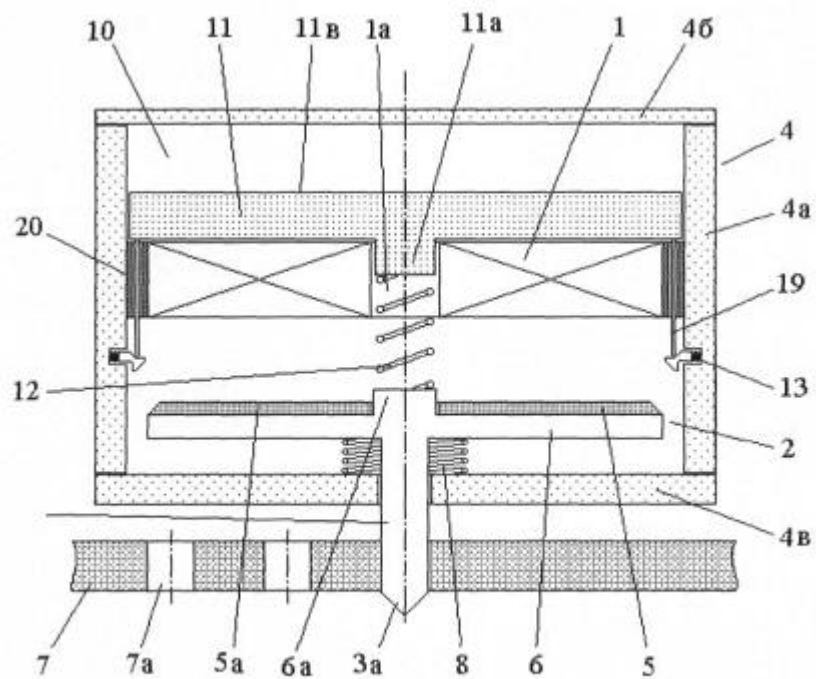
Фиг. 7



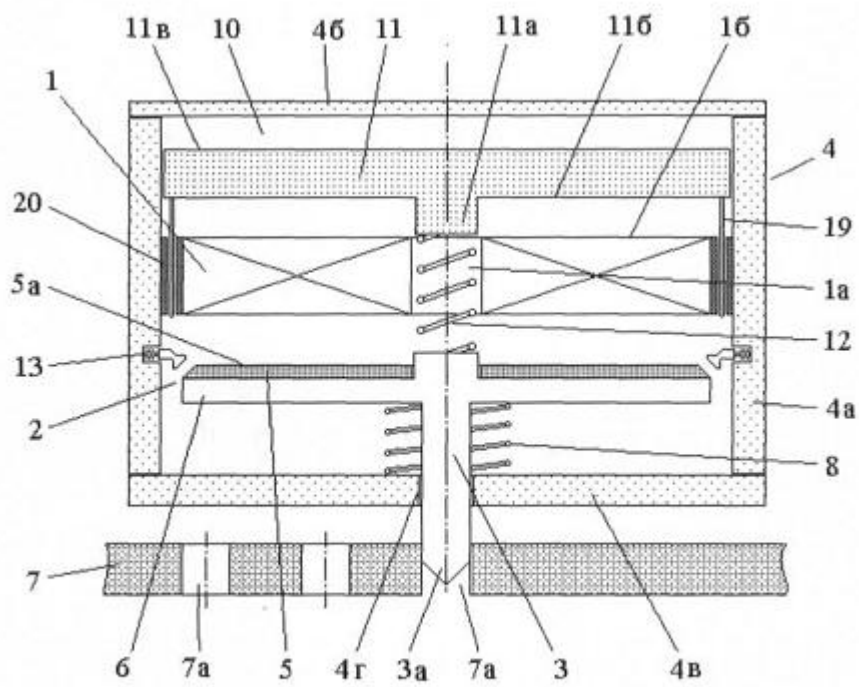
Фиг. 8



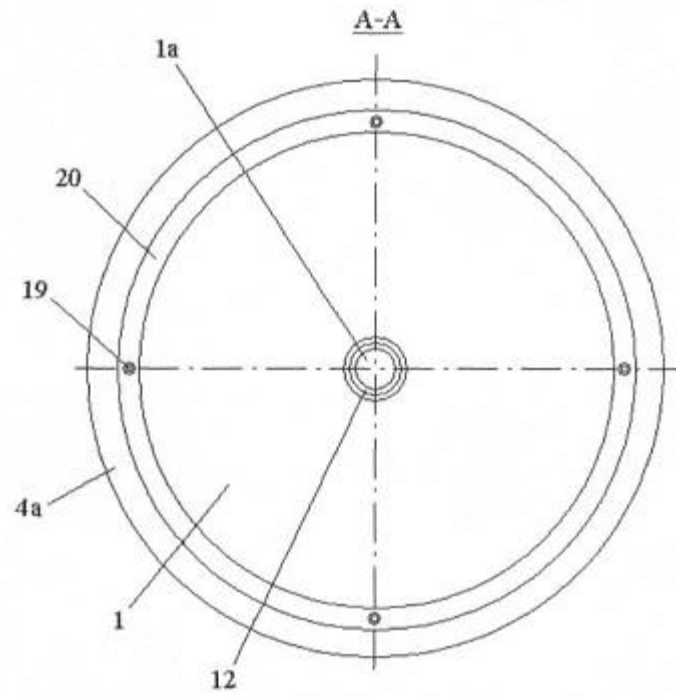
Фиг. 9



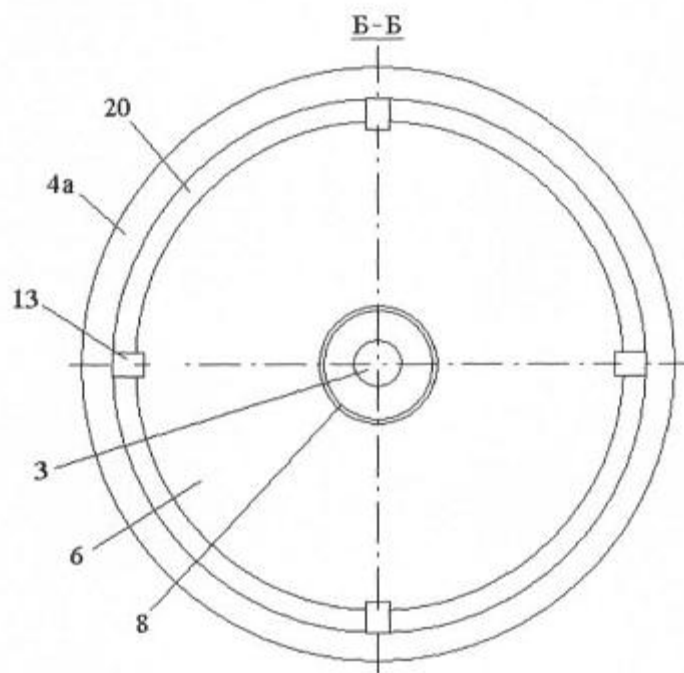
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

