



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 82208

(13) U

(51) МПК

G01N 27/84 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 01496**

(22) Дата подання заявки: **08.02.2013**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.07.2013**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.07.2013, Бюл.№ 14**

(72) Винахідник(и):

**Троїцький Володимир Олександрович**

**(UA),**

**Луценко Геннадій Геннадійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО**

**"УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ**

**ІНСТИТУТ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ",**

**вул. Набережно-Лугова, 8, м. Київ, 04071**

**(UA)**

## (54) НАМАГНІЧУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ

### (57) Реферат:

Намагнічувальний пристрій для магнітопорошкового контролю, що містить два з'єднаних рухомим феромагнітним магнітопроводом дископодібні полюси, оснащені постійними магнітами. Магнітопровід складений зі щонайменше двох елементів, вибраних з ряду: гнучкі тонкі дроти, обвиті пружиною, пакети гнучких тонких пластин, зчленовані з'єднувальними елементами, жорсткі елементи довільного геометричного профілю, зчленовані з'єднувальними елементами. При цьому елементи магнітопроводу зчленовані з'єднанням, вибраним з ряду: площинний шарнір, конусоподібне зчленування.

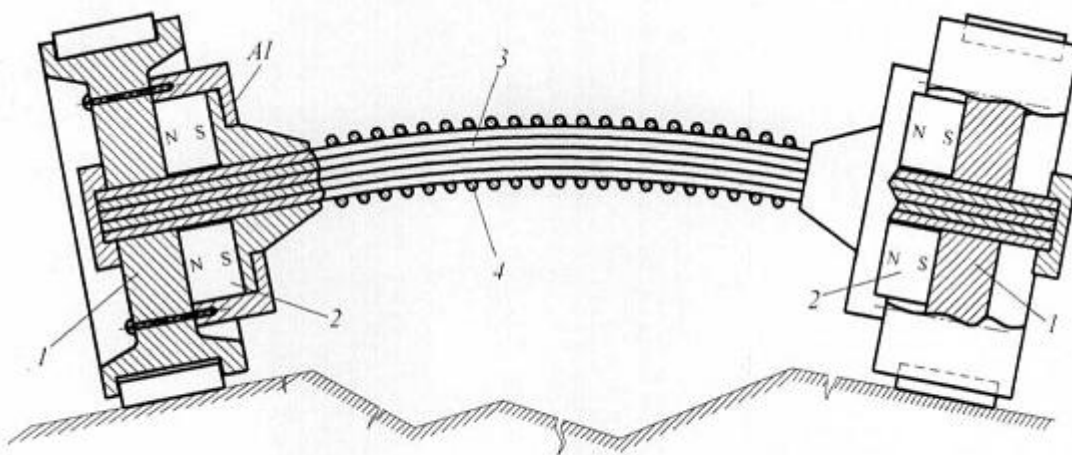


Fig. 1

UA 82208 U



Корисна модель належить до неруйнівного контролю виробів магнітним методом, а саме до пристроїв для магнітопорошкової візуалізації, і може бути застосованою для визначення місцезнаходження дефектних зон конструкцій та деталей з феромагнітних матеріалів. Найбільш поширеного застосування вона матиме при виявленні дефектів зварних з'єднань, які зустрічаються у всіх галузях промисловості.

Одним із найважливіших завдань магнітопорошкового контролю є можливість охоплення контролюючим пристроєм якомога більшої площі поверхні досліджуваного виробу, тобто розширення зони контролю та максимальна інформативність останнього. Для вирішення цього завдання розроблений широкий ряд різноманітних пристроїв, які описані у відомому рівні техніки, зокрема в книзі "Магнітопорошковий контроль сварних соединений и деталей машин" [В.А. Троицкий. - Киев: Феникс, 2002. - С. 204-206]. У книзі представлена серія модифікацій намагнічувальних пристроїв, яка охоплює пристрої з П-подібними магнітами, пристрої з магнітами, що котяться вздовж зварюваного з'єднання, пристрої з комбінацією рухомих постійних магнітів на кожному стержні, пристрої, котрі являють собою магніти, з'єднані тросом, і т.п.

