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

«ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ»

Виконав: студент 4 курсу, групи НФ-42
Тищенко Павло Володимирович
Спеціальність:
«Прикладна фізика та наноматеріали»
Керівник: к.т.н., доцент
Казарова І.О.
Рецензент:

Харків - 2021

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

_____**Юрій МАЦЕВИТИЙ**
підпис ініціали, прізвище

"____"_____20___року

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

Тищенку Павлу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «Використання сонячної енергії в системах теплозабезпечення за допомогою сонячних колекторів»

керівник роботи____Казарова Інна Олександрівна, к.т.н._____.
(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)
4. План роботи

Обґрунтування доцільності впровадження сонячних колекторів. Аналіз та порівняння видів сонячних колекторів. Аналіз факторів що впливають на ефективність роботи сонячного колектора.

№ 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 _____ Павло ТИЩЕНКО
підпис ініціали, прізвище

Керівник роботи _____ Інна КАЗАРОВА
підпис ініціали, прізвище

Реферат

Тищенко Павло Володимирович «Використання сонячної енергії в системах теплозабезпечення за допомогою сонячних колекторів» (випускна робота «бакалавра»). – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021. – 60 с.

Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків; містить 21 рисунків, список використаних джерел з 25 найменування.

В бакалаврській роботі розглянуті особливості роботи сонячних колекторів, проаналізовані їх види та умови що впливають на ефективність їх роботи.

Ключові слова: сонячний колектор, енергозбереження, відновлювані джерела енергії.

Abstract

Tyshchenko Pavlo Volodymyrovych "Use of Solar ENERGY in heat supply systems with the help of solar collectors"

(bachelor graduation work). – Karazin Kharkiv National University 2021 – 60 c.

The work consists of an introduction, three chapters, conclusions; 10 contains drawings, , list of sources of 31 items.

The bachelor's thesis considers the features of solar collectors, analyzes their types and conditions that affect the efficiency of their work.

Key words: solar collector, energy saving, renewable energy sources.

ЗМІСТ

ВСТУП……...6

РОЗДІЛ 1 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ……...7

1.1 Актуальність альтернативної енергетики……..7

1.2 Класифікація сонячних колекторів та їх типи……10

1.3 Порівняльний аналіз характеристик плоских і вакуумних колекторів……18

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ ВИДІВ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ..20

2.1 Сонячна активність в Україні ……...…20

2.2 Технічні характеристики сонячного колектора …….....27

РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНИСТЬ РОБОТИ СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА…….……...36

3.1 Принцип роботи сонячного колектора…….36

3.2 Як вибрати сонячний колектор…….....38

3.3 ККД і ефективність сонячних колекторів……41

ВИСНОВКИ……....45

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА…….…….46

ВСТУП

Актуальність теми. У наш час забруднення навколишнього середовища постійно зростає і цьому, не мало сприяють, що використовуються методи видобутку енергії. На тепловий баланс і екологію це непоправно шкодить, тим часом звичне для нас паливо має обмежений обсяг і незабаром буде вичерпано. При цьому потреби в енергії все ростуть і вартість їх підвищується. Всі ці фактори говорять про те, що пора задуматися про якісьні альтернативні джерела отримання енергії, до яких належать сонячна енергія, вітрова, геотермальна, енергія морських хвиль і припливів. Перевага даних джерел в тому, що вони невичерпні і безкоштовні. Сьогодні дані джерела вже широко використовуються в ряді країн не тільки в промислових масштабах, а й в приватних секторах. [1]

Використання сонячної енергії для теплопостачання є одним з провідних трендів розвитку світової енергетики на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). На підставі огляду світового ринку сонячного теплопостачання, серед найбільш вживаних технологій використання ВДЕ, сонячне теплопостачання знаходиться на другому місці.

Мета. Метою роботи є аналіз параметрів та розрахунок використання сонячних колекторів для теплозабезпечення будівлі.

Об’єкт дослідження. Об’єктом є водопостачання гарячої води для потреб дому в Харкові.

