



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85611** (13) **C2**
(51) МПК (2009)
B23B 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ ТОЧІННЯМ ФЛАНЦЕВИХ НЕЖОРСТКИХ ЦИЛІНДРІВ

1

2

(21) а200703199

(22) 26.03.2007

(24) 10.02.2009

(46) 10.02.2009, Бюл.№ 3, 2009 р.

(72) ПАШКОВ ЄВГЕНІЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ, UA,
БОХОНСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ, UA, ПЕ-
РЕХОДЧЕНКО СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA(73) СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA(56) SU 1228976 A1, 4B23B31/40, 07.05.1986.
Бюл.№17

UA 61992 C2, 7B23B1/00, 15.12.2003

DE 202006012980 U1, 8B25B11/00, B23Q3/15, 3/08,
28.12.2006

JP 59053137 A, B23Q3/12, B23B19/02, 27.03.1984

JP 58094947 A, B23Q3/152, B24B41/06, 06.06.1983

JP 61226239 A, B23Q 3/06, 08.10.1986

(57) 1. Пристрій для обробки точінням фланцевих
нежорстких циліндрів, що містить чашоподібний
статор з концентричними кільцевими канавками
під магнітопроводи з осерддями і фазними котуш-
ками, осьові вакуумні присмоктувачі, які розміщені
між радіальними рядами осердь з котушками, а
також радіальну аеростатичну опору, який **відрізн-
няється** тим, що виконаний з немагнітного матері-
алу статор забезпечений центральним циліндрич-

ним осьовим упором для аеростатичної опори і
радіальними магнітопроводами, що зв'язують між
собою кільцеві магнітопроводи в місцях розміщен-
ня фазних котушок з осерддями, висота розташу-
вання полюсних наконечників яких відносно зовні-
шньої поверхні торця статора, яка звернена до
фланцевої частини циліндра, що обробляється,
більша, ніж висота розташування робочих повер-
хонь вакуумних присмоктувачів.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що
радіальна аеростатична опора для циліндричної
частини деталі, що також обробляється, виконана
у вигляді плоскої трубчатої підпружиненої в осьо-
вому напрямі спіралі з центральною закритою по
кінцях розподільною канавкою на зовнішній гвин-
товій поверхні, що з'єднана радіальними отворами
з порожниною спіралі, яка підключена до джерела
тиску, і з внутрішньою профільною опорною пове-
рхнею під кульки, що розміщені в спіральній кана-
вці зафіксованого в осьовому напрямі центруючого
циліндра, який обертається, забезпеченого торце-
вими консолями, що проходять через дугоподібні
отвори в донній частині статора і що з'єднують
його з вихідним валом неповноповоротного стежа-
чого пневмодвигуна, що встановлений на внутрі-
шній поверхні торця статора.

Винахід відноситься до машинобудування і
призначений для обробки точінням тонкостінних
циліндрів, що забезпечені фланцем, до яких від-
носяться плоскі ротори електричних машин, деталі
оптичних приладів, деталі літальних апаратів і ін.,
що переважно виготовляються з немагнітних ма-
теріалів.

Відомі пристрої для обробки точінням тонко-
стінних циліндричних деталей, що мають в своєму
складі затискні елементи у вигляді спіральних
пружин [Бухаркин Л.Н., Шатилов А.А. Приспособ-

ления для обработки нежестких деталей типа тел
вращения. - М.: Машиностроение, 1970. - 41с.],
основним недоліком яких є неможливість забезпе-
чення рівномірного деформування витків в раді-
альному напрямі, що призводить до утворення
погрешності обробки у вигляді конусності, а також
контактний спосіб закріплення, що викликає меха-
нічні пошкодження базової поверхні деталі у ви-
гляді ум'ятин в місцях контакту.

Для закріплення тонкостінних циліндрів при-
значений затискний пристрій [А.С. № 1228976,

(13) **C2**(11) **85611**(19) **UA**

СССР, МКИ В23В31/40. Зажимное устройство / Е.В. Пашков (СССР) - №3813193/25; Заявлено 19.11.84. Опубл. 07.05.86, Бюл. №17], затискним елементом якого є плоска спіраль з профільною опорною поверхнею під кульки, що розміщені в спіральній канавці центруючого циліндра, який встановлено на шпинделі з можливістю обертання, що створюється пневмодвигуном. Зміщення кульок в осьовому і радіальному напрямках, що відбуваються при обертанні циліндра, приводять до рівномірного розтискання в радіальному напрямі спірального затискного елемента і закріпленню встановленої на ньому деталі, яка обробляється.

До недоліків даного пристрою необхідно віднести контактний спосіб закріплення деталей, що спричиняє пошкодження базової поверхні, а також відсутність осьового упору для випадків обробки деталей, забезпечених нежорстким фланцем. Конструкція не передбачає усунення осьових зазорів між крайніми витками спірального елемента і упорними поверхнями, які виникають при збільшенні його зовнішнього діаметра при розтисканні, що спричиняє зменшення довжини. Наявність осьових зазорів приводить до осьового зміщення спірального елемента під дією осьової складової сили різання, що негативно впливає на якість обробки і точність виконання осьових розмірів, насамперед фланцевої частини деталі. Крім того, необхідний спеціальний привід (верстат) для реалізації процесу точіння.

За прототип взято пристрій для токарної обробки тонкостінних циліндричних деталей [Патент №61992, Україна, Бюл. №12, 2003], який містить чашоподібний магнітний корпус, що є статором, на донній частині якого розміщені концентрично кільцеві зубчасті магнітопроводи з фазними котушками, що зафіксовані тримачами у вигляді секторів, які розташовані між радіальними рядами полюсних наконечників магнітопроводів з котушками, торцеві поверхні яких, звернені до деталі, що обробляється, містять закриті кармани, що є аеростатичними осьовими опорами, і пов'язані з джерелом стисненого повітря, а стінка чашоподібного корпусу являє собою радіальну аеростатичну опору для циліндричної деталі, що обробляється. При живленні фазних котушок створюються сили притягання деталі, що обробляється, до полюсних наконечників кільцевих магнітопроводів, обертальний момент і центруючи сили, які направлені по радіусах до осі пристрою (осі обертання деталі).

Основним недоліком даного пристрою є неможливість забезпечення стійкого осьового розташування фланцевих циліндрів відносно полюсних наконечників магнітопроводів внаслідок дії на них моменту, що створюється як консольно розташованою відносно полюсних наконечників масою циліндра так і радіальною складовою сили різання, що викликають кутовий розворот осі циліндра, порушуючи тим самим точність центрування.

Крім того, відсутність можливості змінювати діаметр установлювальної поверхні радіальної аеростатичної опори не дозволяє встановлювати деталі з широким полем допуску базової циліндричної поверхні, а відсутність радіальних магніто-

проводів приводить до значних втрат магнітного потоку в магнітному статорі. Все це негативно впливає на технологічні можливості пристрою відносно фланцевих циліндрів.

В основу винаходу покладена задача забезпечення точного безконтактного центрування і надійного базування в осьовому напрямі фланцевих деталей, що обробляються, чим забезпечується підвищення точності, продуктивності і якості обробки.

Суть винаходу полягає в тому, що в конструкції пристрою, який містить чашоподібний статор з концентричними кільцевими канавками під магнітопроводи з осердями і фазними котушками, осьові вакуумні присмоктувачі, що розміщені між радіальними рядами осердь з котушками, а також радіальну аеростатичну опору, статор, виконаний немагнітним, забезпечений центральним циліндричним осьовим упором для радіальної аеростатичної опори і радіальними магнітопроводами, які зв'язують між собою кільцеві магнітопроводи в місцях розміщення котушок з осердями, висота розташування полюсних наконечників яких відносно зовнішньої торцевої поверхні статора, яка звернена до фланцевої частини циліндра, що обробляється, більше, ніж висота розташування робочих поверхонь вакуумних присмоктувачів, а радіальна аеростатична опора для циліндричної частини деталі, що також обробляється, виконана у вигляді плоскої трубчастої підпружиненої в осьовому напрямі спіралі з центральною закритою по кінцях розподільною канавкою на зовнішній гвинтовій поверхні, що з'єднана радіальними отворами з порожниною спіралі, яка підключена до джерела тиску, і з внутрішньою профільною опорною поверхнею під кульки, що розміщені в спіральній канавці центруючого циліндра, що обертається, і який зафіксовано в осьовому напрямі і забезпечено торцевими консолями, що проходять через дугоподібні отвори в донній частині статора і що з'єднують його з вихідним валом неповноповоротного стежачого пневмодвигуна, який встановлено на внутрішній поверхні торця статора.

При порівнянні аналогів і прототипу з запропонованим технічним рішенням видно, що у ньому наявні нові технологічні можливості, що полягають в повній відсутності контакту деталі, що обробляється, з його установлювальними поверхнями, можливості регулювання (зміни) діаметра установлювальної поверхні радіальної аеростатичної опори, усуненні осьових люфтів в механізмі, який центрує, зниженні втрат магнітних потоків, підвищенні точності центрування і позиціонування в осьовому напрямі.

