МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КОМП'ЮТЕРНОЇ ФІЗИКИ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавр

«АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ»

Виконав: студент 4 курсу, групи НФ-42
Глущенко Євген Юрійович

Спеціальність:
«Прикладна фізика та наноматеріали»
Керівник: к.т.н., доцент Казарова І.О.

Рецензент:

Харків - 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

ННІ Комп'ютерної фізики та енергетики
Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 105 — прикладна фізика та наноматеріали

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Ю.М. Мацевитий**
підпис ініціали, прізвище

"____" _____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Глущенку Євгену Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи: «Аналіз особливостей використання сонячних колекторів в системах теплопостачання»

керівник роботи__Казарова Інна Олександрівна, к. т. н., доц.___ __
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від "___"_____20__року №___

2. Строк подання студентом роботи_____

3. Перелік питань, які потрібно розробити)

Актуальність та обґрунтування вибору сонячного колектору для виробництва теплової енергії та гарячого водопостачання. Аналіз видів сонячних колекторів. Аналіз критеріїв ефективності роботи сонячних колекторів.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1.	Вибір теми, узгодження, закріплення за кафедрою
2.	Робота над літературою та іншими джерелами
3.	Затвердження теми на кафедрі
4.	Написання вступу до роботи та першого розділу
5.	Написання другого розділу
6.	Написання третього розділу
7.	Завершення написання дипломної роботи (висновки та література)
8.	Подача науковому керівнику, доробка з урахуванням зауважень
9.	Відгук, рецензія, підготовка до захисту
10.	Попередній захист на кафедрі
11.	Захист

5.Дата видачі завдання_____

Студент _____ Є. Ю. Глущенко
підпис ініціали, прізвище

Керівник роботи _____ І. О. Казарова
підпис ініціали, прізвище

Реферат

В даний час найбільш актуальне питання пов'язане з енергоспоживанням в житлових та громадських будівлях. Основним завданням сьогодні є будівництво нових утеплених будівель, які будуть економити енергоресурси, а також реконструкція старого житлового фонду з використанням сучасних енергоефективних матеріалів.

Через погану теплоізоляцію, застарілі комунікації - системи опалення та пов'язані з ними технічні споруди, а також відсутність енергоефективного обладнання - більшість будівель являють собою не ефективну конструкцію, яка обходиться занадто дорого для споживача. Саме це і будо основним передумовою для появлення проекту пасивного будинку.

Данна робота містить 3 основні частини, в яких було розглянуто основні теоретичні відомості про пасивні будинки, та виконано розрахункова частина. Загалом використано 30 літературних джерел, та 9 малюнків.

Ключові слова: Пасивний дім, теплоізолюючі матеріали, опалення.

Abstract

Every day from our nearest star to the Earth receives as much energy as all of humanity spends during the year in the form of fossil species. Thermal energy is transferred by visible light and infrared radiation. The spiral heat exchange system is one of the attempts to curb the inexhaustible flow of heat and light in space. Slowly but surely, solar collectors for home heating are gaining popularity among consumers and eliminating traditional heating sources. And for the growing concept of a smart home, it is an integral part of engineering equipment. In its wide availability, the role is played by increasing the production capacity of production and, consequently, reducing costs.

About 70% of the global solar energy market is located in China. In the southern regions of the country, the solar collector can be seen on almost every roof. The price of products from our Eastern neighbor is much lower than in Europe, the quality is quite acceptable. Of all renewable sources, solar energy is the most economical natural energy resource, and in the context of its use, many centuries of historical experience have been accumulated.

This work contains 3 main parts, in which the main theoretical information about solar water heating systems based on a solar collector was considered, and the calculation part was performed. A total of 10 literature sources, 7 figures and 1 table were used to collect practical data.

Keywords: IEDs, solar collectors, energy efficiency.

Зміст

Вступ……..6

РОЗДІЛ 1 Постновка задачі .....……...…….9

РОЗДІЛ 2 Геліоколектор та сонячна водонагрівальна установка ……13

2.1 Геліоколектор та сонячна водонагрівальна установка……..…13

2.2 Отримання потрібної сонячної енергії……..……..14

2.3 Загальні відомості про геліоколектор та сонячну водонагрівальну установку…….16

РОЗДІЛ 3 Основні теоретичні відомості…….....19

3.1 Класифікація……..19

3.2 Різновид……..26

3.3 Тип монтажу……..27

3.4 Призначення……..28

3.5 Використання колекторів протягом року……...30

3.6 Матеріал абсорберу ……..31

3.7 Тип трубок……33

3.8 Коефіцієнт Корисної дії ……..37

3.9 Коефіцієнт відбиття дзеркала ……37

3.10 Коефіцієнт прозорості скла ……...38

3.11 Коефіцієнт поглинання абсорбера…….38

3.12 Температура стагнації…….39

3.13 Комплектація……...39

3.14 Технічний та економічний розрахунок сонячної водонагрівальної установки …….....…… ……..43

3.15 Сонячні колектори в системі теплопостачання. Варіант рішення…… 45

Висновок……48

Список використаних джерел……50

Вступ

Кожен день від нашої найближчої зірки на Землю надходить стільки енергії, скільки все людство витрачає протягом року у вигляді викопних видів. Теплова енергія переноситься видимим світлом та інфрачервоним випромінюванням. Спіральна система теплообміну є однією зі спроб приборкати невичерпний потік тепла та світла в космосі. Повільно, але вірно, сонячні колектори для опалення будинків набирають популярність серед споживачів та виключають традиційні джерела опалення. А для зростаючої концепції розумного будинку це невід'ємна частина інженерного обладнання. У його широкій доступності роль відіграє збільшення виробничих потужностей виробництва і, отже, зниження витрат. Близько 70% світового ринку сонячної енергії знаходиться в Китаї. У південних регіонах країни сонячний колектор можна побачити практично на кожному даху. Ціна на продукцію у нашого східного сусіда набагато нижче, ніж в Європі, якість цілком прийнятна. З усіх відновлюваних джерел сонячна енергія є найбільш економічним природним енергетичним ресурсом, та в контексті її використання накопичений багатовіковий історичний досвід. Переваги практично невичерпного джерела сонячного випромінювання як первинного локального енергетичного ресурсу-це можливість використовувати його на більшій частині земної поверхні та можливість прямого перетворення енергії сонячного випромінювання в теплову та електричну енергію. Сонячна теплова енергія є одним з перспективних напрямків використання сонячної енергії в Україні. На сучасному етапі свого розвитку проблеми ефективного використання енергії сонячного випромінювання виходять на перший план завдяки використанню передових технологій та визначенню оптимальних параметрів енергетичних технологій.

Основними параметрами, що визначають ефективність впровадження сонячних електростанцій, є інтенсивність сонячного випромінювання та температура

зовнішнього повітря. Сонячне випромінювання, яке потрапляє на поверхню, що складається з прямого та розсіяного сонячного випромінювання, та випромінювання відбивається їм. Поверхня землі і різні об'єкти поблизу цієї поверхні. Кількість загального сонячного випромінювання змінюється протягом дня та року, та з року в рік середньорічні значення досить стабільні протягом декількох років. Змінні є компонентами загальної сонячної радіації (прямої та розсіяної сонячної радіації), та часто збільшення одного з значень призводить до зменшення іншого, не впливаючи на їх суму. Компонент прямої сонячної радіації в добовій кількості сонячної радіації, що падає на горизонтальну поверхню Землі, може бути між 90% при дуже сонячних температурах. День до 0% в дуже похмурий день [1].

Однією з найбільш очевидних областей застосування сонячної енергії є її використання для нагріву води та повітря (в якості холодоагентів). У кліматичних регіонах, де переважає холод, для зручності життя людей розрахунок та організація систем опалення кожної будівлі є обов'язковими. У них повинен бути запас гарячої води для різних потреб, крім того, будинки повинні опалюватися. Найбільшими успіхами в області сонячної теплової енергії можуть сьогодні похвалитися країни Західної та Центральної Європи. Протягом останнього десятиліття в Європейському Союзі сектор відновлюваних джерел енергії щорічно збільшувався на 10-12%. Цей рівень розвитку є дуже значущим показником.

Актуальність: Враховуючи тенденцію впровадження альтернативних джерел енергії на території України, постало питання про процес перетворення сонячної енергії в теплову. Вирішити це питання можливо при використанні систем сонячних водонагрівальних установок. Необхідно виявити і підкреслити основні особливості використання сонячних колекторів в системах теплопостачання.

Мета: Для правильного використання сонячних колекторів в системах теплопостачання була виконана робота з визначення, а так само збору

теоретичних даних. Всі отримані матеріали згруповані і повністю підходять для використання їх як інструмент для розуміння процесів в окремих типах сонячних колекторів.

Об’єкт дослідження: Система теплопостачання на основі сонячного колектору, за умови використання її на території України. Особливості впровадження сонячного теплопостачання на основі сонячного колектору.

Предмет дослідження: для виявлення особливостей систем теплопостачання на основі сонячного колектору, на прикладі саморобного пристрою з характеристиками колектору плоского типу.

РОЗДІЛ 1

Постановка задачі

Для підвищення рівня впровадження сонячних систем гарячого водопостачання запропоновано алгоритм визначення ефективності їх використання, який забезпечує енергетичні та економічні параметри сонячного теплоенергетичного обладнання в конкретній області, визначаючи тип та параметри сонячних установок для їх найбільш ефективного використання. Основними параметрами, використовуваними для визначення ефективності сонячних теплових електростанцій, є інтенсивність сонячної радіації та температура зовнішнього повітря. Загальна сонячна радіація, що приходить на будь-яку поверхню, складається з прямої та розсіяної сонячної радіації та радіації, що відбивається поверхнею Землі та різними об'єктами, розташованими поблизу цієї поверхні. Значення енергії сонячного випромінювання багато в чому залежить від астрономічних та метеорологічних факторів - висоти сонця над горизонтом та тривалості дня, хмарності, вологості та прозорості атмосфери. Отримання сумарної сонячної радіації змінюється протягом дня, року та з року в рік, проте його середньорічні значення протягом тривалого періоду досить стабільні. Крім того, компоненти загальної сонячної радіації (прямої та розсіяної сонячної радіації) самі є змінними, та часто збільшення одного з значень призводить до зменшення іншого, майже не впливаючи на їх кількість. Компонент прямого сонячного випромінювання в добовій кількості сонячного випромінювання, що падає на горизонтальну поверхню Землі, може варіюватися від 90% в дуже ясний день та до 0% в дуже хмарний день.

Величина сумарного сонячного випромінювання при збільшенні висоти місцевості до 200 м практично не змінюється - в цьому випадку співвідношення її складових змінюється - збільшення величини прямого сонячного випромінювання компенсується зменшенням величина розсіяного сонячного

випромінювання. Як правило, пряма сонячна радіація (за винятком зимових місяців та деяких регіонів, наприклад північних) [2] становить найбільшу частку від загальної сонячної радіації. Розмір та співвідношення компонентів загального сонячного випромінювання необхідні для вибору типу пристроїв, що використовують сонячну енергію. У регіонах, де переважає пряме сонячне випромінювання, можна використовувати сонячні колектори з концентраторами сонячного випромінювання. Розсіяне сонячне випромінювання може бути сконцентровано за допомогою дзеркал. Якщо більша частина сонячного випромінювання розсіюється, використовуйте плоскі сонячні колектори, які збирають як пряме, так та розсіяне сонячне випромінювання та можуть ефективно використовуватися не тільки в ясні дні, але й в хмарні дні. При виборі типу та потужності сонячної теплоелектростанції для конкретної області, перш за все, необхідно зосередитися на конкретних показниках сонячної радіації в даній області (середньомісячна та середньорічна сума прямих, розсіяних та сумарних сонячна радіація), продуктивність сонячної установки. Розраховані питомі енергетичні показники надходження сонячної енергії на горизонтальній поверхні в різних регіонах України визначаються даними про сонячне випромінювання, отримане на метеостанціях, що працюють в Україні - представлені пряме сонячне радіовипромінювання, розсіяне сонячне випромінювання та загальне сонячне випромінювання. [3,4]

Область	Радіа-ція, кВт.год/м^2	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Чернігівська (Придеснянська МТС)	S	4,656	10,475	27,94	48,89	77,99	83,81	84,97	73,33	45,40	24,44	8,148	4,656	494,7
	D	20,95	31,43	51,22	59,36	81,48	76,82	83,81	67,51	48,89	32,59	13,97	10,476	578,5
	S +D	25,61	41,91	79,16	108,25	159,47	160,63	168,78	140,84	94,29	57,03	22,12	15,13	1073,2
2. Сумська (КонотопськаМТС)	S	4,656	13,97	36,08	47,72	74,5	84,97	91,96	74,5	51,22	20,95	6,94	3,49	511
	D	19,79	27,94	47,72	62,86	82,64	81,48	82,64	68,68	48,89	31,43	15,13	12,8	582
	S +D	24,45	41,91	83,80	110,58	157,14	166,45	174,6	143,18	100,11	52,38	22,07	16,29	1093
3. Волинська (Ковельська МТС)	S	4,656	11,64	38,41	46,56	69,84	84,97	74,5	60,53	45,4	20,95	6,98	4,656	469,02
	D	20,95	31,43	52,38	64,02	83,81	84,97	84,97	72,17	52,38	34,92	15,13	12,8	609,94
	S +D	25,61	43,07	90,79	110,58	153,65	169,94	159,47	132,7	97,78	55,87	22,11	17,46	1078,96
4. Київська (Тетерівська МТС)	S	4,656	11,64	33,76	48,89	73,33	86,14	87,3	71,0	45,4	24,44	5,82	3,49	495,86
	D	22,12	29,1	46,56	68,68	75,66	80,32	80,32	62,86	50,05	32,6	16,3	10,48	575,02
	S +D	26,78	40,74	80,32	117,57	148,99	166,46	167,62	133,86	95,45	57,04	22,12	13,97	1070,88
5. Київська (МТС м. Києва)	S	6,98	15,13	36,08	53,54	82,64	98,94	95,45	82,64	57,04	29,1	6,98	4,66	569,2
	D	19,79	26,77	47,72	62,86	79,15	83,81	81,48	66,35	48,89	33,76	17,46	13,97	582
	S +D	26,77	41,9	83,8	116,4	161,8	182,75	176,93	149,0	105,93	62,86	24,44	18,63	1151,2
6. Київська (Баришівська МТС)	S	8,15	13,97	30,26	54,71	79,15	94,28	97,78	79,15	52,38	27,94	8,15	3,49	549,41
	D	19,79	26,77	41,9	65,18	76,82	83,81	81,48	66,35	48,89	31,45	17,46	11,64	571,52
	S +D	27,94	40,74	72,16	119,89	155,97	178,09	179,26	145,5	101,27	59,37	25,61	15,13	1120,93
7. Київська (Бориспільська МТС)	S	6,98	13,97	29,1	53,54	87,3	91,96	97,78	76,82	52,38	29,1	6,98	3,49	549,41
	D	20,95	29,1	43,07	66,35	80,32	83,81	79,15	66,35	50,05	31,43	17,46	12,8	580,84
	S +D	27,93	43,07	72,17	119,89	167,62	175,77	176,93	143,17	102,43	60,53	24,44	16,29	1130,24

Таблиця 1. Надходження сонячної енергії на горизонтальну поверхню в регіонах України: S –прямої сонячної радіації, D –розсіяної сонячної радіації, (S+D) –сумарна радіація.

Область	Радіація, кВт.год/м²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8. Хмельницька (Нова Ушиця МТС)	S	8,15	16,3	38,41	54,71	72,17	88,46	94,28	80,32	60,53	31,43	8,15	6,98	559,88
	D	24,44	33,76	54,71	66,35	84,97	83,81	83,81	67,51	48,89	33,76	18,62	16,3	616,92
	S+D	32,59	50,06	93,12	121,06	157,14	172,27	178,09	147,83	109,42	65,19	26,77	23,28	1176,8
9. Луганська (Деркульська МТС)	S	9,31	19,79	50,05	74,5	98,94	130,37	116,4	107,09	73,33	25,61	11,64	4,66	721,7
	D	20,95	31,43	52,38	55,87	68,68	71,0	73,33	61,69	45,4	33,76	20,95	15,13	550,57
	S+D	30,26	51,22	102,43	130,37	167,62	201,37	189,73	168,78	118,73	59,37	32,59	19,79	1272,25
10. Кропивницька	S	8,15	17,46	36,08	60,53	77,99	98,94	102,43	89,63	69,84	34,92	9,31	4,66	609,94
	D	19,79	29,1	48,89	55,87	82,64	77,99	82,64	61,69	40,74	30,26	16,3	16,3	562,2
	S+D	27,94	46,56	84,97	116,4	160,63	176,93	185,07	151,32	110,58	65,18	25,61	20,96	1172,15
11. Донецька, (Велико-Анадольська МТС)	S	8,15	17,46	39,58	60,53	88,47	108,25	116,4	104,76	73,33	37,25	10,45	3,49	668,14
	D	22,12	31,43	54,71	60,53	79,15	74,5	74,5	61,7	44,23	33,76	20,95	18,62	576,2
	S+D	30,27	48,89	94,29	121,06	167,62	182,75	190,9	166,46	117,56	71,01	31,40	22,11	1244,34
12. Закарпатська	S	9,31	15,13	44,23	62,86	82,64	91,96	90,79	87,3	71,0	39,58	10,48	6,98	612,26
	D	20,95	30,26	48,89	62,86	82,64	82,64	84,97	71,0	50,05	34,92	20,95	11,64	601,8
	S+D	30,26	45,39	93,12	125,72	165,28	174,6	175,76	158,3	121,05	74,5	31,43	18,62	1214,05
13. Одеська (МТС м. Одеса)	S	9,31	16,3	43,07	76,82	114,07	130,37	143,17	121,06	84,97	39,58	12,8	8,15	799,67
	D	23,28	30,26	51,22	64,02	73,33	71,0	67,51	57,04	45,4	39,58	22,12	19,79	564,55
	S+D	32,59	46,56	94,29	140,84	187,4	201,37	210,68	178,10	130,37	79,16	34,92	27,94	1364,2
14. Одеська (Болградська МТС)	S	15,13	20,95	44,23	59,36	88,46	100,1	121,06	111,74	86,14	46,56	13,97	10,48	718,2
	D	22,12	29,1	47,72	59,36	72,17	69,84	68,68	61,69	44,23	36,08	20,95	17,46	549,4
	S+D	37,25	50,05	91,95	118,72	160,63	169,94	189,74	173,43	130,37	82,64	34,92	27,94	1267,6
15 Полтавська	S	8,15	16,3	32,59	50,05	80,32	97,78	97,78	84,97	55,87	23,28	10,48	4,66	562,2
	D	18,62	26,77	47,72	68,68	73,33	74,5	79,15	57,04	48,89	31,43	15,13	13,97	544,75
	S+D	26,77	43,07	80,32	118,73	153,65	172,3	176,93	142,01	104,76	54,71	25,61	18,63	1106,95
16. Запорізька (Ботєвська МТС)	S	6,98	17,46	37,23	64,02	100,1	111,74	123,38	105,92	77,99	34,92	11,64	4,66	696,07
	D	22,12	32,59	51,22	67,51	75,66	75,66	76,82	62,86	46,56	37,25	20,95	16,3	585,49
	S+D	29,1	50,05	88,45	131,53	175,76	187,4	200,2	168,78	124,55	72,17	32,59	20,96	1281,56
17. Херсонська (Асканія-Нова МТС)	S	11,64	18,62	44,23	67,51	104,76	118,73	132,7	112,91	80,32	43,07	15,13	8,15	757,76
	D	23,28	33,76	51,22	67,51	80,32	77,99	71,0	64,02	48,89	33,76	20,95	17,46	590,15
	S+D	34,92	52,38	95,45	135,02	185,08	196,72	203,7	176,93	129,21	76,83	36,08	25,61	1347,91
18. Херсонська (МТС м. Херсон)	S	10,48	18,62	43,07	66,36	102,43	118,73	125,71	115,24	76,82	39,58	12,8	9,31	739,14
	D	20,95	31,43	54,71	65,18	79,15	76,82	77,99	62,86	50,05	38,41	22,12	17,46	597,13
	S+D	31,43	50,05	97,78	131,53	181,58	195,55	203,7	178,10	126,87	77,99	34,92	26,77	1336,27
19. АР Крим (Євпаторійська МТС)	S	15,13	20,95	47,72	77,99	96,61	123,38	145,5	123,38	87,3	59,36	22,12	11,64	831,1
	D	24,44	31,43	51,22	59,36	73,33	69,84	66,35	57,04	48,89	38,41	27,94	20,95	569,2
	S+D	39,57	52,38	98,94	137,35	169,94	193,22	211,85	180,42	136,19	97,77	50,06	32,59	1400,3
20. АР Крим (Карадагська МТС)	S	16,3	20,95	44,23	74,5	110,58	135,02	145,5	125,71	95,45	51,22	20,95	11,64	852,05
	D	27,94	34,92	53,54	65,18	71,0	66,35	58,2	45,4	39,58	39,58	25,61	20,95	584,34
	S+D	44,24	55,87	97,77	139,68	181,58	201,37	203,7	171,11	135,03	90,8	46,56	32,59	1436,4
21. АР Крим (Нікітський сад МТС)	S	16,3	22,12	47,72	73,33	98,94	117,56	131,53	122,22	83,81	51,22	22,12	13,97	800,83
	D	19,79	27,94	45,4	61,7	72,17	69,84	68,68	57,04	46,56	38,41	25,61	17,46	550,6
	S+D	36,09	50,06	93,12	135,03	171,11	187,4	200,21	179,26	130,37	89,63	47,73	31,43	1351,4

Керуючись даними, представленими в таблиці 1, можна зробити проміжний висновок, а саме: одним з важливих факторів, який впливає на доцільність використання сонячних колекторів з подальшим впровадженням в систему водопостачання, є сумарна кількість сонячної радіації та температури навколишнього середовища. У таблиці 1, видно що сумарна кількість сонячної радіації в різних областях, має різне значення.

Відповідно розрахунок доцільності використання сонячних колекторів безпосередньо залежить від місцевості та територіальних особливостей.

РОЗДІЛ 2

2.1 Геліоколектор та сонячна водонагрівальна установка

Ще до появи на Землі людини, рослини використовували енергію Сонця безпосередньо у вигляді світла. Влітку сонячне випромінювання гріє будинок безпосередньо, це краще ніж альтернативними видами енергії. А взимку ми звикли опалювати будинок запасеною енергією сонця в газі, дровах, вугіллі, нафти. Щоб економити паливо-природні запаси, в процесі розробки, економічність котлів та опалювальної техніки 8 цілому все більш наближалася до 100 %. Де за 100% взято саме сонячне світло з мінімальною кількістю перетворень в інші види енергії.

Як довели рослини, найбільш економічне отримання енергії — це безпосереднє отримання світла. Це виявилося не тільки економічно ефективно, а також екологічно доцільно.

Безпосереднє опалення сонячною енергією за допомогою сонячних колекторів по праву є найефективнішим опаленням після ядерних реакторів. Технічно високоякісні сонячні колектори за узгодженою схемою підключення до системи опалення дають найбільш повне з усіх доступних, використання низького потенціалу сонячного тепла, особливо застосовуючи низькотемпературні системи опалення.

Зростання цін на енергоносії з нафти залучає інвестиції в сонячну енергетику альтернативних відновлюваних джерел енергії, де сонячна енергія-економічно найефективніше джерело тепла. Існує кілька способів перетворення сонячної енергії в тепло:

- через сонячні елементи (кремнієві або ж плівкового типу) з відносно невисоким ККД.
- через двигун зовнішнього згоряння Стірлінга із середнім ККД:

- через геліоустановку з найвищим з представлених вище варіантів ККД. Світло саме нагріває селективний всмоктуючий шар (максимально чорного кольору) з термоізоляцією кругом.

2.2 Отримання потрібної сонячної енергії

Ефективність застосування енергії сонця з підтримкою сонячного колектору знаходиться в залежності від адекватної оцінки необхідності в теплі-звичайний випадок невірної оцінки необхідності в теплі:

• У разі якщо намічається покрити потребу в опаленні житла на 60 %, це призводить до що, власне що влітку тепло сонця нікуди застосувати (утилізувати з користю) і сонячна апарат працює в несприятливому режимі стагнації (гріється до 200 °С). Варіант укладення труднощі стагнації-даровий обігрів басейну, або ж іншого ємного покупця тепла з високою теплоємністю .

Ефективність застосування Сонця взагалі, а так само і етап окупності плану установки сонячних колекторів, знаходиться в залежності від географічної широти і місцевості передбачуваного розміщення. Наприклад щоденна інсоляція залежно від певного ареалу України коливається в спектрі від 900 до 1300 кВт*год/(м^2*рік) [9]. В середньому в Україні на 1 м2 площі за рік потрапляє орієнтовно 1000 кВт*год, власне що відповідає енергоємності приблизно 100 л. дизельного пального або ж 100 м3 природного газу.

Крім цього, вагому роль відіграють образ сонячного колектору, а ще кут нахилу і орієнтація колектору порівняно сторін горизонту, є в тому числі і

системи стеження за сонцем, що повертають колектор строго перпендикулярно сонячним променям.

Економні геліоустановки на відміну від проточних систем (китайських) оснащуються баком акумулятором непрямого нагріву з нижньою подачею тепла від сонячної панелі, насосною станцією, автоматикою для стеження за режимами роботи і виведення на відповідний режим. Звичайно, власне що для отримання спекотної води в хмарну погоду знадобиться припас спекотної води в акумулюючому баку. На даний момент є 2 багатообіцяючих спрямованості застосування сонячних колекторів:

1. Сонячний колектор має можливість бути застосований для отримання спекотної води. Вірно розраховані і поставлені колекторні геліоустановки мають всі шанси гарантувати особисте житло гарячою водою максимально на 60% від спільної необхідності (через хмарні дні) .

2. Сонячна апарат має можливість бути застосованим для допомоги системи опалення будівлі і це доречно тільки для відмінно утеплених жител (за євро стандартами), дозволяє зберігати до 35% від загальної необхідності в опаленні житла [10].

Взимку геліоустановка в обов'язковому порядку доповнюється другим автономним джерелом тепла - як правило встановлюють низькотемпературний опалювальний котел, який може працювати як на газу, так і на паливі рідкого типу. Найбільш економні в низькотемпературної схемою роботи конденсаційні котли через особливості процесу конденсації водяної пари.

2.3 Загальні відомості про геліоколектор та сонячну водонагрівальну установку

Сонячний колектор (геліоколектор) - це пристрій для збору і подальшого перетворення енергії випромінювання сонця у видимому та інфрачервоному діапазоні.

Принцип роботи сонячних колекторів ґрунтується на накопиченні з наступним перетворенням променистої енергії сонця в термічну енергію. Цей ефект можна отримати методом нагріву циркулюючого в колекторі теплоносія, це має можливість бути або вода або антифриз з подальшою передачею тепла до накопичувача, а вже в кінцевому результаті, та до покупця. Іншими словами, сонячний колектор працює як свого роду водонагрівач, що й визначило його сферу застосування - постачання гарячої води для різних потреб приватних будинків. Сонячна водонагрівальна установка (далі - СВУ) зумовлена для отримання спекотної води від сонячних колекторів. Залежно від інженерного висновку СВУ може бути представлена в моно або ж поліфункціональному виконанні та гарантувати наступні потреби, а саме:

- порівняно гаряче водопостачання;
- абсолютна або ж вибіркова Заміна опалення;
- Реалізація термічного обігріву підлоги;
- нагрівання басейнів.

У базу функціонування СВУ покладено 4 базових процесу:

- уловлювання та перетворення сонячного випромінювання;
- теплообмін;
- скупчення отриманого тепла;
- автоматизований контроль системи;

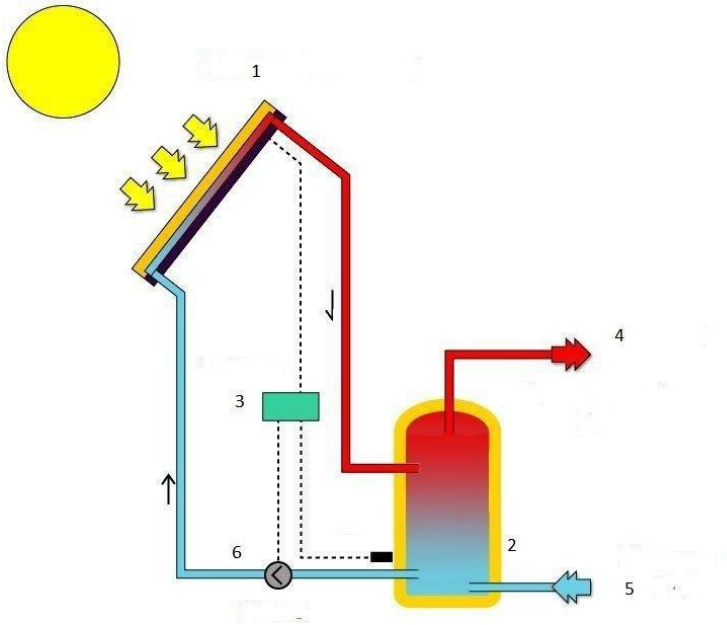


Рис. 1. Будова сонячної водонагрівальної установки [7]

Сонячна водонагрівальна установка (СВУ) (рис. 1). складається здебільшого з сонячного колектору - 1 та теплообмінника-акумулятора. Крізь сонячний колектор циркулює теплоносій, який гріється в сонячному колекторі енергією сонця та слідом за тим крізь теплообмінник, вбудований в бак-акумулятор - 2, дає термічну енергію воді. У баку-акумуляторі зберігається вода до етапу її застосування, в наслідок цього він зобов'язаний містить непогану теплоізоляцію [6].

У першому контурі, де знаходиться сонячний колектор, має можливість застосовуватися натуральна або ж примусова циркуляція теплоносія. Примусову циркуляцію гарантує насос - 6. У бак-акумулятор має можливість встановлюватися електронний нагрівач-дублер. У разі зниження температури в баку-акумуляторі нижче поставленої-нагрівач-дублер механічно включається і догріває воду до потрібно температури до необхідної температури. Допоміжні джерела енергії мають всі шанси бути різної природи-наприклад, звичайний водонагрівач, що працює на електрики, газі, водянистому або ж жорсткому

пальному. Вони забезпечують дієве впровадження спекотної води в зимовий час, в нічний час або ж в похмуру погоду, при цьому інший ключ енергії застосовується як додаткова елемент для підтримки даних характеристик.

Автоматичний контроль за роботою системи втілить в життя контролер. За свідченнями датчиків він реєструє температуру в колекторі та безпосередньо у баку, що дозволяє керувати роботою насоса та нагрівача-дублера.

Математичне моделювання сонячних водонагрівальних установок з впровадженням передових програмних засобів продемонструвало, власне що в справжніх погодних критеріях України цілеспрямовано впровадження сезонних сонячних водонагрівачів, що працюють в етап з березня по вересень. В осінньо-зимовий етап вони виділяють тільки частка термічний енергії, що залишилася частка гарантує нагрівач-дублер, термічний насос або ж опалювальний котел [5].

Особливості СВУ:

- ймовірність застосування системи як з головним наприклад і додатковим джерелом енергії для опалення;
- СВУ в широтах нашої держави (Середня напруженість сонячної радіації) забезпечують нагрів води до температури ~50 °С;
- мають величезну кількість різновидів підключення;
- просто встановлюються в мають місце бути системи гарячого водопостачання та опалення;
- до розміщення бака немає жорстких домагань, в наслідок цього Системи просто модифікуються;
- продуктивність збільшується за рахунок примусової циркуляції води.

РОЗДІЛ 3

Основні теоретичні відомості

Для подальшого визначення області використання СВУ в побутових цілях, а також для розширення розуміння процесів, які виникають безпосередньо в самих установка, необхідно знати деякі технічні характеристики.

3.1 Класифікація

Вакуумні

У широкому значенні**,** вакуумними - називають абсолютно всі сонячні колектори, в яких застосовується система термоізоляції на базі вакууму —дана технологія застосовується в плоских моделях. Втім в цю категорію визначені ті колектори, які оснащені трубчастою системою (рис.2.), що не відносяться до термосифонних та здатна, відповідно до цього, працювати цілий рік безперервно [11]. У всіх трубчастих моделях, відповідно до типу, роль всмоктуючих елементів грають вакуумні трубки, незвичайної конструкції, передають сонячну енергію навколишній воді, яка знаходитися всередині, та в той же час практично не випускають тепло назовні.



Рис.2. Сонячний колектор вакуумного типу з трубчатою системою[5].

Це гарантує високий ККД та мінімальна кількість тепловтрат. Ще одна однозначна перевага цих приладів перед плоскими колекторами, базується на збільшеній продуктивності за типом «прийому» енергії: трубки відмінно себе показують абсолютно при наявності будь-якого кута падіння сонячних променів та в тому числі, та в хмарну погоду.

Дана система досить не вибаглива безпосередньо в процесі монтажу, система збирається по частинах: на початку ободок, слідом за тим корпус-теплообмінник, а у ж потім трубки. У разі несправності, завдяки конструкції, є можливість замінити тільки одну вийшли з ладу трубки, не торкаючись залишилася систему [4].

Якщо ж порівнювати вакуумні колектори з термосифонними, то представлена різновид ефективніше, може використовуватися для опалення однак конструкція набагато складніше, що й виправдовує високу вартість.

Плоскі

Порівняно дешевий різновид сонячних колекторів, масово представлений на ринку. На фронтальній частині такої системи розміщено прозоре покриття (з особливого скла, або ілюзорного пластика), під ним розташовується всмоктуючий шар (абсорбер) з теплопровідною системою, а з тильного боку застосовується термоізолюючий шар рис.3. (щоб уникнути витоку тепла).

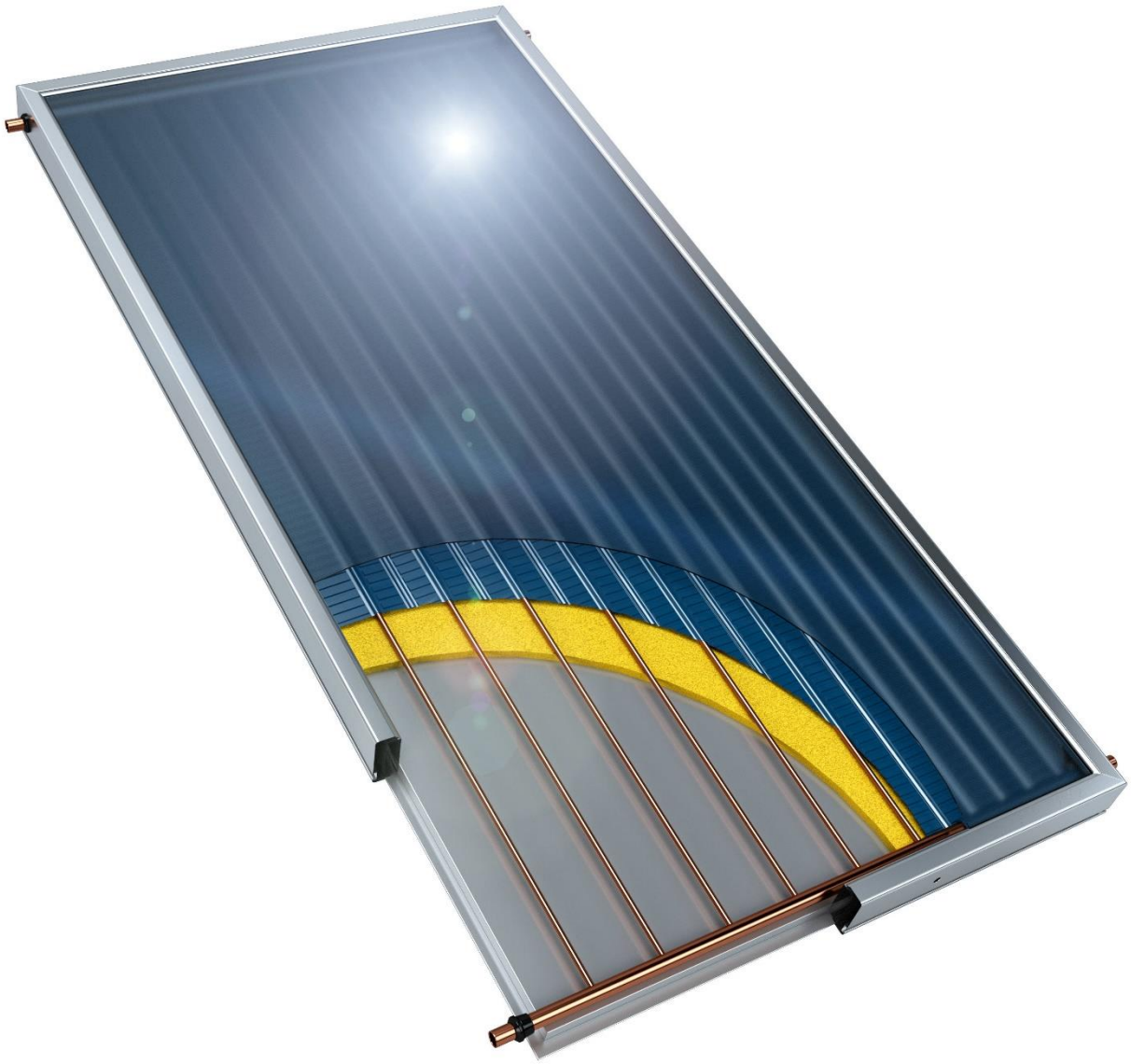


Рис.4. Сонячний колектор плоского типу[3].

На теоретичному рівні ці системи готові нагрівати знаходиться всередині воду до температури близько 200 °С (при недоступності циркуляції теплоносія). При низькій ціні вони мають задовільну ефективність в теплу пору року.

З іншого боку, для плоских колекторів властива невисока рівень термоізоляції, власне, що значно знижує їх ефективність в осінньо-зимовий етап. Є вдосконалені різновиди цих пристосувань - зокрема, пристрій в яких замість теплоізолюючого шару застосовується абсолютний вакуум. Вони готові працювати та при невисоких температурах, втім й обходяться дорожче, а

фактична ефективність все точно також міцно знаходиться в залежності від кута падіння сонячних променів.

Важливо відзначити власне що плоскі колектори мають всі шанси виявитися досить складними в монтажі: колектор доводиться піднімати та ставити повністю, власне, що в деяких критеріях викликає незручності. Та й при несправності замінювати це прилад доводиться повністю.

Термосифонні

Термосифонними називають особливий різновид вакуумних колекторів рис.4. Інша їх назва-сезонні-досить чітко відображає індивідуальність цих систем, вони розраховані на використання переважно в теплу пору року, а саме, з весни по осінь. Взимку, при температурі нижче нульової позначки, вода в цих колекторах підмерзає і вони стають непридатними до використання.

З одного боку, дані системи найменш універсальні, ніж справжні вакуумні моделі: вони обмежені за часом року та не мають всі шанси використовуватися для опалення (в прохолодну погоду, коли опалення більш активно, колектор стає невикористовуваним) [10].

З іншого боку, у цих систем є певні якості: вони легші, вигідніші, компактніші та простіші в монтажі.



Рис.4. Вакуумний сонячний колектор термосифонного типу [1]

Між відповідних різновидів використання термосифонних систем називають літні пансіонати, дачі, готелі та інші простору, де споживачі присутні здебільшого в літній період.

Гібридні

Специфічна різновид оснащення, що поєднує в собі здатності сонячного колектору та фотоелектричної речовини. Фотоелемент, як правило,

знаходиться із зовнішнього боку, а під ним розташовується саме колектор. Захоплюючою властивістю цих моделей вважається те, власне що при високій температурі повітря та насиченому сонячному освітленні вони виявляються ефективніше у виробленні електроенергії, ніж класичні сонячні батареї рис.5.



Рис.5. Плаский сонячний колектор гібридного типу[8].

Справа в тому, власне що фотоелементи погано переносять нагрів до температур 50 °С— їх ефективність при даному швидко падає. А в гібридному складі сонячний колектор грає ще й роль системи заморожування, відводячи надмірне тепло від фотоелемента та знижуючи його температуру. З іншого боку, варто позначити, власне що термічна ефективність цих моделей нижче, ніж у призначених колекторів схожого обсягу — важлива частка сонячної енергії поглинається та розсіюється фотоелементом. На даний момент основним недоліком аналогічних систем залишається найвища ціна.

3.2 Різновид

Відкритий

Відкритими називають колектори, що працюють без зовнішнього або додаткового тиску знаходиться в системі циркуляції води. Як правило, даний пристрій оснащується баком , який знаходиться верхній частині колектору, в якому зберігається весь запас води; після цього вода самопливом, за дією сили тяжіння, надходить до точок водостоку.

На перший погляд, даний тип системи не дуже зручний: так як розміщувати його потрібно вище (причому натиск буде прямо залежати від різниці висот між колектором та точкою водозабору), при цьому необхідно реалізувати спосіб наповнення резервуара (як правило в цих цілях необхідно використовувати насос), а призначення, даного типу пристроїв, обмежується гарячим водопостачанням та нагріванням басейнів. З іншого боку, подібні колектори досить прості, до того ж недорогі, не вимагають підключення до мережі та здатні працювати навіть при повній відсутності електрики (поки є вода у резервуарі [7]).

Закритий

Колектори закритого типу, припускають роботу з високим тиском (близько 5 – 6 бар) і імовірно розраховані на безпосереднє вбудовування в систему гарячого водопостачання. Для нагріву при цьому як правило використовується непрямий принцип роботи-передача тепла від води в колекторі до води в системі ГВП через спеціальний теплообмінник.

Ці пристрої значно важче та дорожче ніж відкриті, причому як і за вартістю, так і в обслуговуванні. У той же час вони більше універсальні і ефективні, мають всі шанси використовуватися ГВП, а так само як система

опалення. До що ж ввести обігрівач можливо на абсолютно будь-яку височину-даний момент не впливає на внутрішні давні в системі, на відміну від розкритих систем.

3.3 Тип монтажу

Перш ніж аналізувати тип монтажу, варто відзначити, що всі сонячні колектори призначені для установки під кутом до горизонту. Саме завдяки цьому можна домогтися того, щоб кут падіння сонячного світла був якомога ближче до перпендикуляру, та, відповідно, ефективність пристрою була б близька до максимальної. Тому як горизонтальні, так і похилі моделі по суті встановлюються в однаковому положенні - похило; різниця між цими опціями полягає в тому, що служить опорою для колекціонера.

Похилий

Колектори призначені для монтажу на спеціальній підставці (рамі). Завдяки цій рамі поглинаюча поверхня розміщується під прямим кутом до горизонту, а сама підставка призначена для монтажу на рівній горизонтальній поверхні. Якщо планується розмістити колектор на такій поверхні-наприклад, на плоскому даху або на землі поруч з будинком - варто звернути увагу на похилі моделі.

Горизонтальний

Горизонтальні системи не забезпечені опорами та, як правило, не призначені для використання опор, вони розміщені безпосередньо на поверхні даху, необхідний кут нахилу забезпечується тільки через нахил поверхні.

В результаті основною сферою застосування горизонтальних моделей є будинок з похилими дахами, де неможливо встановити похилий колектор. Недоліком цього варіанту є те, що кут нахилу пристрою залежить від кута нахилу покрівлі.

Універсальний

Колектори, які можна встановлювати горизонтально і похило. Їх комбінація дозволяє користувачеві вибрати кращий варіант в залежності від ситуації. Однак ця універсальність недешева, але на практиці вона вкрай рідкісна - сонячний колектор зазвичай купується з урахуванням конкретного місця установки, та, як правило, немає проблем у виборі спеціалізованого варіанту (похилого або горизонтального).В результаті такі моделі вкрай рідкісні.

3.4 Призначення

Основне застосування, на яке розрахований сонячний колектор. Відхилятися від цих рекомендацій вкрай небажано: від призначення залежать специфічні особливості конструкції і функціонування, і в «нерідному» режимі пристрій в кращому випадку виявиться неефективним, а в гіршому — може вийти з ладу і навіть привести до аварій [3].

Гаряче водопостачання

Застосування в системах гарячого водопостачання є класичним варіантом, при якому виготовляється переважна більшість сучасних сонячних колекторів. Конкретний спосіб інтеграції в систему ГВП (рис.6), може бути різним: зокрема, у відкритих моделях використовується прямий нагрів води, в закритих моделях використовується непрямий нагрів.

Однак в будь-якому випадку сонячне опалення може бути дуже зручним для забезпечення гарячою водою. Він може грати допоміжну роль (для економії енергії під час основного опалення або в якості резервного варіанту в разі відключення гарячої води) та основну роль (наприклад, в заміському будинку або іншому подібному місці, де спочатку немає гарячої води).

Опалення та ГВП

Системи, призначені для використання як для гарячого водопостачання, так і для опалення. Щоб ефективно інтегруватися в систему опалення(рис.6), колектор повинен відповідати певним додатковим вимогам [1]. Перш за все, це застосування дозволено тільки для закритих пристроїв: контур опалення працює при досить високому тиску та примусової циркуляції, відкрита схема роботи тут не може бути застосована.

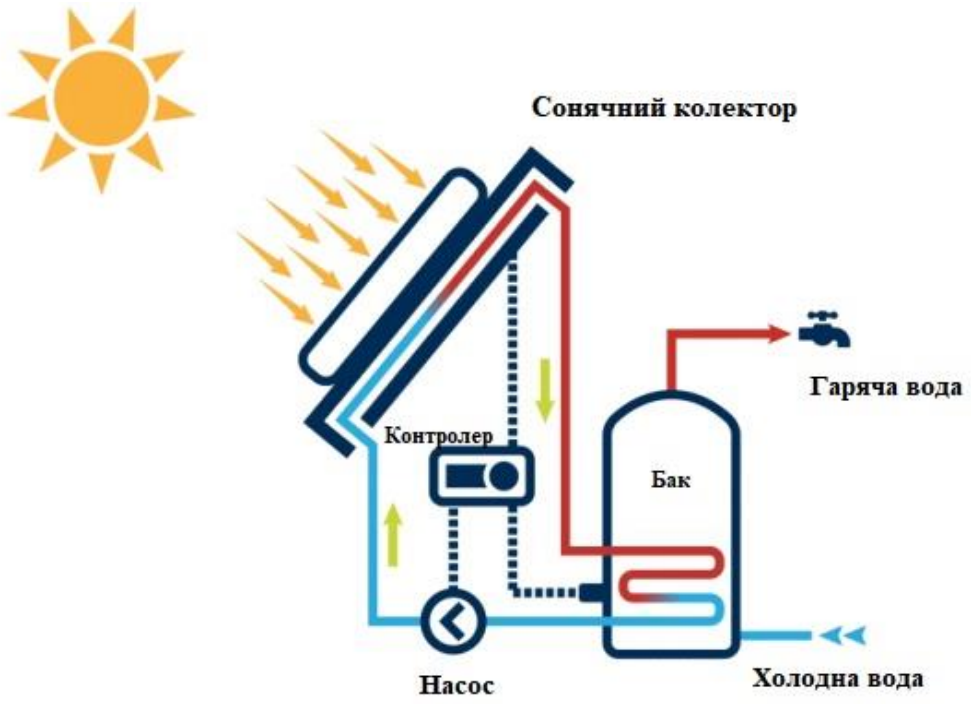


Рис.6 Система гарячого водопостачання з використанням сонячного колектору [1]

По-друге, колектор повинен бути придатний для використання у період цілого року - адже проблема опалення стоїть більш гостро в холодну пору року, та не всі моделі можуть працювати при низьких зовнішніх температурах.

Підігрів басейнів

В цю категорію входять високоефективні сонячні колектори, які можна використовувати для нагріву води в басейні, а також для інших цілей, для яких потрібна постійна подача великої кількості гарячої води, наприклад, системи «Тепла підлога» або набір ванн. Звичайно, вони можуть бути використані в більш традиційному форматі - наприклад, для побутових систем гарячого водопостачання; однак основною спеціалізацією як і раніше є описані завдання, пов'язані з високим споживанням підігрітої води [4].

3.5 Використання колекторів протягом року

У цю категорію входять сонячні колектори, які можна використовувати цілий рік, в тому числі взимку, при температурі повітря нижче нуля. Дійсно, єдиною умовою правильного функціонування такого пристрою є наявність сонячного світла.

Головною відмінною характеристикою цих моделей є високий ступінь теплоізоляції, призначена не тільки для зменшення втрат тепла, але і для захисту охолоджуючої рідини, що циркулює всередині гелю. У більшості цих пристроїв теплоізоляція забезпечується вакуумом. Крім того, принцип непрямого нагріву часто використовується в «цілорічних» колекторах: антифризна рідина з температурою замерзання, значно нижче нуля, діє як охолоджуюча рідина, а нагріта вода отримує тепло через стінку теплообмінника [2]. Однак сучасні технології дозволяють створювати пристрої з прямим нагріванням "морозостійкі".

Зручність цього типу колектору очевидна, але вони недешеві. Тому варто купувати модель з можливістю її використання цілий рік, тільки якщо така можливість має ключове значення; малоймовірно, що «цілорічний» колектор матиме сенс, наприклад, в дачі, де взимку нікого немає.

3.6 Матеріал абсорберу

Матеріал, з якого зроблений поглинач, являє собою шар, який поглинає сонячну енергію. Це основна частина роботи колектору; загальні експлуатаційні властивості пристрою багато в чому залежать від його конструкції.

У більшості сучасних моделей незалежно від типу поглинач виконаний з міді зі спеціальним покриттям. Цей метал характеризується високою теплопровідністю, завдяки чому він ефективно передає тепло від теплоносія. А покриття використовується для поліпшення поглинання сонячного світла, зменшення його відображення та, отже, досягнення гарних показників ефективності.

Іншим варіантом, який можна використати в сонячних колекторах, є алюміній. Він трохи дешевше міді, важить менше, але по теплопровідності та продуктивності поступається йому.

Площа абсорберу

Плоскі системи конкретно відносяться до робочої зони - розміру поверхні, схильної до впливу сонячних променів. Для моделей з трубками (вакуумні, термосифонні), де трубки грають роль поглинача, враховується загальна поверхня трубок, включаючи ту, яка знаходиться в тіні під час роботи та не нагрівається сонцем. Щоб використовувати цю поверхню на роботі, можна використовувати спеціальні відбивачі, але вони доступні не у всіх трубчастих колекторах [10].

Все це означає, що по поверхні абсорбера можна порівнювати тільки колектори одного типу та аналогічної конструкції. Якщо говорити про таке порівняння, то велика площа, з одного боку, забезпечує більшу ефективність та швидкість нагріву, а, з іншого боку, відповідно впливає на розмір пристрою іта розмір простору, необхідного для його установки. Тут теж є специфіка, в

залежності від типу. Отже, загальна площа плоского колектору приблизно відповідає площі робочої поверхні; це трохи більше, але ця різниця невелика. Але в трубчастих моделях існує парадокс, коли загальна площа менше площі поглинача. Однак в цьому немає нічого надприродного, враховуючи конструктивні особливості і розміри обох областей.

