



УКРАЇНА

(19) UA (11) 2967 (13) U

(51) 7 B65G65/40, B06B1/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КРИОГЕННИЙ ІМПУЛЬСНИЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ

1

(21) 2004010332
(22) 16 01 2004
(24) 15 09 2004
(46) 15 09 2004, Бюл. № 9, 2004 р.
(72) Болюх Володимир Федорович, Болюх Олена Геннадівна
(73) Болюх Володимир Федорович
(57) 1 Криогенний імпульсний електромеханічний перетворювач індукційного типу, який містить коаксіально розташовані обмотку збудження дискової форми, що підключена до джерела імпульсного струму, діелектричний корпус, виконаний із електропровідного матеріалу у формі плоского диска, і з'єднаний з ударним елементом якоря, який розташований між обмоткою збудження і поверхнею очищеного обладнання, виконаний із електропровідного матеріалу у вигляді тонкого диска короткозамкнений виток, розташований суміжно торцевої поверхні обмотки збудження, віддаленої від поверхні очищеного обладнання, і з'єднаний з діелектричним корпусом, аксіальний центральний канал для холодоагента і напрямний стержень який відрізняється тим, що обмотка збудження відносно діелектричного корпусу виконаного у вигляді криостата з центральним отвором на дисковій стінці для ударного наконечника, встановлена з можливістю аксіального переміщення по центральному напрямному стержню, виконаному з аксіальним центральним каналом для криогенного холодоагента, до ударного елемента, виконаного у вигляді теплоізоляційного диска із зовнішньою обичайкою через теплоізоляційні опори приєднано ударний наконечник, дискова стінка криостата з

2

центральним отвором з'єднана з пропилежною дисковою упорною стінкою криостата, до якої приєднано короткозамкнений виток, за допомогою ряду упорядковано розташованих напрямних упорних стержнів, що проходять через напрямні отвори у зовнішній обичайці ударного елемента, а внутрішня поверхня обичайки герметично з'єднана з дисковою упорною стінкою криостата коаксіально встановленим гнучким сільфоном, причому між дисковою стінкою криостата з центральним отвором і обичайкою на напрямних упорних стержнях встановлені зворотні пружини, а на кінцях упорних стержнів зовні цієї стінки криостата прикріплені опори, що контактують з поверхнею очищеного обладнання.

2 Криогенний імпульсний електромеханічний перетворювач індукційного типу за п. 1, який відрізняється тим, що суміжно з торцевими сторонами короткозамкненого витка і якоря розташовані опорні прокладки, виконані у вигляді тонких пористих дисків із ізоляційного матеріалу.

3 Криогенний імпульсний електромеханічний перетворювач індукційного типу за п. 1, який відрізняється тим, що зовнішня обичайка ударного елемента охоплює якоря із зовнішньої бокової сторони.

4 Криогенний імпульсний електромеханічний перетворювач індукційного типу за п. 1, який відрізняється тим, що струмопідводи обмотки збудження, що розміщені у криостаті, виконані пружинними.

5 Криогенний імпульсний електромеханічний перетворювач індукційного типу за п. 1, який відрізняється тим, що як криогенний холодоагент використовується рідкий азот.

Корисна модель відноситься до технологічних устроїв ударної дії, які призначені для розвантаження ємностей із силучими вантажами, для відділення примірного вантажу від стінок ємностей для очищення внутрішніх поверхонь технологічного обладнання від забруднень продуктами, які здатні до налипання, від налиплих матеріалів і т.п.

Відомий імпульсний електромеханічний перетворювач, який містить розташовані в корпусі плоский індуктор і виводи для з'єднання з джерелом

електричних імпульсів, а також розташований з боку робочої поверхні індуктора якоря (сило передаючий елемент) із електропровідного матеріалу, який виконаний складеним із плоских елементів і замкнений у 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 того, що якоря виконаний не су-

цільним, а складеним з не електропровідними зазорами між плоскими електропровідними елементами. Внаслідок цього вихрові струми, які індукуються в якорі, мають зменшену амплітуду, а значить і електродинамічна сила між індуктором і якорем недостатньо висока. Крім того, складена конструкція обумовлює знижену механічну надійність якоря, а значить і всього перетворювача.

Є відомий пристрій для розвантаження ємності, який містить плоску обмотку збудження, розташовану в діелектричному корпусі, на якому встановлені упругі, що регулюються і забезпечують зазор між корпусом і стінкою ємності з притертим силіциєм ва також [2]. Ударник цього пристрою виконаний у вигляді шайби, що метається, із електропровідного матеріалу, встановлений над обмоткою збудження і зв'язаний з зворотньо-фіксуєчим механізмом. До ударника прикріплена накладка з ребрами, причому форма накладки в плані визначається формою поверхні, що обробляється, та її жорсткістю.

Однак ефективність цього пристрою є невисокою внаслідок того, що виконаний у вигляді шайби ударник і плоска обмотка збудження мають відносно невелике значення взаємної індуктивності. Внаслідок цього в ударнику індукуються недостатньо високі струми, а значить і розвивається незначна електродинамічна сила між обмоткою збудження і ударником.

Відома також магнітно-імпульсна установка для руйнування зводів і очистки технологічного обладнання від наліплих 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, яка очищується, якір, виконаний із 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 поліпшений магнітний зв'язок між якорем і обмоткою індуктора, внаслідок чого зростає електродинамічна взаємодія між ними, а значить і силова дія на поверхню обладнання, що очищується.

Однак його ефективність також недостатньо висока. Це пов'язано з тим, що взаємна індуктивність між обмоткою індуктора і якорем, а значить і їх силова взаємодія все ж таки є недостатньо високими. Крім того, в цьому устрої є проблематичним формування значної амплітуди електродинамічної сили без підвищення параметрів джерела імпульсного струму. Оскільки обмотка індуктора охоплена діелектричним корпусом, то ефективність її охолодження низька із-за температурних обмежень обмотки знижені і струмові навантаження, а значить сила удару і частота спливання струмових імпульсів, тобто продуктивність установки.

Найбільш близьким до технічної суті до корисної моделі, що заявляється, є індукційно-динамічний технологічний пристрій, який містить індуктор, виконаний у вигляді дискової обмотки збудження з діелектричним корпусом, яка підключається до джерела імпульсного струму, і розташований між індуктором і поверхнею обладнання, що очищується, якір, виконаний із електропровідного матеріалу у вигляді плоского диску з внутрішньою обичайкою, розташованою всередині обмотки індуктора так, що зовнішня бокова поверхня обичайки обернена до частини внутрішньої бокової поверхні обмотки [4]. Обмотка збудження індуктора виконана у вигляді двох електричне послідовно з'єднаних згідно з магнітним полем секцій, розділених аксіальним зазором з радіальними каналами для охолодження так, що обернена до поверхні обладнання, що очищується, секція обмотки охоплена циліндричними обичайками якоря, причому внутрішня бокова поверхня зовнішньої обичайки обернена до зовнішньої бокової поверхні секції обмотки, а суміжне торцевої поверхні другої секції обмотки, віддаленої від поверхні обладнання, що очищується, коаксіально обмотці збудження і якорю розташований короткозамкнений виток, виконаний із електропровідного матеріалу у вигляді тонкого диску.

В діелектричному корпусі індуктора виконані аксіальні центральний і упорядковано розташовані зовнішні канали для охолодження, які з'єднані радіальними каналами. Всередині центрального аксіального каналу коаксіально розташований направлюючий стержень, з'єднуючий якір із зворотнім механізмом. Радіальні канали для охолодження утворені за допомогою опорних упорядковано розташованих і радіально направлених стержнів прямокутного перерізу, розташованих в аксіальному зазорі між секціями обмотки збудження.

В пристрої-прототипі зовнішня обичайка якоря дозволяє збільшити силову взаємодію між обмоткою збудження індуктора і якорем за рахунок покращення магнітної взаємодії між ними. Короткозамкнений виток за рахунок індукційної взаємодії призводить до підвищення амплітуди струму обмотки збудження. А наявність аксіального зазору між секціями обмотки збудження індуктора дозволяє використовувати його в якості радіальних каналів для охолодження. З'єднання радіальних каналів з аксіальними утворює шлях для циркуляції холодоагенту всередині індукційно-динамічного пристрою, сприяючи охолодженню обмотки збудження.

