



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 60294

(13) C2

(51) 7 F61J15/34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) УЩІЛЬНЕННЯ ВАЛА

1

(21) 97115539
(22) 22 04 1996
(24) 15 10 2003
(86) PCT/GB96/00940, 22 04 1996
(31) 9508083 4
(32) 20 04 1995
(33) GB
(46) 15 10 2003, Бюл. № 10, 2003 р
(72) Обер Філіпп Жак, FR, Рабюто Мішель Еміль, FR
(73) ДРЕССЕР-РЕНД КОМПАНІ, US
(56) US 2835515, 20 05 58
US 2672357, 16 03 54
US 5275421 A, 04 01 94
US 5058905 A, 22 10 91
DE 9212923 U, 26 11 92
(57) 1 Ущільнення вала, що включає ущільнювальний елемент, розміщений поряд з обертовим ущільнювальним кільцем, встановленим на внутрішній муфті для розміщення навколо вала, яке **відрізняється** тим, що воно оснащено гніздом, яке проходить радіально назовні від внутрішньої частини муфти в ущільнювальне кільце, та фіксуючим елементом, розміщеним у гнізді для забезпечення міцного закріплення ущільнювального кільця аксіально та обертально на внутрішній муфті
2 Ущільнення за п 1, яке **відрізняється** тим, що гніздо проходить по суті через внутрішню муфту
3 Ущільнення за одним з пп 1, 2, яке **відрізняється** тим, що гніздо проходить через ущільнювальне кільце і внутрішню муфту при з'єднанні їх разом для забезпечення надійного закріплення фіксуючим елементом
4 Ущільнення за одним з пп 1-3, яке **відрізняється** тим, що поперечний переріз фіксуючого елемента у радіальній площині має форму півмісяця
5 Ущільнення за одним з пп 1-4, яке **відрізняється** тим, що внутрішня муфта включає фланцеву частину, що проходить радіально назовні відносно кожухової частини, яка проходить аксіально назовні відносно фланцевої частини
6 Ущільнення за одним з попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що ущільнення вала містить ущільнювальний елемент, встановлений коаксіально відносно обертового ущільнювального кільця, для утворення первинного ущільнення між його

2

протилежними поверхнями, по суті для запобігання протіканню рідини поперек первинного ущільнення від радіального боку високого тиску до радіального боку низького тиску, при цьому ущільнювальний елемент переміщується аксіально до обертового кільця за допомогою зміщуючого засобу між штовхаючою муфтою, з'єднаною з ущільнювальним елементом, та ущільнювальним кожухом з вторинним ущільненням, утвореним між ними, за допомогою ущільнювального елемента, розміщеного в каналі, розташованого на радіальному боці низького тиску, при цьому факультативно ущільнення вала є безконтактним ущільненням
7 Ущільнення за п 6, яке **відрізняється** тим, що радіальний бік високого тиску є зовнішнім радіальним боком, канал виконаний у штовхаючій муфті та/або додатково містить додаткове ущільнення О-подібної форми, яке розташовано між штовхаючою муфтою та ущільнювальним елементом, при цьому додаткове О-подібне ущільнення розміщено в каналі у вигляді половинки ластівчини хвоста
8 Ущільнення за одним з попередніх пунктів, яке **відрізняється** тим, що ущільнення виконано з можливістю накачування в нього газу з боку високого тиску та/або бік низького тиску має вихід в атмосферу
9 Пристрій для розміщення ущільнення вала, що містить ущільнювальне кільце, внутрішню муфту і фіксуючий елемент, який **відрізняється** тим, що ущільнювальне кільце виконано з можливістю розміщення навколо внутрішньої муфти з гніздом, яке проходить радіально назовні від внутрішньої частини муфти в ущільнювальне кільце, а фіксуючий елемент розміщений у гнізді для забезпечення міцного закріплення ущільнювального кільця аксіально та обертально на внутрішній муфті
10 Пристрій за п 9, який **відрізняється** тим, що гніздо проходить по суті через внутрішню муфту
11 Пристрій за одним з пп 9, 10, який **відрізняється** тим, що гніздо проходить через ущільнювальне кільце і внутрішню муфту при з'єднанні їх разом для забезпечення надійного закріплення фіксуючим елементом
12 Пристрій за одним з пп 9-11, який **відрізняється** тим, що поперечний переріз фіксуючого елемента у радіальній площині має форму півмісяця
13 Пристрій за одним з пп 9-12, який **відрізняється** тим, що внутрішня муфта включає фланцеву

(13) C2

(11) 60294

(19) UA

частину, що проходить радіально назовні відносно кожухової частини, яка проходить аксіально назовні від фланцевої частини

14 Пристрій за одним з пп 9-13, який відрізняється тим, що ущільнення вала містить ущільнювальний елемент, встановлений коаксіально відносно обертового ущільнювального кільця, для утворення первинного ущільнення між його протилежними поверхнями, по суті для запобігання протіканню рідини поперек первинного ущільнення від радіального боку високого тиску до радіального боку низького тиску, при цьому ущільнювальний елемент переміщується аксіально до обертового кільця за допомогою зміщуючого засобу між штовхаючою муфтою, з'єднаною з ущільнювальним елементом, та ущільнювальним кожухом з вторинним ущільненням, утвореним між ними, за допомогою ущільнювального елемента, розміщеного в каналі, розташованого на радіальному боці низького тиску, при цьому факультативно ущільнення вала є

безконтактним ущільненням

15 Пристрій за п 14, який відрізняється тим, що радіальний бік високого тиску є зовнішнім радіальним боком, канал виконаний у штовхаючій муфті та/або додатково містить додаткове ущільнення О-подібної форми, яке розташовано між штовхаючою муфтою та ущільнювальним елементом, при цьому додаткове О-подібне ущільнення розміщено в каналі у вигляді половинки пастівчини хвоста

16 Пристрій за одним з пп 9-15, який відрізняється тим, що ущільнення виконано з можливістю накачування в нього газу з боку високого тиску ущільнення та/або бік низького тиску має вихід в атмосферу

17 Турбомашина або інша машина під тиском, яка включає ущільнення вала або пристрій для розміщення ущільнення вала, яка відрізняється тим, що ущільнення вала виконано за одним з пунктів 1-8, а пристрій для розміщення ущільнення вала виконано за одним з пунктів 9-16

Цей винахід стосується ущільнення валу для обертових валів в турбомашинах, зокрема (але не виключно) безконтактних ущільнень валів

Цей тип ущільнення валу часто використовують в газонасосному обладнанні (для перекачування азоту, аргону, водню, природного газу, повітря та ін.), де необхідно відвернути проникнення газу у напрямі вздовж валу Зважаючи на те, що обладнання, яке звичайно використовується, є високошвидкісним, обладнанням високого тиску, ущільнення валів можуть бути ущільненнями безконтактного типу, що зменшує теплоутворення в ущільненнях та знос прокладок

Безконтактне функціонування дозволяє уникнути такого небажаного стикового контакту, коли вал обертається зі швидкістю, що перевищує певну мінімальну швидкість, яку часто називають швидкістю відриву

Безконтактні ущільнення валів мають ряд переваг порівняно з ущільненнями, де ущільнювальні поверхні торкаються одна одної, зважаючи на зменшення зносу та зниження тепловиділення У статтях "Fundamentals of Spiral Groove Non-contacting Face Seals" Gabriel, Ralph P. (Journal of American Society of Lubrication Engineers Volume 35, 7, pages 367-375), та "Improved Performance of Film-Riding Gas Seals Through Enhancement of Hydrodynamic Effects" Sedy, Joseph (Transactions of the American Society of Lubrication Engineers, Volume 23, 1 pages 35-44) описується технологія виготовлення та критерії проектування безконтактного ущільнення, і зазначені статті включено сюди посиланням

Подібно до звичайних механічних ущільнень, безконтактне торцеве ущільнення складається з двох ущільнювальних кілець, кожне з яких має високопрецизійно відшліфовану ущільнювальну поверхню

Ці поверхні мають конусоподібну форму, перпендикулярні до осі обертання та концентричні з нею Обидва кільця розташовані суміжно одне до одного, а ущільнювальні поверхні контактують за умов нульової різниці тиску та нульової швидкості

обертання Одне з кілець, як правило, є прикріпленим до обертового валу за допомогою муфти валу, інше розташоване всередині конструкції корпусу ущільнення та може переміщатися в осьовому напрямі Щоб зробити можливим осьове переміщення ущільнювального кільця, але й запобігти витіканню газу, що його ущільнюють, між кільцем та корпусом розташовують ущільнювальний елемент Цей ущільнювальний елемент має забезпечувати деяке ковзання, перебуваючи під тиском, тому для цього як правило використовують О-подібне ущільнювальне кільце вищої якості Це О-подібне ущільнювальне кільце часто називають вторинним ущільненням

Як вказувалося вище, для досягнення безконтактного функціонування ущільнення, одна з двох ущільнювальних поверхонь, що торкаються одна одної, має неглибокі заглиблення, які створюють політ тиску, що розсовують дві ущільнювальні поверхні Коли величина сил, що виникають з цих політ тиску, стає достатньо великою, щоб подолати дію сил, які прагнуть утримати ущільнювальні поверхні у зіткненні, ущільнювальні поверхні розходяться, та виникає зазор, що веде до безконтактного функціонування Як докладно пояснюється у статтях, на які посилалися вище, природа сил, які розділяють, така, що їх величина зменшується із збільшенням віддалення поверхонь Протидіючи сили або сили, що змикають, з іншого боку, залежать від рівня тиску, що його ущільнюють, та, як такі, не залежать від віддалення поверхонь Вони виникають з тиску, що його ущільнюють, та сили стискання пружини, яка діє на тильну поверхню ущільнювального кільця, що може переміщуватись в осьовому напрямі Оскільки сила, що розділяє або розмикає, залежить від відстані, на яку розходяться ущільнювальні поверхні, при роботі ущільнення або при прикладенні достатньої різниці тисків рівноважне розділення встановиться саме собою Це відбувається, коли сили, що змикають та розмикають, перебувають у рівновазі та дорівнюють одна одній Рівноважне розділення постійно змінюється всередині діапазону зазорів Мета по-

лягає в тому, щоб нижня межа в цьому діапазоні була близько нуля. Інша мета полягає в тому, щоб зробити цей діапазон якомога вузьким, бо на верхній границі розділення поверхонь призведе до підвищеної негерметичності ущільнення. Оскільки безконтактні ущільнення функціонують, за визначенням, із зазором між ущільнювальними поверхнями, їх негерметичність буде більшою порівняно з контактними ущільненнями аналогічної форми. Однак, відсутність контакту означає нульовий знос ущільнювальних поверхонь і, отже, відносно малу кількість тепловиділення між ними. Саме це низьке тепловиділення та відсутність зносу дозволяє застосовувати безконтактні ущільнення у високошвидкісному турбообладнанні, де у ролі середовища, що його ущільнюють, виступає газ. Турбокомпресори використовуються для його стиснення, і оскільки газ має відносно малу масу, це обладнання як правило працює на дуже високих швидкостях та з рядом послідовних стадій стиснення.

Як пояснено в названих вище статтях, ефективність ущільнення значною мірою залежить від так званого балансного діаметру ущільнення. Це також є застосовним і до контактних ущільнень.

Коли тиск прикладено з зовнішнього діаметру ущільнення, зменшення балансного діаметру веде до виникнення більшої сили, що притискає дві ущільнювальні поверхні одна до одної та, таким чином, меншого зазору між поверхнями. Отже, менше газу просочується з системи.

У практично існуючих установках мета полягає в досягненні якомога більшого ступеню ущільнення в наявному просторі. У досягненні цієї мети вирішальним фактором є радіальний розмір первинного ущільнення.

Однак, кутова швидкість на зовнішньому діаметрі первинного ущільнення також обмежує ефективність ущільнення, і ця швидкість не повинна бути занадто високою.

Часто, впродовж строку служби конкретної установки, бажаним є підвищення тиску, однак це обмежується розміром ущільнення, що його може бути приміщено до корпусу ущільнення.

Як правило, переміщенню обертового ущільнювального кільця вздовж осі перешкоджає те, що ущільнювальне кільце приміщують між радіальним виступом внутрішньої муфти, до якої воно прикріплене для того, щоб обертатися разом з валом, та осью фіксуючої муфтою, що примикає до ущільнювальної поверхні ущільнювального кільця.

Було запропоновано аксіально та обертально зафіксувати обертове ущільнювальне кільце на його зовнішньому діаметрі так, щоб спрямувати тягові та центрові сили всередину, щоб покращити напругу, що розтягує, яка виникає в ущільненні за US 5,388,843. Це досягається шляхом прикріплення по зовнішньому діаметру ущільнювального кільця до корпусної (оточуючої) частини, причому зазначена корпусна (оточуюча) частина простягається вздовж осі від радіального виступу внутрішньої муфти. Для прикріплення ущільнювального кільця до корпусної (оточуючої) частини використовується шпонкове з'єднання.

Найбільш близьким до пропонованого винаходу - ущільнення валу - є ущільнення валу, що містить ущільнювальний елемент, розміщений поряд

з обертовим ущільнювальним кільцем, встановленим на внутрішній муфті для розміщення навкруги валу /Патент 2,672,357 США, від 16 03, 1954, НПК 286-9/.

Недолік описаної конструкції полягає у недостатньому ступені ущільнення, оскільки через обмежені розміри, тут не можуть бути розміщені засоби для підвищення тиску у зоні ущільнення валу.

Найбільш близьким до пропонованого винаходу - пристрою для розміщення ущільнення валу - є пристрій для розміщення ущільнення валу, що містить ущільнювальне кільце, внутрішню муфту і фіксуючий елемент /Патент 2,672,357 США, від 16 03 1954, НПК 286-9/.

Недолік описаної конструкції полягає у недостатньому ступені ущільнення, оскільки через обмежені розміри, тут не можуть бути розміщені засоби для підвищення тиску у зоні ущільнення валу.

У основу винаходу поставлено задачу створення такої конструкції ущільнення валу та пристрою для його розміщення, яка б забезпечила більший ступінь ущільнення шляхом створення умов для розміщення засобів для підвищення тиску у зоні ущільнення валу.

Згадана задача вирішується у пропонованому ущільненні валу, яке, як і відоме ущільнення валу, містить ущільнювальний елемент, розміщений поряд з обертовим ущільнювальним кільцем, встановленим на внутрішній муфті для розміщення навкруги валу, а, відповідно до винаходу, це кільце забезпечено гніздом, яке проходить радіально назовні від внутрішньої частини муфти в ущільнювальне кільце, та фіксуючим елементом, розміщеним у гнізді для забезпечення міцного закріплення ущільнювального кільця аксіально та обертально на внутрішній муфті.

Особливістю ущільнення валу є і те, що гніздо проходить по суті через внутрішню муфту.

Особливістю ущільнення валу є і те, що гніздо проходить через ущільнювальне кільце і внутрішню муфту при з'єднанні їх разом для забезпечення надійного закріплення фіксуючим елементом.

Особливістю ущільнення валу є і те, що поперечний переріз фіксуючого елемента у радіальній площині має форму половинки місяця.

Особливістю ущільнення валу є і те, що внутрішня муфта включає фланцеву частину, що проходить радіально назовні без кожухової частини, яка проходить аксіально назовні від фланцевої частини.

Особливістю ущільнення валу є і те, що воно містить ущільнювальний елемент, встановлений коаксіально відносно до обертового ущільнювального кільця, для утворення первинного ущільнення між його протилежними поверхнями, щоб по суті запобігти потоку рідини поперек первинного ущільнення від радіального боку високого тиску до радіального боку низького тиску, причому ущільнювальний елемент переміщується аксіально до обертового кільця за допомогою зміщуючого засобу між штовхаючою муфтою, з'єднаною з ущільнювальним елементом, та ущільнювальним кожухом з вторинним ущільненням, утвореним між ними, за допомогою ущільнювального елемента, розміщеного в каналі в частині на радіальному

боці низького тиску, при цьому факультативно ущільнення валу є безконтактним ущільненням

Особливістю ущільнення валу є і те, що радіальний бік високого тиску є зовнішнім радіальним боком, канал виконаний у штовхаючій муфті та/або додатково містить додаткове ущільнення О-подібної форми, яке розташовано між штовхаючою муфтою та ущільнювальним елементом, при цьому додаткове О-подібне ущільнення розміщено в каналі у вигляді половинки голубиноного хвоста

Особливістю ущільнення валу є і те, що газ накачується в ущільнення на боці високого тиску ущільнення та/або бік низького тиску має вихід в атмосферу

Згадана задача вирішується і у пристрої для розміщення ущільнення валу, який, як і відомий пристрій для розміщення ущільнення валу, містить ущільнювальне кільце, внутрішню муфту і фіксуючий елемент, а, відповідно до винаходу, ущільнювальне кільце виконано з можливістю розміщення навкруги внутрішньої муфти з гніздом, яке проходить радіально назовні від внутрішньої частини муфти в ущільнювальне кільце, а фіксуючий елемент розміщений у гнізді для забезпечення міцного закріплення ущільнювального кільця аксіально та обертально на внутрішній муфті

Особливістю пристрою є і те, що гніздо проходить по суті через внутрішню муфту

Особливістю пристрою є і те, що гніздо проходить через ущільнювальне кільце і внутрішню муфту при з'єднанні їх разом для забезпечення надійного закріплення фіксуючим елементом

Особливістю пристрою є і те, що поперечний переріз фіксуючого елемента у радіальній площині має форму половинки місяця

Особливою пристрою є і те, що внутрішня муфта включає фланцеву частину, що проходить, радіально назовні без кожухової частини, яка проходить аксіально назовні від фланцевої частини

Особливістю пристрою є і те, що ущільнення валу містить ущільнювальний елемент, встановлений коаксіально відносно до обертового ущільнювального кільця, для утворення первинного ущільнення між його протилежними поверхнями, щоб по суті запобігти потоку рідини поперек первинного ущільнення від радіального боку високого тиску до радіального боку низького тиску, причому ущільнювальний елемент переміщується аксіально до обертового кільця за допомогою зміщуючого засобу між штовхаючою муфтою, з'єднаною з ущільнювальним елементом, та ущільнювальним кожухом з вторинним ущільненням, утвореним між ними, за допомогою ущільнювального елемента, розміщеного в каналі в частині на радіальному боці низького тиску, при цьому факультативно ущільнення валу є безконтактним ущільненням

Особливістю пристрою є і те, що радіальний бік високого тиску є зовнішнім радіальним боком, канал виконаний у штовхаючій муфті та/або додатково містить додаткове ущільнення О-подібної форми, яке розташовано між штовхаючою муфтою та ущільнювальним елементом, при цьому додаткове О-подібне ущільнення розміщено в каналі у вигляді половинки голубиноного хвоста

Особливістю пристрою є і те, що газ накачується в ущільнення на боці високого тиску ущіль-

нення та/або бік низького тиску має вихід в атмосферу

Відповідно до першого аспекту цього винаходу запропоновано ущільнення валу, що включає ущільнювальний елемент, який примикає до обертового ущільнювального кільця, встановленого на внутрішній муфті, гніздо для розташування навколо валу, що проходить зсередини муфти назовні в ущільнювальне кільце, та фіксуючий елемент, призначений для встановлення у гнізді, щоб міцно закріпити ущільнювальне кільце аксіально та обертально на муфті

Відповідно до другого аспекту цього винаходу запропоновано пристрій для розміщення ущільнення валу, що складається з ущільнювального кільця, муфти валу та фіксуючого елемента, де ущільнювальне кільце призначено для встановлення навколо муфти валу для того, щоб визначити гніздо, що проходить назовні зсередини муфти валу в ущільнювальне кільце, і фіксуючий елемент, призначено для встановлення в гніздо, щоб міцно закріпити ущільнювальне кільце аксіально та обертально на внутрішній муфті

Перевага полягає в тому, що діаметр поверхонь первинного ущільнення може бути збільшений, адже простір по радіусу більш не займає аксіально-фіксуюча муфта, яка раніше використовувалася для осової фіксації обертового кільця, та/або корпусна (оточуюча) частина внутрішньої муфти, що простягається вздовж осі поза зовнішнім діаметром первинного ущільнення, звідки штирі пускають в рух та/або аксіально фіксують обертове кільце. Більш того, оскільки фіксуючий елемент проходить через поверхню обертового кільця, що простягається вздовж осі, цей винахід може застосовуватися до двосторонніх обертових ущільнювальних кілець. Цей винахід може встановлюватися з метою модифікації у вже існуюче ущільнення валу

Звичайно є декілька, наприклад, три, фіксуючих елементи, встановлених у відповідних гніздах в ущільненні валу. Крім того, гнізда можуть наскрізь проходити через внутрішню муфту. У цьому випадку допускає кільце, розташоване навколо валу, утримує фіксуючий елемент у гнізді. Більш прийнятно, гніздо робиться в кільці/муфті коли зазначені деталі зафіксовані разом для того, щоб забезпечити надалі надійне скріплення фіксуючим елементом.

Корисно, коли фіксуючий елемент має форму половинки місяця. Це забезпечує більш плавне прикладення сил, що зменшує незрівноважені сили, які діють в ущільненні валу.

Більш прийнятно, муфта має фланцеву частину, яка йде радіально назовні, але не має кожухової частини, що проходить вздовж осі з зовнішньої частини зазначеної фланцевої частини. Таким чином, більше порівняно з попередньою технікою ущільнення може бути приміщено до того самого корпусу, не використовуючи аксіальної фіксуючої муфти.

Під час звичайного робочого періоду відбувається пуск турбокомпресора, та силова установка забезпечує початок обертання валу. На початковій стадії роботи - стадії прогріву - швидкості обертання валів можуть бути вельми низькими. Як прави-

ло, для підтримки валу в його двох радіальних та одному упорному підшипнику використовується масло. Масло нагрівається в масляних насосах, а також поглинає теплоту, що виділяється в підшипниках компресора. Масло разом з турбулентністю та стисненням робочого газу, в свою чергу, нагріває компресор. По досягненні повної робочої швидкості компресор досягає з плином часу певної підвищеної рівноважної температури. При вимиканні обертання валу припиняється, та компресор починає холонути. В цій ситуації різні компоненти компресора охолоджуються з різною швидкістю і, що важливо, вал стискається температурою, що знижується, зі швидкістю, іншою ніж корпус компресора. Попередні здійснення вторинного ущільнення можна знайти, наприклад, в Патентах США №№ 4,768,790, 5,058,905 або 5,071,141. Для позначення згаданого явища в цій галузі техніки часто використовується термін "зависання ущільнювальної поверхні". При повторному пуску компресора часто спостерігається дуже великий витік робочого газу, та в цій ситуації ущільнення опирається всім спробам знов досягнути його герметизації. В цьому випадку ущільнення повинно бути усунене та замінене при значних витратах часу та втратах через припинення виробництва.

В US 5,370,403 та EP-A-0,519,586 описуються методи послаблення зависання ущільнювальної поверхні, що полягають у спробах запобігти переміщенню вторинного ущільнення.

Мета цього винаходу полягає і в представленні ущільнення валу з покращеними характеристиками ущільнення при його роботі в режимі динамічних перехідних процесів, а також під час підвищення/зменшення тиску та у стані спокою.

Більш прийнятно, цей винахід застосовується в ущільненні валу, де ущільнювальний елемент встановлено коаксіально відносно до ущільнювального кільця, формуючи первинне ущільнення між протилежними поверхнями названих деталей, яке значною мірою перешкоджає протіканню газу через первинне ущільнення з радіального боку високого тиску до радіального боку низького тиску, причому ущільнювальний елемент прямує вздовж осі у напрямі до обертового кільця під дією змещуючих пристроїв, що діють між штовхаючою муфтою, з'єднаною з ущільнювальним елементом, та ущільнювальним кожухом, а вторинне ущільнення формується між ними ущільнювальним елементом, розташованим в каналі в частині на радіальному боці низького тиску.

Наявність елемента вторинного ущільнення в частині, радіально віддаленій від джерела високого тиску, забезпечує те, що первинне ущільнення швидко створює ефективний бар'єр. Далі, коли ущільнення розпочинає роботу, проблема зависання ущільнювальної поверхні значною мірою зменшується або навіть повністю усувається. Винахідник вважає, що вдосконалення має місце, коли елемент вторинного ущільнення ковзає в осьовому напрямі під час пуску установки, елемент ущільнення фрикційно взаємодіє з штовхаючою муфтою та поверхнями корпусу, змінюється балансний діаметр ущільнення валу, залежно від того, де відбувається фрикційна взаємодія. Отже, завдяки тому, що ущільнювальний елемент роз-

міщено на боці низького тиску, балансний діаметр змінюється таким чином, що змикаюча сила в первинному ущільненні зростає. Як правило, тертя між корпусом та муфтою штовхача відрегульовано за рівноважним балансним діаметром ущільнення валу.

Даний винахід є особливо застосовним до безконтактних ущільнень.

Більш прийнятно, штовхаюча муфта являє собою L-подібну деталь, окрему від ущільнювального елемента. Пружина (змещуючий пристрій) діє між корпусом та одним боком L-подібної муфти, паралельним тильній поверхні ущільнювального елемента. Вторинне ущільнення сформовано між поверхнею корпусу та іншим боком L-подібної муфти. Більш прийнятним є те, щоб інший бік муфти знаходився радіально всередині корпусу.

Що корисно, додаткове ущільнення забезпечується O-подібним ущільненням між штовхаючою муфтою та ущільнювальним елементом, де таке O-подібне додаткове ущільнення розміщено в каналі у вигляді половинки голубиноного хвоста. Як правило, додаткове O-подібне ущільнення знаходиться між штовхаючою муфтою та ущільнювальним елементом у вирізі квадратної форми або каналі "голубиний хвіст" у муфті. Канал "голубиний хвіст" часто використовується так, що O-подібне ущільнення надійно встановлюється в ущільнення. Однак, під час зупинки (припинення роботи) ущільнення, часто ущільнення виштовхується з каналу через зростання тиску в каналі "голубиний хвіст", який іншим чином не може бути продуте. Більш прийнятна форма "половинка голубиноного хвоста" дозволяє O-подібному ущільненню здійснювати обмежене переміщення, в результаті чого тиск знаходить вихід з каналу. Зважаючи на дуже високу величину вартості, пов'язану з демонтажем ущільнення, це конструктивне рішення є особливо вигідним.

Тепер будуть описані більш прийнятні втілення цього винаходу з посиланням на такі креслення: фіг 1 поперечний переріз верхньої половини безконтактного ущільнення відповідно до цього винаходу,

фіг 2 переріз вздовж лінії A-A на фіг 1,

фіг 3 схематичне подання первинного ущільнення за цим винаходом із накладеним профілем тиску,

фіг 4 зображує перший з альтернативних варіантів конструкції вторинного ущільнення,

фіг 5 зображує другий з альтернативних варіантів конструкції вторинного ущільнення.

Винаходом передбачене ущільнення валу 1 навколо валу 2. Часто два ущільнення валу (не показано) розташовують послідовно разом з другим (нижче) ущільненням, що формує резервування першого ущільнення валу компресора, турбіни або іншого обладнання, що перебуває під тиском.

Ущільнення 1 включає обертове ущільнювальне кільце 10, встановлене навколо валу 2 радіально назовні від внутрішньої муфти 11, що розташовується навколо валу 2.

Внутрішня муфта 11 з'єднана для обертання та осьової фіксації з валом 2, а ущільнювальне кільце 10 з'єднане для обертання з внутрішньою муфтою 1 і за допомогою декількох фіксуючих

елементів 12, кожен з яких проходить через відповідне гніздо, утворене суміщеними пазами в ущільнювальному кільці 10 та внутрішній муфті 11. Внутрішня муфта 11 має фланцеву частину.

Фіксуючі елементи 12 також перешкоджають осьовому переміщенню ущільнювального кільця 10. Гніздо виконується в муфті/кільці одночасно, щоб забезпечити надійне суміщення пазів на відповідних деталях.

Допускне кільце 18 розташоване навколо валу 2 між фіксуючими елементами 18 та валом 2.

Як показано на фіг 2, фіксуючі елементи 18, більш прийнятно, мають форму половинки місяця. Це зменшує сили, що обертають, які розбалансують ущільнення валу.

Таке розташування ущільнювального кільця 10 на внутрішній муфті забезпечує менший зовнішній діаметр первинного ущільнення порівняно з попередніми відомими ущільненнями, які забезпечують таку саму ущільнювальну дію. Таким чином, напруги, що виникають в ущільненні 1, є меншими, вага ущільнення менша і, отже, витік з ущільнення 1 зменшено.

Обертально-нерухомий ущільнювальний елемент 14 встановлено безпосередньо на ущільнювальне кільце 10. Первинне ущільнення формується між ущільнювальними поверхнями, що простягаються радіально, ущільнювального кільця 10 та ущільнювального елемента 14, які знаходяться одна проти одної. Ущільнювальна поверхня ущільнювального елемента 14, яка має неглибокі заглиблення, взаємодіє з іншою поверхнею, в результаті чого досягається необхідне розділення ущільнювальних поверхонь. Звичайно ж, заглиблення можуть бути зроблені (в альтернативному варіанті) на ущільнювальному обертальному кільці 10 (як зображено на фіг 3).

Більш прийнятні варіанти заглиблень більш докладно наведені в нашій заявці, що також розглядається патентним відомством PCT/IB94/00379, поданий 16 листопада 1994, та більш прийнятні варіанти виконання заглиблення включено сюди посиланням. Ущільнювальний елемент 14 часто роблять з графту або іншого підходящого матеріалу.

Ущільнювальний елемент 14 зміщений вздовж осі до ущільнювального кільця 10 за допомогою пружинного пристрою 15 (який зображено частково пунктирними лініями). Ущільнювальний елемент 14 може обмежено переміщатися вздовж осі. Пружинний пристрій 15 як правило складається з декількох (наприклад, шести) пружин, розташованих навколо валу 2. Пружини 15 діють з силою, відносно невеликою (як правило близько 50Н) порівняно з розділяючими силами, які діють в працюючому ущільненні, однак вона є достатньою для того, щоб за умов відсутності тиску привести ущільнювальні поверхні у контакт. Пружина 15 діє через L-подібну штовхаючу муфту 17 так, що тильна поверхня ущільнювального елемента 14 прямує вздовж осі у напрямі до ущільнювального кільця 10.

Пружина 15 діє на направлений радіально всередину виступ корпусу 19 ущільнення 1.

Газ під високим тиском подається від корпусу 19 до радіально зовнішнього краю ущільнювального кільця 10 та ущільнювального елемента 14. Цей

газ як правило є чистим (нешкідливим) і тому придатним для викидання в атмосферу, у той час як робочий газ в обладнанні таким не є, і його витік трубою спрямовується для спалювання (у факелі).

Високий тиск розповсюджується через ущільнювальну поверхню ущільнювального елемента 14 та навколо його тильної поверхні. Вторинне ущільнення призначене для відвертання проникнення високого тиску навколо ущільнювального елемента 14.

Перше вторинне ущільнення сформовано O-подібним ущільненням 20 між штовхаючою муфтою 17 та направленим радіально всередину виступом корпусу 19. На фіг 4 та 5 зображено альтернативні варіанти конструкції першого вторинного ущільнення. На фіг 4 показано перший варіант, де перше вторинне ущільнення сформовано O-подібним ущільненням 20а та опорним кільцем 20b. Опорне кільце 20b може вироблятися, наприклад, з тефлону, воно знаходиться на боці низького тиску каналу 21. На фіг 5 показано другий альтернативний варіант, коли перше вторинне ущільнення сформовано пружним полімерним ущільненням 20.

O-подібне ущільнення 20 знаходиться в каналі 21, зробленому у краї L-подібної штовхаючої муфти 17, що простягається вздовж осі. O-подібне ущільнення здійснює ущільнення проти поверхні радіального виступу корпусу 19, що простягається вздовж осі. Суміжні поверхні штовхаючої муфти 17 та радіального виступу корпусу 19 істотно простягаються вздовж лінії у рівноважного балансного діаметру ущільнення, працюючого в режимі рівноваги. Оскільки бік штовхаючої муфти розміщено радіально всередину від радіального виступу корпусу 19, фрикційне зчеплення O-подібного ущільнення веде лише до зменшення балансного діаметру, оскільки зазначене фрикційне зчеплення має місце або на рівні, або всередині рівноважного балансного діаметру. Зменшення діючого балансного діаметру збільшує змикаючу силу в первинному ущільненні.

Приклад. Ущільнення валу, що забезпечує ущільнення 115мм валу під тиском 100бар. Рівноважний балансний діаметр встановлено дорівнюючим 150,8мм, при цьому змикаюча сила, що виникає в первинному ущільненні, сягає від 400 до 500Н. O-подібне ущільнення першого вторинного ущільнення 20 має радіальний розмір близько 3,5мм (нове). Якщо фрикційне зчеплення з O-подібним ущільненням 20 веде до збільшення діючого балансного діаметру під час ковзання з O-подібним ущільненням 20, тобто ситуація, що відповідає попередній технології, балансний діаметр міг би бути збільшеним максимум до 157,8мм. При цьому балансному діаметрі результуюча розмикаюча сила в первинному ущільненні сягає приблизно 12000Н. У цьому прикладі припускається той випадок, коли O-подібне ущільнення 20 не переміщується в каналі 21. Як правило, O-подібне ущільнення 20 перемістилося б при більш низькому тиску, однак знову результуюча розмикаюча сила була б більшою від сили, що змикає, з якої діють пружини (вона як правило дорівнює величині близько 50Н).

Це проілюстровано фіг 3, де схематичний

профіль тиску зображено поперек первинного ущільнення валу 1. Відстань між ущільнювальним кільцем 10 та ущільнювальним елементом 14 збільшена задля ілюстративних цілей. Стрілка 30 вказує джерело високого тиску на зовнішньому діаметрі ущільнення.

Лінія а вказує профіль тиску, що його створює ущільнення 1, яке працює в усталеному режимі. Найвищий тиск створюється на радіально внутрішньому краю заглиблень (зображених для цього випадку на ущільнювальному кільці 10), його ілюструє лінія d. Як можна бачити, цей тиск перевищує високий тиск, вказаний у точці f, в усталеному режимі - лінія а. Для усталеного режиму балансний діаметр вказано лінією e - рівноважний балансний діаметр.

Лінія b ілюструє цей винахід, вказуючи профіль тиску під час пуску установки. Оскільки балансний діаметр зменшено, змикаюча сила, зображена лінією b, більша за тиск в усталеному режимі (лінія а), тому що відстань між ущільнювальним кільцем 10 та ущільнювальним елементом 14 менша. Таким чином, ущільнення переходить до усталеного режиму роботи, незалежно від фрикційного зчеплення О-подібного ущільнення 20.

Лінія c ілюструє попередню технологію, коли О-подібне ущільнення залипає та збільшує балансний діаметр, що створюється при пуску. Оскільки змикаюча сила ніколи не перевищує розмикаючу силу (Н Р), ущільнення розкривається, та як видно, для формування первинного ущільнення не створюється достатньої сили.

У варіантах втілення винаходу (не показано), коли високий тиск спостерігається радіально всередині рівноважного балансного діаметру, еквівалентне О-подібне ущільнення першого вторинного ущільнення може розташовуватися в каналі в частині, що знаходиться радіально зовні рівноважного балансного діаметру. В цьому випадку фрикційне зчеплення О-подібного ущільнення буде намагатися збільшити діючий балансний діаметр, що

знову породить тенденцію до збільшення змикаючої сили, що виникає в первинному ущільненні.

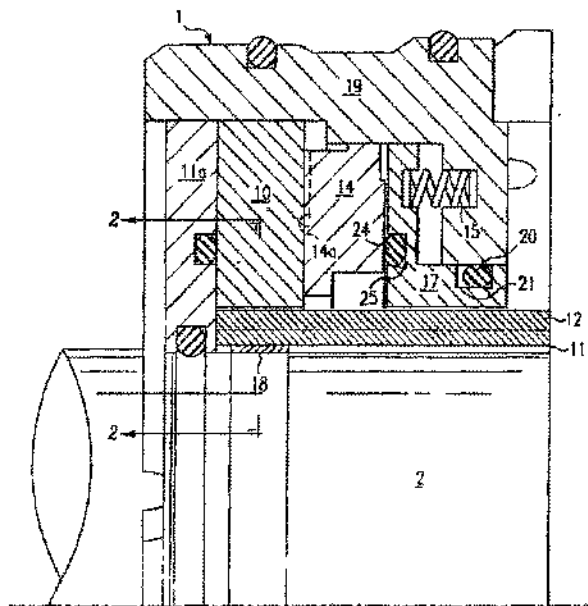
У варіанті втілення винаходу, що його проілюстровано, показано О-подібне ущільнення 20 в каналі 21. Його може бути доповнено опорним кільцем, наприклад, виробленим з тефлону, на боці низького тиску каналу 21.

Додаткове вторинне ущільнення також формується між тильною поверхнею ущільнювального елемента 14 та боком штовхаючої муфти 15, що простягається радіально. О-подібне ущільнення 24 розташовується в каналі 25, зробленому в штовхаючій муфті 15 (або же, альтернативно, цей канал може бути зроблено на тильній поверхні ущільнювального елемента 14). Канал 25 є каналом "половинка голубиного хвоста". Така форма каналу 25 запобігає зростанню тиску в каналі 25, яке, в протилежному випадку, призвело б до виштовхування О-подібного ущільнення 24 з каналу 25 при швидкому падінні тиску в установці або у перебігу інших перехідних процесів. Така форма каналу 25 може впадно використовуватися в усіх корпусах ущільнень валів, які використовують аналогічно розташоване вторинне ущільнення.

Звичайно же додаткове вторинне ущільнення може мати стандартну конструкцію каналу (не показано), але це не є більш прийнятним.

Альтернативний ущільнювальний пристрій, зображений на фіг 4 та 5, також може використовуватися в інших частинах, де застосовуються О-подібні ущільнення, як у проілюстрованих варіантах втілення винаходу. Пружне тефлонове О-подібне ущільнення, зображене на фіг 5, часто використовується завдяки його гарним характеристикам в режимі зменшення тиску.

Як зазначалось вище, вздовж валу 2 можуть використовуватися послідовні ущільнення 1, причому друге ущільнення 1 є опорним для першого. При необхідності може використовуватися одне чи декілька додаткових ущільнень вздовж валу.



Фиг. 1

