



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 159340

(13) U

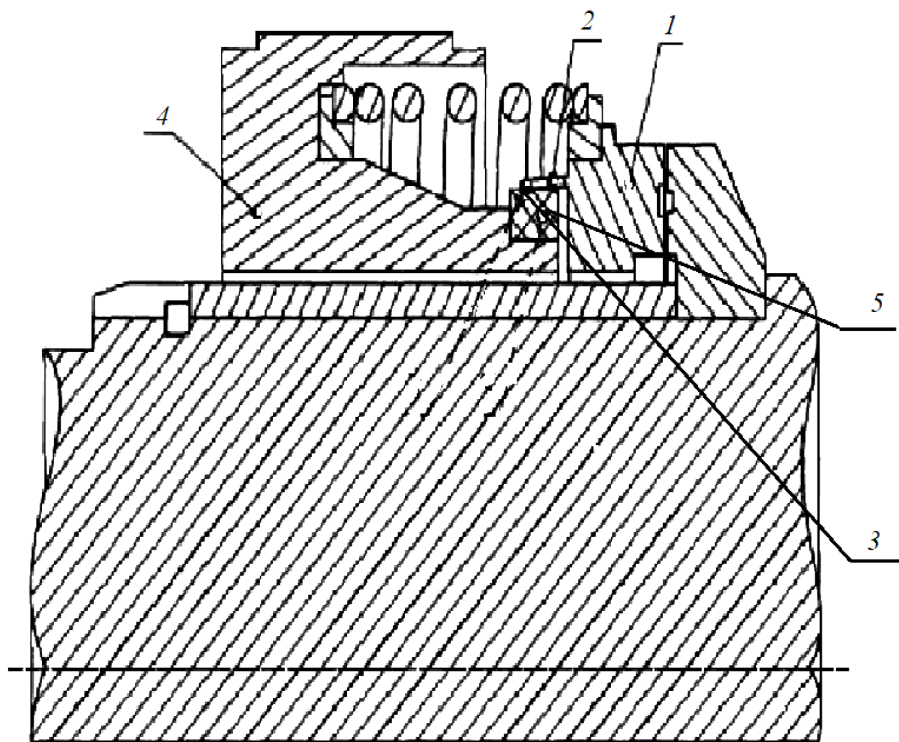
(51) МПК

F16J 15/34 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **u 2024 04689****(22)** Дата подання заявки: **30.09.2024****(24)** Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **15.05.2025****(46)** Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **14.05.2025, Бюл.№ 20****(72)** Винахідник(и):**Гапонова Оксана Петрівна (UA),
Тарельник Наталія В'ячеславівна (UA),
Тарельник В'ячеслав Борисович (UA),
Охріменко Віктор Олександрович (UA)****(73)** Володілець (володільці):**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Харківська, 116, м. Суми, 40007 (UA)****(74)** Представник:**ГУДКОВ СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ****(54) ВУЗОЛ ТОРЦЕВОГО ІМПУЛЬСНОГО УЩІЛЬНЕННЯ****(57)** Реферат:

Вузол торцевого імпульсного ущільнення складається з аксіально-рухливого металевого кільця, забезпеченого вторинним ущільненням, ущільнювальної втулки та встановленої на ущільнювальній втулці проміжної втулки, що знаходиться між нею і вторинним ущільненням. При цьому проміжна втулка виконана з сталі 12Х18Н10Т, на поверхню якої методом електроіскрового легування нанесене покриття, що містить дисульфід молибдену MoS₂.



UA 159340 U

Корисна модель належить до галузі машинобудування, зокрема до ущільнювальної техніки, а саме до вузлів торцевих імпульсних ущільнень, і може бути застосована для ущільнення валів насосів, турбін теплових і атомних електростанцій, що працюють в агресивних, підвищених і криогенних середовищах.

Як правило, вузли торцевого імпульсного ущільнення містять аксіально-рухливе металеве кільце, яке встановлене в корпусі і забезпечене вторинним ущільненням, що герметизує порожнини з різними значеннями тиску. Як вторинні ущільнення у таких конструкціях застосовуються, наприклад, гумові кільця або металеві сальфони. Сальфони ущільнювачі [див., наприклад, патент Великобританії GB 1,232,082, від 10.06.1968] мають ряд недоліків, які роблять неможливими їх застосування в ущільненнях, що розділяють порожнини з великим перепадом тиску.

Гумові ущільнювачі не можуть бути застосовані при підвищеній температурі і в криогенних середовищах [див., наприклад, авт. свід. СРСР № 101660, F16J 15/34, 1983].

Відомий також вузол імпульсного торцевого ущільнення для роторних машин, що перекачують криогенні середовища, який здатний надійно працювати в криогенних середовищах високого тиску при великих швидкостях обертання і на нестаціонарних режимах, з малими протічками від 0,1 до 0,7 л/с, залежно від геометричних розмірів торцевої пари [RU № 2187727 C2, F16J 15/34, 2002]. Відомий вузол торцевого імпульсного ущільнення містить встановлене в корпусі аксіально-рухливе пружне металеве кільце, забезпечене вторинним ущільненням. При цьому вторинне ущільнення виконано як одне ціле з аксіально-рухливим кільцем, розташовано з його тильної сторони і являє собою профільований конічний вус з торцевою контактною поверхнею, що має покриття з м'якого матеріалу. Пружний профільований конічний вус виконано у вигляді тонкостінної оболонки з потовщенням у місці з'єднання з аксіально-рухливим металевим кільцем. При складанні ущільнювального вузла торцева поверхня вуса з натягом (від 0,02 до 0,07 мм) встановлюється на втулку. З огляду на те, що вторинне ущільнення аксіально-рухливого кільця виготовлено як одне ціле з кільцем, то в зоні контакту поверхня вторинного ущільнення і поверхня ущільнювальної втулки, взаємно переміщуючись, піддаються фреттинг-корозії. Якщо виходити з того, що внаслідок пружності матеріалу не можна виключити взаємного переміщення поверхонь, то для боротьби з фреттинг-корозією слід: а) зменшити мікропереміщення; б) знизити сили тертя; в) зосередити ковзання в проміжному середовищі. У нашому випадку мікропереміщення при нормальній роботі ущільнення стабільні і досягають 0,004 мм. Однак, якщо при збільшенні контактного тиску амплітуда зміщення залишається постійною, то uszkodження посилюються [Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность). - М.: Издательство МСХА, 2001. - 616 с.].

Найближчим аналогом є вузол торцевого імпульсного ущільнення [Пат. на корисну модель 114075 UA, МПК F16J 15/34 (2006.01) Вузол торцевого імпульсного ущільнення / Тарельник В.Б., Марцинковський В.С., Білоус А.В., Жуков О.М., Кундера Ч.; заявл. 13.09.2016; опубл. 27.02.2017, Бюл. № 4, 2017.], який містить аксіально-рухливе металеве кільце, що встановлене в корпусі і забезпечене вторинним ущільненням, і ущільнювальну втулку, на ущільнювальній втулці між нею і вторинним ущільненням встановлено полімерну проміжну втулку, а вторинне ущільнення виконане у вигляді тонкостінної оболонки. Проміжну втулку виконано з фторопласту Ф-4. Вторинне ущільнення може бути виконане з жароміцного на нікелевій основі сплаву ХН58МБЮД або безолов'яної оброблюваної тиском бронзи, зокрема берилієвої бронзи БрБ2.

Незважаючи на низку переваг недоліком найближчого аналога може бути те, що матеріал Ф-4 працездатний в інтервалі температур (від -269 до +260 °C) [Джуринский К. Отечественные КМПП с предельной частотой 18 ГГц. Материалы, конструкции, технологии // Электроника. - 2014. - № 2. - С. 162-170.] і не може бути використаним для виготовлення і ремонту деталей насосного обладнання (НО) атомних електростанцій АЕС. Наприклад, в головних циркуляційних насосах (ГЦН), які забезпечують циркуляцію води між реактором та парогенератором, вода подається за допомогою ГЦН в реактор під тиском $P=16,6$ МПа і при температурі $t=289$ °C. В реакторі вода нагрівається до $t=322$ °C і подається в парогенератор. Вода що знаходиться в першому контурі радіоактивна, тому велика увага приділяється до ущільнень головного циркуляційного насоса, щоб унеможливити її витікання [Насосне устаткування в технологічній схемі АЕС. Режим доступу: <https://vseosvita.ua/library/embed/0100a91v-0886.docx.html>].

Для виготовлення вузлів і деталей ГЦН, використовуються матеріали з корозійностійких нержавіючих сталей такі матеріали [Техногенна безпека АЕС: Навч. посібн.; Ч. II / Д.О. Чалий, А.Б. Тарнавський, Р.Ю. Сукач, Р.Б. Веселівський; Держ. служба України з надзвичайних ситуацій; Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльності. - Львів: Каменярь, 2020. - 340 с.]:

- корпус вузла ущільнення - зварна конструкція з поковок сталі 08X18N10T;

- нижній підшипник ковзання виготовлений зі сталі 12X18H10T;
- корпус ущільнення - зварна конструкція зі сталі 12X18H10T тощо.

В основу корисної моделі поставлена задача забезпечення надійності та герметичності з'єднання торцевої ущільнювальної поверхні вторинного ущільнення в зоні контакту з

5 ущільнювальною поверхнею втулки.

Поставлену задачу вирішується тим, що у вузлі торцевого імпульсного ущільнення, який складається з аксіально-рухливого металевго кільця, забезпеченого вторинним ущільненням, ущільнювальної втулки та встановленої на ущільнювальній втулці проміжної втулки, що знаходиться між нею і вторинним ущільненням, згідно з корисною моделлю, проміжна втулка

10 виконана з сталі 12X18H10T, на поверхню якої методом електроіскрового легування нанесене покриття, що містить дисульфід молібдену MoS_2 .

Завдяки технології формування покриття на проміжну втулку, яка виконана з сталі 12X18H10T, що полягає у нанесенні на оброблену поверхню пасти з вмістом сірки 33,3 % і легування молібденовим електродом (покриття Mo+S) [Gaponova, O.P.; Antoszewski, B.; Tarellyuk, V.B.; Kurp, P.; Myslyvchenko, O.M.; Tarellyuk, N.V. Analysis of the Quality of Sulfomolybdenum Coatings Obtained by Electrospark Alloying Methods. Materials 2021, 14, 6332. <https://doi.org/10.3390/ma14216332>]. Дослідження характеру зміни сили тертя серії зразків з покриттями Mo+S , в яких під час ЕІЛ утворюється дисульфід молібдену, свідчать про те, що і сила тертя, і коефіцієнт тертя в таких зразках при терті по ньому сталюю кулькою невеликі і

20 відповідають значенням $F_{\max}=0,41 \text{ Н}$ і $\mu_{\text{cp}}=0,0156$ при навантаженні $P=20 \text{ Н}$ і $F_{\max}=0,43 \text{ Н}$ і $\mu_{\text{cp}}=0,0078$ при навантаженні $P=40 \text{ Н}$. Вторинне ущільнення виконане з жароміцного на нікелевій основі сплаву ХН58МБЮД або безолов'яної оброблюваної тиском бронзи, зокрема берилієвої бронзи БрБ2.

При цьому, виходячи з того, що професор Гаркунов Д.Н. не рекомендує використовувати

25 однойменні матеріали в парах тертя [Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность) - М.: Издательство МСХА, 2001. - 616 с.], слід мати на увазі, що коефіцієнт тертя бронзи по бронзі і нікелевого сплаву по нікелевому сплаву становить понад 0,2, що також свідчить про перевагу зробленого вибору. Контакт в процесі роботи ущільнювальної контактної поверхні вторинного ущільнення з ущільнювальною поверхнею втулки з сталі 12X18H10T з Mo+S

30 покриттям, нанесеним методом ЕІЛ, значно покращує трибологічні властивості пари тертя.

Суть корисної моделі пояснюється на кресленні.

Запропонований вузол торцевого імпульсного ущільнення містить встановлене в корпусі аксіально-рухливе пружне металеве кільце 1, яке забезпечене вторинним ущільненням 2 і

35 ущільнювальною втулкою 4. При цьому вторинне ущільнення 2 виконано як одне ціле з аксіально-рухливим металевим кільцем 1, що розташоване з його тильної сторони і являє собою профільований конічний вус з торцевою контактною поверхнею 3. Вторинне ущільнення 2 виконано у вигляді тонкостінної оболонки з потовщенням - проміжною втулкою 5 у місці з'єднання з аксіально-рухливим металевим кільцем 1. Проміжна втулка 5 виконана зі сталі 12X18H10T, на поверхню якої методом електроіскрового легування нанесене покриття, що

40 містить дисульфід молібдену MoS_2 .

В процесі роботи ущільнювальна контактна поверхня 3 вторинного ущільнення 2 контактує з ущільнювальною поверхнею втулки 5 і між ними протікає фреттинг-процес, який завдяки властивостям контактуючих поверхонь не переходить в фреттинг-корозію.

45 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Вузол торцевого імпульсного ущільнення, який складається з аксіально-рухливого металевго кільця, забезпеченого вторинним ущільненням, ущільнювальної втулки та встановленої на

50 ущільнювальній втулці проміжної втулки, що знаходиться між нею і вторинним ущільненням, який **відрізняється** тим, що проміжна втулка виконана зі сталі 12X18H10T, на поверхню якої методом електроіскрового легування нанесене покриття, що містить дисульфід молібдену MoS_2 .

