

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
Кафедра технічної теплофізики

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Сергій ВАНЄЄВ
(підпис)

« _____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»,
освітньо-професійної програми «Холодильні машини і установки»
на тему: «Проектування системи гарячого водопостачання з сонячним
колектором»

Здобувача групи ХКдн-94др
(шифр групи)

Соляка Мар'яна Івановича
(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

(підпис)

Мар'ян СОЛЯК
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник Доцент кафедри ТТФ, доцент, к.т.н. Юрій МЕРЗЛЯКОВ
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

ЗМІСТ

С.

Вступ.....	3
1 Аналіз потенціалу використання сонячної енергії.....	5
2 Потенціал сонячних колекторів у теплопостачанні та ГВП.....	10
3 Проектування системи гарячого водопостачання з сонячним колектором..	16
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	29
Список використаних джерел	34

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Проектування системи гарячого водопостачання з сонячним колектором	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Соляк							
Перевір.	Мерзляков						2	34
Н. контр.						СумДУ, гр. ХКдн-94др		
Затв.	Ванєєв							

ВСТУП

Сонячна енергія є одним з найбільш екологічно чистих і безкоштовних джерел енергії на Землі. Використання сонячної енергії може бути вигідним з економічної, соціальної та екологічної точок зору.

Економічний потенціал використання сонячної енергії полягає в тому, що вона може знизити витрати на енергоспоживання в довгостроковій перспективі. За розрахунками Міжнародного агентства з відновлювальної енергетики, встановлення сонячних панелей може забезпечити витрати на електроенергію в 60 країнах світу, знижуючи собівартість електроенергії на 20-50%.

Соціальний потенціал використання сонячної енергії полягає в тому, що вона може забезпечити енергетичну незалежність і безпеку для місцевих громад. Віддалені райони можуть використовувати сонячні панелі, щоб забезпечити собі електроенергію, яка є необхідною для розвитку соціально-економічних проєктів, таких як освіта та охорона здоров'я.

Екологічний потенціал використання сонячної енергії полягає в тому, що вона дозволяє знизити викиди вуглецю та інших забруднюючих речовин в атмосферу. Сонячні панелі не випускають шкідливих викидів, тому вони не мають впливу на кліматичні зміни та здоров'я людей.

Однак, для ефективного використання сонячної енергії необхідні певні умови, такі як наявність сонячних променів, відстань від затінків, а також наявність відповідної інфраструктури, такої як сонячні панелі та їх зберігання. Крім того, вартість сонячних панелей може бути високою, особливо для маленьких бізнесів та домогосподарств, що може стати перешкодою для широкого використання сонячної енергії.

Також, залежно від регіону, можуть бути деякі виклики, пов'язані зі зберіганням енергії, отриманої від сонячних панелей, в той час, коли немає сонця. Однак, технології зберігання енергії, такі як акумулятори, постійно

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						3
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

поліпшуються, що може допомогти зробити сонячну енергію більш доступною і ефективною для використання.

Загалом, сонячна енергія має великий потенціал для використання в різних сферах, таких як промисловість, транспорт, житлове будівництво та інші. Зростання технологічного рівня і популярності сонячних панелей, а також зменшення їх вартості, можуть допомогти зробити сонячну енергію більш доступною для широкої маси людей і допомогти зменшити забруднення навколишнього середовища.

Застосування сонячної енергії може мати значний вплив на зменшення використання традиційних джерел енергії, таких як нафта, вугілля та газ, що може допомогти зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу та зменшити негативний вплив на здоров'я людей та навколишнє середовище.

Сонячна енергія також може мати позитивний вплив на економіку, зменшуючи залежність від імпорту нафти та газу. Застосування сонячної енергії може допомогти зменшити енергетичну залежність країни від інших країн та створити нові робочі місця в галузі виробництва та установки сонячних панелей.

Нарешті, сонячна енергія може стати ключовим елементом в боротьбі зі зміною клімату, оскільки вона допомагає зменшити викиди парникових газів та інших шкідливих речовин в атмосферу. Якщо будуть прийняті необхідні кроки для розвитку сонячної енергії, то можна очікувати значний вплив на зменшення емісій та покращення стану довкілля.

Отже, використання сонячної енергії має великий потенціал для розвитку та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, незважаючи на технічні та економічні виклики.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

1 Аналіз потенціалу використання сонячної енергії

Сонячна енергія є екологічно безпечним джерелом енергії, яке можна використовувати протягом усього року. Україна має достатню кількість сонячного випромінювання, яке в залежності від регіону змінюється від 1070 до 1400 кВт·год/м² [1, 2, 3].

Геліотехнічне обладнання може показувати ефективність протягом усього року, але найкращі результати воно демонструє в період з квітня до жовтня. Досвід країн Європи та Північної Америки свідчить, що сонячна енергія може використовуватися для виробництва тепла навіть уночі. В Україні геліотехніка є найбільш обґрунтованим вибором для перетворення сонячної енергії на теплову. Значні резерви сировини та науково-технічна база дозволяють задовольнити потреби не лише внутрішнього, а й зовнішнього споживання.

Україна може використовувати досвід впровадження сонячних станцій у Європі та зменшення вартості будівництва. Завдяки технологічному вдосконаленню та введенню в експлуатацію нових потужностей, виробництво теплової енергії сонячними станціями може значно зрости. В умовній поділці території України на чотири зони, враховуючи інтенсивність сонячної радіації (рис. 1).



Рисунок 1 – Розподіл питомої сумарної сонячної радіації на території України протягом року

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Сонячне випромінювання представляє собою енергетичний потік, що Сонце випромінює рівномірно у всіх напрямках. Однак, лише частка цього потоку проникає через атмосферу Землі. Таблиця 1 містить дані про середньомісячну сонячну радіацію в деяких містах України за останні 22 роки.

Таблиця 1 – Сезонна потужність сонячної енергії в Україні

Населений пункт	Північної широти	Середній місячний рівень сонячної радіації у містах України, кВт·год/м ² /доба												
		Січ	Лют	Бер	Квіт	Трав	Чер	Лип	Сер	Вер	Жов	Лис	Груд	Середньо річне
Київ	50°27'	1,07	1,87	2,95	3,96	5,25	5,22	5,25	4,67	3,12	1,94	1,02	0,86	3,10
Львів	49°50'	1,08	1,83	2,82	3,78	4,67	4,83	4,83	4,45	3,00	1,85	1,06	0,83	2,92
Одеса	46°28'	1,25	2,11	3,08	4,38	5,65	5,85	6,04	5,33	3,93	2,52	1,36	1,04	3,55
Суми	50°54'	1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,10	0,86	3,16
АРК	44°29'	1,27	2,06	3,05	4,30	5,44	5,84	6,20	5,34	4,07	2,67	1,55	1,07	3,57

З аналізу таблиці 1 можна зробити висновок, що використання сонячної енергії у місті Суми та Сумській області є раціональним, навіть у порівнянні з найтеплішими містами України.

Таблиця 2 – Середня кількість сонячних днів для регіонів України

Населений пункт	Січ	Лют	Бер	Квіт	Трав	Чер	Лип	Сер	Вер	Жов	Лис	Груд	Середньо-річне
Київ	2	4	8	12	16	18	21	21	15	14	6	4	141
Львів	4	4	8	10	14	16	18	20	15	12	7	8	136
Одеса	6	8	13	18	22	23	27	27	21	16	12	13	206
Суми	3	5	7	11	19	18	20	20	15	15	7	3	143
АРК	7	10	11	19	20	22	26	27	21	18	15	12	208

Аналізуючи таблицю 2, можна зробити висновок, що середньорічна кількість сонячних днів у місті Суми становить 143 дні, що більше, ніж у Києві та Львові, але значно менше, ніж у південних регіонах. Головною перевагою станцій, що працюють на сонячній енергії (геліостанцій), є їх безшумність. Однак, значним недоліком є потреба у великих земельних

площах. Кожен 1 МВт потужності вимагає мінімум 1,5 Га землі. Також, недоліком є непостійність виробництва енергії.

