

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему

**Обґрунтування напрямків розбудови енергосистеми
Одеської області на основі вивчення потенціалу
місцевих відновлюваних енергоресурсів**
(назва кваліфікаційної роботи згідно з наказом ЗВО)

Здобувача (ки) Голубенко А.І.
(прізвище, ініціали)

2 курсу ЕЕ-444 групи

Керівник доцент Бошков Л.З.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти _____
(посада, прізвище та ініціали)

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту
Рішення кафедри від 09 червня 2023 р., протокол № 11.

Завідувач кафедри ЕТ та ПЕ _____ Юрій СЕМЕНЮК
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ нафти, газу та екології
Кафедра _____ екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології
Ступінь вищої освіти _____ бакалавр
Спеціальність _____ 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма _____ «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри Ю.В. Семенюк

«28» лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА (ЗДОБУВАЧКИ)

Голубенко Антон Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування напрямків розбудови енергосистеми Одеської області на основі вивчення потенціалу місцевих відновлюваних енергоресурсів

затверджена наказом ОНТУ від 31.03.2023 року № 119-03

2. Термін здачі здобувачем (здобувачкою) закінченої роботи 08.06.2023 року

3. Вихідні дані роботи Витрати електроенергії на ділянці: 17369 кВт.год/рік, вітроустановка АВЭУ6-4М та ВТН8-8, потужність ТНУ: 3 кВт, сонячні елементи MSW-100(12)

4. Перелік питань, які потрібно розробити 1. Стан альтернативної енергетики на Одещині та в Україні. Аналіз потужності електроенергії, що виробляється за рахунок нетрадиційних джерел енергії. 2. Дослідження результатів розробки вітроустановки для гарячого водопостачання сезонного споживача. 3. Теплонасосні установки з автономним електропостачанням. 4. Дослідження системи електрообігріву теплиці з використанням сонячної енергії в ТОВ агрофірми «Мрія» Біляївського району. 5. Економічне обґрунтування проекту системи електрообігріву теплиці з використанням сонячної енергії

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

5.1. Науково-технічна презентація MS Power Point з 27 слайдів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Бошков Л.З., доцент		

7. Дата видачі завдання 28.02.2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Стан альтернативної енергетики на Одещині та в Україні. Аналіз потужності електроенергії, що виробляється за рахунок нетрадиційних джерел енергії.	30.03.2023 р.	
2	Дослідження результатів розробки вітроустановки для гарячого водопостачання сезонного споживача.	30.04.2023 р.	
3	Теплонасосні установки з автономним електропостачанням.	15.05.2023р.	
4	Дослідження системи електрообігріву теплиці з використанням сонячної енергії в ТОВ агрофірми «Мрія» Біляївського району.	22.05.2023 р.	
5	Економічне обґрунтування проекту системи електрообігріву теплиці з використанням сонячної енергії	22.05.2023 р.	
6	Підготування пояснювальної записки відповідно вимогам НК.	29.05.2023 р.	
7	Розробка наукової презентації MS Power Point	05.06.2023 р.	

Здобувач

_____ **Голубенко А.І.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ **Бошков Л.З.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник

_____ **Голубенко А.І.** _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота бакалавра: «Обґрунтування напрямків розбудови енергосистеми Одеської області на основі вивчення потенціалу місцевих відновлюваних енергоресурсів»

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена визначенню ефективності впровадження відновлювальних джерел енергії в Одеському регіоні та їх впливу на енергетичну систему. Проведений аналіз потужності електроенергії, що виробляється за рахунок нетрадиційних джерел енергії. Отримані загальні відомості щодо зеленої енергетики Одещини. Визначені існуючі проекти використання в Одесі та в Одеській області відновлювальних джерел енергії. Здійснено дослідження ефективності використання відновлювальних джерел для різних промислових застосувань, зокрема – вітроенергетики, сонячної енергії, теплових насосів, ґрунтуючись на існуючій номенклатурі комплектуючих для відповідних установок. Представлено дослідження результатів розробки вітроустановки для гарячого водопостачання сезонного споживача. Розглянута ефективність поєднання ТНУ з відновлюваними джерелами енергії. Проведено дослідження системи електрообігріву теплиці з використанням сонячної енергії в ТОВ агрофірми «Мрія» Біляївського району. Доведена економічна ефективність використання відновлювальних джерел енергії.

Обсяг пояснювальної записки: 99 сторінок, 24 рисунка, 15 таблиць, 15 джерел інформації.

Ключові слова: сонячна енергетика, енергія вітру, теплонасосні установки, автономне електропостачання, потужність, економія енергоресурсів, економічна ефективність.

Abstract

Bachelor thesis: «Justification of the Odessa region energy system extension on the basis of the potential of local renewable energy resources study»

The master thesis is devoted to determine the efficiency of the implementation of renewable energy sources in the Odessa region and their impact on the energy system. An analysis of the power of electricity produced by non-traditional energy sources has been carried out. Received general information on green energy in Odessa. Existing projects for the use of renewable energy sources in Odessa and the Odessa region have been identified. The study of the effectiveness of the use of renewable sources for various industrial applications, in particular - wind energy, solar energy, heat pumps, was carried out, based on the existing nomenclature of components for the relevant installations. The study of the results of the development of a wind turbine for hot water supply to a seasonal consumer is presented. The effectiveness of combining TNU with renewable energy sources is considered. A study of the electric heating system of the greenhouse using solar energy was carried out at the "Mriya" agricultural firm LLC of the Bilyaiv district. Proven economic efficiency of using renewable energy sources.

The volume of the explanatory note: 99 pages, 24 figures, 15 tables, 15 literature sources.

Keywords: solar energy, wind energy, heat pump installations, autonomous power supply, power, saving energy resources, economic efficiency

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Відновлювані джерела енергії Одеського регіону	7
1.1 Стан альтернативної енергетики на Одещині та в Україні	7
1.2 Аналіз потужності електроенергії, що виробляється за рахунок нетрадиційних джерел енергії	10
1.2.1 Загальні відомості щодо зеленої енергетики Одещини	10
1.2.2 Потужність "зелених" сонячних електростанцій та розташування	11
1.2.3 Електростанції на біогазі та біомасі	14
1.2.4 Вітрові електростанції на Одещині	17
1.3 Як зробити Одеську область енергонезалежною	21
1.4 Енергетична безпека Одещини	23
1.5 Проекти використання в Одесі сонячних батарей для нагрівання води та енергії стічних вод для опалення	25
2 Приклади вирішення кризового стану екологічних систем	27
3 Дослідження результатів розробки вітроустановки для гарячого водопостачання сезонного споживача	32
3.1 Загальні відомості щодо використання енергії вітру	32
3.2 Основи теорії використання енергії вітру	34
3.3 Коефіцієнт використання енергії вітру	36
3.4 Класифікація вітроустановок	38
3.5 Конструкції вітроустановок	40
3.6 Режим роботи та потужність вітроелектричної установки	42
3.7 Методика вибору вітроенергетичних установок для енергопостачання сільськогосподарських споживачів	44
3.8 Розрахунок вітроустановки для гарячого водопостачання	47

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1		
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата			
Розробив	Голубенко				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Бошков				4	99	
Затв.	Семенюк				ОНТУ група ЕЕ-444		
Розрахунково– пояснювальна записка							

3.9 Висновки щодо використання вітроустановки	57
4 Теплонасосні установки з автономним електропостачанням	58
4.1 Поєднання ТНУ з відновлюваними джерелами енергії – ефективний шлях економії енергоресурсів, що не відновлюються	58
4.2 Структурна схема ТНУ	58
4.3 Розрахунок сумарного електричного навантаження ТНУ	62
4.4 Фотоперетворювач. Параметри фотоелектричних сонячних модулів	63
4.5 Термоперетворювач. Термоперетворювач з напівпровідниковими термоелементами та його розрахунок	66
4.6 Приклад застосування ТНУ з автономним електропостачанням	67
4.7 Мета та завдання дослідження ТНУ з автономним електропостачанням	68
4.8 Способи вилучення низькопотенційного джерела тепла верхніх шарів ґрунту та ґрунтових вод	69
4.9 Розрахунок фотоперетворювача на задане електричне навантаження	70
4.10 Розташування сонячних елементів у ТНУ	72
4.11 Алгоритм розрахунку ТНУ з автономним електропостачанням	74
Висновки до розділу 4	82
5 Дослідження системи електрообігріву теплиці з використанням сонячної енергії в ТОВ агрофірми «Мрія» Біляївського району	83
5.1 Шляхи вирішення модернізації системи електрифікації теплиць	83
5.2 Розрахунок теплового балансу геліоустановки теплиць	84
6 Економічне обґрунтування проекту системи електрообігріву теплиці з використанням сонячної енергії	86
Висновки	95
Список використаних джерел	96
ДОДАТОК. ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ (ПРЕЗЕНТАЦІЯ)	99

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Енергозбереження – основа функціонування та розвитку сучасного виробництва. Найближчим часом основними джерелами енергії будуть енергія сонця, низькопотенційна енергія надр землі, у тому числі ґрунтових вод, а також природний газ та відходи деяких виробництв. Під енергетичними ресурсами розуміють матеріальні об'єкти, частина енергії яких може бути використана людиною для отримання потрібних їй енергетичних ефектів (механічної, електричної та теплової енергії). Енергетичні ресурси можна розділити на два види: відновлювані, які природа безперервно відновлює (енергія річок, морів, сонця, вітру та геотермальних вод) та невідновлювані, раніше накопичені в природі (органічне паливо, ядерне паливо).

Метою проекту є визначення ефективності впровадження відновлювальних джерел енергії в Одеському регіоні та їх вплив на енергетичну систему.

Для досягнення даної мети були виконані наступні завдання:

- провести аналіз потужності електроенергії, що виробляється за рахунок нетрадиційних джерел енергії;
- отримати загальні відомості щодо зеленої енергетики Одещини;
- ознайомитись з існуючими проектами використання в Одесі та в Одеській області відновлювальних джерел енергії;
- здійснити дослідження ефективності використання відновлювальних джерел для різних промислових застосувань, зокрема – вітроенергетики, сонячної енергії, теплових насосів, ґрунтуючись на існуючій номенклатурі комплектуючих для відповідних установок.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ

1.1 Стан альтернативної енергетики на Одещині та в Україні

Сумарно станом на 1 січня "альтернативна" 2022 р енергетика дає близько 260 мегават загальної потужності. Найближчим часом до них повинні додатися перші 32 мегавати "вітряної" електростанції у Овідіюполя, потім - ще більше 100 мегават сумарної потужності сонячних і вітрових електростанцій, що будуються. Однак, слід враховувати, що на повну потужність сонячні електростанції на Одещині працюють не більше 20% часу, решта часу їх потужність знижується або взагалі падає до нуля залежно від часу доби та стану погоди. Аналогічні показники вітрових електростанцій вищі - до 40%, хоча вони також залежать від погоди та пори року.

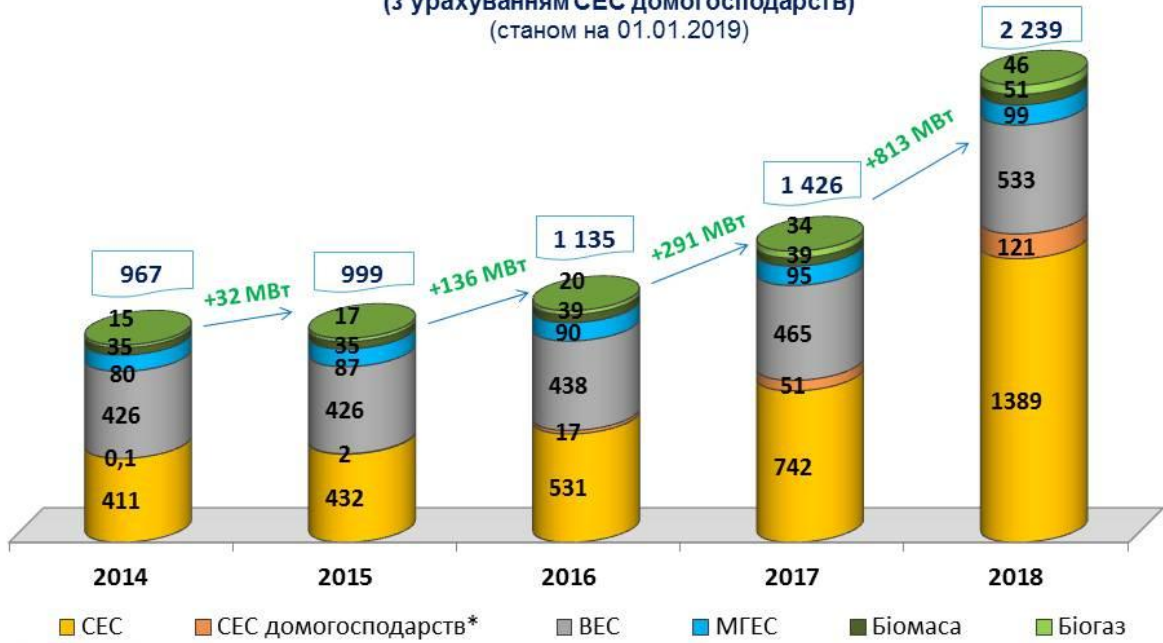
Найбільших темпів будівництва промислових сонячних та вітрових електростанцій на цьому етапі вже досягнуто і в найближчі кілька років не зростатиме. Справа в тому, що Національна комісія з державного регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг з 2020 року змінить ставку "зеленого тарифу" та перейде на закупівлю електроенергії у генеруючих компаній на основі аукціонів. Це суттєво знизить ціни на електроенергію з альтернативних та відновлюваних джерел і зробить її генерацію не настільки прибутковою, якою вона є зараз.

Всього ж в Україні за 2018 рік введено в експлуатацію 813 мегават нових генеруючих потужностей (у 2017 р. - близько 300 мегават). З них 646 мегават - це промислові сонячні електростанції, 70 мегават - домашні сонячні станції, 68 мегават вітрових станцій, 25 мегават електростанцій на біомасі та біогазі, 4 мегавати на малих гідроелектростанціях. Одеська область не займає тут лідируючих позицій, проте має великий потенціал за потужністю сонячних та вітрових електростанцій, що будуються або запроектовані. За приватними домашніми сонячними електростанціями лідирують Київська (602 станції на 30.06.2018), Дніпропетровська (541) та Тернопільська (365) області.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Встановлена потужність об'єктів відновлюваної електроенергетики, що працюють за «зеленим» тарифом, МВт (з урахуванням СЕС домогосподарств) (станом на 01.01.2019)



З початку 2015 р. введено **1271 МВт** та залучено близько **1,2 млрд €** інвестицій

Рисунок 1.1. Потужність об'єктів відновлювальної енергетики

Станом на кінець 2018 року в масштабах усієї України альтернативна енергетика давала 2,24 гігавата потужності генерації, що приблизно дорівнює одній потужній тепловій електростанції або трохи більше потужності Хмельницької атомної електростанції. Для порівняння – наприкінці 2017 року альтернативна енергетика давала 1,5 гігавата. Відповідно до стратегії розвитку енергетики України, до 2025 року з альтернативних та відновлюваних джерел планується отримувати 11% усієї електрики, а до 2035 року - до 35%. Нині цей показник – близько 7-8%.

Одеська область зосередила трохи більше 10% усієї альтернативної енергетики України та збільшуватиме цей показник – за рахунок найбільш сприятливих умов для будівництва сонячних та вітрових електростанцій.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

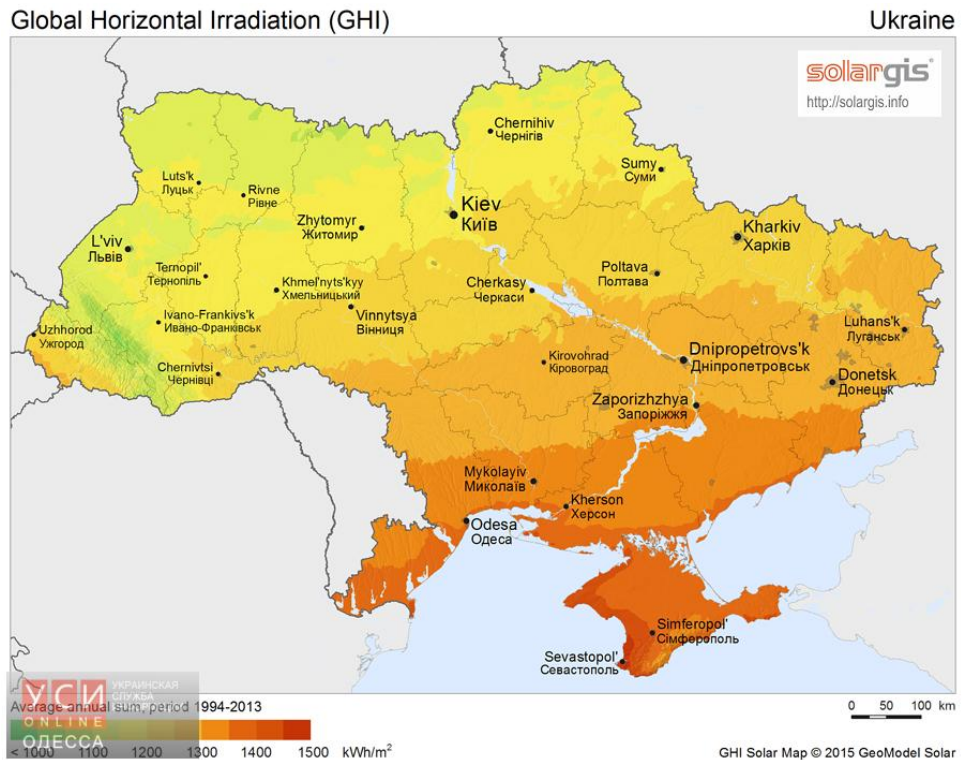


Рисунок 1.2. Стан сонячного опромінювання регіонів України. джерело: Програма Стабільного енергетичного розвитку до 2030 року [1].

Як повідомляє кореспондент Української служби інформації, згідно з Енергетичною стратегією Одеси до 2030 року (частина програми Соціально-економічного розвитку, прийнятої на сесії міськради), пропонується використовувати альтернативні джерела електроенергії.

Зазначено, що пріоритетними завданнями щодо скорочення енергоспоживання мають стати підвищення ефективності використання енергоресурсів та утеплення будівель.

1.2 Аналіз потужності електроенергії, що виробляється за рахунок нетрадиційних джерел енергії

1.2.1 Загальні відомості щодо зеленої енергетики Одесщини

Загальна потужність "зелених" сонячних і вітрових електростанцій в Одеській області зараз становить понад 250 мегават, і вона тільки зростатиме

					КРБ.ЕТмаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

за рахунок нових станцій, що будуються. Загалом наш регіон виробляє понад 10% "альтернативної" електроенергії України.



Рисунок 1.3. Електромережі Одеської області [2]

Більшу частину споживаної електрики Одеса та Одеська область отримують з Південноукраїнської атомної електростанції та від Молдавської ДРЕС, розташованої на території невизнаного Придністров'я. Одеська область має лише одну традиційну електростанцію. Одеську ТЕЦ. Її початкова проектна потужність 68 мегават, а фактична зараз всього 32 мегават. Одеська ТЕЦ виробляє електрику лише в період опалювального сезону, а її мізерна потужність порівняно з потребами і міста, і всього регіону.



Рисунок 1.4. Вигляд приміщення ТЕЦ

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Починаючи з 2012 року, на півдні Одеської області побудували кілька досить великих сонячних електростанцій загальною потужністю понад 250 мегават.

Список об'єктів альтернативної енергетики Одеської області, які виробляють електрику за "зеленим" тарифом станом на 1 січня 2019 року, за офіційними даними Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. Всього в регіоні працює 23 енергогенеруючі компанії різної потужності - від 30 кіловат до 55 мегават. Ми даємо список таких електростанцій за типами потужністю понад 1 мегават без розбивки їх на окремі юридичні особи та власників.

