

Корисна модель належить до ущільнювальної техніки і може бути використана для гідродинамічного ущільнення валів при високих швидкостях, що передають енергію до герметичних порожнин із робочим середовищем під надлишковим тиском або за вакууму.

Аналогом є гідродинамічне ущільнення вала, до складу якого входять: циліндрична камера з ущільнюючою рідиною, що обертається автономним приводом навколо вала; у порожнині камери розташовані нерухомий розділяючий диск, герметично з'єднаний із корпусом порожнини, що герметизується, та обертний розділяючий диск, герметично посаджений на вал. Обидва диски своїми периферійними поверхнями занурені в рідину, що перебуває під тиском від відцентрових сил; утворюється герметизувальний ланцюг поверхонь вала, обертового диска, ущільнювальної рідини, нерухомого диска та корпусу порожнини.

Недоліки аналога за високих кутових швидкостей вала виникають великі колові швидкості обертового розділяючого диска, зануреного в ущільнювальну рідину. При цьому виникають значні сили в'язкого тертя між рідиною і диском, а їх подолання вимагає значних затрат енергії на привід диска. За рахунок цієї енергії ущільнювальна рідина може нагріватись до кипіння, інтенсивно випаровуватися та унеможливити герметизацію вакуумних порожнин, у яких неприпустима наявність конденсату ущільнювальної рідини. Нагрівання спричиняє відчутне зменшення питомої ваги рідини і відповідно - відцентрової сили та тиску в зоні ковзання рідини і поверхні рухомого диска. Напружений температурний стан буде несприятливим для забезпечення довговічності деяких елементів ущільнення (полімерні ущільнення нерухомих з'єднань деталей, підшипники, сама рідина). Спроба нормалізувати температурний режим конструкції вимагає реалізації високвитратних конструктивних заходів по охолодженню ущільнення: збільшення площі поверхонь, що віддають теплову енергію в навколишнє середовище, організацію збільшених витрат рідини через ущільнення для виводу надлишкової теплової енергії.

При цьому заявник вважає, що ця конструкція може бути прийнята, як найближчий аналог, який має спільні ознаки - гідродинамічне ущільнення вала, що містить обертну камеру з ущільнюючою рідиною, виконану з можливістю обертання від приводу, вал, занурені в рідину розділяючи диски - нерухомий, що герметично з'єднаний з корпусом машини, та обертний, що герметично з'єднаний з валом.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити існуюче гідродинамічне ущільнення вала для використання при високих швидкостях, шляхом зменшення перепадів швидкостей між поверхнями обертових дисків та камер, а також між поверхнями обертового диска, камери та нерухомого диска, знизити швидкість ковзання поверхонь дисків і рідини, зменшити теплове навантаження конструкції та підвищити її надійність.

Поставлена задача вирішується тим, що у гідродинамічне ущільнення вала, що містить обертну камеру з ущільнюючою рідиною, виконану з можливістю обертання від приводу, вал, занурені в рідину розділяючи диски - нерухомий, що герметично з'єднаний з корпусом машини, та обертний, що герметично з'єднаний з валом, згідно з корисною моделлю, в конструкцію введено п встановлених ланцюгом обертових камер для ущільнюючої рідини, стільки ж - герметично з'єднаних з додатковими камерами обертових розділяючих дисків, та стільки ж автономних приводів додаткових камер, при цьому обертний розділяючий диск герметично з'єднаний з валом, занурений в ущільнюючу рідину в крайній в ланцюзі додатковій камері, кожен додатковий розділяючий диск занурений в ущільнюючу рідину в попередній камері, і кожна камера виконана з можливістю обертання своїм автономним приводом зі швидкістю, більшою швидкості попередньої камери.

Вказані додаткові камери та диски створюють додаткові біротативні пари. Кожна з них має свій регульований привід, що дає змогу вибрати в кожному випадку експлуатації прийнятну швидкість камери та веденого нею диска. Найбільшу кутову швидкість має камера, в якій обертається розділяючий диск, герметично посаджений на вал, найменшу, але достатню для забезпечення роботи ущільнення, - камера з нерухомим розділяючим диском. Перепади швидкостей поверхонь камери і дисків і швидкості ковзання поверхонь і рідини при цьому можуть бути відчутно менші, ніж перепади в існуючій конструкції з однією камерою з обертним і нерухомим дисками.

В запропонованій конструкції швидкість ковзання рідини між поверхнями обертового та нерухомого дисків може бути зменшеною у $(n+1)$ разів (де n - кількість додаткових біротативних пар "камера - рухомий розділяючий диск"), що веде до зменшення теплового навантаження конструкції ущільнення.

Наявність автономних порожнин камер забезпечує використання ущільнювальної рідини з різними фізико-хімічними властивостями (в'язкість, питома вага, температура кипіння, тиск насиченої пари, теплопровідність, хімічна стабільність), що дає можливість вибрати більш прийнятні умови функціонування ущільнення з врахуванням його теплової навантаженості.

Потужність енергії, що підводиться до ущільнення на подолання дискового тертя приводом при турбулентному режимі, визначається виразом:

$$N = CV^{2.8},$$

де C - константа, яка визначається режимом руху диска у рідині, густиною рідини та геометрією елементів ущільнення;

V - перепад швидкостей поверхонь рухомого диска та рухомої камери з рідиною (або відносно поверхні нерухомого диска).

Очевидно, що зменшення перепаду швидкості призведе до відчутного зменшення затрат енергії на привід елементів конструкції ущільнення. Відповідно, буде зменшене теплове навантаження на 1 камеру ущільнення та затрати енергії на привід.

Автономні приводи кожної камери забезпечують отримання прийнятних швидкостей ковзання рухомих поверхонь ущільнення та шарів рідини при циклічній зміні швидкості ущільнюваного вала, що також забезпечує зменшення теплового навантаження конструкції та економію енергії на привод.

Суть корисної моделі пояснює креслення:

Навколо ущільнювального вала 1 розташовані камери 2, 3 та 4 для ущільнюючих рідин, що обертаються автономними приводами 5, 6 та 7, відповідно.

В камерах розташовані занурені в рідину розділячі диски: нерухомий 8, який герметично з'єднаний з корпусом 9 ущільнюваної порожнини машини, рухомий 10, який герметично з'єднаний з валом 1, рухомі диски 11 та 12, які герметично з'єднані з камерами 3 та 4, відповідно, які створюють три біротативні пари зі зменшеними, наприклад, в три рази швидкостями ковзання між рухомими поверхнями конструкції та шарами рідини.

Перед пуском машини, вал якої ущільнюється, вмикають автономні приводи 5, 6 та 7 камер ущільнення 2, 3 та 4, установлюють оптимальні швидкості обертання камер, заливають визначену кількість ущільнюючих рідин (або одну і ту ж) і створюють в герметизованій порожнині надлишковий тиск чи розрідження технологічного середовища. Герметизуючий ланцюг створюють поверхні: вала 1, рухомого диска 10, рідини в камері 4, стінки камери 4, рухомого диска 12, рідини в камері 3, стінки камери 3, рухомого диска 11, рідини в камері 2, нерухомого диска 8, корпусу 9 порожнини, що герметизується. Цей ланцюг перекриває зазор між валом 1 і корпусом 9.

Після стабілізації визначеного температурного режиму елементів конструкції ущільнення, при нерухомому валові, запускають машину, і виводять вал на потрібну швидкість певного технологічного режиму. Кутіві швидкості та швидкості ковзання поверхонь дисків, камер і рідини, які значно менші, ніж швидкості в однокамерній конструкції, регулюються приводом з метою отримання близьких до оптимальних температурних режимів рідинного тертя в порожнинах камер.

Зменшення теплового навантаження за рахунок розподілу перепаду швидкостей поверхонь рухомого та нерухомого дисків між елементами кількох біротативних пар викличе зменшення температури рідини біля поверхонь.