Для отримання тепла в системі гарячого водопостачання (ГВП) можна використовувати сонячні колектори (СК). Сонячні колектори здатні підігрівати воду до температури до 70°C. Протягом дня сонячні колектори перетворюють сонячну енергію на тепло, яке нагріває воду, що зберігається в ізольованих ємностях (баках-акумуляторах). Вода з цих баків-акумуляторів подається в систему гарячого водопостачання. Сонячні колектори зазвичай встановлюються на даху будинку або на прилеглий території, а баки для накопичення та додаткове обладнання розміщуються в технічних приміщеннях. Експлуатаційні витрати для роботи системи гарячого водопостачання з використанням сонячних колекторів є мінімальними, оскільки електрична енергія витрачається лише на роботу циркуляційного насосу.

Сонячне випромінювання, яке досягає поверхні Землі, можна розглядати з енергетичної точки зору як суму двох основних складових - прямого і розсіяного випромінювання. Пряме сонячне випромінювання представляє собою ту частину сонячного випромінювання, яка проникає через атмосферу безперешкодно і потрапляє безпосередньо на поверхню Землі. Розсіяне сонячне випромінювання, з свого боку, включає частину випромінювання, яка відбивається або поглинається частинками пилу, молекулами газів і іншими чинниками в атмосфері, а потім знову випромінюється в усіх напрямках і потрапляє на поверхню Землі. Таким чином, повне сонячне випромінювання, яке досягає поверхні Землі, складається з суми значень прямого і розсіяного випромінювання.

Активне теплотехнічне використання сонячної енергії з використанням сонячних колекторів дозволяє ефективно виробляти теплову енергію для гарячого водопостачання. Проте кількість корисної енергії, яку може виробити колектор, залежить від декількох факторів. Одним із важливих

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

факторів є загальна кількість сонячної енергії, доступної для використання. Крім того, тип, нахил і орієнтація колектора також впливають на ефективність його роботи.

Для економічної експлуатації сонячної установки необхідно добре підібрати параметри її компонентів. Неправильний розрахунок може призвести до збільшення вартості окремих елементів і загальної установки. Тому важливо професійно визначити оптимальні параметри системи.

Якщо сонячні установки розраховані правильно і складаються з взаємно узгоджених компонентів, вони можуть покривати значну частину річної потреби в енергії для нагрівання гарячої води. Успішно побудована система сонячних колекторів може забезпечити до 50-60% потреби в енергії для приготування гарячої води.

На рис. 2 показані фактори, що впливають на процес поглинання сонячної енергії вакуумним колектором.

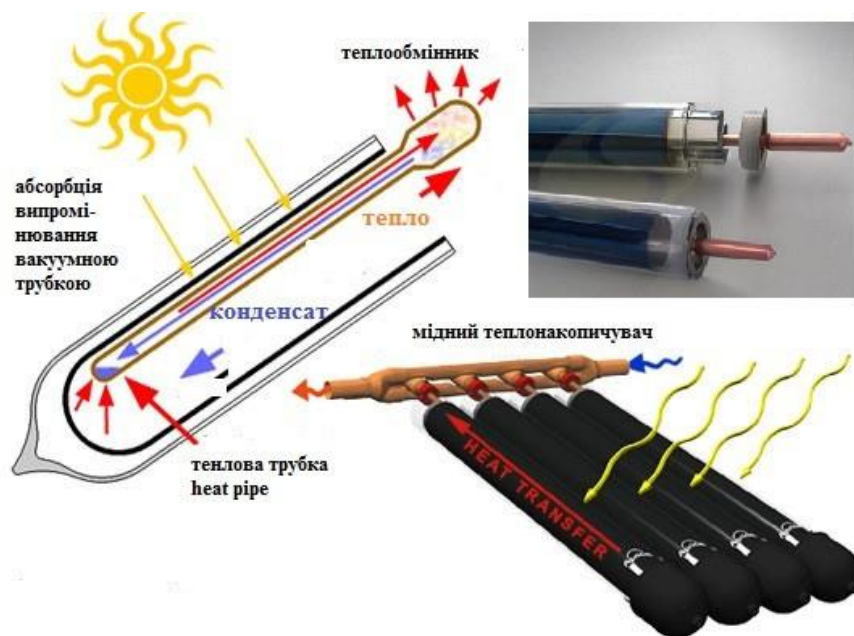


Рисунок 2 – Фактори впливу на ефективність сонячних колекторів

Вакуумний колектор є пристроєм, який призначений для перетворення сонячної енергії в тепло з метою нагрівання води. Цей колектор складається з двох трубок, які знаходяться в вакуумному середовищі для забезпечення

ізоляції. Внутрішня скляна трубка покрита 12 шарами спеціального теплочутливого матеріалу, який перетворює сонячне випромінювання в теплову енергію. Усередині колби розташована мідна трубка з алюмінієвим теплоприймачем, яка нагрівається під впливом сонячного випромінювання.

Розсіяне випромінювання залежить від атмосферних та погодних умов, вмісту пару у повітрі, забруднення повітря та інших факторів. В Україні розсіяне випромінювання становить значну частку, більше 50%. Для ефективного сприйняття прямого сонячного випромінювання, колектор повинен бути орієнтованим перпендикулярно потоку сонячного світла. Однак, для сприйняття розсіяного випромінювання орієнтація не є таким критичним фактором, оскільки воно розподіляється майже рівномірно з усіх напрямків небосхилу. Тому, для забезпечення поглинання розсіяного випромінювання та отримання максимальної теплової енергії в похмурих і хмарних днях необхідне використання якісного обладнання, що забезпечує найвищу ефективність роботи системи. Сонячні колектори, залежно від їх типу, дозволяють використовувати майже 75% сумарного випромінювання.

Різні типи сонячних колекторів реагують по-різному на погодні умови. При проектуванні сонячної установки необхідно враховувати вплив снігових та вітрових навантажень на конструкцію. Снігове навантаження є змінною величиною. Однак, робота вакуумних трубок сонячних колекторів, у порівнянні з плоскими колекторами, менше залежить від впливу вітру та низьких температур, завдяки ізоляційним властивостям вакууму. Вакуумні трубки виготовлені з міцного боросилікатного скла, яке може витримувати високі снігові та вітрові навантаження, а також град розміром до 25 мм.

Однак, на продуктивність сонячних колекторів значно впливає й кілька інших факторів, таких як: погодні умови, стан атмосфери, кількість світлових днів, орієнтація, кут нахилу і затінення колекторів. Усі ці фактори необхідно враховувати під час проектування сонячної установки.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

2 Потенціал сонячних колекторів у теплопостачанні та ГВП

Сонячна теплова енергія має великий потенціал застосування в промисловості, оскільки має ряд переваг [5, 6]. До переваг можна віднести:

1. Низькі коефіцієнти теплопередачі: Сонячні колектори здатні нагрівати рідину або повітря до високих температурних рівнів, завдяки чому досягається високий ефективний тепловий градієнт.

2. Високі температури процесів: Сонячні колектори здатні забезпечити потрібні високі температури для багатьох промислових процесів, таких як виробництво пари або плавлення металів.

3. Різні навантаження у процесах: Сонячна теплова енергія може задовольняти високі пікові потреби в енергії у періодичних процесах, наприклад, у промислових установках, де існує піковий попит на енергопостачання.

4. Швидкі темпи нагрівання: Сонячна енергія може бути використана для швидкого нагрівання матеріалів або середовищ у промислових процесах, що забезпечує ефективність і продуктивність.

Загалом, сонячна теплова енергія має великий потенціал у промисловості, дозволяючи забезпечити високу температуру, швидкість нагрівання та відповідати різним потребам процесів.

Зниження середньої робочої температури сонячного колектора сприяє підвищенню його ефективності. Ця температура залежить від температури зворотного потоку сонячного колектора і вимог до температури теплопостачання. Зменшення середньої робочої температури сонячного колектора призводить до збільшення його продуктивності.