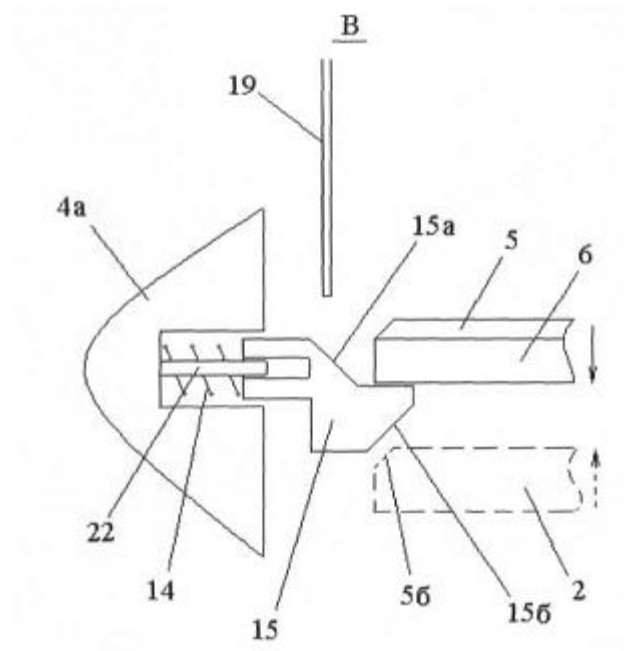


Fig. 14

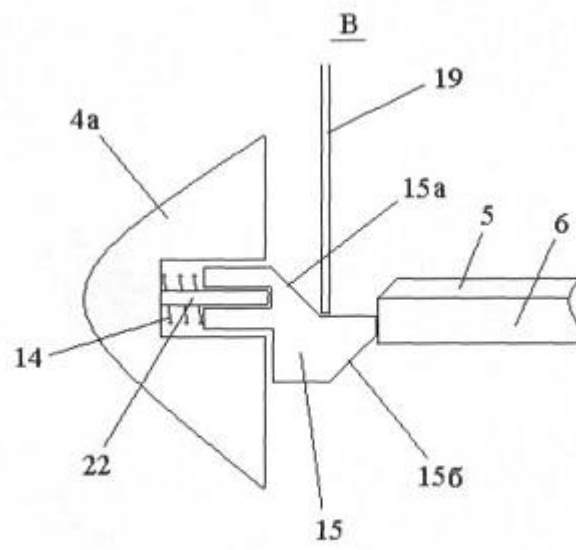


Fig. 15

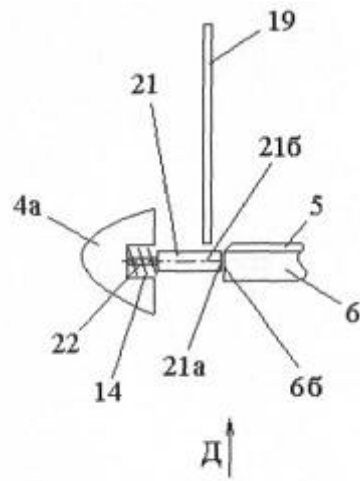


Fig. 16

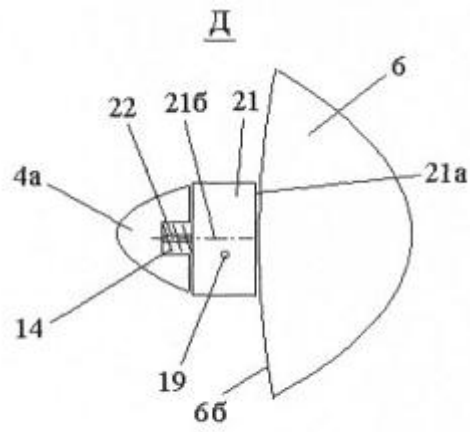


Fig. 17

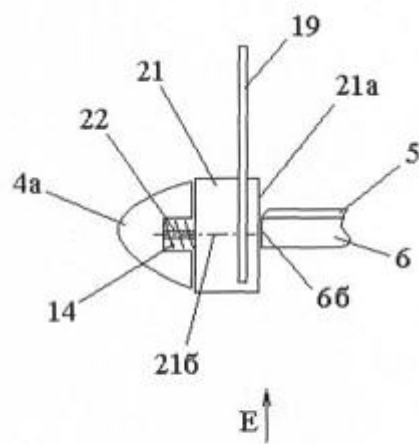


Fig. 18

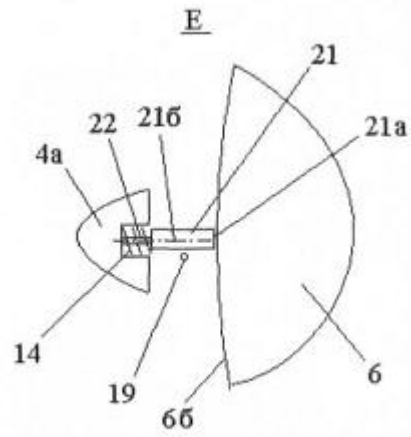


Fig. 19

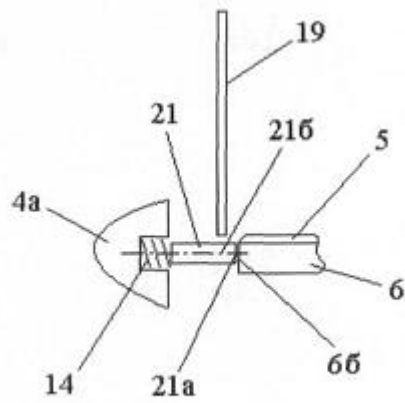


Fig. 20

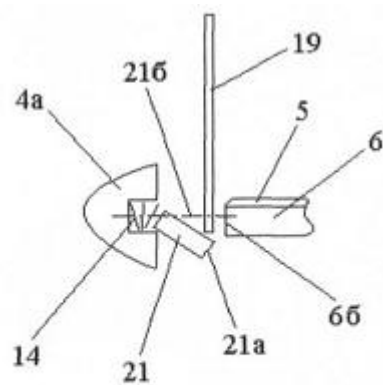


Fig. 21

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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