

Заклад вищої освіти „Подільський державний університет”
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

«ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ»

Виконав:

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

РАРЕНКО Андрій Васильович

Керівник канд. техн. наук, доцент

ДУМАНСЬКИЙ Олександр Васильович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

« ____ » _____ 2023 р.

Допускається до захисту:

« ____ » _____ 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Енергетичний менеджмент» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
докт. с-г. наук, канд. техн. наук, доцент

Олег ТКАЧ

м. Кам'янець-Подільський, 2023

ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	10
1.1 Загальна характеристика використання енергетичних ресурсів системами енергозабезпечення.....	10
1.2 Аналіз концепції <i>energy hub</i> як шлях для підвищення енергоефективності систем енергозабезпечення.....	17
1.3 Аналіз нормативно-правового забезпечення щодо ефективності систем енергозабезпечення.....	23
Висновки до розділу 1	28
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І ПІДХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ.....	29
2.1 Аналіз методів та способів підвищення рівня енергоефективності в системах вентиляції та кондиціонування	29
2.1.1 Метод утилізація теплоти повітря.....	29
2.1.2 Аналіз ефективності використання систем із змінною витратою повітря.....	34
2.1.3 Метод безперервного введення в експлуатацію системи вентиляції.....	37
2.2 Методика розрахунку і моделювання роботи систем вентиляції та кондиціонування, огляд програмного забезпечення	38
2.3 Моделювання роботи сонячних електростанцій: огляд програмного забезпечення	48
Висновки до розділу 2	50

3. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ З ВРАХУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА.....	3 51
3.1 Проектування системи вентиляції та кондиціонування.....	51
3.2 Аналіз експлуатаційних характеристик дахової СЕС	77
3.3 Інтегрована система енергозабезпечення	82
Висновки до розділу 3	84
4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	85
4.1 Опис ідеї проекту	85
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	86
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	87
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	89
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	90
Висновки до розділу 4	91
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94
ДОДАТКИ	96

ВСТУП

Актуальність теми. Зменшення споживання енергії для опалення, вентиляції та кондиціонування є важливим кроком у досягненні глобальних цілей декарбонізації, а також інших ключових стратегій у галузі збереження довкілля та сталого розвитку. Підвищення енергоефективності відіграє значну роль у зниженні попиту на енергію, що сприяє зменшенню негативного впливу на здоров'я, економіку та довкілля. Різноманітні заходи, такі як встановлення будівельних норм та стандартів для обладнання, часто є економічно вигідними і допомагають зменшити теплові витрати будівель та промислових процесів.

Проте зниження споживання енергії вирішує лише частково проблему, і цього недостатньо для зменшення викидів парникових газів та досягнення цілей сталого розвитку та доступу до енергії. Окрім підвищення ефективності, використання відновлюваних джерел енергії грає ключову роль у декарбонізації енергетики, зокрема у сфері опалення, вентиляції та кондиціонування.

Метою дослідження є впровадження інтегрованої системи енергозабезпечення, яка використовує вентиляційні системи та враховує технічні та експлуатаційні характеристики сонячних електростанцій (СЕС). Для досягнення цієї мети вирішувалися наступні **завдання**:

- Оцінка нормативно-правового середовища, що стосується впровадження інноваційних техніко-технологічних рішень у будівництві.
- Аналіз методів та інструментів моделювання систем вентиляції та кондиціонування для місцевого об'єкта.
- Дослідження генерації сонячної енергії з метою її синхронізації з режимом роботи систем вентиляції та кондиціонування.

Об'єкт дослідження: процес енергозабезпечення корпусу №22 з використанням сонячної електричної станції.

Предметом дослідження є методи та засоби моделювання системи вентиляції та кондиціонування з урахуванням технічних і експлуатаційних характеристик СЕС.

Наукова новизна отриманих висновків полягає у обґрунтуванні цілеспрямованості використання інтегрованої системи енергопостачання, що сприяє підвищенню рівня ефективності енергопостачання конкретного об'єкта.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості впровадження та експлуатації інтегрованої системи енергозабезпечення, яка сприяє підвищенню енергоефективності локального об'єкта та зменшенню викидів CO₂ за рахунок використання відновлюваних джерел енергії.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У рамках дипломної роботи було проведено аналіз ефективності систем енергозабезпечення, де виявлено, що значна частина енергії, використовувана для опалення, вентиляції та кондиціонування, продовжує вироблятися з викопного палива. Тому покращення енергоефективності є ключовою стратегією для зменшення впливу на здоров'я, економіку та навколишнє середовище. Окрім цього, використання відновлюваних джерел енергії відіграє важливу роль у декарбонізації енергії, використовуваної для опалення, вентиляції та кондиціонування. Впровадження інтегрованої системи енергозабезпечення є ефективним способом підвищення енергоефективності, зменшення викидів CO₂ та збільшення використання відновлюваної енергії.

У роботі було розглянуто технологічні та технічні аспекти організації систем забезпечення мікроклімату приміщень житлових та громадських будівель з метою скорочення споживання енергії. Був проведений порівняльний аналіз конструкцій теплообмінників. У третьому розділі розглянуто проектування систем вентиляції та кондиціонування з урахуванням річного енергоспоживання. Були представлені результати моделювання сонячної електростанції та порівняння отриманих даних з реальними значеннями генерації електричної енергії.

В результаті дослідження було встановлено, що генерація СЕС відбувається синхронно з режимом роботи систем вентиляції та кондиціонування, що призводить до зменшення експлуатаційних витрат та пікового навантаження корпусу. Були розроблені моделі та структури інтегрованої системи енергозабезпечення з використанням вентиляційних систем, що дозволяють підвищити надійність системи електропостачання локального об'єкта та підвищити ефективність її роботи.

Також було запропоновано стартап-проект програмного забезпечення для впровадження інтегрованої системи, яка на підставі постійного аналізу рівня вироблення та споживання енергії автоматично визначатиме оптимальне джерело генерації та подаватиме електроенергію в локальну мережу, забезпечуючи необхідну потужність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лисик, В., Присяжнюк, Ю. (2018). Правовий статус міжнародного агентства з відновлювальних джерел енергії. Вісник Львівського університету. Серія: Міжнародні відносини, (45), 219-224.
2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://saee.gov.ua/uk>.
3. Веремійчук Ю.А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолюк О.С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення споживачів. Київ, Видавничий дім «Кий», 2020. 186 с. ISBN987-617-7177-12-7.
4. Веремійчук Ю.А., Замулко А.І., Норець М.О. Формування підходів оцінювання впливу ВЕС і СЕС на побудову балансів потужності Об'єднаної енергетичної системи України 2018, 2020 рр. Авторське право на твір № 87743, 15.04.2019.
5. Веремійчук Ю.А., Притискач І.В., Ярмолюк О.С., Опришко В.П. Модель функціонування енергетичних хабів в умовах реформування енергетичної галузі. Авторське право на твір № 87126, 22.03.2019.
6. Концепція реалізації державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель у частині збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії: розпорядження Кабінету Міністрів України від 29 січня 2020 р. № 88-р.
7. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2013. 240 с.
8. Губина И.А., Горшков А.С. Энергосбережение в зданиях при утилизации тепла вытяжного воздуха. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 4 (31). С. 209 - 219.

9. Регулювання продуктивності вентиляційних установок за рахунок зміни частоти обертання електродвигуна Карпенко В.О. Дешко В.І., Крот І.О. Утилізація теплоти в системах вентиляції // Нова Тема. — 2009. — № 2. — С. 9—11.

10. Кордюков, М. І.; Дешко, В. І.; Суходуб, І. О. Особливості процесів тепло масообміну рекуперативного мембранного теплообмінника «повітря-повітря» в літній період. Холодильна техніка та технологія, 2014, 50.1.

11. Рекуперация тепла [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ecotown.com.ua/slovnuk/rekuperatsiya-tepla/>.

12. Ковальчук, А. М., Листопадська, Т. В. (2015). Ефективність використання вентиляційних установок рекуперативного типу. Ел. каталог, 7-14.

13. Самарин, О. Д. "Оценка температурной эффективности теплоутилизаторов с промежуточным теплоносителем по безразмерным параметрам." Известия высших учебных заведений. Строительство 2 (2009): 54-58.

14. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011. Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту. [Чинний від 2013-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2012. 74 с.

15. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.

16. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 430.

17. Бородавка, Є. В. Класифікація архітектурно-будівельних САПР. Управління розвитком складних систем, 2011, 7.

18. Бабіч О.Ю., Веремійчук Ю.А., Аналіз інструментів щодо виконання передпроектних робіт функціонування СЕС. VI Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку (PEMS'19), м. Київ; Дата проведення: 04-07 червня 2019; С. 51-53.

19. Степаненко В.А., Веремійчук Ю.А., Експериментальне дослідження ефективності генерації дахової СЕС корпусу №22. XII Науково-технічна конференція «Енергетика. Екологія. Людина»; 7-8 травня 2020; м. Київ; С. 144-150.

20. Степаненко В.А., Інтегрована система енергозабезпечення із застосуванням вентиляційних систем. III Науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ, 26-27 листопада 2020, м. Київ.

21. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2015. 145 с.