1.2.2 Потужність "зелених" сонячних електростанцій та розташування

1. Теплодар, 8,83 МВт, з 2017 р.
2. Теплодар, 4,21 МВт, з 2013 р. Сергіївка, (Білгород-Дністровський р-н), 4 МВт, з 2018 р.
3. Болград (с. Залізничне), 34 МВт, з 2013 р.
4. Арциз (с. Павлівка), 42,1 МВт, з 2012 р.
5. Рені, 43,4 МВт, з 2012 р.
6. Кілія, 55 МВт, з 2013 р. Ізмаїл (с. Суворове), 3,2 МВт, з 2017 р.
7. Кулевча (Саратський р-н), 9,4 МВт, з 2017 р.
8. Саф'яни (Ізмаїльський р-н), 1,3 МВт, з 2016 р. Ярове (Тарутинський р-н), 5,3 МВт, з 2018 р.
9. Старокозацьке (Білгород-Дністровський р-н), 43 МВт, з 2012 р.

Анонсовані місцевою владою три сонячні станції загальною потужністю 86 мегават в Окнянському, Іванівському та Арцизькому районах Одеської області досі не введені в експлуатацію. Тим часом у січні нинішнього року видано документацію на будівництво чотирьох електростанцій потужністю 48 мегават: двох під Ізмаїлом і двох у Татарбунарському районі, також готується будівництво сонячних станцій на

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

70 мегават у Роздільній, ще кількох потужністю по 8-11 мегават на півдні області. Водночас вже окреслилася технічна проблема створення нових сонячних електростанцій на Одещині – їх потужність у денний час, особливо у південних районах, стає надмірною для місцевих електромереж.



Рисунок 1.5. Сонячна електростанція "Дунайська" біля Арцизу

Також на Одещині вже 316 приватних домогосподарств експлуатують невеликі сонячні електростанції потужністю до 30 кіловат. Їхня загальна потужність досягає трохи більше 6 мегават. Такі електростанції насамперед забезпечують електрикою самих власників, віддаючи в енергосистему лише надмірну генерацію. Найбільше домашніх сонячних станцій у Лиманському, Овідіопольському та Біляївському районах. Серед міст перше місце утримує Одеса, де налічується 70 сонячних станцій, за нею йдуть Чорноморськ та Ізмаїл.

Одеська область виходить на новий виток розвитку сонячної енергетики.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.6. Вигляд сонячної панелі

В умовах подорожчання газу сонячна енергетика стає найефективнішою альтернативою. Раніше альтернативна енергетика розвивалася повільно через відносно низькі ціни на газ і електроенергію, але в нинішній ситуації вона може почати користуватися успіхом на півдні країни.

Найбільший мінус сонячної енергетики - висока ціна обладнання, але для приватного будинку вона окупиться протягом 4-5 років, забезпечивши опалення та гарячу воду. Афанасьєв зазначив, що санаторії та будинки відпочинку, які працюють у літній сезон, вже давно використовують сонячні батареї для підігріву води, що вдвічі ефективніше підігріву газом.

Нагадаємо, що пік розвитку сонячних електростанцій в Україні припав на 2013 рік, їхня потужність становила 600 мВт – приблизно 9% потужності однієї АЕС. На сьогоднішній день більша їхня частина знаходиться в Криму, але зараз почалося активне будівництво нових. Хоча сонячна енергетика вже конкурує із основними джерелами енергії, замінити їх у найближчі 10 років вона ще не зможе.

Одеська область посіла сьоме місце за кількістю будинків, які використовують сонячну енергію

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

В Одеській області встановлено 232,1 МВт загальної потужності відновлюваної електроенергетики, та до використання відновлюваних джерел долучаються і пересічні громадяни.

1.2.3 Електростанції на біогазі та біомасі

Біомаса — максимально традиційний відновлюваний енергоносіє у світі для виробництва енергії у вигляді тепла або електрики. На сьогодні використання біомаси як відновлюваного джерела енергії передбачає різні способи перетворення залежно від паливної сировини (деревна тріска, гранули, брикети, рослинні відходи).

Одесщина має величезний потенціал у вигляді такого альтернативного джерела енергії, як біомаса. Це продукти, відходи та залишки лісового та сільського господарств (пелети, тріска, тирса, лузга соняшника, солома та ін.), рибного господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також складова частина промислових або побутових відходів, здатна до біологічного розкладу.

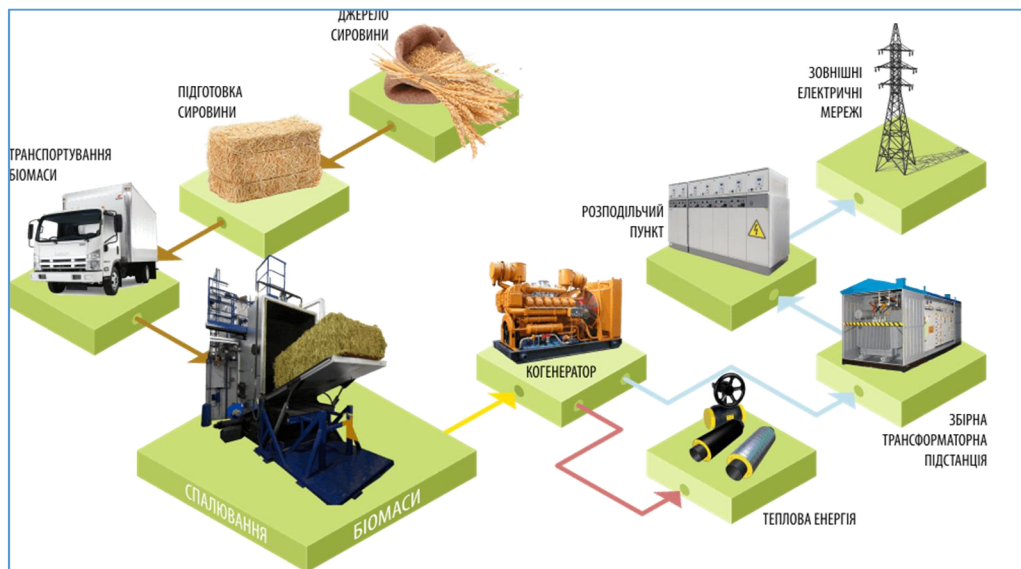


Рисунок 1.6. Використання біомаси як джерела енергії

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Електростанції, які працюють на біомасі, дають змогу скоротити викиди вуглекислого газу відповідно до вимог Паризької угоди по клімату від 2015 року.

Установки на біомасі в якості палива можуть використовувати різні види органіки: всілякі відходи та побічні продукти виробництва. Також можливі комбінації різних типів біомаси, природного газу і біомаси або вугілля і біомаси.

Європейські електростанції на біомасі часто спалюють соломку (побічний продукт сільського господарства) або деревину у вигляді тріски, пелет та інших деревних відходів. Також використовуються відходи кукурудзи, жом цукрової тростини або залишки олійної пальми.

Будова та експлуатація електростанції, яка працює на основі біомаси, аналогічні електростанції, що працює на вугіллі. Як свідчить практика, перетворення діючої вугільної електростанції на електростанцію на біомасі можливо, причому при відносно невеликих фінансових затратах.

Крім палива, відмінності між електростанціями, що працюють на біомасі та вугіллі, полягають в способах транспортування палива, системах оброблення золи та конструкції котла.

Більшість електростанцій, що працюють на біомасі, являють собою комбіновані теплоенергетичні установки, які виробляють тепло для централізованого тепlopостачання й електрику. Їх сумарна ефективність зазвичай набагато вища, ніж в установок, які виробляють тільки електрику.

Діючі електростанції на біогазі та біомасі Одесщини

Діюча електростанція на біомасі: Вікна, 1,2 МВт, з 2018 р.



Рисунок 1.7. Діюча електростанція на біомасі, Одесщина

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Біогазові електростанції.

Одеська біогазова установка. Потужність – 3000 КВт.

Тип станції: Біогазові електростанції

Розміщення: Одеська область, Овідіопольський р-н, Дальницькі Карери



Рисунок 1.8. Діюча електростанція на біогазі, Одесьщина

Біогазові електростанції є не лише джерелом «зеленого» палива, а й виконують важливу роль в процесі убезпечення сміттєзвалищ твердих побутових відходів. Завдяки роботі біогазових установок, на полігонах зменшується концентрація метану, а отже ризик займань стає мінімальним.

В якості палива використовуються винятково органічні відходи. Гниття сміття відбувається під впливом двох великих родин бактерій. Ацидогени виробляють первинне розкладання сміття на летючі карбонові кислоти. Метаногени переробляють їх в метан CH_4 і діоксид вуглецю CO_2 . В результаті звалищний газ складається з приблизно 50% метану CH_4 , 50% CO_2 , включаючи невеликі домішки H_2S і органічних речовин.

1.2.4 Вітрові електростанції на Одесщині

Одеська область має потенціал для будівництва вітрових електростанцій. Особливо актуально це для Татарбунарського та Білгород-Дністровського районів на березі моря. Плюс вітрових електростанцій у тому, що вони не займають сільськогосподарські землі. Мінусом вітряних електростанцій є їхня низька ефективність у спокійну погоду. А ось сонячні електростанції займають величезні площі землі. Але вони дозволяють

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

виробляти електрику вдень будь-якої пори року. У похмуру погоду вони втрачають до 40-50% потужності.

Вітрові електростанції на Одещині в експлуатацію на даний момент не введені, хоча три такі станції майже готові. Дві з них будуються у Лиманському районі неподалік порту і Південний. Американська компанія "Ukraine Power Resources" зводить електростанцію на 120 мегават між селами Візирка та Любополь, литовська "Південний Енерджі" будує вітряки на 70 мегават - неподалік, між Візиркою та Новими Беярами. Третю електростанцію будує в Овідіопольському районі, між самим Овідіополем та курортною Грибівкою турецька компанія "Guris Holding Co. Inc.". Це дочірня компанія великого турецького холдингу, який уже ввів в експлуатацію в Туреччині вітряні електростанції загальною потужністю понад один гігават (більше тисячі вітрогенераторів). Перша черга електростанції "Овід Вінд" потужністю 32,4 мегавата технічно вже готова і буде введена в експлуатацію у березні 2019 року. На ній стоять дев'ять вітрогенераторів "General Electric" потужністю по 3,6 мегавата кожен. Висота кожного вітрогенератора 131 метр, розмах лопатей – 137 метрів.



Рисунок 1.9. Вітрова електростанція на Одещині "Овід Вінд"

Будівництво вітрової електростанції «Овід Вінд» потужністю 32,4 МВт розпочали у 2010 році німецькі інвестори, але у 2016-му вони продали проєкт турецькій компанії «Гюріш Іншаат» («Guris Holding Co.Inc»). І вже через три

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

роки турки пустили екологічно чистий струм одеського виробництва в єдину енергосистему України.

Висота вежі для вітрового генератора становить 131 метр, а з лопаттю – 198 метрів. Важить така «махіна» 550 тонн, вагою однієї лопасті довжиною 67 метрів – 17 тонн.



Рисунок 1.10. Вітрогенератор

Спочатку тут мало бути десять вітрових турбін потужністю три мегавати кожна. Але у 2017 році з'явилося обладнання нового покоління від німецької компанії General Electric, тому ми встановили дев'ять вітряків по 3,6 мегавата. На сьогодні це найпотужніші вітрогенератори, які використовують на території України», – розповідає генеральний директор «Гюріш Іншаат» Ілхан Йилмаз.

Під час будівництва вітропарку на проекті працювало три сотні місцевих жителів і це не враховуючи працівників підрядних організацій. Зараз працює 20 осіб, з яких тільки четверо – громадяни Туреччини.

Всього проект обійшовся новим власникам у 55 мільйонів євро, який планують окупити за 9-10 років. Ще 80 мільйонів гривень компанія витратила на реконструкцію електромереж і заміну обладнання підстанції «Овідіополь», якою опікується «Одесаобленерго». Також турки поремонтували дорогу від села Дальник до райцентру та провели реконструкцію транспортної бази місцевому сільгоспідприємству.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.11. Вітрова електростанція Одещини [2]

Для будівельно-інженерного холдингу «Гюриш» проєкт «Овід Вінд» на Одещині – друга спроба запустити ВЕС в нашій державі. Раніше вони хотіли збудувати найпотужнішу вітрову електростанцію України у західному Криму й у 2012 році розпочали розробку проєкту. Та, коли Росія анексувала Крим, то інвестори покинули півострів. У розмові не приховують жалю, що довелося покинути територію з ідеальними вітрами.

Та кліматичні умови Одеської області, хоч і поступаються кримським за характеристиками, все ж дуже перспективні для вітроенергетики. Найбільша генерація електроенергії припадає на зимовий період, коли вітровий період найбільш інтенсивний. У виборі території для зведення ВЕС ключову роль відіграють вітрові характеристики місцевості. Тривалий час проводяться наукові дослідження інтенсивності вітру, температурного режиму, вологості, чи не пролягають через місцевість міграційні шляхи птахів. А от цільове призначення земельної ділянки значення не має, адже ця галузь енергетики є повністю екологічною. Також для будівництва ВЕС, на відміну від сонячних електростанцій, не потрібно великих площ, адже відводиться лише кілька десятків квадратних метрів для платформи, на якій встановлюють вітрогенератор.

У Білгород-Дністровському районі Одеської області другу чергу Дністровської вітрової електростанції (ВЕС) потужністю 60,05 МВт планують побудувати в першому кварталі 2022 року. Будівництвом займатиметься Elementum Energy, яка є дочірньою компанією VR Capital, передає ExPro Consulting. Відповідне повідомлення про планову діяльність

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1

Арк.

21

опублікували 24 травня у Реєстрі з оцінки впливу на довкілля. На ВЕС встановлять 11 вітрогенераторів General Electric потужністю по 5,3-5,5 МВт. За другою технічною альтернативою, можуть встановити від 15 до 24 вітрових турбін, залежно від їхньої потужності та виробника. "Попередньо проект розглядав п'ять типів віротурбін: GE 134-3.6 MW (потужністю - 3,6 МВт), GE 137-3.83 MW (потужністю - 3,83 МВт), Nordex N131-3.9 MW (потужністю – 3 9 МВт), Vestas V136-4.0 MW (потужністю – 4,0 МВт) та Envision EN 110 2.5 MW (потужністю – 2,5 МВт)", – йдеться у повідомленні про планову діяльність. Другу чергу вітропарку розраховують ввести в експлуатацію протягом перших чотирьох місяців 2022 року: "Ми раді зустріти перший вітровий парк у портфелі активів відновлюваної енергетики Elementum Energy в Україні та з нетерпінням чекаємо на реалізацію другої черги проекту потужністю 60 МВт. Завдяки професіоналізму наших співробітників і партнерів у розпал пандемії нам вдалося все зробити вчасно і в рамках бюджету", - прокоментував Річард Дейтц, голова наради директорів компанії. Нагадаємо, що виробник з ВДЕ Elementum Energy 6 травня повідомив про введення в експлуатацію першої черги Дністровської вітроелектростанції 40 МВт, в яку інвестували 59 млн. євро. ЕкоПолітика опублікувала фото із презентації відкриття вітропарку. У березні до мережі підключать перший вітропарк на Одещині на 32,4 МВт

1.3 Як зробити Одеську область енергонезалежною

Одеська область не має великих електростанцій, а її енергостистема дуже вразлива, оскільки "зав'язана" на кілька вузлових точок. Які електростанції є у регіоні, які особливості розподілу електроенергії та як зробити енергетику Одеської області незалежною від постачання з інших регіонів.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.12. Погляд на електромережі Одеської області

Одеська область має лише одну традиційну електростанцію — Одеську ТЕЦ. Її початкова проектна потужність 68 мегават, а фактична зараз всього 32 мегават. Вона не здатна задовольнити всі потреби величезного міста. Одеська ТЕЦ виробляє електрику лише у період опалювального сезону. Тож електрика для застарілої за всіма статтями теплоелектроцентралі зараз — другорядний продукт. Інших традиційних електростанцій у області немає.



Рисунок 1.13. Одеська ТЕЦ

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Одеса та більшість Одеської області отримують електрику від Південноукраїнської АЕС. Неважко уявити, що у разі будь-якої серйозної позаштатної ситуації чи планового ремонту в енергосистемі Одеської області можуть виникнути складності та навіть відключення електрики.

Південно-західні райони Одеської області одержують електрику від Молдавської ДРЕС, розташованої на території невизнаного Придністров'я. Розподіляється вона від однієї підстанції в Арцизі. З огляду на належності цієї електростанції російській компанії "РАО ЄЕС" можна припустити можливість знеструмлення всієї української Бессарабії з політичних причин.

Для подолання залежності від Молдавської ДРЕС корпорація "Укренерго" коштом Європейського банку реконструкції та розвитку будує велику лінію електропередачі напругою 330 кіловольт "Новоодеська — Арциз". Вона має передавати електрику від Південноукраїнської АЕС на велику підстанцію в Арцизі, звідки йде енергопостачання всіх південних районів Одеської області.



Рисунок 1.14. Лінії електропередач

Стратегічно, політично та соціально важливо зменшити залежність енергосистеми Одеської області від вузлових точок та єдиних ліній електропередачі, щоб уникнути наслідків чергового стихійного лиха чи теракту. Будівництво ЛЕП у бік Арцизу важливе. Але не менш важливий і

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

уникнення того, що все постачання електроенергії південних районів області повністю залежить від однієї підстанції в Арцизі.

1.4 Енергетична безпека Одещини

Як повідомляє кореспондент Української служби інформації, про це йшлося на семінарі “Поширення досвіду заміщення газу альтернативними видами палива та розвитку сфери відновлюваної енергетики”, що відбувся в Одесі.

Голова Держенергоефективності Сергій Савчук зазначив, що проекти щодо використання відновлюваних джерел енергії — це насамперед можливість зменшити та замінити споживання газу і, нарешті, стати енергонезалежними. Він також додав, що фінансова децентралізація дає ще більші інвестиційні можливості регіонам для впровадження “зелених” проектів.

Обговорюється можливість створення в Теплодарі кластера з використання відновлюваних джерел енергії — спорудження когенераційної установки на біомасі, сонячній та вітровій електростанції тощо. Після заходу також було обговорено питання продовження програми здешевлення “теплих” кредитів, а також її розширення, щоб передбачити можливість відшкодування населенню витрат при придбанні сонячних панелей.

Як повідомляла USOnline.com, альтернативна енергетика: Одеська область підписала Меморандум щодо будівництва сонячних електростанцій.

Підписано Меморандум про співпрацю з компанією KNESS GROUP. Це дозволить реалізувати на Одещині масштабні проекти у сфері альтернативної енергетики. Про це повідомляє кореспондент Української служби інформації з посиланням на прес-службу Одеської ОДА. Компанія готова реалізувати проекти із сонячної енергетики за допомогою українських та іноземних інвестицій до 1 червня наступного року. Загальна потужність збудованих об'єктів складе 86 мегават. Планується, що вони вводитимуться в

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експлуатацію поступово, і цього року запуснуть близько 22 мегават потужностей. Процес співпраці з компанією KNESS GROUP дозволить створити в області нові робочі місця. По-перше, це етап безпосередньо будівництва. По-друге, це вже подальше обслуговування електростанцій. Важливо, що все це відбуватиметься у сільській місцевості, де не завжди можна знайти роботу.

Зазначимо, енергетичний холдинг KNESS GROUP є лідером із запровадження альтернативної енергетики в Україні.

З 628 мільйонів кіловат-годин електроенергії, виробленої в Одеській області у 2020 році, 578 мільйонів припадали на сонячні та вітрові електростанції. Про це повідомляє регіональна служба статистики.

Переважають сонячні електростанції: вони виробили 2020 року 463 мільйони кіловат-годин електрики.

Для порівняння, у 2019 році виробництво «зеленої» електрики склало 401 мільйон кіловат-годин, 2018-го — 387 мільйонів, а 2017 — 360 мільйонів.

Зростання «зелених» енергогенеруючих потужностей, безумовно, потішить екологів та співчуваючих їм громадян, проте за все треба платити, і за «зелену» електрику доводиться платити чимало. Наприклад, 1 кіловат-година електроенергії, виробленої сонячною електростанцією, закуповується державою по 0,16 євроцентів, або приблизно 5 гривень 18 копійок. Для порівняння, українці платять за 1 кіловат-годину 1 гривню 68 копійок, для промислових підприємств вартість електроенергії коливається від 3 гривень 9 копійок до 3 гривень 61 копійки за кіловат-годину.

Іншими словами, собівартість електроенергії сонячних та вітрових станцій вища, ніж її ціна на ринку. Різницю між собівартістю та ціною споживача покриває держава та держпідприємства, які працюють на ринку електроенергії, і грошей на це вже не вистачає. Саме через необхідність покривати тарифи «зелених» енергетиків знову пішли розмови про

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

підвищення тарифів на електроенергію як для побутових, так і для промислових споживачів.

1.5 Проекти використання в Одесі сонячних батарей для нагрівання води та енергії стічних вод для опалення

Для житлових будинків пропонується скоротити витрати за рахунок встановлення приладового обліку та надання кредитів із державних та приватних банків на утеплення будівель.

Проте чиновники зазначають, що цих заходів буде недостатньо для того, щоб 2030 року знизити споживання енергії у місті на 40%. Тому пропонується активізувати роботу щодо впровадження альтернативних джерел енергії.

Серед таких – сонячні колектори, що дозволяють нагріти воду до 50-60 градусів. Крім того, за допомогою фотоелектричних батарей від сонця пропонується отримувати безпосередньо електричну енергію.

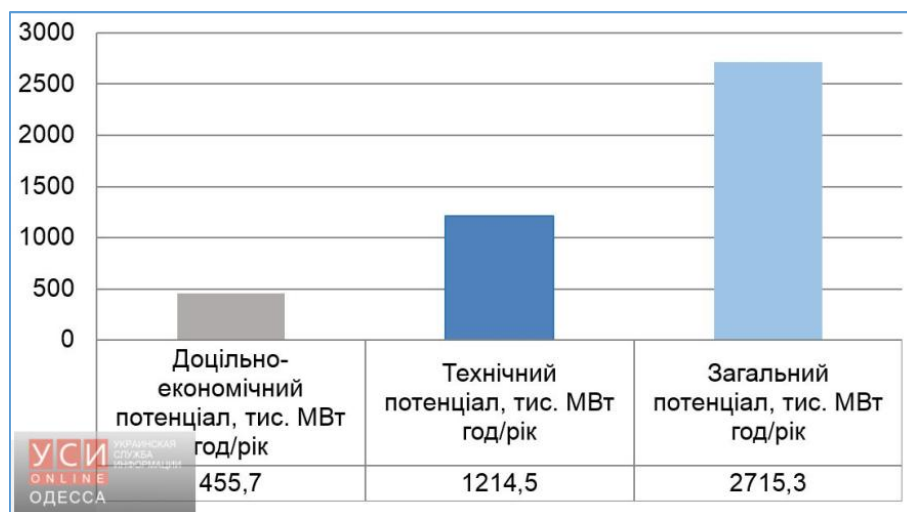


Рисунок 1.15. Потенціал використання сонячних колекторів

Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, спрямованої на 1 кв. м поверхні, що на території Одеси перевищує 1100 кВт/год. Такий потенціал сонячної енергії є досить високим для широкого впровадження як

геліоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання., - Зазначають розробники.

Південне розташування міста дозволяє ефективно отримувати енергію протягом 8 місяців (з березня по жовтень), а фотоенергетичне обладнання протягом усього року.

Також розробники пропонують використовувати для отримання тепла вентиляційні викиди та охолоджувальну воду технологічного та енергетичного обладнання підприємств, промислові та комунально-побутові стоки. Досвід провідних країн свідчить, що найефективнішим є використання теплової енергії стічних вод за допомогою теплових насосів.

					<i>КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		28

2 ПРИКЛАДИ ВИРІШЕННЯ КРИЗОВОГО СТАНУ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Як міг би виглядати екологічно стійка економіка? Оскільки нам відомі фундаментальні обмеження, з якими стикається зараз світ у своєму розвитку, і деякі з наявних технологій, ми можемо описати цю нову економіку загалом, якщо не в деталях. В її основі лежить новий принцип, що передбачає перехід від одноразового витрачання природних ресурсів до такого їх витрачання, яке ґрунтується на використанні відновлюваних джерел енергії та постійному повторному використанні матеріалів та переробці промислових відходів. Це економіка з використанням сонячної енергії, з переважним використанням велосипедів та залізниць для пересування людей, з повторним використанням матеріалів та переробкою промислових відходів — економіка.

Завдання, що вимагає рішення в галузі енергетики, полягає в заміні економіки, заснованої на використанні копалин, економікою, що базується на використанні сонячної енергії, причому мається на увазі, що сонячна енергетика включає всі джерела енергії, пов'язані з Сонцем прямо або опосередковано. Хоча сонячна енергія розглядається багатьма як другорядне джерело, нині поступово вона висувається на передній план. Енергія вітру, наприклад, зараз забезпечує 7% виробництва електроенергії в Данії і 23% — у історичній області Наварра, що знаходиться на півночі Іспанії, включаючи її столицю Памплону. Однак ще важливіші потенційні можливості. У проведеному Міністерством енергетики США обстеженні вітроенергетичних ресурсів було зроблено висновок, що лише три штати — Північна Дакота, Південна Дакота і Техас мають достатній вітроенергетичний потенціал, що дозволяє забезпечити потреби всієї країни в електроенергії. Вітроенергетичний потенціал Китаю дозволяє йому легко підвищити вдвічі його нинішній рівень виробництва електроенергії.

Швидко поширюється також використання сонячних елементів отримання електроенергії. Станом на кінець 1998 р. близько 500 тис.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

будинків, більшість з яких знаходиться в селах Третього світу, не підключених до електромереж, отримували електроенергію за допомогою сонячних елементів. Найбільш вражаючий прогрес, з технологічної точки зору, відбувається в останні кілька років у галузі створення покрівельних матеріалів із використанням сонячних елементів. Виготовлені таким чином черепиця та інші покриття перетворюють сонячне світло на електроенергію. Це обіцяє не лише створення дахів, які виконують роль енергоустановок для будівель, а й справжню революцію у виробництві енергії у всьому світі.

Різкі відмінності в темпах зростання споживання енергії, що одержується з різних джерел, свідчать, що нова економіка, заснована на використанні сонячної енергії та сприяє стабілізації клімату, починає набувати певних обрисів. У той час як використання вугілля в 90-х роках ХХ століття збільшувалося на 1,2% на рік, а використання нафти — на 1,4%, продаж сонячних елементів зростав на 17% щорічно, а виробництво електроенергії за допомогою вітроенергетичних установок збільшувалося на 26% на рік. Хоча база, з якою ці два нових джерела розвиваються, дуже мала, прогнози кажуть, що обидва вони швидко зростатимуть і можуть стати наріжними каменями світової енергетики вже в найближчі десятиліття. Зараз більшість встановлених потужностей вітроенергетичних установок, наприклад, сконцентрована в Німеччині, Сполучених Штатах,

У 1997 р. компанія British Petroleum заявила, що вона всерйоз сприймає загрозу потепління у світі та вкладає 1 млрд. дол. у розробку способів використання сонячної енергії та інших відновлюваних енергетичних ресурсів. Її приклад наслідувала Royal Dutch Shell, яка оголосила, що вона вкладає в розробку відновлюваних джерел енергії 500 млн. дол., з можливим виділенням додаткових коштів. Енергетичні компанії, зацікавлені в зростанні, не стали робити ставку на нафту, оскільки прогнозується, що через ресурсні обмеження видобуток нафти досягне максимуму в найближчі 5—20 років, а потім почне знижуватися.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки вартість електроенергії, що отримується за рахунок використання енергії вітру та джерел, пов'язаних із сонячною енергією, знижується, може стати рентабельним електроліз води для отримання водню. Таким чином, використання водню стає одним із способів як зберігання, так і транспортування відновлюваної енергії. Пристрій, відомий як паливний елемент, ефективно перетворює водень знову на електрику в автомобілях або невеликих енергоустановках, що розміщуються в житлових будинках або адміністративних будівлях. Декілька великих нафтових і газових компаній, включаючи Royal Dutch Shell і Gasu- у Нідерландах, почали виявляти інтерес до водню, в той час як Diamler-Be-Ford, General Electric та Toyota вкладають кошти у розробку паливних елементів. До середини наступного століття водень,

Наразі гостро стоїть питання побутових та промислових відходів діяльності людини. Навіть за значних успіхів у переробці відходів, проте, потоки сміття, яке відправляється на звалища, як і раніше, зростають майже всюди у світі. Нам належить пройти довгий шлях у галузі підвищення ефективності використання матеріалів. Деякі фахівці стверджують, що витрати матеріалів можна скоротити вчетверо. Дійсно, нині Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) досліджує шляхи скорочення використання матеріалів у сучасних промислових товариствах на 90%. Загальна проблема, яка потребує вирішення у сфері виробництва, полягає в переході до нового організаційного принципу, суть якого — у зосередженні уваги скоріше на послугах, ніж на товарах. Наприклад, Interface - фірма, базується в Атланті і провідна справи в 26 країнах, — надає своїм клієнтам, що купують килими, різні послуги, систематично переробляючи килими, що зносилися, і не відправляючи нічого на звалище. Головне полягає в тому, щоб поступово зменшити кількість матеріалів, що використовуються в економіці, скорочуючи при цьому енергоспоживання та забруднення довкілля.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Компанії по всьому світу починають зараз застосовувати концепцію, відому під назвою "екоефективність". Вона передбачає максимізацію випуску продукції при мінімізації, а деяких випадках і повному припиненні промислових стоків. Вільям Макдоно та Майкл Браунгарт стверджують, що ці принципи можуть лягти в основу «нової промислової революції», в результаті якої потоки матеріалів та енергії мінімізуються, а вода і повітря, що виходять з промислового підприємства, будуть у деяких випадках чистішими, ніж до їх використання на виробничі потреби.

Оскільки дефіцит води все посилюється, необхідність підвищення ефективності використання водних ресурсів у глобальній економіці стає ще очевиднішою. Це вимагає як переходу до ефективніших, з погляду витрати води, джерел енергії, і різкого підвищення ефективності водокористування сільському господарстві. На щастя, джерела енергії, що не дестабілізують клімат, такі, наприклад, як сонячні елементи та вітроенергетичні установки, не потребують великої кількості води для охолодження, на відміну від ядерної енергії та вугілля.

Перші ознаки зародження нової економіки можна побачити в рішеннях, ухвалених нещодавно корпораціями та урядами. Крім нафтових компаній, які зараз вкладають великі кошти у дослідження способів використання енергії вітру та сонячної енергії, у напрямі підтримки екологічної стійкості рухаються також інші фірми. Наприклад, найбільша лісозаготівельна компанія у Британській Колумбії MacMillan Bloedel відмовляється від суцільної вирубки дерев та замінює її вибірковою. Щодо урядового рівня, то Коста-Ріка планує до 2010 р. виробляти всю електроенергію, використовуючи відновлювані джерела, а уряд Данії заборонив будівництво електростанцій, що працюють на вугіллі. Китай заборонив лісозаготівлі у верхів'ях басейнів річок Янцзи та Хуанхе, причому було зазначено, що завдяки високій водоутримуючій здатності лісів, що не піддаються вирубці, дерево, що росте, коштує втричі дорожче, ніж можна отримати, пустивши його на деревину. Але найпримітнішим є те, що Німеччина, де зараз при

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

владі перебуває коаліція соціал-демократів та "зелених", планує провести велику реформу оподаткування, знизивши прибуткові податки та підвищивши податок на енергію.

Такі лише окремі приклади, що показують, що деякі компанії та країни починають замислюватися про екологічно стійкий розвиток у майбутньому та робити кроки для його забезпечення. Наше століття стане століттям екології — або тому, що ми використовуємо основні принципи екології для створення нової економічної системи, або тому, що нам це не вдасться і ми виявимо, що деградація екосистем, що підтримують економіку, веде до економічної кризи. Питання не в тому, чи має бути зростання чи ні, а в тому, яким воно має бути і в яких напрямках має відбуватися. Перетворення економіки ХХ століття в економіку, яка екологічно безпечна, є найбільшою інвестиційною спроможністю в історії, що затьмарює все, що було в цьому плані досі. [5].

Нові енергетичні технології нові принципи перетворення поновлюваної енергії, нові технології виробництва сонячного кремнію, сонячних елементів, герметизації сонячних модулів, використання стаціонарних сонячних концентраторів та нових методів передачі електричної енергії для глобальної сонячної енергосистеми забезпечать до кінця сторіччя 70–90% частки відновлюваної енергії у світовому виробництві стві енергії.

Валовий і технічний потенціал відновлюємих джерел енергії у світі величезний. Використання картографічних матеріалів відновлюємих енергоресурсів для різних континентів наждає можливість економити паливні ресурси, скорочувати викиди парникових газів та економити органічне паливо для пасовищних регіонів світу.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРОБКИ ВІТРОУСТАНОВКИ ДЛЯ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ СЕЗОННОГО СПОЖИВАЧА

3.1 Загальні відомості щодо використання енергії вітру

Енергія вітру вже тисячоліттями використовується як у суші, і на море. Перші відомості про стародавні єгипетські вітрильні судна йдуть до третього тисячоліття до н.е., а розквіт вітрильного мореплавства припадає на середину минулого століття. На суші вітряні двигуни вперше з'явилися в Персії, де за рахунок енергії вітру діяли водяні насоси для поливу. У цих пристроях використовувалися полотняні вітрила вертикальної осі.

У кількох районах Європи, спочатку у Франції, у XII столітті з'явилися вітряки для розмелювання зерна, у яких вітроколесо встановлювалося на горизонтальній осі. Перший млин був побудований в 1393 році в Німеччині, звідки пішло поширення в інші країни. У XIV ст. голландці широко використовували вітряки для осушення боліт та озер. У цей період з'явилися удосконалені конструкції млинів, застосування яких тривало до середини минулого століття. Так, у Данії сумарна потужність цих установок із загальним числом понад 30 тисяч складала приблизно 200 МВт.

Наприкінці XIX століття Росії діяло близько 250 тис. вітряків загальною потужністю приблизно 600 МВт. У 1889 р. на ярмарку в Нижньому Новгороді демонструвалися два вітроагрегати потужністю 36,8 кВт кожен. У XX столітті у зв'язку з широким використанням електрики зростає інтерес до вітроелектричних агрегатів. У період 1890-1908 р.р. професор Лякур розробив більш ефективний та швидкохідний вітроагрегат для виробництва електричної енергії. В Асхові вітроколесо діаметром 22,85 м з чотирма лопатями було встановлено на сталевій щоглі заввишки 24,38 м. Установка стала першим прикладом перетворення енергії вітру на електричну енергію.

У 1920-1930-ті роки активно розроблялися вітроелектричні агрегати.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так, компанія «Джекобс вінд електрик» ввела в конструкцію своїх вітроагрегатів два важливі вдосконалення: трилопатевий гвинт, який дозволив усунути вібрації, що виникають у дволопатеких гвинтів, і відцентровий кульковий регулятор кута повороту лопатей, що забезпечує перехід їх у флюгерне положення.

У Великобританії у 1920-ті роки з'явився інтерес до вітроелектричних установок невеликої потужності. Було опубліковано результати випробувань вітроагрегатів потужністю від 250 Вт до 10 кВт.

У СРСР 1931 р. був побудований найбільший у світі вітроагрегат для отримання електроенергії. Установа потужністю 100 кВт використовувалася як додаткове джерело енергії та була включена до мережі теплової електростанції Севастополя. Вітроагрегат мав трилопатеке вітроколесо діаметром 30 м. Установа пропрацювала 10 років, подаючи електроенергію до Кримської енергосистеми, було зруйновано під час війни у 1942 році.

Перший етап розвитку вітроенергетики нашої країні характеризується переважно теоретичними дослідженнями. Найбільший російський учений Н.Е.Жуковський та її учні В.П.Ветчинкин, Г.Х.Сабинин, Г.Ф.Проскура та інших. створили теоретичні основи розрахунку вітродвигунів, які започаткували науковому розвитку віротехніки. У 1930-ті роки створено аеродинамічні профілі високої якості для лопатей вітроколес, проводилися випробування різних конструкцій вітроагрегатів та установок, удосконалювалися методи їх розрахунку та проектування.

У 1950-ті роки з розвитком електроенергетики та насамперед сільської електрифікації темпи розвитку вітроенергетики сповільнилися. Однак з 1975 р. кількість експлуатованих вітроустановок у багатьох країнах знову почала зростати. Серійно почали випускатися електричні вітроагрегати у Великій Британії, Німеччині, Данії, Канаді, СРСР, США, Франції та інших країнах. На сьогоднішній день в основному вирішено технічні проблеми перетворення вітрової енергії та доведено можливість розвитку віротехніки як джерела енергії.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

В даний час більш активно вирішуються проблеми вітровикористання, визначення енергоекономічних показників вітроустановок, їх проектування та застосування.

3.2 Основи теорії використання енергії вітру

Повітряний потік, як і всяке тіло, що рухається, має кінетичну енергію. Одним із видів використання кінетичної енергії є перетворення її на механічну роботу.

Кінетична енергія $E_{\text{в}}$ повітряного потоку, що має швидкість v , визначається за виразом

$$E_{\text{в}} = \frac{mv^2}{2} \quad (3.1)$$

де m - маса повітряного потоку, що рухається;

$$m = \rho V = \rho v F \quad (3.2)$$

де V - обсяг маси повітря, що протікає за секунду через переріз F зі швидкістю v .

Кількість енергії вітру, що протікає за 1 с через поперечний переріз:

$$E_{\text{в}} = \rho \frac{v^3 F}{2} \quad (3.3)$$

Енергія вітру змінюється пропорційно кубу його швидкості та поперечного перерізу.

Відмінною властивістю вітру є повсюдність. Однак технічне використання енергії вітру в багатьох випадках вкрай утруднене через низьку

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

щільність повітря (вона у 800 разів менша за щільність води). Для отримання значної потужності необхідно вітроколесо дуже великих розмірів, т.к. вітроагрегат може перетворити лише частину потенційної енергії, яка визначається коефіцієнтом використання енергії вітру ξ . При цьому частота обертання вітроколеса повинна регулюватися через мінливість швидкості вітру в часі і потужність, що виробляється, змінюючись пропорційно третьому ступеню швидкості вітру, матиме велику амплітуду коливань.

Потужність, що розвивається вітроколесом

Потужність ця визначається як кінетична енергія вітру, що діє в одиницю часу, з урахуванням коефіцієнта її використання:

$$P_{\text{вк}} = \rho \frac{A}{2} v^3 \xi, \text{ Вт} \quad (3.4)$$

де ξ - Коефіцієнт використання енергії вітру.

Поверхня, омітається крилами вітроколеса:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0,785 D^2,$$

де D – діаметр вітроколеса.

При щільності повітря $\rho=1,23 \text{ кг/м}^3$ потужність, що розвивається вітроколесом, можна визначити за виразом

$$P_{\text{вк}} = 4,81 \cdot 10^{-4} v^3 D^2 \xi, \text{ кВт} \quad (3.5)$$

потужність, що розвивається з одиниці омітається площі:

$$P_{\text{вк уд}} = 0,615 \cdot 10^{-3} v^3 \xi, \text{ кВт/м}^2. \quad (3.6)$$

Таким чином, потужність, що розвивається вітроколесом, визначається

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

площею вітроколеса, що омитається, швидкістю вітру і величиною коефіцієнта використання енергії вітру.

3.3 Коефіцієнт використання енергії вітру

Вітроколесо перетворює на механічну енергію лише частину повної енергії потоку. Повітряний потік при проходженні через поперечний переріз, омитається вітроколесом

Швидкість повітряного потоку знижується у міру наближення його до вітроколеса та на деякій відстані за ним. За класичною теорією, повні втрати швидкості повітряного потоку за вітроколесом у два рази більші, ніж втрати у площині обертання вітроколеса. Разом з тим тиск повітря з наближенням до вітроколеса підвищується, а за ним воно різко падає, внаслідок чого за колесом утворюється деяке розрідження. Енергія, витрачена на обертання вітроколеса, дорівнює різниці кінетичної енергії вітру перед вітроколесом та за ним:

$$E_{\text{вк}} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = \frac{m}{2}(v^2 - v_2^2) \quad (3.7)$$

де v_2 - Швидкість повітряного потоку за вітроколесом.