На Фіг.1 приведена конструкція пристрою в розрізі; на Фіг.2 - вид А на Фіг.1; на Фіг.3 - схема радіальної деформації спіральної аеростатичної опори; на Фіг.4 - схема фіксації кінця спіральної аеростатичної опори на циліндричному упорі статора; на Фіг.5 - переріз по А-А на Фіг.4; на Фіг.6 - схема підключення фазних обмоток; на Фіг.7 - схема напрямів магнітних потоків, що створюються котушками статора.

Пристрій (Фіг.1 та 2) містить немагнітний статор 1 у вигляді чаші, на зовнішньому боці донної

частини якого виконані концентричні кільцеві канавки під кільцеві магнітоприводи 2 з осердями 3 і фазними котушками 4 і кільцева канавка під складовий кільцевий магнітопровід 5 з Г-подібними осердями 6 і фазними котушками 7, а також радіальні канавки (пази) під радіальні магнітоприводи 8, що зв'язують між собою кільцеві магнітопроводи. Обмотки котушок 4 підключені до фаз А, В, С за схемою, яка показана на Фіг.6, тобто послідовно з круговою і радіальною перестановкою фаз, а обмотки котушок 7 - послідовно.

Між рядами радіально розташованих котушок з осердями встановлені осьові вакуумні присмоктувачі 9, відведення повітря з карманів 10 яких проводиться по каналах 11.

Висота $h_{в.л}$ розташування робочих поверхонь присмоктувачів, що містять кармани, відносно зовнішньої сторони донної частини статора менше висоти $h_{п.н}$ розташування відносно неї полюсних наконечників осердь 3, тобто вони розміщені в різних площинах, віддалених одна від іншої на величину $\Delta h = h_{п.н} - h_{в.л}$, що виключає контакт фланцевої частини деталі, що обробляється, з присмоктувачами.

Котушки з осердями захищені кришкою 12 від несанкціонованого зовнішнього впливу.

У центрі донної частини корпусу 1 виконаний отвір в який запресована вісь 13, яка призначена для установки за допомогою роликових підшипників 14 центруючого циліндра 15, що обертається, із зовнішньою спіральною направляючою канавкою для кульок 16, що розміщені в спіральному стрічковому сепараторі (Фіг.3), і є радіальними опорами для плоскої трубчатої спіралі 17. На її зовнішній гвинтовій поверхні шириною b (Фіг.3) виконана закрита з обох кінців центральна розподільна канавка 18, що з'єднана радіальними отворами 19 з порожниною 20, яка зв'язана за допомогою штуцера 21 (Фіг.4 та 5), гнучкого пластикового трубопроводу 22 і каналу 23 в корпусі одного з вакуумних присмоктувачів 9 з вакуум-насосом. У осьовому напрямі трубчата спіраль 17 зафіксована циліндричним упором 24 статора 1 і рухомою в осьовому напрямі втулкою 25, що знаходиться під впливом тарільчатих пружин 26, які встановлені на осі 13 з можливістю зміни їх пружно-деформованого стану за допомогою гайок 27 і 28.

Обертання циліндра 15 забезпечується неповоротним лопатевим пневмо-двигуном, який встановлено в порожнині чашоподібного корпусу статора 1 і закріплено на внутрішньому боці донної частини за допомогою фланця 29. Механічний зв'язок вихідного вала 30 пневмодвигуна з циліндром 15 здійснений за допомогою зубчатої (кулачкової) муфти 31, яка утворена торцевими пазами вихідного вала стандартного пневмодвигуна і зубцями (кулачками) консолей 32 центруючого циліндра 15, що проходять через дугоподібні отвори 33 в статорі 1 (Фіг.2). Граничні кути повороту вала 30 з лопаттю 34 і прапорцевим упором 35 встановлюються за допомогою жорстких регульованих різьбових упорів 36, а поточне (задане) значення кута повороту контролюється вбудованим аналоговим давачем 37 типу потенціометру.

Робота пристрою здійснюється таким чином. Перед установкою деталі 40, що обробляється, за внутрішнім діаметром $D_{вн}$, на трубчатую спіраль 17 (Фіг.1), діаметр її установлювальної поверхні D_y повинен мати величину, що забезпечує утворення гарантованого радіального зазора $\delta_p = (D_{вн} - D_y)/2$, що сприяє вільній установці деталі.

Після установки деталі 40 до упора в полюсні наконечники осердь 3, живленням пневмодвигуна стисненим повітрям забезпечується обертання лопаті 34 з валом 30, що зв'язаний зубчатою муфтою 31 з консолями 32 центруючого циліндра 15. Після цього порожнини 10 осьових опор 9 підключаються за допомогою каналів 11 до вакуум-насоса, що забезпечує підтиск фланцевої деталі 40 до полюсних наконечників. Обертання циліндра 15 викликає зсув кульок 16 в осьовому напрямі відносно витків трубчатої спіралі, що є радіальною спіральною аеростатичною опорою, на величину x (Фіг.3) і її розтиск на величину δ , тобто до утворення потрібного радіального зазора δ_p , що забезпечує необхідну жорсткість радіальної аеростатичної гвинтової опори, яка утворена спіраллю. Величина радіального зазора для навантажених аеростатичних опор, наприклад, шпинделів верстатів обмежується значенням [Пуш В.Э. Металлорежущие станки. - М.: Машиностроение, 1986. - 576с.].

$$\delta_p = (0,0001 \dots 0,0002) D_y$$

Дослідження, що проведені відносно навантажувальних характеристик і розмірних параметрів аеростатичних опор технологічного оснащення, яке використовується для установки і базування тонкостінних циліндрів при чистовій обробці, що характеризується незначними за величиною силами різання, дозволяють на порядок розширити діапазон величин радіального зазора δ_p , що визначається за допомогою приведенного вище співвідношення.

Величина δ_p достатньою для практичних цілей точністю і з урахуванням того, що жорсткість витків спіралі в осьовому напрямі більша, ніж в радіальному (при $b > h$) (Фіг.3), може бути визначена з виразу,

$$\delta_p = \frac{\varphi t}{360^\circ} \operatorname{tg} \alpha,$$

де φ - кут нахилу спіральної канавки для кульок; t - крок спіральної канавки; α - кут нахилу в осьовому напрямі профільної поверхні трубчатої спіралі.

Використовуючи цей вираз, можна визначити залежність δ_p від кута повороту лопаті 34 пневмодвигуна, який контролюється аналоговим датчиком потенціометра 37.

Живленням фазних котушок 4 трифазною змінною напругою (Фіг.6) збуджуються магнітні поля (Фіг.7), які переміщуються по колу (обертаються) і по радіусу в протилежні сторони. Під їх дією у фланці деталі 40 наводяться ЕДС і протікають трифазні вихрові струми, що взаємодіють з магнітними потоками, які проходять через полюсні наконечники осердь 3.

У результаті створюються: осьові сили відштовхування диска від полюсних наконечників осердь 3, які перевершують за величиною сили

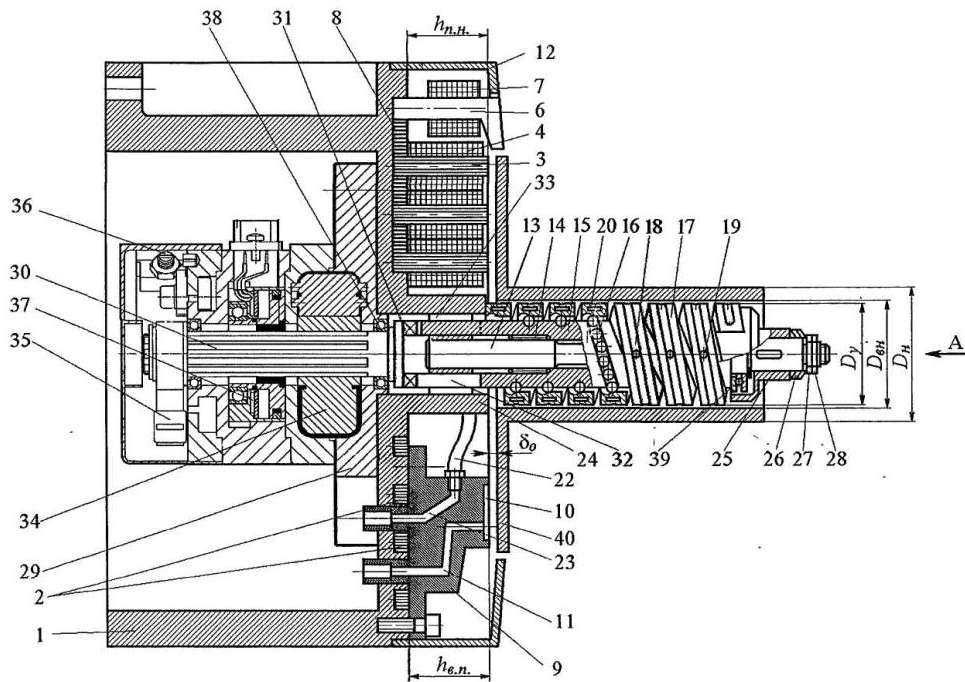
підтискання деталі, що викликаються вакуумними присмоктувачами 9, що приводить до утворення осьового зазора δ_0 (Фіг.1); радіально направлені центруючі сили, які прагнуть компенсувати дію сили ваги фланцевої деталі 40; колові сили, що спричиняють її обертання в напрямі колової швидкості різання v_0 (Фіг.2).

Дія радіальної складової сили різання, яка прагне зсунути деталь, що обробляється, в радіальному напрямі компенсується відповідною по величині сумарною (підсумковою) радіальною силою F_{Σ} , що створюється при взаємодії магнітних потоків котушок 7 з вихровими струмами у фланці деталі, що збуджуються магнітними потоками котушок 4. Магнітні поля, що створюються котушками 7, переміщуються (обертаються) по колу синфазно з магнітними полями котушок 4. Зміною напруги живлення кожної з котушок 7 викликається зміна величин сил $F_1...F_6$, і таким чином регулю-

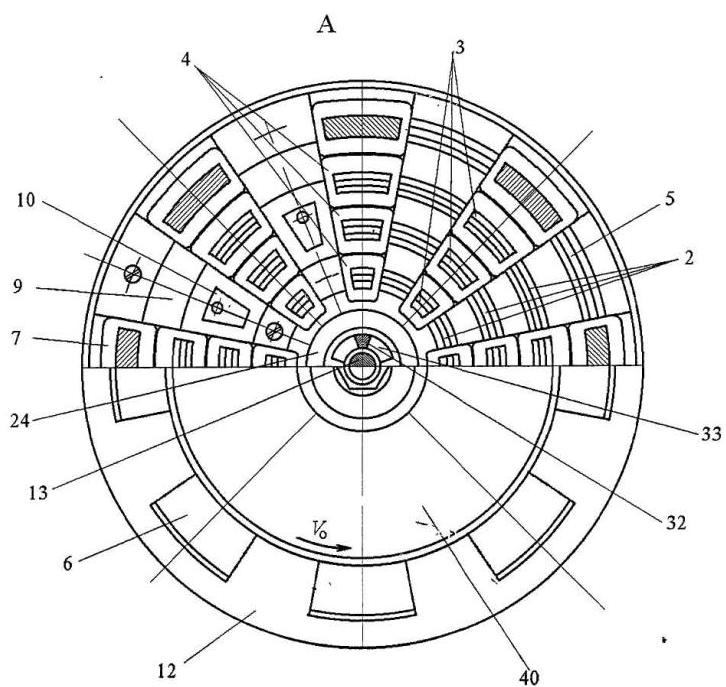
ється величина сумарного радіального силового впливу на деталь, який компенсує и зсув під дією радіальної складової сили різання.

Крім того, трифазні обмотки котушок 7, що мають зсув в коловому напрямі одна відносно одної на 120° , створюють додатковий обертаючий момент, а кутове розташування полюсних наконечників їх осердь 6 по відношенню до фланця деталі, що обробляється, забезпечує створення додаткової осьової сили, яка компенсує дію осьової складової сили різання.

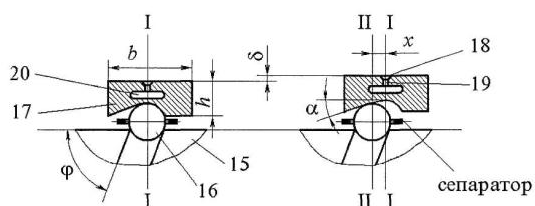
Підтримкою (регулюванням) певного співвідношення між силами відштовхування фланцевої деталі від полюсних наконечників і силами її притягнення до робочих поверхонь вакуумних присмоктувачів забезпечується необхідна величина осьового зазора δ_0 , отже необхідна жорсткість і точність позиціонування.



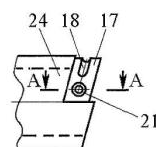
Фіг. 1



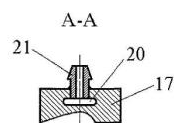
Фиг. 2



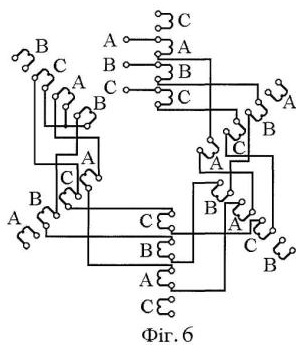
Фиг. 3



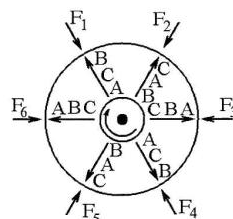
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7