

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

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

«ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНО-ЕЛЕКТРИЧНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК В ПРИРОДО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ»

Виконав:

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

АНТОНЮК Віктор Володимирович

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	10
1.1 Ефективність застосування сонячної енергії в Україні та в світі...	10
1.2 Сонячна енергія та методи розрахунку її надходження.....	15
1.3 Аналіз існуючих установок перетворення сонячної енергії для теплопостачання.....	20
1.4 Аналіз існуючих установок для отримання сонячної енергії для електропостачання.....	29
Висновки до розділу.....	36
2. <i>ОСНОВНА ЧАСТИНА</i>	37
2.1 Вибір основного обладнання для сонячної електростанції та схема її підключення.....	37
2.2. Оцінка ефективності сонячної електростанції.....	41
2.3. Вибір сонячного колектора та пристроїв, необхідних для його нормальної роботи.....	46
2.4. Оцінка ефективності сонячної установки для гарячого водопостачання.....	50
Висновки до розділу.....	56
3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	57
Висновки до розділу.....	59
4. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	60
4.1. Економічне обґрунтування доцільності фотоелектричних модулів	60
4.2. Економічне обґрунтування доцільності сонячних колекторів.....	63
Висновки до розділу.....	65
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	66
5.1. Охорона праці.....	66

5.1.1. Дія електричного струму на організм людини, види електротравм.....	66
5.1.2. Класифікація, реєстрація та технічне опосвідчення посудин, що працюють під тиском	70.
5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	72
5.2.1. Оцінка стійкості роботи об'єктів електротехнічної та світлотехнічної галузі, зокрема сонячно-електричних енергоустановок, до впливу вражаючих факторів ядерного вибуху.....	73
5.2.2. Захист персоналу об'єктів енергетики від впливу іонізуючих випромінювань.....	77
Висновки до розділу.....	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	81

ВСТУП

Забезпечення енергетичних потреб залишається однією з ключових проблем для всього світу. На сьогоднішній день основними джерелами енергії є нафта, газ і вугілля, але вони є обмеженими і шкідливими для клімату, що призводить до негативних наслідків для планети. Ця проблема стає все більш актуальною і привертає увагу вчених з усього світу. Саме тому в сучасному енергетичному ринку відновлювані джерела енергії займають значну нішу, ставлячи себе в альтернативу традиційним джерелам. Одним з найбільш перспективних і доступних напрямків розвитку відновлюваної енергетики є сонячна енергія.

Актуальність теми.

У початку XXI століття проблема виробництва енергії без шкоди навколишньому середовищу стала критично важливою для людства. Зростання населення, необхідність переходу від викопних палив, зростаючі витрати на традиційні джерела енергії та їх негативний вплив на екологію - усе це примусило світ звернути увагу на альтернативні джерела енергії. Використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітряна, морська та геотермальна енергія, має великий потенціал для подальшого розвитку цивілізації.

У сучасних умовах популяризації відновлюваних джерел енергії в усьому світі виникає питання їхнього використання в Україні. Для нашої країни найбільш популярним альтернативним джерелом енергії протягом багатьох років залишається сонячна енергія. Це зумовлено кількома факторами: простотою встановлення сонячних панелей, широким спектром сонячних технологій, меншими витратами порівняно з іншими видами відновлюваної енергії. Тому існує потреба в дослідженні ефективності використання сонячних установок на території України.

Мета і завдання дослідження. Мета магістерської роботи полягає в аналізі ефективності використання сонячних електростанцій для виробництва електричної енергії та сонячних колекторів для генерації тепла в умовах природно-кліматичних характеристик України.

Для досягнення визначеної мети у роботі розв'язувалися наступні завдання:

- Оцінка потенціалу сонячної енергії у різних регіонах світу та порівняння його з потенціалом в Україні.
- Дослідження методології розрахунку сонячної інсоляції на поверхню планети.
- Аналіз існуючого обладнання для перетворення сонячної енергії на тепло та електроенергію.
- Оцінка ефективності використання сонячної енергії для генерації електроенергії на прикладі випраних модулів.
- Оцінка ефективності використання сонячної енергії для виробництва тепла за допомогою сонячних колекторів.

Об'єктом дослідження є аналіз ефективності використання сонячних установок для виробництва електроенергії та тепла на території України.