Предмет дослідження. Розрахунок сонячних колекторів для теплозабезпечення будинку

Основні завдання:

Аналіз видів сонячних колекторів
Аналіз факторів що впливають на ефективність роботи сонячного колектора
Вибір сонячного колектора для теплозабезпечення та водопостачання
Розрахунок площі сонячних колекторів для потреб дому

РОЗДІЛ 1 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

1.1 Актуальність альтернативної енергетики

В наш час найголовнішими проблемами людства є залежність від невідновлювальних ресурсів, забруднення навколишнього середовища при переробці і спалюванні корисних копалин, що призводить до суттєвих змін в кліматі на нашій планеті та радіоактивне випромінювання АЕС, заводів з виробництва ядерного палива, переробки та збагачення уранових руд. В найближчому майбутньому навіть самі більші родовища вичерпають себе (Рис.1.1). Саме ці фактори найбільш мотивують визнати необхідність використання альтернативних джерел енергії, що є єдиним способом знизити тенденцію змін клімату. До таких джерел відносяться, в першу чергу, сонячна і вітрова енергія, геотермальне тепло, енергія морських хвиль і припливів. [2]

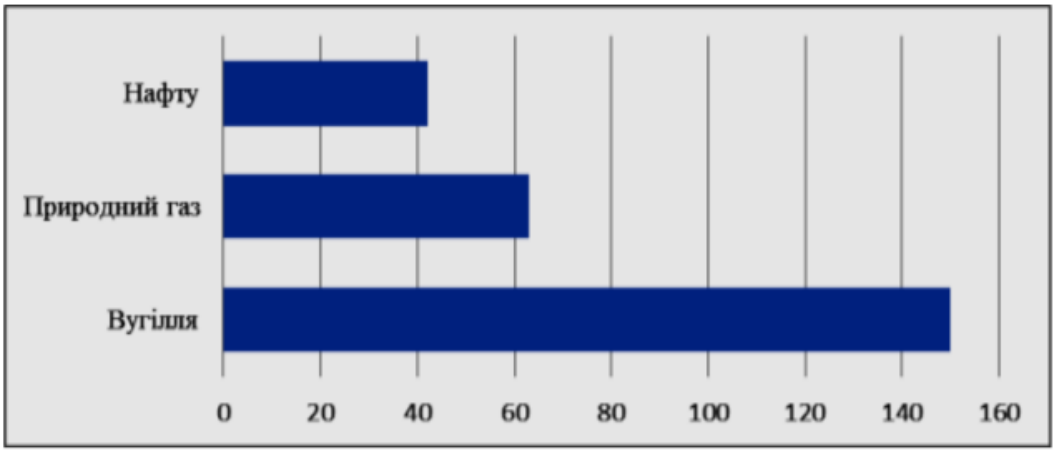


Рис.1.1 Запаси невідновлювальних джерел енергії у світі, в роках (World Business Council For Sustainable Development)

Сьогодні альтернативні джерела енергії вже широко використовуються для вирішення проблем енергопостачання не тільки в промислових масштабах, а й у приватному секторі (Рис.1.2).

