

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001051

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 31-03-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ "Про видачу диплома доктора філософії та додатку до нього європейського зразка" від 25.04.2025 № 622/ст



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сун Лінь ...

2. Lin Song

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 134

Назва наукової спеціальності: Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Дата захисту: 09-04-2025

Спеціальність за освітою: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 7783

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

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, 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: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 27.35.23, 30.17.23, 30.17.31

Тема дисертації:

1. Моделювання та розрахунок процесів обтікання просторових тіл зі складною геометрією поверхні
2. Modeling and calculation of processes of flow around spatial bodies with complex surface geometry

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена вивченню нестисливої течії рідини в примежовому шарі, що утворюється поблизу поверхні тіла під час його руху у нерухомій рідині. За допомогою теоретичних фізико-математичних методів, отримано нові моделі нестисливої течії рідини у примежовому шарі. На підставі цих моделей сформульовані відповідні задачі та знайдено їх розв'язки. У першому розділі здійснено критичний огляд наукових досліджень за тематикою дисертації. У другому розділі представлено оригінальний підхід, що враховує просторову мінливість молекулярної в'язкості в області примежового шару. Просторова мінливість молекулярної в'язкості в примежовому шарі, за відомою аналогією з теорією теплопровідності, заснована на відсутності просторової ізотропії середовища. Якщо течія нестационарна і без-градієнтна або стаціонарна і градієнтна, то на обидва ці течії обумовлені двома силами. У таких течіях молекулярна в'язкість може бути постійною величиною. Експоненціальний розподіл швидкості у без-градієнтному примежовому шарі, що

отримано, підтверджується експериментально. Наводяться два підходи до опису ламінарної нестационарної течії нестисливої рідини в примежовому шарі. У результаті, як і раніше для стаціонарного випадку, отримані розв'язки, що описують як без-градієнтну, так і градієнтну течії нестисливої рідини в примежовому шарі. Асимптотичний аналіз переходу до стаціонарної течії свідчить про узгодженість цих розв'язків. Для випадку без-градієнтної течії проведено порівняння класичного розв'язку з розв'язком, що відповідає екстремуму витрати рідини, що переноситься рухомою поверхнею. Показано, що згідно з розв'язком, отриманим на основі варіаційного підходу, напруження зсуву на поверхні після встановлення руху нікуди не зникає, а, як і очікувалося, набуває сталого значення. У третьому розділі розглядається задача про область розвитку нестисливої течії рідини. Йдеться про примежовий шар рідини в області встановлення течії в задачі про рух пів-нескінченої площини, де градієнт тиску рівний нулеві. Запропоновано, як вже до цього було зроблено для задачі про стаціонарний рух площини і задачі про розгін площини, відійти від хибного твердження про сталість молекулярної в'язкості в без-градієнтному примежовому шарі нестисливої течії та вважати молекулярну в'язкість функцією просторових координат. Оскільки використання моделі течії нестисливої рідини обмежене числом Маха, для подальшого розширення діапазону швидкостей було розглянуто задачу про область розвитку слабо стисливої течії рідини в примежовому шарі. Аналітично доведено, що всі міркування щодо неможливості повного прилипання в області розвитку течії можна застосувати до слабо стисливої течії. Слабка стисливість при цьому означає дозвуковий характер течії та неврахування температурних впливів через тертя. У четвертому розділі розглянуто низка моделей вихрових течій, що утворюються під час польоту літака. Зокрема, це стосується турбулентної вихрової течії при утворенні вихрової пелени, компактних аналогів вихору Бюргерса-Ротта -- як класичного, що відповідає ламінарному рухові, так і того, що складається із ламінарної течії в ядрі та турбулентної течії на периферії вихору.

2. The dissertation is devoted to the study of incompressible and slightly compressible fluid flow in the boundary layer, which is formed near the surface of a body during its motion in a still fluid. By theoretical means of physics and mathematics new models of incompressible and slightly compressible fluid flow in the boundary layer were obtained. On the basis of these models, relevant problems were formulated and their solutions were found. First chapter includes critical analysis of scientific researches on the dissertation topic. In second chapter, an original approach that takes into account the spatial variability of the molecular viscosity in the boundary layer region, and the solution of the problem is based on the use of the extreme for the fluid flow functional. Spatial variability of molecular viscosity in the boundary layer, by analogy with the theory of thermal conductivity, is based on the absence of spatial isotropy of the medium. If the flow is unsteady and non-gradient or steady and gradient, then two forces act on both of these flows. In such flows, the molecular viscosity can be a constant value. The obtained exponential law is consistent with experimental data. Two approaches to describing the laminar unsteady flow of an incompressible fluid in the boundary layer are given. As a result, as before for the steady case, solutions describing both non-gradient and gradient flows of incompressible fluid in the boundary layer are obtained. The asymptotic analysis of the transition to the steady flow testifies to the consistency of these solutions. For the case of non-gradient flow, a comparison of the classical solution with the solution corresponding to the extreme of fluid rate carried by the moving surface is made. It is shown that according to the solution obtained on the basis of the calculus of variation approach, the shear stress on the surface does not disappear anywhere after the motion is established, but as expected, acquires a constant value. In the third chapter, flow development region problem is considered. It is about the fluid boundary layer in the region of flow development in the problem of the motion of a semi-infinite plane, where the pressure gradient is zero. It is proposed, as it was done before for the problem of steady motion of a plane and the problem of acceleration of a plane, to depart from the false statement about the constancy of molecular viscosity in the non-gradient boundary layer of an incompressible and slightly compressible flow and consider the molecular viscosity in boundary layer as a function of spatial coordinates. Since the use of the incompressible fluid flow model is restricted by the Mach number, to further expand the speed range, the problem of the of slightly compressible fluid flow development region in the boundary layer was considered. It is analytically proven that all considerations regarding the impossibility of complete non-slip in the flow development region can be applied to a slightly compressible flow. Slight compressibility at the same time

means the subsonic nature of the flow and the neglect of temperature effects due to friction. In fourth chapter, a number of models of vortex flows that are generated by aircraft flight, are considered. In particular, this applies to the turbulent vortex flow during the formation of a vortex sheet, compact analogues of the Burgers-Rott vortex – both the classical one corresponding to laminar motion and the one consisting of a laminar flow in the core and a turbulent flow on the periphery of the vortex.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

1. Lukianov P.V., Song L. Optimal Character and Different Nature of Flows in Laminar Boundary Layers of incompressible Fluid Flow Problems of Friction and Wear. 2022. № 4(97). P. 52–60.
2. Lukianov Pavlo, Song Lin. Unsteady Incompressible Laminar Boundary Layer: Time and Space Variable Molecular Viscosity. *Авіаційно-Космічна Техніка і Технологія*. 2023. № 3(187). С. 50–60.
3. Lukianov Pavlo, Song Lin. Compact analogs of the models of vortex flows generated by aircraft flight. *Авіаційно-Космічна Техніка і Технологія*. 2023. № 5(191). С. 4–20.
4. Lukianov Pavlo, Song Lin. Flow development region in the boundary layer: two-component molecular viscosity and partial slip. *Авіаційно-Космічна Техніка і Технологія*. 2023. № 6(192). С. 38–47.
5. Song L., Lukianov P.V., Badakh V.M., Tarasenko T.V. The effect of partial slip on the surface pressure distribution in a slightly compressible flow development region in the boundary layer. *Problems of Friction and Wear*. 2024. №3(104). P. 54–64.
6. Лук'янов П.В., Сунь Л. Стаціонарна оптимальна турбулентна течія у плоскому каналі: аналітичний розв'язок на підставі моделі Рейнольдса-Буссинеска. *Гідроаеромеханіка в інженерній практиці: матеріали XXVI міжнародної наук.-техн. конф., м. Київ, 7–10 вересня 2021 р. Київ-Херсон, 2021*. С. 201–203.
7. Лук'янов П.В., Сунь Л. Стаціонарна оптимальна турбулентна течія у круглій трубі: аналітичний розв'язок на підставі моделі Рейнольдса-Буссинеска. *Гідроаеромеханіка в інженерній практиці: матеріали XXVI міжнародної наук.-техн. конф., м. Київ, 7–10 вересня 2021 р. Київ-Херсон, 2021*. С. 204–206.
8. Лук'янов П.В., Сунь Л. Чисельне знаходження розв'язку для стаціонарного ламінарного граничного шару нестисливої рідини на циліндричній поверхні. *Комп'ютерна гідромеханіка: матеріали VIII міжнародної наук.-практ. конф. м. Київ, 27–28 вересня 2022 р. Київ, 2022*. С. 53–54.
9. Лук'янов П.В., Сунь Л. Турбулентний примежовий шар стаціонарної течії нестисливої рідини. *Промислова гідравліка і пневматика: матеріали XXIII міжнародної наук.-техн. конф. АС ПГП, м. Київ, 15–16 грудня 2022 р. Київ, 2022*. С. 41.
10. Лук'янов П.В., Сунь Л. Просторова залежність молекулярної в'язкості в ламінарній течії Куетта. *Промислова гідравліка і пневматика: матеріали XXIII міжнародної наук.-техн. конф. АС ПГП, м. Київ, 15–16 грудня 2022 р. Київ, 2022*. С. 42–43.
11. Лук'янов П.В., Сунь Л. Ламінарна течія в'язкої нестисливої рідини внаслідок рівномірного розгону площини. *Гідроаеромеханіка в інженерній практиці: матеріали XXVII міжнародної наук.-техн. конф., м.*

Київ, 31 травня – 2 червня 2023 р. Київ, 2023. С.15--17.

- 12. Lukianov P., Song L. Pressure field distribution in incompressible flow development region of laminar boundary layer. Computer Hydromechanics: materials of IX Intern. Conf. Kyiv, October 1–2, 2024. Kyiv, 2024. p. 109-110.

Наукова (науково-технічна) продукція: методичні документи; аналітичні матеріали

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0122U201453

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лук'янов Павло Володимирович
2. Pavlo Lukianov

Кваліфікація: к. ф.-м. н., с.н.с., 01.02.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5043-6182

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, 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. Сохацький Анатолій Валентинович
2. Anatolii Sokhatsky

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.07.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3593-6517

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Університет митної справи та фінансів

Код за ЄДРПОУ: 39568620

Місцезнаходження: вул. Володимира Вернадського, буд. 2/4, Дніпро, Дніпровський р-н., 49000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ковальов Василь Анатолійович

2. Vasyl Kovalov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.02.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7172-5832

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Карускевич Михайло Віталійович

2. Mykhailo Karuskevych

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.07.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1698-0296

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Балалаєв Антон Валерійович

2. Anton Balalaiev

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3603-4512

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Ігнатович Сергій Ромуальдович

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

Ігнатович Сергій Ромуальдович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Довженко Олена Андріївна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна