



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84880 (13) C2
(51) МПК
F15B 15/14 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПНЕВМАТИЧНИЙ МОДУЛЬ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ

1

2

(21) а200602981

(22) 20.03.2006

(24) 10.12.2008

(46) 10.12.2008, Бюл.№ 23, 2008 р.

(72) ПАШКОВ ЄВГЕНІЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ, UA,
ОСІНСЬКИЙ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, ШУ-
ЛЕШОВ ДМИТРО ОЛЕГОВИЧ, UA(73) СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA(56) Пневматические устройства и системы в ма-
шиностроении: Справочник. Под общей редакцией
д-ра техн. наук Е. В. Герц. - М.: Машиностроение, -
1981, -С.29-40, (рис.2.1, 2.2, 2.3)ПАШКОВ Е.В., КОПП В.Я., КАРЛОВ А.Г. Транспор-
тно-накопительные и загрузочные системы в сбо-
рочном производстве: Учебное пособие. -К.: УМК
ВО, - 1992, -С.385, рис.3.48ПАШКОВ Е.В., ОСИНСКИЙ Ю.А., ЧЕТВЕРКИН
А.А. Электропневмоавтоматика в производствен-
ных процессах: Учебное пособие. -Севастополь:
СевГТУ, -1997, -С.286, 288Каталог фірми Festo, Німеччина: Products 2004/05.
Pneumatic Drives I Proximity Switches. Volume 1. -
Festo AG & Co. KG Postfach, D, Esslingen,
Germany, 1/3.2-13; 1/3.2-14; 1/3.2-16; 1/3.2-21

JP 10184608 A, F15B15/14, 14.07.1998

US 5613421, F15B15/14, 25.03.1997

JP 07248006 A, F15B15/14, B25J5/02, B25J9/02,
B25J19/00, F15B15/22, H01F7/02, 26.09.1995

JP03153904 A, F15B15/06, F15B15/14, 01.07.1991

US 6550369 B2, 7F01B29/00, 22.04.2003

(57) 1. Пневматичний модуль лінійних переміщень,
що містить безштоковий пневмоциліндр, зовнішня
тірна якого є циліндричною напрямною для каре-

тки, що має магнітний зв'язок з поршнем, створе-
ний блоками їх постійних концентрично розташо-
ваних кільцевих магнітів, який **відрізняється** тим,
що блоки магнітів, створюючих магнітний зв'язок
поршня і каретки, розміщені між блоками кільцевих
концентрично розташованих постійних магнітів
поршня і каретки, однойменні магнітні полюси яких
знаходяться один навпроти одного і утворюють
магнітну опору, а внутрішні поверхні кільцевих
магнітів каретки і зовнішня циліндричної напрямної
утворюють газові радіальні (аеростатичні) опори,
підведення повітря до розподільних каналів яких,
виконаних в кільцевих магнітоприводах, які розді-
ляють магніти, здійснюється через радіальні пази
в магнітопроводах, кільцеві проточки і канали в
каретці, з'єднані плоским шлангом з живильними
отворами в плоскій П-подібній напрямній, що роз-
ташована паралельно циліндричній напрямній і
механічно з'єднується з нею на кінцях поперечни-
ми траверсами.

2. Пневматичний модуль лінійних переміщень за п.
1, який **відрізняється** тим, що каретка забезпе-
чена плоскими консолями, що охоплюють П-подібну
напряму і створюють з нею плоску замкнену га-
зову (аеростатичну) опору, підведення повітря до
якої здійснюється по каналах в консолях, з'єдна-
них з каналом живлення радіальних опор, а плос-
кий шланг, що підводить до каретки повітря, вико-
наний багатоканальним, армований сталлю
феромагнітною пружною стрічкою і розміщений в
порожнині П-подібної напрямної з можливістю
прилягання до плоского постійного магніту, закріп-
леного на донній поверхні порожнини по всій дов-
жині.

Винахід відноситься до машинобудування і
призначений для автоматизації лінійних перемі-
щень об'єктів виробництва і робочих органів тех-
нологічного обладнання - верстатів, що обробля-
ють, складальних центрів, промислових роботів,
координатних столів і інш.

Широко відомі конструкції пневмодвигунів од-
нобічної і двобічної дії, що конструктивно являють
собойо направляючий циліндр, всередині якого
розміщений з можливістю осьового переміщення
поршень з штоком, який взаємодіє з робочим ор-

ганом технологічного обладнання і здійснює його
переміщення [Пневматические устройства и сис-
темы в машиностроении: Справочник /Е.В. Герц,
А.И. Кудрявцев, О.В. Ложкин и др. М.: Машино-
строение, 1981. - с.29-40, рис.2.1 и рис. 2.3].

