

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувачка ступеня доктора філософії **Дар'я ВАКУЛЕНКО**, 1998 року народження, громадянка України, освіта вища: закінчила у 2021 році Київський національний університет будівництва і архітектури за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», працює асистенткою кафедри теплогазопостачання і вентиляції в Київському національному університеті будівництва і архітектури, виконала акредитовану освітньо-наукову програму 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Разова спеціалізована вчена рада PhD 11.192 створена згідно наказу ректора Київського національного університету будівництва і архітектури № 92/65/25 від 01 травня 2025 року на підставі рішення Вченої ради КНУБА № 32 від 25 квітня 2025 року з правом прийняття до розгляду та проведення разового захисту дисертації, у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради - **Костянтина ПРЕДУНА**, доктора економічних наук, професора, завідувача кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури;

Рецензентки - **Анни МОСКВІТИНОЇ**, кандидатки технічних наук, доцентки, доцентки кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури;

Офіційного опонента - **Степана ШАПОВАЛА**, доктора технічних наук, професора, професора кафедри теплогазопостачання і вентиляції Національного університету «Львівська політехніка»;

Офіційного опонента - **Євгена АНТИПОВА**, кандидата технічних наук, доцента, завідувача кафедри теплоенергетики Національного університету біоресурсів і природокористування України;

Офіційної опонентки – **Ірини СУХОДУБ**, кандидатки технічних наук, доцентки, доцентки кафедри теплотехніки та енергозбереження Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського»..

На засіданні «25» червня 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» **Дар'ї ВАКУЛЕНКО** на підставі публічного захисту дисертації «Регенеративні реверсивні пристрої для енергоефективної децентралізованої вентиляції приміщень» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Дисертацію виконано в Київському національному університеті архітектури і будівництва, м. Київ.

Науковий керівник **МІЛЕЙКОВСЬКИЙ Віктор Олександрович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, що містить нові науково обґрунтовані результати. В дисертації вперше було

отримано аналітичну залежність числа Нуссельта від числа Грасгофа, еквівалентного діаметра та координати x для тепловіддачі в тонких трубках діаметрами 0,003 – 0,008 м, яка дозволяє визначити температурний коефіцієнт ефективності утилізації теплоти витяжного повітря в реверсивному регенеративному теплообміннику децентралізованих вентиляційних пристроїв. Було вдосконалено математичну модель нестационарних тепломасообмінних процесів у реверсивному регенераторі теплоти реверсивного вентиляційного пристрою, що дозволило оцінити вплив його теплофізичних властивостей на інтенсивність теплопередачі та ефективність регенерування теплової енергії; уявлення про доцільну товщину теплової ізоляції; методику експериментальних досліджень локальних коефіцієнтів тепловіддачі від поверхні стінки до повітря в тонких трубках без можливості встановлення датчиків у їхніх порожнинах. Набула подальшого розвитку методика експериментального визначення локальних коефіцієнтів тепловіддачі при ламінарній течії в тонких трубках діаметрами 0,003-0,008 м, що дало змогу уточнити математичну модель нестационарного тепломасообміну в теплообмінних апаратах реверсивного типу.

Практичне значення роботи полягає в удосконаленні конструктивних рішень реверсивного регенеративного теплоутилізатора децентралізованих вентиляційних пристроїв; наданні та обґрунтуванні рекомендації щодо встановлення пропонованих пристроїв, що дозволяє забезпечити енергоефективну вентиляцію приміщень з утилізуванням теплоти та холоду з мінімальним втручанням в інтер'єри приміщень; створенні алгоритмів і програми для моделювання ефективності роботи реверсивного регенератора теплоти, що дозволяє оцінити вплив різних теплофізичних характеристик реверсивного регенератора на ефективність утилізації теплоти витяжного повітря.

Дисертація виконана державною мовою та відповідає вимогам щодо оформлення дисертації, встановленим МОН та освітньо-наукової програми 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Здобувачка має 22 наукові публікації за темою дисертації, з них одна стаття в науковому журналі, що індексується наукометричною базою SCOPUS з квантилем Q2, одна стаття в закордонному виданні держави, яка входить до ОЕСР та ЄС, дві статті в наукових фахових виданнях категорії «Б» (одноосібні або у співавторстві з науковим керівником), дві доповіді в збірниках матеріалів конференцій з індексацією в наукометричній базі SCOPUS, один науковий звіт, одна стаття у не фаховому журналі та 15 тез доповідей у матеріалах міжнародних конференцій.

Публікації, що відображають основний зміст дисертації:

1. Vakulenko D. and Mileikovskiy V. The Experimental Determination of the Heat Transfer Coefficient in Thin Channels of a Regenerative Heat Exchanger, FME Transactions, Vol. 53, pp. 173-183, 2025. (SCOPUS, Q2) <https://doi.org/10.5937/fme2501173V>

Особистий внесок здобувачки: описано конструкцію та роботу експериментального стенду; проаналізовано отримані дослідні результати та виведено авторську формулу числа Нуссельта для тонких каналів 0,003-0,008 м;

проведено порівняння авторської формули із раніше відомими.

2. Mileikovskiy V. and Vakulenko D. Simulation of the efficiency of improved regenerative decentralised ventilators Vents TwinFresh. Construction of Optimized Energy Potential (CoOEP), Vol. 9, No. 1/2020, pp. 61-67, 2020. <https://doi.org/10.17512/bozpe.2020.1.07>

Особистий внесок здобувачки: CFD моделювання роботи регенеративного теплоутилізатора на основі рівнянь Нав'є-Стокса та конвекції-дифузії.

3. Вакуленко Д. та Мілейковський В. Моделювання ефективності теплоутилізації регенеративного пристрою за різними підходами. *Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання*, т. 41, Квітень 2022, с. 32-38, 2022. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2022.41.32-38>

Особистий внесок здобувачки: коригування раніше створеної математичної моделі роботи регенератора теплоти з урахуванням гравітаційних сил; порівняння значень коефіцієнтів ефективності за різними підходами.

4. Вакуленко Д. Теоретичні дослідження доцільного діаметра ізоляції тонкої трубки. *Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання*, т. 46, Лютий 2024, с. 5-17, 2024. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2023.46.5-17>.

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти, інші присутні) та висловили зауваження:

Голова ради - доктор економічних наук, професор ПРЕДУН Костянтин Миронович, завідувач кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури, а саме:

1. Не проаналізовано вплив природної тяги у висотних будівлях на роботу регенеративних реверсивних пристроїв децентралізованої вентиляції.
2. Не проаналізовано кількість витяжного повітря, яке повертається у приміщення при перемиканні напрямків роботи вентиляторів.

Рецензентка - кандидатка технічних наук, доцентка МОСКВІТІНА Анна Сергіївна, доцентка кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури, надала позитивну рецензію із зауваженнями:

1. У роботі не проаналізовано сумісну роботу реверсивних регенеративних вентиляційних пристроїв з витяжною вентиляцією санітарних вузлів, ванних кімнат і кухонь.
2. У роботі не проаналізовано можливості створення динамічного мікроклімату (періодичні зміни параметрів повітря від оптимальних до допустимих) завдяки реверсивному режимові роботи пристрою.
3. У роботі бажано було б провести дослідження роботи регенератора теплоти в період охолодження для більш точного визначення його ефективності.
4. Не проаналізовано інші матеріали для регенератора теплоти, аніж кераміка.
5. У роботі відсутнє обґрунтування вибору саме k-ε – моделі у випадку появи турбулентності.
6. Техніко-економічне порівняння в розділі 5 варто було б виконати сучасними методами, а не методом приведених витрат. Бажано було б розрахувати дисконтований термін окупності системи вентиляції з

регенераторами теплоти.

7. Не зрозуміло, як забезпечується герметичність огорожень з запропонованим пристроєм у вимкненому стані.
8. Не наведено дані щодо опору теплопередачі вимкненого пристрою, який створює теплопровідне включення.

Офіційний опонент – доктор технічних наук, професор ШАПОВАЛ Степан Петрович, професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції Національного університету «Львівська політехніка», надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. На сторінці 56 дисертації вказано необхідність удосконалення регенеративного реверсивного пристрою для децентралізованої вентиляції, але недостатньо проведено порівняльний аналіз запропонованого рішення з аналогами світової та вітчизняної практики за ефективністю та конструктивними особливостями.
2. Недостатньо обґрунтовано доцільність збільшення кількості каналів у регенеративному реверсивному пристрої та його кількісний ефект, що потребує детальнішого аналізу теплотехнічних і гідродинамічних характеристик.
3. На сторінці 89 іде мова про 32 експерименти, але не вказано тип матриці планування експерименту та критерії її вибору, що обмежує оцінку методологічної обґрунтованості.
4. На рисунку 2.11 (с. 60) не уточнено пропорції вимірювання температури повітря в моделі залежно від довжини відрізка та методику її усереднення, що ускладнює інтерпретацію результатів.
5. На рисунках 2.12 та 2.13 (с. 61) представлено графічні залежності середньої температури реверсивного регенератора, але не зазначено метод їх отримання, що знижує відтворюваність розрахунків.

Офіційний опонент - кандидат технічних наук, доцент АНТИПОВ Євген Олексійович, завідувач кафедри теплоенергетики Національного університету біоресурсів і природокористування України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. У літературному огляді відсутній висновок стосовно можливостей застосування напрацювань кожного автора для досліджень процесів гідрогазодинаміки та тепломасопереносу в регенеративному реверсивному вентиляційному пристрої.
2. У роботі не вказано, чи отримана авторська формула лишається справедливою і для ширших діапазонів зміни впливових факторів при дослідженні теплоутилізаторів інших конструкцій.
3. У роботі відсутній опис відомих методик дослідження тепловіддачі в теплообмінних трубах. Чому не можна було використати наявні методики?
4. У роботі не враховано вплив зовнішнього та внутрішнього ковпаків, які можуть спричинити появу «застійних зон», на процеси потекорозподілу в каналах реверсивного регенератора теплоти.
5. На сторінці 49 роботи показано, що для моделювання теплообмінних

процесів у реверсивному регенеративному теплоутилізаторі, в якості граничних умов, температура зовнішнього повітря прийнята -1°C (272,15 K), як середня для опалювального періоду. Однак, варто було б здійснити моделювання при значно нижчих середніх температурах, які є характерними для січня ($-4,7^{\circ}\text{C}$) та лютого ($-3,6^{\circ}\text{C}$) місяців, і дослідити можливу появу зон конденсації вологи в об'ємі керамічного реверсивного регенератора теплоти.

6. На с. 101 роботи, для підтвердження пояснення від'ємного степеня при числі Грасгофа, доцільно було б навести візуалізацію течії в трубці.
7. У роботі не проаналізовано наскільки зросте споживана потужність та шум від роботи вентилятора реверсивного регенератора пропонованої конструкції та як це вплине на економічну ефективність експлуатації розробки?
8. У розділі 5, наведено результати моделювання та показано, що впровадження реверсивних регенеративних децентралізованих вентиляційних пристроїв дозволяє зменшити тепловтрати на підігрів припливного зовнішнього повітря від 11,1 % до 29,9 % залежно від типу пристрою (таблиця 5.1). Однак, авторкою не зазначено для якого рівня теплового захисту зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі справедливі отримані результати.
9. У тексті роботи наявні деякі неточності та друкарські помилки, зокрема: на стор. 19, у першому реченні абзацу 1, наявний розділовий знак у вигляді крапки, що порушує логічність побудови речення, після слова «стійкості» має бути знак «,», а не «.»; на стор. 43 зазначено, що керамічний реверсивний регенератор теплоти складається з 16 отворів прямокутної форми, восьми отворів циліндричної форми та восьми трикутної форми, однак розріз регенератора, наведений на рис. 2.1, вказує на наявність восьми отворів, які мають не циліндричну, а форму прямокутної трапеції; на стор. 72, у першому реченні абзацу 3, наведено послідовне подвоєння слів «струм струм»

Офіційна опонентка - кандидатка технічних наук, доцентка СУХОДУБ Ірина Олегівна, доцентка кафедри теплотехніки та енергозбереження Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського», надала позитивний відгук із зауваженнями:

1. У роботі не розглянуто вологісний режим регенератора, зокрема не проаналізовано можливості конденсації вологи та намерзання льоду / утворення інею.
2. При оптимізації конструкції регенеративного теплообмінного апарату доцільно було би врахувати не тільки зростання температурного коефіцієнту ефективності, а і можливе збільшення перепаду тиску.
3. У даній роботі доцільно було би розширити аналіз ефективності регенеративного теплообмінного апарату з використанням ексергетичного аналізу.
4. У другому розділі доцільно було би навести деталі щодо проведеного CFD моделювання регенеративного теплообмінного апарату стандартної

- та покращеної конфігурації.
5. В п'ятому розділі не наведено вихідні величини для розрахунку розподілу втрат теплоти через оболонку та інфільтрацію/вентиляцію та енергоспоживання на опалення, охолодження та вентиляції, а також не враховано зміна втрати тиску на енергоспоживання на вентилятори для теплообмінника покращеної конфігурації.
 6. У дисертації не порівняно техніко-економічні показники даного пристрою з припливно-витяжними установками з рекуперативними теплообмінниками, які також можна розміщувати у багатоквартирних житлових будівлях.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» немає членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує **ВАКУЛЕНКО Дар'ї Ігорівні** ступінь доктора філософії з галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої
вченої ради



Костянтин ПРЕДУН

Підпис голови разової спеціалізованої
вченої ради Костянтина Предуна засвідчую

Перший проректор



Олексій ШКУРАТОВ