Предметом дослідження є теоретичні основи та оцінка ефективності використання сонячних установок для виробництва тепла та електрики в природно-кліматичних умовах України.

Методи дослідження. Магістерська робота ґрунтується на теоретичних та методологічних засадах, викладених у працях провідних вітчизняних та зарубіжних учених, а також на загальносистемних принципах комплексних наукових досліджень. Серед спеціальних методів дослідження, які застосовані у роботі, варто виділити такі: абстрактно-логічний метод, який використовувався при аналізі літературних джерел та вивченні розвитку поставлених проблем; метод теоретичного узагальнення, застосований у процесі дослідження існуючих установок для перетворення сонячної енергії; методи спостереження, порівняльних переваг, економічного аналізу та економіко-статистичний аналіз, що використовувалися для оцінки можливого енергетичного та економічного ефекту від використання сонячних установок; а також метод пропорційних залежностей показників, який використовувався для вивчення та виявлення залежностей між досліджуваними показниками.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Системи сонячних установок для виробництва тепла і підігріву води є складними інженерними системами, чия ефективність залежить від різних факторів, включаючи рівень сонячної інсоляції в місцевості, де вони будуть встановлені.

2. Для теоретичних досліджень виробництва електричної енергії було обрано приватну сонячну електростанцію з потужністю 30 кВт, розташовану в Хмельницькій області, яка базується на монокристалічних сонячних модулях Risen RSM120-6-320 M та мережевому інверторі Solis 30K.

3. Найвищу ефективність роботи сонячної електростанції в Україні спостерігається з квітня по вересень. Прогнозований щорічний виробіток складає 21283,886 кВт·год електричної енергії. Вартість установки з монтажем складатиме 19502 долари з урахуванням зеленого тарифу на рівні 0,163 євроцентів. Термін окупності становитиме 5,09 років.

4. Для теоретичних досліджень виробництва теплової енергії було обрано геліоустановку, розташовану в Хмельницькій області, яка базується на вакуумному сонячному колекторі Atmosfera СВК-А 30 та теплоакumuлюючій ємності VakiLux АБ-350і.

5. Найвищу ефективність роботи теплової установки в Україні спостерігається з травня по серпень. Прогнозований щорічний виробіток складає 2166,440 кВт·год теплової енергії, що дозволить зменшити навантаження на гаряче водопостачання на 50,57294 % протягом року. Вартість установки з монтажем становить 1680 доларів, а термін окупності складає 21,5 року при річній економії в 78 доларів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сонячні перспективи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://uare.com.ua/novyny/575-sonyachni-perspektivi.html>.
2. GLOBAL SOLAR ATLAS GLOBAL WIND ATLAS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://globalsolaratlas.info/?c=50.064192,-34.101563,2&s=50.064192,-34.205729&m=sg:ghi>.
3. Solar resource maps of World [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/world>.
4. Kabir, E.; Kumar, P.; Adelodun, A.A.; Kim, K.H. Solar energy: Potential and future prospects. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 82, 894–900. [Google Scholar]
5. Нараєвський С.В. Порівняльний аналіз ефективності роботи сонячної енергетики у провідних країнах світу / С.В. Нараєвський // Економічний вісник НТУУ «КПІ» – 2015.– № 12. – С. 145–150.
6. Стеценко І.В. Дослідження ефективності впровадження альтернативних джерел електроенергії [Текст] / І.В. Стеценко, Ю.А. Зав'ялець // Управління розвитком складних систем. – 2016. – № 25. – С. 172-177.
7. Методичні вказівки «Довідкові дані з клімату України» для виконання практичних, розрахунково-графічних, курсових робіт, дипломних проєктів і магістерських робіт студентами всіх природничих напрямків підготовки та спеціальностей НУВГП денної та заочної форм навчання / О. І. Галік, Т. О. Басюк. – Рівне: НУВГП, 2014. – 158 с.
8. Жолонко М. М. Практична енергоекологія. Частина 1 : альтернативні джерела енергії / М. М. Жолонко. – Черкаси : Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2008. – 84 с.
9. Теплоносії для систем опалення та геліосистем [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://xn--e1amaldqba1cbe.xn--j1amh/magazin-2/folder/teplonositeli-antifrizy>.

10. Типи сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.atmosfera.ua/uk/geliosistemi/tipi-sonyachnix-kolektoriv/>.

11. Сонячний колектор [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонячна_енергія.

12. Супряга О. Сонячний концентратор [Електронний ресурс] / Олександра Супряга. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://alternative-energy.com.ua/vocabulary/сонячний-концентратор/>.

13. Сонячний концентратор: що це таке і як він працює? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://remontu.com.ua/sonyachnij-koncentrator-shho-ce-take-i-yak-vin-pracyuye>.

14. Дєдова О. В. Теплові акумулятори для систем опалення та гарячого водопостачання у будинках котеджного типу.

15. Гальчак В., Коробка С. Дослідження параметрів та режимів роботи повітряно-гравійного акумулятора в конвективній геліосушарці.

16. БАКИ ДЛЯ АКУМУЛЮВАННЯ ГАРЯЧОЇ ВОДИ СЕРІЇ: ЕАВ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://teplozahid.com/storage/web/source/product/1/20190213_173708_2429.pdf.

17. Ефективність акумуляючої ємності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://teplosfera.com.ua/statti-akumulyuyuchi-yemnosti/stattya-akumulyuyuchi-2/>.

18. Брич В.Я. ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СФЕРІ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА / Брич В.Я., Гевко Б.Р. // ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЗАЦІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. – С. 152–157.

19. ПЛЮСИ ТА МІНУСИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://ekotechnik.ua/ukr/umnoe-solnce/stati/plysu-i-minysu-solnechnuh-stantsiy/>.

20. Типи сонячних батарей [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://tehnovator.com.ua/ua/energy-ua/sun-battery-ua/types-sun-battery-ua.html>.

21. Полікристалічні і монокристалічні сонячні панелі — яка між ними різниця [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://podvirya.com.ua/opalennya/polikristalichni-i-monokristalichni-sonyachni-paneli-yaka-mizh-nimi-riznitsya/>.

22. Сонячна панель монокристал Risen RSM120-6-330 M [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://solarsystem.com.ua/products/sonyachna-panel-monokrystal-risen-rsm120-6-320m/>.

23. Сонячна панель полікристал Risen RSM60-6-280P, 280W, 5 ВВ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://solarsystem.com.ua/products/sonyachna-fotopanel-risen-rsm60-6-275p-275w-5-bb-poly/>.

24. Сонячна панель монокристал AMERISOLAR AS-6M30 310W 5ВВ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://solarsystem.com.ua/products/sonyachna-panel-monokrystal-amerisolar-as-6m30-310w-5bb/>.

25. Сонячна панель монокристал LONGI SOLAR LR6-60PE – 300W 5ВВ mono PERC [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://solarsystem.com.ua/products/sonyachna-fotopanel-longi-solar-lr6-60pe-295w-5bb-mono/>.

26. Мережевий інвертор Solis 30K [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://solarsystem.com.ua/products/merezhevyj-invertor-solis-30k/>.

27. Ресурсозберігаючі та екологічні технології [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до самостійної роботи студентів усіх спеціальностей першого (бакалаврського) рівня / уклад. О. Ф. Протасенко, А. А. Івашура. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 42 с.

28. Одиниці потужності та співвідношення між різними одиницями вимірювання кількості теплоти та потужності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

https://uhbdp.org/images/uhbdp/pdf/library_sabo/odynyci_kilkosti_teploty_ta_potuzhnosti.pdf.

29. Сонячний колектор Atmosfera СВК-А 30 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://teploformat.ua/ua/sonyachni-kolektori/sonyachnij-kolektor-atmosfera-svk-a-30>.

30. BakiLux АБ-350і аккумулярующий бак [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://voltar.com.ua/shop/bakilux-ab-350-akkumuliruiushchii-bak-c-izoliatsiei.html>.

31. PCSOL201 Контролер для сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.salus-controls.eu/obladnannja/pcsol201-kontroljer-dlja-sonjacznih-koljektoriw>.

32. Економічна вигода сонячної електростанції [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://sun-energy.com.ua/index.php?route=module/iblog/post&post_id=23.

33. ОХОРОНА ПРАЦІ ЯК СУСПІЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ЧИННИК І ГАЛУЗЬ НАУКИ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://buklib.net/books/26787/>.

