



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 56904

(13) A

(51) 7 G01N27/90

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) МЕХАНІЗМ КОАКСІАЛЬНОГО СТИКУВАННЯ

1

2

(21) 2002108627

(22) 30 10 2002

(24) 15 05 2003

(46) 15 05 2003, Бюл. № 5, 2003 р.

(72) Мозжухін Анатолій Олександрович, Кобрянський Володимир Львович, Найда Володимир Львович

(73) Мозжухін Анатолій Олександрович, Кобрянський Володимир Львович, Найда Володимир Львович

(57) 1 Механізм коаксіального стикування, наприклад, при з'єднанні уздовж осі елементів типу штиря та отвору, один з яких містить хоча б фаску або конус, що має корпус і шарнір з двома ступенями свободи та розміщений в шарнірі штиря, який відрізняється тим, що шарнір змонтований в корпусі з можливістю пересування відносно нього перпендикулярно осі штиря в будь-якому напрямі.

2 Механізм по п. 1, який відрізняється тим, що шарнір має наріжну обойму з розширенням типу фланець, а корпус має порожнину з двома паралельними стінками, поміж яких розміщений зазначений фланець.

3 Механізм по п. 2, який відрізняється тим, що поміж фланцем шарніру та паралельними стінка-

ми порожнини корпусу розміщені підшипники котіння чи ковзання.

4 Механізм по п. 3, який відрізняється тим, що підшипник котіння виконаний у формі сепаратора з кульками, які розміщені поміж фланцем і паралельними стінками корпусу з можливістю пересування в площині, перпендикулярній осі штиря, у будь-якому напрямі, при цьому сепаратор зв'язаний з корпусом щонайменш трьома пружинами розтягування, радіально орієнтованими від осі штиря.

5 Механізм по п. 1, який відрізняється тим, що в корпусі виконані щонайменш дві кільцеві канавки, в яких розміщені пружини розтягування, зігнуті і з'єднані своїми торцями один до одного таким чином, що вони утворюють кільця, які впритул і з натягом охоплюють внутрішню циліндричну поверхню канавки, при цьому канавки мають прорізи, в котрих розміщені кільця, які по наріжному діаметру є охоплюваними пружинами, а по внутрішньому діаметру охоплюють штиря.

6 Механізм по п. 5, який відрізняється тим, що пружини розтягування мають в поперечному перерізі форму сплющеного кола або близьку до прямокутника з заокругленими кутами.

Винахід відноситься до механізмів коаксіального стикування при з'єднанні уздовж осі охоплюваних деталей з тими, що охоплюють, наприклад, елементів типу штиря і отвору, які у початковому стані мають відхилення від співвісності та паралельності, насамперед до механізмів подачі датчиків для вихорострумового контролю в отвори колекторів парогенераторів атомних електростанцій (АЕС), але може бути застосований у інших галузях де виникає потреба з'єднання не співвісних елементів конструкцій.

Відомі конструкції механізмів стикування космічних кораблів "Союз", (див. В.С. Сыромятников. Стыковочные устройства космических аппаратов М "Машиностроение", 1984, стор. 18, Рис. 17, стор. 20 - 21, Рис. 18) де використовуються прийомний конус з циліндричним отвором на пасивному апараті, і штанга (штиря) для зчленування,

яка закріплена на корпусі активного апарата зі змогою демпфування ударних навантажень (тут і далі терміни "штанга" і "штиря" мають лише одну різницю "штанга" - це назва штиря у конкретній конструкції, на яку робиться посилення, а "штиря" це загальна назва конструктивного елементу, що підтверджується у зазначеній книзі при узагальнюючих поясненнях (див. там же стор. 21, 3-й абзац низу). Енергія зчленування поглинається не тільки демпфером при пересуванні штанги відносно корпусу уздовж своєї осі, але й деформацією штанги та інших деталей (див. там же стор. 18, 2-й абзац низу). Така конструкція дуже складна і непридатна для умов, де потрібна осьова усталеність штиря, наприклад, для вихорострумового контролю, коли рівномірність переміщення і жорсткий кінематичний зв'язок штиря датчика з приводом його пересування забезпечують точність ко-

(13) A

(11) 56904

(19) UA

ординат знайдених дефектів, тому коливання штиря уздовж осі відносно корпусу неприпустиме

Відома також конструкція стикувальних пристроїв космічного комплексу "Салют"- "Союз" (див там же стор 24, Рис 1 11, стор 85, Рис 3 7, стор 149, Рис 5 9-6) де пасивний апарат також має прийомний конус з циліндричним отвором, а на активному апараті штанга для зчленування закріплена на шарнірі та підтримується в нульовому положенні демпферами. При цьому шарнір жорстко змонтований на корпусі апарата, а демпфери, що з'єднують корпус зі штангою, орієнтовані по суті тангенціально відносно шарніру.

Така конструкція обумовлена тим, що насамперед передбачувана не співвісність і непаралельність апаратів потребує при стикуванні подолання цих двох ускладнюючих факторів. Але в космічній практиці це нелегко вдається навіть з декількох спроб, бо штир має тільки 2 ступеня свободи, як передбачені шарніром. Саме це й спонукає до використання великих конусів і міцних штанг, бо удари при стикуванні не тільки випробують осьову усталеність штанги, але призводять до значних вигинів, що спроможні вивести з ладу механізми розміщені усередині штанги. І все ж таке технічне рішення в умовах космічної необмеженості простору і часу спроможне було вирішувати задачу стикування попри значні інерційні навантаження навіть у невагомості.

Але така конструкція зовсім непридатна в умовах, наприклад, при вихорострумовому контролі перемичок колекторів парогенераторів АЕС, коли необхідно послідовно виконувати стикування датчика, що має форму штиря, з отворами, майже впритул розташованими один до одного. Отвори, яких в одному колекторі 11 тисяч, не завжди радіальні відносно осі колектора, як і не безпомилкова рівномірність шагу розташування отворів. Вважаючи потрібну швидкість контролю в умовах зупиненого на профілактичні роботи реактора АЕС, стикування штиря датчика з отворами мусить виконуватись за доли секунди. До ускладнень задачі треба віднести те, що штир датчика не виносить великих навантажень або вигину, бо всередині його розташовані деталі, що обертаються з високою швидкістю (3000об/хв). Крім того механізм подачі в земних гравітаційних умовах має мати опору і не може повертатися за штирем у будь-який бік як космічний апарат на навколоземній орбіті. До ускладнюючих вимог треба також віднести те, що стикування в умовах високої радіоактивності мусить піддаватись автоматизації, а подача датчика в отвір забезпечувати рівномірну швидкість, від якої залежить якість сигналу про наявність дефектів. До того ж датчик подається в отвір концентрично без зсуну, для чого має центрувальну головку рівного з отвором діаметру.

В основу винаходу поставлена задача забезпечити легке коаксіальне стикування штиря вихорострумового датчика з отворами підконтрольного об'єкта, які у початковому стані мають відхилення від співвісності та паралельності відносно штиря, і підвищити продуктивність контролю.

Суть винаходу полягає в тому, що у відомому механізмі коаксіального стикування, наприклад, при з'єднанні уздовж осі елементів типу штиря та

отвору, один з яких хоча б містить конус або фаску, що має корпус і шарнір з двома ступіннями свободи та розміщений в шарнірі штир, згідно винаходу шарнір змонтований в корпусі зі змогою пересування відносно нього перпендикулярно осі штиря в будь-якому напрямі.

Другою відмінною ознакою є те, що відповідно винаходу шарнір має наріжну обойму з розширенням типу фланець, а корпус має порожнину з двома паралельними стінками, поміж яких розміщений зазначений фланець.

Ще однією відмінною ознакою є те, що відповідно винаходу поміж фланцем шарніру та паралельними стінками порожнини корпусу розміщені підшипники катання чи ковзання.

Ще одна відмінність полягає в тому, що відповідно винаходу підшипник катання виконаний у формі сепаратора з кульками, які розміщені поміж фланцем і паралельними стінками корпусу з можливістю пересування в площині перпендикулярній осі штиря у будь-якому напрямі, при цьому сепаратор зв'язаний з корпусом по меншій мірі трьома пружинами розтягування, радіально орієнтованими від осі штиря.

Відмінність є також в тому, що відповідно винаходу в корпусі виконані по меншій мірі дві кільцеві канавки, в яких розміщені пружини розтягування, зігнуті і з'єднані своїми торцями один до одного, таким чином, що вони утворюють кільця, які впритул і з натягом охоплюють внутрішню циліндричну поверхню канавки, при цьому канавки мають прорізи, в котрих розміщені кільця, які по наріжному діаметру є охоплюваними пружинами, а по внутрішньому охоплюють штир.

Ще однією відмінною ознакою є те, що відповідно винаходу пружини розтягування мають в поперечному перетині форму сплющеного кола, або близьку до прямокутника з заокругленими кутами.

Загальна принципова схема конструкції механізму подана на фігурі 1. Механізм має корпус 1, шарнір 2 з двома ступіннями свободи та розміщений в шарнірі штир 3, який мусить зістикуватись з отвором 4. Наріжна обойма шарніру 2 має розширення у вигляді фланця 5, який міститься в порожнині 6, утвореній в корпусі 1 двома паралельними стінками 7 поміж яких розміщений фланець 5.

Поміж фланцем 5 та паралельними стінками 7 розміщені підшипники катання чи ковзання. Ліворуч від фланця у наведеному прикладі показано підшипник катання, виконаний у формі сепаратора 8 з кульками 9, праворуч — підшипник ковзання у вигляді кільця 10, виконаного із матеріалу з низьким коефіцієнтом тертя, наприклад фторопласту. Підшипники розміщені поміж фланцем 5 шарніру 2 і паралельними стінками 7 корпусу 1 таким чином, що фланець 5 має можливість пересування в площині перпендикулярній його осі у будь-якому напрямі в межах порожнини 6, бо не має обмежень в радіальному напрямі окрім меж самої порожнини 6. Очевидно, що фланець може пересуватись тільки разом з шарніром та штирем. Для утримання сепаратора 8 в початковому положенні відносно корпусу 1 і шарніру 2 він зв'язаний з корпусом по меншій мірі трьома пружинами розтягування 11, радіально орієнтованими від осі штиря.

В корпусі 1 виконані дві кільцеві канавки 12 і

13, в яких розміщені пружини розтягування 14 і 15, зігнуті в кільця так, що їх торці зійшлися, і в такому стані з'єднані одне до одного. На фігурі 2 і 3 показано перетин по А-А, на якому видно з'єднання торців пружин. Утворені таким чином кільця, впритул і з натягом охоплюють внутрішні циліндричні поверхні 16 канавок 12 і 13. Канавки 12 і 13 мають кільцеві прорізи 17 і 18, в котрих розміщені кільця 19 і 20, які по наріжному діаметру є охоплюваними пружинами 14 і 15, а по внутрішньому охоплюють штир 3 в тій його частині, що міститься всередині корпусу 1. На наведеному прикладі штир 3 має ступінчасту форму, таку як вихорострумів датчики, у яких в потовщеній частині розміщуються технологічні елементи.

Пружинні кільця 14 і 15 можуть виконуватись із звичайних циліндричних пружин розтягування. Проте доцільніше для зменшення габаритів механізму виконувати їх в поперечному перетині у формі сплющеного кола, або прямокутника із заокругленими кутами, як показано на фігурі 1. Тоді кільцеві канавки 12 і 13 можна робити меншими в радіальному напрямі, залишаючи необхідний простір навколо пружин для їх розтягування при роботі.

На фігурі 3 зображені технологічні функції механізму на прикладах стикування штиря з не співвісним (Фіг 4 і 6) або з непаралельним (Фіг 5 і 7) отвором, для зчленування з якими штир мусить відхилитись від свого нульового положення паралельно собі чи повертатися в будь яку сторону, або те й друге разом. В наведених прикладах штир показано з конусовою насадкою на кінці. Таку еластичну пластмасову насадку має датчик вихорострумів контролю колекторів парогенераторів АЕС, для якого саме і розроблено цей механізм. В інших випадках конус може бути на отворі, або можуть бути фаски на отворі і штирі одноразово.

Механізм працює так. Штир 3 подається в отвір 4 уздовж своєї осі, як показано на фігурах 4, 5, 6, 7. При відхиленні від паралельності чи концентричності отвору відносно штиря, або наявності обох цих факторів, штир 3 натикається вхідним конусом на край отвору 4 і завдяки зусиллю штовхання отримує момент сил, який прагне відкрити його в бік від місця контакту. Цей момент передається від штиря зв'язаному з ним сферичному шарніру 2, який дає змогу штирю 3 повернутися навкруг центру шарніру в будь який бік. По мірі просування штиря в не співвісний йому отвір виникає необхідність зміщення штиря в напрямку перпендикулярному його нульовому положенню до досягнення повної концентричності штиря і отвору. Така можливість забезпечується переміщенням шарніру 2 завдяки фланцю 5 в порожнині 6 поміж підшипниками 9 і 10 уздовж паралельних стінок 7 порожнини 6. Всередині корпусу 1 зміщення штиря 3 від свого нульового положення викликає пере-

міщення разом з ним кільця 19 і 20, які в свою чергу, натискаючи на пружини 14 і 15, розтягують їх і віддаляють від охоплюваних ними з натягом внутрішніх циліндричних поверхонь 16 канавок 12 і 13. На фігурі 2 в перетині А-А видно нульове положення штиря, при якому забезпечується рівномірний по колу пружини простір і поза її межами в радіальному напрямку. На фігурі 3 доказано як штир 3 змінив своє положення на відстань  $\delta$ . При цьому кільце 19 разом зі штирем відхилилось від свого початкового положення розтягуючи пружину 14 в один бік. На фігурі видно, що в напрямку просування штиря відстань від пружини до корпусу скоротилася до  $l_1$ , а з протилежного боку залишилася  $l$ , тобто не змінилася, бо з того боку пружина спирається на циліндричну поверхню 16.

Така конструкція дозволяє штирю коаксіальне стикування з отвором, який у початковому стані мав відхилення у співвісності і паралельності відносно нього. Завдяки двом ступеням свободи в сферичному шарнірі штир має змогу відхилитися від свого нульового положення на певний кут. Додаткові два ступеня свободи в перпендикулярній до його осі площині дозволяють йому міняти своє положення паралельно початковому стану. В сукупності чотири ступеня свободи дають штирю змогу займати в заданих межах будь яке положення і надійно стикуватись з отворами.

Важливим фактором для надійного стикування є те, що в осьовому напрямку штир жорстко закріплений і не має змоги осьового руху відносно корпусу. При використанні механізму для вихорострумів контролю це має особливе значення тому, що можливі коливання штиря відносно корпусу порушують кінематичний зв'язок датчика з приводом подачі і впливають на достовірність результатів контролю. Усталене положення штиря відносно корпусу в напрямку стикування при пошуку в металах дефектів забезпечує точне визначення їх розмірів і координат розташування.

При зворотному поверненні штиря і виходу з отвору кільцеві пружини 14 і 15 повертають штир в початковий стан, який забезпечується з високою точністю зусиллям натягу пружин та відсутністю в запропонованій конструкції значних зусиль тертя. Завдяки пружинам 11 контролюється повернення в нейтральне положення сепаратора 8 з кульками 10. Надійне повернення штиря в нульову позицію - необхідна умова для автоматизації контролю об'єктів типу "трубних дощок" з великою кількістю отворів. Це дає можливість забезпечити високу продуктивність процесу з автоматизацією переходу датчика з отвору на отвір.

Ефективність запропонованого механізму експериментально доведено на виготовленому дослідному зразку, який пройшов випробування в виробничих умовах на парогенераторах реакторів Запорізької АЕС.