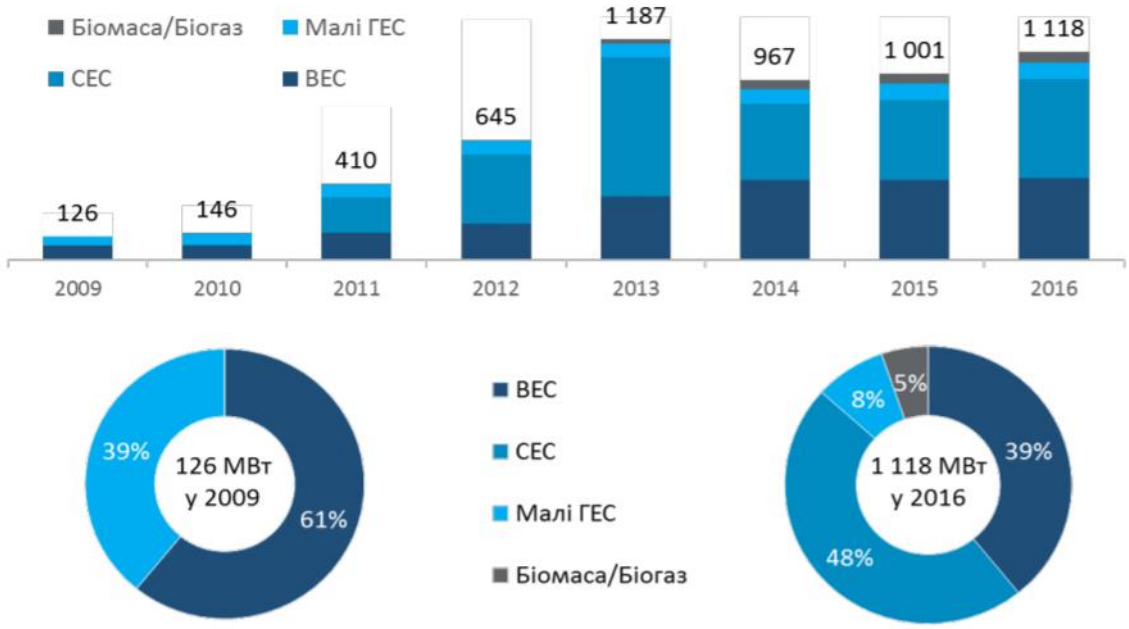


Рис.1.2 Потужність об’єктів відновлювальної енергетики в Україні які працюють за зеленим тарифом, МВт [3]

Найпопулярнішим джерелом відновлювальної енергій являється енергія сонця. Так як сонце це невичерпне джерело енергії і його потенціал оцінюється в десять мільярдів років, близько чотирьох з половиною мільярдів воно вже прожило і приблизно стільки ж залишилося. Теоретичний потенціал сонячної енергії, який показує кількість випромінювання на поверхні Землі (суша і океан), оцінюється в 3,9 x 106 ЕДж / рік. Ця цифра, безумовно призначена лише для ілюстративних цілей, потрибує повноцінного використання всієї наявної поверхні суші і моря при 100-відсотковому коефіцієнті перетворення. Більш корисною метричної величиною є технічний потенціал; він вимагає оцінки частини суші, має практичне значення для перетворювальних пристроїв з використанням більш реалістичного коефіцієнта перетворення. Оцінки технічного потенціалу сонячної енергії лежать в діапазоні від 1 575 до 49 837 ЕДж / рік, тобто приблизно в 3-100 разів вище світового споживання первинної енергії в 2008 році (Рис.1.3).

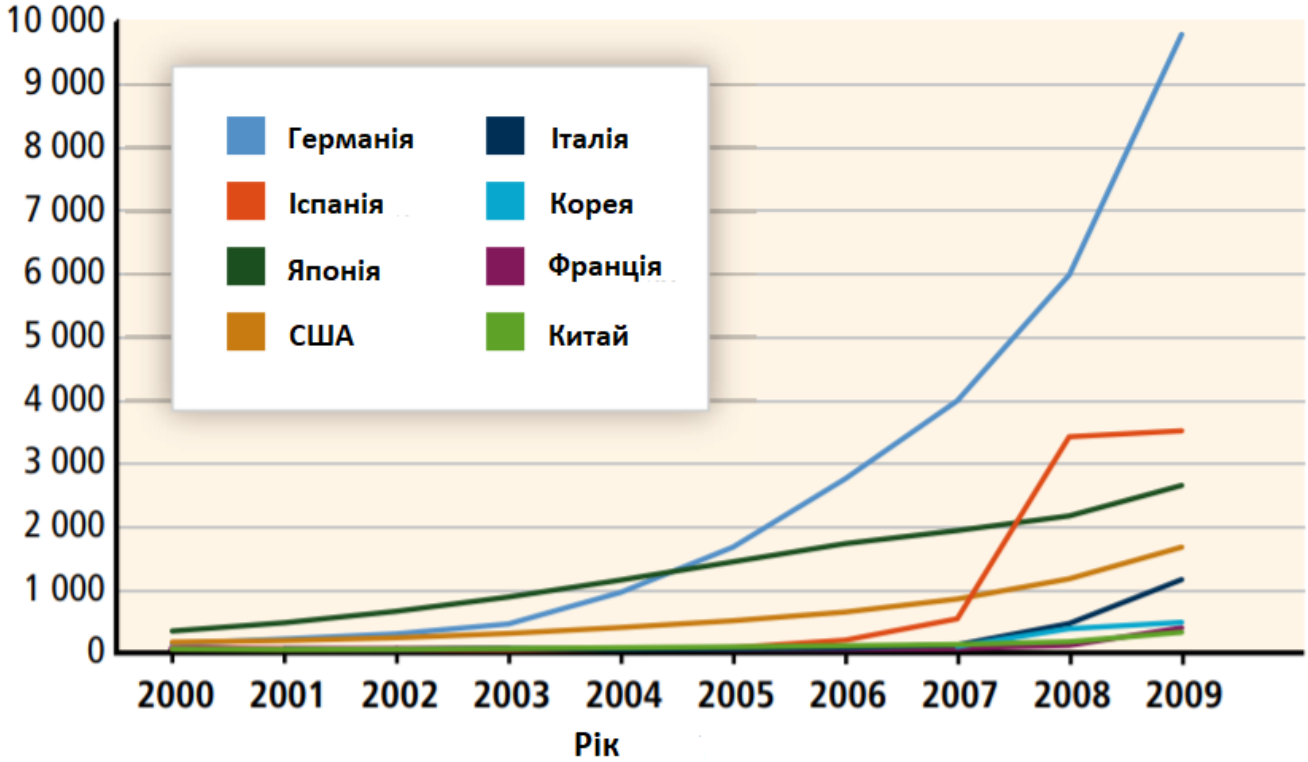


Рис. 1.3 Встановлена потужність ФЕ на восьми ринках протягом 2000 – 2009 років

Технології використання прямої сонячної енергії є різними за своїм характером. Вони утворюють сімейство технологій, оскільки ця енергія застосовується людьми різноманітними способами, такими як теплопостачання, електропостачання і паливо. Головна увага приділяється чотирьом основними типам:

1) теплова сонячна енергія, яка включає як активне, так і пасивне теплопостачання будівель; сонячна система нагріву води для побутових і промислових потреб; нагрів води в плавальних басейнах і технологічне тепло для промисловості;

2) виробництво електрики за допомогою фотоелементів (ФЕ) за допомогою прямого перетворення сонячного світла в електрику фотоелектричними елементами;

3) вироблення електроенергії за допомогою концентрації сонячної енергії (КСЕ) шляхом оптичної концентрації сонячної енергії для отримання високотемпературних рідин або матеріалів для приведення в рух теплових машин і електрогенераторів.

Ключовим компонентом в активних сонячних тепло системах є сонячний колектор. Суть роботи сонячного колектора полягає в тому, що він здійснює нагрівання води із застосуванням виключно сонячної енергії для використання її у побутових потребах

1.2 Класифікація сонячних колекторів та їх типи

Сонячний колектор - пристрій для збору теплової енергії Сонця (геліоустановка). На відміну від сонячних батарей, які виробляють електрику, сонячний колектор виробляє нагрів матеріалу-теплоносія.

Розділяють чотири види сонячних колекторів – це відкриті (без стекольні), повітряні, концентричної (параболічної) форми, плоскі та вакумні трубчасті.

1.2.1 Відкриті сонячні колектори

Відкриті сонячні колектори (Рис.1.4) ще називають безстекольними оскільки вони не мають а не скління а не спеціального покриття – це пластикові або гумові ємності чорного кольору наповнені водою.



Рис. 1.4 Відкритий сонячний колектор

Цей вид колекторів є вкрай дешевий але в свою чергу має дуже багато недоліків до яких відносять:

Низький коефіцієнт корисної дії;

Здатність працювати тільки при позитивних температурах;

Крайня недовговічність, часто лише кілька сезонів;

Не ефективні якщо перепад температур між зовнішнім середовищем і водою в колекторі менше чим двадцять градусів.

Тому вони можуть використовуватися тільки в літні місяці на дачах та в приватних будинках. Такий тип сонячних колекторів використовуються здебільшого для нагріву води в басейнах або літньому душі, тому вони і не набули широкого розповсюдження. [4]

1.2.2 Повітряні сонячні колектори

Ці геліосистема застосовуються для обігріву та кондиціонування повітря в приміщеннях, сушильних установках, системах рекуперації повітря та ін. Такі колектори менш поширені, ніж вакуумні або плоскі, а роль теплоносія в них грає не рідина, а повітря (Рис1.5).



Рис. 1.5 Повітряний сонячний колектор

Конструкція повітряного колектора є ребристу (іноді перфоровану) металеву пластину з селективним покриттям чорного кольору або систему з

металевих трубок з хорошою теплопровідністю. Працює повітряний колектор за принципом примусової або природної подачі в приміщення повітря, прогрітого під дією сонячних променів.

З приміщенням пристрій з'єднується за допомогою трубопроводів для подачі і забору повітря, в яких встановлені вентилятори, що забезпечують конвекцію і циркуляцію повітряних мас. Сам повітря нагрівається завдяки безпосередньому контакту з теплопровідним металом, який увібрав в себе енергію сонячних променів. Конструкція повітряного колектора надійна і проста, термін експлуатації досягає 10 - 20 років. З мінусів - використання додаткової енергії для вентиляторів, що збільшує витрати на його експлуатацію. [5]

1.2.3 Параболічний сонячний колектор

Параболічний сонячний колектор (Рис.1.6) складається з вигнутої у формі параболи покритим дзеркальним напиленням поверхні, де нагрівач знаходиться у фокусі цієї параболи. Нагрівачем може бути труба із спеціальним теплоносієм, при нагріванні теплоносія енергія передається по колектору в систему обігріву.



Рис. 1.6 Параболічний сонячний колектор

Але так, як сонце на протязі дня рухається відносно колектора, таку систему оснащують дорогою системою з поворотнім механізмом.

Цей тип колекторів використовується для нагріву води вище ста градусів та застосовується у виробництві та парових системах опалення.

Параболічний колектор через свою дороговизну та великі розміри не знайшов велике застосування у побутових умовах при проектування систем опалення і водопостачання не великих приватних будинків. [6]

1.2.4 Плоский сонячний колектор

Плоский колектор (Рис.1.7) має досить просту конструкцію, він складається з часткового ізольованого короба, мідних труб та прозорого скляного або полікарбонатного покреття.



Рис. 1.7 Плоский сонячний колектор

Він працює наступним чином: абсорбер приймає сонячне випромінювання через скляну поверхню і передає нагріту воду або іншу рідину через теплопровідну систему до теплоакумулюючої ємкості.

Абсорбер (пластина) поміщається в теплоізоляційний корпус з алюмінієвих профілів, а зверху вона покрита захисним (звичайним або загартованим) склом з мінімальною світлопроникністю - для створення своєрідного «парникового ефекту» (Рис.1.8). Щоб мінімізувати втрати тепла,

важливо зробити надійну теплоізоляцію між стінками корпусу та абсорбером. Як правило, теплоізоляційний шар суцільної плитою укладається під пластиною-абсорбером.

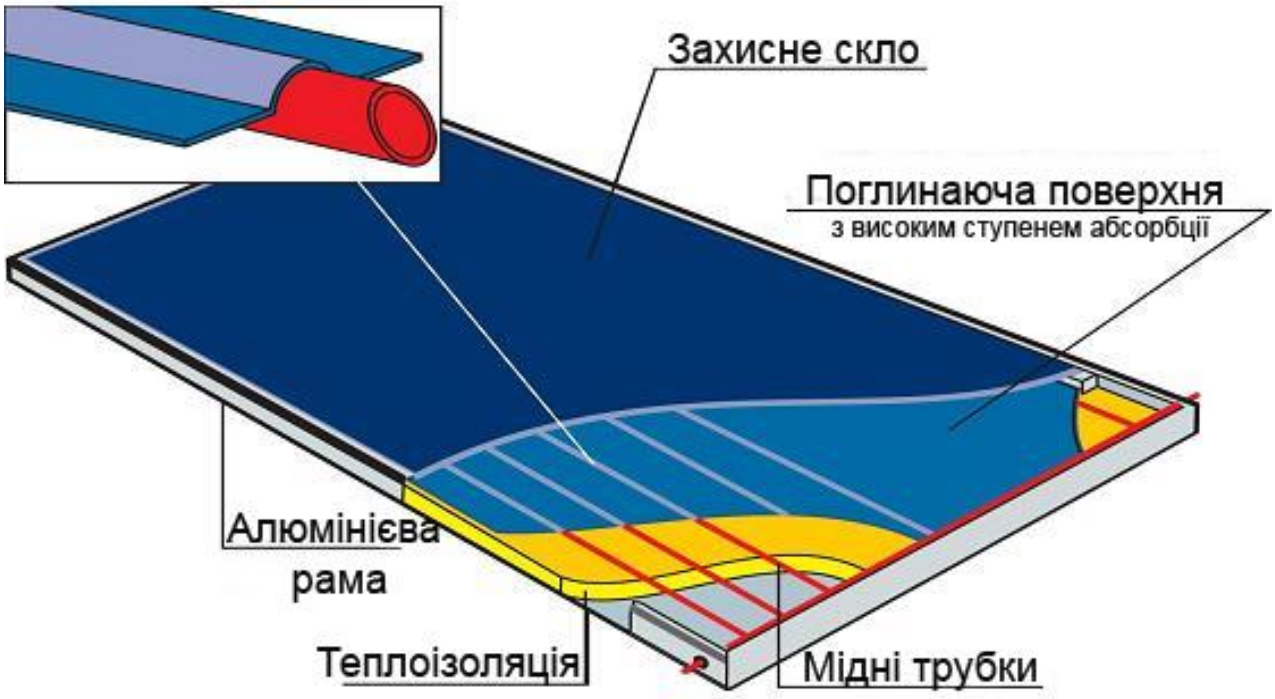


Рис.1.8 Будова плоского колектора

Такий колектор може розігрівати воду до температур більше ста градусів цельсія, але тільки в теплу пору року і при попаданні прямих сонячних променів. Через простоту і порівнювально не велику вартість, плоскі сонячні колектори досить популярні, але через низьку теплоізоляцію зовнішньої сторони їх ефективність значно погіршується в холодну пору року. Тому використовуються плоскі колектори в теплих кліматичних зонах і сезонах. [7]

Більш ефективними є плоскі вакуумні колектори - різновид плоских колекторів. У такому типі пристроїв втрати мінімізовані за рахунок вакууму між абсорбером і склом. ККД колектора при цьому збільшується, так як взаємодія пластини-абсорбера і скла зведено до мінімуму, а сама система працює за принципом дзеркального відображення, незалежно від кута падіння

сонячних променів. При більш високому ККД, що є плюсом, до мінусів можна віднести складність монтажу і високу вартість колектора такої конструкції.

1.2.5 Трубчастий вакуумний сонячний колектор

Трубчастий колектор (Рис.1.9) складається з рами або кріплень корпуса теплообмінника і скляних вакуумних трубок. Теплова трубка зроблена з міцного скла і складається з двох скляних трубок між якими вакуум для зменшення тепловтрат. Зовнішня трубка зовсім прозора, а на внутрішню нанесена спеціальне теплопровідне покреття всередині якої знаходиться мідна трубка з певною речовиною. Такий тип сонячних колекторів також поділяється на два види в залежності від особливості його конструкції на сезонні і всесезонні.