Важливо враховувати, що температури, необхідні для процесів у системі, мають великий вплив на температуру теплопостачання. Це одна з ключових проблем при інтеграції сонячної теплоенергетики в промисловість - досягнення високих температур у процесах.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Зменшення середньої робочої температури колектора дозволяє досягти більшої ефективності сонячної системи, оскільки висока температура робочого середовища часто пов'язана зі збитками в ефективності і теплових втрат. Шляхи зниження середньої робочої температури можуть включати використання теплових насосів, системи зберігання тепла або комбінованого використання сонячної енергії з іншими джерелами тепла.

Для успішної інтеграції сонячної теплоенергетики у промисловість, важливо знайти рішення, що дозволять задовольнити високі температурні вимоги процесів, одночасно знижуючи середню робочу температуру сонячного колектора і підвищуючи його ефективність.

Дійсно, температура зворотного потоку теплоносія також впливає на середню робочу температуру сонячного колектора. Підвищення ефективності роботи колектора досягається, коли середня робоча температура знижується, а це можливо при великій різниці температур між вхідним та вихідним потоками теплоносія в колекторі.

У випадках, коли використовуються системи з низькими коефіцієнтами теплопередачі, такі як змішувальні баки, необхідно підвищувати температуру теплоносія у зворотному потоці, щоб створити великі градієнти температур між сторонами процесу та постачання. Це сприятиме ефективній передачі тепла і забезпечить високу продуктивність колектора.

Таким чином, для забезпечення оптимальної роботи сонячного колектора важливо враховувати як температуру теплопостачання, так і температуру зворотного потоку теплоносія. Оптимальна величина різниці між цими температурами буде залежати від конкретних умов і вимог процесу, а раціональне керування цими параметрами допоможе досягти більшої ефективності сонячного колектора.

Так, впровадження сонячної теплової енергії у промисловості стикається з викликами, пов'язаними з перемінним навантаженням та високими піками енергії. Ці виклики можуть бути вирішені за допомогою

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

встановлення систем акумуляції, які забезпечують збереження надлишкової енергії, що виробляється в періоди низького попиту, для використання в періоди високого попиту.

Проте, для досягнення максимальної ефективності сонячної теплоенергетики в промислових процесах необхідна конструкція системи, яка забезпечує не лише покриття постійного базового навантаження, але й здатність вирівнювати змінні навантаження. Це може потребувати нових технологічних рішень та розвитку систем взаємодії між традиційними процесами та сонячними тепловими системами.

Отже, для успішної інтеграції сонячної теплоенергетики у промисловості необхідно розробити детальні плани, які враховують взаємодію між традиційними технологіями та новими сонячними системами. Це може включати оптимізацію режимів роботи, встановлення ефективних систем акумуляції та розвиток нових технологій для забезпечення надійності та стабільності постачання теплової енергії у промислових процесах.

Галузі застосування сонячних колекторів:

- гаряче водопостачання (ГВП);
- підігрів басейнів;
- підтримка опалення (тепла підлога);
- комбіновані системи теплопостачання тощо

Сонячні колектори не можуть повністю задовольнити всі потреби в опаленні, особливо в умовах високого попиту на теплову енергію. Однак, вони мають багато переваг, які роблять їх привабливими для використання в різних об'єктах:

Висока ефективність: Сонячні колектори можуть досягати високого коефіцієнта корисної дії (ККД) до 95%. Це означає, що вони ефективно перетворюють сонячну радіацію в теплову енергію.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

виробляється системою для ГВП; 5 – кількість сонячної енергії, що виробляється системою для ГВП + опалення + басейн; 6 – потреба в енергії для підігріву басейна.

На рисунку 4 по вертикалі відкладено потреба в енергії у відсотках, по горизонталі – місяці. З цього рисунку можна зробити наступні висновки:

1. Теплоізольовані будівлі потребують меншу потребу в енергії ніж будівлі без ізоляції. У цьому випадку підходить комбінована система з використанням сонячних колекторів.

2. Максимальна потреба в теплоті для потреб опалення припадає на період найменшої продуктивності сонячних колекторів, тому їх можна використовувати лише для підтримки потреб у опаленні в комбінації з централізованим опаленням, твердопаливними котлами, автономними газовими системами тощо.



Рисунок 5 – Типи сонячних колекторів

Сонячні колектори можуть бути використані для забезпечення тепла та гарячої води в будинках та інших спорудах. Вони використовують сонячне випромінювання для нагрівання теплоносія, який потім може бути використаний для опалення приміщення або для підігріву води для ГВП.

Ефективне використання сонячних колекторів для теплопостачання та ГВП залежить від декількох факторів. Перш за все, це залежить від доступної кількості сонячної енергії, яка може бути поглинута та перетворена в тепло. Крім того, ефективність сонячних колекторів і їх розмір також мають велике значення.

У помірних кліматичних зонах, таких як Європа, сонячні колектори можуть задовольнити приблизно 60% потреб у гарячій воді та опаленні. У більш сонячних регіонах, наприклад, на Близькому Сході, сонячні колектори можуть забезпечити значно більше енергії.

Однією з головних переваг використання сонячних колекторів є їх автономність та незалежність від будь-якого палива. Сонячна енергія є безкоштовним джерелом енергії. Крім того, використання сонячних колекторів може суттєво знизити витрати на енергію та сприяти зменшенню викидів в атмосферу.

Загалом, сонячні колектори мають значний потенціал у теплопостачанні та ГВП. Вони можуть сприяти підвищенню енергетичної ефективності та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3 Проектування системи гарячого водопостачання з сонячним колектором

3.1 Завдання на проектування системи гарячого водопостачання (ГВП) з використанням сонячного колектора.

Вихідні дані:

- сезонність геліосистеми: цілорічна;
- загальна кількість людей: $n_{\text{люд}} = 8$ чоловік;
- норма води на людину на добу: $Z_{\text{вод}} = 50$ л;
- температура холодної водопровідної води: $t_1 = 12^\circ\text{C}$;
- необхідна температура гарячої води: $t_2 = 50^\circ\text{C}$.

У випадку проектування цілорічної системи ГВП необхідно передбачити проміжний контур з примусовою циркуляцією теплоносія під тиском 2,5-3 бар. Проміжний контур необхідно заповнити нетоксичною рідиною в цілях безпеки можливого контакту теплоносія з водою. Температура замерзання теплоносія в умовах роботи у зимовий період повинна бути не вище -30°C .

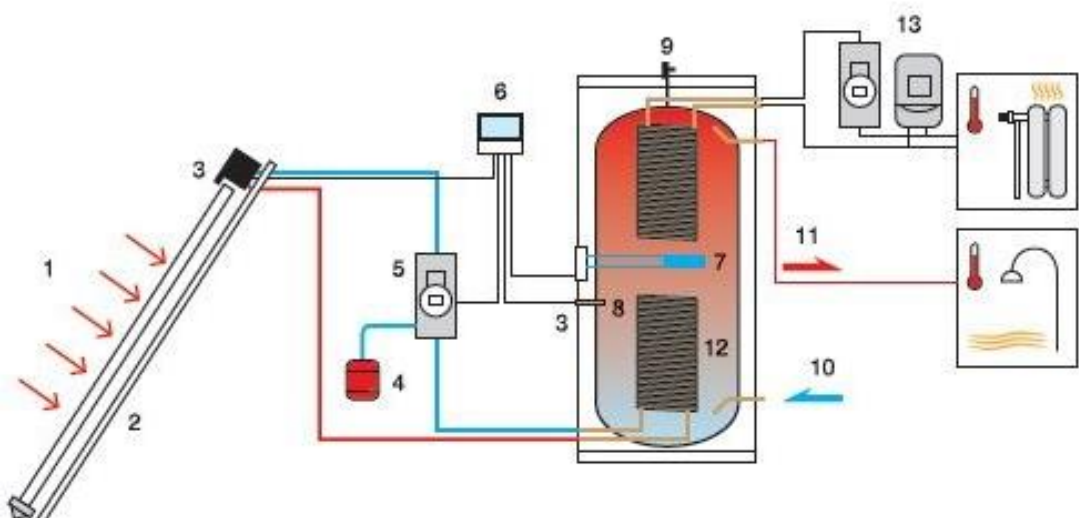


Рисунок 6 – Схема обладнання геліосистеми

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		16

Основними елементами геліосистеми є [7, 8, 9] (рис. 6): 1 - сонячний колектор; 2 - опорна конструкція для кріплення сонячного колектора; 3- теплообмінник вакуумного трубного сонячного колектора; 4 - розширювальний бак; 5 - робоча станція з насосом; 6 - контролер; 7 - вбудований ТЕН; 8 - датчик контролю температури; 9 - комбінований клапан; 10 - подача холодної води; 11 - вихід гарячої води для ГВП; 12 - теплообмінник з циркулюючим теплоносієм; 13 - насосна станція циркуляції системи опалення.

