ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук, професора

Ратушняка Георгія Сергійовича

на дисертаційну роботу **Дзюбенка Володимира Григоровича**

«Автономні системи теплопостачання

з глибокою утилізацією теплоти відвідних газів котлів»,

представлену до розгляду у спеціалізованій Вченій раді при Київському національному університеті будівництва і архітектури на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання

Дисертація обсягом 160 сторінок друкованого тексту ілюструється 44 рисунками і 12 таблицями та складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел зі 146 найменуваннями й додатків. Автореферат має обсяг 20 сторінок. Основні результати досліджень, які виносяться на захист, опубліковані в семи друкованих працях, п'ять з яких надруковано у фахових виданнях, одна в міжнародному фаховому виданні, у двох роботах без співавторів, захищені одним патентом України на винахід. Особистий внесок дисертанта в цих працях повністю відповідає науковим положенням і практичним результатам поданої до захисту дисертаційної роботи.

Актуальність теми дисертаційної роботи

Одним із пріоритетів розвитку України, як держави-споживача значної кількості паливно-енергетичних ресурсів, є підвищення енергоефективності систем теплопостачання. Це дозволяє заощадити вичерпні паливні ресурси та зменшити забруднення навколишнього середовища продуктами згоряння.

Одним з напрямків підвищення енергоефективності теплопостачання є максимальна утилізація теплоти відвідних газів. При цьому може відбуватися конденсація водяної пари з виділенням додаткової теплоти, що підвищує ККД

котлоагрегату та інтенсифікує теплообмін. Однак, конденсат забруднюється продуктами згоряння і набуває слабокислої реакції, що активує корозію теплообмінних поверхонь. Тому постає необхідність використання дорогих корозієстійких теплообмінників. Для власників приватних будинків економ-класу, малих приватних тепличних господарств і підприємств потужністю опалення до 10...20 кВт такі технічні рішення є не завжди економічно доцільними. Для таких об'єктів пропонується застосувати плівкові теплоутилізатори, в яких теплообмінні поверхні виготовлені з недорогих полімерних плівок.

Використання в системах теплопостачання таких теплообмінних апаратів дозволить підвищити енергоефективність автономного теплопостачання малих приватних будинків, теплиць і підприємств, яких на сьогодні в Україні є достатньо багато. В зв'язку з цим дисертаційна робота є актуальною та своєчасною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана згідно з "Державною програмою підтримки енергоефективних проектів" і безпосередньо пов'язана з планами держбюджетної тематики Київського національного університету будівництва і архітектури, які виконувалися на замовлення Міністерства освіти і науки України (№ держреєстрації 0102U000932).

Обґрунтованість та достовірність результатів досліджень

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформованих в дисертаційній роботі, підтверджено достатнім обсягом проведених особисто автором теоретичних та експериментальних досліджень. Основні теоретичні результати слід визнати достатньо обґрунтованими завдяки використанню сучасних методів фізичного та математичного моделювання, а також основних положень аерогідродинаміки і теплотехніки з використанням сучасних пакетів прикладних програм для моделювання.

Експериментальні дослідження проводились з використанням розробленої установки, що дозволяла моделювати теплообмін між парогазовою сумішшю з різним вологовмістом та водою. Обробка результатів експериментальних досліджень у розробленому плівковому теплоутилізаторі виконана із застосуванням сучасних методів математичної статистики.

Наукова новизна

Детальний розгляд результатів досліджень викладених в дисертаційній роботі показав, що наукова новизна одержаних результатів полягає в науковому обґрунтовані та побудові удосконаленої фізичної моделі формування перерізу плівкового зварного каналу під дією тиску теплоносія на поверхню плівки, на підставі чого доведена двокутна форма каналу такої простої та економічно доцільної конструкції; удосконаленні фізичної та математичної моделі гідродинаміки і тепловіддачі в'язкісної течії рідини у двокутному каналі, які враховують вплив геометричних розмірів каналу на зазначені процеси; отриманні уточненої залежності для процесів теплопередачі між парогазовою сумішшю та водою в плівковому теплоутилізаторі.

Значущість результатів досліджень для практики

Розроблено плівковий теплоутилізатор, який дозволяє утилізувати теплоту парогазових сумішей з конденсацією водяної пари без використання дорогих корозієстійких металів. Запропоновані рекомендації щодо встановлення плівкового теплоутилізатора в автономних системах теплопостачання дозволяють підвищити техніко-економічні показники повторного використання теплоти відвідних газів і зменшити забруднення навколишнього середовища. Рекомендації щодо методики розрахунку систем теплопостачання з плівковими теплоутилізаторами можуть бути використані в практиці проектування енергоефективних систем теплопостачання.

Редакційний аналіз

Дисертація й автореферат написані грамотно, на достатньому науковому рівні, доброю літературною мовою, рисунки оформлені чітко, читання формул не викликає труднощів. Дисертація оформлена відповідно до чинних вимог.

Відповідність тексту автореферату і дисертації

Автореферат дисертації відображає основний зміст роботи, її наукові положення та результати. Зміст автореферату та основні положення дисертації ідентичні.

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи

У вступі (с.5-9) відповідно до вимог обґрунтовано актуальність теми, її зв'язок з науковими програмами і планами, сформульовано мету роботи та задачі досліджень, описано об'єкт і предмет, відображено методи досліджень, сформульована наукова новизна, визначено практичну цінність одержаних результатів. Вказано особистий внесок у наукові результати та стисло викладено апробацію результатів досліджень.

У першому розділі (с. 10-33) розглянуто стан проблеми та існуючі технології глибокої утилізації теплоти відвідних газів котлів систем теплопостачання. Зазначено відсутність ефективних технічних рішень теплоутилізаційного обладнання низької вартості для об'єктів малої потужності. Показано переваги рекуперативних теплообмінників для використання теплоти відвідних газів котлів на таких об'єктах. За результатами виконаного аналізу зазначено, що для зниження вартості таких технічних рішень зі збереженням високої ефективності та довговічності за наявності хімічно агресивного конденсату необхідно розробити рекуперативні теплообмінні пристрої на базі корозійностійких полімерних плівок, які можуть забезпечити теплообмін між парогазовою сумішшю та водою.

У другому розділі (с. 34-52) запропоновано конструкцію плівкового теплоутилізатора із забезпеченням безперервного відведення конденсату, розроблено і обґрунтовано концептуальні фізичні, а на їхній базі – математичні моделі формування плівкового каналу для теплоносія, гідродинаміки та тепловіддачі конвекцією в ньому за в'язкісної течії. У результаті отримано уточнені залежності для коефіцієнта гідравлічного опору тертя Дарсі та межового значення числа Нуссельта. Аналітичні дослідження в'язкісно-гравітаційної та турбулентної течії в каналі та сильно збуреного потоку відвідних газів у корпусі теплообмінника ускладненні стохастичним характером руху. За результатами моделювання зроблено висновок про необхідність експериментальних досліджень теплообміну в трубопроводах двокутного перерізу для уточнення методики розрахунку плівкового теплоутилізатора.

У третьому розділі (с. 53-93) наведено опис дослідної установки, методику, планування та результати експериментальних досліджень і чисельного моделювання теплових та аерогідродинамічних процесів у плівковому теплоутилізаторі. Похибка прямих і непрямих вимірювань з забезпеченістю 0,95 знаходиться у межах 5 %. Досліджено температурний режим зарядження буферної ємності. Установлено, що протягом 95% часу зарядження температура на виході з ємності не змінюється, що підтверджує високу ефективність плівкового теплоутилізатора в системах теплопостачання з теплоакумулятором.

У четвертому розділі (с. 94-134) запропоновано інноваційні схеми системи теплопостачання з одно- та двоступеневою теплоутилізацією залежно від температури відвідних газів. Розроблено типоряд плівкових теплоутилізаторів. За рядами переважних чисел з врахуванням площі поверхні нагріву, розміру секцій та довжини прямої ділянки каналів запропонована методика підбору та інженерного розрахунку плівкових теплоутилізаторів, що базується на останніх редакціях "Нормативного методу теплового розрахунку котлів" та "Нормативного методу аеродинамічного

розрахунку котельних установок", а також створено комп'ютерну програму для її практичної реалізації.

У п'ятому розділі (с. 135-140) виконано техніко-економічне зіставлення систем теплопостачання з та без глибокої утилізації теплоти відвідних газів котла, що підтвердило ефективність глибокої утилізації теплоти відвідних газів котлів. Термін окупності становить два роки на твердому паливі та біля року – на газі. Також показано екологічну сугестивність за рахунок зменшення шкідливих викидів в навколишнє середовище.

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях

Результати досліджень дисертаційної роботи достатньо повно викладено в 7 друкованих працях, серед яких п'ять у фахових виданнях, одна у міжнародному фаховому виданні, один патент України на винахід, дві роботи без співавторів. Матеріали досліджень доповідались на науково-практичних конференціях та наукових семінарах, більшість з яких має міжнародний статус, тобто робота пройшла достатню апробацію.

Недоліки та зауваження

1. В першому розділі недостатньо повно розглянуто питання використання теплоти відвідних газів котлів, тоді як більше уваги зосереджено на методах розрахунку рекуперативних теплообмінників. Не достатньо розгорнуто наведено результати аналізу досліджень зарубіжних авторів та обґрунтовано власні рекомендації дисертанта щодо доцільності використання теплообмінників з полімерних матеріалів для утилізації теплоти відвідних газів котлів.
2. На рис. 2.1 наведено схеми видалення конденсату з плівкового теплообмінника. Здобувачем запропоновано схему для видалення конденсату з теплообмінника без належного обґрунтування прийнятого рішення. Зокрема, не наведено рекомендацій щодо критичної довжини та діаметру конденсатопроводів та не наведено підходів щодо вибору гідрозатворів і нейтралізаторів

конденсату.

3. У третьому розділі представлено експериментальні дослідження тепло утилізатора. Не зрозуміло, яким чином врахована у експериментальних дослідженнях турбулентність пароповітряної суміші та рівень її впливу на тепловіддачу у теплоутилізаторі.

4. У роботі (рис. 3.1.) не обґрунтовано місця розташування вимірювальних пристроїв температури під час вимірювання температури пароповітряної суміші. Крім того, не є обґрунтованою і сама методика вимірювання температури теплоносія накладним термометром.

5. У запропонованих схемних рішеннях із влаштування плівкового тепло утилізатора на виході з твердопаливних котлів (рис. 4.2) не враховано властивості димових газів даних котлів: підвищену зольність і наявність смолоподібних речовин, що може змінити теплофізичні властивості пароповітряної суміші та погіршувати теплообмін у теплоутилізаторі.

6. Визначаючи економічну ефективність, автор розраховує лише простий термін окупності, не враховуючи зміну вартості грошей з часом, та нехтує дослідженням ефективності влаштування двоступеневої схеми утилізації.

Загальний висновок

Наведені зауваження та побажання не впливають на загальну позитивну оцінку даної дисертаційної роботи і не зменшують ступеня наукової обґрунтованості та достовірності основних результатів та висновків і можуть бути враховані у подальшій науковій діяльності автора.

В цілому дисертаційна робота Дзюбенка Володимира Григоровича «Автономні системи теплопостачання з глибокою утилізацією теплоти відвідних газів котлів» за спеціальністю 05.23.03 – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук містить нові теоретичні і практично важливі результати та є завершеною науковою працею, яка відповідає пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету

Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567 щодо дисертацій, які подаються на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор Дзюбенко Володимир Григорович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.

Офіційний опонент,
професор кафедри теплогазопостачання
Вінницького національного технічного
університету,
кандидат технічних наук, професор Г.С. Ратушняк

Підпис Г.С. Ратушняка засвідчую:

Підпис
ПОСВІДЧУЮ
Зав. канцелярією