

Подільський державний університет
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра енергозберігаючих технологій та енергетичного менеджменту

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

**Визначення доцільності використання теплового насосу в системі
теплопостачання житлового будинку**

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми навчання
освітнього ступеня «Магістр», освітньо-
професійної програми «Енергетичний
менеджмент» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

_____ **Олег ШЕВЧУК**

Керівник: кандидат технічних наук, доцент

_____ **Віктор ДУБІК**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«___» _____ 2023 р.

Керівник проектної групи
(гарант освітньої програми)

«Енергетичний менеджмент»

спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

Докт. с.-г. наук, канд. техн. наук, доцент _____ **Олег ТКАЧ**

м. Кам'янець-Подільський, 2023р.

ЗМІСТ

ВСТУП..... 4

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

.....ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

1.1 Загальні відомості Ошибка! Закладка не определена.

1.2 Річне споживання енергоносіїв Ошибка! Закладка не определена.

1.2.1 Споживання електричної енергії.... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.2.2 Споживання води **Ошибка! Закладка не определена.**

1.2.3 Споживання теплової енергії..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Висновки до розділу **Ошибка! Закладка не определена.**

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВОГО

БУДИНКУОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

2.1 Дослідження огорожувальних конструкцій будівлі....Ошибка! Закладка не определена.

2.1.1 Аналіз сучасного стану..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.1.2 Аналіз поточного технічного стану **Ошибка! Закладка не определена.**

2.1.3 Розрахунок динамічних параметрів на опалення та охолодження

..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.1.4. Визначення класу енергоефективності будинку.**Ошибка! Закладка не определена.**

2.1.5 Шляхи підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій

..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.2 Дослідження системи опалення..... Ошибка! Закладка не определена.

2.2.1 Обстеження поточного стану енергетичних систем об’єкту.....**Ошибка! Закладка не определена.**

2.2.2 Загальний опис системи теплопостачання**Ошибка! Закладка не определена.**

2.3 Дослідження системи вентиляції Ошибка! Закладка не определена.

2.3.1 Поточний стан системи **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3.2 Шляхи підвищення ефективності системи вентиляції.....**Ошибка! Закладка не определена.**

2.4. Дослідження системи водопостачання та водовідведення Ошибка!

Закладка не определена.

2.5 Дослідження системи електропостачанняОшибка! Закладка не определена.

2.5.1 Аналіз сучасного стану постачання електричної енергії.....**Ошибка!**

Закладка не определена.

- 2.5.2 Аналіз поточного технічного стану системи електропостачання **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.5.3 Шляхи підвищення ефективності використання системи електропостачання для забезпечення електричною енергією... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.5.4 Пропозиції щодо модернізації системи електропостачання об'єкту при встановленні теплового насосу **Ошибка! Закладка не определена.**
- Висновки до розділу **Ошибка! Закладка не определена.**

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ.....ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

- 3.1 Основні типи теплових насосів **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2 Опис різних технологій що використовуються в теплових насосах **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.3 Використання ТН в Україні **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.4 Підбір ТН за допомогою інтернет-ресурсу з підбору теплових насосів MyCond **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.5 Підбір ТН за допомогою програмного забезпечення GeoT-Sol... **Ошибка! Закладка не определена.**
- Висновок до розділу..... **Ошибка! Закладка не определена.**

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ..... ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

- 4.1 Поточний стан..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.2 Опис заходу з провадження СЕМ **Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.3 Рівень рентабельності ідеї **Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.4 Вартість виробництва інноваційної технології.....**Ошибка! Закладка не определена.**
- Висновки до розділу **Ошибка! Закладка не определена.**

ВИСНОВКИ 7**ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 10**

ВСТУП

Зараз основний джерелом теплової енергії є спалювання викопних палив, що є вичерпним ресурсом. Ця тенденція поширена практично у всіх країнах світу, проте в останні роки відзначається зростання інтересу до впровадження енергоефективних технологій.

Проблема забруднення навколишнього середовища потребує переходу до використання відновлюваних джерел енергії та біопалива для виробництва теплової та електричної енергії. Україна також стикається з використанням застарілого обладнання для отримання теплової енергії в установах та багатоквартирних будинках. Це обладнання має низьку ефективність та давно перевищило строк служби. Замість того, щоб його відновлювати чи утримувати в експлуатації, є необхідність розглядати перехід до нових, економічно ефективних та екологічно чистих технологій.

Актуальність теми.

Сучасні системи тепlopостачання, опалення та гарячого водopостачання в основному працюють на традиційних видках палива, таких як природний газ, мазут та вугілля, що становить понад 80% виробництва енергії. Проте, з постійним і стрімким зростанням вартості цих видів палива, їх вартість стає порівнянною із вартістю сучасного обладнання для систем тепlopостачання, заснованого на використанні відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні колектори, теплові насоси, вітроенергетичні та геотермальні установки.

У зв'язку з цією ситуацією науково-технічні дослідження слід спрямовувати на більше широке використання поновлюваних джерел енергії. Незаперечною перевагою цих джерел є зменшення залежності енергоспоживачів від централізованих енергомереж та енергетичних монополій.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є визначення доцільності використання теплового насоса в системі тепlopостачання житлового будинку.

Завдання дослідження.

Для досягнення визначеної мети були вирішені наступні завдання:

Аналіз та дослідження сучасних заходів з підвищення рівня енергоефективності житлової будівлі.

Проведене енергетичне обстеження систем теплопостачання та електропостачання.

Розраховані характеристики системи теплопостачання.

Здійснено підвищення рівня енергоефективності системи енергопостачання за допомогою термоізоляції та встановлення теплового насосу.

Розроблений стартап-проект з впровадження використання теплового насосу.

Об'єкт дослідження. Система енергопостачання житлового будинку.

Предмет дослідження. Методи та заходи підвищення ефективності використання теплової та електричної енергії в будівлі.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань використані наступні методи:

Аналітичне узагальнення відомих наукових і технічних результатів: Проведено аналіз і узагальнення наукових досліджень та технічних рішень, що стосуються підвищення рівня енергоефективності житлових будівель.

Розрахунково-аналітичний метод: Застосовано розрахункові та аналітичні методи для визначення характеристик системи теплопостачання.

Моделювання досліджуваних систем теплопостачання із застосуванням комп'ютерних програм: Використано комп'ютерне моделювання для аналізу та оптимізації роботи систем теплопостачання.

Методи визначення основних економічних параметрів енергетичних об'єктів: Використано економічні методи для оцінки ефективності та рентабельності впроваджених заходів з підвищення енергоефективності, включаючи розрахунок та порівняння основних економічних показників.

Наукова новизна Метою магістерської роботи є обґрунтування доцільності використання теплових насосів в системі теплопостачання багатоповерхового житлового будинку. Результати отримані в рамках дослідження, а також запропоновані методи та підходи можуть бути використані для аналізу ефективності роботи теплового насосу в системі теплопостачання житлового будинку.

Апробація результатів роботи Ефективне використання енергії стан і перспективи. Всеукраїнська студентська науково-практична конференція. 9 листопада 2023 р. (ЗВО «ПДУ», м. Кам'янець-Подільський).

Публікації:

Олег ШЕВЧУК. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ / Віталій ТУРЧАК, Віктор ДУБІК, Дарія ВІЛЬЧИНСЬКА // Ефективне використання енергії стан і перспективи: збірник наукових праць III Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. 9 листопада 2023 р. (ЗВО «ПДУ», м. Кам'янець-Подільський). – Кам'янець-Подільський, 2023. – С.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи була проаналізована доцільність модернізації системи енергопостачання за допомогою теплового насоса для житлової будівлі на прикладі багатоповерхового будинку по вул. Молодіжна, 2. Здійснено аналіз витрат коштів на енергоресурси, де виявлено, що мешканці будинку сплачують найбільше коштів за гаряче водопостачання (44%), опалення (30%), водопостачання (18%) та електроенергію (8%). Для зменшення витрат на гаряче водопостачання та систему опалення рекомендується виконати низку заходів щодо їх модернізації.

Також розглянуті всі діючі системи енергозабезпечення житлового будинку, проведений аналіз сучасного стану огорожувальних конструкцій, системи опалення, вентиляційної системи, системи водопостачання та водовідведення. Були обрані енергозберігаючі заходи, і у таблиці наведено відсоток економії енергії після впровадження заходів та період їх терміну окупності.

Таблиця – Термін окупності заходів енергозбереження які можуть бути впроваджені.

ЗЕЗ	Економія, %	Грошові витрати на ЗЕЗ, грн	Термін окупності, років
Утеплення зовнішніх стін	34	1 669 522,05	3,5
Встановлення тепловідбиваючих екранів	1	28 990	1,5
Встановлення термостатичних вентилів для радіаторів опалення та байпаси	20	1 004 244,38	5,4
Заміна насосів ХВП	33	385 226	2,6
Встановлення лічильника реактивної електроенергії	10	3300	2

Також у розділі був проведений розрахунок житлової будівлі за ДСТУ Б А.2.2- 12:2015 «Енергетична ефективність будівель», де було розраховано сумарні теплонадходження та витрати будівлі, а також потреба в енергії для опалення та охолодження будинку.

Встановлення теплових насосів можливе з електричної точки зору, але воно може вимагати певних змін у технічних умовах з постачальником електроенергії. Теплові насоси використовують електроенергію для перенесення тепла з одного середовища в інше. Цей процес є ефективним і екологічно чистим, але для оптимальної роботи теплових насосів може знадобитися певна інфраструктура та технічні умови.