Всі варіанти конструктивної побудови зазначених об'єктів об'єднують спільні недоліки, до яких у першу чергу належить незручність у користуванні та недостатньо високий ступінь достовірності отриманої інформації.

Так, пристрої, виконані у вигляді П-подібних магнітів, при переставлянні потребують від оператора значних зусиль для подолання сили притягання до поверхні металу. До того ж сам процес переставляння є доволі небезпечним для оператора, тому що при відриванні полюсів існує висока ймовірність отримання травми у разі їх удару об поверхню деталі.

Більш досконалими з позиції безпечності у користуванні є рухомі намагнічувальні пристрої, полюси яких виконані у вигляді котків. Прикладом такого пристрою може бути пристрій, описаний в патенті України № 51871 [МПК<sup>9</sup>: G01N 27/84, опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15, 2010]. Подібний пристрій викладений також в а.с. № 557305 [МПК<sup>2</sup>: G01N 27/84, опубл. 05.05.1977, Бюл. № 17].

Пересування полюсів цих пристроїв не потребує відривання від досліджуваної поверхні - котки без особливих зусиль рухають у потрібному напрямку за допомогою рукоятки. Але разом з тим вони мають суттєвий недолік - зона контролю обмежена відстанню між котками, а останні можуть рухатись у потрібному напрямку тільки одночасно.

Цей недолік у деякій мірі усувається намагнічувальними пристроями, полюси яких з'єднані гнучким тросом. Такий пристрій представлений, наприклад, в патенті України № 679 [МПК<sup>9</sup>: G01N 27/84, опубл. 16.10.2000, Бюл. № 5]. Його магнітні полюси не мають жорсткого кріплення між собою і можуть бути віддалені один від одного на відстань, що дорівнює довжині тросу. Та і ця конструкція не позбавлена недоліку: для того, щоб перемістити полюси, їх потрібно відривати від намагніченої поверхні. А це, в свою чергу, призводить до вказаних вище негативних наслідків.

Крім цього, слід зазначити, що обом видам пристроїв властивий спільний недолік - вони неспроможні забезпечити повної інформації щодо наявності дефектів у поверхнях складної конфігурації, на яких є якісь нерівності, вигини, впадини тощо.

За прототип корисної моделі прийнятий намагнічувальний пристрій для магнітопорошкового контролю, що містить два з'єднаних рухомих феромагнітним магнітопроводом дископодібні полюси, оснащені постійними магнітами [Троицкий В.А. Магнітопорошковий контроль сварных соединений и деталей машин. - Киев: Феникс, 2002. - С. 206, рис. 124, а, поз. 4].

Процедура магнітопорошкового контролю цим пристроєм полягає у переставлянні полюсів по поверхні контрольованої деталі, тобто є дискретною, при якій не виключена ймовірність пропускання дефектів в зонах, не охоплених полюсами.

Пристрій також нелегко відривається від поверхні виробу та не забезпечує достовірної інформації при контролі криволінійних поверхонь через неможливість досягнення повноцінного контакту в зоні спряження поверхні контрольованої деталі і контактної сторони магнітного полюса.

В основу корисної моделі поставлена задача створення надійного, ефективного в роботі та високоінформативного намагнічувального пристрою шляхом удосконалення його конструктивного виконання, зокрема оптимізацією побудови магнітопроводу та форми закріплення його складових елементів, оснащенням допоміжними рухомих елементами контактної поверхні полюсів та наданням останній форми та розмірів, відповідних досліджуваній поверхні, що дозволяє суттєво підвищити рухливість полюсів, розширити зону магнітного контролю без необхідності відриву полюсів від поверхні деталі та переставляння, забезпечує

надійну магнітну провідність зони повітряного зазору під час пересування полюсу по поверхнях складної геометричної конфігурації, зокрема по ламаних та розміщених під кутом одна до одної.

Поставлена задача вирішується тим, що у намагнічувальному пристрої для магнітопорошкового контролю, що містить два з'єднаних рухомим феромагнітним магнітопроводом дископодібні полюси, оснащені постійними магнітами, згідно з корисною моделлю, магнітопровід складений зі щонайменше двох елементів, вибраних з ряду: гнучкі тонкі дроти, обвиті пружиною, пакети гнучких тонких пластин, зчленовані з'єднувальними елементами, жорсткі елементи довільного геометричного профілю, зчленовані з'єднувальними елементами, при цьому елементи магнітопроводу зчленовані з'єднанням, вибраним з ряду: площинний шарнір, конусоподібне зчленування. На контактній поверхні полюсів намагнічувального пристрою виконані пази, в яких встановлені без закріплення і з можливістю вільного просування у всіх напрямках між стінками пазів допоміжні елементи. Крім того, форма та розміри контактної поверхні полюсів є відповідними формі та розмірам досліджуваної поверхні виробу.

Вказаний вище технічний результат, який досягається в процесі експлуатації запропонованого пристрою, обумовлений ознаками, які відрізняють його від ознак подібних пристроїв магнітопорошкового контролю, описаних згідно з відомим рівнем техніки, зокрема, в публікації, прийнятій за прототип.

Поєднання особливостей конструктивної побудови запропонованого магнітопроводу та оснащення контактної поверхні дископодібних полюсів допоміжними елементами надає пристрою нових експлуатаційних якостей та робить його незамінним при контролі дефектів, схованих на самих складних ділянках виробів, де зазвичай діагностування поверхні на наявність дефектів завжди було вкрай проблематичним.

Так, виконання магнітопроводу із гнучких дротів або зчленованих з'єднувальними елементами пластин чи жорстких елементів надає йому гнучкості та можливості легкого маніпулювання полюсами, які у цьому випадку набувають змоги здійснювати рухи у різних напрямках і охоплювати значну площу. Полюси не потрібно переставляти, як це має місце у відомому пристрої, вони перекочуються незалежно один від одного у всіх напрямках по досліджуваній поверхні.

При цьому головною перевагою запропонованого об'єкту є те, що завдяки такому гнучкому магнітопроводу полюси можуть розміщуватись не тільки на плоских поверхнях, а і на таких, що мають досить складну геометричну конфігурацію, наприклад розміщені під кутом одна до одної, мати вигляд профільного прокату, вала, каната, троса, труби, бути стрічкоподібними тощо. І, що важливо - при будь-якій конфігурації поверхні замкненість магнітного ланцюга не переривається і зберігається постійною. Такий позитивний ефект обумовлений важливою відмінною ознакою запропонованого пристрою - оснащенням полюсів допоміжними елементами, які встановлені в спеціальних пазах контактної поверхні полюсів. Допоміжні елементи встановлені без закріплення і можуть вільно просуватись у всіх напрямках у межах пазу. При такому їх позиціонуванні в процесі "накочування" полюсу на нерівність поверхні допоміжні елементи, притягуючись до нерівності, щільно прилягають до неї.

Щільному контакту між досліджуваною поверхнею і полюсами сприяє і той факт, що форма та розміри контактної поверхні полюсів відповідають формі та розмірам досліджуваної поверхні виробу, тобто практично є дзеркальним відображенням останніх.

Виходячи з того, що, як показує практика, найбільш ефективно виявляються дефекти, площина яких перпендикулярна до тангенціальної складової магнітного потоку, вкрай важливо, щоб в процесі пошуку дефектів була можливість змінювати взаємну орієнтацію полюсів один відносно одного до будь-якого просторового положення. Саме така можливість досягається у запропонованому технічному рішенні завдяки вищезазначеним конструктивним особливостям намагнічувального пристрою. Наприклад, полюси можуть бути розміщені в одній площині (в одну лінію, один за одним), і переміщуватись синхронно, вздовж осі виробу, що є особливо цінним фактором при дослідженні різноманітних протяжних об'єктів. У цій ситуації феромагнітний магнітопровід (одно- або багатосекційний) розташовується паралельно осі протяжного об'єкта, а рухатись може як об'єкт відносно полюсів, які знаходяться на визначеній від нього відстані у нерухомому стані, так і полюси по поверхні об'єкту, наприклад по осі залізничної колісної пари.

У випадку виконання феромагнітного магнітопроводу із гнучких тонких дротів останні обвивають пружиною. Це здійснюється для того, щоб надати магнітопроводу міцності і уникнути розпучування дротів.

При виконанні його з таких елементів, як гнучкі тонкі пластини або секції жорстких елементів (наприклад кутників, жорстких пластин тощо), елементи з'єднують між собою за допомогою

площинних шарнірів або конусоподібних зчленувань. Перевагою такого типу з'єднань є те, що вони не потребують додаткового потужного стягуючого кріплення, тому що після замкнення останнього по магнітопроводу спрямовується потужний магнітний потік, який стягує всі елементи і всі зчленування, підібрані за місцем розташування полюсів.

5 При цьому технологія формування багатосекційного магнітопроводу для активного магнітопорошкового контролю передбачає дві обов'язкові процедури: розташування у визначеній зоні полюсів, осі яких довільно орієнтовані одна відносно одної і знаходяться на різних поверхнях, в різних частинах об'єкта, та формування з'єднувального магнітопроводу із елементів (секцій) визначеної кількості, яка зазвичай залежить від особливостей умов

10 проведення контролю та конфігурації досліджуваного об'єкта.

Слід зазначити, що при виготовленні дископодібних полюсів намагнічувального пристрою ширину контактної поверхні витримують дещо більшою, ніж ширину тіла самого диска, що дозволяє зменшити їх вагу.

15 Співставляючи особливості конструктивної побудови двох видів обладнання, широко застосовуваного у сфері магнітопорошкового контролю, а саме - пристроїв із жорстко зв'язаними магнітами, котрі котяться вздовж зварюваного з'єднання, та пристроїв, у яких магнітні полюси не мають жорсткої прив'язки та з'єднані тросом і переставляються по поверхні, можна дійти висновку, що запропонований намагнічувальний пристрій поєднує у собі переваги і водночас усуває недоліки кожного зі згаданих видів.

20 Так, перший вид пристроїв не потребує переставлення полюсів, водночас зона пошуку обмежується відстанню між полюсами-котками. Другий вид пристроїв забезпечує незалежне пересування полюсів у межах довжини з'єднувального троса, але ці полюси потрібно переставляти. На відміну від них, пристрій, що пропонується, має можливість вільного і незалежного пересування полюсів з охопленням широкої зони досліджуваної поверхні, яка до

25 того ж може мати складну геометричну конфігурацію.

Запропоноване технічне рішення демонструють наведені креслення, де показано:

на фіг. 1 - намагнічувальний пристрій, магнітопровід якого складається з гнучких тонких дротів;

на фіг. 2 - намагнічувальний пристрій, магнітопровід якого складається із гнучких тонких 30 пластин, зчленованих з'єднувальними елементами;

на фіг. 3 - намагнічувальний пристрій, магнітопровід якого складається із жорстких елементів, зчленованих з'єднувальними елементами;

на фіг. 4 - площинне шарнірне зчленування елементів магнітопроводу;

на фіг. 5 - конусоподібне зчленування елементів магнітопроводу;

35 на фіг. 6 - магнітний полюс з додатковими елементами (розріз);

на фіг. 7, 8 - розміщення полюсів на площинах складної геометричної форми;

на фіг. 9 - розміщення полюсів вздовж осі виробу.

Намагнічувальний пристрій (фіг. 1, 2, 3) містить два дископодібні полюси 1, оснащені постійними магнітами 2. Полюси з'єднані рухомим феромагнітним магнітопроводом, який може 40 бути складеним з гнучких тонких дротів 3, обвитих пружиною 4 (фіг. 1), пакетів гнучких тонких пластин 5, зчленованих з'єднувальним елементом 6 (фіг. 2), або із жорстких елементів 7 довільного геометричного профілю, також зчленованих з'єднувальним елементом 6 (фіг. 3).

Елементи магнітопроводу можуть бути з'єднані за допомогою площинного шарніра (фіг. 4) або конусоподібного зчленування (фіг. 5).

45 На контактній поверхні полюсів 1 виконані пази 8, в яких встановлені допоміжні елементи 9.

Намагнічувальний пристрій працює наступним чином:

Пристрій встановлюється на попередньо очищений та підготовлений до контролю виріб. Магнітні поля, створювані кожним магнітом, складаються, створюючи загальний магнітний потік і намагнічуючи виріб. Для виявлення дефектів на намагнічену поверхню наноситься індикатор - 50 магнітний порошок або магнітна суспензія, котрі концентруються на краях дефектів - в зоні розміщення дефекту утворюється малюнок з порошку.

В процесі пересування (пошуку дефектів) полюси переміщують за допомогою рукоятки до моменту фіксації дефекту, після чого пристрій зупиняють і здійснюють оцінку виявленого дефекту. Оцінювання відбувається при тісному обляганні досліджуваної поверхні допоміжними 55 елементами 9 (див фіг. 6). При цьому контакт з поверхнею візуально має вигляд смуги, ширина якої визначається шириною контактної поверхні полюсу. У цьому контексті слід виділити той факт, що саме за допомогою допоміжних елементів (ними можуть бути ролики, кульки, стержні, роз'єми, трапеції тощо) забезпечується ефективний і збільшений у площі (у порівнянні з відомими пристроями) контакт між полюсами і поверхнею виробу. Ці елементи, "обволікаючи"

кожну нерівність, збільшують магнітну провідність і тим самим підвищують ефективність контролю.

При дослідженні поверхонь складної геометричної форми, як це, наприклад, показано на фіг. 7 та 8, де поверхні позиціоновані під кутом одна до одної (фіг. 7) або є ламаними (фіг. 8), конусоподібне зчленування елементів магнітопроводу дозволяє легко маніпулювати полюсами та розміщувати їх у потрібному місці.

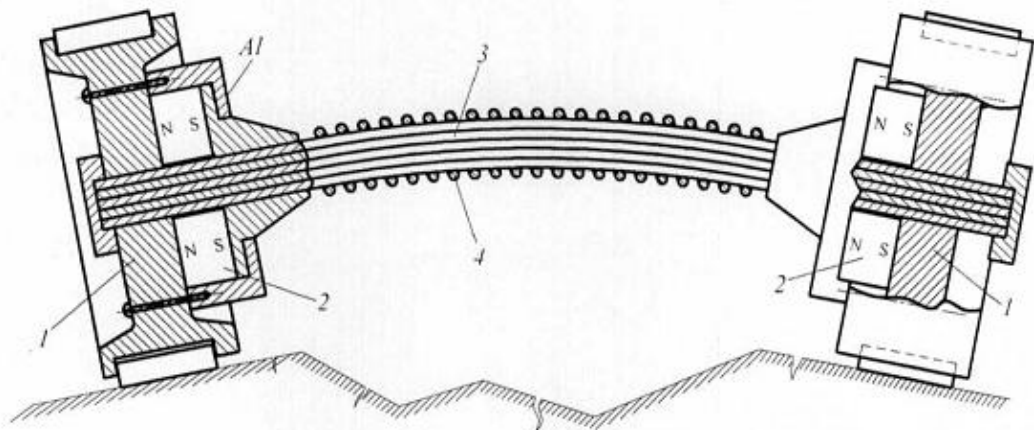
Так само завдяки гнучкості магнітопроводу полюси можна розміщувати на досліджуваній поверхні вздовж осі протяжного виробу круглого перерізу (наприклад осі залізничної колісної пари, труб тощо), як це показано на фіг. 9.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

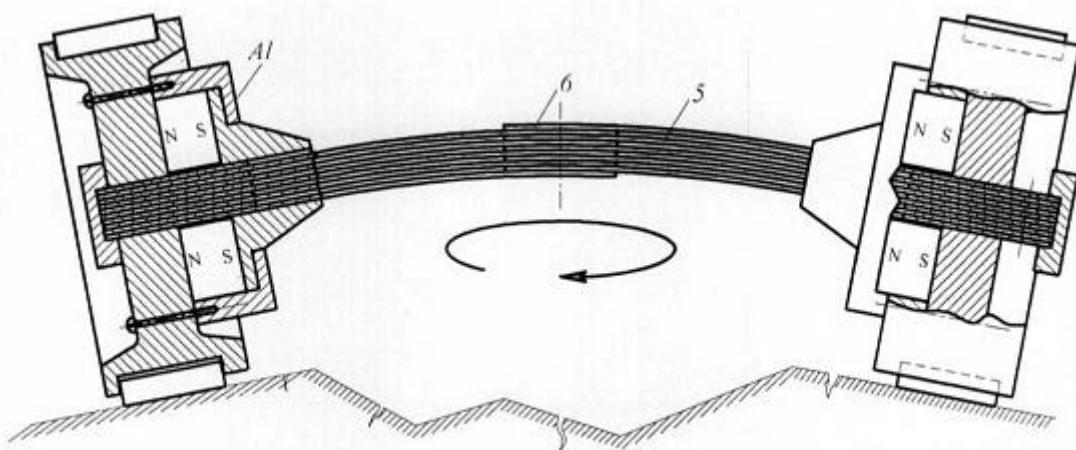
1. Намагнічувальний пристрій для магнітопорошкового контролю, що містить два з'єднаних рухомим феромагнітним магнітопроводом дископодібні полюси, оснащені постійними магнітами, який **відрізняється** тим, що магнітопровід складений зі щонайменше двох елементів, вибраних з ряду: гнучкі тонкі дроти, обвиті пружиною, пакети гнучких тонких пластин, зчленовані з'єднувальними елементами, жорсткі елементи довільного геометричного профілю, зчленовані з'єднувальними елементами, при цьому елементи магнітопроводу зчленовані з'єднанням, вибраним з ряду: площинний шарнір, конусоподібне зчленування.

2. Намагнічувальний пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що на контактній поверхні полюсів виконані пази, в яких встановлені без закріплення і з можливістю вільного просування у всіх напрямках між стінками пазів допоміжні елементи.

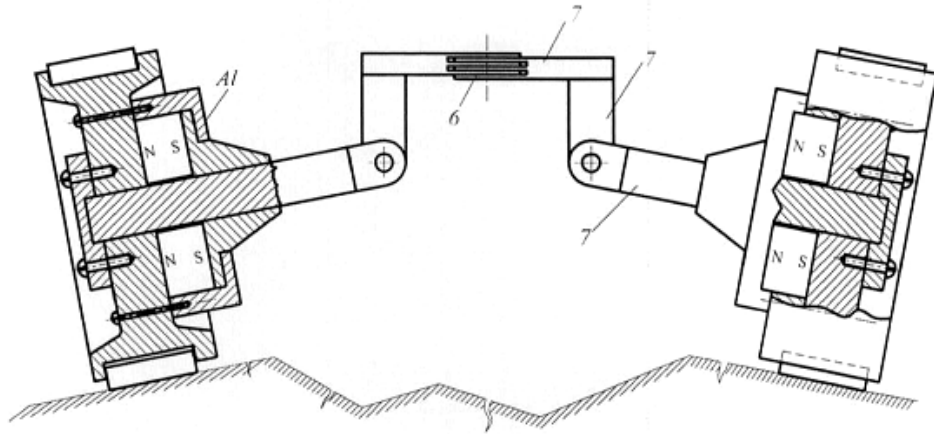
3. Намагнічувальний пристрій за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що форма та розміри контактної поверхні полюсів є відповідними формі та розмірам досліджуваної поверхні виробу.



