



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **77947**

(13) **U**

(51) МПК

F16C 32/06 (2006.01)

F16C 32/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 04367**

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

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **11.03.2013**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **11.03.2013, Бюл.№ 5**

(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

(54) ПІДП'ЯТНИК НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ

(57) Реферат:

Підп'ятник на постійних магнітах містить датчик положення вала, пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала, що містить задатчик, вимірювач величини зазору, диференційний підсилювач сигналу неузгодження, перший і другий підсилювач, магнітний силовий підвіс, що містить по чотири силових магнітних відштовхувачі 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.

**U
UA 77947**

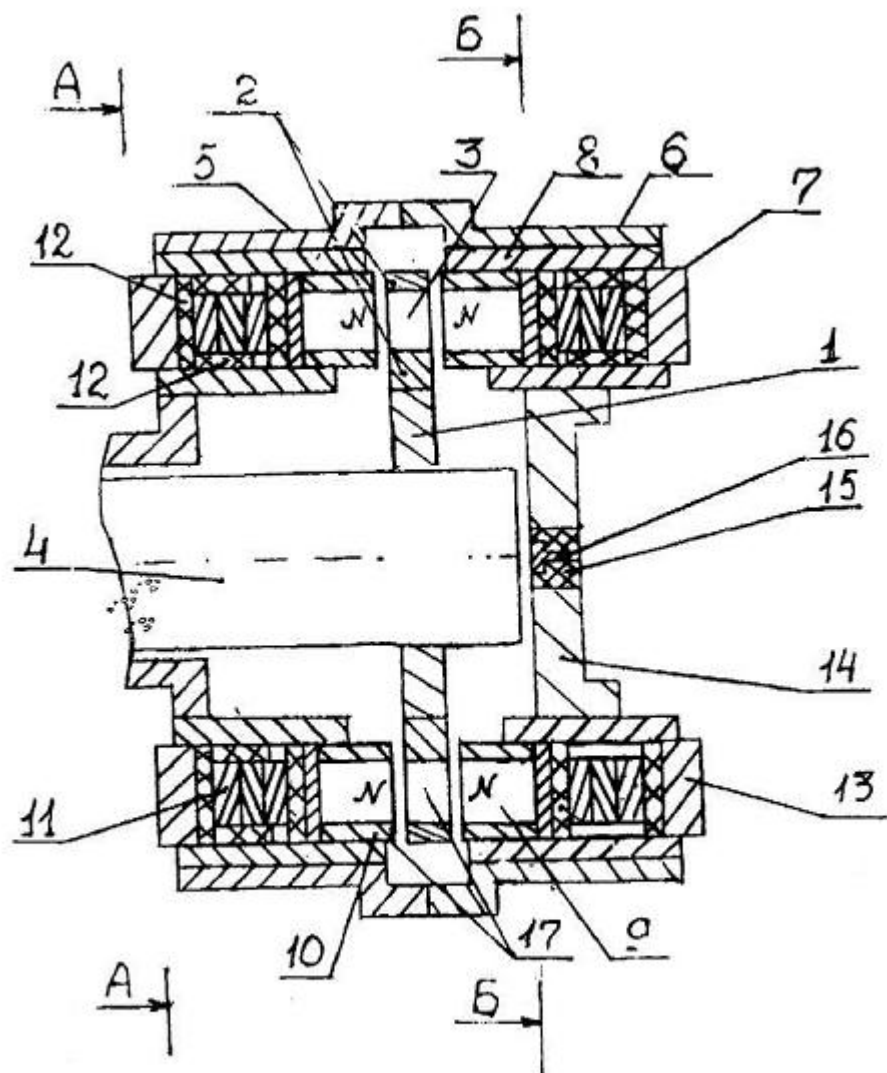


Fig. 1

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

З а.с. СРСР № 1 530 855 від 22.08.1989 р. відомий аеростатичний під'ятник. Цей аеростатичний під'ятник вибраний як найближчий аналог.

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

Для запобігання осьовому зміщенню вала аеростатичний під'ятник містить пристрій автоматичного керування положенням вала аеростатичного під'ятника, який містить 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 потрібен енергоємний компресорний прилад. Волога, яка випадає з газу (повітря), що надходить на піддув цих опор, викликає корозію, а обмежувачі подачі газу (жиклери) потребують періодичного очищення.

З урахуванням вищесказаного під'ятник на постійних магнітних вигідно відрізняється від аеростатичного під'ятника.

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

Це досягається тим, що магнітний силовий підвіс, датчик положення вала, пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала, згідно з корисною моделлю, магнітний силовий підвіс містить по чотири силових магнітних відштовхувачі в кожному під'ятнику, п'яту, яка установлена між під'ятниками і складається з диска, екранів і установленного між екранами магніту п'яти, причому диск установлений на валу під'ятника, силові магнітні відштовхувачі в під'ятниках установлені рівномірно по колу, кожен силовий магнітний відштовхувач включає постійний магніт, установлений в екран, п'єзоелектричний двигун, установлений в ізолятор, над п'єзоелектричним двигуном установлений 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.

Задача вирішується також тим, що в кожному під'ятнику під'ятника на постійних магнітах встановлюють $n > 4$ підштовхувачів.

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

На Фіг. 1 представлений під'ятник на постійних магнітах, який включає п'яту, яка установлена на валу 4 під'ятника на постійних магнітах. П'ята включає диск 1, екрани 2 і установлений між ними магніт 3 п'яти, причому диск 1 установлений на валу 4 під'ятника. У полюсів магніту п'яти в під'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 F_{B1} між магнітом силового магнітного відштовхувача і магнітом п'яти розраховується по формулі [Пятин Ю.М. Постоянные магниты. - М.: Энергия, 1980]:

$$\bar{F}_{B1} = \frac{B_{rB}^2 S_{MB}}{\mu_0 [1 + 2I_3 / Q_{MB} I_{MB}]^2} + \frac{B_{rП-М}^2 S_{П-М}}{\mu_0 [1 + 2I_3 / Q_{П-М} I_{П-М}]^2}, \quad (1)$$

де: - B_{rB} - магнітна індукція магніту відштовхувача; I_3 - величина зазору між магнітом 9 відштовхувача і магнітом 3 п'яти; I_{MB} - довжина магніту відштовхувача; Q_{MB} - магнітна жорсткість магніту відштовхувача; S_{MB} - площа полюса магніту відштовхувача, μ_0 - магнітна постійна, $B_{rП-М}$ - магнітна індукція магніту п'яти; $I_{П-М}$ - довжина магніту п'яти; $Q_{П-М}$ - магнітна жорсткість магніту п'яти; $S_{П-М}$ - площа полюса магніту п'яти.

\bar{F}_{MB} залежить від величини зазору I_3 між п'ятою - магнітом і магнітом відштовхувача. $B_{rП-М}$ - індукція п'яти - магніту; $Q_{П-М}$ - магнітна жорсткість п'яти - магніту; $I_{П-М}$ - 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 I_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

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

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 осьовому зміщенню 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.

Корисна модель 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) містить п'яту, яка 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 підп'ятниках 5 і 6 установлені силові магнітні відштовхувачі 7.

В підп'ятниках 5 і 6, розташованих по обидві сторони п'яти 1, 2, 3, в втулках 8 рівномірно по колу співвісно один навпроти одного установлені по чотири силових магнітних відштовхувачів 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 магнітного матеріалу, наприклад пермюндера з $\mu_r > 60000$ (μ_r - відносна магнітна проникність) (Пятин Ю.М., Постоянные магниты, справочник. - М.: Энергия, 1980). При цьому 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 можливість змінювати силу

відштовхування між магнітом п'яти 3 і магнітами 9 силових магнітних відштовхувачів 7 і управляти осьовим положенням вала 4 підп'ятника на постійних магнітах.

Регульовальні 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 підп'ятнику 6 установлена вставка 14, в якій в керамічному ізоляторі 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 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 $10^{-3} \div 10^{-4}$ 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.

При цьому 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 регульовальних гвинтів 13 установлюють з розрахунковою величиною зазору відносно магніту 3 п'яти, який забезпечує задану несучу здатність 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 на 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 КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Підп'ятник на постійних магнітах, що містить магнітний силовий підвіс, датчик положення вала, пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала, який **відрізняється** тим, що магнітний силовий підвіс містить по чотири силових магнітних відштовхувачі в кожному лівому та правому підп'ятниках, п'яту, яка установлена між правим та лівим підп'ятниками і

- складається з диска, екранів і установленого між екранами магніту п'яти, причому диск
установлений на валу підп'ятника, силові магнітні відштовхувачі в лівому та правому
підп'ятниках установлені рівномірно по колу, кожний силовий магнітний відштовхувач включає
постійний магніт, установлений в екран, п'єзоелектричний двигун, установлений в ізолятор, над
5 п'єзоелектричним двигуном установлений регулювальний 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 установлений датчик осьового положення
вала, пристрій автоматичного управління осьовим положенням вала включає задатчик,
вимірювач величини зазору, диференційний підсилювач сигналу неузгодження, перший і другий
10 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
15 підсилювача сигналу неузгодження з'єднаний з входом першого підсилювача, а його вихід
з'єднаний з п'єзоелектричними двигунами силових магнітних відштовхувачів 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 відштовхувачів лівого підп'ятника.
- 20 2. Підп'ятник на постійних магнітах за п. 1, який **відрізняється** тим, що в кожному лівому та
правому підп'ятниках встановлено $n > 4$ відштовхувачів.

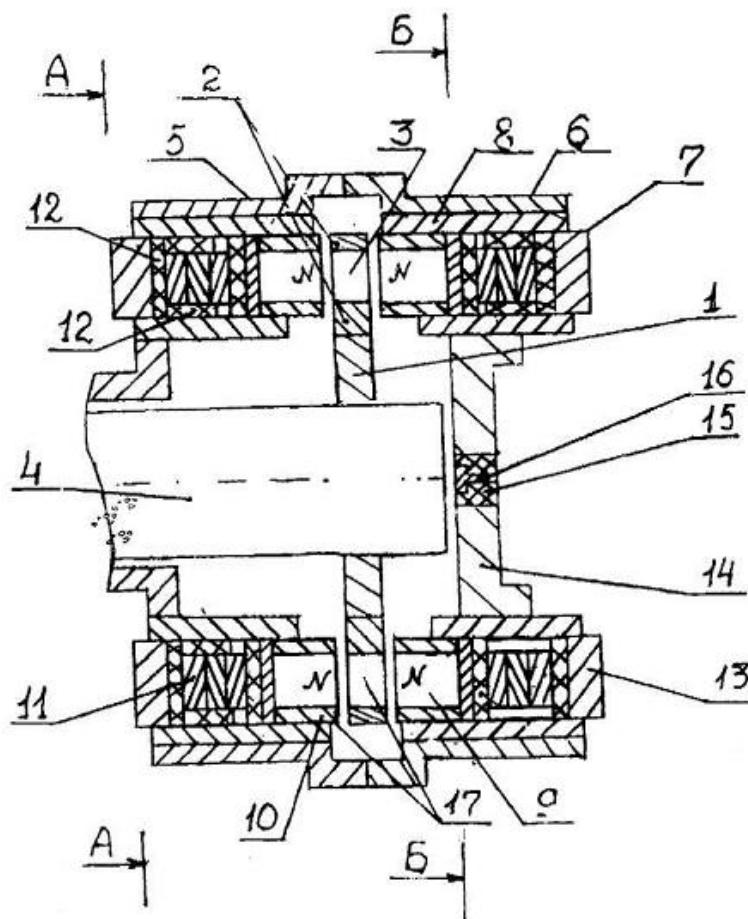
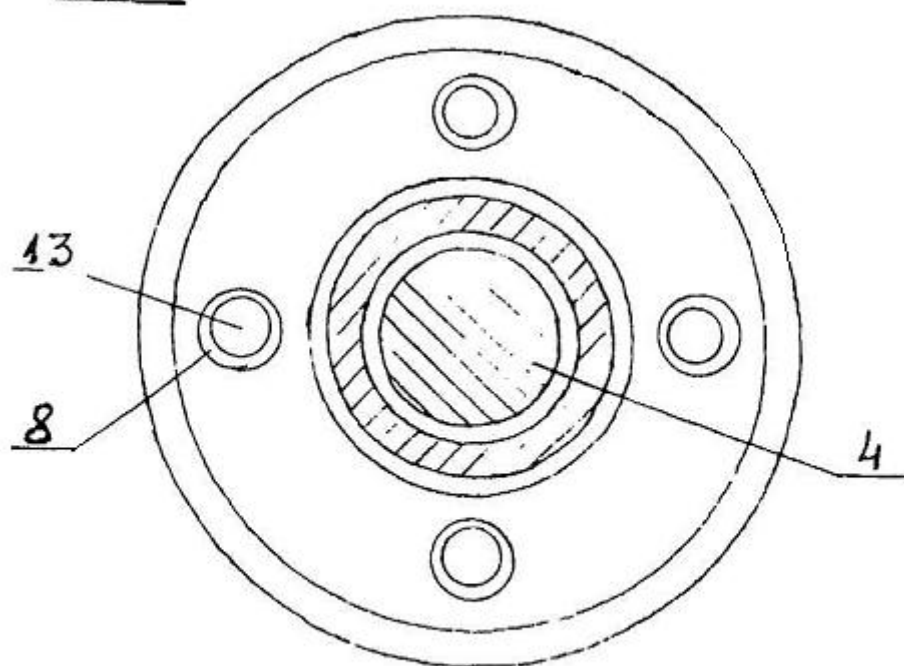


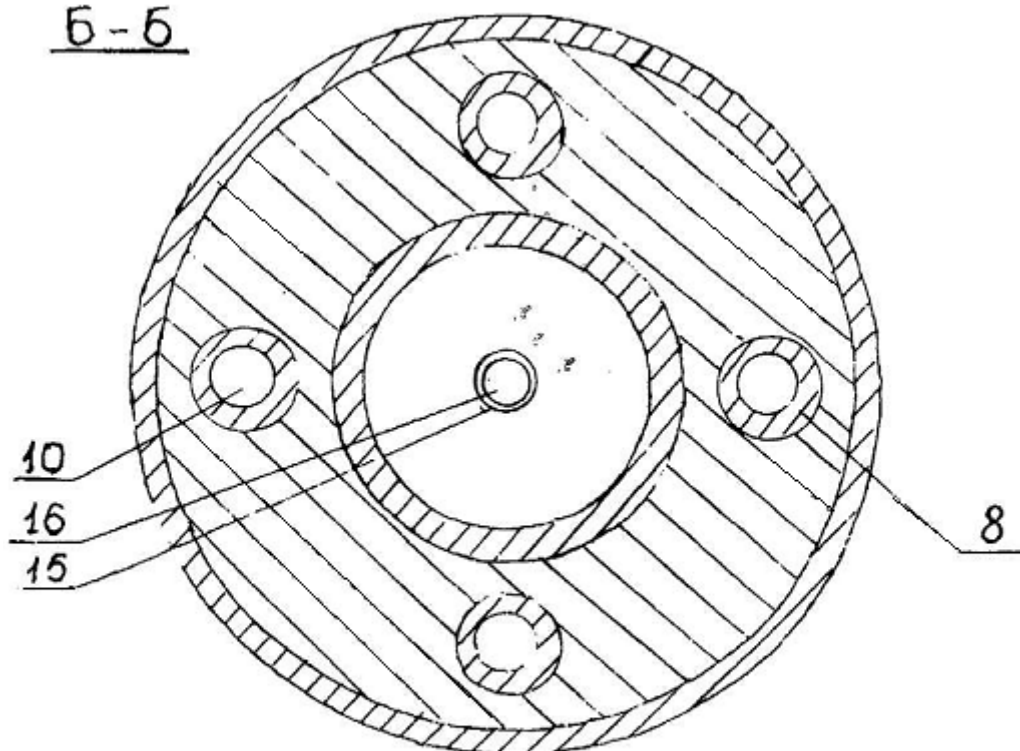
Fig. 1

A-A



Фиг. 2

Б-Б



Фиг. 3

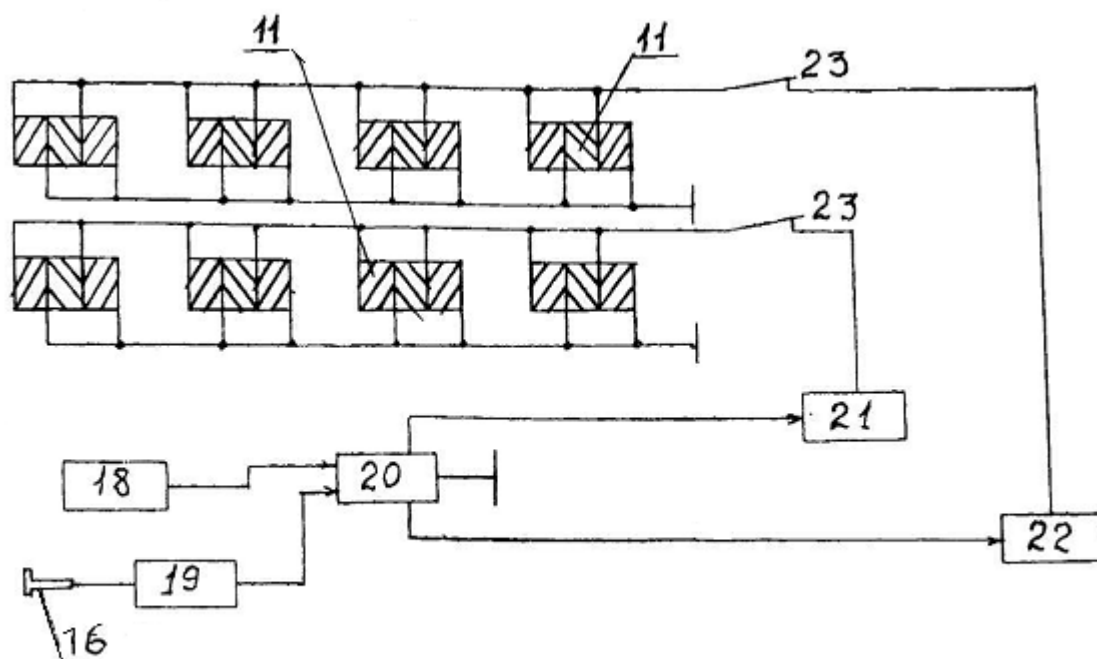


Fig. 4

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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