Однак коефіцієнт корисної дії пристрою-прототипу, розрахований як відношення кінетичної енергії удару до енергії джерела живлення, є досить малим через значні втрати потужності у обмотці збудження, якорю і короткозамкненому витку, а також через невелике значення кінетичної енергії, яку розвиває якір. Внаслідок цього ефективність індукційно-динамічного технологічного пристрою при розвантаженні ємностей із силіциєм вантажами, при відділенні примірного вантажу від стінок ємностей, при очищенні внутрішніх поверхонь технологічного обладнання від забруднень продуктами, які здатні до налипання недо-

статньо висока.

Задачею корисної моделі є підвищення ефективності індукційно-динамічного технологічного пристрою за рахунок збільшення кінетичної енергії і зменшення витрат потужності.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в індукційно-динамічному технологічному пристрої, що містить коаксіально розташовані обмотку збудження дискової форми, що підключається до джерела імпульсного струму, діелектричний корпус, виконаний із електропровідного матеріалу у формі плоского диску і з'єднаний з ударним елементом якір, який розташований між обмоткою збудження і поверхнею обладнання, що очищується, виконаний із електропровідного матеріалу у вигляді тонкого диска короткозамкнений виток, розташований суміжно торцевої поверхні обмотки збудження, віддаленої від поверхні обладнання, що очищується, і з'єднаний з діелектричним корпусом, аксіальний центральний канал для холодоагенту і напрямний стержень, відповідно до корисної моделі, що пропонується, обмотка збудження відносно діелектричного корпусу, виконаного у вигляді кріостата з центральним отвором на дисковій стінці для ударного наконечника, встановлена з можливістю аксіального переміщення по центральному напрямному стержню, виконаному з аксіальним центральним каналом для кріогенного холодоагенту, до ударного елемента, виконаного у вигляді теплоізоляційного диску із зовнішньою обичайкою, через теплоізоляційні опори приєднано ударний наконечник, дискова стінка кріостату з центральним отвором з'єднана з протилежною дисковою упорною стінкою кріостата, до якої приєднано короткозамкнений виток, за допомогою ряду упорядковано розташованих напрямних упорних стержнів, що проходять через напрямні отвори у зовнішній обичайці ударного елемента, а внутрішня поверхня обичайки герметично з'єднана з дисковою упорною стінкою кріостату коаксіально встановленим гнучким сильфоном, причому між дисковою стінкою кріостата з центральним отвором і обичайкою на напрямних упорних стержнях встановлені зворотні пружини, а на кінцях упорних стержнів зовні цієї стінки кріостату прикріплені опори, що контактують з поверхнею обладнання, що очищується.

Крім того, суміжно з торцевими сторонами короткозамкненого витка і якоря розташовані опорні прокладки, виконані у вигляді тонких пористих дисків із ізоляційного матеріалу.

Крім того, зовнішня обичайка ударного елемента охоплює якір із зовнішньої бокової сторони.

Крім того, струмопідводи обмотки збудження, що розміщені у кріостаті, виконані пружними.

Крім того, в якості кріогенного холодоагента використовується рідкий азот.

Поставлена задача по підвищенню ефективності індукційно-динамічного технологічного пристрою за рахунок збільшення кінетичної енергії і зменшення витрат потужності досягається за рахунок таких факторів:

При підключенні обмотки збудження до джерела імпульсного струму в якорі і короткозамкненому витку індукуються струми протилежного напрямку. Внаслідок цього між короткозамкненим

витком і обмоткою, а також між якором і обмоткою виникають електродинамічні сили відштовхування, що призводять до їх взаємного переміщення у бік поверхні обладнання, що очищується. Тобто рухома обмотка збудження надає додаткову кінетичну енергію для якоря.

Зменшення витрат потужності відбувається за рахунок використання кріогенного холодоагента, а саме рідкого азоту - безпечного, дешевого холодоагента, який має гарні діелектричні властивості і дозволяє багаторазово зменшити опір обмотки, якоря і короткозамкненого витка. За рахунок цього також відбувається збільшення амплітуди струмів у цих елементах, що призводить до підвищення електродинамічних сил і кінетичної енергії.