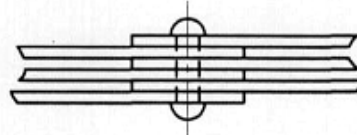
Фіг. 1



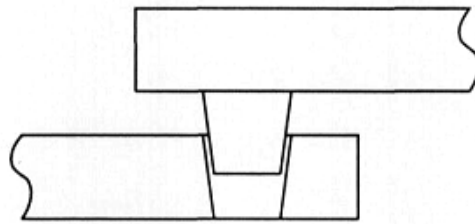
Фіг. 2



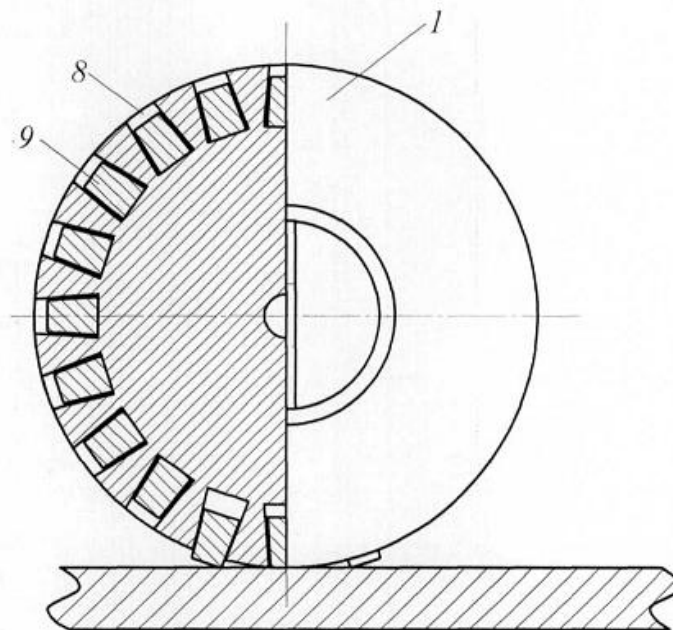
Фиг. 3



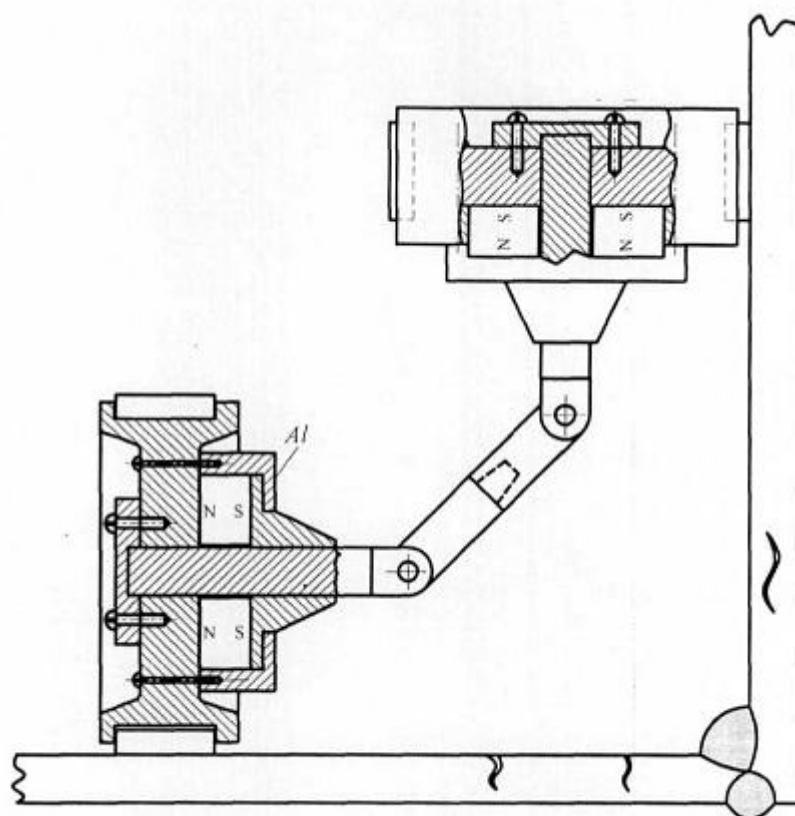
Фиг. 4



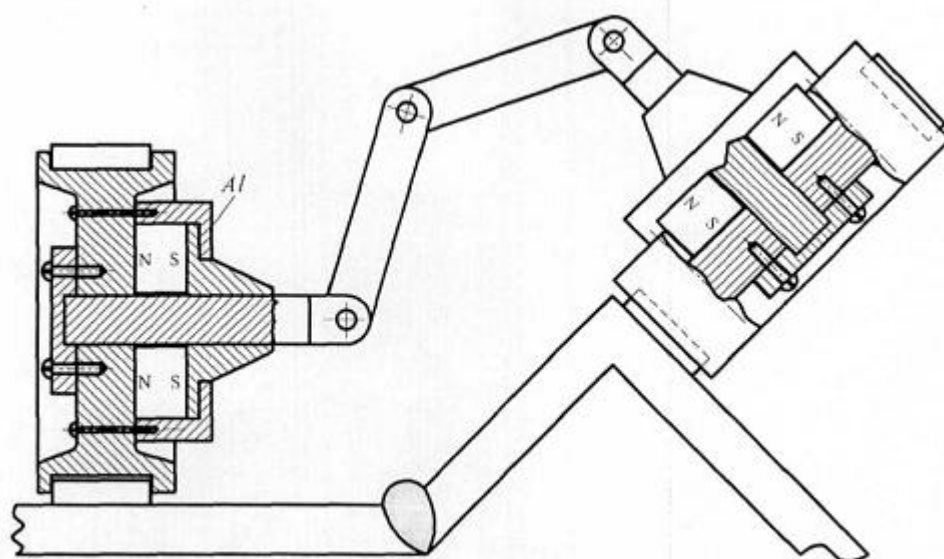
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



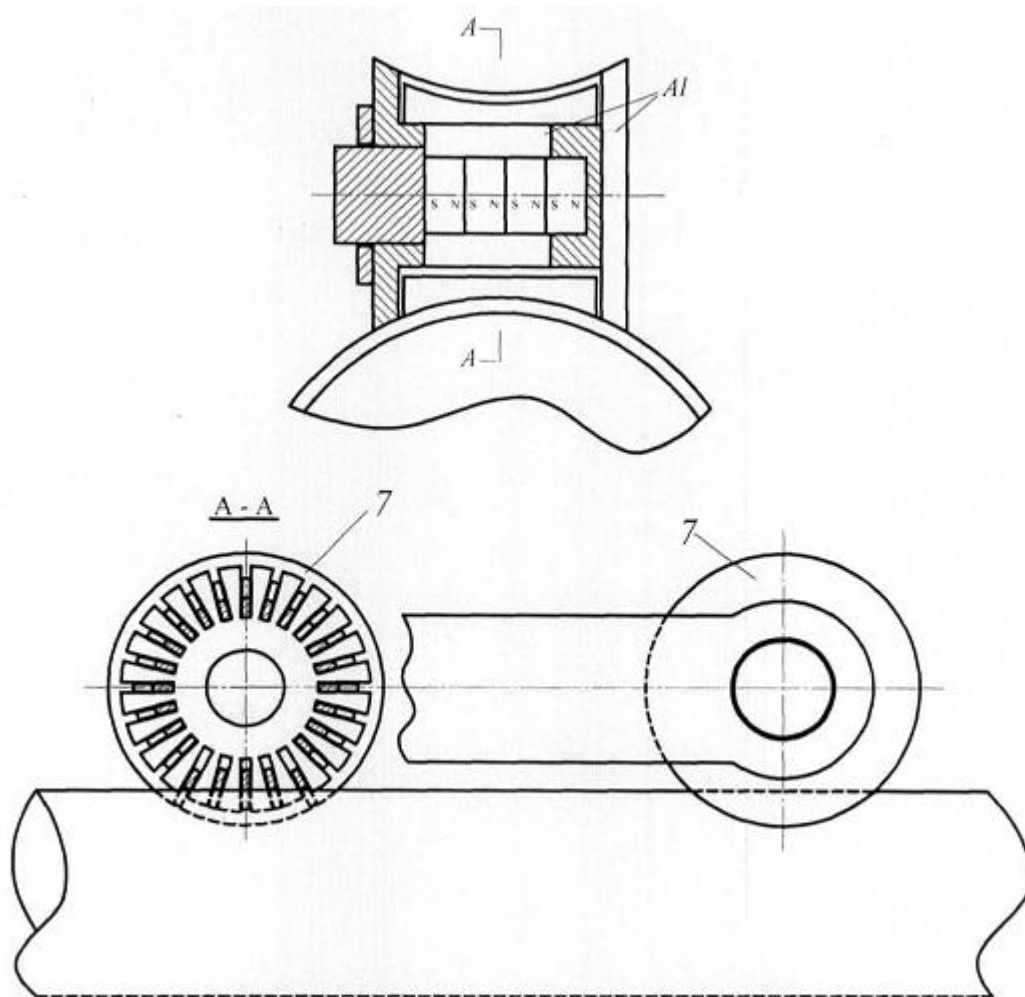


Fig. 9

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