



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **102932**

(13) **C2**

(51) МПК

F16C 32/04 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2012 04365**

(22) Дата подання заявки: **09.04.2012**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **27.08.2013**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **25.12.2012, Бюл.№ 24**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **27.08.2013, Бюл.№ 16**

(72) Винахідник(и):

**Гриценко Володимир Ілліч (UA),
Тарасов Віктор Олексійович (UA),
Зіненко Володимир Миколайович (UA)**

(73) Власник(и):

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ
ЦЕНТР ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
СИСТЕМ НАН УКРАЇНИ ТА МОН УКРАЇНИ,
просп. Академіка Глушкова, 40, м. Київ-187,
03187 (UA)**

(74) Представник:

Жук Віктор Олексійович, реєстр. №16

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

SU 1299522 A3; 23.03.1987
JPH 04236819 A; 25.08.1992
JPH 0642531 A; 15.02.1994
JPH 0694030 A; 05.04.1994
US 5360470 A; 01.11.1994
UA 34059 C2; 15.09.2003
UA 41506 A; 17.09.2001
DE 102004025356 A1; 15.12.2005
SU 1530855 A1; 23.12.1989
SU 1711681 A3; 07.02.1992

(54) ПІДП'ЯТНИК НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ

(57) Реферат:

Винахід належить до верстатобудування. Підп'ятник на постійних магнітах містить магнітний силовий підвіс, датчик осьового положення вала та пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала. Магнітний силовий підвіс включає силові магнітні підштовхувачі, що розташовані в кожному лівому та правому підп'ятниках, п'яту, яка установлена між правим та лівим підп'ятниками. В правому підп'ятнику у втулці з зазором відносно торця вала в ізоляторі установлений датчик осьового положення вала. Пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала включає задатчик, вимірювач величини зазору, диференційний підсилювач сигналу неузгодження, перший і другий підсилювач. Технічним результатом є спрощення конструкції та зменшення енергоємності.

UA 102932 C2

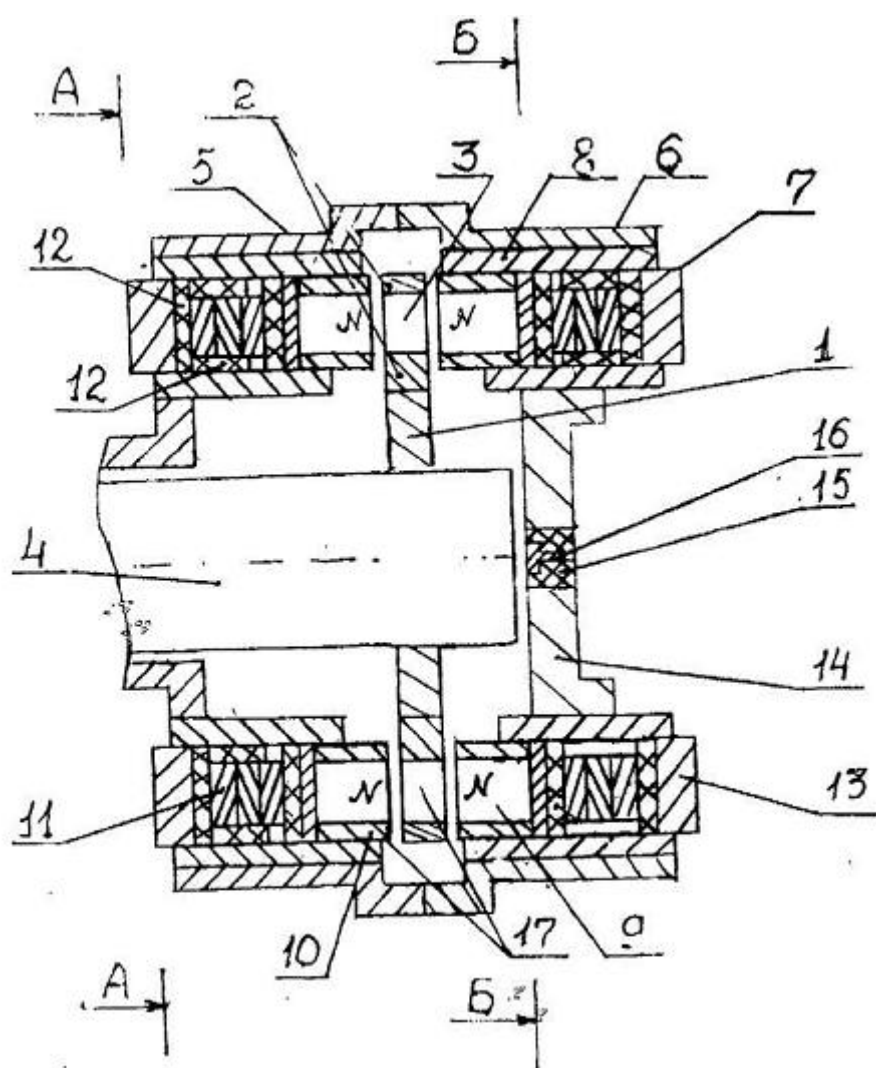


Fig. 1

Винахід належить до верстатобудування і, зокрема, до систем автоматичного управління і стабілізації положення формуютьуючих елементів верстатів надвисокої точності, і може використовуватися для побудови прецизійних шпиндельних опор на постійних магнітах.

По а.с. СРСР №1 530 855 від 22.08.1989 р. відомий аеростатичний підп'ятник. Цей аеростатичний підп'ятник вибраний як прототип.

Аеростатичний підп'ятник прототипу включає двосторонній аеростатичний підп'ятник і автономні компенсатори осьового зміщення вала, які встановлені по обидві сторони двостороннього аеростатичного підп'ятника. Компенсатори осьового зміщення вала аеростатичного підп'ятника оснащені регуляторами тиску газу в робочих зазорах компенсаторів. Кожний регулятор тиску газу включає п'єзоелектричний двигун і встановленню на ньому регульовальну голку, яка служить для зміни площі прохідного перерізу жиклерів подачі газу в робочий зазор компенсатора осьового зміщення валу, а, відповідно, для регулювання тиску газу у робочому зазорі.

Для запобігання осьовому зміщенню вала аеростатичний підп'ятник включає пристрій автоматичного керування положенням вала аеростатичного підп'ятника, який включає задатчик осьового положення вала, пристрій порівняння і підсилювач.

Аеростатичні опори складні у виготовленні, так як товщина газового мастильного шару, а, відповідно, і робочого зазору в цих опорах складає 10-30 мкм. Для їх роботи потрібна енергоємний компресорний прилад. Волога, яка випадає з газу (повітря), що надходить на піддуд цих опор, викликає корозію, а обмежувачі подачі газу (жиклери) потребують періодичного очищення.

Підп'ятник на постійних магнітів, що пропонується, вигідно відрізняється від аеростатичного підп'ятника.

Задача, що вирішується, полягає у такому удосконаленні, яке передбачає заміну несучого газового мастильного шару аеростатичного підп'ятника несучим магнітним полем постійних магнітів з можливістю управління осьовим положенням вала підп'ятника на постійних магнітах, причому двосторонній аеростатичний підп'ятник і компенсатори осьового зміщення вала аеростатичного підп'ятника замінюються осьовим магнітним підвісом, також зменшується енергоємність в порівнянні з підп'ятником прототипу.

Це досягається тим, що магнітний силовий підвіс, датчик положення вала, пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала, згідно винаходу, магнітний силовий підвіс включає по чотири силових магнітних відштовхувача в кожному лівому та правому підп'ятниках, п'яту, яка установлена між лівим та правим підп'ятниками і складається з диска, екранів і установленного між екранами магніту п'яти причому, диск установленний на валу підп'ятника, силові магнітні відштовхувачі в підп'ятниках установлені рівномірно по колу, кожний силовий магнітний відштовхувач включає постійний магніт, установленний в екран, п'єзоелектричний двигун, установленний в ізолятор, над п'єзоелектричним двигуном установленний регульовальний гвинт, причому, силові магнітні відштовхувачі і п'ята з магнітом п'яти утворюють силовий магнітний підвіс, в правому підп'ятнику у втулці з зазором відносно торця вала в ізоляторі установленний датчик осьового положення вала, пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала включає задатчик, вимірювач величини зазору, диференційний підсилювач сигналу неузгодження, перший і другий підсилювач причому, датчик осьового положення вала електричні о зв'язаний з п'єзоелектричними двигунами силових магнітних відштовхувачів причому, датчик осьового положення вала з'єднаний з входом вимірювача величини зазору, а його вихід з'єднаний з першим входом диференційного сигналу неузгодження, вихід задатчика з'єднаний з другим входом диференційного підсилювача сигналу неузгодження, перший вихід диференційного підсилювача сигналу неузгодження з'єднаний з входом першого підсилювача, а його вихід з'єднаний з п'єзоелектричними двигунами силових магнітних підштовхувачів правого підп'ятника, другий вихід диференційного підсилювача сигналу неузгодження з'єднаний з входом другого підсилювача, а його вихід з'єднаний з п'єзоелектричними двигунами силових магнітних підштовхувачів лівого підп'ятника. В кожному лівому та правому підп'ятниках встановлено n f 4 підштовхувачів.

Причино-наслідковий зв'язок технічного рішення, що заявляється, з технічним результатом, що досягається, полягає у наступному.

На Фіг. 1 представлений підп'ятник на постійних магнітах, який включає п'яту 1, 2, 3, яка установлена на валу 4 підп'ятника на постійних магнітах. П'ята 1, 2, 3 включає диск 1, екрани 2 і установленний між ними магніт 3 п'яти причому, диск 1 установленний на валу 4 підп'ятника. У полюсах магніту п'яти в лівому та правому підп'ятниках 5 і 6 установлені силові магнітні відштовхувачі 7. Їх постійні магніти 9 переміщуються п'єзоелектричними двигунами 11 і своїми полюсами звернені до однойменних полюсів магніту п'яти. Однойменні полюси магнітів

відштовхуються. Сила відштовхування між магнітом силового магнітного відштовхувача і магнітом п'яти розраховується по формулі (Пятин Ю.М. Постоянные магниты, М.: Энергия, 1980):

$$\bar{F}_{B1} = \frac{B_{гв}^2 S_{MB}}{\mu_0 [1 + 2l_3 / Q_{MB} l_{MB}]^2} + \frac{B_{п-м}^2 S_{п-м}}{\mu_0 [1 + 2l_3 / Q_{п-м} l_{п-м}]^2} \quad (1)$$

де: - $B_{гв}$ - індукція магніту відштовхувача; l_3 - величина зазору між магнітом відштовхувача і п'ятою - магнітом; l_{MB} - довжина магніту відштовхувача; Q_{MB} - магнітна жорсткість магніта відштовхувача; S_{MB} - площа полюса магніту відштовхувача.

\bar{F}_{MB} залежить від величини зазору l_3 між п'ятою - магнітом і магнітом відштовхувача.

$B_{п-м}$ - індукція п'яти - магніту; $Q_{п-м}$ - магнітна жорсткість п'яти - магніту; $l_{п-м}$ - товщина п'яти - магніту; $S_{п-м}$ - площа кола на п'яті - магніті, діаметр якого дорівнює діаметру магніту відштовхувача.

Сила відштовхування \bar{F}_{B1} залежить від величини зазору l_3 між магнітом вала і магнітом відштовхувача. Сила відштовхування \bar{F}_{Bn} між п'ятою і n силовими магнітними відштовхувачами, встановленими в одному підп'ятнику, дорівнює

$$\bar{F}_{Bn} = \bar{F}_{B1} n \quad (2)$$

Коли різниця сил відштовхування правого і лівого підп'ятників дорівнює нулю і відсутнє осьове навантаження, вал займає незміщене положення. Нехай осьове навантаження спрямоване в сторону правого підп'ятника. Величини зазорів між магнітом п'яти і магнітами відштовхувачів зміняться, а, отже, зміняться сили відштовхування. В момент часу, коли різниця сил відштовхування між магнітом п'яти і силовими магнітними відштовхувачами правого підп'ятника 6 і між магнітом п'яти і силовими магнітними відштовхувачами лівого підп'ятника 5 стане рівною осьовому навантаженню, вал займе нове, зміщене відносно початкового, положення.

Для запобігання осьового зміщення вала підп'ятника на постійних магнітах, він оснащений пристроєм автоматичного управління осьовим положенням вала. Цей пристрій шляхом зміни величин зазорів між магнітом п'яти і магнітами 9 силових магнітних відштовхувачів п'єзоелектричними двигунами 11 цих відштовхувачів постійно компенсує осьове навантаження на вал і запобігає його зміщенню. Різниця сил відштовхування між магнітом п'яти і силовими магнітними відштовхувачами підп'ятників 7 визначається магнітною індукцією магніту п'яти, магнітною індукцією магнітів силових магнітних відштовхувачів, їх розмірами, величинами зазорів між п'ятою - магнітом і магнітами відштовхувачів і може складати кілька кН.

Винахід пояснюється кресленнями:

Фіг. 1 - Підп'ятник на постійних магнітах.

Фіг. 2 - Теж, але в перерізі по А-А Фіг. 1.

Фіг. 3 - Теж, але в перерізі по Б-Б Фіг. 1.

Фіг. 4 - Функціональна схема пристрою автоматичного управління осьовим положенням вала підп'ятника на постійних магнітах.

Підп'ятник на постійних магнітах (Фіг. 1) включає п'яту 1, 2, 3, яка установлена на валу 4 підп'ятника на постійних магнітах. П'ята 1, 2, 3 включає диск 1, екрани 2 і установлений між ними магніт 3 п'яти причому, диск 1 установлений на валу 4 підп'ятника. У полюсів магніту п'яти в лівому та правому підп'ятниках 5 і 6 установлені силові магнітні відштовхувачі 7.

В лівому та правому підп'ятниках 5 і 6, розташованих по обидві сторони п'яти 1, 2, 3, в втулках 8 рівномірно по колу співвісно один навпроти другого установлені по чотири силових магнітних відштовхувача 7 (Фіг.1, 2, 3). Кожний силовий магнітний відштовхувач включає постійний магніт 9, установлений для концентрації його магнітного потоку в зазорі між магнітом 9 і магнітом 3 п'яти у екран 10, який виконаний з магнітном'якого матеріалу, наприклад, пермюндера з $\mu_r \geq 60\,000$ (Пятин Ю.М., Постоянные магниты, справочник, - М: Энергия, 1980). Причому, постійні магніти 9 відштовхувачів своїми полюсами звернені до однойменних полюсів магніту п'яти 3. П'єзоелектричні двигуни 11 силових магнітних відштовхувачів 7 установлені в ізолятори 12 над постійними магнітами 9 відштовхувачів і служать для переміщення постійних магнітів 9 силових магнітних відштовхувачів 7, тобто для зміни величин зазорів між полюсами магніту 3 п'яти і полюсами постійних магнітів 9. Це забезпечує змінювати силу відштовхування між магнітом п'яти 3 і магнітами 9 силових магнітних відштовхувачів 7 і управляти осьовим положенням вала 4 підп'ятника підп'ятника на постійних магнітах.

Регулювальні гвинти 13 служать для зміни величин зазорів між полюсами магніту 3 п'яти і полюсами магнітів 9 відштовхувачів, а, отже, для установлення початкової сили відштовхування між магнітом 3 п'яти і магнітом 9 силового магнітного відштовхувача 7.

В правому підп'ятнику 6 установлена вставка 14, в якій в керамічному ізоляторі 5 установлений датчик 16 осьового положення вала підп'ятника на постійних магнітах.

Силові магнітні відштовхувачі 7 і магніт 3 п'яти утворюють осьовий силовий магнітний підвіс 17 підп'ятника на постійних магнітах.

