

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001250

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 28-04-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Куліков Олександр Андрійович

2. Oleksandr Kulikov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7222-8766

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 133

Назва наукової спеціальності: Галузеве машинобудування

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 20744 галузеве машинобудування

Дата захисту: 15-05-2026

Спеціальність за освітою: 133 Галузеве машинобудування

Місце роботи здобувача: Сумський національний аграрний університет

Код за ЄДРПОУ: 04718013

Місцезнаходження: вул. Герасима Кондратьєва, Суми, Сумський р-н., 40021, 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): PhD 12434

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.39.37.29, 55.39.37.41, 55.39.37.03, 30.17.51

Тема дисертації:

1. Інтенсифікація гідродинамічних процесів у відцентрових насосах шляхом застосування контрроторного ефекту
2. Intensification of hydrodynamic processes in centrifugal pumps through the application of the counter-rotating effect

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню застосування контрроторного ефекту у відцентрових насосах як засобу інтенсифікації робочих процесів для підвищення напірних характеристик при зниженні матеріалоемності та енергетичних витрат на виготовлення, транспортування й експлуатацію. Основну увагу приділено аналізу гідродинамічних процесів у проточній частині при контрроторному обертанні робочих органів та визначенню оптимальних конструктивних параметрів. Для досліджень розроблено математичну модель контрроторного ступеня (робоче колесо та контрроторний диск), яка дозволила виконати параметричні розрахунки, зіставити результати з теорією подібності та сформуванати базу для подальшого моделювання в ANSYS CFX. У першому розділі проведено аналіз джерел щодо застосування контрроторного ефекту в насособудуванні, розглянуто сучасні методики розрахунку потоків і обґрунтовано вибір методу дослідження. Встановлено, що застосування контрроторного ефекту у відцентрових насосах майже не

досліджене, тоді як для осьових насосів такі рішення вже розглядаються. Отже, актуальність роботи зумовлена недостатньою вивченістю цього підходу для відцентрових насосів, що відкриває перспективи підвищення їх ефективності без збільшення габаритів і матеріалоемності та забезпечення вимог енергозбереження. У другому розділі на основі розробленої математичної моделі контрроторного ступеня сформовано напірно-енергетичні характеристики залежно від геометричних параметрів (кількість лопатей, кут їх установки, співвідношення діаметрів робочих органів і зазор між ними) та частоти обертання. Запропоновано метод визначення теоретичного напору на основі рівнянь Ейлера. Проведено числовий аналіз впливу геометрії лопатей, частоти обертання та діаметра контрроторного диска. Встановлено, що основними чинниками формування напірно-енергетичних характеристик є частота обертання, кут установки та кількість лопатей. Діаметр диска також суттєво впливає на напір, тоді як зазор між робочими органами має другорядний характер і пов'язаний переважно з конструктивною точністю. Водночас зміна зазору практично не впливає на напір, але визначає рівень об'ємних втрат і технологічну якість конструкції. У третьому розділі основну увагу приділено аналізу режимів роботи контрроторного ступеня в області максимальної енергоефективності (Q_{ber}). Встановлено, що найвищі показники ефективності досягаються при частоті обертання близько 3000 об/хв і раціональному поєднанні числа лопатей 5–7 за малих кутів їх установки, що забезпечує високий ККД. Конфігурація з вісьмома лопатями при куті 0° є доцільною для режимів, де пріоритетним є максимальний напір. Показано, що збільшення діаметра контрроторного диска в діапазоні $k = 1,35\text{--}1,55$ призводить до стійкого зростання напору, так при збільшенні диска на 30 мм напір зростає більш ніж на 50 м, а ККД підвищувався приблизно на 8 %. Оптимальним визнано $k = 1,35$ як компроміс між напірними та масогабаритними характеристиками. Вплив зазору між робочими органами є менш значним. Його збільшення з 1 до 5 мм спричиняє зниження напору приблизно на 15 м і потужності до 5 %, при цьому ККД практично не змінюється. Додатково підтверджено, що контрроторний ступінь підпорядковується законам подібності, що дозволяє здійснювати перерахунок режимів через зміну частоти обертання. Також встановлено можливість застосування загальноприйнятої методики розрахунку відповідного пристрою: при цьому максимальний ККД зменшувався приблизно на 5 %, а напір – на 4 %. У четвертому розділі представлено алгоритм проектування відцентрового насоса з контрроторним ступенем, заснований на теорії подібності та аналізі модельних характеристик. Виконано розрахунок робочих режимів і перевірку точності параметрів, при цьому розбіжність із натурними даними не перевищує 3 %. Також визначено показники життєвого циклу (енергоефективність і матеріалоемність), на підставі яких доведено переваги контрроторного насоса щодо поєднання високої ефективності та компактності. У частині конструктивної реалізації розраховано кінчну зубчасту передачу для забезпечення контрроторного обертання, запропоновано модель визначення осьового зусилля та розроблено загальну компоновку контрроторного насоса, що підтверджено патентами на корисні моделі.

