

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії **Карпенко Артем Михайлович**, 1983 року народження, громадянин України, освіта вища: у 2005 році закінчив Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» і отримав ступінь магістра за спеціальністю «Авіаційна та ракетно-космічна техніка». Виконав акредитовану освітньо-наукову програму «Енергетичне машинобудування».

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут», Міністерство освіти і науки України, м. Харків, від 22 квітня 2026 року № 187, у складі (без змін):

голови разової

спеціалізованої вченої ради – Гакала Павла Григоровича, доктора технічних наук, професора, професора кафедри аерокосмічної теплотехніки Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

рецензентів –

Петухова Іллі Івановича, кандидата технічних наук, доцента кафедри аерокосмічної теплотехніки Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

Фесенко Ксенії Володимирівни, кандидата технічних наук, доцента кафедри теорії авіаційних двигунів Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

офіційних опонентів –

Халатова Артема Артемовича, доктора технічних наук, професора, академіка Національної академії наук України, завідувача відділом високотемпературної термогазодинаміки Інституту Технічної теплофізики Національної академії наук України;

Усатого Олександра Павловича, доктора технічних наук, ст. наук. співробітника, завідувача кафедри турбінобудування Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

на засіданні 05 червня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія Карпенку Артему Михайловичу на підставі публічного захисту дисертації «Використання явища сепарації закрученого газового потоку за температурою для вдосконалення охолодження елементів ротора турбіни» за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Дисертацію виконано в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут», Міністерство освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник: Кравченко Ігор Федорович, доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, генеральний директор АТ «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, в якому відображено нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, що виконують конкретне наукове завдання й мають вагомe значення для галузі знань 14 Електрична інженерія. Дисертація виконана державною мовою й відповідає встановленим МОН вимогам щодо оформлення дисертації. Обсяг основного тексту є достатнім для розкриття теми в межах галузі 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування. Таким чином, у дисертації дотримано вимоги п. 6 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (зі змінами).

Основний зміст дисертації відображено у 4 статтях у виданнях, які входять до переліку наукових фахових видань. Окрім цього, основні результати роботи опубліковано в 3 тезах науково-технічних конференцій.

Наукові праці, в яких висвітлено основні наукові результати дисертації:

1. Карпенко, А. (2025). Огляд чисельних методів для моделювання сепарації потоку за температурою у закручених течіях рідини. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*, 4sup1(205), 108-117. <https://doi.org/10.32620/aktt.2025.4sup1.14>.

2. Карпенко, А. (2025). Теорії ефекту Ранка: критичний огляд сучасного стану досліджень. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*, 5(207), 27-41. <https://doi.org/10.32620/aktt.2025.5.03>.

3. Карпенко, А., & Торба, Ю. (2025). Розробка та валідація CFD моделі для розрахунку температурної сепарації в закручених потоках рідини. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*, 6(208), 16–24. <https://doi.org/10.32620/aktt.2025.6.02>.

Автором виконано розробку CFD-моделі; проведення розрахунків з метою дослідження сіткової збіжності, вибору моделі турбулентності та валідації CFD-моделі шляхом порівняння результатів розрахунків з експериментальними даними; аналіз результатів дослідження; формулювання висновків;

4. Карпенко, А. (2026). Вдосконалення системи охолодження газової турбіни шляхом використання ефекту Ранка. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*, 1(209), 40-50. <https://doi.org/10.32620/aktt.2026.1.04>.

У дискусії взяли участь голова та члени разової спеціалізованої вченої ради та висловили зауваження:

Рецензент Петухов Ілля Іванович:

1. Використання скорочення ТВТ як температури на вході в турбіну виглядає не досить доречним. За правило, так визначають турбіну високого тиску.

2. На с. 27 зазначено, що «Набуло подальшого розвитку уявлення щодо причин виникнення радіальної температурної сепарації в закручених потоках рідини. Аналітично та чисельно доведено, що визначальним механізмом є робота відцентрових сил інерції, тоді як внесок інших чинників (нестационарність, турбулентність, в'язкість, стисливість тощо) є величиною меншого порядку.» Чи були прямі розрахунки для середовищ із штучно прибраною, або суттєво заниженою в'язкістю, із суттєвою зміною стисливості?

3. З наведених у розділі 2 результатів не зрозуміло, чи пов'язана зміна тангенціальної швидкості за радіусом при витіканні потоку із сопла у вихрову камеру з профілем швидкості на його зрізі?

4. У розділі 1 на с. 46 зазначено: «З твердження про те, що сепарація за температурою у вихровій трубі виникає внаслідок стиснення та розширення робочого середовища, випливає, що стисливість речовини є ключовою умовою для виникнення температурної сепарації. Водночас, теоретичні та експериментальні дослідження інтенсивного обертового потоку нестисливої рідини [87, 88] показали, що температурна сепарація можлива навіть без суттєвих змін тиску.» На с. 53 «Таким чином, стисливість газів виключається як необхідна умова температурної сепарації, оскільки енергетичне розділення спостерігається в усіх типах робочих середовищ.» Твердження про незначний вклад стисливості видаються помилковими. Якщо рідина нестислива, то її температура може змінитися тільки внаслідок підведення теплоти ззовні або за рахунок дисипацій. Ефекти дисипацій дають змогу тільки збільшити температуру відносно вихідної. Тертя обертового потоку на поверхні циліндру як раз визначає збільшення температури в зовнішній частині. Зменшення повної ентальпії внаслідок виконання роботи можливе лише для стисливого середовища.

5. Твердження «На підставі проведених досліджень встановлено, що перерозподіл повної енергії (а, відповідно, й повної температури) в напрямку, нормальному до вихрового руху газу (ефект Ранка), зумовлений наступними факторами:…» на с. 117 не зовсім точне. Прямий зв'язок повної енергії та температури можна розглядати тільки для калорично досконалого ідеального газу, коли ентальпія не залежить від тиску.

6. Виглядає доцільним конкретизувати методика співставлення розглянутих методів охолодження. Наприклад, базовий з більшою температурою та повним тиском

забезпечує більшу швидкість повітря і, відповідно, більший коефіцієнт тепловіддачі при внутрішньому охолодженні.

7. Не зовсім зрозуміло:

- який розмір визначає «d - діаметр конуса-регулятора...» на с. 19;
- використання терміну «Індекси» на с. 20.

Рецензент Фесенко Ксенія Володимирівна:

1. Валідацію CFD-моделі виконано для класичної вихрової труби Ранка-Хільша круглого перерізу з протитечією, тоді як у роботі досліджується прямооточний апарат супутнього закручування кільцевого перерізу. Бажано було б детальніше обґрунтувати коректність екстраполяції отриманих результатів валідації на зазначену конфігурацію.

2. У розрахунках апарата супутнього закручування стінки у розрахунковій області розглядалися як адіабатичні. При цьому відсутня оцінка впливу теплового потоку (від стінок труби до повітря всередині вихрової труби) на сепарацію течії за температурою в АСЗ.

3. На стор. 115 у векторному виразі для швидкості СТ спостерігається некоректне відображення символів: замість позначення векторної величини (риска над символом) відображаються літери г. Ймовірно, це є технічною помилкою, що виникла під час конвертації файлу з формату Word у PDF.

4. Виявлено часткове дублювання опису розрахункової моделі: однакові фрагменти тексту наведено на стор. 89 (розділ 2.3.1) та стор. 122 (розділ 4.2). Доцільно було б уникнути повторення шляхом посилання на відповідний розділ або більш чіткого розмежування викладеного матеріалу.

5. В роботі не зазначено критерію збіжності ітераційного процесу CFD розрахунків, що є стандартною вимогою до CFD-досліджень.

6. У роботі використано стаціонарний RANS-підхід до моделювання течії у вихровій трубі. Було б цікаво почути думку здобувача щодо того, як врахування нестационарності течії могло б вплинути на точність розрахунку температурної сепарації.

Офіційний опонент Халатов Артем Артемович:

1. Одним з основних результатів дисертаційної роботи виступає рівняння

$$\frac{\partial E}{\partial r} = \frac{w^2}{r} + \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{u^2 + w^2}{2} \right),$$

яке було отримано у розділі 3 роботи та описує перерозподіл

повної енергії закрученого потоку в нормальному до траєкторії руху напрямку. Однак здобувач зупинився на диференціальній формі запису цього рівняння, не здійснивши інтегрування для отримання функції розподілу $E(r)$ в явному вигляді. Здобувачу пропонується прокоментувати, чи розглядалась можливість отримання явного розв'язку та які міркування зумовили вибір саме диференціальної форми представлення результату.

2. У розділі 4 дисертації на наведених візуалізаціях розподілу повної температури у повздовжньому перерізі АСЗ (апарат супутнього закручування) (зокрема, на рис. 4.11) спостерігається чітко виражений радіальний градієнт температури. Здобувач пояснює зростання повної температури від корневих до периферійних перерізів впливом роботи відцентрових сил. Водночас на наведених рисунках також видно, що починаючи з певного радіуса, у напрямку до периферії температура починає знижуватись. Однак пояснення причин такого характеру розподілу температури та фізичної природи зазначеного ефекту в дисертаційній роботі відсутнє. У зв'язку з цим доцільно було б надати додаткові пояснення та прокоментувати зазначене явище.

3. Із рукопису дисертації не є зрозумілим, чи залишається перепад тиску на АСЗ однаковим для різних режимів роботи двигуна та яким чином його зміна може впливати на ефективність температурної сепарації в апараті супутнього закручування. Чи буде залежати ефективність запропонованих рішень у АСЗ від режиму роботи двигуна?

4. Для варіанта конструкції АСЗ з відбиранням гарячої частки закрученого потоку та її спрямуванням на більші радіуси у дискову порожнину не зазначено, яким є вплив гарячої фракції повітря на тепловий стан елементів ротора турбіни.

5. Відсутня оцінка технологічної складності та вартості впровадження запропонованих конструктивних змін, що є важливим чинником при прийнятті рішення про модернізацію серійного двигуна.

6. У тексті роботи можна зустріти поодинокі граматичні помилки та неточності. Так, наприклад, на с. 115 допущено технічну помилку у позначенні векторів швидкості (літери «г» замість відповідних індексів або рисок), а на рис. 5.2 (с. 143) роздільник десяткових знаків не відповідає загальному стилю дисертації (крапка замість стандартної для роботи коми).

Офіційний опонент Усатий Олександр Павлович:

1. У дисертації (с. 90) зазначено, що валідацію розробленої CFD-моделі температурної сепарації виконано на основі експериментальних даних досліджень вихрової труби, проведених К. Dincer із колегами. Разом із тим геометрія вихрової труби, яка розглядалася в роботах К. Dincer, істотно відрізняється від геометрії системи підведення охолоджувального повітря до робочих лопаток турбіни. Така розбіжність у геометричних характеристиках може впливати на коректність результатів CFD-моделювання і бути джерелом відхилень між розрахунковими та реальними значеннями температури охолодного повітря.

2. На сторінці 130 наведено рисунок 4.9, який містить схематичне зображення геометричних параметрів отворів для підведення охолодного повітря в апараті супутнього закручування. Водночас у тексті дисертації відсутнє пояснення щодо вибору кутових і лінійних розмірів каналів, показаних на рисунку 4.9. Доцільним було б доповнити роботу оптимізаційними дослідженнями, спрямованими на обґрунтований вибір цих параметрів.

3. У тексті дисертаційної роботи досить часто використовуються терміни «лінії струму» та «поверхні струму». У даному контексті більш коректним є застосування термінів «лінії течії» та відповідно «поверхні течії».

4. На сторінках 134–136 дисертації зазначено, що зменшення температури робочої лопатки турбіни на 4 К приводить до підвищення прогнозованого ресурсу її експлуатації на 9 %. Однак у роботі не наведено належного обґрунтування цього твердження.

5. У п'ятому розділі дисертації представлено результати серії стаціонарних і нестаціонарних CFD-розрахунків течії газу в каналах турбінних лопаткових профілів. Разом із тим інформація щодо валідації створеної CFD-моделі для розрахунку як стаціонарних, так і нестаціонарних процесів у таких каналах у роботі відсутня.

Результати відкритого голосування:


«За» 5 членів ради,

«Проти» - членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Карпенку Артему Михайловичу ступінь доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Окрема думка члена разової ради не надходила.

Голова разової спеціалізованої вченої ради  Павло ГАКАЛ

Підпис голови разової спеціалізованої вченої ради Павла ГАКАЛА засвідчую

Учений секретар Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»



Тетяна БОНДАРЄВА