



УКРАЇНА

(19) UA (11) 65402 (13) U  
(51) МПК  
F16J 15/34 (2006.01)  
F04D 13/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) МЕХАНІЧНЕ ТОРЦЕВЕ УЩІЛЬНЕННЯ

1

2

(21) u201104373

(22) 11.04.2011

(24) 12.12.2011

(46) 12.12.2011, Бюл. № 23, 2011 р.

(72) СТЕЦЕНКО ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, БІЛОКІНЬ  
ІГОР ІВАНОВИЧ

(73) СТЕЦЕНКО ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, БІЛОКІНЬ  
ІГОР ІВАНОВИЧ

(57) 1. Механічне торцеве ущільнення, що містить необертове кільце тертя, нерухомо установлене у корпусі, обертове кільце тертя, виконане у вигляді втулки із заплечиком, установлене на валу в контакті з необерт看им кільцем тертя, кільцевий упорний елемент у вигляді шайби, зафіксований на валу стопорним кільцем, еластичний сильфон, який включає центральну тонкостінну гнучку частину, виконану з гофром, і два приєднувальних розширених кінці, один з яких герметично установлений на валу, а другий виконаний із заплечиком і циліндричною зовнішньою бічною поверхнею, установлений на обертовому кільці тертя в контакті з його заплечиком і зовнішньою бічною поверхнею, та циліндричну гвинтову пружину стиску, роз-

ташовану навкруги еластичного сильфона і обертового кільця тертя, яке **відрізняється** тим, що приєднувальний кінець еластичного сильфона, установлений на валу, виконаний із заплечиком і циліндричною зовнішньою бічною поверхнею, приєднувальний кінець еластичного сильфона, установлений на обертовому кільці тертя, виконаний з радіальним виступом, на зовнішній бічній поверхні обертового кільця тертя виконана кільцева канавка, радіальний виступ приєднувального кінця еластичного сильфона, установленого на обертовому кільці тертя, розташований у кільцевій канавці обертового кільця тертя, циліндрична гвинтова пружина стиску розташована в безпосередньому контакті із заплечиками еластичного сильфона і зовнішніми бічними поверхнями його приєднувальних кінців.

2. Механічне торцеве ущільнення за п. 1, яке **відрізняється** тим, що торцеві поверхні тертя ковзання обертового і необерт看ого кілець тертя виконані з композиційних матеріалів на основі твердих сплавів.

Корисна модель належить до галузі гідромашинобудування, а саме до одинарних торцевих ущільнень обертових валів, і може бути використана для утворення непроникного для рідини з'єднання між обертовими валами та корпусами заглублених електродвигунів, призначених для приводу насосів для відкачування рідини із свердловин, колодязів і т. ін.

Відомо механічне торцеве ущільнення вала заглубного електродвигуна, що містить необертове кільце тертя, нерухомо установлене в корпусі, обертове кільце тертя із зовнішнім кільцевим розточенням, установлене на валу в контакті з необерт看им кільцем тертя, кільцевий упорний елемент, зафіксований на валу стопорним кільцем, циліндричну гвинтову пружину стиску, розташовану між упорним елементом і обертовим кільцем тертя, два еластичних ущільнювальних кільця і шайбу з кільцевим виступом. Обертове кільце тертя і пружина стиску установлені в обоймі, щільно притис-

нутій відігнутих кінцям до упорного елемента через одне з еластичних ущільнювальних кілець. Друге еластичне ущільнювальне кільце розміщене у внутрішній кільцевій розточці обертового кільця тертя і підтиснуте пружиною стиску за допомогою шайби з кільцевим виступом. [Авт. св-во СРСР № 1551920, кл. F16J 15/34, опубл. 23.03.1990].

Недоліком відомого механічного торцевого ущільнення є недостатньо надійна фіксація обойми до валу, внаслідок чого обойма разом з обертовим кільцем тертя обертається з меншою швидкістю, ніж швидкість обертання вала. Це призводить до проковзування обох еластичних ущільнювальних кілець. Крім того, може виникати проковзування шайби з кільцевим виступом відносно еластичного ущільнювального кільця, розташованого у кільцевій розточці обертового кільця тертя. В результаті скорочується термін служби торцевого ущільнення.

(13) U

(11) 65402

(19) UA

Відомі конструкції механічних торцевих ущільнень сильфонного типу забезпечують більш надійне механічне з'єднання обертового кільця тертя з валом, що сприяє збільшенню терміну служби та надійності роботи механічного торцевого ущільнення [див. авт св-во СРСР №№ 826792, 1272823, патенти України №№ 1260 (U), 508856 (C2), патент Російської Федерації № 2179676 (C2)]. У відомих механічних торцевих ущільненнях сильфонного типу необхідне для нормальної роботи торцевого ущільнення з'єднання обертового вала з обертовим кільцем тертя здійснюється з використанням обтискних втулкових та інших елементів, які взаємодіють з циліндричною пружиною стиску, установленю між упорним елементом і обертовим кільцем тертя.

Відоме механічне торцеве ущільнення вала заглибного електродвигуна, що містить необертове кільце тертя, нерухомо установлене в корпусі, обертове кільце тертя з внутрішнім ступінчастим кільцевим розточенням, установлене на валу в контакт з необертовим кільцем тертя, кільцевий упорний елемент у вигляді шайби, зафіксований на валу стопорним кільцем, циліндричну гвинтову пружину стиску, розташовану між упорним елементом і обертовим кільцем тертя, та еластичний сильфон. Еластичний сильфон піджати пружиною стиску одним кінцем через установлену в ступінчастій кільцевій розточці обтискну шайбу, закріплену розпірним кільцем, до обертового кільця тертя, а другим кінцем за допомогою опорної втулки із запличиком - до вала. Пружина стиску взаємодіє одним кінцем із запличиком опорної втулки, а другим кінцем - із обтискною шайбою. Той кінець еластичного сильфона, що контактує з обертовим кільцем тертя, виконаний із зовнішнім кільцевим буртом, розміщеним у ступінчастому кільцевому розточенні в контакт з обтискною шайбою. [Патент України № 1260 (U), кл. F16J 15/34, опубл. 17.06.2002].

Недоліками відомого механічного торцевого ущільнення є складність конструкції кріплення еластичного сильфона в обертовому кільці тертя, упорного елемента із запличиком і установлення цього упорного елемента в еластичний сильфон, що знижує технологічність і збільшує трудомісткість виготовлення механічного торцевого ущільнення. До того ж, недостатньо надійна герметизація з'єднання кінців еластичного сильфона з валом і обертовим кільцем тертя. Механічна міцність кріплення еластичного сильфона до вала забезпечується головним чином його натягом, яке в процесі експлуатації поступово зменшується і потім зникає через старіння еластомуру еластичного сильфона. Геометрична конфігурація еластичного сильфона складна, що також знижує надійність його функціонування. У зв'язку з цим відоме механічне торцеве ущільнення недостатньо надійне в роботі, особливо при тривалій експлуатації.

Відомо механічне торцеве ущільнення для валів, що містить необертове кільце тертя, нерухомо установлене в корпусі, обертове кільце тертя, установлене на валу в контакт з необертовим кільцем тертя, кільцевий упорний елемент у вигляді шайби, зафіксований на валу стопорним кі-

льцем, циліндричну гвинтову пружину стиску, складену обтискну втулку та еластичний сильфон. Еластичний сильфон включає тонку гнучку центральну частину і два розширених приєднувальних кінці, один з яких служить для з'єднання з валом, другий - для з'єднання з обертовим кільцем тертя. Кінець еластичного сильфона, який служить для з'єднання з валом, установлений упритул до вала та упорної шайби. Протилежний розширений кінець еластичного сильфона розташований навкруги зовнішньої поверхні обертового кільця тертя упритул до неї. Кінець тонкостінної гнучкої центральної частини еластичного сильфона, суміжний з цим розширеним кінцем еластичного сильфона, розташований в контакт з торцем обертового кільця тертя. Складена обтискна втулка виконана з двох взаємно рухомих у вісному напрямку ступінчастих тонкостінних втулок, кожна з яких містить ступінь більшого діаметру і ступінь меншого діаметру, з'єднаних одна з одною своїми ступенями меншого діаметру шліцьовим з'єднанням із зазором у вісному напрямку. Розширені приєднувальні кінці еластичного сильфона охоплені з їх зовнішнього боку ступенями більшого діаметру обох втулок і охоплені з їх торців перехідними ділянками втулок від ступеня одного діаметру до ступеня другого діаметру. Циліндрична пружина стиску установлена навкруги тонкостінної гнучкої центральної частини еластичного сильфона і упирається протилежними торцями у перехідні ділянки втулок. [Патент Російської Федерації № 2179676 (C2), кл. F16J 15/34, опубл. 20.02.2002].

Одним з недоліків відомого механічного торцевого ущільнення є відсутність гофри в центральній тонкостінній гнучкій частині еластичного сильфона, що обмежує вісне переміщення обертового кільця тертя, тим самим обмежуючи галузі застосування, а при значній виробленості поверхонь тертя обертового і необертового кілець пари тертя ковзання торцевого ущільнення призводить до зниження надійності ущільнення. Крім того, виконання циліндричної пружини стиску з таким зовнішнім діаметром і таке її розташування, що вона охоплює тільки центральну тонкостінну гнучку частину еластичного сильфона, призводить до значного збільшення зусилля пружини при незначному вісному переміщенні витків, викликаючи різке збільшення питомих навантажень на поверхні тертя в парі тертя ковзання, а отже виникає перегрів і передчасний вихід торцевого ущільнення з ладу. Наявність складеної обтискної втулки, що складається з двох ступінчастих втулок, які працюють у режимі взаємного зчеплення шлицевим з'єднанням, збільшує трудомісткість виготовлення і складання, знижує технологічність конструкції у цілому.

Як найближчий аналог корисної моделі, що заявляється, вибрано механічне торцеве ущільнення для вала заглибного електродвигуна [патент України № 50856 (C2), кл. F16J 15/34, опубл. 15.11.2002], що містить необертове кільце тертя, нерухомо установлене в корпусі, обертове кільце тертя, виконане у вигляді втулки із запличиком, установлене на валу в контакт з необертовим кільцем тертя, кільцевий упорний елемент у ви-

гляді шайби, зафіксованої на валу стопорним кільцем, циліндричну гвинтову пружину стиску, складену обтискну втулку із заплечиками, утворену з двох втулкових частин, з'єднаних між собою з можливістю вісного переміщення, і еластичний сільфон, піджятий одним кінцем до вала, а другим кінцем до обертового кільця тертя складеною обтискною втулкою. Еластичний сільфон включає центральну тонкостінну гнучку частину, виконану з гофром, і два приєднувальних розширених кінці, один з яких герметично установлений на валу, а другий, виконаний із заплечиком і циліндричною зовнішньою бічною поверхнею, установлений на обертовому кільці тертя в контакт з його заплечиком і зовнішньою бічною поверхнею. Циліндрична пружина стиску установлена навкруги обтискної втулки, еластичного сільфона і обертового кільця тертя в контакт з заплечиками обтискної втулки. Внутрішня поверхня тієї частини складеної обтискної втулки, яка підтискує еластичний сільфон до вала, і та, що контактує з нею, зовнішня поверхня еластичного сільфона виконані у вигляді зрізаних конусів, більшою основою направлених від кілець тертя. На внутрішній циліндричній поверхні тієї частини складеної обтискної втулки, яка підтискує еластичний сільфон до обертового кільця тертя, по твірній виконані циліндричні упори, з можливістю установки у відповідних радіусних пазах, що є на той, що контактує з нею, зовнішній поверхні другої частини втулки. На конічній поверхні частини обтискної втулки, яка контактує з еластичним сільфоном, виконані насічки, рівномірно розташовані по твірній конічній поверхні.

У відомому механічному торцевому ущільненні, обраному за найближчий аналог корисної моделі, що заявляється, частково усунені недоліки попереднього вищеописаного аналога. Так, виконання еластичного сільфона з гофром у центральній гнучкій тонкостінній його частині забезпечує можливість вісного зміщення обертового кільця тертя на достатню відстань при виробленості поверхонь тертя обертового і необертового кілець тертя. Крім того, зменшується величина питомих навантажень на поверхні тертя кілець тертя, що збільшує термін служби торцевого ущільнення. Однак конструкція торцевого ущільнення є трудомісткою у виготовленні, що знижує її технологічність, і недостатньо надійною у роботі при тривалій експлуатації через недостатнє, для забезпечення герметичності між валом і еластичним сільфоном, радіальне зусилля, що створюється циліндричною пружиною стиску через обтискну втулку на поверхню еластичного сільфона, виконаного у вигляді зрізаного конуса, для притиснення еластичного сільфона до вала, наслідком чого є порушення взаємного з'єднання елементів торцевого ущільнення, яке призводить до передчасного виходу з ладу торцевого ущільнення.

В основу корисної моделі поставлена задача створити таке механічне торцеве ущільнення, в якому б нова форма виконання еластичного сільфона і обертового кільця тертя, нове розташування циліндричної пружини стиску відносно приєднувальних розширених кінців еластичного сільфона і нова форма взаємозв'язку з ними забезпечували

підвищення надійності роботи торцевого ущільнення та його терміну служби одночасно з підвищенням технологічності та зменшенням поперечних габаритних розмірів за рахунок підвищення надійності та стабільності у часі з'єднання вала з еластичним сільфоном і обертовим кільцем тертя при збереженні герметичності ущільнення по валу і за рахунок зменшення кількості складових елементів у конструкції торцевого ущільнення.

Поставлена задача вирішується тим, що в механічному торцевому ущільненні, яке містить необертове кільце тертя, нерухомо установлене в корпусі, обертове кільце тертя, виконане у вигляді втулки із заплечиком, установлене на валу в контакт з необертовим кільцем тертя, кільцевий упорний елемент у вигляді шайби, зафіксованої на валу стопорним кільцем, еластичний сільфон, який включає центральну тонкостінну гнучку частину, виконану з гофром, і два приєднувальних розширених кінці, один з яких герметично установлений на валу, а другий, виконаний із заплечиком і циліндричною зовнішньою бічною поверхнею, установлений на обертовому кільці тертя в контакт з його заплечиком і зовнішньою бічною поверхнею, і циліндричну гвинтову пружину стиску, розташовану навкруги еластичного сільфона і обертового кільця тертя, згідно з корисною моделлю, приєднувальний кінець еластичного сільфона, установлений на валу, виконаний із заплечиком і циліндричною зовнішньою бічною поверхнею, приєднувальний кінець еластичного сільфона, установлений на обертовому кільці тертя, виконаний з радіальним виступом, на зовнішній бічній поверхні обертового кільця тертя виконана кільцева канавка, радіальний виступ приєднувального кінця еластичного сільфона, установленного на обертовому кільці тертя, розташований у кільцевій канавці обертового кільця тертя, циліндрична гвинтова пружина стиску розташована у безпосередньому контакт з заплечиками еластичного сільфона і зовнішніми бічними поверхнями його приєднувальних кінців.

Крім того, згідно з корисною моделлю, торцеві поверхні тертя ковзання обертового і необертового кілець тертя виконані з композиційних матеріалів на основі твердих сплавів.

Виконання приєднувального кінця еластичного сільфона, установленного на валу, із заплечиком і циліндричною зовнішньою бічною поверхнею дає можливість розмістити циліндричну гвинтову пружину стиску в безпосередньому контакт з заплечиками еластичного сільфона і зовнішньою бічною поверхнею його приєднувальних кінців. При цьому пружина упирається торцями в заплечики еластичного сільфона, притискуючи їх відповідно до упорної шайби та заплечика обертового кільця тертя, що забезпечує фіксацію вісного положення еластичного сільфона. Наявність гофра в центральній частині еластичного сільфона забезпечує постійне притиснення одна до одної торцевих поверхонь тертя ковзання обертового і необертового кілець тертя за рахунок розтягування еластичного сільфона у вісному напрямку по мірі зношення тертьових поверхонь. Крайні витки пружини опираються своєю внутрішньою поверхнею на цилін-

дричні зовнішні бічні поверхні приєднувальних кінців еластичного сільфона, прикладаючи до них радіальне зусилля, яке запобігає їх радіальному зміщенню. При цьому, завдяки виключенню проміжних обтискних конструктивних елементів між еластичним сільфоном і циліндричною гвинтовою пружиною стиску, стає можливим застосувати пружину меншого діаметру і тим самим збільшити, у порівнянні з найближчим аналогом, зусилля притиску еластичного сільфона до валу та до обертового кільця тертя, внаслідок чого збільшується герметичність з'єднання сільфона з валом і надійність зчеплення вала з еластичним сільфоном і з обертовим кільцем тертя через еластичний сільфон, без збільшення створюваного пружиною питомого контактного тиску на тертьові контактні поверхні кільця тертя. Завдяки цьому підвищується надійність роботи торцевого ущільнення. Виконання приєднувального кінця еластичного сільфона, установленного на обертовому кільці тертя, з радіальним виступом, виконання на зовнішній бічній поверхні обертового кільця тертя кільцевої канавки і розміщення радіального виступу приєднувального кінця еластичного сільфона у кільцевій канавці обертового кільця тертя забезпечує надійну фіксацію положення еластичного сільфона на обертовому кільці тертя від вісного зміщення. При такому конструктивному виконанні торцевого ущільнення виключення обтискних елементів дозволяє спростити конструкцію і за рахунок цього додатково підвищити її надійність, а також технологічність, та зменшити поперечні габаритні розміри. Таким чином, забезпечується підвищення надійності роботи торцевого ущільнення і його терміну служби одночасно зі зменшенням його поперечних габаритних розмірів і підвищенням технологічності.

Крім того, виконання торцевих поверхонь тертя ковзання обертового і необертового кільця тертя з композиційних матеріалів на основі твердих сплавів дозволяє зменшити зношення цих поверхонь під дією твердих механічних домішок і тим самим підвищити надійність роботи та термін служби механічного торцевого ущільнення, яке працює в контакт з навколишньою рідиною з високим вмістом твердих механічних домішок.

Суть корисної моделі пояснюється конкретним прикладом її здійснення і фігурою креслення, на якій показаний загальний вигляд збоку в розрізі механічного торцевого ущільнення в зборі згідно з корисною моделлю, установленного на обертовому валу.

Механічне торцеве ущільнення в зборі містить необертове кільце тертя 1, обертове кільце тертя 2, кільцевий упорний елемент, виконаний у вигляді упорної шайби 3, стопорне кільце 4, еластичний сільфон 5, циліндричну гвинтову пружину 6 стиску і еластичне ущільнювальне кільце 7.

Необертове кільце тертя 1 нерухомо установлене у корпусі 8, причому його нерухоме з'єднання з корпусом 8 герметизоване ущільнювальним кільцем 7, наприклад гумовим ущільнювальним кільцем. Обертове кільце тертя 2, виконане у вигляді втулки із заплечиком 9, установлене на валу 10 із зазором (на фігурі креслення не показаний) в

контакті з нерухожим кільцем тертя 1. Упорна шайба 3 зафіксована на валу 10 стопорним кільцем 4.

Еластичний сільфон 5 містить центральну тонкостінну гнучку частину 11, виконану з гофром 12, і два приєднувальних розширених кінців 13, 14. Кінець 13 еластичного сільфона 5, герметично установлений на валу 10, виконаний із заплечиком 15 і циліндричною зовнішньою бічною поверхнею 16. Кінець 14 еластичного сільфона 5, установлений на обертовому кільці тертя 2, виконаний із заплечиком 17, циліндричною зовнішньою бічною поверхнею 18 і радіальним виступом 19, при цьому він розташований в контакт із заплечиком 9 і зовнішньою бічною поверхнею 20 обертового кільця тертя 2. Кінець 14 сільфона виконаний з плоскою торцевою поверхнею 21, причому ця поверхня щільно прилягає до плоскої торцевої поверхні 22 кільця тертя 2. Радіальний виступ 19 розташований у кільцевій канавці 23, виконаній на зовнішній бічній поверхні 20 обертового кільця тертя 2.

Пружина 6 розташована навкруги еластичного сільфона 5 і обертового кільця тертя 2 у безпосередньому контакт із заплечиками 15, 17 еластичного сільфона 5 і зовнішніми бічними поверхнями 16, 18 його кінців 13, 14.

Торцева поверхня 24 тертя ковзання кільця тертя 1 і торцева поверхня 25 тертя ковзання кільця тертя 2 виконані з композиційних матеріалів на основі твердих сплавів, наприклад, карбіда вольфрама, карбіда титана і т. ін.

Механічне торцеве ущільнення, що заявляється згідно з корисною моделлю, працює таким чином.

В процесі роботи крутний момент від вала 10, що обертається, передається до обертового кільця тертя 2. При цьому пружина 6, знаходячись у стиснутому положенні, своїми торцями постійно чинить контактний тиск на заплечики 15, 17 кінців 13, 14 еластичного сільфона 5, щільно притискуючи їх, відповідно, до упорної шайби 3 і до заплечика 9 кільця тертя 2. Вісне положення упорної шайби 3 фіксовано стопорним кільцем 4, тому через заплечик 17 і плоску торцеву поверхню 21 кінця 14 еластичного сільфона 5 контактний тиск пружини 6 прикладається до кільця тертя 2 через його плоску торцеву поверхню 22. Під дією контактного тиску пружини 6 на кільце тертя 2 торцева поверхня 25 тертя ковзання кільця тертя 2, що обертається разом з валом 10, щільно притискується до торцевої поверхні 24 тертя ковзання кільця тертя 1, нерухомо закріпленого в корпусі 8. Герметичність нерухомого з'єднання кільця тертя 1 з корпусом 8 забезпечується еластичним ущільнювальним кільцем 7. По мірі зношення торцевих поверхонь 24, 25 в процесі роботи механічного торцевого ущільнення поступово виникає невелике зміщення кільця тертя 2 у напрямку до кільця тертя 1 в результаті розтягування центральної тонкостінної гнучкої частини 11 сільфона 5, завдяки наявності у неї гофра 12.

Радіальне зусилля, яке прикладається з боку внутрішньої поверхні півтора - двох крайніх витків пружини 6 з її протилежних кінців до циліндричних зовнішніх бічних поверхонь 16, 18 кінців 13, 14

еластичного сільфона 5 забезпечує достатньо щільне притиснення до валу 10 внутрішньої поверхні кінців 13 еластичного сільфона 5 і достатній ступінь герметичності його з'єднання з валом, а також достатньо щільне, таке, що забезпечує герметичність з'єднання, притиснення внутрішньої поверхні радіального виступу 19 кінця 14 еластичного сільфона 5 до зовнішньої бічної поверхні 20 кільця тертя 2 у кільцевій канавці 23.

Завдяки розташуванню радіального виступу 19 кінця 14 еластичного сільфона 5 у кільцевій канавці 23 забезпечується надійна фіксація вісного положення кінця 14 еластичного сільфона 5 на кільці тертя 2 під час обертання валу 10.

Таким чином, в механічному торцевому ущільненні згідно з корисною моделлю забезпечується надійне герметичне з'єднання еластичного сільфона 5 з валом 10 і обертним кільцем тертя 2

одночасно зі зменшенням поперечних габаритних розмірів і зменшенням кількості елементів у конструкції торцевого ущільнення. При цьому торцеві поверхні 24, 25 кільця тертя 1, 2 постійно щільно притиснуті одна до одної, створюючи великий гідравлічний опір, який перешкоджає проходженню рідин, що їх розділяють, між цими поверхнями.

Виконання торцевих поверхонь 24, 25 кільця тертя 1, 2 з композиційних матеріалів на основі твердих сплавів, наприклад з карбиду вольфраму, карбиду титану або інших твердих сплавів, дозволяє зменшити зношення цих поверхонь під дією твердих механічних домішок і тим самим підвищити надійність роботи та термін служби механічного торцевого ущільнення, яке працює в контакт з навколишньою рідиною з високим вмістом твердих механічних домішок.

