

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0425U000273

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 01-09-2025

Статус: Підтверджена МОН

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № 1118 від 11.12.2025



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лукашов Іван Миколайович

2. Ivan Lukashov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0005-3864-2791

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.14.06

Назва наукової спеціальності: Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 08-09-2025

Спеціальність за освітою: Теплофізика

Місце роботи здобувача: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 64.180.02

Повне найменування юридичної особи: Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534570

Місцезнаходження: вул. Комунальників, буд. 2/10, Харків, Харківський р-н., 61046, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.31.03, 55.39.41.03

Тема дисертації:

1. Експериментальне та теоретичне дослідження процесів тепломасообміну в елементах перспективних аміачних енерготехнологічних установок
2. Experimental and theoretical study of heat and mass exchange processes in the components of promising ammonia energy systems

Реферат/анотація:

1. Дисертацію присвячено дослідженню однофазної та двофазної течії аміаку в гладких каналах контурів перспективних аміачних енерготехнологічних установок. Зокрема, аналізуються адіабатичні режими течії в гладкій трубі за різної орієнтації в просторі, коефіцієнти тепловіддачі при кипінні та конденсації, а також незворотні однофазні та двофазні втрати тиску при різькому розширенні та звуженні. Об'єктом дослідження – процеси тепломасообміну в каналах з однофазним та двофазним потоком у різних системах перспективних аміачних енергетичних установок та систем терморегулювання. Предмет дослідження – закономірності, що характеризують процеси тепломасообміну в каналах з однофазним та двофазним потоком у різних системах перспективних аміачних енерготехнологічних установок та систем

терморегулювання. Вибрані об'єкт і предмет дослідження мають тісний зв'язок з пріоритетними науковими напрямами як МОН України, так і світової тенденції з декарбонізації світової економіки. Мета роботи – встановлення та уточнення механізмів та явищ, що супроводжують процеси тепломасообміну в каналах з однофазним та двофазним потоками у перспективних аміачних енерготехнологічних установок та систем терморегулювання, на основі експериментального дослідження. Для досягнення зазначеної мети в дисертаційній роботі вирішувався комплекс завдань теоретичного й експериментального характеру, що розкрито у відповідних розділах. На основі аналізу сучасного стану питань, які розглянуто в першому розділі роботи, визначено область раціонального застосування аміаку як робочого тіла в сучасних енерготехнологічних установках та системах забезпечення теплового режиму, проаналізовано основні режимні параметри. В роботі досліджено режими адіабатичної течії аміаку в трубі при різній орієнтації. Візуальні спостереження режимів течії в кварцовій трубці з внутрішнім діаметром 7,5 мм у широкому діапазоні тиску, масових швидкостей та масового паровмісту дали змогу узагальнити режими адіабатичної двофазної течії в трубі у вигляді спрощеної моделі в координатах умовного імпульсу фаз, яка використовується в подальшому аналізі механізмів конденсації, кипіння та втрат механічної енергії в трубах. Проведено експериментальне та теоретичне дослідження конденсації аміаку в гладких трубах при різній орієнтації у просторі для середніх та високих тисків. У результаті аналізу даних експериментів було отримано оцінки коефіцієнта тепловіддачі для горизонтального, висхідного та низхідного потоків при різній масовій швидкості та масовому паровмісті для труб із внутрішніми діаметрами 8 мм і 11 мм. Дані для горизонтального потоку були узагальнені у вигляді нової простої кореляції, котра показує хорошу якісну та кількісну адекватність отриманих оцінок коефіцієнтів тепловіддачі для труб різного діаметра при масовій швидкості до $120 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$. В ній практично відсутня роль масової швидкості (за винятком її ролі в оцінюванні об'ємного паровмісту), а також роль теплового потоку. Показано, що для високих масових швидкостей існуючі моделі, які описують конвективний механізм конденсації, добре узгоджуються з отриманими оцінками коефіцієнта тепловіддачі для аміаку. В дисертаційній роботі проведено аналіз вимушеного кипіння аміаку в гладкій трубі діаметром 11 мм при різній орієнтації в просторі. Було отримано оцінки середніх коефіцієнтів тепловіддачі для горизонтального потоку, для яких було запропоновано нову кореляцію, де коефіцієнт придушення бульбашкового механізму (0,8 у моделі Войтана) замінено на відношення відповідних оцінок бульбашкової та конвективної складових. При дослідженні було виявлено, що у широкому діапазоні режимних параметрів при масовому паровмісті близько 0,7 спостерігається різке погіршення тепловіддачі, що пов'язано з висиханням плівки рідини. Також показано, що коефіцієнт тепловіддачі при вимушеному кипінні у висхідному потоці значно більший порівняно з горизонтальним і добре описується простими моделями для бульбашкового механізму кипіння. Також показано, що коефіцієнт тепловіддачі при вимушеному кипінні у висхідному потоці значно перевищує горизонтальний і добре описується простими моделями для бульбашкового механізму кипіння. Це обумовлено більш надійним і рівномірним змочуванням стіни, що обігрівається, по всьому периметру. В роботі вирішувалась проблема оцінювання однофазних та двофазних місцевих втрат тиску в елементах контуру з різкою зміною площі прохідного перерізу. Було випробувано шість сегментів з різними геометричними факторами звуження і розширення та отримано оцінки параметрів двофазності в моделях місцевих втрат. Показано, що гомогенна модель добре працює при високих масових швидкостях (понад $400 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$). Гетерогенна модель з емпіричним коефіцієнтом $B = 0,5$, запропонованим Чізхольмом для розширення, краще відповідає даним при малих масових швидкостях. Також показано, що для всього обсягу отриманої експериментальної інформації гомогенна модель може бути використана для аміачних додатків з очікуваною точністю $\pm 20 \%$.

2. The dissertation addresses a scientific and technical challenge related to identifying the characteristics of single-phase and two-phase ammonia flow in smooth channels of heat exchange equipment within the circuits of advanced ammonia-based energy technology systems. Specifically, it analyzes adiabatic flow regimes in a smooth pipe under various spatial orientations, heat transfer coefficients during boiling and condensation, and irreversible single-phase and two-phase pressure losses due to sudden expansion and contraction. Thus, the object of study is the heat and mass transfer processes in channels with single-phase and two-phase flow within various systems of

advanced ammonia-based energy and thermal regulation systems. The subject of the study is the patterns governing heat and mass transfer processes in channels with single-phase and two-phase flow in these systems. The selected object and subject are closely aligned with the priority research directions of the Ministry of Education and Science of Ukraine and global trends toward decarbonization of the world economy. The aim of the work is to experimentally investigate the mechanisms and phenomena accompanying heat and mass transfer processes in channels with single-phase and two-phase flow in various systems of advanced ammonia-based engines, energy technology systems, and thermal regulation systems. To achieve this aim, the dissertation addresses a set of theoretical and experimental tasks, as reflected in the respective sections. Based on the analysis of the current state of the issue, discussed in the first section, the rational application of ammonia as a working fluid in modern energy technology systems and thermal regime maintenance systems is determined, and the main operational parameters are analyzed. The adiabatic two-phase flow patterns of ammonia in a smooth tube at various orientations in a gravitational field were studied. The visualisations of the two-phase flow in the transparent tube with an internal diameter of 7,5 mm were provided over a broad range of pressure, mass velocity, and vapour quality, allowing for generalisation of the corresponding two-phase pattern map in the superficial phase momentum flux coordinates. The obtained map was used to gain insight into the condensation and boiling mechanisms, as well as mechanical energy dissipation in the tube. The ammonia condensation in horizontal and inclined smooth tubes was experimentally and theoretically studied for medium- to high-pressure cases. The corresponding estimates of the heat transfer coefficients were obtained for tubes with internal diameters of 8 and 11 mm. A new, straightforward correlation has been generalised, which accurately predicts the condensation heat transfer coefficients for cases with mass velocities below $120 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. The model shows that mass velocity (except for its role in estimating volumetric vapor quality) and heat flux have minimal impact. It is also shown that existing models describing convective condensation mechanisms align well with the obtained heat transfer coefficient estimates for ammonia at high mass velocities. The flow boiling of ammonia in a horizontal and inclined smooth tube with an inner diameter of 11 mm was investigated. The average heat transfer coefficients in the horizontal flow were obtained, which enabled the modification of the existing Wojtan et al. model to exhibit the depression coefficient as the ratio of pool boiling and convective factors. It has been revealed that a dry-out heat transfer condition occurs at a vapour quality of 0,7 across a broad range of operating conditions. Moreover, the higher heat transfer coefficients in the upward flow were noted compared to the horizontal cases, which the straightforward pool boiling models accurately describe. Additionally, it was demonstrated that the heat transfer coefficient during forced boiling in upward flow is significantly higher than in horizontal flow and is well described by simple models for the bubble boiling mechanism. This is attributed to more reliable and uniform wetting of the heated wall across the entire perimeter. The single-phase and two-phase local pressure losses due to sudden expansion and contraction were characterised for ammonia flow. Six segments with various geometrical factors of expansion and contraction have been tested, and the corresponding estimates of two-phase factors in the local loss model were derived. In particular, the homogeneous model provides accurate predictions for high mass velocity cases (above $400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), while the heterogeneous Chisholm model with the empirical coefficient of $B = 0,5$ is more appropriate for ammonia flow with low mass velocities. Overall, the entire set of test points suggests that a homogeneous model can be effectively exploited for ammonia applications with an accuracy of $\pm 20\%$.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Ruzaikin, V., Lukashov I., Breus A. Ammonia two-phase flow patterns and condensation in the inclined smooth tubes. International Journal of Thermal Sciences, 2024, vol. 206. P. 109344. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2024.109344
- 2. Ruzaikin, V., Lukashov I., Breus A. Ammonia condensation in the horizontal and vertical smooth tubes. International Journal of Refrigeration, 2024, vol. 164. P. 1-11. DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2024.03.003
- 3. Ruzaikin, V., Lukashov I., Breus A. Ammonia single-phase and two-phase local pressure losses on sudden expansion and contraction. International Communications in Heat and Mass Transfer, 2025, vol. 162. P. 108639. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2025.108639
- 4. Ruzaikin, V., Lukashov I., Breus A., Fedorenko T. Ammonia void fraction in smooth tubes at different gravity orientation International Journal of Refrigeration, 2023, vol. 150. P. 89-99. DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2023.02.006
- 5. Ruzaikin, V., Lukashov I., Breus A., Shypul O. Ammonia adiabatic two-phase flow patterns in the horizontal tube. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2024, vol. 234. p. 126133. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2024.126133
- 6. Ruzaikin V., Lukashov I., Breus A. Ammonia flow boiling in the smooth, annuli and inner-finned tube at different gravity orientation. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2024, vol. 228. P. 125696. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2024.125696
- 7. Ruzaikin, V., Lukashov I., Breus A., Fedorenko T. Ammonia two-phase mechanically pumped loop for geostationary application: Non-condensable gases factor. Colloid and Interface Science Communications, 2023, vol. 52. P. 100692. DOI: 10.1016/j.colcom.2022.100692
- 8. Лукашов І., Довжина збурення в двофазному потоці амміаку для горизонтального та висхідного потоку після дросельного отвору, Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології, № 102, 2024, – С. 180-189. DOI: 10.32620/oikit.2024.102.12.
- 9. Ruzaikin V., Lukashov I. Pump Assistant Ground-Source Two-Phase Thermosiphon for the Heating and Cooling of Households: conference materials Integrated Computer Technologies In Mechanical Engineering. 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, 2023. – pp. 665-676. DOI: 10.1007/978-3-031-36201-9_55.
- 10. Ruzaikin V., Lukashov I., Tsegelnyk Ye., Plankovskyy S. Two-Phase Immersion Cooling Technology Perspectives in Electronics. Smart Technologies in Urban Engineering: Lecture Notes in Networks and Systems, 2023. – pp. 307-318: 10.1007/978-3-031-46877-3_27.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Горбенко Геннадій Олександрович

2. Hennadii O. Horbenko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.07.05, 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7179-1618

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, 17, Харків, Харківський р-н., 61070, 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. Арсеньева Ольга Петрівна

2. Olha P. Arsenieva

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9013=6451

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Код за ЄДРПОУ: 02071151

Місцезнаходження: вул. Черноглазівська, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ганжа Антон Миколайович

2. Anton Ganzha

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3967-2421

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

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

Русанов Андрій Вікторович

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

Русанов Андрій Вікторович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Котульська Ольга Валеріївна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна