

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0821U103063

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 30-12-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Позовний Олександр Олександрович

2. Pozovnyi Oleksandr O.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 133

Назва наукової спеціальності: Механічна інженерія. Галузеве машинобудування

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 24-12-2021

Спеціальність за освітою: 131 Прикладна механіка

Місце роботи здобувача: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 55.051.029

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 55.39.37.35, 55.39.37.03

Тема дисертації:

1. Вплив багатошпаринних ущільнень на герметичність та вібронадійність відцентрових насосів
2. Influence of multi-annular seals on tightness and vibration reliability of centrifugal pumps

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена розробленню методики розрахунку та вдосконаленню геометрії багатошпаринних ущільнень відцентрових насосів. Наукове обґрунтування та опрацювання методики визначення статичних і динамічних силових характеристик та уточнений розрахунок величини витоків в багатошпаринних ущільненнях дають змогу покращити вже існуючі конструкції та підвищити енергоефективність при забезпеченні допустимо низького рівню вібрацій роторів відцентрових насосів. На основі аналізу літературних джерел встановлено можливість підвищення загального коефіцієнту корисної дії (К.К.Д.) відцентрових насосів за рахунок зменшення об'ємних втрат на передніх та міжступеневих шпаринних ущільненнях при великих значеннях перепадів тиску та швидкостях обертання роторів. Це можливо за рахунок використання багатошпаринних ущільнень. Конструкції таких ущільнень створюється послідовно розміщеними дроселями, з'єднаними між собою камерами, коефіцієнт гідравлічних втрат яких приблизно дорівнює сумі коефіцієнтів втрат всіх дроселів. Відповідно зменшується виток через ущільнення. З літератури стає зрозумілим, що в таких ущільненнях, як і у звичайних одношпаринних, не тільки обмежуються втрати, а й внаслідок високих значень перепадів тиску виникають радіальні сили, які впливають на динамічні характеристики роторів відцентрових насосів, тобто вони виконують функції гідродинамічних опор і можуть, як стабілізувати ротор, так і викликати втрату його динамічної стійкості. Для визначення розподілу тиску в короткому кільцевому каналі з відповідними граничними умовами прийнято рівняння течії в'язкої нестисливої рідини (рівняння Рейнольдса). Отримані аналітичні залежності для розрахунку радіальних сил, що виникають в кільцевих дроселях двохшпаринних і трьохшпаринних ущільнень, зумовлені радіальним зміщенням вала та перекосом осей ротора та статора. Проведена оцінка впливу конусності щілин на силові коефіцієнти багатошпаринного ущільнення. Розглядаються сили, зумовлені осьовим перепадом тиску і потоком витіснення: дисипативна сила і циркуляційна сила, які можуть привести до втрати стійкості, яка супроводжується автоколиваннями ротора з великою амплітудою. Інерційні сили (гіроскопічна і сила інерції), зважаючи на їх відносно малі значення, не враховуються. Отримані аналітичні залежності для визначення амплітуди та фази вимушених радіальних коливань вала, а також визначення умови його стійкості. Також розглянуті вільні коливання ротора в багатошпаринному ущільненні та отримані частоти власних коливань системи ротор-ущільнення з врахуванням демпфірування в залежності від частоти обертання при різних значеннях ущільнювального тиску. Виконано порівняння величин динамічних коефіцієнтів та витоків двох- та трьохшпаринних ущільнень з одношпаринним ущільненням при умові використання достатньо великих камер, яке демонструє суттєві переваги багатошпаринних ущільнень. Так, наприклад, трьохшпаринне ущільнення з однаковим радіальним зазором всіх шпарин ущільнення має у середньому на 48,5 % більші динамічні коефіцієнти, та на 41,2 % менші витокі, а подібне двохшпаринне ущільнення має на 15 % більшу пряму жорсткість та на 9,1 % більше пряме демпфірування та на 20,6 % менші витокі. Для проведення експериментальних досліджень на базі проблемної лабораторії гермомеханіки та вібродіагностики кафедри комп'ютерної механіки імені Володимира Марцинковського виконана модернізація існуючої експериментальної установки для досліджень одношпаринних ущільнень. Установка забезпечує подачу ущільнювального тиску від 0 до 1 МПа, при умові достатнього гасіння його пульсацій, при величині витоків до 1,2 л/с та частоті обертання вала - 8000 об/хв. Виконувались експериментальні дослідження трьохшпаринного ущільнення двох варіантів конструкцій: з однаковими радіальними зазорами на кожній шпарині і з вдвічі збільшеним радіальним зазором на другій шпарині при двох осьових розмірах з'єднувальних камер - 1 та 3 мм. Для визначення впливу радіальної та тангенціальної сил, окремо проведені дослідження як з не обертовим, так і з обертовим валом. В експериментальних дослідженнях з не обертовим валом проведено вимірювання розподілу тиску по довжині першої шпарини та в з'єднувальній камері на виході з неї у двох протилежних радіальних положеннях вала - у місці з мінімальним та максимальним радіальним зазором; та сумарних витоків з ущільнення в залежності від радіального зміщення вала (ексцентриситету) в діапазоні 0,04-0,16 мм при різній величині ущільнювального тиску 1,25; 2,5; 5; 7,5, 10 атм.

2. The thesis is devoted to the development of calculation methods and improvement of the geometry of multi-annular seals of centrifugal pumps. Scientific substantiation and elaboration of the method of determining static

and dynamic forces characteristics and refined calculation of leakage in multi-clearance seals allow to improve existing structures and increase energy efficiency while ensuring a low level of vibration of centrifugal pump rotors. Based on the analysis of literature sources, the possibility of increasing the total efficiency of centrifugal pumps by reducing the volume losses on the front and interstage annular seals, with large values of pressure drops and rotational speeds. This is possible through the use of multi-clearance seals. Sequentially placed throttles connected by chambers creates the design of such seals, the coefficient of hydraulic losses is approximately equal to the sum of the coefficients of loss of all throttle. Accordingly, leakage through seals is reduced. From the literature, it is clear that in such seals, as in conventional single-clearance, not only limited losses but also due to high values of pressure drops radial forces that affect the dynamic characteristics of the rotors of centrifugal pumps, i.e. they perform hydrodynamic support and can both to stabilize the rotor and to cause the loss of its dynamic stability. The flow equation of a viscous incompressible fluid (Reynolds equation) determines the pressure distribution in a short annular channel with corresponding boundary conditions. Analytical dependences for calculating radial forces arising in the ring chokes of two-annular and three-annular seals due to the radial displacement of the shaft and the skew of the axes of the rotor and stator are obtained. The influence of the conicity of the slits on the force coefficients of the multi-annular seals is estimated. The forces due to the axial pressure drop and the displacement flow are considered: dissipative force and circulating force, which can lead to loss of stability, accompanied by self-oscillations of the rotor with a large amplitude. Inertial forces (gyroscopic and inertial forces), due to their relatively small values, are not taken into account. Analytical dependences for the determination of amplitude and phase of forced radial oscillations of a shaft and the definition of its stability condition are received. The free oscillations of the rotor in the multi-annular seal are also considered, and the natural frequencies of the rotor-seal system are obtained, taking into account damping depending on the rotational frequency at different values of the sealing pressure. Comparing the values of dynamic coefficients and leakage of two- and three-annular seals with a one-clearance seal under the condition of using sufficiently large chambers demonstrates the significant advantages of multi-annular seals. For example, a three-clearance seal with the same radial clearance has an average of 48.5% higher dynamic coefficients and 41.2% fewer leakages. A similar two-clearance seal has 15% greater direct stiffness and 9.1% more direct damping, and 20.6% fewer leaks. To conduct experimental research on the basis of the problem laboratory of hermomechanics and vibrodiagnostics of the Department of Computer Mechanics named after Volodymyr Martynovskyy, the modernization of the existing experimental installation for the study of single-well seals was performed. The unit provides the supply of sealing pressure from 0 to 1 MPa, provided sufficient suppression of its pulsations, with the value of leaks up to 1.2 l/s and shaft speed - 8000 rpm. Experimental studies of three-annular seals of two design variants were performed: with the same radial clearance on each hole and twice the radial clearance on the second hole with two axial sizes of connecting chambers - 1 and 3 mm. To determine the influence of radial and tangential forces, separate studies with both non-rotating and rotating shafts were conducted. In experimental studies with a non-rotating shaft, the pressure distribution was measured along the length of the first clearance and in the connecting chamber at its outlet in two opposite radial positions of the shaft - in the place with the minimum and maximum radial clearance; and total leaks from the seal depending on the radial displacement of the shaft in the range of 0.04-0.16 mm (eccentricity) at different values of the sealing pressure of 1.25; 2.5; 5; 7.5, 10 atm.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Загорулько Андрій Васильович

2. Zahorulko Andrii V.

Кваліфікація: к. т. н., 05.05.17

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Роговий Андрій Сергійович

2. Rogovyj Andriij Sergijovych

Кваліфікація: д.т.н., 05.05.17

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ященко Андрій Сергійович
2. Yashchenko Andrii S.

Кваліфікація: к. т. н., 05.02.09**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:****Форма власності:****Сфера управління:****Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Савченко Євген Миколайович
2. Savchenko Ievgen M.

Кваліфікація: к. т. н., 05.05.17**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:****Форма власності:****Сфера управління:****Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Симоновський Віталій Іович
2. Symonovskyi Vitalii I.

Кваліфікація: д. т. н., 05.02.09**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:**

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Склябінський Всеволод Іванович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Склябінський Всеволод Іванович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Т.А.