

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу СЕМЕНІЯ Андрія Андрійовича на тему «Комбіновані системи теплозабезпечення в режимі переривчастого опалення з відновлювальними джерелами енергії», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»

1. Актуальність обраної теми дисертації, її зв'язок з науковими державними і галузевими програмами

В Україні гостро стоїть проблема раціонального забезпечення споживачів паливно-енергетичними ресурсами. З огляду на світовий та європейський досвід одним із напрямків зниження енерговитрат в галузі теплоенергетики є впровадження інноваційних технологій та обладнання, поступове трансформування методів і засобів вдосконалення енергетичних систем здатних забезпечити сталий розвиток суспільства, що відповідає «Закону України про енергозбереження».

У сучасних умовах особливої актуальності набуває проблема підвищення ефективності функціонування енергетичних систем, які, з одного боку, є кінцевою ланкою систем енергопостачання споживачів, а з іншого – забезпечують приєднання розосереджених джерел генерації енергії. Існуючі напрацювання науковців в теперішній час потребують переосмислення з урахуванням ринкових умов функціонування галузі тепло- і електроенергетики, зокрема щодо планування ефективного розвитку енергетичних систем та комбінованих енергетичних комплексів з альтернативними джерелами енергії. Підвищення ефективності вказаних систем неможливо реалізувати без урахування регіонального технічного потенціалу альтернативних джерел енергії та кліматичних даних.

Науково-технічна задача, яка вирішується в дисертаційній роботі, спрямована на підвищення ефективності використання первинних паливно-енергетичних ресурсів в системах теплопостачання автономного типу та у складі комбінованих енергоустановок.

Вказане стосується розв'язанню актуальної науково-технічної задачі, яка відповідає запиту практики щодо удосконалення комбінованих систем теплозабезпечення за рахунок раціонального використання відновлювальних джерел на засадах енергозберігаючих технологій. Робота

спрямована на вирішення актуальної науково-практичної проблеми удосконалення паливно-енергетичного комплексу відповідно відповідає «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року».

Практична значимість вирішення означеної проблеми за рахунок раціонального використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) в комбінованих системах теплозабезпечення в режимі переривчастого опалення (РПО) сумнівів не викликає.

Свідченням актуальності дисертаційної роботи Семенія Андрія Андрійовича є відповідність її виконання згідно планам науково-технічної діяльності НУ «Одеська політехніка» в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи: «Забезпечення ефективного функціонування систем тепlopостачання будівель громадського призначення. Теоретико-методологічні та практичні аспекти» (№ ДР 0119U003518) , де здобувач був виконавцем окремих розділів.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, основної частини з 5 розділів, списку використаних джерел з 120 найменувань та додатків. Матеріал викладено на 185 сторінках друкованого тексту, основного тексту – 155 сторінок, 79 рисунків та 2 таблиці.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, відзначено її зв'язок з держбюджетною науково-дослідною роботою ДР 0119U003518 «Забезпечення ефективного функціонування систем тепlopостачання будівель громадського призначення. Теоретико-методологічні та практичні аспекти». Сформульовано мету і задачі дослідження. Вказано методи дослідження, розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів дослідження. Наведено інформацію про публікації та апробацію викладеного в дисертації матеріалу, а також відзначено особистий внесок здобувача. На основі аналізу стану проблем ефективності роботи систем теплозабезпечення в режимі переривчастого опалення сформульовані основні завдання для їх вирішення.

У *першому розділі* на підставі аналізу літературних джерел та технології РПО запропоновано перспективні напрямки підвищення ефективності систем тепло-забезпечення будівель в режимі переривчастого опалення з поєднанням у системі альтернативних джерел енергії. Обґрунтовано необхідність застосування інструментарію математичного

моделювання з урахуванням регіонального енергетичного потенціалу ВДЕ та кліматичних умов для визначення раціональних параметрів та режимів роботи комбінованих систем теплозабезпечення.

Вказане дозволяє визначити техніко-економічну доцільність інтеграції ВДЕ в системи тепlopостачання як засобу енергозбереження. Припущення, які використані при математичному моделюванні є загальноприйнятими та відрізняються узгодженістю з сучасними розробками в галузі теплоенергетики.

В *другому розділі* розроблено математичну модель комбінованої системи теплозабезпечення (КСТЗ) з альтернативними джерелами енергії та визначено основні параметри, що впливають на ефективність роботи складових КСТЗ та системи в цілому. Розроблена математична модель є основою для подальшого аналізу, дослідження, моделювання та оптимізації технічних та режимних параметрів системи та впливу на її зовнішніх умов.

У *третьому розділі* наведено комплексний підхід щодо моделювання режимів роботи КСТЗ з урахуванням специфіки відновлюваних джерел енергії та різноманітністю варіантів конфігурації КСТЗ, виконано класифікацію комбінованих систем відповідно до потужності традиційних джерел енергії та фізичної природи альтернативних джерел енергії, що інтегровані до системи. Розроблено аналітичну модель динаміки нагріву повітря у приміщенні на базі теплофізичних параметрів приміщення та з використанням теорії нестационарного теплообміну, що суттєво підвищує точність моделювання досліджуємих процесів. Запропоновано методику щодо визначення оптимальної тривалості ранкового натопу приміщення та його практичного застосування у Теплотехнічній лабораторії НУ «Одеська політехніка».

У *четвертому розділі* за результатами чисельного моделювання КСТЗ різних конфігурацій визначено залежності показників щодо комплексного аналізу ефективності системи та її складових частин, виконано аналіз ефективності КСТЗ в режимі переривчастого опалення в порівнянні з цілодобовим режимом. Наведено результати моделювання режимів роботи КСТЗ з вітроустановкою підтверджують можливість створення високоефективних автономних систем опалення на базі сучасних енергетичних технологій з використанням альтернативних джерел енергії та з урахуванням їх місцевого потенціалу.

У *п'ятому розділі* наведено результати експериментальних досліджень показників ефективності КСТЗ, що було проведено у приміщеннях

навчального корпусу № 10 НУ «Одеська політехніка», в яких впроваджено більшість пропозицій щодо підвищення ефективності КСТЗ в режимі переривчастого опалення, які представлено у даній роботі. При цьому було застасовано систему моніторингу енергетичної ефективності системи опалення, що містить електричні та теплові лічильники, прилади контролю мікроклімату у приміщеннях, тощо.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі базується на: аналізі літературних джерел по даній проблемі на використанні сучасних методів дослідження, програмних продуктів та математичного апарату: на зіставленні отриманих теоретичних даних з результатами інших авторів та даними експериментів; на загальноприйнятих допущеннях і обмеженнях, що є досить правомірними та забезпечують повторювальність результатів з достатньою точністю; на правильному формулюванні отриманих висновків.

3. Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, наукова новизна результатів досліджень

Достовірність отриманих наукових результатів роботи забезпечується коректним застосуванням математичного апарату для вирішення поставлених наукових задач і підтверджена узгодженням результатів чисельного моделювання з результатами експериментів.

Наукова новизна отриманих результатів та висновків полягає в:

- теоретичному обґрунтуванні технічної можливості створення перспективних комбінованих систем ефективного теплозабезпечення будівель в режимі переривчастого опалення з альтернативними джерелами енергії, що забезпечують комплексне тепlopостачання споживачів та підвищення ефективності використання різних джерел енергії;

- запропонованій системі критеріїв комплексної оцінки ефективності комбінованих систем теплозабезпечення, теоретично обґрунтованому виборі критеріїв, та методики їх розрахунку;

- вперше запропонованому показнику ефективності натопу приміщення, який однозначно характеризує інерційні та конструктивні властивості приміщення, системи опалення та їх теплову ефективність;

- розробці математичної моделі теплових процесів та режимів функціонування комбінованих систем теплозабезпечення з визначенням впливу визначальних параметрів на ефективність системи;

– вдосконаленні математичної моделі динаміки прогріву повітря у приміщенні, що враховує малоінерційну складову процесу та значно підвищує точність моделювання у початковий проміжок часу натопу приміщення;

– одержанні аналітичні залежності для наукового проектування комбінованих систем ефективного теплозабезпечення будівель в режимі переривчастого опалення з альтернативними джерелами енергії різних класів з урахуванням їх конфігурацій і природи відновлюваних джерел енергії чисельними методами.

Дисертаційна робота вирішує актуальну наукову проблему, яка є важливою для теплоенергетики, містить раніше незахищені наукові положення та нові науково обґрунтовані результати, які отримані автором.

Наукові завдання сформульовані на основі аналізу сучасних відповідно до тематики дослідження, відповідають меті дисертації, виконані повністю, здобувач володіє методологією наукової діяльності повною мірою.

Наведені в роботі наукові положення свідчать про наявність наукової значимості дисертації, що підтверджується теоретичними і експериментальними результатами, спрямованими на удосконалення КСТЗ а режимі переривчастого опалення згідно регіональним можливостям технічного потенціалу ВДЕ та попиту споживачів.

4. Рекомендації з використання та практична значимість отриманих результатів дослідження

Практична значимість отриманих результатів дослідження полягає в тому, що розроблені в дисертаційній роботі моделі і методи можуть бути використані для широкої низки практичних застосувань в галузі теплоенергетики. Використання КСТЗ різних класів, що досліджено в роботі, є доволі перспективними щодо впровадження в Україні задля підвищення ефективності комплексного теплозабезпечення споживачів, оскільки дозволяє заощадити паливно-енергетичні ресурси та поліпшити екологічний стан навколишнього середовища. Результати дисертаційної роботи впроваджені в системі опалення навчального корпусу Теплотехнічній лабораторії Національного університету «Одеська політехніка» та при підготовці кваліфікаційних робіт бакалаврів і магістрів навчально-наукового інституту енергетики.

Результати дисертаційної роботи впроваджені у освітніх компонентах кафедри «Теплових електростанцій та енергозберігаючих технологій»

Національного університету «Одеська політехніка» «Математичне моделювання технічних систем» та «Математичне моделювання та дослідження в теплоенергетиці» та при формуванні тематики бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт.

5. Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих працях, відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

В опублікованих працях здобувача достатньо повно викладені основні результати теоретичних і експериментальних досліджень дисертаційної роботи. Дисертація написана відповідно вимог до науково-технічних текстів. Висновки відповідають основному змісту дослідження.

Дисертаційна робота здобувача Семенія Андрія Андрійовича відповідає Стандарту освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії зі спеціальності 144 «Теплоенергетика», галузі знань 14 «Електрична інженерія» та напрямкам досліджень відповідно до третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти «Теплоенергетика».

Основні результати дисертації представлено в 11 публікаціях, з них: 4 статті – у наукових фахових виданнях України з технічних наук за профілем спеціальності; 7 – апробаційного характеру: тези доповідей роботи на міжнародних науково-практичних конференціях.

Публікації охоплюють всі розділи дисертації та досить повно відображають зміст і результати досліджень, наведених в роботі.

Дисертація містить результати власних досліджень автора. Аналіз публікацій та особистого внеску в них здобувача показує, що всі наукові положення та висновки, які виносяться на захист дисертації, отримані здобувачем самостійно в період навчання в аспірантурі і узагальнені при оформленні дисертації.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Фактів порушення академічної доброчесності в матеріалах дисертації здобувача не виявлено.

5. Значення роботи для науки та практики

Результати наукових досліджень здобувача є практично значимими, а розроблений інструментарій математичного моделювання, може бути рекомендований для підвищення ефективності комбінованих систем теплозабезпечення з використанням відновлювальних джерел енергії в

режимі переривчастого опалення і зменшення викидів парникових газів, що відповідає «Закону України про енергозбереження» .

Наведені в дисертації результати досліджень дозволяють зробити висновок про наукову значимість роботи, що підтверджується модельними експериментами для обґрунтування шляхів та методів удосконалення ефективності запропонованих рішень. Теоретичне і практичне значення наукових положень можна оцінити як досить високе, що відкриває перспективи для галузі теплоенергетики. Рекомендації щодо удосконалення комбінованих систем теплозабезпечення з використанням відновлювальних джерел енергії в режимі переривчастого опалення, які базуються на теоретичних і експериментальних результатах, які отримані здобувачем, мають практичну цінність для вдосконалення паливно-енергетичного комплексу нашої держави.

6. Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

1. Бажано було б сформулювати наукове протиріччя та технічне протиріччя вашої роботи?

2. Яке місце займають результати вашого дослідження у низці подібних досліджень, які були виконані до вас?

3. Чому саме будівлі громадського призначення розглянуті у вашому дослідженні?

4. Відомо що кожна людина є джерелом теплоти і при приході її на робоче місце вона теж приймає участь у «натопі»? Чи враховувався вплив людей на режим теплопостачання приміщень? Чи є необхідність такого роду досліджень?

5. Чи враховувався тепловий захист будівлі. Які рекомендації Ви можете запропонувати щодо теплового опору огорожувальних конструкцій. Наскільки він більше або менше нормативного?

6. Чому при моделюванні теплових процесів ви використали інерційні ланки першого порядку?

7. Поясніть як були обрані коефіцієнти передачі k_1 та k_2 ?

8. Чи існують кліматичні обмеження для акумулювання теплоти при переривчастому теплопостачанні?

9. Якщо ваша КСТ забезпечить, наприклад, 100 % економію викопних ПЕР, то в чому буде полягати наукова новизна вашого дослідження?

10. Чи може ваша КСТ бути використана в промислових масштабах?

Вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, яка є завершеним науково-практичним дослідженням.

7. Загальний висновок про відповідність роботи встановленим вимогам

В цілому можна констатувати, що дисертаційна робота СЕМЕНІЯ Андрія Андрійовича на тему «Комбіновані системи теплозабезпечення в режимі переривчастого опалення з відновлювальними джерелами енергії» є завершеним науковим дослідженням, яке має науково-прикладне значення, тема і зміст якого відповідає спеціальності 144 «Теплоенергетика».

Зважаючи на актуальність теми дисертації, обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані в дисертації, їхньої новизни, практичної цінності, повноти викладення в наукових публікаціях, відсутності порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація відповідає вимогам «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, а її автор, СЕМЕНІЙ Андрій Андрійович – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри теплової та
альтернативної енергетики
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО