

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Висоцької Марії Володимирівни

“ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ІНТЕГРОВАНОЇ ЕНЕРГІЇ ХОЛОДНОЇ ВОДИ ТА ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ПОВІТРЯ ”,

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – вентиляція, освітлення та теплогазопостачання

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, основної частини, загальних висновків, списку використаних літературних джерел із 97 найменувань та додатків. Основний матеріал викладено на 135 сторінках комп'ютерного набору, містить 41 рисунок, 3 таблиці.

1. Структура дисертації

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, задачі, об'єкт, предмет та методи досліджень, а також наведено загальну характеристику роботи, відмічено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

У першому розділі наведено результати аналізу зниження енергетичних втрат, які пов'язані із внутрішньою та зовнішньою незворотністю в парокомпресійному циклі теплових насосів. Аналіз літературних джерел показав, що для умов із відомими способами підвищення температури води в системі гарячого водопостачання, актуальним є застосування систем за ексергетичними умовами з різним температурним рівнем. Окрім того, зверталась увага на пошук нових шляхів для можливості використання холодної води на ввіді в будівлю, а також можливості застосування повітряних потоків, зокрема витяжного повітря у якості низьтемпературних джерел в системах теплохолодопостачання на основі енергії водних і повітряних потоків для ефективної роботи абонентських систем.

На основі проведеного огляду літературних джерел обґрунтовано актуальність роботи та сформульовано завдання досліджень.

У другому розділі отримала подальший розвиток концепція системи теплохолодопостачання із відбором теплоти з холодної води на ввіді в будівлю, як перспективного варіанту із міркувань зменшення капітальних затрат. Наводяться закономірності сезонної зміни температури холодної води на вводах будівель, отримані в результаті проведених натурних досліджень. Запропоновано використовувати глибоке охолодження повітря нижче температури «точки роси» з метою збільшення потоку утилізованої теплоти для розробки нових теплонасосних установок, які експлуатуються у закритих приміщеннях із підвищеною вологістю. Проведено дослідження системи теплохолодопостачання будівлі із використанням енергії холодної води і вентиляційного повітря на основі чого було встановлено, що найбільшою енергетичною ефективністю володіє система з теплонасосною утилізацією, робота якої забезпечується при високих значеннях коефіцієнта перетворення з відбором рециркуляційного повітря після випарника. Для запропонованих умов застосування теплонасосної установки розроблена математична модель для визначення умов високоефективної трансформації енергетичних потоків залежно від вихідних та режимних параметрів. На підставі проведених досліджень було зроблено висновок про доцільність застосування запропонованої системи в будівлях при раціональному режимі співвідношення використання холодної та гарячої води.

У третьому розділі представлено результати аналітичних досліджень за умови стабілізації пневмогідралічного режиму представлені залежності зміни витрати повітря та початкового тиску води та його зменшенням в системі з розділеними водними потоками, які лягли в основу інженерної розробки, зокрема при підборі діаметру з'єднувальних трубопроводів для баків-акумуляторів. Отримані результати аналізу енергетичної ефективності систем за дійсним коефіцієнтом перетворення дозволили зробити висновок, що існує істотний вплив співвідношення витрат ($G_{в,уд}/G_{хв}$) в межах 2...9, при цьому значним і вагомим фактором збільшення енергетичної ефективності була температура холодної води на ввіді у будинок.

Четвертий розділ присвячено апробації результатів аналітичного дослідження, а також знаходженню енергетичної та екологічної ефективності розроблених систем теплохолодопостачання будівель. Представлено методи проведення експериментальних досліджень на лабораторній теплонасосній установці, та умови планування експерименту. В результаті було експериментально визначена закономірність зміни температури основного нагріву абонентського теплоносія, а також після конденсатора в залежності від співвідношення витрат. Крім того експериментально визначено діапазон зміни дійсного коефіцієнта перетворення, який знаходиться в проміжку 2,9...5,7 і значення його зростає із збільшенням витрати низькопотенційного теплоносія через випарник. Встановлено залежності для прогнозованої оцінки енергетичної ефективності та економії палива від параметрів низькотемпературного джерела енергії із врахуванням режимів роботи, зокрема, в моноенергетичному так і спільному із з додатковим теплогенератором.

2. Актуальність теми дисертації

Наразі в житлово-комунальному господарстві гостро постає проблема раціонального використання палива, зменшення споживання природного газу та покращення екологічної ситуації в країні. Згідно вимог енергетичної стратегії України в період до 2035 року особливу увагу необхідно звертати на підвищення ефективності систем теплохолодопостачання будівель із використанням поновлювальних та низькотемпературних джерел енергії. Один із ефективних шляхів вирішення цього питання є пошук нових низькотемпературних джерел енергії та можливості інтегрованого їх використання в теплонасосних системах теплохолодопостачання. Потреби розвитку цих технологій зумовлюють необхідність нового науково обґрунтованого підходу до розробки систем теплохолодопостачання будівель із інтегрованим використанням енергії холодної води на ввіді в будинок та утилізованої теплоти витяжного повітря, а також розробки прикладної розрахунково-аналітичної основи для створення таких систем. З огляду на це, слід констатувати, що тема дисертаційної роботи

Висоцької М. В. є актуальною як у науковому, так і прикладному аспектах.

3. Мета і завдання досліджень

Метою роботи було науково-технічне обґрунтування прогресивних технологій енергоефективних систем теплохолодопостачання будівель на основі інтегрованої енергії холодної води та повітряних потоків зі стабілізацією термотрансформаторних процесів з використанням теплонасосних установок.

Для вирішення поставленої мети необхідно вирішити наступні питання:

1. Здійснити аналіз сучасних літературних джерел щодо застосування теплонасосних систем тепlopостачання із використанням низькотемпературних джерел енергії.
2. Виконати аналітичні дослідження закономірностей стабілізації пневмогидравлічного режиму у базовій системі теплохолодопостачання на основі низькотемпературних джерел енергії, встановити раціональні умови роботи структурних підсистем, а також умови трансформації енергетичних потоків.
3. Провести натурні дослідження температури холодної води на вводі в будівлю та встановити закономірності її зміни залежно від пори року для оцінки можливості застосування в інтегрованій системі низькотемпературного джерела енергії із утилізацією теплоти вентиляційного повітря.
4. Експериментально підтвердити достовірність концептуальних положень і результатів аналітичних досліджень щодо встановлення енергетичної ефективності та нагрівання води у запропонованій системі.

4. Наукова новизна дисертаційної роботи

Основні наукові результати полягають у наступному:

1. Уперше теоретично обґрунтовано доцільність використання холодної води на вводі в будівлю, як низькотемпературного джерела енергії для теплонасосних систем тепlopостачання інтегрованого з теплою

вентиляційного повітря в процесі його охолодження, отримана залежність для сезонної зміни температури води;

2. Удосконалено математичну модель вирішення задачі стабілізації пневмогідравлічного режиму в теплонасосній установці, що дало можливість отримати аналітичну закономірність демпферуючих змін витрат повітря в умовах зниження тиску води при подальшому проходженні її через випарник і конденсатор та абонентські підсистеми;

3. Набули подальшого розвитку:

- ✓ математична модель процесів та дійсних коефіцієнтів перетворення енергії енергетичних потоків в удосконаленій системі теплопостачання на основі інтегрованого низькотемпературного джерела енергії, яка дозволяє прогнозовано аналізувати раціональні умови роботи структурних підсистем.

5. Практична цінність дисертаційної роботи

В результаті наукових досліджень було запропоновано та обґрунтовано новий підхід до створення теплонасосних систем теплохолодопостачання з дворівневим нагріванням води, зокрема, цей підхід базується на основі інтегрованого низькотемпературного джерела енергії, а саме теплоти, яка утилізується з повітряних та вихідних водних потоків на вводі в будівлю.

Розроблені заходи із підвищення енергоефективності систем теплохолодопостачання, які ґрунтуються на інтегрованій енергії холодної води та повітряних потоків шляхом пневмогідравлічної стабілізації термотрансформаторних процесів.

Встановлені залежності для оцінювання економії палива зумовлених зміною параметрів і режимних умов інтегрованого низькотемпературного джерела енергії та абонентського теплоспоживання.

Основні положення та результати проведених досліджень впроваджено в ТОВ «Одесакомунекологія», а також в навчальний процес кафедри теплогазопостачання і вентиляції Одеської державної академії будівництва та архітектури.

6. Достовірність отриманих наукових результатів роботи.

Вірогідність наукових результатів дисертаційної роботи підтверджена застосуванням сучасних методик аналітичних та експериментальних досліджень, зіставленням експериментальних і розрахункових даних, зіставленням отриманих результатів з результатами інших авторів, даними випробувань відповідного устаткування та позитивним досвідом впровадження отриманих результатів.

7. Повнота викладу основних результатів роботи в опублікованих працях.

Результати дисертаційної роботи опубліковано у 8 наукових працях, з них у 5 фахових виданнях, 1 у міжнародному виданні та 2 патенти України на винаходи.

Персональний внесок дисертанта в роботах, опублікованих у співавторстві, відображено в авторефераті.

Зміст автореферату й основних положень дисертації ідентичні.

8. Зауваження по дисертації

1. У першому розділі дисертації, присвяченому огляду літературних джерел, достатньо багато уваги наділено розгляду термодинамічних процесів в теплонасосних установках. Слід було ширше висвітлити процеси теплохолодопостачання в самих будівлях.
2. У другому розділі представлено графік зміни температури води на вводах до житлових будинків у м. Одесі та м. Южне, які отримані в результаті проведених замірів. Нажаль не висвітлена методика проведення досліджень, прилади якими здійснювалися заміри, їх клас точності, похибки, тощо.
3. В роботі здійснюється обґрунтування доцільності використання холодної води в якості низькотемпературного джерела енергії на вводах в житлові будинки для Одеського регіону, нажалі не вказано на скільки актуальним є таке рішення для інших регіонів України. В такому випадку, наукові дослідження носять досить локальний характер.

4. При визначенні ефективності використання первинної енергії, зокрема при знаходженні теоретично необхідної питомої витрати палива, яке буде використовуватись для нагрівання теплоносія в центральній котельні і застосовуватися в калориферах приливної вентиляції, слід було пояснити необхідність застосування механічної припливно-витяжної системи вентиляції у житлових будинках.
5. У третьому розділі дисертаційної роботи при визначенні середньої швидкості руху повітря в початковому перерізі трубопроводу (стор. 93, рівняння 3.9,) не зрозуміло яке значення величини допустимого шумоутворення потрібно приймати і для яких типів будинків.
6. В роботі, нажаль, не достатньо висвітлене питання планування експерименту. Хоча узвичаєний порядок здійснення вибору числа та умов проведення дослідів є необхідним та достатнім для вирішення завдань досліджень із заданою точністю. Не проводилась оцінка вагомості факторів та впливу їх на параметр оптимізації.
7. При оцінці економічної ефективності від впровадження запропонованих в роботі технічних рішень, зокрема при визначенні економії палива, не зрозумілим є поняття «відносної економії заміщованого палива» (стор. 125, рис. 4.9).
8. В роботі та авторефераті наявні певні вади щодо їх оформлення. Так, окремо можна відзначити, що на стор. 62 замість слова «*конденсація парів*» вживається – «*концентрація парів*», подекуди мають місце русизми – стор. 78 - «*м³/ч*», а має бути «*м³/год*» та наявне відповідне калькування тощо.

9. Висновок.

Зроблені вище зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Висоцької Марії Володимирівни «*Теплохолододопостачання на основі трансформації інтегрованої енергії холодної води та вентиляційного повітря*» є завершеною науковою працею, що містить отримані особисто здобувачем нові наукові положення, які

вирішують важливу проблему підвищення ефективності систем теплохолодопостачання.

Дисертаційна робота Висоцької М.В. відповідає паспорту спеціальності 05.23.03. – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання і профілю спеціалізованої вченої ради Д26.056.07.

На підставі проведеного аналізу дисертаційної роботи Висоцької М.В. *“Теплохолодопостачання на основі трансформації інтегрованої енергії холодної води та вентиляційного повітря”* можна зробити висновок про те, що за актуальністю, науковою новизною, глибиною розробки наукових положень, практичною значимістю, обґрунтованістю і достовірністю висновків та рекомендацій робота відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України до кандидатських дисертацій, а її автор Висоцька Марія Володимирівна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.03 – Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри теплогазопостачання та вентиляції

Інституту будівництва та інженерних систем

Національного університету

«Львівська політехніка» МОН України

Желих В.М.

Підпис доктора технічних наук,
професора Желиха Василя Михайловича засвідчую:

Вчений секретар ради Національного університету,

«Львівська політехніка»



Брилинський Р.Б.