2. The dissertation is devoted to the study of the application of the counter-rotating effect in centrifugal pumps as a means of intensifying working processes to increase head characteristics while reducing material intensity and energy consumption for manufacturing, transportation, and operation. Special attention is given to the analysis of hydrodynamic processes in the flow passage under counter-rotation of the working elements and to the determination of optimal design parameters. For the research, a mathematical model of a counter-rotating stage (impeller and counter-rotating disk) was developed, which enabled parametric calculations, comparison with similarity theory, and the formation of a basis for further numerical simulation in ANSYS CFX. In the first chapter, an analysis of the literature on the application of the counter-rotating effect in pump engineering is carried out. Modern methods of flow calculation are reviewed, and the choice of the research approach is substantiated. It is established that the application of the counter-rotating effect in centrifugal pumps has been studied to a very limited extent, whereas such solutions are already considered for axial pumps. Therefore, the relevance of the work is determined by the insufficient investigation of this approach for centrifugal pumps, which opens prospects for improving their efficiency without increasing size, material consumption, and while meeting energy-saving requirements. In the second chapter, based on the developed mathematical model of the counter-rotating stage, head and energy characteristics are formulated as functions of geometric parameters (number of blades, blade

installation angle, ratio of working element diameters, and the clearance between them) and rotational speed. A method for determining theoretical head based on Euler's equations is proposed. A numerical analysis of the influence of blade geometry, rotational speed, and counter-rotating disk diameter is carried out. It is established that the main factors influencing head and energy characteristics are rotational speed, blade installation angle, and number of blades. The disk diameter also significantly affects the head, while the clearance between working elements has a secondary role and is mainly related to manufacturing accuracy. At the same time, changes in clearance have almost no effect on head but determine volumetric losses and the technological quality of the design. In the third chapter, the main focus is placed on the analysis of operating modes of the counter-rotating stage in the region of maximum energy efficiency (Q_{bep}). It is established that the highest efficiency is achieved at a rotational speed of approximately 3000 rpm and with a rational combination of 5–7 blades at small blade angles, ensuring high efficiency. A configuration with eight blades at a 0° angle is found to be suitable for operating conditions where maximum head is the priority. It is shown that increasing the diameter of the counter-rotating disk in the range $k = 1.35$ – 1.55 leads to a steady increase in head; specifically, an increase of the disk diameter by 30 mm results in a head increase of more than 50 m, while efficiency rises by approximately 8%. The optimal value is identified as $k = 1.35$ as a compromise between head and mass-dimensional characteristics. The influence of the clearance between working elements is less significant: increasing it from 1 to 5 mm results in a head reduction of approximately 15 m and a power decrease of up to 5%, while efficiency remains practically unchanged. Additionally, it is confirmed that the counter-rotating stage follows similarity laws, which allows performance scaling through rotational speed variation. It is also demonstrated that the conventional methodology for diffuser design can be applied; in this case, the maximum efficiency decreases by approximately 5%, and the head by 4%. In the fourth chapter, a design algorithm for a centrifugal pump with a counter-rotating stage is presented, based on similarity theory and analysis of model characteristics. Operating regimes are calculated and parameter accuracy is verified, with deviations from experimental data not exceeding 3%. Lifecycle indicators (energy efficiency and material intensity) are also evaluated, demonstrating the advantages of the counter-rotating pump in terms of combining high efficiency with compact design. Regarding structural implementation, a bevel gear transmission is designed to ensure counter-rotation, a model for determining axial thrust is proposed, and a general layout of the counter-rotating pump is developed, which is confirmed by utility model patents.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Pavlenko I., Ciszak O., Kondus V., Ratushnyi O., Ivchenko O., Kolisnichenko E., Kulikov O., Ivanov V. An increase in the energy efficiency of a new design of pumps for nuclear power plants. *Energies*. 2023. №16(6). 2929
- Kondus V., Pavlenko I., Kulikov O., Liaposhchenko O. Development of a high-rotational submersible pump for water supply. *Water*. 2023. №15(20). 3609
- Pavlenko I., Kulikov O., Ratushnyi O., Ivanov V., Pitel' J., Kondus, V. Effect of impeller trimming on the energy efficiency of the counter-rotating pumping stage. *Applied Sciences*. 2023. №13(2). 761
- Kulikov O., Ratushnyi O., Moloshnyi O., Ivchenko O., Pavlenko I. Impact of the closed, semi-opened, and combined contra-rotating stages on volume loss characteristics. *Journal of Engineering Sciences*. 2022. №9(1). D6–D13
- Куліков О. А., Ратушний О. В., Івченко О. В., Андрусак В. О., Герасименко В. О. Порівняння характеристик контрротаторного ступеня з наявними насосами лінійки ЦНС 180. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2024. № 3 (57). С.10–17

- Куліков О. А., Ратушний О. В., Івченко О. В., Козін В. М., Фесенко Д. І., Жигилій Д. О. Поля характеристик контрроторних ступенів гідромашин. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів. 2024. №1 (55). С.46–54
- Куліков О. А., Ратушний О. В., Івченко О. В., Андрусак В. О., Герасименко В. О. Насоси контрроторні та насоси інших типів: Порівняльний аналіз ефективності. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів. №1 (59). С.43–50
- Андрусак В. О., Івченко О. В., Кондусь В. Ю., Куліков О. А., Подлесний, А. В. Підвищення енергоефективності насосних систем: Застосування індикатора ЕЕРІ для вибору занурювального обладнання. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів. 2025. №3. С.21–29
- Куліков О. А., Петренко С. С., Джафаров Т. В., Безсмертний О. С., Ратушний О. В. Модернізація проміжного ступеня насосу ЦНС 180–1900. Наукові нотатки. 2021. №71. С.119–127

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; методи, теорії, гіпотези; рукопис дисертації

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; економія енергоресурсів; економія матеріалів

Охоронні документи на ОПВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Патенти на корисну модель № UA 153746 U, 153743 U, 156492 U

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0125U000440 0126U000478

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Івченко Олександр Володимирович
2. Oleksandr Ivchenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.01.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4274-7693

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ратуший Олександр Валерійович
2. Oleksandr Ratushyi

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.05.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3525-0953

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бадах Валерій Миколайович

2. Valerii Badakh

Кваліфікація: к. т. н., професор, 05.02.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0009-2361-1123

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Роговий Андрій Сергійович

2. Andrii Rohovyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.05.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6057-4845

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Панченко Віталій Олександрович

2. Vitalii Panchenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.05.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9228-4888

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гусак Олександр Григорович

2. Oleksandr Husak

Кваліфікація: к. т. н., професор, 05.05.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4737-3838

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові

голови ради

Пляцук Леонід Дмитрович

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

Пляцук Леонід Дмитрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Бойко Антон Олександрович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна