



УКРАЇНА

(19) UA (11) 51488 (13) A

(51) 6 F16C32/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) ПРИСТРІЙ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОСЬОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ПЛОЩИНИ ПЛАНШАЙБИ АЕРОСТАТИЧНОЇ ШПИНДЕЛЬНОЇ ОПОРИ

1

2

(21) 2002042912

(22) 11 04 2002

(24) 15 11 2002

(46) 15 11 2002, Бюл. №11, 2002 р.

(72) Зіненко Володимир Миколайович

(73) Зіненко Володимир Миколайович

(57) Пристрій стабілізації осьового положення площини планшайби аеростатичної шпindelної опори, який включає компенсатори осьового зміщення вала, датчик величини регульованого зазору, вимірювач величини регульованого зазору, диференційний підсилювач, підсилювачі, який відрізняється тим, що в порожнині вала аеростатичної шпindelної опори установлений вимірювальний стрижень, причому згаданий вимірювальний стрижень прикріплений до внутрішньої поверхні вала аеростатичної шпindelної опори в площини симетрії п'ятиосьової аеростатичної опори, в торцях вимірювального стрижня з зазорами відносно внутрішніх поверхонь торців вала аеростатичної шпindelної опори установлені датчики величини контрольного зазору і зазору корекції, в склад пристрою також входить вимірювач величини контрольного зазору, вимірювач величини за-

зору корекції, обчислювач, інтегруючий ланцюжок, електронний ключ, при цьому датчик величини регульованого зазору з'єднаний з вимірювачем величини регульованого зазору, вихід вимірювача величини регульованого зазору з'єднаний з входом електронного ключа і з входом обчислювача, датчик величини контрольного зазору з'єднаний з вимірювачем величини контрольного зазору, вихід вимірювача величини контрольного зазору з'єднаний з входом обчислювача, датчик величини зазору корекції з'єднаний з вимірювачем величини зазору корекції, вихід вимірювача величини зазору корекції з'єднаний з входом обчислювача, вихід обчислювача з'єднаний з входом електронного ключа і з входом інтегруючого ланцюжка, вихід інтегруючого ланцюжка з'єднаний з першим входом диференціального підсилювача, вихід електронного ключа з'єднаний з другим входом диференціального підсилювача, вихід диференціального підсилювача з'єднаний з входами підсилювачів, вихід підсилювачів через вимикачі з'єднаний з п'єзоелектричними двигунами компенсаторів осьового зміщення вала аеростатичної шпindelної опори

Винахід відноситься до верстатобудування і може бути використаний при конструюванні прецизійних верстатів

По а с СРСР № 1639180 від 1 12 1990р. відомо аеростатична осьова опора /Фіг 1/, яка включає двохсторонній аеростатичний під'ятник з обох сторін якого встановлені дві групи компенсаторів 8 осьового зміщення вала і систему автоматичного регулювання, яка стабілізує осьове положення вала 1. Осьова аеростатична опора по а с СРСР № 1639180 вибрана у якості прототипа

Працює осьова аеростатична опора прототипа наступним образом. При зміні величини зазора під датчиком 19 величини регульованого зазора на пристрої порівняння 31 виникає сигнал, який відповідає величині вихилу сигналу перетворювача 26 від сигналу задатчика 35. Сигнал неузгодження підсилюється підсилювачем 33 і надходить

на п'єзоелектричні двигуни 10 компенсаторів 8 осьового зміщення вала 1. В результаті тиск в зазорах 13 (Фіг 1) компенсаторів осьового зміщення вада змінюється так, що під датчиком 19 відновлюється величина зазора, що задається задатчиком 35

В данному випадку осьове положення вала 1 стабілізується при дії на нього таких осьових збурень як зміщення вала 1 із-за деформації поля тиску в зазорах 4 погіршеннями розмірів і форми виготовлення п'ят 3 і під'ятників 5, осьової складової сили різання, осьової складової коливань станини верстата

Недоліком прототипа являється те, що якщо виникає осьова температурна деформація вала 1, він підвищує погіршність обробки із-за зміщення планшайби, яке обумовлене осьовою температурною деформацією вал

(13) A

(11) 51488

(19) UA

Нехай, наприклад, із-за підвищення температури газу, що надходить на піддів опори чи збільшенню припливу тепла із зони різання вал 1 подовжився. Вимкнемо систему автоматичного регулювання осьової аеростатичної опори і виключимо вплив цієї системи на положення вала 1. В результаті подовження відрізка вала 1, який лежить вище площини симетрії п'яти 3, зменшиться величина регульованого зазора 18 під датчиком 19 (Fig 2).

В результаті подовження відрізка вала, що лежить нижче площини симетрії п'яти 3, відбудеться зміщення планшайби, що викличе зростання погрішності обробки. Увімкнемо пристрій автоматичного регулювання. Зменшення величини регульованого зазора 18 сприймається цим пристроєм як зміщення вади 1 до датчика 19. В результаті він буде зміщений компенсаторами 8 осьового зміщення від датчика 19 на величину температурної деформації цього відрізка вала 1. Погрішність обробки додатково збільшиться.

Задача винаходу полягає у такому удосконалити конструкції осьової аеростатичної опори, яке дозволяє вимірювати осьову температурну деформацію вади опори і зміщати вал так, що положення планшайби у просторі зберігається незмінним. Для цього з установленою дискретою часу Δt вимірюють величини температурної деформації відрізків вала 1, що лежать по обидві сторони від площини симетрії п'яти 3. По величинам осьової температурної деформації відрізків вади 1 розраховують величину корекції регульованого зазора 18 і під датчиком 19 величини регульованого зазора утримують скоректовану величину зазора 18.

В результаті запобігають осьове зміщення планшайби як при дії осьового навантаження так і при виникненні осьової температурної деформації вала 1.

Рішення цієї задачі досягається тим, що пристрій стабілізації осьового положення площини планшайби аеростатичної шпіндельної опори, який включає компенсатори осьового зміщення вала, датчик величини регульованого зазора, вимірювач величини регульованого зазора, диференціальний підсилювач, підсилювачі, згідно винаходу, в порожнині вала аеростатичної шпіндельної опори установлений вимірювальний стрижень, причому згаданий вимірювальний стрижень прикріплений до внутрішньої поверхні вала аеростатичної шпіндельної опори в площини симетрії п'ят осьової аеростатичної опори, в торцях вимірювального стрижня з зазорами відносно внутрішніх поверхонь торців вала аеростатичної шпіндельної опори установлені датчики величини контрольного зазора і зазора корекції, в склад пристрою також входить вимірювач величини контрольного зазора, вимірювач зазора корекції, обчислювач, інтегруючий ланцюжок, електронний ключ, причому датчик величини регульованого зазора з'єднаний з вимірювачем величини регульованого зазора, вихід вимірювача величини регульованого зазора з'єднаний з входом електронного ключа і з входом обчислювача, датчик величини контрольного зазора з'єднаний з вимірювачем величини контрольного зазора, вихід вимірювача величини контрольного зазора з'єднаний з входом обчислювача,

датчик величини зазора корекції з'єднаний з вимірювачем зазора корекції, вихід вимірювача зазора корекції з'єднаний з входом обчислювача, вихід обчислювача з'єднаний з входом електронного ключа і з входом інтегруючого ланцюжка, вихід інтегруючого ланцюжка з'єднаний з першим входом диференціального підсилювача, вихід електронного ключа з'єднаний з другим входом диференціального підсилювача, вихід диференціального підсилювача з'єднаний з входами підсилювачів, вихід підсилювачів через вимикачі з'єднаний з п'єзоелектричними двигунами компенсаторів осьового зміщення вала аеростатичної шпіндельної опори.

Прийнятним - наслідковий зв'язок між сукупністю суттєвих ознак винаходу, що заявляється, і досягаємим технічним результатом полягає у наступному.

В момент часу початку точіння вимірюють і запам'ятовують величини регульованого зазора 18, зазора 25 корекції і контрольного зазора 23 (Fig 3). Температурна деформація вала є величина, яка змінюється повільно. З установленою дискретою часу Δt , за час якої зміщення планшайби не перевищить допустимої величини, вимірюють величини зазора 25 корекції і контрольного зазора 23 і порівнюють їх з початковими значеннями величин цих зазорів.

Нехай в який то момент часу зазор 25 корекції збільшився на величину Δb_2 а контрольний зазор 23 збільшився на величину Δb_3 . При відсутності пристрою стабілізації осьового положення площини планшайби планшайба від площини симетрії п'яти зміститься (Fig 3) на величину Δb_3 , а величина регульованого зазора зменшиться на величину Δb_2 . Пристрій автоматичного регулювання прототипа сприймає це зменшення величини регульованого зазора 18 як зміщення вади під дією осьового навантаження в напрямку датчика 19 величини контрольного зазора і додатково змістить планшайбу на Δb_2 , відновлюючи величину контрольного зазора 18. Результуюча величина зміщення планшайби із-за температурної деформації вала буде дорівнювати

$$\Delta b_1 = \Delta b_2 + \Delta b_3$$

В пристрої, що заявляється, для виключення осьового зміщення планшайби величину регульованого зазора 18 b_{18} коректують шляхом зменшення його початкового значення на величину Δb_1

$$b_{18} = b_{18(0)} - \Delta b_1$$

В результаті вал 1 разом з планшайбою буде зміщений в напрямку датчика 19 регульованого зазора на Δb_3 і планшайба буде займати початкове положення, а зменшення величини регульованого зазора 18 на величину Δb_2 , не сприймається пристроєм як зміна величини регульованого зазора.

Погрішність осьового положення площини планшайби при малих дискретах часу Δt визначається погрішністю вимірювання величин зазорів 18, 23, 25, а також погрішністю (шумом) пристрою стабілізації. Як відомо, (Гриневич Б.Ф. "Измерительные компенсационно - мостовые устройства с емкостными датчиками", Киев, Наукова Думка, 1987г.) якщо величина зазора $b=5\text{мм}$, погрішність його вимірювання не перевищує $0,0056\text{мм}$.

Тоді максимальна середньоквадратична погрішність пристрою (Небывалов А В "Робастные системы автоматического управления", М, Наука, 1983г) може бути обчислена по формулі

$$I_{\max} = \sqrt{I_{18\max}^2 + I_{23\max}^2 + I_{25\max}^2 + I_{\text{пристр}}^2 \max},$$

де $I_{18\max}$, $I_{23\max}$, $I_{25\max}$ – максимальні середньоквадратичні погрішності вимірювань величин зазорів 18, 23, 25,

$I_{\text{пристр}} \max$ – максимальна осередньоквадратична погрішність відпрацювання заданої величини регульованого зазора 18 пристроєм стабілізації. Для приведеної точності вимірювань величин зазорів погрішність I_{\max} може не перевищувати 0,01 мкм.

Винахід пояснюється кресленнями

Фіг 1 - осьова аеростатична опора прототипа (осьовий переріз)

Фіг 2 - пристрій автоматичного регулювання прототипа

Фіг 3 - аеростатична шпindelьна опора (осьовий переріз)

Фіг 4 - функціональна схема пристрою стабілізації осьового положення планшайби аеростатичної шпindelьної опори

Пристрій стабілізації осьового положення плоскості планшайби аеростатичної шпindelьної опори (Фіг 3) включає вал 1, осьову аеростатичну опору 2, що включає п'яту 3, укріплену на валу 1. По обидві сторони від п'яти 3 і з зазорами 4 відносно неї розташовані підп'ятники 5, в яких виконані жиклери 6 подачі газу у згадані зазори 4. 7 - камери піддува.