1) Об'єм гарячої води, що споживається:

$$V_{\text{доб}} = n_{\text{люд}} \cdot Z_{\text{вод}} \quad (1)$$

$$V_{\text{доб}} = 8 \cdot 50 = 400 \text{ л/доба}$$

2) Теплове навантаження системи ГВП в день:

$$Q_1 = m \cdot c_p (t_2 - t_1) \quad (2)$$

де m – маса води, кг;

$c_p = 4,17$ – питома теплоємність води, кДж/кг·К

$$Q_1 = 400 \cdot 4,17 \cdot (50 - 12) = 63\,384 \text{ кДж} = 17,61 \text{ кВт}$$

3) Кількість теплової енергії, що отримується з 1 м^2 поверхні колекторного поля:

$$Q_2 = I_{\text{ср}} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (3)$$

де $I_{\text{ср}} = 3,16$ – середньорічний приплив сонячної радіації на горизонтальну поверхню, кВт·год·день/м² (табл. 1);

$k_1 = 1,1$ – середньорічний кутовий коефіцієнт, що враховує невідповідність припливу сонячної радіації на похилу та плоску поверхні;

$k_2 = 0,75$ – середньорічний к.к.д. геліосистеми, що враховує цілорічні теплові втрати на трубопроводах, з'єднаннях та оптичний к.к.д. самого колектору

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

$$Q_2 = 3,16 \cdot 1,1 \cdot 0,75 = 2,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot \text{день}/\text{м}^2$$

4) Розрахунок необхідної площі колекторного поля:

$$S = \frac{Q_1}{Q_2} \quad (4)$$

$$S = \frac{17,61}{2,6} = 6,77 \text{ м}^2$$

5) Розрахунок необхідної кількості вакуумних трубок:

$$n_{\text{тр}} = \frac{S}{S_{\text{абс}}} \quad (5)$$

де $S_{\text{абс}} = 0,133$ – абсорбційна площа однієї вакуумної трубки, м^2

$$n_{\text{тр}} = \frac{6,77}{0,133} = 51 \text{ шт}$$

6) Абсорбційна площа колекторного поля:

$$S_{\text{аб}} = n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{абс}} \quad (6)$$

$$S_{\text{аб}} = 51 \cdot 0,133 = 6,8 \text{ м}^2$$

7) Монтажна площа колекторного поля:

$$S_m = n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{тр}} \quad (7)$$

де $S_{\text{тр}} = 0,201$ – монтажна площа однієї вакуумної трубки, м^2

$$S_m = 51 \cdot 0,201 = 10,25 \text{ м}^2$$

8) Розрахунок потужності сонячних колекторів у літній період:

$$Q_s = n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{абс}} \cdot I_{\text{ср} s} \cdot k_{1s} \cdot k_{2s} \quad (8)$$

де $I_{\text{ср} s} = 5,32$ – середній приплив сонячної інсоляції на горизонтальну поверхню у літній період, $\text{кВт} \cdot \text{год} \cdot \text{день}/\text{м}^2$ (таблиця 1)

$k_{1s} = 1,01$ – кутовий коефіцієнт, що враховує невідповідність припливу сонячної радіації на похилу та плоску поверхні у літній період;

$k_{2s} = 0,9$ – середній к.к.д. геліосистеми, що враховує цілорічні теплові втрати на трубопроводах, з'єднаннях та оптичний к.к.д. самого колектору у літній період

$$Q_s = 51 \cdot 0,133 \cdot 5,32 \cdot 1,01 \cdot 0,9 = 32,8 \text{ кВт}$$

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

9) Коефіцієнт навантаження системи ГВП у літній період:

$$g_s = \frac{Q_s}{Q_1} \cdot 100 \% \quad (9)$$

$$g_s = \frac{32,8}{17,61} \cdot 100 = 186 \%$$

10) Розрахунок потужності сонячних колекторів у зимовий період:

$$Q_w = n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{абс}} \cdot I_{\text{ср } w} \cdot k_{1w} \cdot k_{2w} \quad (10)$$

де $I_{\text{ср } w} = 1,31$ – середній приплив сонячної інсоляції на горизонтальну поверхню у зимовий період, кВт·год·день/м² (табл. 1);

$k_{1w} = 1,2$ – кутовий коефіцієнт, що враховує невідповідність припливу сонячної радіації на похилу та плоску поверхні у зимовий період;

$k_{2w} = 0,7$ – середній к.к.д. геліосистеми, що враховує цілорічні теплові втрати на трубопроводах, з'єднаннях та оптичний к.к.д. самого колектору у зимовий період

$$Q_w = 51 \cdot 0,133 \cdot 1,31 \cdot 1,2 \cdot 0,7 = 7,46 \text{ кВт}$$

11) Коефіцієнт навантаження системи ГВП у зимовий період:

$$g_w = \frac{Q_w}{Q_1} \cdot 100 \% \quad (11)$$

$$g_s = \frac{7,46}{17,61} \cdot 100 = 42 \%$$

12) Річне виробництво теплової енергії попередньо складає:

$$Q_g = n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{абс}} \cdot I_{\text{ср}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot 365 \quad (12)$$

$$Q_g = 51 \cdot 0,133 \cdot 3,16 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 365 = 6\,454,4 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot \text{рік} / \text{м}^2$$

13) Коефіцієнт річного навантаження системи ГВП:

$$g_g = \frac{Q_g}{Q_1 \cdot 365} \cdot 100 \% \quad (13)$$

$$g_s = \frac{6\,454,4}{17,61 \cdot 365} \cdot 100 = 100,4 \%$$

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3.2. Розрахунок кута нахилу та відстані між рядами сонячних колекторів

Для того, щоб запобігти небажаному затіненню, при монтажі декількох рядів сонячних колекторів один за іншим повинно бути витримано певну відстань між рядами z (рис. 7).

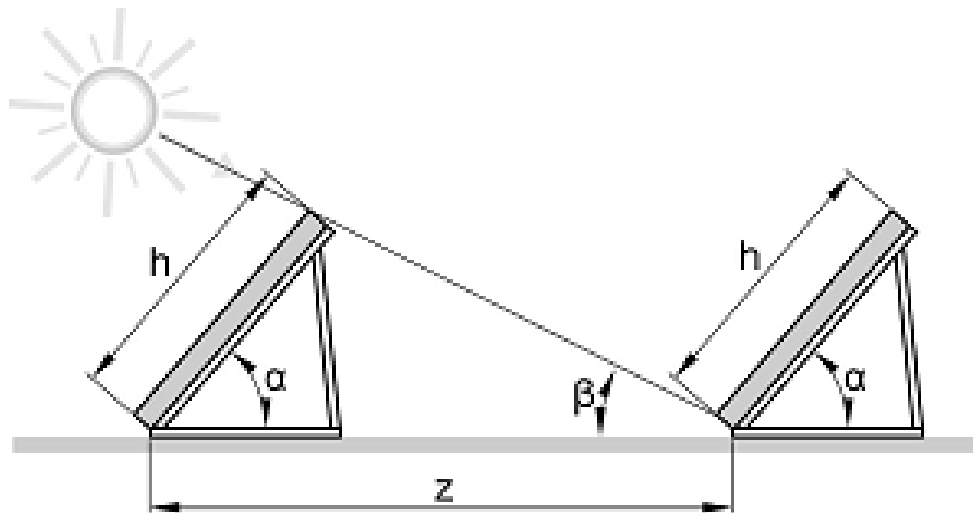


Рисунок 7 – Схема до визначення відстані між рядами сонячних колекторів

По перше, необхідно визначити кут висоти сонця β для відповідного регіону. Наша планета обертається навколо Сонця та власної осі, яка розташована під кутом в $23,5$ градуса до нього. Для м. Суми цей кут складає:

$$\beta = 90^\circ - 23,5^\circ - \varphi \quad (14)$$

де φ – градус широти, де розташовуються сонячні колектори, град

$$\beta = 90^\circ - 23,5^\circ - 50 = 16,5^\circ$$

Відповідно до рисунку 7 відстань між рядами сонячних колекторів визначається наступним чином:

$$z = \frac{h \cdot \sin(180^\circ - (\alpha + \beta))}{\sin \beta} \quad (15)$$

де $h = 2,02$ – висота сонячного колектору, м;

α – кут встановлення сонячного колектору, град.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		20

Кут встановлення сонячного колектору впливає на потужність геліосистеми. Всесезонний кут α дорівнює градусу широти φ , де розташовуються сонячні колектори. Зимовий кут дорівнює градусу широти $\varphi + 10^\circ$, літній кут дорівнює градусу широти $\varphi - 10^\circ$. Тому, для м. Суми всесезонний кут встановлення сонячного колектору дорівнює $\alpha = 50^\circ$, зимовий кут – $\alpha = 60^\circ$, літній кут – $\alpha = 40^\circ$. Результати розрахунку відстані між рядами сонячних колекторів за рівнянням (15) для різних кутів встановлення сонячного колектору зведені до таблиці 3. Результати розрахунку ефективності геліосистеми зведені до таблиці 4.

Таблиця 3 – Відстань між рядами сонячних колекторів

	Кут встановлення сонячного колектору α				
	40°	45°	50°	55°	60°
Відстань між рядами сонячних колекторів z, м	5,93	6,25	6,52	6,74	6,92

Таблиця 4 – Ефективність геліосистеми з вакуумними СК

		Січ	Лют	Бер	Квіт	Трав	Чер	Лип	Сер	Вер	Жов	Лис	Груд	Сер.річ.
Інсоляція, кВт/день		1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,1	0,86	3,16
Кількість світлових годин		8	9	10	11	12	12	12	12	11	11	10	9	10,58
Потужність геліо системи, під кутом СК, кВт/день	40°	10,1	14,08	19,6	21,22	25,42	24,3	25,18	24,3	19,4	14,8	9,18	8,13	17,97
	60°	10,8	14,36	18,7	18,89	21,5	20,1	20,94	21,2	18	14,8	9,51	8,72	16,46
Покриття навантаження, %	40°	57,1	80,02	111	120,5	144	138	143	138	110	84,2	52,1	46,2	102
	60°	61,3	81,58	106	107,3	122,1	114	118,9	120	102	84,1	54	49,5	93,5

Відповідно до таблиці 3, залежно від кута встановлення сонячного колектору α буде змінюватись відстань між рядами сонячних колекторів z , при цьому чим більше α , тим більше z . Збільшення відстані між рядами сонячних колекторів потребує більшої площі для встановлення сонячних колекторів. Тому, коли цієї площі не вистачає необхідно керуватись розрахунками і приймати конструктивне рішення.

Відповідно до таблиці 4, при встановленні сонячних колекторів під кутом $\alpha = 40^\circ$ середньорічна потужність геліосистеми становить 17,97 кВт/день, що покриває 102 % навантаження системи ГВП. При встановленні сонячних колекторів під кутом $\alpha = 60^\circ$ середньорічна потужність геліосистеми становить 16,46 кВт/день, що покриває 93,5% навантаження системи ГВП. Тому для цілорічного функціонування геліосистеми більш прийнятним буде кут встановлення сонячних колекторів $\alpha = 40^\circ$.

Результати розрахунків зведені до рисунків 8, 9, 10.

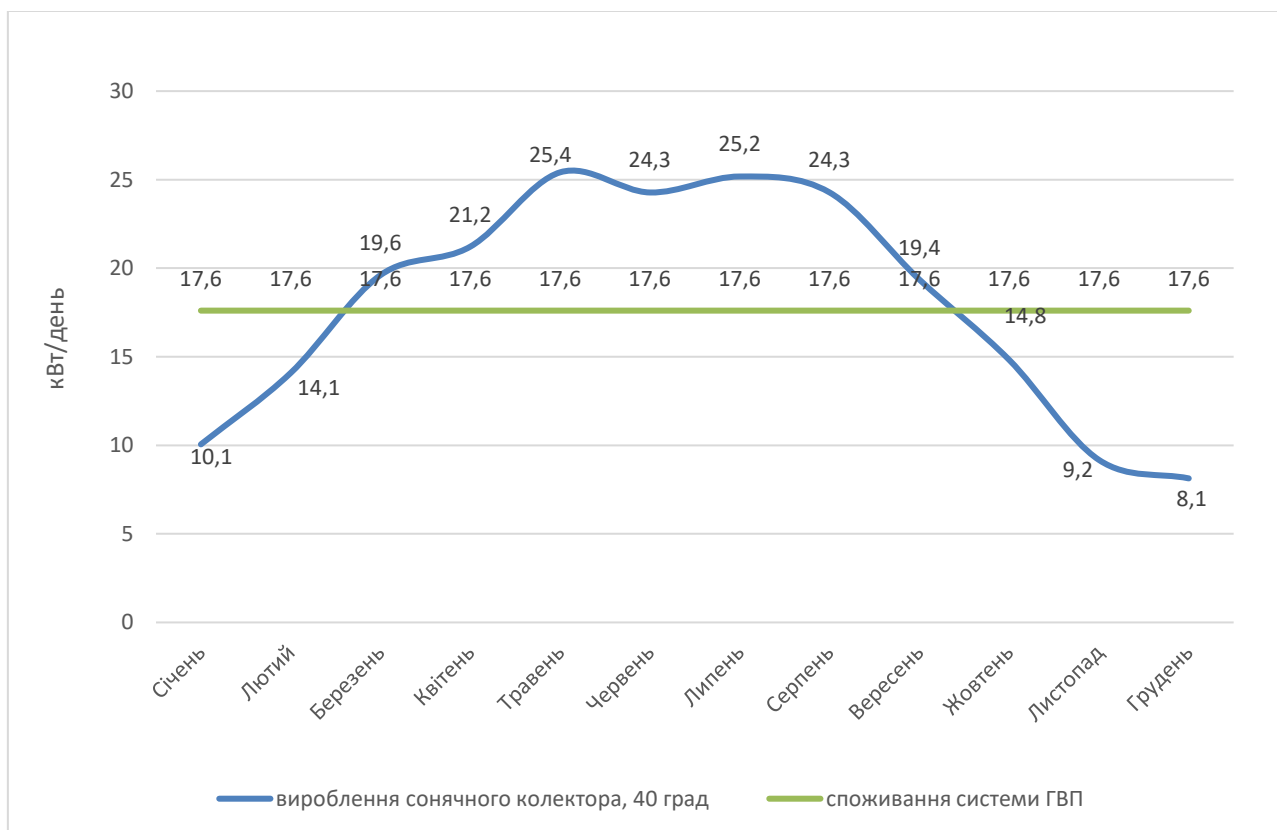


Рисунок 8 – Вироблення та заміщення теплового навантаження системи ГВП

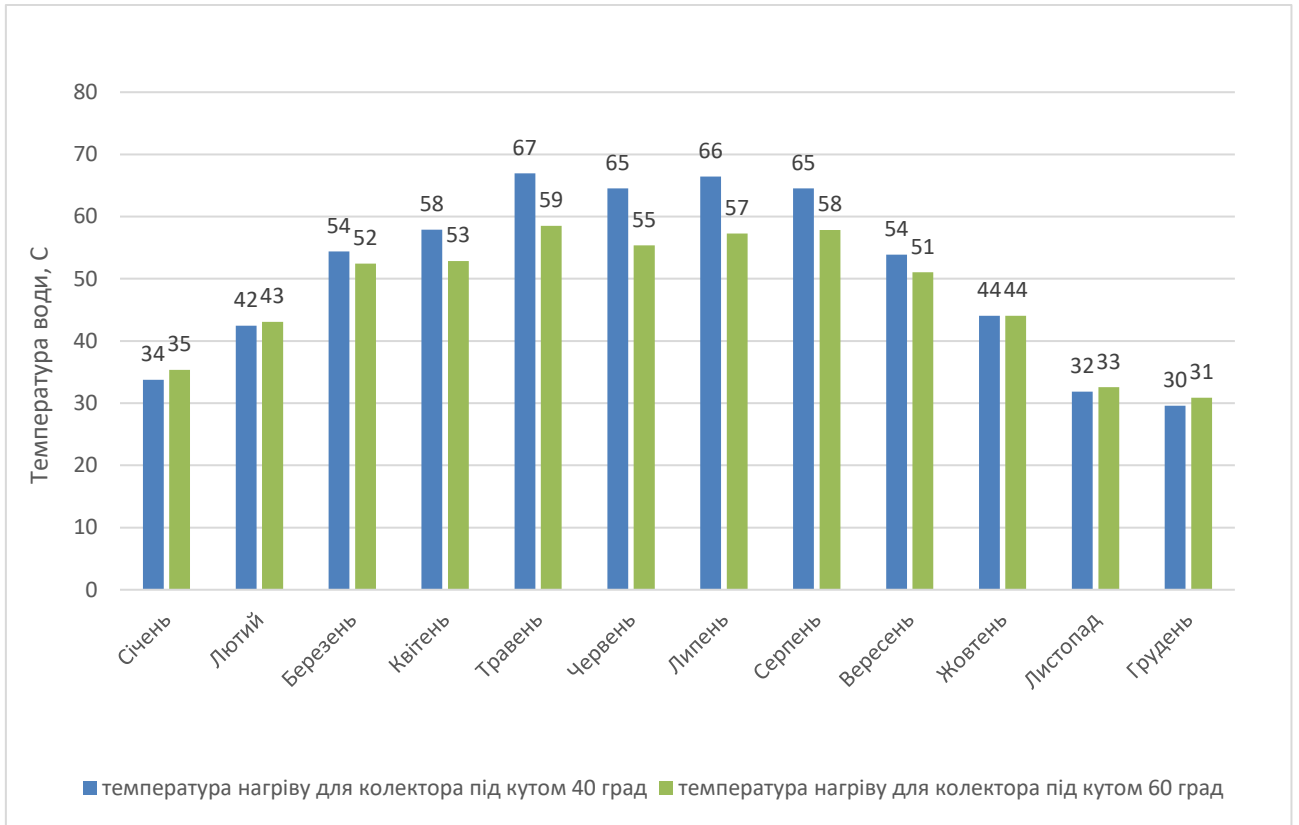


Рисунок 9 – Середня температура нагріву води системи ГВП

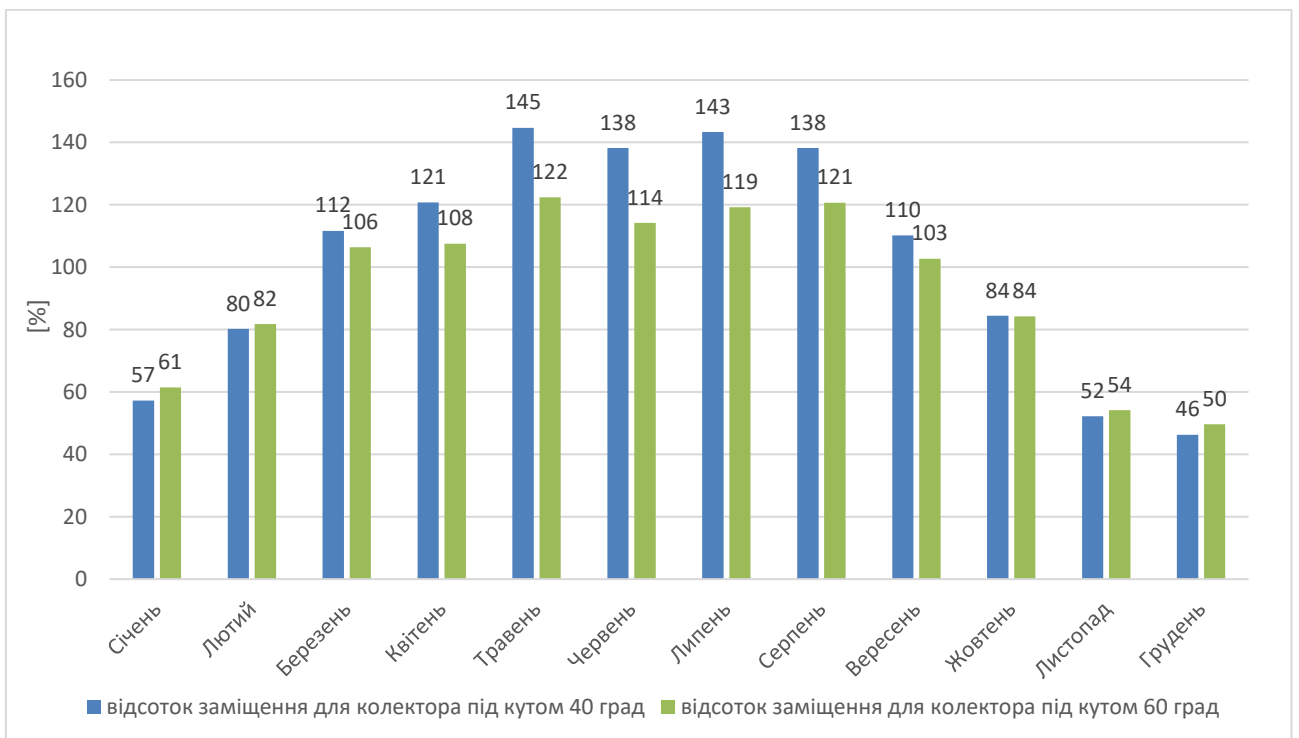


Рисунок 10 – Відсоткові показники заміщення системи ГВП

Рисунок 8 показує, що з березня по вересень геліосистема забезпечує середньомісячне навантаження системи гарячого водопостачання. В інші місяці догрівання води буде відбуватись вбудованим у бак-накопичувач ТЕНом. Різниця встановлення сонячних колекторів під різними кутами полягає у тому, що під кутом 40° виробляється більше теплової енергії у літні місяці та забезпечується температурний рівень гарячої води (рис. 9), за рахунок чого збільшується середньорічне покриття навантаження системи ГВП. У той же час, встановлення сонячних колекторів під кутом 60° забезпечує більше покриття навантаження у зимовий період (рис. 10).

3.3. Розрахунок бака-накопичувача

Особливість роботи систем сонячного теплопостачання полягає в необхідності акумулювання сонячної теплової енергії з метою її використання в різний час доби, отже, в необхідності використання бака-акумулятора. Дана необхідність обумовлена, нестабільністю сонячного випромінювання протягом доби, в той час як гаряча вода необхідна, у тому числі, коли сонячне випромінювання взагалі відсутнє. Ефективність геліосистеми значно залежить від правильності вибору об'єму баків-акумуляторів.

Для визначення необхідного обсягу баків-акумуляторів необхідно дотримуватися таких правил:

1. На відміну від бойлерів, що нагріваються традиційним джерелом теплової енергії 2-3 рази на добу, об'єм бака в геліосистемі повинен бути не меншим 1,2 - 2 добової потреби в гарячій воді.

2. Об'єм бака-акумулятора повинен бути не меншим 30 л/м² корисної площі сонячних колекторів.

Контур геліоколекторів підключається до нижньої частини бака-акумулятора, а дублююче джерело енергії (електричний ТЕН, котел тощо)

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

повинен працювати тільки на верхню частину, щоб не знижувати ефективність роботи геліосистеми. Для геліосистем з необхідним об'ємом бака-акумулятора до 500 л, рекомендується використовувати баки-акумулятори з внутрішніми теплообмінниками.

Конструктивні особливості баків накопичувачів геліосистем:

- внутрішню поверхню бака водонагрівача захищає від корозії емальована поверхня, що запікається в печі при температурі 850 °С;
- змінний магнієвий анод подовжує термін служби бака та захищає його від корозії;
- водонагрівач має фланець, який дозволяє очищати бак від накипу;
- теплоізоляція товщиною, дозволяє мінімізувати теплові втрати;
- вбудований електричний ТЕН в середній частині бака;
- зовнішній кожух - метал, покритий порошковою фарбою білого кольору;
- бойлери повинні встановлюватися в приміщенні, захищеному від атмосферних впливів, тому що вони не призначені для роботи на відкритому повітрі.

Важливість теплової ізоляції бака обумовлена тим, що бак ємністю 300 л (типова побутова установка), який не ізольований належним чином, здатний втрачати приблизно 1200 кВт теплової енергії щорічно. Теплові втрати в баку накопичувачі сонячної теплосистеми відбуваються, головним чином, вночі. Критичні зони, де відбуваються теплові втрати, включають з'єднання з трубами, неізольовані металеві покриття або ізоляцію, встановлену не належним чином.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		



Рисунок 11 –Бак-накопичувач геліосистеми

Рівняння для підбору мінімального обсягу розширювального бака для геліосистеми:

$$V_{РВ} = \frac{(V_p + V_{рід} + V_{п}) \cdot (P_e + 1)}{P_e - P_0} \quad (16)$$

де $V_p = n \cdot V_C$ – об'єм розширення теплоносія, л;

$n = 8,48 \%$ – коефіцієнт розширення теплоносія (пропіленгліколь);

$V_{рід} = V_C$ – об'єм рідини в геліосистемі, л;

$V_{п}$ – об'єм пари в геліосистемі, л;

$P_e = 3$ бар – робочий тиск теплоносія в системі;

$P_0 = 1$ бар – мінімальний робочий тиск в системі.

Об'єм геліосистеми знаходиться за рівнянням:

$$V_C = V_{ск} + V_T + V_{то} \quad (17)$$

де $V_{ск} = V_{тр} \cdot n_{тр} = 0,071 \cdot 51 = 3,621$ л – загальний об'єм сонячних колекторів, л;

$V_{тр} = 0,071$ л – об'єм однієї вакуумної трубки;

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						26
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

V_T – загальний об’єм трубопроводів, л;

V_{TO} – об’єм теплообмінника бака накопичувача, л.

Вибір схеми з’єднання сонячних колекторів залежить від кількості вакуумних труб у геліосистемі, а також конструктивних особливостях розміщення колекторного поля. При послідовному з’єднанні можна використовувати не більш ніж 150 вакуумних труб. Цей спосіб є найбільш простим та дієвим, при цьому досягаються більш високі температури теплоносія при менших витратах енергії, а також забезпечується витрата теплоносія на 1 вакуумну трубу $G_{тр} = 0,1$ л/хв.

Об’ємна витрата теплоносія в проміжному контурі:

$$G_{TH} = n_{тр} \cdot G_{тр} \quad (18)$$

$$G_{TH} = 51 \cdot 0,1 = 5,1 \text{ л/хв} = 0,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахунок теплообмінника вбудованого у бак накопичувача геліосистеми:

$$Q_{бак} = n_{тр} \cdot S_{апер} \cdot Q_{рад} \cdot k_{max} \quad (19)$$

де $S_{апер} = 0,093 \text{ м}^2$ – площа апертури однієї вакуумної трубки;

$Q_{рад} = 1 \text{ кВт/м}^2$ – пікова сонячна радіація в годину на 1 м^2 ;

$k_{max} = 0,95$ – максимальний к.к.д. геліосистеми.

$$Q_{бак} = 51 \cdot 0,093 \cdot 1 \cdot 0,95 = 4,5 \text{ кВт}$$

При цьому об’єм бака накопичувача буде дорівнювати:

$$V_{бак} = 1,5 \cdot V_{доб} \quad (20)$$

$$V_{бак} = 1,5 \cdot 400 = 600 \text{ л}$$

Підбираємо бак накопичувач найближчий зі стандартного ряду EuroTerm [10]:

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Об'єм бака накопичувача: $V_{\text{бак}} = 600$ л;

Об'єм теплообмінника: $V_{\text{ТО}} = 4,019$ л;

Габаритні розміри: $H = 2160$ мм; $D = 1000$ мм; $D_{\text{із}} = 1100$ мм;

Використовуючи рівняння (17) розрахуємо об'єм геліосистеми:

$$V_C = 3,621 + 6,28 + 4,019 = 13,92 \text{ л}$$

За рівнянням (16) знайдемо мінімальний обсяг розширювального бака для геліосистеми:

$$V_{\text{РБ}} = \frac{(1,18 + 13,92 + 4,06) \cdot (3 + 1)}{3 - 1} = 15,7 \text{ л}$$

Об'єм геліосистеми для заправлення теплоносієм:

$$V_{\text{ТН}} = 1,2 \cdot (V_{\text{СК}} + V_{\text{Т}} + 0,5 \cdot V_{\text{РБ}}) \quad (21)$$

$$V_{\text{ТН}} = 1,2 \cdot (3,621 + 6,28 + 0,5 \cdot 15,7) = 21,3 \text{ л}$$

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		28

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Основні вимоги до будівництва систем сонячного теплопостачання.
Вимоги безпеки та охорони довкілля

Монтаж систем сонячного теплопостачання (ССТ) виконують із дотриманням усіх вимог при виконанні монтажних і монтажно-зварювальних робіт і правил техніки безпеки [4]. Монтажна організація повинна вести журнал проведення робіт, у якому реєструє надходження технічної документації на монтаж спеціального обладнання та трубопроводів, указує технічний персонал, відповідальний за проведення робіт, також повинна вести щоденник проведення робіт за основними етапами і робити записи про складання відповідних актів у процесі виробництва та приймання робіт, в які вносить зауваження осіб, що контролюють правильність виконання робіт, і дають у письмовій формі вказівки щодо усунення відзначених недоліків.

У разі монтажу поля сонячного колектору (СК) на огорожувальних конструкціях будівлі, яку споруджують (як правило, на покрівлі), опорні конструкції СК встановлюють на конструктивні елементи даху або сполучають із ними (варіант сполучення СК з покрівлею), а потім виконують зовнішню гідроізоляцію. Усі монтажні роботи на покрівлі необхідно вести за допомогою тимчасових дерев'яних трапів, що укладають на зовнішню гідроізоляцію для проходу монтажників. Після монтажу опорних конструкцій на них встановлюють СК дренажними отворами вниз і закріплюють передбаченим проектом способом. Під час монтажу СК необхідно враховувати можливі максимальні температурні деформації (особливо влітку у разі застосування в колекторах віконного скла як прозорого покриття). Після установки колекторів роблять їх обв'язку трубопроводами.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Монтаж комунікаційних трубопроводів, насосних груп, запірної та регулювальної арматури, приладів автоматичного регулювання ССТ проводять відповідно до загальноприйнятих норм і регламентують правилами проведення сантехнічних робіт (СНіП 3.05.01 і СНіП 3.05.04). Під час монтажу санітарно-технічних пристроїв та спеціального обладнання має бути забезпечено:

- щільність з'єднань і міцність кріплень елементів систем;
- прямолінійність і відсутність зламів прямих ділянок трубопроводів;
- якість роботи запірної і регулювальної арматури, теплообладнання, запобіжних та контрольно-вимірювальних приладів, а також доступність для обслуговування, ремонту та заміни;
- можливість видалення повітря і повного спорожнювання системи від води;
- дотримання передбаченого проектом ухилу трубопроводів;
- надійне закріплення огорож приводів у насосів.

Після перевірки системи на герметичність усі трубопроводи фарбують і покривають теплоізоляцією (відповідно до проекту). В установках, що експлуатують тільки в неопалювальний період, подавальний трубопровід не ізолюють. Після закінчення всіх монтажних робіт проводять гідравлічні випробування ССТ, після цього - пусконаладжувальні роботи та теплотехнічні випробування системи.

Гідравлічні випробування ССТ проводять відповідно до загальноприйнятих норм. Гідравлічні випробування устаткування ССТ (котлів, водопідігрівачів, баків-акумуляторів тощо) та мережі трубопроводів з водопідігрівачами або опалювальними приладами проводять окремо. За результатами гідравлічних випробувань ССТ та її устаткування складають акт випробувань, який підписують представники технагляду, замовника і монтажної організації.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Після проведення гідравлічних випробувань здійснюють налагодження ССТ і її підготовку до теплотехнічних випробувань.

До початку пусконаладжувальних робіт замовник повинен підібрати експлуатаційний персонал для того, щоб у процесі налагодження він набув необхідних навичок для подальшої експлуатації ССТ. Роботу з виявлення та усунення дефектів виконують аналогічно роботам з налагодження традиційних систем теплопостачання. Особливу увагу приділяють налагодженню рівномірності розподілу витрат теплоносія по гілках контуру СК та системи опалення. Після виконання пусконаладжувальних робіт, що свідчать про нормальне функціонування всіх елементів ССТ, приступають до її теплотехнічних випробувань.

Теплотехнічні випробування (випробування на тепловий ефект) установок проводять з метою визначення їх відповідності технічному завданню, вимогам нормативно-технічної та проектної документації. Теплотехнічним випробуванням підлягає кожна окрема ССТ, яка має контур СК. У процесі теплотехнічних випробувань може відбуватися навчання персоналу правилам експлуатації ССТ. Результатом випробувань є акт приймальних теплотехнічних випробувань, підписаний усіма членами комісії.

Під час здачі ССТ робочій комісії монтажна організація висуває наступну виконавчу технічну документацію:

- комплект робочих креслень з написами, які зроблено особами, які відповідають за проведення монтажних робіт, про відповідність виконаних робіт цим кресленням або внесеним у них змінам;
- акти огляду прихованих робіт;
- паспорти СК;
- паспорти акумуляторів тепла;
- паспорти котлів;
- акти гідравлічних випробувань систем;

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

- акти гідравлічних випробувань СК, водопідігрівачів тощо;
- акт теплового випробування ССТ.

Під час перевірки ССТ визначають:

- відповідність виконаних робіт проекту та вимогам чинних нормативних актів щодо будівництва та приймання робіт та правильність виконання з'єднань ухилів, гнутих відводів труб; правильність установки і міцність кріплення трубопроводів, СК, нагрівальних приладів, правильність установки і якісну роботу арматури, запобіжних пристроїв і контрольно-вимірювальних приладів, розташування спускних та повітряних кранів тощо;
- відсутність течі в зварних стиках, нарізних з'єднаннях труб, окремих елементів сонцеприймального пристрою та нагрівальних приладів;
- справність та ефективність дії в результаті безперервної роботи протягом 48 год, при цьому кожен агрегат окремо повинен пропрацювати без зупинок не менше 7 год;
- справність і ефективність дії дублювальних пристроїв та акумуляторів тепла.

В акті приймання зазначають:

- результати випробувань систем, СК, акумуляторів, дублера і водонагрівачів;
- результати теплового випробування системи;
- характеристики СК, акумуляторів, насосів і водонагрівачів;
- дані щодо якості виконаних робіт.

Датою введення в експлуатацію ССТ вважають дату підписання акта робочою комісією.

Будівництво і монтаж ССТ повинні виконувати організації, які мають дозвіл та в разі необхідності, ліцензію на виконання будівельно-монтажних робіт.

Проектні, будівельно-монтажні і випробувальні роботи ССТ не вимагають особливих додаткових вимог з техніки безпеки, але їх треба

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

виконувати у відповідності із вимогами СНіП та інших чинних нормативних документів з техніки безпеки в будівництві, нормативно-правових документів органів державного нагляду.

Використання ССТ не призводить до забруднення довкілля викидами згорання палива, а їх впровадження є альтернативою традиційним методам теплозабезпечення об'єктів житлово-громадського призначення і веде до зменшення споживання викопних видів палива, і як наслідок, до скорочення шкідливих викидів у довкілля.

Електрообладнання ССТ повинно відповідати вимогам безпеки чинних правил улаштування електроустановок для України.

Матеріали деталей системи ГВП, які мають контакт з питною водою, повинні мати позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України. Для запобігання розмноженню мікроорганізмів типу «легіонелла» в ССТ (ГВП, вентиляції) підігріта вода в баці-акумуляторі повинна бути використана протягом не більше ніж 1-2 доби або передбачені заходи для її нагріву перед використанням до температури не менше 60 °С.

Допустимі рівні шуму, що створюються у приміщеннях житлових будинків ССТ, слід приймати на 5 дБА нижче (поправка мінус 5 дБА) відповідних гігієнічних нормативів.

Проектування ССТ повинно забезпечувати вимоги чинного законодавства щодо якості повітря. Концентрації забруднюючих речовин на робочих місцях і в атмосферному повітрі при будівництві, експлуатації ССТ повинні бути менші: на постійних робочих місцях - ніж вимоги ГОСТ 12.1.005; в місцях тривалого перебування населення -ніж вимоги ДСП-201.

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кушнеренко О.В., Пепелов О. В. Використання сонячної енергії в промисловості / Серія навчально-методичних матеріалів . – Київ: ЮНІДО, 2015. – 76 с.
2. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: підручник. К.: НТУУ «КПІ». 2012. 492 с.
3. Ковальов О. І. Альтернативні джерела енергії України : навч. посіб. / І. О. Ковальов, О. В. Ратушний. – Суми: Вид – во СумДУ, 2015. – 201 с.
4. ДБН В.1.2-2:2016 «Навантаження і впливи. Норми проектування».
5. Альтернативні енергоресурси. Вступ до спеціальності: навчальний посібник / С. В. Бойченко, А. В. Яковлева, О. О. Вовк, Казимир Лейда, С. Й. Шаманський; за заг. редакцією С. В. Бойченка. – К.: НАУ, 2021. – 397 с.
6. Альтернативна енергетика / [М. Д. Мельничук, В. О. Дубровін, В. Г. Мироненко та ін.]. – Київ: Аграр Медіа Груп, 2012. – 244 с.
7. Жилінська О. Україна 2030: Доктрина збалансованого розвитку. 2-ге вид. Львів: Кальварія, – 2017. – 164 с.
8. Кучерява І.М. Відновлювана енергетика в світі та Україні станом на 2019 р. – початок 2020 р. / Кучерява І.М., Сорокіна Н.Л. // Гідроенергетика України, 2020 № 1-2. – С. 38-44.
9. Енергозбереження та використання поновлюваних джерел енергії. Частина I / Уклад.: О.П. Голик, Р.В. Жесан, І.В. Волков [та ін.]. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2020 – 192 с
10. Сайт компанії «Атмосфера». – Режим доступу:
<https://www.atmosfera.ua/>

					Х.дн 05Б.00.00.00 ПЗ	Аркуш
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		