Загальним недоліком даних пневмодвигунів є
значні витрати зусилля, що розвивається на штоку
через тертя в направляючих штока, нерівномір-
ність зусиль, що розвиваються при прямому і зво-
ротному ході і, як наслідок, низька швидкість і точ-
ність позиціонування. Крім того потрібен великий

(13) C2

(11) 84880

(19) UA

монтажний простір для розміщення таких пневмоциліндрів на технологічному обладнанні внаслідок підвищення їх довжини при висуненому штоку, які у висуненому стані не забезпечують необхідну жорсткість в радіальному напрямі. Також не забезпечується задана кутова орієнтація штока з поршнем, що мають можливість вільного повороту навколо своєї осі.

Відомі пневматичні модулі лінійних переміщень, засновані на перетворенні потенційної енергії стислого повітря в механічну енергію поршня, розміщеного всередині направляючого циліндра і забезпеченого вихідним елементом у вигляді штока, пов'язаного з кареткою, що встановлена на напрямній..

Як аналог може бути розглянута конструкція однокоординатного стола на базі цифрового пневмопривода [Пашков Е.В., Копп В.Я., Карлов А.Г. Транспортно-накопительные и загрузочные системы в сборочном производстве: Учеб.пособие - К.: УМК ВО, 1992. - с.385, рис. 3.48]. Він містить рухому платформу, встановлену на напрямних і пов'язану з штоком пневмоциліндра.

Недоліками даної конструкції є великі габарити при висуненому штоці, що вимагає відповідного простору для його розміщення, наприклад, в складі металообробного або складального обладнання, а також невисокі швидкості переміщення і невисока точність позиціонування, що пов'язано з наявністю напрямних із зовнішнім тертям.

Відома конструкція безштокового пневмоциліндра [Пашков Е.В., Осинский Ю.А., Четверкин А.А. Электропневмоавтоматика в производственных процессах: Учебное пособие. - Севастополь: Изд-во СевГУ, 1997. - с.286, 288], що включає до себе немагнітну тонкостінну гільзу, з розташованим всередині поршнем і кільцевими магнітами, заглиблену по кінцях пробками з отворами для підведення стислого повітря. Зовнішня поверхня гільзи служить як напрямна для каретки також забезпеченої постійними кільцевими магнітами, концентрично розташованими відносно магнітів поршня. Магнітні поля, що створюються кільцевими магнітами, взаємодіючи між собою, утворюють магнітний силловий зв'язок поршня з кареткою.

Дана конструкція безштокового пневмоциліндра має наступні недоліки.

По-перше, відсутнє фіксоване кутове положення каретки відносно напрямної.

По-друге, внаслідок механічного контакту каретки і поршня відповідно із зовнішньою і внутрішньою направляючими поверхнями гільзи відбувається значне зниження швидкості переміщення каретки і знос поверхонь, які стикаються.

По-третє, під дією сил магнітного зчеплення відбувається некероване радіальне зміщення каретки в межах гарантованого зазора, що негативно впливає на точності позиціонування.

По-четверте, вплив магнітних сил на поршень також спричиняє його некероване радіальне зміщення відносно осі гільзи, що призводить до нерівномірного прилягання ущільнюючих елементів і одностороннього прилягання поршня до дзеркала напрямної, і, як наслідок, до нерівномірного їх зносу і перетікання стислого повітря.

Також погіршується динаміка пневмоциліндра.

Як найближчий аналог вибраний відомий лінійний привід з напрямними качення [Каталог фірми Festo, Германия: Products 2004/05. Pneumatic Drives I Proximity Switches. Volume 1. - Festo AG & Co. KG Postfach, D, Esslingen, Germany, с. 1/3.2-13; 1/3.2-14; 1/3.2-16 и 1/3.2-21], заснований на використанні безштокового пневмоциліндра з магнітним зв'язком, взятого як один з аналогів. З метою усунення можливості повороту вихідної ланки - каретки навколо направляючого циліндра вона змонтована на двох додаткових напрямних кочення, поєднаних по кінцях поперечними траверсами.

Основним недоліком є наявність фактично трьох напрямних, що істотно ускладнює процес виготовлення і зборки приводу, призводить до значних втрат зусилля, що розвивається на каретці, а також знижує чутливість і точність позиціонування при виконанні заданих осьових переміщень.

При даному конструктивному виконанні дуже складно забезпечити високу точність відносного розташування трьох напрямних каретки, а саме, порожнистої тонкостінної гільзи і двох циліндричних стержнів, що входять до складу напрямних кочення. У свою чергу це призводить до зниження точності центрування поршня відносно внутрішньої напрямної гільзи, отже, до нерівномірного прилягання комірців ущільнюючих манжет до дзеркала напрямної і їх нерівномірному зносу.

Крім цього, найближчому аналогу властиві всі приведені вище недоліки, притаманні аналогу - безштоковому пневмоциліндру з магнітним зв'язком.

У основу передбачуваного винаходу покладена задача підвищення швидкодії і точності позиціонування вихідної ланки пневматичного модуля лінійних переміщень.

Суть винаходу полягає в тому, що в конструкції пневматичного модуля лінійних переміщень, що містить безштоковий пневмоциліндр, зовнішня твірна якого є циліндричною напрямною для вихідної ланки - каретки, що має магнітний зв'язок з поршнем, створений блоками постійних концентрично розташованих кільцевих магнітів, що входять до їх складу, блоки магнітів, що створюють магнітний зв'язок поршня і каретки, розміщені між блоками кільцевих концентрично розташованих постійних магнітів поршня і каретки, однойменні магнітні смуги яких знаходяться навпроти один одного і створюють магнітну опору, а внутрішні поверхні кільцевих магнітів каретки і зовнішня циліндрична напрямної утворюють газові (аеростатичні) радіальні опори, підведення повітря до розподільних кільцевих канавок яких, виконаних в розділяючих магніти кільцевих магнітопроводах, здійснюється через радіальні пази в магнітопроводах, кільцеві проточки і канали в каретці, поєднані плоским шлангом з живильними отворами в плоскій П-подібній напрямній, розташованій паралельно циліндричній напрямній і механічно з'єднаних з нею на кінцях поперечними траверсами.

Крім того, каретка забезпечена плоскими консолями, що охоплюють П-подібну напрямну і створюють з нею плоску замкнену газову (аеростатич-

ну) опору, підведення повітря до якої здійснюється по каналах в консолях, з'єднаних з каналом живлення радіальних опор, а плоский шланг, що підводить повітря каретці, виконаний багатоканальним, армований сталлю феромагнітною пружною стрічкою і розміщений в порожнині П-подібної напрямної з можливістю прилягання до плоского постійного магніта, закріпленого на донній поверхні порожнини по всій її довжині.

При порівнянні аналогів і прототипу з технічним рішенням, що пропонується видно, що останнє виявляє нові технологічні властивості, які полягають в наступному.

По-перше, забезпечується безконтактне розміщення вихідної ланки лінійного модуля на напрямних, що виключає утворення сил тертя, які негативно впливають на швидкість його переміщення, чутливість і точність позиціонування.

По-друге, наявність аеростатичних опор підвищує точність центрування вихідної ланки каретки відносно напрямних, що забезпечується за рахунок усереднення похибок їх виготовлення, а також поліпшує навантажувальні і динамічні характеристики.

По-третьє, наявність магнітних опор поршня забезпечує його точне центрування відносно дзеркала внутрішньої циліндричної напрямної, що виключає нерівномірний контакт ущільнюючих комірців манжет і поршня з нею, зменшує їх знос, отже, перетікання повітря, і позитивно впливає на їх довговічність і на динаміку приводу.

По-четверте, зменшення числа напрямних спрощує конструкцію, збирання і обслуговування модуля лінійних переміщень, знижує його металоемність, що спрощує вмонтованість в технологічне обладнання.

По-п'яте, використання багатоканального плоского шланга магнітно-стабілізованого відносно елементів модуля усуває можливість його пошкодження внаслідок провисання, забезпечує підведення робочого тіла (стисненого повітря) не тільки до вихідної ланки - каретки, але і до різних виконавчих пристроїв, що закріплюються на ній, наприклад, до аналогічного модуля з метою утворення двокоординатної позиціонуєчої системи.

На Фіг.1 представлений загальний вигляд модуля лінійних переміщень на основі безштокового пневмоциліндра; на Фіг.2 - переріз А-А на Фіг.1; на Фіг.3 - переріз Б-Б на Фіг.2; на Фіг.4 - переріз В-В на Фіг.3; на Фіг.5 - перетин Г-Г на Фіг.3; на Фіг.6 - розріз Д-Д на Фіг.2; на Фіг.7 - схема поляризації постійних кільцевих магнітів магнітних опор поршня з кареткою; на Фіг.8 - схема поляризації постійних кільцевих магнітів блоку магнітного зчеплення поршня з кареткою.

Модуль лінійних переміщень (Фіг.1) містить з'єднані між собою траверсами 1 безштоковий пневмоциліндр 2 і напрямну 3 на яких за допомогою циліндричної і плоскої газових опор змонтована рухома каретка 4. Підведення стислого повітря до газових опор здійснюється за допомогою гнучкого плоского багатоканального шланга 5 армованого сталлю стрічкою 6 (Фіг.1, 6), розміщеного в порожнині напрямної П-подібної форми 3 і закріпленого з кінців притискуєчими планками 7. За до-

помогою плоского магніта 8, закріпленого на донній поверхні порожнини П-подібної напрямної 3, шланг постійно утримується всередині порожнини напрямної при переміщенні каретки 4 в обох напрямках. Стальна стрічка 6 додає плоскому шлангу необхідну жорсткість, що виключає його провисання під дією сили ваги. Отвори 9 призначені для підведення стислого повітря до каналів 10 діаметром d плоского багатоканального шланга.

Радіальні газові опори довжиною L_1 каретки 4 (Фіг.3, 5) створені зовнішньою направляючою поверхнею тонкостінної немагнітної гільзи 11 пневмоциліндра діаметром D_2 і зверненими до неї поверхнями отворів кільцевих постійних магнітів 12 з розділюючими феромагнітними шайбами (магнітопроводами) 13, встановленими в отворі каретки.

Розподіляючі повітря кільцеві канавки 14 газових опор, які виконані на центральних розділюючих шайбах 13, з'єднані за допомогою радіальних пазів 15, кільцевих проточок 16 і каналу 17 в каретці з підвідними каналами 10 плоского шланга 5 (Фіг.2) [Подшипники с газовой смазкой. Под ред. Н.С. Грессема и Дж.У. Пауелла. - М: Мир, 1966 - 423 с.]. Відведення в атмосферу відпрацьованого повітря від газових опор проводиться за допомогою кільцевих проточок 18 і радіальних отворів 19, виконаних в каретці і в проміжкових кільцях 20 з немагнітного матеріалу (Фіг.3, 4), а також за допомогою подовжніх отворів 21 в каретці. Плоска замкнена газова опора 22 каретки (Фіг.1, 2) довжиною L_2 і шириною H має кармани 23 відповідно довжиною a і шириною b , підведення стислого повітря до яких здійснюється по каналах 24 в каретці [Программное управление станками: Учебник для ВУЗов / В.Л. Сосонкин, О.П. Михайлов, Ю.А. Павлов и др. - М.: Машиностроение, 1981. - с.30].

Поршень безштокового пневмоциліндра (Фіг.3), який розміщений всередині циліндричної напрямної 11, містить три блоки постійних кільцевих магнітів з розділюючими феромагнітними 25 і проміжковими немагнітними 26 шайбами і два плунжера 27 з манжетними ущільнювачами 28, стягнутими центральною немагнітною шпилькою 29.

Центральний блок кільцевих магнітів 30 поршня розміщений в площині розташування центрального блоку кільцевих магнітів 31 каретки. Відносно розташування полюсів кільцевих магнітів 30 і 31 центральних блоків, яке показано на Фіг.8, забезпечує магнітний силовий зв'язок поршня з кареткою. Два крайніх блоки постійних кільцевих магнітів 32 поршня (Фіг.3) розташовані навпроти крайніх блоків кільцевих магнітів 12 каретки таким чином, що їх однойменні полюси, направлені один до одного (Фіг.7), взаємодіють, тобто утворюють дві магнітні опори, що центрують поршень відносно магнітів каретки, отже, і гільзи 11.

Підведення повітря до поршня здійснюється через отвори 33 в заглушках 34 гільзи 11.

Відносно осьове розташування збірного поршня і каретки 4, яке показано на Фіг.3, характеризується концентричним розташуванням кільцевих магнітів 30 і 32 поршня і охоплюючих їх кільцевих магнітів 31 і 12 каретки відповідно, що досягається

взаємодією магнітних полів блоків магнітів 30 і 31 (Fig.8).

Функціонування модуля відбувається таким чином.

При подачі повітря до живильних отворів 9 (Fig.2), через канали 10 і 17, кільцеві проточки 16 і радіальні пази 15 в розподільні кільцеві канавки 14 радіальних газових підшипників довжиною L_1 , а через канали 24 в порожнині 23 плоскої газової опори 22, забезпечується левітація каретки 4 відносно зовнішньої циліндричної напрямної гільзи 11 і поверхонь площини напрямної 3.

Таким чином досягається високоточне центрування каретки відносно напрямних без механічного контакту з ними, що є однією з відомих основних переваг радіальних аеростатичних (газових) опор.

Взаємодія магнітних полів блоків магнітів 12 і 31 (Fig.7) забезпечує центрування збірного поршня відносно осі каретки, отже, і відносно внутрішньої циліндричної напрямної гільзи 11. Внаслідок цього усувається механічний контакт плунжерів 27 поршня з напрямною, тобто поршень фактично левітує відносно поверхні напрямної, і тільки комірці кільцевих манжетних ущільнень 28 входять в контакт з напрямною (діаметр блоків кільцевих магнітів і проставок поршня гарантовано менше діамет-

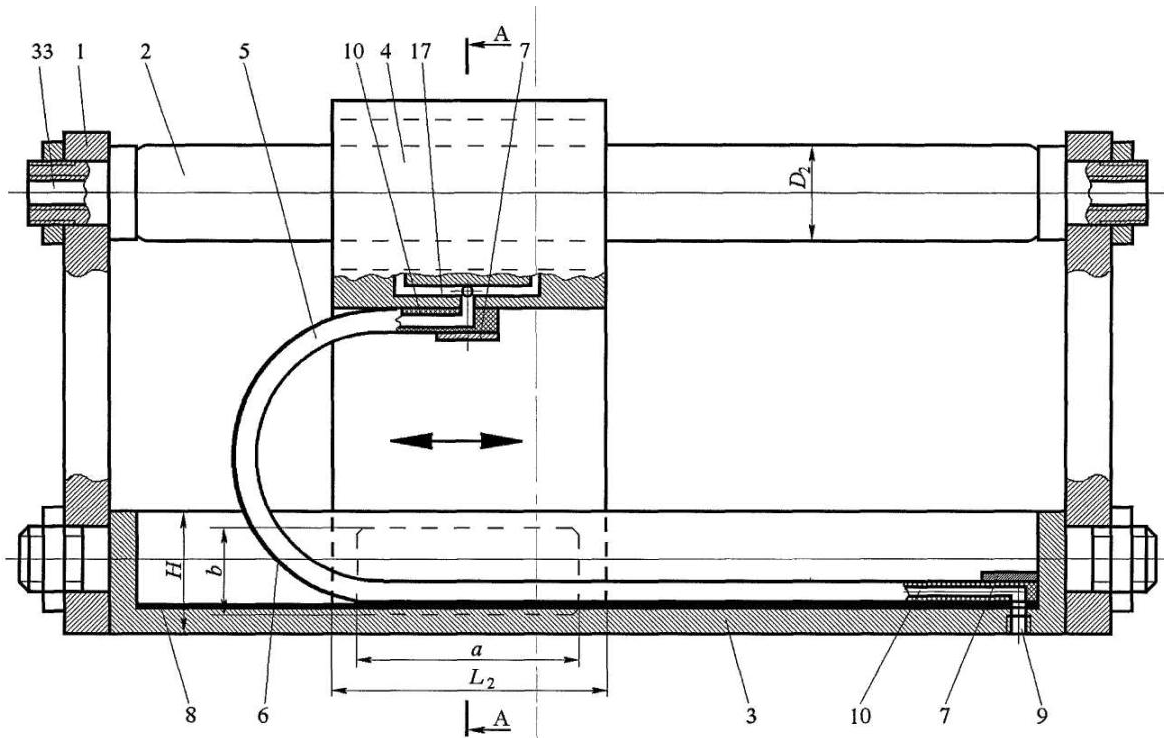
ра плунжерів).

При подачі повітря до живильних отворів 33 в пробках (заглушках) 34 гільзи 11 відбувається переміщення збірного поршня у відповідному напрямі, який, завдяки взаємодії магнітних полів, що створюються блоками кільцевих магнітів 30 і 31, захоплює за собою каретку 4.

Відсутність тертя між поверхнями напрямних, каретки і поршня дозволяє отримувати більш високі швидкості переміщення, зменшити витрату повітря, що є дуже дорогим енергоносієм, а також збільшити термін служби модуля переміщень. Значно поліпшується динаміка модуля, що використовується в якості пневмопривода, що стежить, так як зменшення сил тертя приводить до зниження порога чутливості, отже, до зниження впливу стислості повітря на точність обробки необхідних величин переміщення поршня з кареткою.

Забезпечується рівномірне прилягання ущільнюючих комірців манжет до дзеркала напрямної, що підвищує термін їх служби і позитивно впливає на динаміку приводу, знижує перетікання повітря.

Наявність другої плоскої напрямної дозволяє розширити автономність безштокових пневмоприводів з магнітним зв'язком, оскільки на ній легко можна розміщувати вбудовані датчики контролю переміщення каретки (аналогові, цифрові).



Фіг. 1