Зазвичай для встановлення теплового насосу потрібно мати відповідне електричне підключення та можливість адаптації систем електропостачання для забезпечення ефективної роботи цього обладнання.

В ході роботи визначено можливості модернізації системи енергопостачання та змодельовано роботу цієї системи в програмному забезпеченні GeoTsol. Однією з можливих модернізацій є відмова від центрального теплопостачання та перехід на індивідуальне теплопостачання.

Враховуючи тенденцію до зростання ціни на енергоносії, можна передбачити подальше збільшення їх витрат. Однак у порівнянні з поточною системою можна однозначно сказати, що змінювати систему теплопостачання на індивідуальну та використовувати теплові насоси є доцільним рішенням.

Під час огляду різних типів теплових насосів визначено, який тип є найбільш підходящим для встановлення в житловий будинок. Обрано теплові насоси типу "повітря – вода" для покриття теплового навантаження та навантаження на систему гарячого водопостачання.

В системі, вибраній за допомогою інтернет-ресурсу MyCond, визначено теплові насоси MCU 066 YNE в кількості 6 штук з вмонтованими електричними тенами для покриття 100% навантаження. У програмному забезпеченні GeoTsol обрано систему теплових насосів, де 9 одиниць Clitech CAR-20XB призначені для опалення, а 4 одиниці Clitech CAR-24XB — для гарячого водопостачання.

Проведений аналіз систем для теплових насосів, які були підібрані з допомогою MyCond, вказав на недоліки, такі як велика вага та габарити теплових насосів. Це може призвести до проблем з транспортуванням їх на технічний поверх. Також відзначено, що початкова ціна цих систем вища, ніж інший варіант системи теплових насосів. Конкретно, для системи гарячого водопостачання ціна складає 1 330 240 грн, а для системи опалення — 3 504 280 грн. Термін окупності становить 1,5 роки для системи гарячого водопостачання і 10 років для системи опалення відповідно.

Під час аналізу системи, яка була змодельована в програмному забезпеченні GeoTsol, визначено, що теплові насоси, які були обрані, менше за розмірами і можуть бути легше встановлені на технічний поверх. Початкові інвестиції для системи гарячого водопостачання склали 1 002 600 грн, а для системи опалення — 2 831 000 грн. Загальний строк окупності становить 6,1 роки відповідно.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5–67:2013. –// Мін. Буд. України, 2014. – 240 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1:2010. Будівельна кліматологія. // Офіційне. – [Чинний від 2010-06-01]. – Хмельницький, 2010. – С. 123.
3. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - Хмельницький, 2000.
4. Постанова НКРЕКП №1219 «Про затвердження змін до правил роздрібного ринку електричної енергії» від 26.06.2020
5. ДСТУ Б А.2.2- 12:2015 «Енергетична ефективність будівель»
6. Правила улаштування електроустановок, - Хмельницький, 2018
7. ДСТУ 3063-95 «Насоси. Класифікація. Терміни та визначення».
8. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».
9. Керівництво по підбору насосів [Електронний ресурс] – 2018 - Режим доступу до ресурсу: dab.com.ua/pdf/manual-dab-pumps.pdf
10. База даних насосів ЦНС «УКРНАСОССЕРВИС» [Електронний ресурс] – 2018 - Режим доступу до ресурсу: ukrnasos.com.ua/uk/nasos
11. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Хмельницький : НТУУ «КПІ», 2016.
12. Шевчук Н.А., Зайченко С.В., Кривда О.В. Впровадження та реалізація стартап проекту геомехатронного комплексу // [Сучасні проблеми економіки і підприємництва \[Текст\]: Збірник наукових праць. – Вип. 21. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2019 С.94-101](#)(Міжнародна індексація: [Index Copernicus](#), [Google Scholar](#), [SIS](#)).
13. Стартап-проект. Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту» / Н. А. Шевчук, О. І. Андрусь ; КПІ ім.

Ігоря Сікорського. – Хмельницький : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 50 с.

[Електронний ресурс] : ela.kpi.ua/handle/123456789/27914

14. Шевчук Н.А. Економіка і організація виробництва: Рекомендації до виконання розрахункової роботи:[Електронний ресурс]: навч. посібник для студ. спеціальностей: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізацій: «Інжиніринг електротехнічних комплексів», «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв»/ Н.А. Шевчук, С.О. Тульчинська/КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Хмельницький: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.–60 с.

15. Програма підбору теплових насосів MyCond [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: mctn.aclima.ua

16. Тепловые насосы. Использование в жилых домах отопления, горячего водоснабжения, кондиционирования и вентиляции - Б. М. Губов. – Тверь, 2013р

17. ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення»

18. Теплові насоси (геотермальні системи) принцип роботи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: ecosvit.net/ua/teplovij-nasos-vidi-ta-zastosuvannya

19. ДСТУ Б В.2.5-44:2010. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