Задатчик 18 служить для того, щоб задавати осьове положення валу 4, яке приймається як їх незміщене положення і яке зберігається незмінним в процесі роботи підп'ятника на постійних магнітах.

Вимірювач 19 величини зазору служить для вимірювання величини зазору під датчиком 16. Як вимірювач 16 використовується вимірювач мікропереміщень, погрішність вимірювання яким не перевищує 10^{-3} – 10^{-4} величини зазору, який вимірюється (Гриневич Б.Ф. Компенсационно-измерительные устройства с емкостными датчиками, Киев, : Наукова Думка, 1987).

Диференційний підсилювач 20 сигналу неузгодження призначений для формування різниці потенціалів між його виходами, яка пропорційна величині відхилення величини зазору під датчиком 16 осьового положення вала від установленного значення.

Перший підсилювач 21 і другий підсилювач 22 підсилюють вихідні сигнали диференційного підсилювача 20, що забезпечує підвищення точності стабілізації вала 4 підп'ятника.

23 - вимикач "увімк. - вимк." який дозволяє відключати п'єзоелектричні двигуни 11 від підсилювачів 21 і 22 при налаштуванні пристрою.

Датчик 16 осьового положення вала 4 з'єднаний з входом вимірювача 19 величини зазору, а його вихід з'єднаний з першим входом диференційного підсилювача 20 сигналу неузгодження, вихід задатчика 18 з'єднаний з другим входом диференційного підсилювача 20 сигналу неузгодження, перший вихід диференційного підсилювача 20 сигналу неузгодження з'єднаний з входом першого підсилювача 21, а його вихід через вимикач 23 з'єднаний з п'єзоелектричними двигунами 11 силових магнітних відштовхувачів 7, другий вихід диференційного підсилювача 20 сигналу неузгодження з'єднаний з входом підсилювача 22, а його вихід з'єднаний з п'єзоелектричними двигунами 11 силових магнітних відштовхувачів 7.

Задатчик 18, вимірювач 19 величини зазору, диференційний підсилювач 20, підсилювачі 21 і 22, вимикачі 23 утворюють пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала 4 підп'ятника.

Працює підп'ятник на постійних магнітах наступним чином. Попередньо магніти 9 силових, магнітних відштовхувачів в положенні вимикачів 23 "вимк." за допомогою регулювальних гвинтів 13 установлюють з розрахунковою величиною зазору відносно магніту 3 п'яти, який забезпечує задану несущу здібність підп'ятника на постійних магнітах.

Не змінюючи положення магніту п'яти 3 під датчиком 16 осьового положення вала 4, шляхом зміщення ізолятора 15, установлюють розрахункову величину зазору. На виході задатчика 18 установлюють напругу, яка відповідає заданій величині зазору під датчиком 16 осьового положення вала. Вимикачі 23 "увімк. - вимк." установлюють в положення "увімк.". Вал 4 підп'ятника займе задане положення.

Нехай в процесі роботи під дією осьового навантаження величина зазору під датчиком 16 осьового положення вала відхилилась від установленної. При цьому зміниться величина напруги на першому вході диференційного підсилювача 20 сигналу неузгодження, а, отже, і різниця потенціалів між його виходами.

Вихідні сигнали диференційного підсилювача 20, підсилені першим підсилювачем 21 і другим підсилювачем 22, надходять на п'єзоелектричні двигуни 11 силових магнітних відштовхувачів 7, установлених в лівому та правому підп'ятниках 5 і 6. В залежності від знака неузгодження величини зазорів під магнітами 9, паралельно підключених силових магнітних відштовхувачів 7, змінюються так, що виникає додаткова підйомна сила підп'ятника, яка буде компенсувати осьове навантаження, зберігаючи положення вала незмінним.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

55

1. Підп'ятник на постійних магнітах, що містить магнітний силовий підвіс, датчик осьового положення вала та пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала, який **відрізняється** тим, що магнітний силовий підвіс включає силові магнітні відштовхувачі, що розташовані в кожному лівому та правому підп'ятниках, п'яту, яка установлена між правим та лівим підп'ятниками і складається з диска, екранів і установленного між екранами магніту п'яти,

60

- причому диск установлений на валу під'ятника, силові магнітні відштовхувачі в лівому та правому під'ятниках установлені рівномірно по колу, кожний силовий магнітний відштовхувач включає постійний магніт, установлений в екран, п'єзоелектричний двигун, установлений в ізолятор, установлений біля п'єзоелектричного двигуна регульовальний гвинт, причому силові магнітні відштовхувачі і п'ята з магнітом п'яти утворюють силовий магнітний підвіс, в правому під'ятнику у втулці з зазором відносно торця вала в ізоляторі установлений датчик осьового положення вала, пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала включає задатчик, вимірювач величини зазору, диференційний підсилювач сигналу неузгодження, перший і другий підсилювач, причому датчик осьового положення вала електрично зв'язаний з п'єзоелектричними двигунами силових магнітних відштовхувачів, причому датчик осьового положення вала з'єднаний з входом вимірювача величини зазору, а його вихід з'єднаний з першим входом диференційного сигналу неузгодження, вихід задатчика з'єднаний з другим входом диференційного підсилювача сигналу неузгодження, перший вихід диференційного підсилювача сигналу неузгодження з'єднаний з входом першого підсилювача, а його вихід з'єднаний з п'єзоелектричними двигунами силових магнітних відштовхувачів правого під'ятника, другий вихід диференційного підсилювача сигналу неузгодження з'єднаний з входом другого підсилювача, а його вихід з'єднаний з п'єзоелектричними двигунами силових магнітних відштовхувачів лівого під'ятника.
2. Під'ятник на постійних магнітах за п. 1, який **відрізняється** тим, що в кожному лівому та правому під'ятниках встановлено по чотири силових магнітних відштовхувачів.

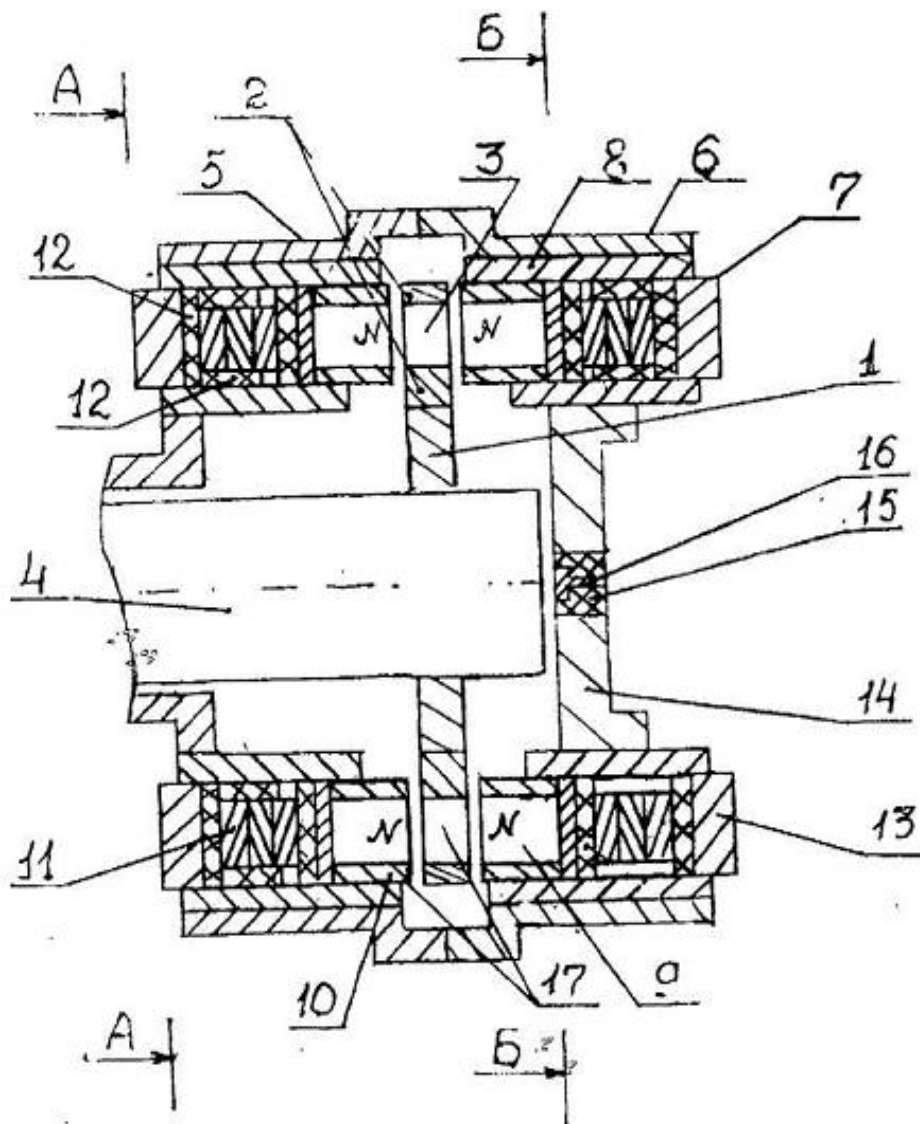
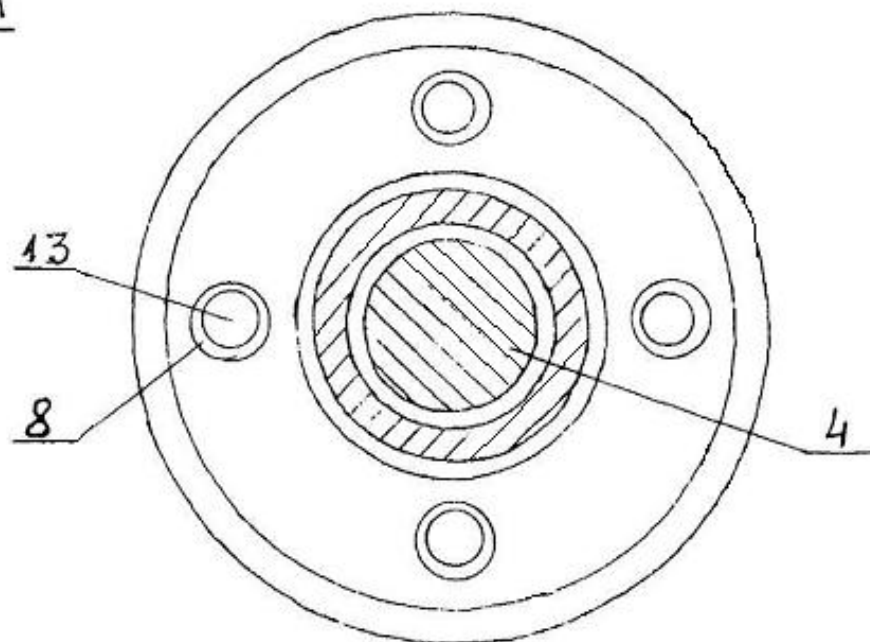


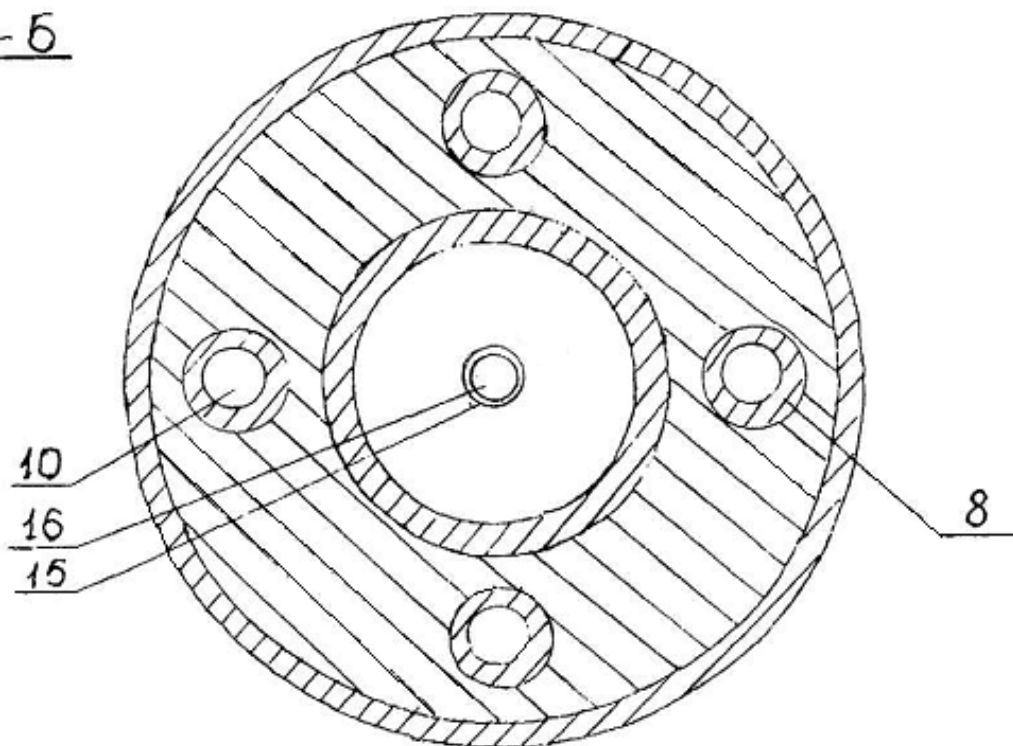
Fig. 1

A-A



Фиг. 2

Б-Б



Фиг. 3

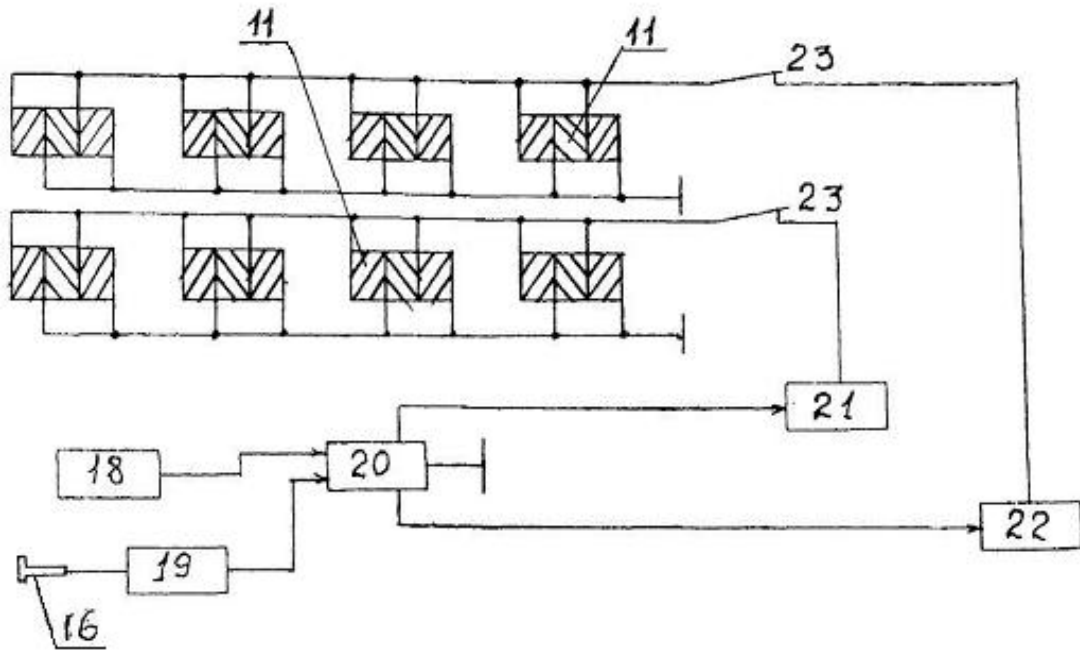


Fig. 4

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