В аеростатичній шпindelьній опорі по обидві сторони осьової аеростатичної опори 2 установлені компенсатори 8 осьового зміщення вала 1 як складаються із п'єзоелектричних регуляторів 9 тиску. Кожний п'єзоелектричний регулятор 9 тиску включає п'єзоелектричний двигун 10 з встановленою на ньому голкою 11 для зміни площ поперечних перерізів підводящих каналів 12 газу в зазорі 13 компенсаторів 8. 14 - випускні вікна.

Зазори 13 компенсаторів осьового зміщення вала утворені цими компенсаторами 8 і жорстко закріплені на валу дисками 15. Причому, п'єзоелектричні двигуни 10 установлені на регулювальних гвинтах 16, що забезпечують зміщення п'єзоелектричних двигунів 10 разом з встановленими на них галками 11 вздовж осі симетрії підводящих каналів 12, для устанавлення початкового значення площ поперечних перерізів цих підводящих каналів 12.

Силосе замикання вала 1 аеростатичної шпindelьної опори в радіальному напрямку забезпечується радіальною аеростатичною опорою 17.

Регульований зазор 18 утворений торцем вала 1 і основою датчика 19 величини регульованого зазора. По аміні величини регульованого зазора 18 визначають величину осьового зміщення планшайби (при відсутності осьової температурної деформації вала). Причому датчик 19 величини регульованого зазора устанавлюють незалежно від корпусу аеростатичної шпindelьної опори (Фіг 3).

Вал 1 виконують порожнистим. В порожнині вала 1 устанавлюють вимірювальний стрижень 20, виконаний із матеріала з малим або нульовим коефіцієнтом температурного розширення. Вимірю-

вальний стрижень 20 прикріплюється до внутрішньої поверхні вала 1 в плоскості симетрії п'яти 3. При зміні температури вала 1 його відрізки, що лежать по обидві сторони плоскості симетрії п'яти 3 вільно змінюють свою довжину відносно відрізків вимірювального стрижня 20, що лежать по ту ж сторону плоскості симетрії п'яти 3.

В ближчій до планшайби 21 торцеві стрижня 20 вставлений датчик 22 величини контрольного зазора 23, утвореного внутрішньою поверхнею торця вала 1 і основою датчика 22 величини контрольного зазора.

В другий торець стрижня вставлений датчик 24 величини зазора 25 корекції, утвореного внутрішньою поверхнею цього торця вала 1 і основою датчика 24 величини зазора корекції.

Вимірювання величини контрольного зазора 23 і величини зазора 25 корекції забезпечує можливість стабілізації осьового положення плоскості планшайби 21 аеростатичної шпindelьної опори.

Сигнали датчика 19 величини регульованого зазора, датчика 22 величини контрольного зазора і датчика 24 зазора величини корекції (Фіг 4) перетворюються вимірювачем 26 величини регульованого зазора, вимірювачем 27 величини контрольного зазора і вимірювачем 28 величини зазора корекції, відповідно, в напруги, які відповідають величинам цих зазорів.

В якості вимірювачів величин зазорів використовуються вимірювачі мікропереміщень, що наведені в монографії (Гриневич Б Ф "Измерительные компенсационно - измерительные устройства с емкостными датчиками" Киев, Наукова Думка, 1987г).

Вихідні напруги вимірювача 26 величини регульованого зазора, вимірювача 27 величини контрольного зазора, вимірювача 28 величини зазора корекції надходять в обчислювач 29. Обчислювач 29 по вимірюванням величини зазора 25 корекції, контрольного зазора 23 і регульованого зазора 18, що надійшли, здійснює корекцію початкових значень величин цих зазорів і розрахунок величини регульованого зазора 18, що відповідає незміщеному положенню планшайби 21.

В якості обчислювача 29 може використовуватися персональна ЕОМ, яка оснащена модулем уводу - виводу для обміну інформацією з функціональними елементами (Науман Г "Стандартные интерфейсы для измерительной техники", М, Мир, 1982г).

Двійковий код обчисленого значення величини регульованого зазора 18 перетворюється в обчислювачі 29 у напругу, що відповідає цьому коду, і надходить на інтегруючий ланцюжок 30.