З іншого боку, сприйняту вітроколесом енергію можна виразити як добуток сили тиску вітру G на швидкість потоку в площині вітроколеса:

$$E_{\text{вк}} = Gv_1 \quad (3.8)$$

Відношення енергії, сприйнятої вітроколесом, до повної енергії, яку має повітряний потік, називається коефіцієнтом використання енергії вітру:

$$\xi = E_{\text{вк}} / E_{\text{в}} \quad (3.9)$$

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання енергії вітру залежить від величини втрати швидкості вітру при проходженні через площину вітроколеса. Відповідно до класичної теорії вітроколеса

$$\xi = 4 \frac{v_1}{v} \left(1 - \frac{v_1}{v}\right)^2 \quad (3.10)$$

Н.С. Жуковський для ідеального вітроколеса встановив максимальну величину коефіцієнта використання енергії вітру $\xi = 0,59$. Ця межа може бути отримана за умови:

$$\frac{v_1}{v} = \frac{1}{3},$$

- тобто. ідеальне вітроколесо повинне працювати так, щоб втрати швидкості вітру в площині його обертання становили $1/3$ від величини, що надходить.

В дійсності ξ_{\max} значно менше, і відповідно до теорії реального вітроколеса, розробленої Г. Х. Сабініним, у кращих швидкохідних вітроколесах максимальна величина коефіцієнта $\xi_{\max} = 0,45 \dots 0,48$, у тихохідних - $0,35 \dots 0,38$. Цей коефіцієнт в основному залежить від аеродинамічних характеристик вітроколеса.

3.4 Класифікація вітроустановок

Вітроенергетичні установки класифікуються за двома основними ознаками – геометрією вітроколеса та його положенням щодо напрямку вітру.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від геометрії вітроколеса вітроустановки бувають тихохідні та швидкохідні. Геометричне заповнення вітроколеса визначається кількістю лопатей. Тихохідні (багатолопатеві) ВЕУ з великим геометричним заповненням вітроколеса розвивають значну потужність при слабкому вітрі та невеликих оборотах. Швидкісні ВЕУ з малим заповненням вітроколеса розвивають максимальну потужність при великих обертах вітроколеса.

У напрямку осі обертання вітроколеса щодо повітряного потоку ВЕУ поділяється на горизонтально-осьові та вертикально-осьові.

Вітроустановки з горизонтальною віссю, як правило, крильчастого або пропелерного типу (рис. 7а). При цьому площина обертання вітроколеса перпендикулярна до напрямку повітряного потоку, а вісь паралельна потоку. Основною обертальною силою є підйомна сила. Вітроколесо може розташовуватися перед опорною вежею або за нею.

У вітроелектричних установках зазвичай використовується 2- або 3-лопатеві вітроколеса, останні відрізняються плавним ходом. Електрогенератор розташований зазвичай на вершині опорної вежі в поворотній головці. Багатолопатеві вітроколеса, що розвивають великий крутний момент при слабкому вітрі, використовуються для агрегування робочих машин, що не потребують високої частоти обертання.

Вітроустановки з вертикальною віссю обертання внаслідок своєї геометрії за будь-якого напрямку вітру знаходяться в робочому положенні, вісь обертання вітроколеса перпендикулярна повітряному потоку. Обертальною силою є сила опору, і лінійна швидкість вітроколеса менша за швидкість вітру. У такій вітроенергетичній установці за рахунок подовження валу генератор можна розташувати внизу башти.

Принциповими недоліками вітроустановок з вертикальною віссю є такі:

а) коефіцієнт використання енергії вітру приблизно втричі менший, ніж у установок пропелерного типу з горизонтальною віссю. Найбільший коефіцієнт $\xi_{\max} = 0,192$;

б) велика схильність до втомних руйнувань через часто виникають у

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

них автоколивальних процесів;

в) пульсація моменту, що крутить, що призводить до небажаних змін вихідних параметрів генератора.

Вітроагрегати з горизонтальною віссю більш швидкохідні, мають меншу відносну масу, забезпечені пристроями, що автоматично регулюють потужність, що розвивається, частоту обертання і орієнтують вісь обертання вітроколеса у напрямку вектора швидкості потоку.

Вітроенергетичні установки в основному виконуються за горизонтально-осьовою схемою і надалі розглядатимемо лише даний вид пристрою. За своїм призначенням та комплектацією обладнання вітроустановки бувають спеціалізовані, універсальні та вітроелектричні.

Спеціалізовані вітроустановки своєю чергою бувають водопідйомними, зарядними та інших. Вони прийшли зміну вітроустановкам універсального призначення, тобто. з механічним приводом різних робочих машин. При створенні як механічних (водопідйомних тощо), так і електричних вітроенергетичних агрегатів реалізовано нові підходи та принципи. Для підвищення швидкохідності вітроколес розроблено системи автоматичного регулювання частоти обертання та обмеження потужності.

3.5 Конструкції вітроустановок

Вітроагрегат з горизонтальною віссю складається з вітроколеса, головки, хвоста, вежі та регульовального механізму. Принципова схема вітроагрегату наведена на рисунку 3.1.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

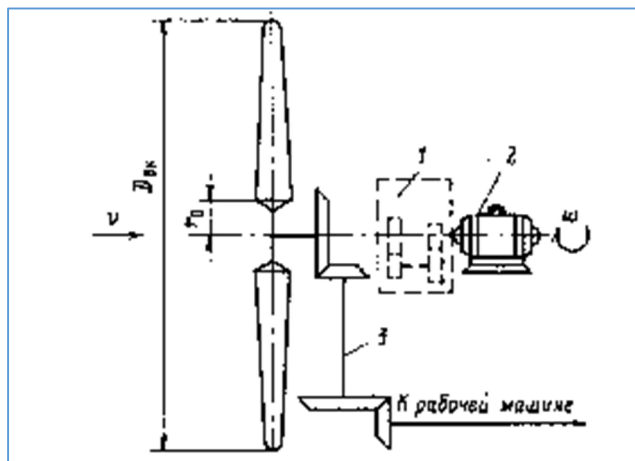


Рисунок 3.1 Принципова схема вітроустановки універсального типу з горизонтальною віссю обертання.

1 – редуктор; 2 – генератор; 3 – вертикальний вал

Вітроколесо перетворює енергію вітру на механічну роботу і може мати одну або кілька лопатей, що встановлюються під деяким кутом до площини обертання. Крило вітроколеса складається з лопаті та маху, закріпленого на валу вітроколеса, як правило, перпендикулярно до осі валу.

Головкая вляє собою опору, на якій монтують вал вітроколеса та передавальний механізм. Форма головки залежить від системи передавального механізму, сама головка може вільно повертатись навколо вертикальної осі в опорах вежі.

Хвіст, що закріплюється за головою, призначений для встановлення вітроколеса на вітер і працює подібно до флюгера.

Вежа служить для підняття вітроколеса на висоту, де мало позначається вплив перешкод, порушують прямолінійний рух повітряного потоку. Висоту вежі приймають залежно від діаметра вітроколеса та рельєфу місцевості

Механізм регулювання служить обмеження кількості обертів і крутного моменту вітроколеса, і навіть зупинки його за сильному вітрі. Вітер постійно змінює свій напрямок, тому голівка вітроагрегату повинна повертатися так, щоб вітроколесо постійно стояло проти вітру, тобто. площина обертання була перпендикулярна до напрямку вітру. Відомо кілька способів автоматичної

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установки вітроколеса.

Установка вітроколеса на вітер хвостом найпоширеніша для агрегатів малої потужності. Істотним недоліком є велика кутова швидкість повороту головки щодо вертикальної осі.

Найменша кутова швидкість виходить за умови встановлення вітроколеса на вітер віндрами. Віндрами називають багатолопатеві вітряні колеса, що встановлюються за головою. Площина їхнього обертання перпендикулярна площині обертання вітроколеса. Вітер набігає на віндри під деяким кутом і приводить їх у обертання. Від віндри через спеціальні шестерні обертання передається головці, яка, повертаючись, встановлює вітроколесо на вітер. При цьому віндри виходять з-під вітру та зупиняються.

Зміна швидкості вітру призводить до зміни потужності вітроагрегатом. Так, зі збільшенням швидкості вітру втричі енергія потоку зростає в 27 разів і відповідно збільшується потужність.

Для запобігання перевантаженням і обмеженням у заданих межах частоти обертання вітроколеса застосовують систему автоматичного регулювання. При швидкості вітру вище за розрахункову обмежують частоту обертання генератора і потужність вітроустановки. Незалежно від способу основний принцип регулювання зводиться до зміни підйомної сили на лопатях та моменту аеродинамічних сил на вітроколесі. Застосовуються два основних способи регулювання: зміна положення в потоці всього вітроколеса (виведенням з-під вітру) – для тихохідних агрегатів та поворот лопатей на відповідні кути атаки – для швидкохідних. При цьому використовуються сили: відцентрові, аеродинамічні або одночасно ті та інші.

Для покращення пускових характеристик агрегату лопаті на період пуску та розгону автоматично повертаються на оптимальні кути, а при зростанні швидкості вітру зменшується кут атаки та відповідно підйомна сила

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Режими роботи та потужність вітроелектричної установки

Вітроустановки через конструктивні особливості не повністю використовують потенційну енергію вітру. Частина енергії втрачається з допомогою інерції спокою вітроколеса, частина – з допомогою режиму регулювання і частина – з допомогою виведення вітроколеса з-під вітру.

Утилізована енергія вітру залежить від трьох основних параметрів, які називаються базовими швидкостями вітру. Перший параметр – мінімальна швидкість вітру (v_{\min}), коли він вітроколесо починає обертатися. Другий – розрахункова швидкість (v_p), коли він вітроустановка виходить на розрахунковий режим і розвиває номінальну потужність. Третій – максимальна швидкість вітру (v_{\max}), швидкість вища за максимальну стає критичною для вітроустановки.

У діапазоні швидкостей від мінімальної до робочої вітроустановка розвиває тим більшу потужність, чим більша швидкість вітру. При швидкості вітру $v \geq v_p$ за допомогою спеціального регулювального пристрою автоматично встановлюється постійний режим обертання вітроколеса та потужності, що виробляється. Якщо $v \geq v_{\max}$, вітровий натиск на вітроустановку стає критичним і за умови механічної міцності відбувається її відключення.

Потужність, що виробляється вітроустановкою, відрізняється від потужності, що розвивається вітроколесом, на величину втрат при перетворенні енергії вітру, що утилізується, в корисну:

$$P_{\text{ВЗУ}} = 4,81 \cdot 10^{-4} D^2 v^3 \xi \eta_{\text{п}}, \text{ КВт} \quad (3.11)$$

або з одиниці омітається площі вітроустановки:

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$P_{\text{ВЭУ уд}} = 0,615 \cdot 10^{-3} v^3 \xi \eta_{\text{п}}, \text{ кВт/м}^2, \quad (3.12)$$

де $\eta_{\text{п}}$ - Коефіцієнт корисної дії ВЕУ, що враховує втрати при передачі потужності від валу вітроколеса до робочої машини.

Для вітроелектричної установки

$$\eta_{\text{п}} = \eta_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{г}},$$

де $\eta_{\text{р}}, \eta_{\text{г}}$ - ККД редуктора та генератора відповідно.

Для найбільш досконалих конструкцій дво- та трилопатевиx ВЕУ можна прийняти $\xi = 0,4$, сумарний ККД $\eta_{\text{п}} = 0,8$ та позначити всі постійні складові коефіцієнтом $\beta = 2 \cdot 10^{-4}$.

3.7 Методика вибору вітроенергетичних установок для енергопостачання сільськогосподарських споживачів

Для енергопостачання технологічних процесів вітроенергетичні установки вибираються за основними технічними характеристиками: потужності; діаметру вітроколеса; мінімальної та розрахункової швидкості вітру та за наявністю перетворюючих (випрямляч, інвертор) та акумулюючих пристроїв.

Розрахункова потужність вітроагрегату визначається діаметром вітроколеса, коефіцієнтом використання енергії вітру та розрахунковою швидкістю вітру:

$$P_{\text{ВЭУ уд}} = 0,615 \cdot 10^{-3} v^3 \xi \eta_{\text{п}}, \text{ кВт/м}^2$$

Якщо вітроагрегат працює без дублюючої установки і має пристрій, що акумулює, то потужність агрегату повинна бути не менше, ніж розрахункове

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантаження споживача, що визначається з графіка навантаження. При цьому може знадобитися кілька вітроустановок. За наявності дублюючого джерела енергії потужність вітроустановки не повинна бути меншою за ту потужність, яка потрібна для забезпечення енергією основних споживачів або технологічних процесів. Дублююча установка потужності повинна забезпечувати живлення енергією всього навантаження в дні безвітря. Зрозуміло, що варіанти можливі, коли вітроустановка економічно вигідна.

При використанні ВЕС у складі енергосистеми необхідно забезпечувати роботу вітроустановки в режимі постійної частоти обертання, що визначається частотою мережі. Вибір режиму роботи вітроколеса спрямовано отримання найбільшої вироблення електричної енергії за певний проміжок часу і відповідно найкращого використання енергії вітру. За даними вітроустановки можна визначити розрахункову частоту обертання генератора, що забезпечує максимальне значення коефіцієнта^ξ:

$$n_p = \frac{60 Z_H v_p}{\pi D} \quad (3.13)$$

з питомої площі вітроустановки при розрахунковій або вищій швидкості вітру визначають за виразом

$$W_{уд} = \beta v_p^3 T t_{*p}, \quad (3.14)$$

де T - Число годин у розрахунковий період (місяць, сезон, рік); t_{*p} – повторюваність швидкостей вітру, рівних і більших розрахункової, у відносних одиницях.

Знаючи діаметр вітроколеса, нескладно визначити загальну кількість енергії, що виробляється. При використанні декількох однотипних вітроустановок площу, що ометається, збільшують на кількість установок.

ВЕУ можна ефективно застосовувати для таких технологічних процесів, які потребують постійної частоти струму. При проектуванні ВЕУ

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цих цілей вирішують такі задачі:

- 1) визначити кількість вироблюваної ВЕУ енергії в кожен окремий місяць при заданих її параметрах;
- 2) визначити кількість ВЕУ, необхідних задоволення потреб даного технологічного процесу;
- 3) за енергоекономічними показниками вибрати оптимальну кількість ВЕУ.

Можлива кількість енергії, що виробляється, залежить від ресурсу енергії вітру і режиму роботи ВЕУ. Кількість енергії з питомої площі ВЕУ, що омітається, можна визначити за виразом

$$W_{\text{уд}} = \int_{v_{\text{min}}}^{v_{\text{max}}} P_{\text{уд}} t_v dv = \beta T \int_{v_{\text{min}}}^{v_{\text{max}}} v^3 t_{*v} dv, \text{ кВтч/м}^2, \quad (3.15)$$

де t_v – час роботи ВЕУ за різних швидкостях вітру протягом доби, місяця, сезону чи року.

Час роботи ВЕУ залежить від режиму швидкості вітру і визначається через повторюваність тієї чи іншої швидкості вітру протягом місяця:

$$t_{v_i} = T_i t_{*v_i} \text{ ч}, \quad (3.16)$$

де T_i - Число годин в i -му місяці; t_{*v_i} - відносна повторюваність швидкості вітру в цьому місяці.

При визначенні кількості енергії, що виробляється, необхідно враховувати і енергію, одержувану при швидкості вітру, меншою ніж розрахункова. Тоді згідно з режимом робіт вітроустановки кількість енергії за місяць з питомої площі установки

					КРБ.ЕТмаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{уд}^M = 3,6 \beta T \left[\sum_{v_{min}}^{v_p} v_i^3 t_{*v_i} + v_p^3 \sum_{v_p}^{v_{max}} t_{*v_i} \right], \text{ МДж/м}^2. \quad (3.17)$$

При заданому діаметрі вітроколеса енергія, що виробляється

$$W_{ВЭУ}^M = W_{уд}^M \frac{\pi D^2}{4}, \text{ МДж.}$$

Енергія, що виробляється за сезон або рік

$$W_{ВЭУ}^{с,г} = \sum_{i=1}^n W_{ВЭУ_i}^M, \text{ МДж,} \quad (3.18)$$

де n - число місяців роботи ВЕУ.

За графіком навантаження, коли відома необхідна кількість енергії, нескладно визначити потрібну кількість ВЕУ для кожного місяця. При цьому для сезону або року, що розглядається, певну труднощі може скласти вибір оптимальної кількості ВЕУ і потрібні порівняльні розрахунки, з оцінкою енергетичних та економічних показників кожного варіанта, що розглядається.

3.8 Розрахунок вітроустановки для гарячого водопостачання

Розглядається проект вітроустановки на агрофермі «Гарант».

Розглянемо розрахунок вітроустановки для гарячого водопостачання сільськогосподарського споживача. Розрахунок ведеться з прикладу вітроустановки АВЭУ6-4М.

1). Визначення кількості енергії, що виробляється

1.1). Випишемо необхідні технічні дані вітроустановок: для АВЭУ6-4М

					КРБ.ЕТмаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_H = 4 \text{ кВт}; D = 6,6 \text{ м}; v_{\min} = 4 \text{ м/с}; v_p = 9 \text{ м/с};$

для ВТН8-8:

$P_H = 8 \text{ кВт}; D = 8,45 \text{ м}; v_{\min} = 4 \text{ м/с}; v_p = 9 \text{ м/с}$

1.2). Виписуємо дані про повторюваність швидкості вітру в районі і заносимо в табл.3.2. Зазвичай виписуються повторюваності швидкості вітру, починаючи від v_{\min} . У прикладі почнемо з градації 2-3 м/с;

1.3). Визначаємо кількість питомої енергії, що виробляється для кожного місяця за виразом

Таблиця 3.1 - Повторюваності швидкості вітру

Місяць	Градації швидкостей вітру, м/с		
	4-5	6-7	8-9
Січень	0,27	0,13	0,06
Лютий	0,25	0,11	0,05
Березень	0,22	0,08	0,03
Квітень	0,29	0,16	0,06
Травень	0,27	0,13	0,05
Червень	0,25	0,1	0,04
Липня	0,21	0,07	0,02
Серпень	0,2	0,07	0,02
Вересень	0,26	0,11	0,03
Жовтень	0,27	0,14	0,04
Листопад	0,28	0,12	0,05
грудень	0,28	0,13	0,04

Кількість питомої енергії, що виробляється для кожного місяця

$$W_{уд}^M = 3,6 \cdot \beta \cdot T \left(\frac{v_p}{v_{\min}} \sum v_i^3 \cdot t_{*i} + \frac{v_{\max}}{v_p} \sum t_{*i} \right),$$

де T - число годин на місяці.

Наприклад, у травні очікуване питоме вироблення енергії від вітроустановки АВЕУ6-4М:

$$W_{уд} = 3,6 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 24 \cdot 31 \cdot (4,5^3 \cdot 0,27 + 6,5^3 \cdot 0,13 + 8,5^3 \cdot 0,06 + 9^3 \cdot (0,27 + 0,19 + 0,06)) = 233 \text{ МДж/м}^2$$

повне вироблення:

$$W_{ВЭУ} = 233 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 6,6^2 = 8155.$$

Від вітроустановки ВТН8-8:

$$W_{уд} = 3,6 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 24 \cdot 31 \cdot (4,5^3 \cdot 0,27 + 6,5^3 \cdot 0,13 + 8,5^3 \cdot 0,06 + 9^3 \cdot (0,27 + 0,19 + 0,06)) = 233 \text{ МДж/м}^2$$

повне вироблення:

$$W_{ВЭУ} = 233 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 6,6^2 = 8155$$

Розрахунки інших місяців проводяться аналогічно (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Розрахунки за місяцями

ВЕУ \ Місяць	АВЕУ6-4М	ВТН8-8
	Січень	8155

Лютий	21000	33600
Березень	6000	9500
Квітень	8800	14000
Травень	8000	12900
Червень	6700	10500
Липня	5500	8400
Серпень	5100	8120
Вересень	5000	8000
Жовтень	7500	12000
Листопад	8000	12500
грудень	8000	12600

2) Визначення кількості вітроустановок для задоволення потреб енергії.

2.1) Потрібна кількість енергії визначається з норм споживання гарячої води.

2.2) Попередньо оцінімо забезпеченість потрібної енергії від однієї установки:

$$\Pi = \frac{W_{ВЗУ} \eta_{эл}}{Q_{п}} 100, \% \quad (3.19)$$

де $\eta_{ел}$ - ККД електричного нагрівача (ТЕНи), приймається рівним одиниці; $Q_{п}$ - потрібна кількість енергії.

У травні вітроустановка АВЕУ6-4М може забезпечити 63% потрібної енергії, установка ВТН8-8 –100%:

$$\Pi = \frac{8155 \cdot 1}{12600} \cdot 100 = 65\%$$

Для повного забезпечення споживача необхідною енергією у січні можна запропонувати дві установки АВЕУ6-4М або одну ВТН8-8.

Результати розрахунків інших місяців наведено в табл. 3.3.

Аналіз отриманих результатів показує, що установка АВЭУ6-4М забезпечує потребу у енергії загалом на 65%, й у повного забезпечення залежно від місяця їх потрібно дві чи три. Встановлення ВТН8-8у середньому забезпечує потреба у енергії на 100%. Таких установок потрібна одна чи дві.

3) Визначення енергетичних показників ВЕУ

Для цього визначаються коефіцієнти використання ВЕУ та забезпеченості споживача необхідною енергією.

3.1) Коефіцієнт використання енергії, що виробляється визначається для кожного місяця і розглянутого варіанту. Наприклад, у січні при використанні двох установок АВЕУ6-4М кількість енергії $W_{BEU} = 8155 \cdot 2 = 16310$ МДж. При потрібній енергії $Q_{п} = 3180$ МДж корисно використовується енергія згідно приймається рівною потребою ($Q_{пол} = Q_{п}$), так як тепла енергія отримувана від ВЕУ більше за потрібну енергію: $Q_{ВЭУ} = W_{ВЭУ} \eta_{эл} > Q_{п}$.

Таблиця 3.3 - Визначення кількості вітроустановок

Місяць ВЕУ	АВЕУ6-М		ВТН8-8	
	%	Кількість	%	Кількість
Січень	65	2	100	1
Лютий	100	1	100	1
Березень	48	3	75	2
Квітень	70	2	100	1
Травень	63	2	100	1
Червень	53	2	83	2
Липня	44	3	66	2
Серпень	40	3	64	2

Вересень	39	3	63	2
Жовтень	60	2	95	2
Листопад	63	2	99	1
грудень	63	2	100	1

$$K_{\text{исп}}^{\text{ВЭУ}} = \frac{Q_{\text{пол}}}{W_{\text{ВЭУ}} \cdot \eta_{\text{ЭЛ}} \cdot \eta_{\text{ВЭУ}}},$$

де $\eta_{\text{ВЭУ}}$ - кількість вітроустановок

При використанні однієї вітроустановки АВЕУ6-М у січні місяці:

Коефіцієнт використання енергії, що виробляється

$$K_i^{\text{ВЭУ}} = \frac{12600}{8155 \cdot 1 \cdot 1} = 1, \%$$

Результати розрахунків зведені у табл 3.4.

3.2) Коефіцієнт забезпеченості споживача оцінюємо також кожного місяця залежно від виду і кількості ВЭУ. Так, у травні при використанні однієї та двох вітроустановок типу АВЕУ6-4М відповідно:

$$K_{\text{об}}^{\text{ВЭУ}} = \frac{W_{\text{ВЭУ}}}{Q_{\text{пол}}}, \%$$
 (3.20)

$$K_{\text{об}}^{\text{ВЭУ}} = \frac{8155}{12600} = 0,65$$

Результати розрахунків інших місяців заносимо в табл. 3.4.

Отже, для задоволення потреби в енергії потрібні три вітроустановки типу АВЭУ6-4М чи дві установки ВВС-3. Коефіцієнт їх використання

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

становить 0,67 та 0,71.

Таблиця 3.4-Енергетичні показники

Кількість	Січень		Лютий		Березень		Квітень		Травень		Червень	
	Кі	Ко	Кі	Ко	Кі	Ко	Кі	Ко	Кі	Ко	Кі	Ко
АВЕУ6-М												
1	1	.65	.6	1	1	.48	1	0.7	1	0.63	1	0.53
2	.77		0.3	1	1	0.95	0.7	1	0.8	1	.95	1
3	0.51	1	.2	1	0.7	1	0.5	1	0.5	1	0.6	1
ВТН8-8												
1	0.96	1	0.4	1	1	0.75	0.9	1	0.78	1	1	0.83
2	0.48	1	0.2	1	0.6	1	0.45	1	0.48	1	0.6	1
АВЕУ6-М												
1	1	0,44	1	0,4	1	0.39	1	0,6	1	0.63	1	0.63
2	1	0,9	1	0,8	1	0.78	0.84	1	0,78	1	0.78	1
3	0.76	1	0,8		0,85	1	0.56	1	0.5	1	0,5	1
ВТН8-8												
1	1	1	0.4	0.64	1	0.63	1	0.95	1	0,99	1	1

2	0,5	1	0,77	1	0.8	1	0.52	1	0.51	1	0.5	1
---	-----	---	------	---	-----	---	------	---	------	---	-----	---

Відповідно до режиму повторюваності швидкості вітру, робочий режим настає з відповідною ймовірністю. Забезпеченість робочої швидкості вітру $p(v)$, коли $v > v_{\min}$, та середня тривалість роботи ВЕУ (N днів) протягом місяця наведено у табл.3.5.

Таблиця 3.5 - Показники за сезон

Кількість	K_i	K_o
АВЕУ6-М		
1	0,97	0,59
2	0,83	0,95
3	0,58	1
ВТН8-8		
1	0,93	0,87
2	0,53	1

Отже, для задоволення потреби у енергії потрібні дві вітроустановки типу АВЭУ6-4М чи одна установка ВТН8-8.

4) Визначення економічної ефективності вітроустановки

4.1) Розраховуємо кількість корисно використаної енергії за сезон та кількість зекономленого палива:

$$Q_{\text{пол}}^c = \sum_{i=1}^n Q_{\text{ВЭУ}i} K_{\text{исп}i} \quad (3.21)$$

або

$$Q_{\text{пол}}^c = \sum_{i=1}^n Q_{\text{п}i} K_{\text{об}i} \quad (3.22)$$

При використанні двох установок АВЕУ6-4М:

$$Q_{\text{ПОЛ}}^{\text{С}} = 8155 \cdot 1 + 21000 \cdot 0,6 + 6000 \cdot 1 + 8800 \cdot 1 + 8000 \cdot 1 + 6700 \cdot 1 + 5500 \cdot 1 + 5100 \cdot 1 + 5000 \cdot 1 + 7500 \cdot 1 + 8000 \cdot 1 + 8000 \cdot 1 = 89355 \text{ МДж},$$

Результати розрахунків занесено до табл.3.6.

Таблиця 3.6 - Економія палива

	Кількість	Корисна енергія	Економія палива
АВЕУ6-М	1	89355	6,8
	2	144000	11
	3	262470	20
ВТН8-8	1	133000	10
	2	146000	12

4.2) Оцінюємо ефективність вітроустановки за енергетичними витратами та визначаємо термін окупності.

Енерговитрати на установку АВЭУ6-4М становлять 89355 МДж, на одиницю площі, омітається вітроколесом - 1400 Мдж/м².

Ефективність енерговитрат при використанні двох установок АВЕУ6-4М

$$r = \frac{89355}{1400 \cdot 1 \cdot 34.2} = 1.7;$$

термін окупності

$$T = \frac{48000}{89355} = 0,5 \text{ років}$$

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Результати розрахунків занесено до табл. 3.7.

Таблиця 3.7 - Строк окупності за енергетичними показниками

Показники	АВЕУ6-4М			ВТН8-8	
	1	2	3	1	2
Енерговитрати, МДж	48000	96000	144000	78471	157000
Корисна енергія, МДж	89355	144000	262470	13300 0	146000
Ефективність енерговитрат	1,7	1,5	1,8	1,7	0,9
Термін окупності, років	0,5	0,6	0,5	0,6	1,1

4.3) Оцінка порівняльної ефективності вітроустановки за вартісними показниками

До кожного аналізованого варіанта визначаються річні витрати та економія органічного палива. Умови ефективного використання вітроустановки:

$$a K_{ВЭУ уд} A_{ВК} \leq \beta_T \Delta B_T$$

З використанням однієї установки ВТН8-8 річні витрати становитимуть 8400 грн, якщо $K_{уд}=1500$ грн./м² і $a=0,05$; виторг від економії палива - 6800 грн, якщо $\beta_T= 4000$ грн. / Т у. Вибрана вітроустановка працює ефективно. Результати розрахунку зведені у табл. 3.8. Отримані дані показують, що для споживача, що розглядається, за прийнятих умов вигідно відрізняється

					КРБ.ЕТмаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установка ВWC-3. Порівняльна ефективність її становить 300 грн, інші варіанти енергопостачання є неефективними.

Таблиця 3.8 - Економічний ефект

Варіанти		Річні витрати, грн.	Економія палива, грн.	Порівняльна ефективність, грн.
АВЕУ6-М		5100	8840	+3740
		10200	14830	+4630
		15300	26000	+10700
ВТН8-8		8400	6800	-1600
		16800	15600	-1200

Собівартість енергії від вітроустановки

$$C_{\text{ВЕУ}} = I_{\text{ВЕУ}} / Q_{\text{пол}} = 10200 / 144000 = 0,14 \text{ грн. / МДж} = 0,5 \text{ грн. / кВт} \cdot \text{год.}$$

За зміни початкових умов, тобто. питомих капіталовкладень, вартості палива слід очікувати зміни порівняльної ефективності та собівартості енергії, що виробляється. Однак ясно, що варіант використання вітроустановки ВWC-3 краще, ніж АВЕУ-6-4М.

Оцінка економічної ефективності ВЕУ з енерговитрат і вартісних показників також говорить на користь вітроустановки ВТН8-8, причому електроенергія, що виробляється, повинна йти тільки на нагрівання води.

3.9 Висновки щодо використання вітроустановки

Використання вітроустановки для нагрівання гарячої води на Агрофірмі «Гарант» дає не тільки економічний ефект, а й дозволяє зберігати навколишнє середовище, що наразі є дуже актуальним.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання вітроустановок це один із найбільш прогресивних способів економії енергоресурсів, а у зв'язку з постійним зростанням цін використання невичерпних джерел енергії стає перспективним напрямом у розвитку не лише окремого підприємства, а й економіки загалом.

					<i>КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

4 ТЕПЛОНАСОСНІ УСТАНОВКИ З АВТОНОМНИМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ

4.1 Поєднання ТНУ з відновлюваними джерелами енергії – ефективний шлях економії енергоресурсів, що не відновлюються

Розвиток енергетичного сектора безпосередньо залежить від інвестицій у технологічне переозброєння та впровадження нетрадиційних відновлюваних джерел енергії.

У розвинених країнах 80% зростання ВВП визначається інноваціями та технологічним процесом.

Треба взяти під особливий контроль реалізацію наукових розробок в енергетиці, які ми не завжди отримуємо належну фінансову підтримку.

Наочним прикладом є доля розробок теплонасосних установок, розпочатих ще 30-40 років тому, але так і не отримали широкого застосування. Однак ці ТНУ на Заході набули широкого поширення у багатьох країнах.

Головними проблемами розвитку нетрадиційної енергетики є вивчення та застосування різних способів виробництва електроенергії та тепла, найкраще одночасно.

До відновлюваних джерел відносяться: енергія сонця, вітру, біомаси, геотермального тепла, низькотемпературної теплової енергії навколишнього середовища (у тому числі передусім ґрунтових вод), водних потоків і т.д.

Перспективним напрямом в енергетиці у 21 столітті є напрям «сонце – газ».

Ресурси на довгострокову перспективу як сонця, так і газу необмежені. Ресурс сонячної енергії оцінюється у мільярди років. Ресурс газу оцінюється великими запасами газу (на сотні років), а як і запасами газу, одержуваного з біомаси, і залежить від існування сонця.

Тому в цій частині роботи під час побудови ТНУ за основу взято

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напряв «сонце – газ».

4.2 Структурна схема ТНУ

Теплонасосна установка (рис. 3.1) складається з трьох контурів: живильного, основного та опалювального.

На рис 3.1 позначено:

I – поживний контур.

ГН1 – глибинний насос закачування ґрунтової води.

ДУ1 – датчик верхнього рівня води у свердловині С1 та датчик ДТ1 її температури t_1 .

ДУ2 – датчик нижнього рівня води та датчик ДТ2 її температури t_2 .

Н – висота видобутого стовпа рідини в свердловині С₁.

ДД1, ДТ3, ДР1 – відповідно датчики на вході живильного контуру: тиску Р1, температури t_3 та витрати Q1.

ДТ4 – датчик температури води t_4 на виході живильного контуру при закачуванні зворотної води трубопроводами зворотної води ТОВ у дві свердловини: С1 – з якої проводилося закачування води в поживний контур насосом ГН1; С2 – спеціальна свердловина підтримки рівня ґрунтових вод Н і відновлення обох свердловинах початкових температур, т.к. температура t_4 після взаємодії живильного контуру I з пристроєм відбору тепла УОТ основного контуру II знижується (після звужуючого пристрою СУ).

II – основний контур.

К – компресор потужністю N_k ; СУ - пристрій, що звужує; УОТ - пристрій відбору тепла від живильного контуру; ДД2 та ДТ5 – датчики тиску Р2 та температури t_5 на вході компресора; ДДК, ДР2, ДТ6 – датчики тиску, витрати та температури на виході компресора; ДД-СУ, ДТ-СУ – датчики тиску РСУ та температури $t_{су}$ на виході звужуючого пристрою СУ; СУ - пристрій, що звужує.

III – опалювальний контур.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

П1, П2, ..., Пn – споживачі тепла; УПТ - пристрій прийому тепла; ДРЗ, ДТ7 – датчики витрати нагрітої води та її температури t_7 під час подачі споживачам за допомогою насоса опалювального контуру Нок; ДДок - датчик тиску на введенні споживачам.

ППНП – перетворювач постійної напруги змінне U частотою $f=50$ Гц; ТГ, СБ – відповідно термогенератор та сонячна батарея, що виробляють постійну напругу E ; СЧ1 – лічильник електроенергії N_k , що споживається компресором; СЧ2 – лічильник електроенергії $N_{пэ}$, споживаної іншими споживачами електроенергії.

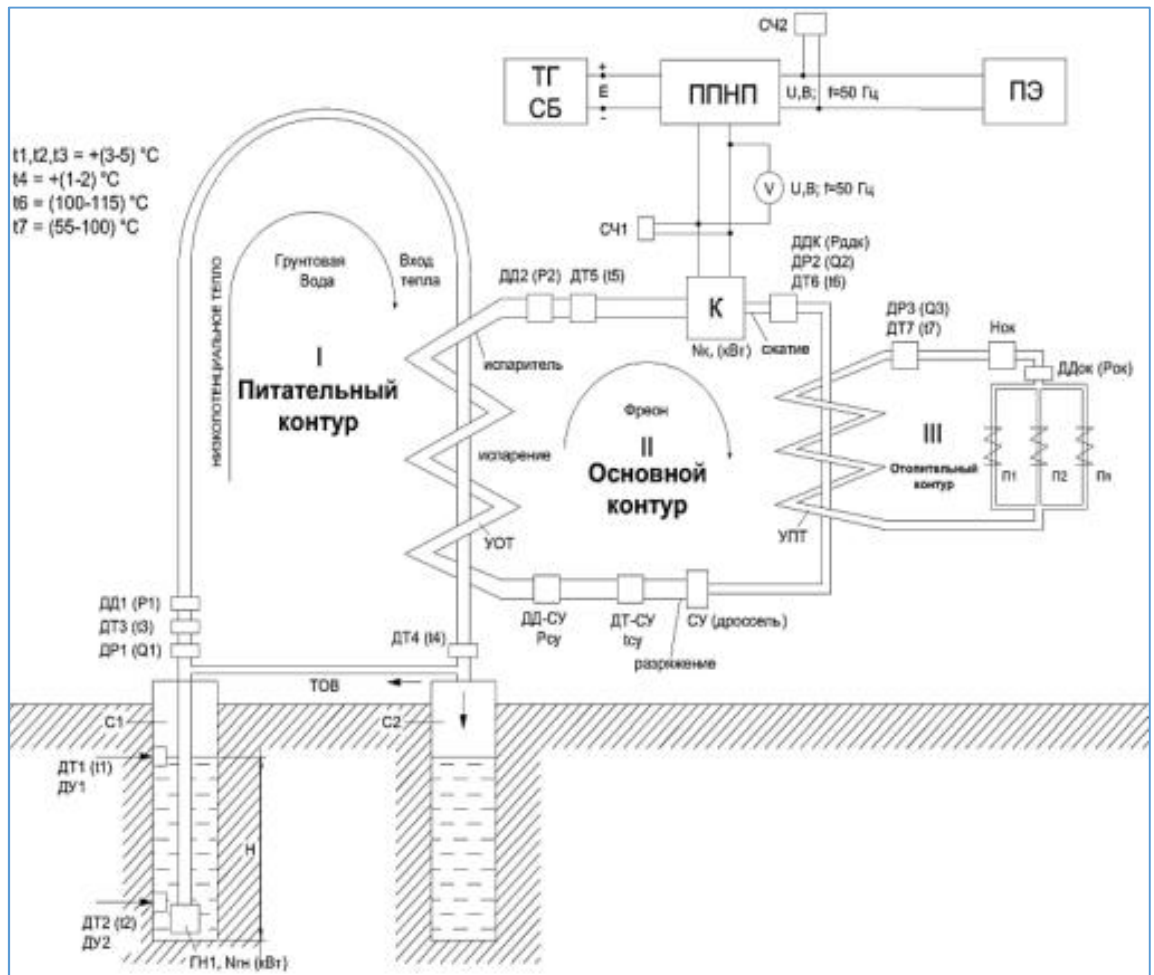


Рисунок 4.1. ТНУ з автономним електропостачанням від термогенератора та від сонячних батарей

4.3 Блок-схема пристрою автономного електропостачання. Вибір та обґрунтування перетворювача постійної напруги в змінну

Блок-схему пристрою автономного електропостачання наведено на рис.

4.2

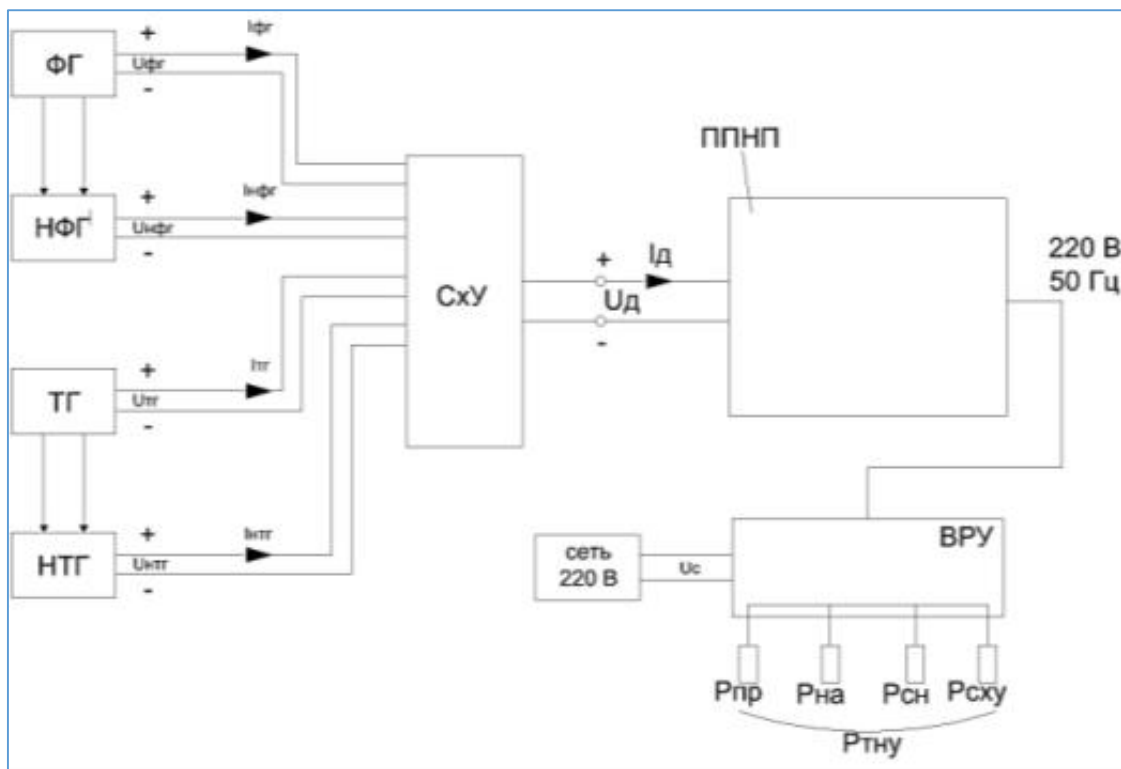


Рисунок 4.2 Блок-схема автономного електропостачання для теплонасосної установки

ФГ – фотогенератор; НФГ – накопичувач фотогенератора; ТГ – термогенератор; НТГ – накопичувач термогенератора; СХУ - схема управління; ППНП - перетворювач постійної напруги в змінну; ВРУ – вступний розподільний пристрій, U_c – напруга електромережі 220 50 Гц; $U_{фг}$ - постійна напруга фотогенератора; $U_{нфг}$ - постійна напруга накопичувача фотогенератора; $U_{тг}$ - постійна напруга термогенератора; $U_{нтг}$ - постійна напруга накопичувача термогенератора; U_d , I_d – напруга та струм двигуна постійного струму;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1

Арк.

63

Навантаження ВРУ: $N_{пр}$ - потужність приводу компресора; $N_{на}$ – потужність насосних агрегатів; $N_{бн}$ - потужність навантажень побутового призначення; $N_{сху}$ - Потужність приладів схеми управління; $N_{тну}$ - сумарне навантаження.

Джерела електричної енергії постійної напруги для автономних систем електропостачання

Хімічні джерела:

- акумулятори
- паливні елементи
- електрохімічні
- біохімічні

Фізичні джерела:

- фотогенератори
- термогенератори.

Для перетворення постійної напруги на змінне відомі такі шляхи:

- статичні перетворювачі постійної напруги в змінну – інвертори
- електромашинні перетворювачі постійної напруги в змінну структуру ДПТ-ГПН (двигун постійного струму – генератор змінної напруги)

Класифікація статичних перетворювачів постійної напруги в змінну

1. Транзисторні: однокатні та двокатні (недолік – невелика вихідна потужність – до кількох кВт)

2. Тиристорні

(Вартості – великі потужності до кількох десятків кВт)

3. На IGBT – транзисторах

(Вартості – великі потужності, кВт, МВт)

4. Цифрові (ЦАП – цифроаналогові перетворювачі)

В даний час перспективними вважаються накопичувачі енергії, з них насамперед звичайні акумулятори свинцеві з добавкою наноматеріалів.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Розрахунок сумарного електричного навантаження ТНУ

Схема автономного електропостачання ТНУ включає перетворювач постійної напруги в змінну, який є машинним агрегатом, що складається з двигуна постійного струму ДПТ і генератора змінної напруги ДПН.

ДПН вибирається виходячи з сумарного електричного навантаження $N_{\text{тну}}$:

$$N_{\text{тну}} = N_{\text{пр}} + N_{\text{на}} + N_{\text{сн}} + N_{\text{сху}}, \quad (3.1)$$

де $N_{\text{пр}}$ - потужність приводу компресора

$N_{\text{на}}$ – потужності насосних агрегатів

$N_{\text{сн}}$ - потужності приладів власних потреб

$N_{\text{сху}}$ - потужність приладів схеми управління СХУ.

Машинний агрегат має напругу 220 В частотою 50 Гц для того, щоб можна було застосовувати звичайні прилади різного призначення на 220 В. Живлення навантажень $N_{\text{пр}}$, $N_{\text{на}}$, $N_{\text{сн}}$, $N_{\text{сху}}$ здійснюється через вступний розподільний пристрій ВРУ з відповідним релейним захистом.

Для функціонування машинного агрегату МА необхідно на вхід двигуна постійного струму ДПТ подавати постійну напругу U_d та при струмі I_d .

Постійна напруга U_d може бути одержана фотогенератором ФГ, термогенератором ТГ.

Підключення вибраного перетворювача ФГ або ТГ здійснюється схемою керування СХУ.

4.4 Фотоперетворювач. Параметри фотоелектричних сонячних модулів

					<i>КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1</i>	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сонячні модулі (СМ) на основі монокристалічного кремнію призначені для перетворення прямого сонячного випромінювання потужністю від 500 Вт/м² електричний струм постійної напруги. Круглі крем'яні пластини розміщені у скляній підкладці завтовшки 3 або 4 мм. Скло поміщене у алюмінієвий каркас.

Переваги: Полегшена герметична конструкція, поліроване зміцнене скло, підвищена градостійкість, інтервал робочих температур -60... +75°C, допустима вологість 100%, енергозберігаюча технологія складання.

Застосування: Як основне або допоміжне джерело енергії у складі автономних джерел живлення для:

- житлових котеджів та дачних будинків
- радіоапаратури, радіо- та телекомунікацій систем охорони
- вуличного освітлення та освітлення рекламних щитів
- систем водопостачання та опріснення сільськогосподарських об'єктів
- заправних станцій
- катодного захисту металевих об'єктів
- а) сонячні елементи

Сонячні елементи (СЕ), фотоперетворювачі (ФП) – синоніми первинного перетворювача, що здійснює пряме перетворення сонячної енергії на електричний струм.

Фотоперетворювачі (ФП) виробляються на основі монокристалічного кремнію як "р", так і "n" типу провідності зі структурою:

- p+ - p - p + – при використанні базового кремнію "р" типу
 - p+ - n - n + – під час використання базового кремнію "n" типу,
- т. е. фотоперетворювачі (ФП) із полем на тильній поверхні (ПТП СЕ).

Робоча поверхня текстурована відповідно орієнтація пластин кремнію (100).

Задня поверхня – в залежності від модифікації може бути як гладкою,

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

так і текстурованою.

Контакти на робочій та тильній поверхнях – сітчасті, отримані осадженням металевих паст методом трафаретного друку.

б) сонячні модулі

Електрично з'єднані сонячні елементи створюють базову основу для виробництва сонячних модулів, які, у свою чергу, здатні виробляти електричну енергію, достатню для живлення електроспоживачів побутового призначення, а також служити базовими елементами великих енергосистем. Залежно від застосування сонячні модулі можуть мати різні конструктивні рішення та різні вихідні потужності.

Випускаються три серії сонячних модулів:

сонячні модулі в алюмінієвому каркасі – серія MSW, 32 типи в діапазоні потужностей від 3 до 120 Вт;

безкаркасні сонячні модулі – серія "Ліра", 16 типів у діапазоні потужностей від 1,7 до 24 Вт;

сонячні модулі на металі – серія MSWm, 16 типів у діапазоні потужностей від 1,7 до 24 Вт.

На вимогу замовників розробляються та виготовляються також спеціальні сонячні батареї, наприклад, для яхт та інших застосувань.

в) каркасні сонячні модулі

Каркасний сонячний модуль виконаний у вигляді панелі, що міститься в каркасі з алюмінієвого профілю. Панель являє собою фотоелектричний генератор, що складається зі скляної плити, з тильного боку якої між двома шарами плівки, що герметизує, розміщені сонячні елементи, електрично з'єднані між собою металевими шинами. Нижній шар плівки, що герметизує, захищений від зовнішніх впливів шаром захисної плівки. До внутрішньої сторони корпусу модуля прикріплено діодний блок, під кришкою якого розміщені електричні контакти, призначені для підключення модуля.

г) безкаркасні сонячні модулі (серія "Ліра")

Безкаркасні сонячні модулі конструктивно реалізуються у вигляді

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

монолітного ламінату, що складається з спаяних монокристалічних кремнієвих сонячних елементів, розміщених між двома шарами ламінуючої плівки типу ПВБ або ЕВА, з робочої поверхні захищених оптично прозорою плівкою типу ПЕТ, а з характеристик.

д) сонячні модулі на металі (серія MSWm)

Сонячні модулі на металі конструктивно реалізуються у вигляді монолітного ламінату, що складається з спаяних монокристалічних кремнієвих сонячних елементів, розміщених між двома шарами ламінуючої плівки типу ПВБ або ЕВА, з робочої поверхні захищених оптично прозорою плівкою ПЕ . MSWm оснащується контактною коробкою для захисту контактів. Посадочні отвори для кріплення модуля оснащені гумовими втулками.

4.5 Термоперетворювач. Термоперетворювач з напівпровідниковими термоелементами та його розрахунок

Термоперетворювач ТП є «е», блоків однакових термомодулів з напругою (Етм), з'єднаних паралельно. Отже, вихідна напруга термоперетворювача Утп дорівнює напрузі окремого термомодуля (Етме)'

Кожна термобатарея складається з «т» послідовно з'єднаних однакових термоелементів з напругою Ете та струмом Іте. Оскільки термоелементи ТЕ в термобатареях з'єднані послідовно, то струм кожної термобатареї Ітб дорівнює току окремого термоелемента ТЕ

Термоелектричний спосіб отримання електричної енергії заснований на взаємозв'язку між тепловими та електричними явищами у провідниках. Було виявлено, що якщо нагрівати місце спаю двох різнорідних провідників, то в ньому виникає електрорушійна сила (термо-ЕРС), пропорційна різниці температур на гарячому та холодному кінцях провідника (ефект Зеєбека):

$$E = \alpha \cdot (T_2 - T_1),$$

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

де - коефіцієнт термо-ЕРС, чисельно рівний різниці потенціалів, що виникає при різниці температур в 1eC ; T_2 і T_1 відповідно температури гарячого і холодного спаїв. ЕРС, що створюється, навіть при високому нагріванні виходила настільки незначною, що спочатку не могла бути використана в енергетичних цілях. Це тим, що з металів різниця температур швидко падає через їхню високу теплопровідність, отже, швидко зменшується і термо - ЕРС.

З появою напівпровідників становище різко змінилося. Якщо термо - ЕРС металевого стрижня викликається переміщенням електричних зарядів (вільних електронів) від нагрітого кінця до менш нагрітого і кількість електричних зарядів при цьому залишається незмінним, то у напівпровідникового стрижня з підвищенням температури сильно збільшується концентрація електричних зарядів, а перепад температур, так само як і у металів, що призводить до їх інтенсивного переміщення з гарячої області в холодну. Поява великих кількостей нових електричних зарядів зумовлює утворення у напівпровідників при тому самому перепаді температур приблизно в 50 разів більшої термо - ЕРС, ніж у металів. Тому застосування напівпровідників суттєво змінило можливості термоелементів.

На рис.4.6, а наведено принципову схему термобатарей ТБ з «n» термоелементів ТЕ на напівпровідниках p- і n-типів. Найпростіший термоелектрогенератор ТЕГ, що є термомодулем ТМ з «m» паралельно з'єднаних термобатарей ТБ, наведено на рис. 2.6, б.

Різниця температур t_1 і t_2 може бути забезпечена в печі, як паливо в якій може бути застосований газ, дрова, відходи деревини і т.д. (Рис. 2.6, в).

4.6 Приклад застосування ТНУ з автономним електропостачанням

Проект передбачає спробу спроектувати, створити та випробувати

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

малопотужну теплонасосну установку виходячи з наявних можливостей: 1. наявність колодязя ґрунтових вод; 2. наявність насоса для закачування води з колодязя у ТНУ; 3. наявність компресора – головного компонента ТНУ.

Компресор є компонентом, що входить до складу ТНУ та звичайного холодильника (рис. 3.1; 3.2). Тому для експериментальної малопотужної ТНУ можна застосувати компресор від холодильника чи середньопотужної холодильної установки.

Для початкового дослідження ТНУ можна використовувати мережу електропостачання 220 В. В результаті досліджень потужності, що споживається, визначаються вимоги до параметрів установки автономного електропостачання.

Другим етапом досліджень за проектом на основі параметрів споживання електроенергії, визначених на 1 етапі при живленні компресора від мережі 220, буде створення фотоперетворювача на основі промислових фотомодулів.

4.7 Мета та завдання дослідження ТНУ з автономним електропостачанням

Мета – вивчити можливості створення дослідного зразка ТНУ з автономним електропостачанням невеликої потужності, що забезпечує основні енергоресурси: гаряче та холодне водопостачання, теплопостачання та кондиціонування, електропостачання (вироблення електроенергії).

Доцільні завдання:

1. Вивчити можливості застосування для ТНУ низькопотенційного тепла ґрунтових вод колодязів глибиною (5-10) м та неглибоких свердловин глибиною до 20 м, з метою розміщення ТНУ, наприклад, на дачних ділянках чи в особистому домоволодінні.

2. Здійснити орієнтовний розрахунок ТНУ на невелику потужність автономного електропостачання на основі фотоперетворювачів, що

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випускаються промисловістю.

3. Застосувати спосіб перетворення постійної напруги фотоперетворювачів на змінну напругу 220 В частотою 50 Гц у вигляді системи «двигун постійного струму – генератор змінної напруги».

4. Здійснити аналіз накопичувачів електроенергії та намітити шляхи їх вибору для ТНУ. Визначити тип накопичувача електроенергії на найближчу перспективу, зокрема для проектування досвідченої ТНУ.

5. Оцінка можливості застосування одноступінних пристроїв для створення, як тепла, так і холоду, наприклад компресорів, що звужують пристроїв (дроселів). Це передумова виготовлення ТНУ на існуючих підприємствах холодильного обладнання.

6. Провести попередню оцінку вартості основних елементів дослідної ТНУ, насамперед компресора, який є основним споживачем електроенергії.

7. Намітити план дослідження параметрів дослідної ТНУ.

8. Розробити систему автоматизації технологічних процесів ТНУ. Визначити технологічні датчики: температури, тиску, рівня, витрати води, витрати електроенергії тощо.

9. Розробити систему управління ТНУ за допомогою бездротових та провідних каналів зв'язку.

10. Вироблення вимог до контролера та локальної обчислювальної мережі.

4.8 Способи вилучення низькопотенційного джерела тепла верхніх шарів ґрунту та ґрунтових вод

Розглядається два варіанти закачування води ґрунту:

Зі свердловин глибиною 20-100м; та 2. з колодязя глибиною 5м

Кількість свердловин - 5. Діаметр труб, що спускаються в свердловину - орієнтовно 200мм. Температура у свердловині на глибині 20м дорівнює +10°C. Температура на виході ТНУ для опалення 55°C. Живлення компресора

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– від енергосистеми м. Білгород-Дністровський. I варіант конструктивного виконання наведено на рис. 4.1, а. Основні витрати на тепло – оплата електроенергії, яку споживає компресор.

II варіант закачування води в ТНУ передбачає криницю глибиною 5м, виконану з 5 бетонних кілець діаметром 1м, висотою 1м. Температура на глибині 5м дорівнює $+(4-5)^{\circ}\text{C}$ (можливо, $+(2-3)^{\circ}\text{C}$).

Закачування води в ТНУ проводиться глибинним насосом з керуванням системою автоматики на основі датчиків нижнього та верхнього рівня.

Варіант рис. 4.1 б - пропонується. Конструкція, що спускається у вигляді 5 кілець діаметром $D_2=1\text{м}$ і загальною довжиною $H_2=5\text{м}$. Температура $t_2=+(1-3)^{\circ}\text{C}$.

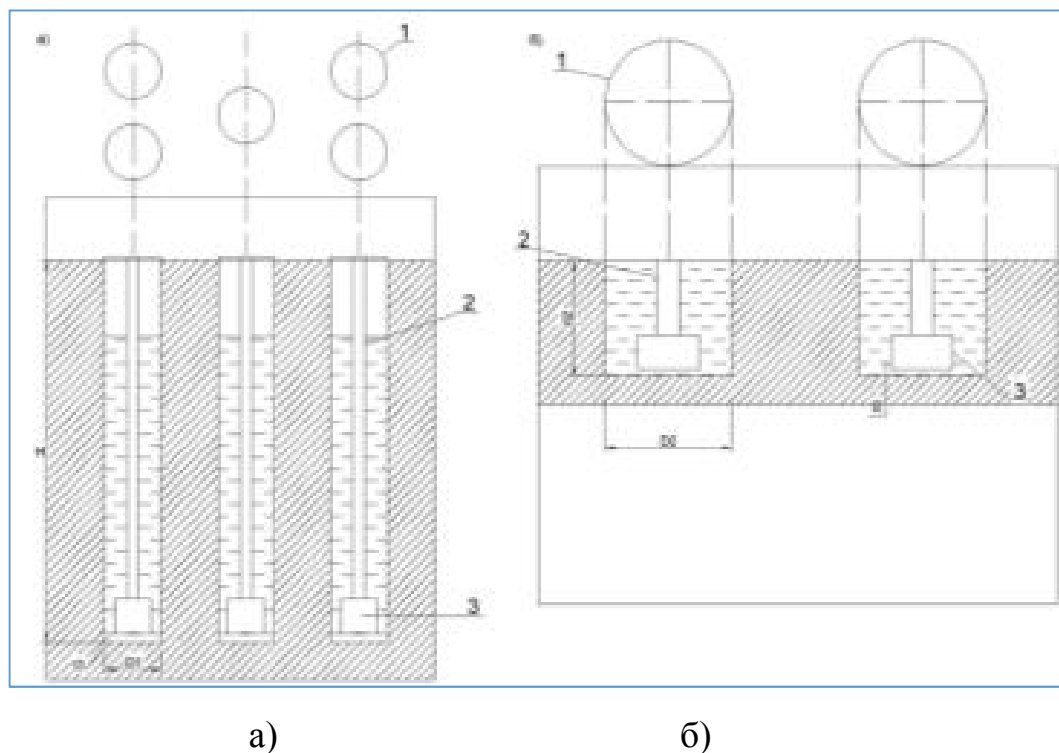


Рисунок 4.4. Два варіанти конструктивного виконання ТНУ

а) у вигляді глибоких свердловин малого діаметра труб; б) як кілець великого діаметра.

1- конструкції, що спускаються; 2 - труби для підйому води; 3-глибинні насоси.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

4.9 Розрахунок фотоперетворювача на задане електричне навантаження

$$N_{\text{ТНУ}} = N_{\text{пр}} + N_{\text{на}} + N_{\text{сн}} + N_{\text{сху}}, \quad (4.2)$$

Задається потужність ТНУ $N_{\text{ТНУ}} = N = 3 \text{ кВт}$,

Вибираємо із програми 2 сонячний елемент MSV-100 (21). Його дані:
довжина $l = 130 \text{ см}$, ширина $h = 67 \text{ см}$, потужність $N_{\text{фe}} = 100 \text{ Вт}$.

Визначаємо кількість сонячних елементів

$$n = \frac{N_{\text{ТНУ}}}{N_{\text{фe}}} = \frac{3000 \text{ Вт}}{100 \text{ Вт}} = 30 \text{ шт} \quad (4.3)$$

Ціна одного сонячного елемента $C_{\text{фe}} = 12\,000 \text{ грн}$.

Вартість $n=30$ сонячних елементів

$$C_{\text{тфe}} = C_{\text{фe}} \cdot n_{\text{фe}} = 12000 \cdot 30 = 360\,000 \text{ грн}. \quad (4.4)$$

Площа $n=30$ сонячних елементів:

площа одного сонячного елемента.

$$S_{\text{фe}} = l \cdot h = 1,3 \cdot 0,67 = 0,871 \text{ м}^2 \quad (4.5)$$

Загальна площа сонячних елементів

$$S = S_{\text{ф}} \cdot n = 0,871 \cdot 30 = 25,13 \text{ м}^2 \quad (4.6)$$

Сонячні елементи розміщуємо по одному по периметру, тому $n=30$ сонячних елементів, розміщені по периметру P , довжина кожного $l=1,3 \text{ м}$, займуть довжину периметра

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P=n \cdot l=30 \cdot 1,3=39 \text{ м.} \quad (4.7)$$

Керування включенням насоса в колодязі

При досягненні насоса 5 нижнього рівня 6 упор 3 штока 4 розмикає контакти мікроперемикача 8 і відключає обмотку насоса 5 від 220 мережі.

У включеному стані насос 5 подає воду з колодязя по шлангу 11 до трійника 12, що має два вивідні шланги. По шлангу 13 вода подається до ТНУ, а по шлангу 14 – накопичувальний бак.

4.10 Розташування сонячних елементів у ТНУ

Теплонасосна установка має три контури (рис. 4.1):

I – поживний; II – основний; III – опалювальний.

Автономне електропостачання забезпечується від сонячних елементів 9, які можуть розташовуватися або на даху та стінах приміщення ТНУ, або по периметру території як паркан.

У цій роботі передбачається застосування сонячних елементів, що випускаються вже промисловістю і доступних широкого застосування.

Практичне застосування термогенераторів 11 поки стримується, вони знаходяться в стадії розробки.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

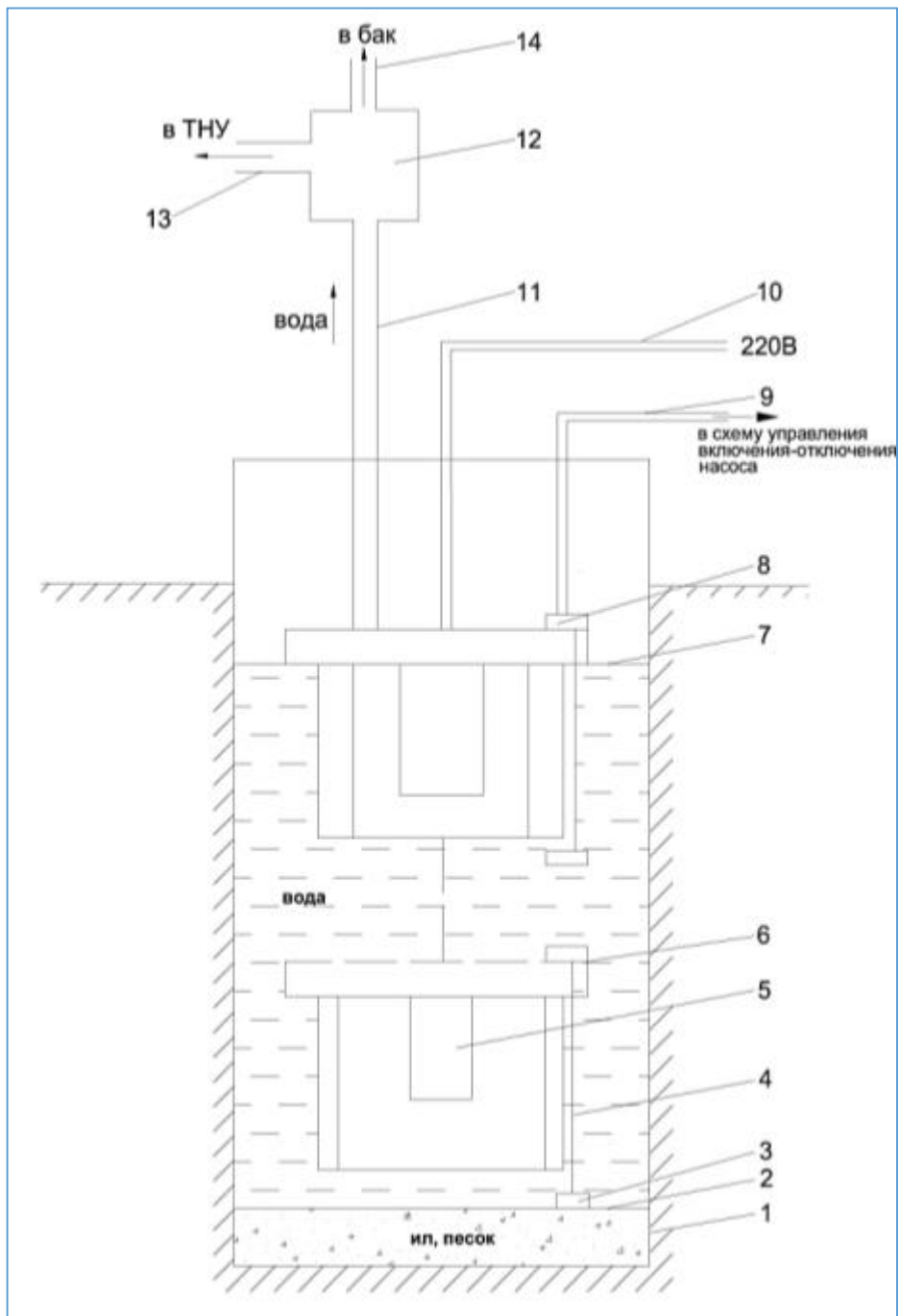


Рисунок 4.5. Криниця як джерело низькопотенційного тепла
 1 – стінки свердловини; 2 – дно колодязя; 3 - упор штока насоса; 4 – нижнє положення рівня води; 5 – мікроперемикач; 6 – дроти від мікроперемикача до схеми управління; 7 – кабель живлення насоса; 8 – шланг подачі води від насоса до трійника; 9 – шланг подачі води до ТНУ; 10 – шланг подачі води в накопичувальний бак.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1

Арк.

75

c – теплоємність води, ; склепіння = $4,2 \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right] \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

$t_{\text{св}}$ - температура води перед системою опалення (після конденсатора ТНУ), С;

$t_{\text{вп}}$ – температура повітря в опалювальному приміщенні.

2. Коефіцієнт перетворення φ , що становить відношення теплового навантаження Q_0 до витраченої електричної потужності ТНУ N [кВт] $\left[\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right]$

$$\varphi = \frac{Q_0}{860 \cdot N_{\text{пр}}}, \quad (4.9)$$

Розмір $\varphi=3-7$ [18].

При розрахунку ТНУ задаються.

3. Розрахунок $N_{\text{пр}}$ при заданому φ

$$N_{\text{пр}} = \frac{Q_0}{860 \cdot \varphi}, \quad (4.10)$$

4. Розрахунок сумарного електричного навантаження ТНУ:

$$N_{\text{ТНУ}} = N_{\text{пр}} + N_{\text{на}} + N_{\text{сн}} + N_{\text{сху}}, \quad (4.11)$$

Розрахунок схеми електропостачання

5. Вибір та обґрунтування схеми електропостачання ТНУ у вигляді фотоперетворювач/термоперетворювач – машинний агрегат (рис. 3.2).

6. Розрахунок фотоперетворювача ФП (рис. 4.4) з $U_{\text{фп}}$ та $I_{\text{фп}}$

$$U_{\text{фф}} = \sum_1^n U_{\text{ффп}} = E_{\text{фэ}1} + E_{\text{фэ}2} + \dots + E_{\text{фэ}n}, \quad (4.12)$$

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{\phi\phi} = \sum_1^k I_{\phi\phi k} = I_{\phi\phi 1} + I_{\phi\phi 2} + \dots + I_{\phi\phi k}, \quad (4.13)$$

де $E_{\phi e}$ – напруга окремого фотоелемента

$I_{\phi e}$ – струм окремої фотобатареї.

За розрахованими $U_{\phi\phi}$ та $I_{\phi\phi}$ вибір стандартних сонячних модулів

6. Розрахунок термоперетворювача ТП (рис. 3.5)

а. ТП із дротяними термометрами (рис 3.5)

$$U_{TP} = (E_{TM1})' = (E_{TM2})' = \dots = (E_{TMe})', \quad (4.14)$$

$$(E_{TMe})' = \sum_1^e E_{TM} = E_{TM1} + E_{TM2} + \dots + E_{TMn}, \quad (4.15)$$

$$(I_{TTe})' = \sum_1^e I_{TT} = I_{TTM} + I_{TTM} + \dots + I_{TTMe}, \quad (4.16)$$

$$U_{TP} = (E_{TM})', \quad (4.17)$$

$$E_{Tb1} = E_{Tb2} = \dots = E_{Tbe}, \quad (4.18)$$

$$I_{Tb} = I_{Tb} = \dots = I_{Tbm} \quad (4.19)$$

Напруга термобатареї

$$E_{Tb} = \sum_1^m E_{T\theta} = E_{T\theta 1} + E_{T\theta 2} = \dots = E_{T\theta m}, \quad (4.20)$$

Напруга термомодуля

$$E_{Tm} = E_{Tb} + E_{Tb1} = E_{Tb2} = \dots = E_{Tbe}, \quad (4.21)$$

$$I_{TT} = \sum_1^e I_{TTM} = I_{TTM} + I_{TTM} + \dots + I_{TTMe}, \quad (4.22)$$

ТП із напівпровідниковими термоелементами (рис 4.6)

					КРБ.ЕТмаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{тб} = \sum_1^m = E_{тэ1} + E_{тэ2} + \dots + E_{тэн} = n \cdot E_{тэ} = n \cdot E., \quad (4.23)$$

$$I_{тг} = \sum_1^m I_{тгб} = I_{тгр} + I_{тгб} + \dots + I_{тгб} = m \cdot I_{тгб}, \quad (4.24)$$

Напруга термомодуля

$$U_{тг} = E_{тб}, \quad (4.25)$$

II Розрахунок фотоперетворювача на задане електричне навантаження
 $N_{тну} = 3 \text{ кВт}.$

Вибираємо сонячний елемент MSV-100 із параметрами: довжина $l=130$ см, ширина $h=67$ см, потужність $N_{фе}=100$ Вт.

Розрахунок кількості сонячних елементів

$$n = \frac{N_{тну}}{N_{фе}} = \frac{3000\text{Вт}}{100\text{Вт}} = 30 \text{ шт}$$

Ціна одного сонячного елемента $C_{фе} = 12\,000$ грн.

Вартість $n=30$ сонячних елементів:

$$C_{тфе} = C_{фе} \cdot n_{фе} = 12000 \cdot 30 = 360\,000 \text{ грн.} \quad (4.26)$$

Площа $n=30$ сонячних елементів:

$$S_{фе} = l \cdot h = 1,3 \cdot 0,67 = 0,871 \text{ м}^2, \quad (4.27)$$

$S_{фе}$ – площа одного сонячного елемента.

Загальна площа сонячних елементів

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S = S\phi \cdot n = 0,871 \cdot 30 = 25,13 \text{ м}^2, \quad (4.28)$$

Сонячні елементи розміщуємо по одному по периметру, тому $n=30$ сонячних елементів, розміщені по периметру P_p , довжина кожного $l=1,3$ м, займуть довжину периметра

$$P_p = n \cdot l = 30 \cdot 1,3 = 39 \text{ м.}, \quad (4.29)$$

Електричні характеристики наведені для наступних умов:
щільність сонячного випромінювання 1000 Вт/мІ
потужність, напруга та струм у точці відбору максимально потужності при температурі 25°C.

Таблиця 4.1 - Результати розрахунку для сонячних елементів типів Φ , $\frac{P_{\max}}{S}$

		Сонячні елементи					
		$\Phi 103,5$	$\Phi 103, 5/2$	$\Phi 103, 5/4$	$\Phi 85$	$\Phi 85/2$	$\Phi 85/4$
0	Максимальна вихідна середня потужність $R_{\text{вих}} \text{ мас порівн, Вт}$	1,47	0,73	0,37	0,94	0,47	0,235
1	Площа елемента $S \delta, \text{ см}^2$	07,09	53,54	26,83	72,25	36,12	78,06
2	Відношення $\frac{R_{\text{вих макс ср}} \text{ Вт}}{S \text{ см}^2}$	0,01388	0,01388	0,01388	0,01301	0,01301	0,01301

Таблиця 4.2 – Параметри фотоелементів ФП103,5 та ФП85

Найменування параметрів	ФП 103,5 x 103,5			ФП 85x85		
	Ф 103,5	Ф 103,5/2	Ф 103,5/4	Ф 85	Ф 85/2	Ф 85/4
Максимальна вихідна потужність P_{max} (Вт) АМ 1,5; 25°	1.47	0.73	0.37	0.94	0.47	0,235
Напруга $U_{хх}$, (В)	0,59-0,61	0,59-0,61	0,59-0,61	0,59-0,61	0,59-0,61	0,59-0,61
Струм короткого замикання $I_{кз}$, (А)	3,2 - 3,6	1,6-1,8	0,8 - 0,9	2,1 -2,2	1,05-1,1	0,53 -0,54
Напруга при макс. потужності, (В)	0,48±0,02	0,48±0,02	0,48±0,02	0,48±0,02	0,48±0,02	0,48±0,02
Струм при максимальній потужності, (А)	2,85 - 3,31	1,4-1,65	0,7 - 0,82	1,9-2,0	0,95 - 1,00	0,48 - 0,5
Розміри. (мм)	103, 5x 103,5x0,48	103.5x51 x0.4	51.8x51.8 x0.4	85x85x0. 4	85x42.5x 0.4	42.5x42.5 x0.4
Параметри матеріалу	Питомий опір 1 – 40 Ом/см; тип провідності – p, n; орієнтація - (100)					
Товщина (мм)	0,35 – 0,4					
Діаметр (мм)	125			100		

Таблиця 4.3. Параметри модулів MSW 18-100

Технічні характеристики	Тип модуля							
	MSWr 18(12)	MSWr 20(12)	MSWr 36(12)	MSWr 40(12)	MSWr 70(12/ 24)	MSWr 80(12/ 24)	MSWr 55(12)	MSWr 60(12)
Максимальна потужність (Вт)	18	20	36	40	70	80	55	60
Мінімальна потужність (Вт)	16	18	32	36	60	70	50	55
Струм максимальної потужності, (А)	1,06	1,18	2,12	2,35	4,11/2, 06	4,7/ 2,35	3,2	3,5
Напруга макс. потужності, (В)	17	17	17	17	17/34	17/34	17,2	17,2
Номінальна напруга (В)	12	12	12	12	12/24	12/24	12	12
Струм короткого замикання, (А)	1,35	1,4	2,7	2,8	4,4/2,7	5/3,0	3,8	4,1
Напруга холостого ходу, (В)	21,3	21,4	21,3	21,4	21,3/4 2,6	21,3/4 2,6	21,4	21,4
розміри:								
- Довжина, (мм)	492	492	970	970	1265	1265	1206	1206
- ширина (мм)	400	400	400	400	580	580	486	486
- висота, (мм)	38	38	38	38	38	38	38	38
Розмір СЕ	1/2 100	1/2 100	100	100	100	100	125	125
Число СЕ (розміщення)	36(4x9)	36(4x9)	36(4x9)	36(4x9)	72(6x1 2)	72(6x1 2)	36(4x9)	36(4x9)
Вага, кг)	2,8	2,8	5,6	5,6	10,6	10,6	8,5	8,5
Електричні характеристики модулів виміряно за умов: АМ 1,5; 25 ° С; 1000 Вт/мІ								

Технічні характеристики модуля:

Опір ізоляції, МОм, не менше:

у нормальних кліматичних умовах – 10,0

при температурі - 70°С3,0

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

наприкінці випробувань на вологостійкість – 0,5

Умови експлуатації модулів:

температура повітря - °С-45ч+40

граничні робочі температури модуля - °С-50ч+75

відносна вологість повітря при t=25°С, % до 100

атмосферний тиск, кПа84,0 - 106,7

Модуль зберігає працездатність:

при дії вібраційних навантажень у діапазоні частот від 1 до 35 Гц при прискоренні до0,5 g;

після дії:

сонячне випромінювання з інтегральною щільністю світлового потоку трохи більше 1500 Вт/м, у тому числі щільністю потоку ультрафіолетової частини спектру (довжина 280-400 μm) 68 Вт/м1;

дощу інтенсивністю 5 мм/хв;

соляного туману;

снігового або ожеледно-вітрового навантаження до 2000 Па.

Термін служби модуля – не менше 20 років.

Гарантійний термін-10 років

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу 4

Обґрунтовано доцільність розробки для ТНУ систем автономного електропостачання. При цьому зазначається, що ефективним шляхом економії енергоресурсів, що не відновлюються, є поєднання ТНУ з відновлюваними джерелами енергії. Наголошується на перспективному напрямі в енергетиці – «сонце - газ».

Наведено принцип дії фотоелемента та надано орієнтовну вартість сонячних батарей. Розглянуто структурну схему з'єднання фотоелементів у фотобатареї та фотобатарей у фотоперетворювач. Дано розрахунок фотоперетворювача.

Наведено параметри фотоелектричних сонячних модулів, які випускають промисловість.

Розглядається проект дослідницької ТНУ із автономним електропостачанням.

Наводяться два способи вилучення низькопотенційного джерела тепла верхніх шарів ґрунту. Вибирається запропонований варіант у вигляді колодязя з п'яти кілець діаметром 1м.

Дано розрахунок фотоперетворювача для потужності 3 кВт. Відповідно до розрахунку кількість сонячних елементів MSW-100(12) для цієї потужності – 30 штук. Ціна тридцяти сонячних елементів 360 000 грн. Площа сонячних елементів – 25,13 м², розміщені по периметру на довжину 39м.

Наведено схему розташування сонячних елементів у дослідній ТНУ.

Складено алгоритм розрахунку ТНУ з автономним електропостачанням.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРООБІГРІВУ ТЕПЛИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ТОВ АГРОФІРМИ «МРІЯ» БІЛЯЇВСЬКОГО РАЙОНУ

5.1 Шляхи вирішення модернізації системи електрифікації теплиць

Конструкція є теплицею, з розташованим під частиною зашкленним дахом геліокотла, що забезпечує можливість регулювання температури всередині приміщення.

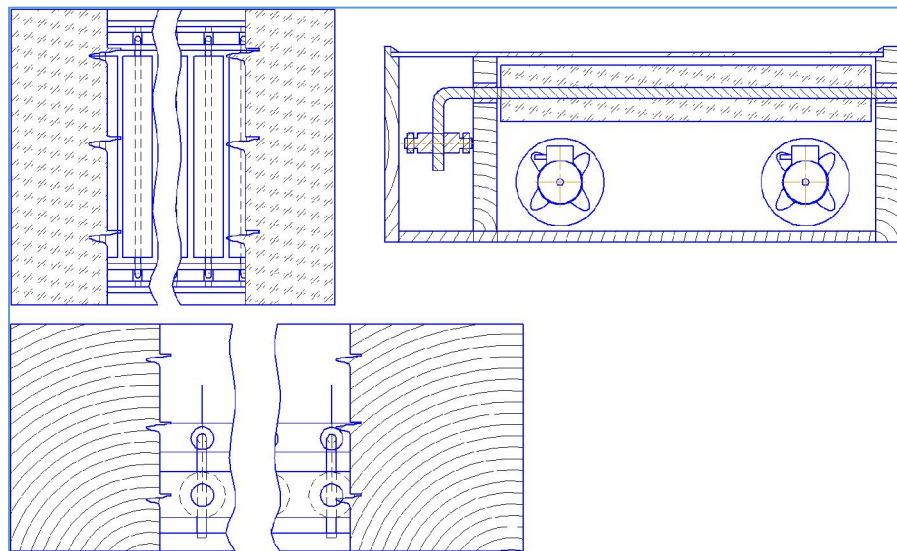


Рисунок 5.1. Схема геліокотла

Конструкція геліокотлу (рис. 5.1) є теплоізоляційною камерою, орієнтованою на південь, з метою захоплення максимуму енергії сонця. Нагрівальні елементи складаються з розташованих на передній стінці ємності системи жалюзів, пофарбованих з одного боку в чорний, а з іншого в білий колір. Над системою жалюзей (поглинальна поверхня) вмонтовано раму зі склом. При високій температурі всередині теплиці жалюзі розгортають, за допомогою автоматичного електромагніту, білою стороною до сонця, що призводить до зниження температури та відображення сонячної радіації від поверхні теплиці, а при зниженій температурі навпаки відбувається

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поглинання сонячної радіації зворотною (чорною) стороною жалюзей, що призводить підвищення температури. Примусова циркуляція повітря забезпечується електричними вентиляторами.

Робота системи жалюзі діє від електромагнітів, які спрацьовують від схеми автоматичного управління температурним режимом теплиці.

Плоска установка, окрім прямої сонячної радіації, сприймає і розсіяну радіацію, у похмуру погоду, за легкої хмарності.

5.2 Розрахунок теплового балансу геліоустановки теплиці

На основі аналізу теплового балансу геліоустановки обчислюємо середню температуру повітря t_{f1} у теплиці залежно від зовнішньої зовнішньої температури t_{f2} .

Згідно з відомою методикою Б.А.Гарфа, розрахункова формула для визначення середньої температури повітря в теплиці в холодну пору року буде:

$$t_{f1} = \frac{E_0 \cdot F_1 \cdot D_c \cdot A_k \cdot J}{C_b \cdot T_b \cdot C \cdot T + K \cdot Y_1 \cdot Y_2 \cdot F_2 \cdot J} + \frac{t_{f2}}{2}, \quad (5.1)$$

де E_0 -кількість надходить на приймач сонячної енергії, ккал/м² год;

D_c – коефіцієнт пропускання сонячної радіації склом;

A_k - коефіцієнт поглинання сонячної радіації зачорненим металом

T_b, T_k, T - відповідно маси повітря, рослин та алюмінію, кг;

C_b, C_k, C - відповідно коефіцієнти теплоємності повітря, рослин та металу (алюмінію), ккал/м². град²;

K - середній коефіцієнт теплопередачі огорожувальних елементів установки, ккал/м². град;

Y_1 - Коефіцієнт огороження;

Y_2 - коефіцієнт, що враховує витрати тепла, зумовлені повітрообміном;

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

F2 - загальна площа теплиці, м² (1440 м² (60x24));

F1 - площа жалюзі, м²

J-тривалість сонячного дня, год.

tf1, tf2 - температура внутрішнього та зовнішнього повітря °С.

Результати знайдених значень t_{f1} залежно від t_{f2} та умов проведення досвіду показані на графіку.

Вихідні параметри розрахунку приймалися такі:

E0 = 500-540 ккал / м².ч (по Туркменії - E0 = 650-700 ккал / м.ч);

Dc = 0,88; Ak = 0,92; Cв=0,25 ккал/кг.град;

З=0,5 ккал/кг.град; Ск=0,21 ккал/кг.град;

K-5 ккал/м² .ч.град; Y1 = 1,5; Y2 = 1,25;

J = 8 год; Tb = 156 кг; Tk = 500 кг;

T=345 кг; F1 = 134 м²; F2 = 1440 м²;

$$t_{f1} = \frac{E_0 \cdot F_1 \cdot D_c \cdot A_k \cdot J}{C_b \cdot T_b \cdot C \cdot T + C_k \cdot T_k + K \cdot Y_1 \cdot Y_2 \cdot F_2 \cdot J} + \frac{t_{f2}}{2} =$$
$$\frac{500 \cdot 134 \cdot 0.88 \cdot 0.92 \cdot 8}{0.25 \cdot 156 \cdot 0.5 \cdot 345 + 0.21 \cdot 500 + 5 \cdot 1.5 \cdot 1.25 \cdot 1440 \cdot 8} + \frac{5}{2} = 6,2^{\circ}\text{C},$$

t_{f1} - фактично величина збільшення температури за рахунок використання гелеефекту з чорною стороною жалюзей.

Навіть при зниженні зовнішньої температури до 5-7 °С, всередині теплиці можна отримати на 6-8 ° С вище ніж з зовні, при розрахунковій площі жалюзей до 9,3% по відношенню до загальної площі теплиці.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРООБІГРІВУ ТЕПЛИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Економічну ефективність характеризують такі показники:
зниження витрат на традиційні теплоносії;
підвищення продуктивність праці;
використання корисної площі покриття теплиці на геліокотел;
час окупності капіталовкладень;
річний економічний ефект.

Основні капіталовкладення теплиці складаються з капіталовкладень на споруди, будівлі та обладнання:

$$K = Cб + Б, \quad (6.1)$$

де $Cб$ - вартість спорудження та будівель, грн.;

$Б$ - балансова вартість устаткування, грн.

З урахуванням транспортування та монтажу визначають балансову вартість споруд та споруд за формулою:

$$Cб = Vб \cdot Kv, \quad (6.2)$$

де $Vб$ - обсяг будови базової теплиці = 2160 м³;

$Vс$ - обсяг існуючої теплиці = 2160 м³;

Kv - ціна 1 м³ будівлі теплиці, $Kv = 128$ грн

Для проектованої теплиці;

$$Cбп = 2160 \cdot 128 = 276480 \text{ грн}$$

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для існуючої теплиці:

$$Сбс = 2160 \cdot 128 = 276480 \text{грн.}$$

Балансову вартість геліокотлу визначають за формулою:

$$Б = К \cdot Ц, \quad (5.3)$$

де К - коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування та монтаж обладнання, $K = 1,2$;

Ц -прейскурантна ціна геліокотлу, грн.

$$Б = 1,2 \cdot 143700 = 172440 \text{грн.}$$

Ціни на комплектуючі геліокотлу вносимо до таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Ціни на комплектуючі геліокотлу

Найменування	Одиниця виміру	Ціна, грн.
ДСП 2x1, 5x0, 02	м	21000
Дерев'яний брус 10x10	м	54400
Труба алюмінієва d10	м	1800
Скло	м ²	38400
Прокат алюмінієвий 2x1,5	м ²	18000
Електровентилятор ПВУ	шт.	1050
Втулка d15	шт	4050
Разом		143700
Балансова вартість		172440

Капіталовкладення для проекрованої теплиці:

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

$$K_{п} = C_{бп} + Б, \quad (6.4)$$

$$K_{п} = 276480 + 172440 = 448920 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати складаються з оплати праці, амортизаційних відрахувань, відрахувань на поточний ремонт, витрат на електроенергію та ін.

Річна програма теплиці розраховується за такою формулою:

$$P_{к} = T \cdot Q \cdot t, \quad (6.5)$$

де T – число днів роботи теплиці на рік, $T = 240$ днів;

Q - продуктивність теплиці, $Q_{ск} - 4$ т/міс; $Q_{пр} = 4,5$ т/міс;

t – час роботи теплиці на день, $t_{ск} = 7$ год; $t_{пр} = 7$ год,

Для існуючої теплиці річна програма складає:

$$P_{кск} = 240 \cdot 4 \cdot 7 = 6720 \text{ т.} \quad (6.6)$$

Для проектованої теплиці річна програма складає:

$$P_{кп} = 240 \cdot 4,5 \cdot 7 = 7560 \text{ т.}$$

Витрати на оплату праці з урахуванням відпусток та перерахунків визначають формулою:

$$Z_{оп} = [(T \cdot 3,2 \cdot m_1 \cdot t_1) + (T \cdot 2,8 \cdot m_2 \cdot t_2)] \cdot 1,9, \quad (6.7)$$

де T – число днів роботи теплиці;

3,2; 2,8 - годинні тарифні ставки оператора та працівника, година;

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

m_1 ; m_2 - число операторів і працівників, у проєктованій теплиці безпосередньо, (не включаючи прибирання, посадку та доставку добрива) працює 2 особи; у існуючій - 4 особи, за рахунок переважання ручної праці

1,9 - коефіцієнт, що враховує нарахування.

Фонд оплати праці в існуючій теплиці:

$$\text{Зоп.с} = [(240 \cdot 3,2 \cdot 2,8) + (240 \cdot 2,8 \cdot 2,8)] \cdot 1,9 = 23,40 \text{ грн.}$$

Фонд оплати праці у проєктованій теплиці;

$$\text{Зоп.п} = [(240 \cdot 3,2 \cdot 2,8) + (240 \cdot 2,8 \cdot 1,8)] \cdot 1,9 = 21888 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування теплиці складаються з амортизаційних обчислень будівлі, машини, обладнання:

$$A = \frac{B \cdot K_a}{100}, \quad (6.8)$$

де B -балансова вартість основних фондів, грн.;

K_a -коефіцієнт щорічних амортизаційних відрахувань, %.

Відрахування на амортизацію споруд:

- для існуючої теплиці:

$$\text{Зам.с.с} = \frac{299520 \cdot 3,1}{100} = 9285 \text{ грн.}$$

- для проєктованої теплиці:

$$\text{Зам.с.п} = 8570,9 \text{ грн.}$$

Відрахування на амортизацію обладнання:

-для проєктованої теплиці:

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Зам.с.п} = \frac{290280 \cdot 12}{100} = 34833,6 \text{ грн.}$$

Відрахування на поточний ремонт споруд складає 3% від первісної вартості:

- для існуючого кормоцеху:

$$\text{Зт.р.с.} = \frac{299520 \cdot 3}{100} = 8985,6 \text{ грн.}$$

- для проектованого кормоцеху:

$$\text{Зт.р.п.} = \frac{276480 \cdot 3}{100} = 8294,4 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію розраховуються за такою формулою:

$$\text{Зе.} = 240 \cdot N \cdot 2,6 \quad (5.9)$$

де N – добові витрати на електроенергію, кВт.год; (за даними господарства $N_{с} \approx 193$ кВт.год. і $N_{п} \approx 188,5$ кВт.година з урахуванням економії від сонячної енергії)

2,6 - ціна електроенергії, грн / кВт.год

240 – кількість днів роботи.

$$\text{Зе.п} = 240 \cdot 188,5 \cdot 2,6 = 117624 \text{ грн.}$$

$$\text{Зе.с} = 240 \cdot 193 \cdot 2,6 = 120432 \text{ грн.}$$

Загальна сума експлуатаційних витрат становитиме:

$$\text{Зе} = \text{Зоп} + \text{Зам.з} + \text{Зт.р.} + \text{Зе}, \text{ (грн)} \quad (5.10)$$

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{ес} = 23040 + 9285 + 8985,6 + 120432 = 214081,6 \text{ грн.}$$

$$З_{еп} = 2188 + 8570,9 + 8294,4 + 117624 = 205692,5 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на приготування добрива визначають за такою формулою:

$$C_k = \frac{Z_o}{P_k}, \quad (6.11)$$

де P_k – річна програма кормоцеху, грн.

Експлуатаційні витрати на продуктивність теплиці становитимуть:

- у існуючій теплиці:

$$C_{к.с} = \frac{214081,6}{6720} = 31,8 \text{ грн. / Т}$$

- у проектованій теплиці:

$$C_{к.п} = \frac{205692,5}{7560} = 27,2 \text{ грн. / Т}$$

Річна економія експлуатаційних витрат:

$$E = (C_{к.с} - C_{к.п}) \cdot РКП, \quad (6.12)$$

$$E = (31,8 - 27,2) \cdot 7560 = 34776 \text{ грн}$$

Витрати праці на приготування 1т продукції можна визначити за такою формулою:

$$Z_T = \frac{q_m}{a_m}, \quad (6.13)$$

де q_m - добові витрати в теплиці, чел.час;

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

am- Добова продуктивність теплиці, т/добу.

Добові витрати:

- у існуючій теплиці:

$$q_{mc}=4.8=32 \text{ чел. час};$$

- у проектованій теплиці:

$$q_{mp}=3.8=24 \text{ чел-час.}$$

Витрати праці на виробництво:

- у існуючій теплиці:

$$3m_z = \frac{32}{48} = 0,67 \text{ чел-година/т}$$

- у проектованій теплиці:

$$3m_p = \frac{24}{55,2} = 0,43 \text{ чел-година/т}$$

Таким чином, економія праці на приготування 1т продукції становитиме:

$$m = 3m_z - 3m_p, \quad (6.14)$$

$$m = 0.67 - 0.43 = 0,24 \text{ чел-годину/т}$$

Отже, економія праці в теплиці, що проектується, в порівнянні з існуючою буде становити:

$$E = m \cdot P_{к.п}, \quad (6.15)$$

$$E = 0,24 \cdot 7560 = 1814,4 \text{ чел-година}$$

Капіталовкладення отримання 1 т продукції складе:

$$Кк.в. = \frac{K}{P_k}, \quad (6.16)$$

-для існуючої теплиці:

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{к.в.с} = \frac{589800}{6720} = 87,7 \text{ грн / т}$$

- для проектованої теплиці:

$$K_{к.в.п} = \frac{566760}{7560} = 74,9 \text{ грн/т}$$

Річні наведені витрати розраховуються за такою формулою:

$$P_{пр} = 3e + K \cdot \dot{Y}_{он}, \quad (6.17)$$

Для існуючої теплиці:

$$P_{пр.с} = 214081,6 + 589800 \cdot 0,2 = 332041,6 \text{ грн.}$$

Для проектованої теплиці:

$$P_{пр.п} = 205692,5 + 566760 \cdot 0,2 = 133921,5 \text{ грн.}$$

Наведені витрати на 1 т продукції: - для існуючої теплиці:

$$P_{с} = \frac{332041,6}{6720} = 49,4 \text{ грн.}$$

- для проектованої теплиці:

$$P_{п} = \frac{133921,5}{7560} = 17,7 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначається:

$$E_{г} = [(C_{кс} + K_{квс} \cdot 0,2) - (C_{кп} + K_{квп} \cdot 0,2)] \cdot R_{кп}, \quad (6.18)$$

$$E_{г} = [(31,8 + 87,7 \cdot 0,2) - (27,2 + 74,9 \cdot 0,2)] \cdot 7560 = 54129,6 \text{ грн.}$$

Строк окупності капітальних вкладень складе:

$$T_0 = \frac{K}{\dot{\mathcal{E}}_г}, \quad (6.18)$$

$$T_0 = \frac{172440}{54129,6} = 3,18 \text{ року}$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 6.2.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Економічна ефективність проекту

Показники	Варіанти теплиць	
	Існуючий	Проектований
Річна програма	6720	7560
Капіталовкладення:		
-основні	589800	566760
- питомі	87,7	74,9
Витрати виробництва 1 т.		
-Праці, чол.год;	0,67	0,43
-Експлуатаційні, грн.	31,8	27,2
- Наведені, грн.	49,4	17,7
Економія:		
-Праці, чол.год;	-	1814,4
-Експлуатаційних витрат, грн.	-	34776
Річний економічний ефект, грн.		
Термін окупності капітальних вкладень, років.	-	3,1

Можна зробити висновок, що зниження енерговитрат за допомогою застосування сучасної системи електрифікації, автоматизації та додаткового використання системи гелеоелектричного обігріву теплиць є економічно доцільним.

ВИСНОВКИ

Сумарно станом на 1 січня відновлювальна енергетика сумарно дає близько 260 мегават загальної потужності. Найближчим часом до них повинні додатися перші 32 мегавати "вітряної" електростанції у Овідіюполя, потім - ще більше 100 мегават сумарної потужності сонячних і вітрових електростанцій, що будуються.

Діюча електростанція на біомасі: Вікна, 1,2 МВт, з 2018 р. Діюча електростанція на біогазі: Одеська область, Овідіопольський р-н, Дальницькі Карери. Потужність – 3000 КВт.

Одеська область має потенціал для будівництва вітрових електростанцій. Особливо актуально це для Татарбунарського та Білгород-Дністровського районів на березі моря. Плюс вітрових електростанцій у тому, що вони не займають сільськогосподарські землі. Мінусом вітряних електростанцій є їхня низька ефективність у спокійну погоду. А ось сонячні електростанції займають величезні площі землі. Але вони дозволяють виробляти електрику вдень будь-якої пори року. У похмуру погоду вони втрачають до 40-50% потужності.

З 628 мільйонів кіловат-годин електроенергії, виробленої в Одеській області у 2020 році, 578 мільйонів припадали на сонячні та вітрові електростанції. Про це повідомляє регіональна служба статистики.

Використання картографічних матеріалів відновлюємих енергоресурсів для різних континентів накладе можливість економити паливні ресурси, скорочувати викиди парникових газів та економити органічне паливо для пасовищних регіонів світу.

Виконано розрахунок вітроустановки АВЭУ6-4М для гарячого водопостачання сільськогосподарського споживача на Агрофірмі «Гарант». Використання вітроустановки для нагрівання гарячої води на Агрофірмі «Гарант» дає не тільки економічний ефект, а й дозволяє зберігати навколишнє середовище, що наразі є дуже актуальним. Найбільш

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективним є варіант з використанням двох установок типу АВЕУ6-4М. У цьому споживач забезпечується енергією на 95%. Термін окупності складає 0,5 років.

Обґрунтовано доцільність розробки для ТНУ систем автономного електропостачання. При цьому зазначається, що ефективним шляхом економії енергоресурсів, що не відновлюються, є поєднання ТНУ з відновлюваними джерелами енергії.

Наводяться два способи вилучення низькопотенційного джерела тепла верхніх шарів ґрунту. Вибирається пропонований варіант у вигляді колодязя з п'яти кілець діаметром 1м.

Дано розрахунок фотоперетворювача для потужності 3 кВт. Відповідно до розрахунку кількість сонячних елементів MSW-100(12) для цієї потужності – 30 штук. Ціна тридцяти сонячних елементів 360 000 грн. Площа сонячних елементів – 25,13 м², розміщені по периметру на довжину 39м.

Проведено дослідження системи електрообігріву теплиці з використанням сонячної енергії в тов агрофірми «Мрія» Біляївського району. Визначена економічна ефективність використання геліокотла. Термін окупності складає 3,1 років.

Всі розрахунки ефективності свідчать про економічну доцільність використання відновлювальних джерел енергії та про значний позитивний вплив на енергетичну систему одеського регіону.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [http://oilreview.kiev.ua/2019/02/25/v-marte-k-seti-podklyuchat-pervyj-
vetropark-v-odesskoj-oblasti-na-324-mvt/](http://oilreview.kiev.ua/2019/02/25/v-marte-k-seti-podklyuchat-pervyj-vetropark-v-odesskoj-oblasti-na-324-mvt/)
2. [https://ecopolitic.com.ua/news/v-odesskoj-oblasti-do-2022-goda-
postroyat-vtoruju-ochered-dnestrovskej-ves/](https://ecopolitic.com.ua/news/v-odesskoj-oblasti-do-2022-goda-postroyat-vtoruju-ochered-dnestrovskej-ves/).
1. Борисов І.І. «Про стратегію розвитку енергетики. Енергетик.» 2007р. № 3, стор 5-7.
2. Посібник із застосування теплових насосів з використанням вторинних енергетичних ресурсів та нетрадиційних відновлюваних джерел енергії. Москомархітектура. ДУП "НІАЦ", 2001р.
3. Васильєв Г.П. Энергоэффективные будинки з теплонасосними системами теплопостачання. ЖКГ, 2002р.,
4. Шеффер Н.І. Визначення характеристик компресійного холодильника. Фізика у школі. 1991 р., №6, с. 46-47.
4. Білявський Г.О. та ін. Основи екології. К.: Лібідь, 2004. - 408с.
5. Новіков Ю. В. Екологія, навколишнє середовище та людина. М: Агентство «ФАІР», 2007, - 320 с
6. www.thermocompressor.ru/sistemy-otopleija/ustroystva-raboti//
7. Бондар Є.С., Калугін П.В. Энергозберігаючі системи кондиціонування повітря з акумуляцією холоду. С.О.К. - 2006.-N3. с. 44-
8. Калнінь І.М. Техніка низької температури на службі енергетики. Холодильна справа. - 1996. -N1.
9. http://www.domteplo.ru/Geothermal_Heat_Pump.htm.
10. Доповідь конференції Організації Об'єднаних Націй з проблем навколишнього середовища, Стокгольм, 5-16 червня 1972 року(Видання Організації Об'єднаних Націй, у продажу за № R.73. II. А. 14), глава 1.
11. Бокуня А.А., Горбачов Б.В., Китаєв В.Є. Електроживлення пристроїв зв'язку: Підручник для вузів/А.А. Бокуняєв, Б.В. Горбачов, В.Є Китаєв та ін; За ред. В.Є. Китаєва. - М.: Радіо і зв'язок, 1988. - 280 с.: Іл.,

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стор.82-83.

12. Агаркова А.М., Івешко Г.Г. Рациональне використання паливно-енергетичних ресурсів при експлуатації теплиць. - К.: Будівельник, 1985. - 120с.

13. Безручко А.С., Пчолкін Ю.Н. Система автоматичного регулювання мікроклімату в теплицях. - «Механізація і електрифікація сільського господарства», 1984, №6, с.11

14. Беккет, Кеннет. Рослини під склом /Переклад з англ. М.Г. Барабанщикова; Під редакцією І.В. Дрягіної.- М.: Мир, 1988. - 197 с.

15. Бодін А.П, Московкін Ф.І. Нове електрообладнання для сільського господарства. - М.: Россільгоспвидат, 1975. - 239 с.

					КРБ.ЕТтаПЕ.1.119-03.2.1	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ (ПРЕЗЕНТАЦІЯ)

					<i>КРБ.ЕТмаПЕ.1.119-03.2.1</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		101