

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

ІВАНОВА ПАВЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК ЕНЕРГІЇ ҐРУНТУ, ҐРУНТОВИХ ТА СТІЧНИХ ВОД»,

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

Згідно Законів України "Про енергозбереження" і "Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки" основним напрямком державної політики України є створення енергозберігаючої структури з урахуванням екологічних вимог. Отже, актуальним є напрямок є впровадження інноваційних технологій, здатних забезпечити сталий розвиток суспільства. Вказаний напрямок вимагає досліджень щодо розв'язання сукупності таких задач, як впровадження систем енергозабезпечення, які найкращим чином використовують енергетичний потенціал низькопотенційних альтернативних джерел енергії (НАДЕ) для теплонасосних систем, визначення найвигідніших енергетичних параметрів та режимів роботи без шкоди довкіллю, з урахуванням потреб споживачів і кліматичних умов.

Удосконалення функціонування галузі теплоенергетики України потребує раціонального забезпечення споживачів паливно-енергетичними ресурсами, для чого необхідно використовувати регіональні ресурсні можливості щодо заміщення традиційних видів палива на енергетичному ринку.

Актуальність дисертаційної роботи Іванова Павла Олександровича підтверджується науково-технічною діяльністю в рамках трьох держбюджетних науково-дослідних робіт», № ДР 01161U002956 «Розробка ресурсозберігаючих

технологій на підставі термодинамічного аналізу», № ДР 0121U108310 та «Забезпечення ефективного функціонування систем теплопостачання будівель громадського призначення. Теоретико-методологічні та практичні аспекти», № ДР 0119U003518, де здобувач був виконавцем окремих розділів.

Науково-технічна задача, яка вирішується в дисертаційному дослідженні, спрямована на підвищення ефективності використання теплонасосних установок, які працюють з трьома різнорідними джерелами енергії: ґрунту, ґрунтових та стічних вод на засадах енергозберігаючих технологій. Вказане стосується розв'язання актуальної науково-технічної задачі, яка відповідає запиту практики щодо удосконалення теплонасосного теплозабезпечення за рахунок енергії ґрунту, ґрунтових та стічних вод систем шляхом раціонального використання технічного потенціалу альтернативних джерел енергії, з попередженням термічного впливу на довкілля.

Таки чином, дисертаційна робота Іванова Павла Олександровича спрямована на вирішення актуальної науково-практичної проблеми удосконалення структури паливно-енергетичного комплексу, що відповідає «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року» .

Практична значимість вирішення означеного запиту практики за рахунок раціонального використання потенціалу різнорідних низькопотенційних джерел енергії в теплонасосних системах енергозабезпечення сумнівів не викликає.

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

Дисертаційна робота складається з 4 розділів: вступу, основної частини, списку використаних літературних джерел (99 найменувань). Друкований текст містить 182 стор., з них 11 додатків (48 стор). Основного тексту – 134 стор., в т.ч. 41 рис. (12 стор.) та 6 табл. (5 стор.).

Вступ – обґрунтовано актуальність теми для галузі теплоенергетики, вказано зв'язок дисертації з держбюджетними науково-дослідними роботами;

зазначено мету, основні завдання і методи дослідження; вказано наукову новизну і практичну значимість результатів, а також міститься інформація про публікації, апробацію матеріалів дисертації на міжнародних науково-практичних конференціях та про особистий внесок здобувача.

Перший розділ – визначено шляхи та методи підвищення ефективності теплонасосних систем, які спрямовані на вдосконалення енерго-екологічних і режимних параметрів теплонасосних систем на базі трьох різнорідних НАДЕ: енергії ґрунту, ґрунтових та стічних вод, які відповідають принципам сталого розвитку. Здобувачем обґрунтовано, що для вирішення запита практики необхідно застосувати інструментарій математичного моделювання, спрямований на удосконалення енергетичних і екологічних показників теплонасосної системи. Вказане є засобом енергозбереження, призводить до економії викопних первинних енергоресурсів (ПЕР) за рахунок удосконалення режимів роботи при довгостроковій експлуатації системи без порушення фонових термічного стану відповідних джерел енергії.

Другий розділ – запропоновано інструментарій математичного моделювання нестационарних теплових процесів в шарах ґрунту навколо ґрунтового зонду та на підставі аналізу результатів чисельного моделювання обґрунтовано умови функціонування теплонасосної системи з ґрунтовими зондами (ГЗ) для цілей опалення, без погіршення термічного стану шарів ґрунту навколо ГЗ при довготривалій роботі системи. Припущення, які використані при математичному моделюванні є загальноприйнятими та відрізняються узгодженістю з сучасними розробками в галузі теплоенергетики. Запропонований інструментарій нестационарних теплових процесів в ґрунтового масиві дозволив підвищити точність розрахунку сумарної теплоти по довжині ґрунтового зонду, яка надходить до випарника ґрунтового теплового насосу, з урахуванням інтенсивності тепловідводу по довжині ґрунтового теплообмінника. Припущення, які використані здобувачем при застосуванні інструментарію математичного моделювання теплових процесів є

загальноприйнятими, узгоджені з сучасними енергозберігаючими технологіями, притаманними об'єктам галузі.

Третій розділ – обґрунтовано умови раціонального функціонування теплонасосної системи на базі ґрунтових вод для цілей опалення і кондиціонування, для чого використано інструментарій математичного моделювання нестационарних теплових процесів в масиві ґрунту навколо свердловини. На підставі аналізу результатів чисельного моделювання обґрунтовано умови функціонування теплонасосної системи з використанням енергії ґрунтових вод обґрунтовано умови ефективного функціонування теплонасосної системи з використанням енергії ґрунтових вод без порушення фонові температури в ґрунті навколо свердловини, що забезпечується за рахунок регенерації теплоти при знакозмінних напрямках потоків теплоти в режимах опалення і кондиціонування, що забезпечує сталий термічний стан масиву ґрунту при довготривалій експлуатації системи.

Четвертий розділ – обґрунтовано умови раціонального функціонування теплонасосної системи на базі скидних вод для цілей опалення, з використанням інструментарію математичного моделювання теплових процесів. На підставі аналізу результатів чисельного моделювання обґрунтовано умови ефективного функціонування теплонасосної системи з використанням енергії скидних вод без шкоди довкіллю, з урахуванням кліматичних умов.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих здобувачем базується на аналізі сучасних літературних досліджень, використанні математичних методів, на загальноприйнятих допущеннях і обмеженнях, що є правомірними, зіставлені теоретичних і експериментальних результатів, а також на коректному формулюванні отриманих результатів дослідження та висновків.

3. Наукова новизна результатів досліджень, достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наукова новизна одержаних результатів та висновків дисертаційної роботи полягає у обґрунтуванні умов ефективного функціонування теплонасосної системи при використанні трьох низькопотенційних альтернативних джерел енергії (енергії ґрунту, ґрунтових та стічних вод) протягом довготривалої експлуатації без шкоди довкіллю.

Дисертаційна робота вирішує актуальну наукову проблему галузі теплоенергетики, містить раніше незахищені наукові положення та нові науково обґрунтовані результати, які отримані здобувачем. Найбільш важливі результати, які отримані в процесі дослідження містяться у наступному:

- обґрунтовано шляхи та методи підвищення ефективності альтернативного теплопостачання з використанням енергії ґрунту, ґрунтових та стічних вод для теплонасосної системи, які базуються на інструментарії математичного моделювання, з урахуванням технічного потенціалу трьох низькопотенційних джерел енергії;

- запропоновано інструментарій підвищення ефективності теплонасосної системи для трьох низькопотенційних альтернативних джерел енергії (енергії ґрунту, ґрунтових і стічних вод) з урахуванням екологічних вимог;

- запропоновано методику вибору схемно-конструктивних і режимних параметрів, алгоритми і програми чисельного моделювання параметрів теплових процесів в елементах теплонасосних систем на базі енергії ґрунту, ґрунтових та стічних вод, з урахуванням екологічних вимог;

- за результатами досліджень обґрунтовано раціональні умов довготривалого функціонування теплонасосної системи при використанні трьох низькопотенційних джерел енергії без шкоди довкіллю.

Наукові завдання, які сформульовані відповідно до тематики дослідження і відповідають меті дисертації, виконані повністю. Здобувач повною мірою володіє методологією наукової діяльності.

Наведені в роботі результати свідчать про наявність наукової значимості дисертації, містить незахищені раніше науково обґрунтовані положення, що підтверджується теоретично і експериментально, спрямованими на удосконалення режимних і схемно-конструктивних характеристик теплонасосних систем, з урахуванням регіональних можливостей використання технічного потенціалу низькопотенційних джерел енергії на принципах сталого розвитку. Достовірність отриманих наукових результатів роботи забезпечується коректним застосуванням математичного апарату для вирішення поставлених наукових задач і підтверджена узгодженням результатів чисельного моделювання з результатами експериментальних досліджень.

4. Рекомендації з використання та практична значимість отриманих результатів дослідження

Практична значимість отриманих результатів дослідження міститься в тому, що запропонований автором інструментарій визначення доцільності впровадження теплонасосних систем з використанням трьох низькопотенційних джерел енергії є цінним для практичного застосування, бо виконаний з урахуванням їх технічного потенціалу і кліматичних умов, що забезпечує достовірність практичної реалізації досліджень без шкоди довкіллю. Розробки, які містяться в дисертаційній роботі, призводять до підвищення ефективності та екологічності функціонування об'єкту дослідження.

Практична цінність результатів дисертаційної роботи підтверджується впровадженням розробок:

- в науковому парку Національного університету «Одеська політехніка» шляхом освітньо-консультативної діяльності здобувача в період переддипломної практики і підготовки кваліфікаційних робіт бакалаврів і магістрів.

- в навчальних дисциплінах «Інноваційні технології відновлюваної енергетики» і «Моделювання теплових процесів в енергокомплексах», які викладаються кафедрою теоретичної, загальної та нетрадиційної енергетики

Національного університету «Одеська політехніка» та враховані при формуванні тематики бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт, відповідно.

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

В опублікованих працях здобувача ґрунтовно викладені основні результати теоретичних і експериментальних досліджень.

Дисертація написана відповідно вимог до науково-технічних робіт, висновки повністю відповідають сформульованим задачам дослідження.

Основні результати дисертації представлено в 14 публікаціях, з них: 1 стаття у журналі, який індексується в базі даних Scopus; 5 – у наукових фахових виданнях України з технічних наук за профілем спеціальності; 8 – апробаційного характеру: тези доповідей роботи на міжнародних науково-практичних конференціях.

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.

Дисертаційна робота Іванова Павла Олександровича за своїм змістом характеризується послідовним і логічним висвітленням питань, які поставлені у задачах дослідження. Анотація в повній мірі відображає основні положення дисертації.

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

Дисертаційна робота здобувача Іванова Павла Олександровича 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».

Оформлення дисертації відповідає вимогам, які пред'являються до текстової і графічної інформації. Фактів порушення академічної доброчесності в матеріалах дисертації здобувача не виявлено. Використання результатів досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

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 альтернативних систем енергозабезпечення з використанням різних низькопотенційних джерел енергії для теплонасосних циклів 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 систем теплонасосного енергозабезпечення зі змінними відновлювальними джерелами енергії, 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. Цікавим було б розглядання питання чи залишається справедливою модель теплообміну поверхні випарника з ґрунтом у випадку часткового промерзання ґрунту.

2. Цікавим було б розглядання питання використання енергії ґрунту для цілей кондиціювання повітря.

3. Бажано було б надати в роботі кількісні екологічні показники використання запропонованої теплонасосної системи при використанні трьох низькопотенційних джерел енергії.

4. Чи враховувались при розробці ґрунтової теплонасосної системи фізико-механічні, теплофізичні характеристики ґрунту, вологість, географічне розташування і фоновий температурний градієнт в ньому

5. Відомо, що коефіцієнт перетворення теплового насоса коливається в межах від 1 до нескінченності. У зв'язку з цим виникає питання: яке числове значення цього коефіцієнту автор приймає в якості мінімальної граничної величини?

6. Отримані здобувачем результати представлені такими показниками: ресурсозбереження, енергозбереження, захист довкілля. Який з них ви вважаєте найвпливовішим показником?

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

7. Загальний висновок про відповідність роботи встановленим вимогам

Викладене дає підстави вважати, що дисертаційна **робота Іванова Павла Олександровича** «Підвищення ефективності альтернативного теплопостачання за рахунок енергії ґрунту, ґрунтових та стічних вод» є завершеним науковим дослідженням, яке має науково-прикладне значення, тема і зміст якого відповідає спеціальності 144 «Теплоенергетика».

З урахуванням актуальності теми дисертації, обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані в роботі, 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 №4 4, а її автор, Іванов Павло Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри нафтогазових
технологій, інженерії та теплоенергетики
Одеського національного технологічного
університету

Олександр ТІТЛОВ