Інтегруючий ланцюжок 30 служить для сглажування вихідної напруги обчислювача 29, що ступінчасто змінюється.

Диференціальний підсилювач 31 виробляє два протифазні сигнали, різниця потенціалів між якими відповідає різниці потенціалів сигналів на його вході.

Напруга, що відповідає величині регульованого зазора 18 з вимірювача 26 величини регульованого зазора на перший вхід диференціального підсилювача 31 надходить через електронний ключ 32.

Підсилювачі 33 підсилюють сигнали диференціального підсилювача 31 що надходять на п'єзоелектричні регулятори 9 тиска компенсаторів 8 осьового зміщення вала 1

Вимикачі 34 служать для відключення п'єзоелектричних двигунів 10 від підсилювачів 33 при налаштуванні пристрою

На кресленнях також означений датчик 35 величини регулюваного зазора

Причому, датчик 19 величини регулюваного зазора з'єднаний з вимірювачем 26 величини регулюваного зазора, вихід вимірювача 26 величини регулюваного зазора з'єднаний з входом обчислювача 29 і з входом електронного ключа 32, датчик 22 величини контрольного зазора з'єднаний з вимірювачем 27 величини контрольного зазора, вихід вимірювача 27 величини контрольного зазора з'єднаний з входом обчислювача 29, датчик 24 величини зазора корекції з'єднаний з вимірювачем 28 величини зазора корекції, вихід вимірювача 28 величини зазора корекції з'єднаний з входом обчислювача 29, виходи обчислювача 29 з'єднані з входом електронного ключа 32 і з входом інтегруючого ланцюжка 30, вихід інтегруючого ланцюжка 30 з'єднаний з першим входом диференціального підсилювача 31, вихід електронного ключа 32 з'єднаний з другим входом диференціального підсилювача 31, виходи диференціального підсилювача 31 з'єднані з входами підсилювачів 33, виход підсилювачів 33 через вимикачі 34 з'єднані з п'єзоелектричними двигунами 10 компенсаторів 8 осьового зміщення вала

Перед початком роботи пристрою стабілізації осьового положення планшайби аеростатичної шпindelної опори установлюють початкові значення площ поперечних перерізів підводящих каналів 12 в зазори 13 компенсаторів 8 осьового зміщення. Для цього подають тиск в радіальну аеростатичну опору 17 і в аеростатичний під'їзник. Вимикачами 34 підсилювачі 33 відключають від п'єзоелектричних двигунів 10. Включають пристрій стабілізації. Виконують пуск підпрограми "Налаштування" обчислювача 29. Напруга, що відповідає величині Z_p регулюваного зазора 18 під датчиком 19 величини регулюваного зазора (Фіг 4) з вимірювача 26 надходить в обчислювач 29, де з заданною частотою перетворюється в двійковий код. Крім того, Z_p у десятичному коді відображається на екрані дисплея.

Вибирають один із компенсаторів 8 осьового зміщення вала 1 і вибирають перший п'єзоелектричний регулятор 9 тиска цього компенсатора 8. За допомогою регулювального гвинта 16 зміщують п'єзоелектричний двигун 10 цього регулятора 9 з встановленою на ньому голкою 11 і перекивають підводящий канал 12 газу. Подають газ в камеру 7 піддува першого п'єзоелектричного регулятора 9 тиска данного компенсатора 8. Регулювальним гвинтом 16 переміщують голку 11 в зворотному напрямку і відкривають підводящий канал 12 газу. Тиск газу на виході підводящего каналу 12 збільшується і зміщує вал 1. В результаті змінюється величина Z_p регулюваного зазора 18. Враховують з екрана дисплея Z_{pmin} при змищенні вала 1 в напрямку датчика 19 (Фіг 4) або Z_{pmax} при змищенні вала 1 від нього і визначають середину

діапазони величини зміщення вала 1 першим п'єзоелектричним регулятором 19 тиска вибраного компенсатора 8 осьового зміщення вала

$$\Delta Z_{p1} = \frac{Z_{pmax} - Z_p}{2}, \quad \Delta Z_{p2} = \frac{Z_p - Z_{pmin}}{2}$$

Зміщують гвинтом 16 п'єзоелектричний двигун 10 і, якщо регулюваний зазор 18 збільшувався, установлюють його так, щоб величина регулюваного зазора 18 стала рівною $Z_{cp} = Z_p + \Delta Z_{p1}$.

Якщо регулюваний зазор 18 зменшувався, величину зазора 18 установлюють рівною $Z_{cp} = Z_p - \Delta Z_{p2}$.

Фіксують положення п'єзоелектричного двигуна 10 у цьому положенні і знімають тиск піддува з першого п'єзоелектричного регулятора 9 тиска данного компенсатора 8.

Описані вище дії послідовно виконують для усіх п'єзоелектричних регуляторів 9 тиска обох компенсаторів 8 осьового зміщення вала 1. В результаті усі п'єзоелектричні регулятори 9 тиска компенсаторів 8 осьового зміщення будуть установлені на середину діапазона амплітуди їх підйомних сил (при рівності нулю сигналів управління на п'єзоелектричних двигунах 10 п'єзоелектричних регуляторів 9).

Працює пристрій стабілізації осьового положення плоскості планшайби аеростатичної шпindelної опори наступним чином.

Подають тиск піддува в аеростатичну шпindelну опору і в камери піддува 7 п'єзоелектричних регуляторів 9 тиска компенсаторів 8 осьового зміщення вала 1. Величини регулюваного зазора 18, контрольного 23 і зазора корекції 25 безперервно перетворюються вимірювачами 26-27 і 28 в напруги, що відповідають величинам цих зазорів, надходять в обчислювач 29 і з встановленою частотою перетворюються ім в цифрові двійкові коди.

Виконують пуск підпрограми "Стабілізація" обчислювача 29 і вимикачами 34 підключають підсилювачі 33 до п'єзоелектричних двигунів 10 регуляторів 9 тиска компенсаторів 8 осьового зміщення вала 1.

В момент пуску підпрограми "Стабілізація" обчислювач 29 запам'ятовує код " b_1 " величини регулюваного зазора, код " b_2 " величини зазора корекції і код " b_3 " величини контрольного зазора в якості їх початкових значень $b_1/0$, $b_2/0$, $b_3/0$. Крім того, обчислювач 29 перетворює код $b_1/0$ величини регулюваного зазора 18 у відповідну цьому коду напругу, яка надходить на інтегруючий ланцюжок 30. Згладжена напруга з вихода інтегруючого ланцюжка 30 надходить на другий вхід диференціального підсилювача 31.

Одночасно з подачею напруги на інтегруючий ланцюжок 30 обчислювач 29 видає сигнал на електронний ключ 32 і відкриває його. Напруга, що відповідає поточному значенню величини регулюваного зазора 18 з вимірювача 26 величини регулюваного зазора надходить на перший вхід диференціального підсилювача 31. Якщо поточне значення b_1 величини регулюваного зазора 18 дорівнює початковому $b_1/0$, сигнали на входах диференціального підсилювача 31 рівні. Отже потенціали його виходів також рівні. Тому різниця

потенціалів між виходами підсилювачів 33 також дорівнює нулю

При відхищенні поточного значення b_1 величини регульованого зазора 18 від початкового, між входами диференціального підсилювача 31, а, отже, і між виходами підсилювачів 33 виникає різниця потенціалів, яка прикладається до п'єзоелектричних регуляторів 9 тиска компенсаторів 8 осьового зміщення вала 1

Причому, п'єзоелектричні регулятори 9 тиска, що розташовані в перерізі по А-А (Фіг 4) і п'єзоелектричні регулятори 9 тиска, що розташовані в перерізі по Б-Б, до виходів підсилювачів 33 підключені в протифазі так що, якщо регульований зазор 18 збільшився, п'єзоелектричні двигуни 10 в перерізі по А-А привідкривають канали 12, що підводять газ, а в перерізі по Б-Б прикривають ці канали 12. Під дією різниці тисків в зазорах 12 компенсаторів 8 осьового зміщення вал 1 буде зміщуватися до моменту виконання рівності $b_1 = b_1(0)$. При цьому різниця потенціалів між виходами підсилювачів 33 стає рівною нулю і зміщення вала 1 припиняється

Періодично, з заданим інтервалом часу Δt обчислювач 29 порівнює величину b_2 , зазора 25 корекції і величину b_3 контрольного зазора з їх початковими значеннями $b_2(0)$ і $b_3(0)$. Якщо $b_2 \neq b_2(0)$, зміниться довжина відрізка вала 1 (Фіг 3), що ле-

жить нижче площини симетрії п'яти 3. Обчислювач 29 у відповідності з підпрограмою "Стабілізація" обчислює різницю

$$\Delta b_2 = b_2 - b_2(0)$$

і запам'ятовує нове значення зазора 25 корекції

$$b_2(0) = b_2$$

Порівнюється b_3 з $b_3(0)$. Якщо $b_3 \neq b_3(0)$, зміниться довжина відрізка вала, що лежить вище площини симетрії п'яти 3. Обчислюється різниця

$$\Delta b_3 = b_3 - b_3(0)$$

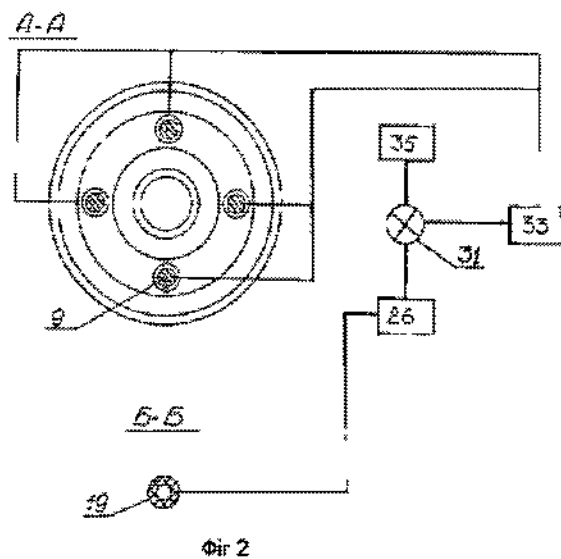
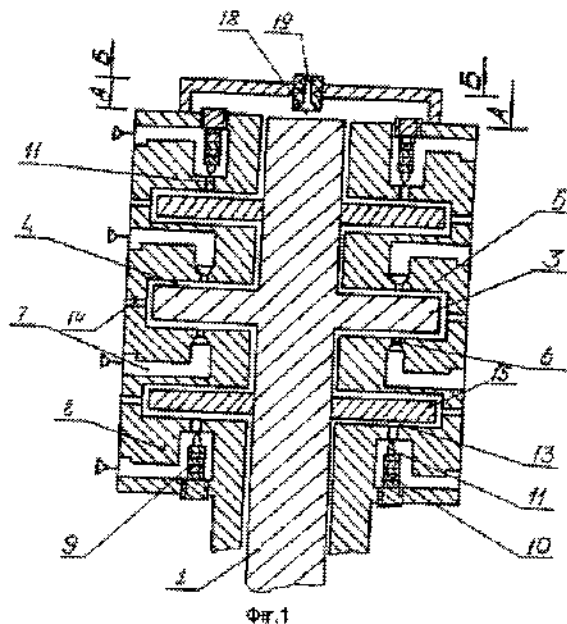
і запам'ятовується нове значення контрольного зазора 22

$$b_3(0) = b_3$$

Обчислюється скоректоване значення $b_{1\text{кор}}$ величини регульованого зазора 18

$$b_{1\text{кор}} = b_1(0) - \Delta b_2 - \Delta b_3$$

яке перетворюється в напругу, що надходить на другий вхід диференціального підсилювача 31. В результаті пристрій стабілізації буде зберігати постійним нове значення $b_1 = b_{1\text{кор}}$ величини регульованого зазора 18, яке відповідає незміщеному положенню планшайби 21, а, отже, стабілізувати її положення при дії на аеростатичну шпindelьну опору осьових збурюючих дії і при зміні температурного поля вала 1 цієї опори



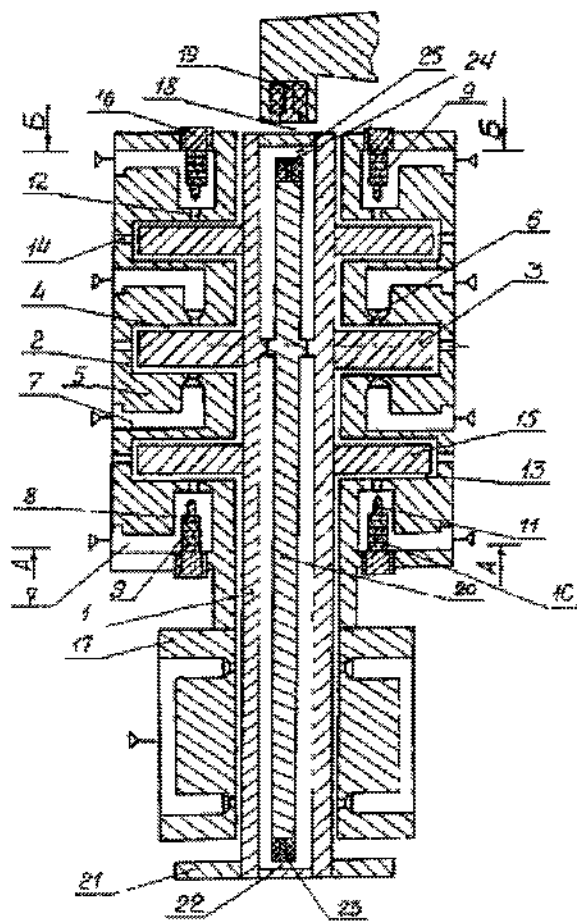


Fig. 3

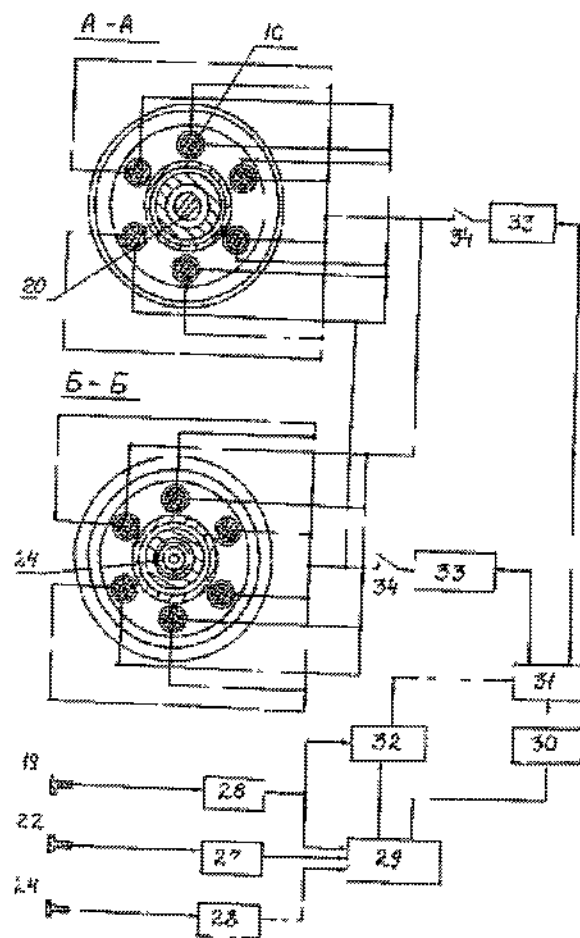


Fig. 4

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71