

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра енергозберігаючих технологій та енергетичного менеджменту

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Виконав:

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

_____ **Віктор ВИТУШИНСЬКИЙ**

Керівник: канд. екон. наук, доцент

_____ **Андрій ПЕЧЕНЮК**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2023 р.

Керівник проектної

групи

(гарант освітньої програми)

ми)

«Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка»

спеціальності 141 «Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка»

кандидат технічних наук, доцент _____ **Ігор ГАРАСИМЧУК**

м. Кам'янець-Подільський, 2023р.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1 Загальні відомості	9
1.2 Річне споживання енергоносіїв.....	11
1.2.1 Споживання електричної енергії.....	12
1.2.2 Споживання води	14
1.2.3 Споживання теплової енергії.....	16
Висновки до розділу	18
РОЗДІЛ 2 ІНЖИНІРИНГ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ	20
2.1.1 Аналіз сучасного стану.....	20
2.1.2 Аналіз поточного технічного стану.....	23
2.1.3 Шляхи підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій	32
2.2 Дослідження системи опалення.....	42
2.2.1 Обстеження поточного стану енергетичних систем об’єкту.....	42
2.2.2 Загальний опис системи теплопостачання	46
2.3 Дослідження системи вентиляції.....	48
2.3.1 Поточний стан системи	48
2.3.2 Шляхи підвищення ефективності системи вентиляції.....	48
2.4 Дослідження системи водопостачання та водовідведення	49
2.5 Дослідження системи електропостачання.....	49
2.5.1 Аналіз сучасного стану постачання електричної енергії.....	49
2.5.2 Аналіз поточного технічного стану системи електропостачання.....	53
2.5.3 Шляхи підвищення ефективності використання системи електропостачання для забезпечення електричною енергією	55
2.5.4 Пропозиції щодо модернізації системи електропостачання об’єкту при встановленні теплового насосу.....	61

Висновки до розділу	64
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ.....	67
3.1 Основні типи теплових насосів	68
3.2 Опис різних технологій що використовуються в теплових насосах	70
3.3 Використання ТН в Україні	72
3.4 Підбір ТН за допомогою інтернет-ресурсу з підбору теплових насосів MyCond74	74
3.5 Підбір ТН за допомогою програмного забезпечення GeoT-Sol	79
Висновок до розділу.....	86
РОЗДІЛ4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ	87
4.1 Поточний стан	87
4.2 Опис заходу з провадження СЕМ.....	87
РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ КОМ'ЮТЕРНИХ ПРОРАХУНІВ.....	89
5.1 Цілі та етапи реалізації стартап-проекту	89
5.2 Опис ідеї проекту	90
5.3 Аналіз конкурентного середовища	91
5.4 Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту	92
5.5 Ключові види діяльності	92
5.6 Фінансове Обґрунтування стартап-проекту	94
5.6.1 Прямі матеріальні витрати	94
5.6.2 Витрати на оплату праці.....	94
5.6.3 Інші прямі витрати	95
5.6.4 Загальновиробничі витрати.....	95
5.6.5 Умовно-змінні витрати	96
5.6.6 Умовно-постійні витрати	96
5.6.7 Собівартість ідеї стартап-проекту	97
5.7 Рівень рентабельності ідеї.....	97
5.8 Вартість виробництва інноваційної технології.....	98

5.9 Цільова група потенційних споживачів.....	99
5.10 Канал збуту	99
5.11 Бізнес-модель проекту.....	99
Висновки до розділу	100
ВИСНОВКИ 102	
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	104

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота на тему: «Обґрунтування модернізації системи енергопостачання житлової будівлі з використанням теплового насосу» складається з 106 сторінок, 38 рисунків, 54 таблиць, а також містить 18 джерел у списку використаної літератури.

Актуальність теми.

Сучасні системи теплопостачання, опалення, гарячого водопостачання працюють на традиційних видах палива (природний газ, мазут, вугілля), на частку яких припадає понад 80% виробництва енергії. Однак з безперервним і стрімким зростанням їх вартості, вона стає порівнянна з вартістю сучасного обладнання систем теплопостачання на основі відновлюваних джерел енергії - сонячних колекторів, теплових насосів, вітроенергетичних та геотермальних установок.

У зв'язку з існуючою ситуацією на Україні науково-технічні дослідження необхідно спрямувати на більш широке використання поновлюваних джерел енергії, незаперечною перевагою яких є зменшення залежності енергоспоживачів від централізованих енергомереж і енергетичних монополій.

Метою магістерської роботи є визначення доцільності використання теплового насосу в системі теплопостачання житлового будинку.

Завдання дослідження.

Для досягнення зазначеної мети були вирішені наступні завдання:

1. Аналіз та дослідження сучасних заходів з підвищення рівня енергоефективності житлової будівлі;
2. Енергетичне обстеження системи теплопостачання та електропостачання;
3. Розрахунок характеристик системи теплопостачання ;
4. підвищення рівня енергоефективності системи енергопостачання за рахунок термоізоляції та шляхом встановлення теплового насосу;

5. Розроблення стартап-проекту щодо 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; розрахунково-аналітичний метод; моделювання досліджуваних систем теплопостачання із застосуванням комп'ютерних програм; методів визначення основних економічних параметрів енергетичних об'єктів.

Наукова новизна магістерської роботи полягає в обґрунтуванні доцільності використання теплових насосів в системі теплопостачання багатоповерхового житлового будинку.

Отримані результати, запропоновані методи та підходи можуть бути використані для аналізу ефективності роботи теплового насосу в системі теплопостачання житлового будинку.

Апробація результатів Матеріали роботи апробовані на III Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Ефективне використання енергії: стан і перспективи» (09 листопада 2023 року) та на засіданні кафедри під час попереднього захисту дипломної роботи.

Програмне забезпечення. Для виконання моделювання магістерської дироботивикористовувалось програмне забезпечення: GEO-TSOL.

Ключові слова: СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, ОПАЛЕННЯ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи було проаналізувати доцільність модернізації системи енергопостачання з використанням теплового насосу для житлової будівлі на прикладі багатоповерхового будинку по вул. Тернопільській, 2.

Було зроблено аналіз витрат коштів на енергоресурси та були зроблені висновки, що мешканці будинку сплачують найбільше коштів за гаряче водопостачання – 44%, опалення - 30%, водопостачання – 18%, електроенергія – 8%.

Для зменшення витрат за гаряче водопостачання та на систему опалення необхідно виконати низку заходів щодо її модернізації.

Також були розглянуті всі діючі системи енергозабезпечення житлового будинку. Був проведений первинний аналіз сучасного стану огорожувальних конструкцій, системи опалення, вентиляційної системи, системи водопостачання та водовідведення. Крім того, було обрано енергозберігаючі заходи. У таблиці наведено відсоток економії енергії після впровадження заходів та період їх терміну окупності.

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 і з електричної точки зору, але для цього потрібно змінити технічні умови з постачальником електроенергії.

В ході роботи визначено можливості модернізації системи енергопостачання та змодельовано роботу цієї системи в програмному забезпеченні GeoTsol. Відмовлення від центрального теплопостачання та перехід на індивідуальне теплопостачання можливе.

Враховуючи тенденцію до зростання ціни на енергоносії, можна пе-

редбачити подальше збільшення їх витрат, але в випадку порівняння з поточною системою, можна однозначно сказати, що змінювати систему тепlopостачання на індивідуальну та з використанням ТН доцільно.

Був проведений огляд різних теплових насосів за типом їх роботи, та визначений тип теплового насосу, який підходить для встановлення в житловий будинок.

Для покриття теплового навантаження та навантаження на систему гарячого водопостачання було обрані та змодельовані 2 системи теплових насосів типу «повітря – вода».

В системі, яка обрана за допомогою інтернет-ресурсу MyCond були обрані теплові насоси MCU 066 YNE кількістю 6 шт. і з вмонтованими електричними тенами для покриття 100% навантажень, в програмному забезпеченні GeoTsol обрана система теплових насосів 9 x Clitech CAR-20XB для покриття опалення, 4 x Clitech CAR-24XB для покриття гарячого водопостачання.

Проведено аналіз систем для ТН, які були підібрані з допомогою MyCond та їх недоліком були дуже велика вага та габарити теплових насосів, може виникнути проблеми з транспортуванням їх на технічний поверх, також початкова ціна їх вища ніж інший варіант системи ТН, а саме 1 330 240 грн для системи ГВП та 3 504 280 грн початкові інвестиції для системи опалення, строк окупності 1,5 роки та 10 років відповідно.

Аналізуючи систему яка змодельована в програмному забезпеченні GeoTsol було вибрано ТН менші за габаритами, та які можуть більш легко бути встановлені на технічний поверх, початкові інвестиції склали 1 002 600 грн. для системи ГВП та 2 831 000 грн. початкові інвестиції для системи опалення, загальний строк окупності 6,1 роки відповідно.