Виконання діелектричного корпусу у вигляді кріостата дозволяє теплоізулювати кріогенний холодоагент від навколишнього середовища і зменшити його нераціональні витрати.

Центральний напрямний стержень одночасно виконує функції елемента, по якому відбувається переміщення обмотки збудження в одному - аксіальному напрямку, а також забезпечує подачу кріогенного холодоагента у кріостат.

Виконання ударного елемента у вигляді теплоізоляційного диску із зовнішньою обичайкою і наявність теплоізоляційних опор дозволяє зменшити витрати кріогенного холодоагента і виконати ударний наконечник традиційним - металевим з температурою навколишнього середовища.

Зовнішня обичайка ударного елемента забезпечує аксіальний рух цього диска і якоря за допомогою ряду упорядковано розташованих напрямних упорних стержнів, що проходять через напрямні отвори в обичайці. За рахунок того, що зовнішня обичайка охоплює якір із зовнішньої бокової сторони, аксіальні габарити кріостата не збільшуються.

Гнучкий сильфон, який герметично з'єднує внутрішню поверхню обичайки з дисковою упорною стінкою кріостата, забезпечує протікання кріогенного холодоагенту тільки у порожнині кріостата з обмоткою, якором і короткозамкненим витком навіть при аксіальних переміщеннях якоря.

Напрямні упорні стержні забезпечують механічну міцність кріостата, фіксуючи між собою дискові стінки кріостата. За допомогою встановлених на цих стержнях зворотних пружин відбувається фіксація обмотки, якоря і короткозамкненого витка між собою на початку роботи і повернення у початковий стан після робочого циклу. А прикріплені на кінцях упорних стержнів опори, які контактують з поверхнею обладнання, що очищується, забезпечують початковий стан електромеханічного перетворювача відносно поверхні обладнання, а також механічно утримують елементи на упорних стержнях і розвантажують стінки кріостата, що дозволяє виконувати їх легкими, а кріостат - надійним.

Наявність опорних прокладок, виконаних у вигляді тонких пористих дисків із ізоляційного матеріалу між торцевими сторонами короткозамкненого витка і якоря, забезпечує проходження кріогенного холодоагента, тобто гарне охолодження, і гарантує електричну ізоляцію обмотки збудження, якоря і короткозамкненого витка.

Виконання пружними струмопроводів обмотки

збудження, що розміщені у криостаті, забезпечує обмотці гарантоване підключення до джерела живлення при її аксіальному переміщенні при роботі електромеханічного перетворювача.

На фіг.1 показана конструкція криогенного імпульсного електромеханічного перетворювача індукційного типу у початковому стані;

на фіг.2 - конструкція криогенного імпульсного електромеханічного перетворювача індукційного типу при здійсненні робочого циклу;

на фіг.3 - схема циркуляції криогенного холодоагенту (показаний стрілками) у криогенному імпульсному електромеханічному перетворювачі індукційного типу (без опорних пористих ізоляційних прокладок).

Криогенний імпульсний електромеханічний перетворювач індукційного типу, складається із коаксіально розташованих обмотки збудження 1 дискової форми, що підключається до джерела імпульсного струму 2, діелектричного корпусу 3, якоря 4 і короткозамкненого витка 5.

Якір 4 виконаний із електропровідного матеріалу у формі плоского диска і з'єднаний з ударним елементом 6. Короткозамкнений виток 5 виконаний із електропровідного матеріалу у вигляді тонкого диска. Він розташований суміжно торцевої поверхні обмотки збудження 1, віддаленої від поверхні обладнання 7, що очищується, і з'єднаний з дисковою упорною стінкою 8 діелектричного корпусу 3. Цей корпус 3 виконаний у вигляді криостата з центральним отвором 9 на дисковій стінці 10 для ударного наконечника 11.

Обмотка збудження 1 відносно корпусу 3 встановлена з можливістю аксіального переміщення у напрямку осі z по центральному напрямному стержню 12 за допомогою підшипників ковзання 13, що встановлені на її каркасі 14. Стержень 12 виконаний з аксіальним центральним каналом 15 для криогенного холодоагента. В якості криогенного холодоагента використовується рідкий азот.

До ударного елемента 6, виконаного у вигляді теплоізоляційного диску 6а із зовнішньою обичайкою 6б, через теплоізоляційні опори 16 приєднано ударний наконечник 11. Зовнішня обичайка 6б ударного елемента 6 охоплює якір 4 із зовнішньої бокової сторони. Дискова стінка 10 криостата 3 з центральним отвором 9 з'єднана з протилежною дисковою упорною стінкою 8 за допомогою ряду упорядковано розташованих напрямних упорних стержнів 17. Стержни 17 проходять через напрямні отвори 18 у зовнішній обичайці 6б ударного елемента 6.

Внутрішня поверхня обичайки 6б герметично з'єднана з дисковою упорною стінкою 8 криостата 3 коаксіально встановленим гнучким сальником 19. Між дисковою стінкою 10 криостата 3 з центральним отвором 9 і обичайкою 6б ударного елемента 6 на напрямних упорних стержнях 17 встановлені зворотні пружини 20. На кінцях упорних стержнів 17 зовні стінки 10 криостату 3 прикріплені опори 21, що контактують з поверхнею обладнання 7, що очищується.

Суміжне з торцевими сторонами короткозамкненого витка 5 і якоря 4 розташовані опорні прокладки 22, виконані у вигляді тонких пористих дис-

ків із ізоляційного матеріалу. Струмопідводи 23 обмотки збудження 1, що розміщені у криостаті, виконані пружними.

Для виходу криогенного хладагента з криостата використовується вихідний патрубок 24.

Залишки продуктів 25, що налипли до поверхні обладнання 7, потребують відділення.

Криостат 3 виконаний, наприклад, з міцного пінопласту, покритого тонким листом слабопровідної нержавіючої сталі. Ударний елемент 6, теплоізоляційні опори 16, упорна стінка 8 криостата 3 виконані, наприклад, з міцного стеклотекстоліту. Центральний напрямний стержень 12 виконаний із феромагнітного матеріалу з полірованою зовнішньою поверхнею. Такий феромагнітний елемент посилює магнітний зв'язок між обмоткою збудження 1 і короткозамкненим витком 5, забезпечуючи збільшення кінетичної енергії обмотки 1, а значить і якоря 4.

Обмотка збудження 1 намотана з мідного проводу, якір 4 виконаний з легкого алюмінієвого сплаву, а короткозамкнений виток 5 - із міді.

Криогенний імпульсний електромеханічний перетворювач індукційного типу працює наступним чином.

У початковому стані електромеханічний перетворювач притискується до поверхні обладнання 7, що очищується, за допомогою опор 21. Зворотні пружини 20 притискують ударний елемент 6 у напрямку, протилежному осі z. При цьому дискова частина 6а ударного елемента 6 через опорну пористу ізоляційну прокладку 22 притискує якір 4 до обмотки збудження 1, а саму обмотку 1 - до короткозамкненого витка 5 через прокладку 22 (фіг.1)

Через стержень 12, виконаний з аксіальним центральним каналом 15 подається криогенний холодоагент (на фіг.3 показаний стрілками) - рідкий азот, у криостат 3. Цей холодоагент проходить в радіальному напрямку з центра до периферії через пористі ізоляційні прокладки 22, які розташовані між якорем 4 і дисковою частиною 6а ударного елемента 6, а також між якорем 4 і обмоткою збудження 1. Потім цей холодоагент проходить у зворотному напрямку з периферії до центру через пористі прокладки 22, які розташовані між обмоткою збудження 1 і короткозамкненим витком 5, а також між витком 5 і упорною стінкою 8 криостата 3. Вихід холодоагенту з криостата 3 відбувається через вихідний патрубок 24 (фіг.3).

При цьому відбувається охолодження криогенним холодоагентом обмотки 1, якоря 4 і витка 5 і їх опір багаторазово падає. Рідкий азот додатково підвищує ізоляційні властивості обмотки 1, якоря 4 і витка 5.

При підключенні обмотки збудження 1 до джерела імпульсного струму 2, магнітне поле, що збуджується, індуктує струм в електропровідному якорі 4 і в короткозамкненому витку 5. Внаслідок цього між обмоткою 1 і витком 5 виникає імпульсна електродинамічна сила відштовхування, яка забезпечує переміщення обмотки 1 відносно витка 5 і криостата 3 уздовж осі z по центральному напрямному стержню 12 за допомогою підшипників ковзання 13, що встановлені на її каркасі 14.

Оскільки між якорем 4 і рухомою обмоткою

збудження 1 також виникає імпульсна електродинамічна сила відштовхування, то переміщення якоря з ударним елементом 6, ізоляційними опорами 16 і ударним наконечником 11 здійснюється з підвищеною кінетичною енергією у напрямку осі z. При цьому відбувається удар наконечником 11 по поверхні обладнання 7, за рахунок чого відбувається її очищення від залишків продуктів 25. При ударі зворотні пружини 20 стискаються, а пружні струмопідводи 23 обмотки збудження 1, що розміщені у криostatі, розтискаються (фіг.2).

Через зниження опорів обмотки 1, якоря 4 і витка 5 втрати потужності в них зменшуються, а величини струмів збільшуються. Збільшення струмів призводить до підвищення електродинамічних сил, а значить і кінетичної енергії електромеханічного перетворювача.

При загасанні імпульсних струмів в обмотці 1, в якорі 4 і в короткозамкненому витку 5, електродинамічна сила зникає. При цьому зворотні пружини 20 розтискаються, повертаючи наконечник 11, з ударним елементом 6, якорь 4 і обмотку збудження 1 у початковий стан. Пружні струмопідводи

23 обмотки 1 стискаються.

Пропонуємоий криогенний імпульсний електромеханічний перетворювач індукційного типу характеризується високою ефективністю, надійністю і значним ресурсом роботи при великих імпульсних електродинамічних навантаженнях.

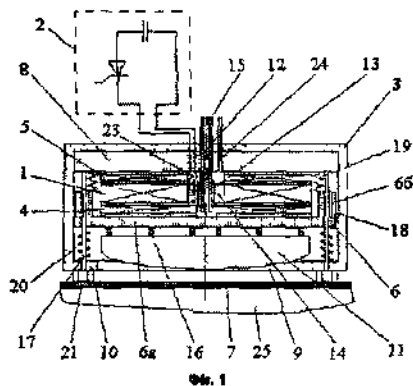
Джерела інформації:

1. Патент РФ №2018377, МКИ В06В1/04. Преобразователь электрических импульсов в механические. - Оpubл. 30.08.94г., Бюл. №16.

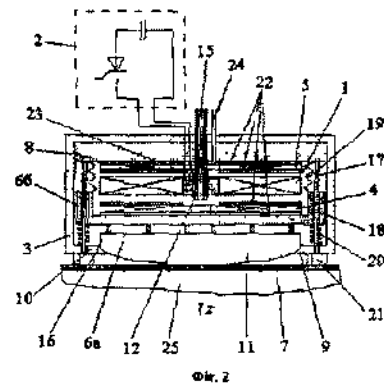
2. А.с. СССР №796132, МКИ В65G65/40. Устройство для разгрузки емкости. - Оpubл. 15.01.81г., Бюл. №2.

3. Тюткин В.А. Магнитно-импульсный способ разрушения сводов и очистки технологического оборудования от налипших материалов // Электротехника. -2002. - №11. - с.24-28

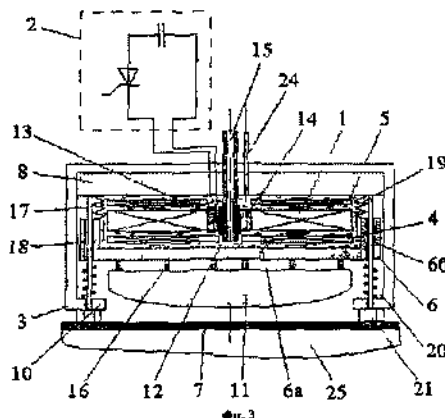
4. Патент України №62623, МКИ В65G65/40, В06В1/04 Індукційно-динамічний технологічний пристрій. - Заявка №2003043468. Заявлено 17.04.2003 р. - Рішення про видачу патента В-7 від 05.09.2003р. (прототип).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