Апертурна площа

Відкрита або апертурна площа - це, по суті, робоча зона пристрою: розмір простору, освітлюваного безпосередньо сонцем. У плоских моделях цей розмір відповідає розміру скляного "вікна" перед колектором; однак площа отвору зазвичай така ж, як площа абсорберу, або трохи менше (через те, що край "вікна" може покривати край абсорбуючої поверхні. Але в трубчастих колекторах (вакуумних, термосифонних) площа апертури може бути виміряна по-різному, в залежності від наявності відбивача. Якщо відбивач присутній, робоча зона дорівнює поверхні абсорберу, тому що труби опромінюються з усіх боків. Якщо відбивач не передбачений, то площа апертури розглядається як сума площ проекції всіх ламп; довжина виступу в цьому випадку відповідає довжині трубки, ширині внутрішнього діаметра скляної колби або зовнішнього діаметра внутрішньої трубки, в залежності від конструкції.

Площа апертури є одним з найважливіших параметрів сучасних сонячних колекторів, вона пов'язана з багатьма експлуатаційними характеристиками. У той же час, перерахувавши ці характеристики на 1 м^2 площі діафрагми.

Загальна площа колектору

Загальна площа визначає, перш за все, розміри колектору та кількість місця, яке буде потрібно для його установки (слід мати на увазі, що для однієї та тієї ж області конкретні розміри різних моделей можуть бути різними). Крім того, якщо мова йде про горизонтальне позиціонування, Загальна площа колектору буде відповідати площі простору, яке він займе після установки.

Але при нахилі установки підстава всієї конструкції займає трохи меншу площу - це пов'язано з вимогами до установки.

Окремо варто торкнутися зв'язку між загальною площею та робочою зоною. Практичні характеристики сонячного колектору в основному визначаються його площею відкриття. Крім того, в плоских моделях робоча площа неминуче буде менше загальної, але в трубчастих моделях вона може бути навпаки - в деяких випадках робоча площа всіх труб може перевищувати площу самої системи. У цьому немає нічого дивного, таке явище пов'язане з геометричними характеристиками дизайну.

3.7 Тип трубок

Коаксіальний

Коаксіальний - вакуумний прямий нагрів. Найпростіший тип вакуумної трубки: порожниста трубка поглинача, яка укладена в скляну вакуумну колбу. Для такого типу характерні подвійні стінки, між якими є вакуум, що забезпечує необхідний рівень теплоізоляції. А термін «прямий нагрів» - означає, що охолоджуюча рідина циркулює безпосередньо у внутрішній трубі та отримує тепло за рахунок контакту зі стінками поглинача. Основними перевагами труб прямого нагріву є простота та низька вартість. Вважається, що вони непридатні для колекторів розрахованих на цілорічне використання, але сучасні технології забезпечують дуже високий ступінь теплоізоляції, тому всесезонні системи такого типу доступні на сучасному ринку. Аналогічна ситуація виникає при використанні в закритих системах: елементи прямого нагріву дещо менш підходять для таких застосувань, ніж більш просунуті вакуумні трубки, однак, крім відкритих труб, існують закриті колектори з прямим нагріванням. Однак недоліком цього варіанту в будь-якому випадку є відносно низька продуктивність.

Коаксіальні вакуумні heat pipe

Коаксіальна Вакуумна heat pipe. Вакуумні трубки використовують передачу енергії за рахунок так званої системи heat pipe-теплових труб. Зовнішня оболонка в такому елементі - скляна, з подвійними стінками та вакуумом між ними (за принципом термоса), але внутрішня частина - це просто теплова труба - герметична колба (зазвичай мідна), заповнена спеціальним нагрівачем. передача рідини з низькою температурою випаровування. Верхня частина цієї трубки виведена в колектор (корпус-теплообмінник), вона має збільшені габарити та грає роль радіатора. Вся система працює наступним чином: сонячне світло нагріває теплову трубу, пар теплоносія піднімається в її верхню частину, де він конденсується і передає тепло через стінки радіатора воді, що рухається уздовж колектору. Конденсат стікає назад на дно теплової труби, після чого процес повторюється.

Коаксіальні труби з heat pipe більш складні по конструкції, ніж системи прямого нагріву, та, відповідно коштують дорожче. З іншого боку, вони більш ефективні, можуть використовуватися без обмежень в закритих колекторах високого тиску, а також у всесезонних системах. Крім того, пристрої з таким принципом роботи прості в ремонті: якщо одна з трубок зламається, вам не потрібно міняти весь колектор - досить замінити саму трубку. Це не викликає особливих труднощів і може бути виконано безпосередньо на місці установки, не розбираючи всю конструкцію.

Коаксіальні вакуумні U-type

Вакуумні труби, оснащені U-образними теплообмінниками. Такий теплообмінник являє собою тонкий трубопровід, що проходить від корпусу колектора по всій довжині труби і навпаки; форма трубопроводу зазвичай нагадує букву U, звідси і назва. Сам колектор зазвичай складається з двох труб: холодна вода надходить в колектор через одну трубу (до нього підключені U-

образні теплообмінники), гаряча вода зливається через іншу (до неї підключені виходи теплообмінника).

Така конструкція дозволяє домогтися досить високих експлуатаційних показників в поєднанні з відмінною теплоізоляцією: вода не контактує безпосередньо зі стінками поглинача, що особливо важливо при використанні в холодну погоду. А з використанням трубок U-типу в закритих колекторах проблем також немає. Серед недоліків, крім досить високої вартості, можна назвати високий гідродинамічний опір і чутливість до забруднення, що висуває підвищені вимоги до характеристик насоса та чистоті охолоджуючої рідини. Крім того, такі колектори важко ремонтувати: труби та колектор являють собою єдине ціле, та для усунення проблем часто необхідно зняти всю конструкцію з даху, неможливо замінити окрему трубу.

Пір'яні вакуумні системи

Вакуумні трубки такого типу являють собою різновид систем heat-pipe. У них heat-pipe розміщена не у внутрішній трубі, а на плоскому абсорбері, а вся конструкція встановлена всередині скляної колби, з якої витісняється повітря. Ручні системи дуже ефективні, оскільки поглинач не нагріває повітря всередині колби, а передає майже всю енергію охолоджуючої рідини; однак вони не дешеві [5]. Крім того, ці системи досить складні в установці та, якщо трубка виходить з ладу, вона неминуче повинна бути повністю замінена (хоча зазвичай з самою заміною проблем не виникає). Також варто відзначити, що такого роду системи більшою мірою залежать від кута падіння світла, ніж розчини з традиційним круглим поглиначем.

Розмір трубок (øxB)

Розмір трубок, використовуваних у відповідному сонячному колекторі-вакуумний або термосифонний. Він вказується в міліметрах двома цифрами, перша з яких позначає діаметр, а друга - довжину (висоту).

Загалом, розмір трубок є досить специфічним параметром, який використовується в деяких формулах для розрахунку теплової потужності та інших робочих характеристик.

Кількість трубок

Загальна Кількість трубок передбачено в конструкції відповідного колектору (вакуумного або термосифонного). Цей параметр багато в чому залежить від площі пристрою: для великого колектору та трубок потрібно більше. Однак жорсткої залежності немає, пристрої однакового розміру можуть відрізнятися за кількістю трубок. Загалом, цей параметр досить специфічний, він використовується в деяких формулах для розрахунку необхідної потужності колектору.

Максимальний тиск

Максимальний тиск робочої рідини, для якого призначений колектор. Цей параметр вказується тільки для закритих моделей) - отвір для визначення роботи при атмосферному тиску.

Максимальний допустимий тиск для обраного колектору не повинно бути менше робочого тиску в опалювальній системі (ГВП, опалення та т.д.), до якої передбачено підключення. Запас тиску не менше 15-20% - це забезпечить додаткову гарантію в разі різних збоїв та неісправностей, та загальна надійність такого колектору буде вище.

3.8 Коефіцієнт Корисної Дії

Спочатку термін ККД позначає функцію, яка описує загальну ефективність пристрою - іншими словами, цей коефіцієнт вказує кількість енергії, яка надходить в пристрій (в даному випадку сонячне), йде на корисну роботу (в даному випадку опалення холодоагентом).

Однак варто відзначити, що в разі сонячних колекторів фактична ефективність залежить не тільки від властивостей самого пристрою, але також від умов навколишнього середовища та деяких характеристик роботи. Тому характеристики зазвичай вказують максимальне значення цього параметра, а саме оптична ефективність або нульова ефективність втрати тепла. Він позначений символом - η_0 та залежить виключно від властивостей самого пристрою, а саме від коефіцієнта поглинання поглинача - α, коефіцієнта прозорості скла - t та ефективності теплопередачі від поглинача до охолоджуючої рідини - Fr.

Фактична ефективність - (η) знову використовується для кожна конкретна ситуація розраховується за спеціальною формулою, яка враховує різницю температур всередині та зовні колектору, щільність сонячного випромінювання, що надходить в пристрій, та спеціальні коефіцієнти теплових втрат k1 і k2.

3.9 Коефіцієнт відбиття дзеркала

Даний індикатор призначений тільки для трубчастих моделей, оснащених додатковим відбивачем. Такий відбивач насправді являє собою дзеркало спеціальної форми, встановлене за трубками; це дзеркало відбиває сонячні промені, що проходять через лампи, та направляє їх назад до труб.

В результаті зачіпається майже вся поверхня поглинача, а не тільки половина, що знаходиться під впливом сонячного світла. Коефіцієнт відбиття описує, скільки сонячного світла, що падає на дзеркало, ефективно відбивається; цей момент безпосередньо впливає на продуктивність пристрою.

У сучасних відбивачах коефіцієнт відбиття часто перевищує 90% - це дуже високий показник для дзеркала.

3.10 Коефіцієнт прозорості скла

Даний параметр описує, скільки сонячного випромінювання, що падає на скло, проходить через нього без перешкод. Чим вище значення (t) - тим менше тепла втрачається при проходженні через скло, тим більше енергії передається на поглинач і тим вище ККД колектору (при інших рівних умовах).

Фактично коефіцієнт прозорості є одним з найбільш важливих факторів, що впливають на продуктивність пристрою, а також на коефіцієнти поглинання і відображення поглинача.

3.11 Коефіцієнт поглинання абсорбера

Даний параметр описує, скільки енергії, що надходить у поглинаюче покриття, відбивається назад. Робота поглинача полягає в тому, щоб поглинати сонячну енергію, яка падає на нього. Відповідно, в ідеалі він повинен вести себе як «абсолютно чорне тіло» та взагалі нічого не відображати. Але досягти таких характеристик надзвичайно складно та дорого, тому деяка частина променистої енергії неминуче відбивається від поглинача. Цей показник у сучасних сонячних колекторів вкрай малий - він рідко перевищує 5%; крім того, зовнішні скляні колби можуть мати спеціальне селективне покриття всередині, яке повертає частину відбитих променів та знижує фактичну випромінювальну здатність всієї системи.

3.12 Температура стагнації

Термін "стогнація" в даному випадку означає застій теплоносія в колекторі, тому Сонячна теплова енергія, що надходить в пристрій, не видаляється з нього. Така ситуація може виникнути, наприклад, коли припиняється нагрів або подача гарячої води, коли вимикається циркуляційний насос, коли контур кондиціонується або засмічений та т.д. у той же час температура охолоджуючої рідини може значно збільшитися (до 200 ° C або більше) та не перевищують температуру кипіння тільки води, але й спеціальних з'єднань. Зверніть увагу, що цей режим, хоча й несприятливий, не є аварійним - серйозні несправності в системі можуть виникнути тільки при повторному застої протягом короткого періоду часу. А в просунутих колекціонерах часто приймаються різні рішення, щоб мінімізувати негативний вплив цього режиму. Температура застою в цілому є еталонним параметром, не впливає на основні робочі характеристики та не є основним критерієм вибору.

Однак зазвичай вважається, що більш високі показники вказують на більш високий рівень та кращу конструкцію резервуара. Це частково виправдано: модель "високої температури" повинна бути досить ефективною, щоб поглинати велику кількість енергії (зокрема, мати високоякісне селективне покриття скляної ізоляції), та досить надійною, щоб нормально переносити контакт з підігрів охолоджуючої рідини.

3.13 Комплектація

Кількість окремих колекторів безпосередньо входить в комплект поставки. Більшість сучасних сонячних колекторів продаються по одному, проте існують також комплекти, що включають два або навіть три пристрої одночасно.

Такі комплекти призначені для великих систем опалення, для яких одного колектору недостатньо. Купівля набору з декількох пристроїв зручна тим, що всі вони мають однакові вимоги до розміру, продуктивності та сумісності з

іншими компонентами системи; щоб при використанні не виникало проблем з розрахунками продуктивності та сумісності. Крім того, комплект часто дешевше, ніж така ж кількість колекторів, що купуються окремо.

Водонагрівач

Зазвичай в цьому випадку мова йде про накопичувальному водонагрівачі - пристрої, в просторіччі званому «бойлер». Конструкція такого пристрою заснована на ємності об'ємом кілька десятків літрів (часто - 100 і більше).

Вода, нагріта колектором, зберігається в цьому резервуарі та зберігається там до тих пір, поки це не буде необхідно; водонагрівач зазвичай має хорошу теплоізоляцію, та температуру води можна підтримувати на постійному рівні протягом тривалого часу.

Накопичувальний водонагрівач є одним з найбільш важливих елементів Сонячної системи гарячого водопостачання. Це правда, що багато колекторів допускають роботу в режимі "потоку", коли вода, яка протікала через пристрій, негайно тече в точку збору. Однак цей режим не дуже зручний-тим більше, що температура води нестабільна, та до того ж вона багато в чому залежить від погоди (інтенсивність сонячного світла). Акумуляторний нагрівач дозволяє підтримувати готовий запас води при певній температурі. Такі пристрої також можуть продаватися окремо, однак, зазвичай легше купити водонагрівач одночасно з колектором (вам не потрібно турбуватися про сумісність), та часто це також дешевше.

Фотоелектричний модуль

фотоелектричний модуль- являє собою сонячну батарею - елемент, який генерує електрику від яскравого світла. У сучасних сонячних колекторах це обладнання найчастіше використовується для забезпечення електричної автономії: коли зовнішнє живлення відключено, циркуляційний насос та інші компоненти, що вимагають електрики, отримують живлення від фотоелемента,

та система залишається працездатною. Звичайно, якість такої потужності також залежить від інтенсивності сонячного світла, проте сучасні технології дозволяють створювати досить ефективні та в той же час компактні сонячні елементи. Варто врахувати, що фотомодулі в таких пристроях зазвичай виконані знімними та можуть не входити в комплект поставки; наявність такого обладнання в комплекті має бути зазначено окремо.

Моделі гібридного типу

Цей тип поєднує в собі сам колектор та повноцінну сонячну батарею, здатну генерувати електроенергію для зовнішніх споживачів. Однак такі пристрої складні та дороги, також домашні «сонячні електростанції» зустрічаються набагато рідше, ніж сонячні водонагрівальні системи. Тому цей тип вкрай рідкісний.

Розширювальний бак

Розширювальний бак, згідно з назвою, призначений для компенсації теплового розширення рідини в системі опалення (подача гарячої води, опалення і т.д.). Коли температура підвищується і обсяг рідини збільшується, її надлишок надходить в розширювальний бак, що дозволяє уникнути критичного підвищення тиску та пошкодження компонентів системи. Обсяг резервуара повинен бути достатнім, щоб впоратися з тепловим розширенням при максимальній запланованій робочій температурі. Мінімальна місткість може бути розрахована з використанням спеціальних формул; враховувати загальний обсяг та характеристики теплоносія, перепади температур, конструктивні характеристики системи опалення та т. д.

Розширювальний бак також можна придбати окремо; однак в деяких ситуаціях дешевше (або навіть дешевше) купити його відразу з сонячним колектором.

Обсяг водонагрівача

Водонагрівач - це резервуар, в якому нагріта вода накопичується для майбутнього використання. Такий пристрій дозволяє вам постійно мати в своєму розпорядженні певну кількість гарячої води-в тому числі ввечері та вночі, коли опалення недоступне. Вода в резервуарі, звичайно, також поступово охолоджується, але більшість водонагрівачів мають гарну теплоізоляцію, але цей процес дуже повільний.

Велика ємність водонагрівача, з одного боку, дозволяє акумулювати відповідний обсяг гарячої води та знижує ймовірність того, що вона закінчиться в самий невідповідний момент.

Додатковий підсилюючий електронагрівач

Нагрівач складається з нагрівальної нитки, металевої трубки, в якій вона укладена, та ізоляційного матеріалу з хорошою теплопровідністю (пісок, масло та т.д.), який заповнює простір між ниткою та трубкою. Такий пристрій виконує роль додаткового нагрівача, підвищуючи загальну ефективність колектору: якщо нагріву від сонця недостатньо, можна додатково підключити нагрівач та досягти необхідної температури.

Однак слід мати на увазі, що для використання цієї функції потрібно як мінімум наявність «електрики» на фермі, а для потужних нагрівальних елементів - особливий формат підключення, безпосередньо до панелі або навіть до трьох фаз – 380В.

Також не варто забувати, що ця функція пов'язана з додатковими витратами: якщо сонячна енергія надходить «ні за що», то вам доведеться платити за електроенергію. Однак сонячний колектор з нагрівальним елементом все ж набагато дешевше, ніж чисто електричний котел або котел тієї ж потужності.

Матеріал рами

В цьому випадку рама є опорою, завдяки якій сам колектор встановлюється під потрібним кутом від горизонту. Основними варіантами цього конструкційного елемента є алюмінієві та сталеві сплави; алюміній трохи легше, але в той же час дорожчий, а більш важка сталь також вважається більш стійкою. Однак на практиці немає особливої різниці між цими матеріалами, в будь-якому випадку вони досить міцні та стійкі до корозії, настільки, що тривалість рами часто перевищує «довговічність» самого колектору. Однак важливо зазначити, що алюміній в основному зустрічається у вакуумних моделях, а сталь - в радіаторах.

3.14 Технічний та економічний розрахунок сонячної водонагрівальної установки

Сучасні побутові сонячні колектори здатні нагрівати воду до температури кипіння навіть при відносно низьких температурах. У вакуумних колекторах в режимі обмеження виділення тепла, можливе підвищення температури до 250-300 ° С. Це досягається за рахунок зменшення втрат тепла за рахунок використання багатошарового скляного покриття, герметизації або створення вакууму в колекторах.

Насправді, сонячна теплова труба за своєю структурою схожа на побутовий термос. Важливим фактором ефективної роботи СВУ є тип покриття, яке поглинає сонячне світло.

Найбільш ефективними є покриття, створені в умовах сучасного виробництва. Це високоселективне та чорне хромове покриття, яке поглинає найбільшу кількість сонячної енергії, використовуваної для нагрівання води в теплопровідній системі. Але не тільки високотехнологічні промислові системи знаходять реальне практичне застосування. Досить практичні та саморобні

СВУ, які забезпечують одну або кілька сімей гарячою водою для побутових потреб протягом дня або можуть використовуватися в польових умовах.

Використовуючи сонячну енергію, сонячні системи можуть економити до 75% традиційного палива, яке необхідно для нагрівання гарячої води, та до 50%, необхідного для опалення [6]. Кількість теплової енергії, одержуваної ВСУ, залежить від багатьох факторів:

Конфігурація системи та конструктивні особливості, ясність дня, кут відхилення площини сонячного колектору від південного напрямку, а також від кута сонця над горизонтом (рис.7).

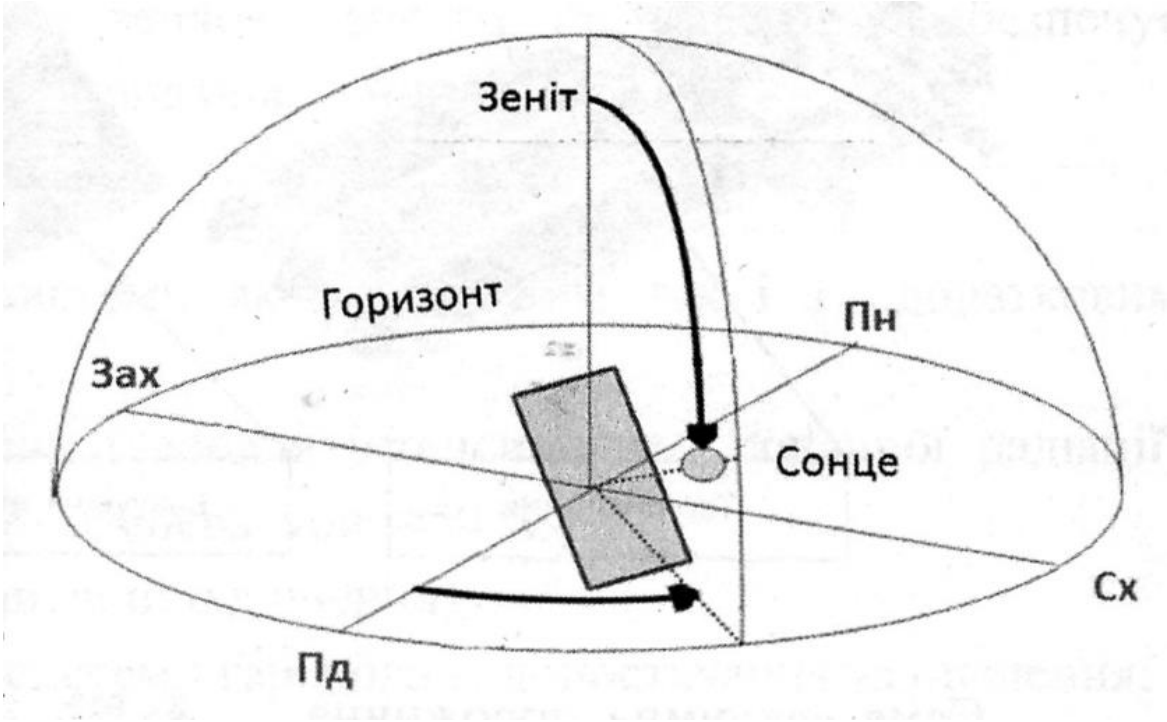


Рис.7. Орієнтація сонячного колектору за сторонами горизонту та залежно від пори року[5].

3.15 Сонячні колектори в системі теплопостачання. Варіант рішення

У сонячний день, E_0 = 7,2 кВт/год сонячної енергії припадає на 1 м^2 поверхні. Враховуючи ефективність різних елементів СВУ, а саме:

-$\eta_k \approx 55\%$ - ККД геліоколектора,

-$\eta_k \approx 95 - 96\%$ - ККД трубопроводу,

- $\eta_k \approx 90 - 94\%$ - ККД баку з водою.

Необхідно визначити загальну кількість тепла, що безпосередньо використана для нагрівання води.

$$Q = E_0 \cdot \eta_k \cdot \eta_T \cdot \eta_\delta = 7{,}2 \cdot 0{,}55 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}94 = 3{,}5 \text{ кВт} * \text{год}$$

Якщо ми знаємо, що 1 кВт/год = 3600 кДж, тоді маємо:

$$Q = 3{,}5\text{кВт} * \text{год} = 12600\text{кДж} = 12{,}6 \cdot 10^6\text{Дж}$$

Отже, виходячи з рівняння кількості тепла, маємо:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1),$$

де с=4190 Дж(кг· К) – питома теплоємність води, визначимо, на кільки градусів нагріється 100кг води при такій кількості поданого тепла

$$(t_2 - t_1) = \frac{Q}{c \cdot m}$$

$$(t_2 - t_1) = \frac{12{,}6 \cdot 10^6}{4190 \cdot 100} \approx 30^0 C$$

Це означає, що СВУ з сонячним колектором площею 1 м^2 здатний нагрівати 100 кг води майже на 30 градуси протягом дня (наприклад, від 10 до 33 ° С відповідно). Підтверджують дані, отримані з експериментальних промислових досліджень СВУ. Ми визначаємо приблизну комплектацію СВУ для наших власних потреб.

Розрахунок буде вестися для сім’ї з чотирьох осіб. Встановимо середнє споживання гарячої води на людину в день до 50 літрів (душ і миття посуду). Потрібно ємність для зберігання від 200 до 300 літрів.

Температура холодної води для опалення: 15 ° С. Температура гарячої води 45 ° С. Це приблизні параметри, які можуть знадобитися для першочергового розрахунку. Для початку визначимо енергію, яка потрібна людині для забезпечення власних потреб (нагрівання 50л води на 25 ° С) у продовж дня.

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 4190 \cdot 50 \cdot 25 \approx 5{,}23\text{кВт} \cdot \text{год}$$

Для сім’ї, яка складеться з чотирьох осіб отримаємо:

$$5{,}23\text{кВт/год} \cdot 4 = 20{,}92\text{кВт} \cdot \text{год}$$

Таким чино, порівнюючи результат первинних розрахунків можемо зробити висновок, що потреби на сім’ю яка складається з чотирьох осіб в такій кількості можуть забезпечити:

20,92кВт/год./3.3кВт/год.=6,3≈7 колектори, площею 1м^2

При більш докладному розрахунку кількості колекторів для систем СВУ важливо враховувати очікувану ступінь заміщення нашої потреби в теплі сонячною енергією, географічну широту, в якій знаходиться будівля, орієнтацію колекторів по сторонах до горизонту, їх кута нахилу по відношенню до сонця, ймовірності щоденного нагріву води при температурі не менше 45 ° С, яка коливається від 30 до 70%. Це призводить до висновку, що пристрої СВУ з 4-6 колекторами площею 1 м^2 необхідні для забезпечення сім'ї з чотирьох чоловік достатньою кількістю теплої води.

Визначимо економічну доцільність придбання та подальшого використання СВУ, базуючись на аналізі сегмента ринку на період 2020 року.

Термін експлуатації СВУ	25-30 років
Орієнтована вартість комплекту обладнання (сумарна вартість пакету документів, процесу технічної реалізації даного проекту та витрати на витратні матеріали).	Разом 7500-23000 грн. Середня 15000грн.
Потенціал використання альтернативної енергії (сумарна кількість енергії, яка виробляється рік). Корисна теплова енергія, теплові втрати в трубопроводі, баку та реальний ККД роботи обладнання в певному температурному режимі.	3100
Кількість енергії, що виробляється установкою за увесь термін експлуатації.	3100 кВт·год/рік · 25років = 77500 кВт /год
Вартість еквівалентної кількості газу, що був би затрачений на утворення такої кількості тепла протягом року. При тарифі 3,71 грн./м^3 (Актуально на 01.04.2020) Питома теплота згорання природного газу q=8.5 кВт/год/м^3 ККД $\eta \approx 90\%$	$Q = \eta \cdot q \cdot V$ $V = \frac{Q}{\eta q} = \frac{3100}{0.9 \cdot 8.5} \approx 405{,}2m^3$ $405,2 \cdot 3{,}7 = 1499{,}24\text{грн.} \approx 1499{,}24\text{грн.}$
Окупність СВУ на термін експлуатації при нагріванні	15000 / 1499,24 = 10

еквівалентної кількості води газом.	
Сумарна економія на кожну вкладену гривню за весь термін експлуатації.	1499,24·25 / 15000= 2,4

Висновок:

В умовах приватного будинку, використання сонячної водонагрівальної установки з двома сонячними колекторами, за попередніми розрахунками окупить себе через 14 рік активного використання, за умови що не буде проводитися ремонт. Але навіть при позаштатній ситуації, а саме вихід з ладу сонячного колектору або ж іншого модуля СВУ, розтрати на ремонт або повноцінну заміну будуть відносно не великими. У цю категорію не входять такі частини системи як: контурний бак і насос, так як вони є найдорожчими елементами після колектору. Крім цього використання вакуумного колектору дозволить заощадити на ремонті, за рахунок його особливості, а саме заміни тільки пошкоджених трубок, а не всього агрегату як би це було в з сонячним колектором плоского типу. Крім значної економії, системи сонячного водонагріву, являються одним з найбільш екологічно чистих видів опалення. При згоранні 1 моля метану утворюється 1 моль вуглекислого газу, тобто при згоранні 22,4 л метану утворюється 22,4 л.=$22{,}4\cdot10^{-3}$ м^3 вуглекислого газу. При згоранні 305м^3 метану, який широко використовується для опалення будинків, утворюється 305 м^3 вуглекислого газу. 1 моль вуглекислого газу (CO_2) має масу 44г = 0,044 кг.

$$V = \frac{V_{CH_4}}{V_{\text{моль}}} = \frac{305}{22{,}4\cdot10^{-3}} = 13{,}6\cdot 10^3 \text{моль}$$

Тоді маса вуглекислого газу:

$$m_{CO_2} = 0.044\cdot 13.6\cdot 10^2 \approx 6000\text{кг}$$

Встановлення однієї системи не тільки економить газ, а і зменшує викиди CO_2 на 6 тон щороку.

Список використаних джерел:

1. Кудря С.О. нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Підручник, Київ, Національний технічний університет України, 2012, с. 495
2. Мхітарян Н. м. енергетика нетрадиційних і відроджуваних джерел.[Альтернативна та відновлювана енергетика].Наукова думка.Київ. 1999. - 314 с.]
3. Науково-прикладний Довідник з клімату СРСР. Серійний. Вип. 10. СРСР. кН. 1. Ч. 1. Сонячна радіація і сонячне сяйво. 1990. 608 с.
4. Рекомендації з проектування установок сонячного гарячого водопостачання для житлових і громадських будівель. .Киевзниieп. Києва. 1987. 119 р.
5. Дубровська В.В., Шкляр В.І., Матвійко І.О. Визначення частки заміщення традиційної енергії в системі гарячого водопостачання з сонячним колектором // Відновлювана енергетика – 2010. – № 4. – С. 33–39.
6. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Гарькавый К.А. Вопросы теории и инновационных решений при использовании гелиоэнергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 504 с.
7. Авезов Р.Р. Эксергетическая эффективность плоских солнечных тепловых коллекторов // Гелиотехника. – 1999. – № 5. – С. 66–72.
8. Гершкович В.Ф. Солнечные установки горячего водоснабжения: пособие по проектированию. – К.: ЗНИИЭП, 2006. – 26 с.
9. Рассамакин Б.М., Хайрнасов С.М., Матвийко И.А. и др. Стенд для испытаний солнечных коллекторов // Зб. наукових статей за матеріалами V Міжнар. науково-практ. конф. [«Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні»], – Львів: 2009. – С. 234–238.

10. Дубровська В.В., Шкляр В.І., Матвійко І.О. Визначення частки заміщення традиційної енергії в системі гарячого водопостачання з сонячним колектором // Відновлювана енергетика – 2010. – № 4. – С. 33–39.