Рис.1.9 Вакуумний трубчастий сонячний колектор

До сезонних систем відносяться колектори з прямою теплопередачою сонячної енергії воді, в таких системах трубки повинні бути розміщенні під відповідним кутом, з’єднані з теплоакумулюючим баком з якого холодна вода

протікає прямо в трубки колектора та нагрівається і повертається назад в бак. Перевагами такої системи є невисока ціна і висоий коефіцієнт корисної дії та простота оскільки вода передається з баку в колектор і назад без будь яких додаткових систем. З іншої сторони суттєвим його недоліком є обмеження використання в холодні пори року. [8]

Всесезонні сонячні колектори найбільш ефективні це закрита система в якій через верхню частину колектора протікає незамерзаюча рідина. Ця рідина забирає тепло з мідних трубок після чого нагріта до певної температури перекачується через змієвик бака акамулятора в результаті чого нагріває в ньому воду, Цикл передачі тепла з колектора до акумулючої ємності триває до тих пір поки триває сонячний день. Таким чином температура на виході колектора стає вищою з кожним перекачуванням рідини до акумулятора, роботу насоса який перекачує цю рідину контролюють спеціальні датчики розташовані в колекторі і акумуляторі. Враховуюче те, що всі поверхні нагріваються сонячними проминями відокремлені від зовнішнього повітря вакуумним середовищем то тепловтрати зведені майже до нуля на відміну від пласких сонячних колекторів. Також завдяки круглій трубці такий тип колекторів є ефективний в ранні та вечерні години роботи та їх можна використовувати в холодні пори року.

Конструкція колектора представляє гідравлічну мережу, де трубки прикріплені до корпусу-теплообміннику і зв’язуються з ним за допомогою теплових каналів, що перебувають в середині абсорбуючій пластини. Однак сам корпус-теплообмінник і трубки можуть мати різну конструкцію і принцип роботи.

Класична коаксіальна трубка прямого нагріву влаштована досить просто і схожа з термосом. Вона являє собою колбу з двома стінками, між якими - вакуум. Як теплового каналу всередині такої трубки використовується стрижень (найчастіше мідний). При такій конструкції теплової канал безпосередньо контактує з поглинає тепло поверхнею абсорбера, тому втрати тепла в колекторах з подібними трубками дуже малі. Працюють ці колектори

переважно сезонно, влітку, і при тиску не вище 0,2 атм. Мають невисоку вартість і прості в монтажі.

Коаксиальная вакуумна трубка з системою U-Type. Теплообмінник всередині кожної трубки такого типу має U-подібну форму, знаходиться всередині трубки і становить з нею одне ціле (Рис.1.10). Такі пристрої вважаються високоефективними, дають мінімальні тепловтрати, прості в монтажі. Мінусом є висока ціна, трудомісткість і дорожнеча ремонту - при виході з ладу одного з елементів конструкції необхідно замінювати і всі інші. [9,10]



Рис. 1.10 Будова трубки з системою U-Type Коаксиальная вакуумна трубка з термотрубками або з системою Heat-Pipe

Усередині мідних трубок такого типу колектора знаходиться швидко закипаюча рідина (суміш води, азотоподобних сумішей, аміаку, альдегіду, метанол та ін).

Промені Сонця, потрапляючи на стінку термотрубкі даного типу, нагрівають її, рідина закипає, випаровується і передає отримане тепло у вигляді піднімається вгору пара в теплообмінник. Потім, віддавши тепло, рідина у вигляді конденсату повертається в термотрубкі. З теплообмінником такі термотрубкі з'єднуються за допомогою спеціальних пристроїв (гільз) і все разом утворюють систему heat-pipe (гаряча труба) (Рис.1.11).

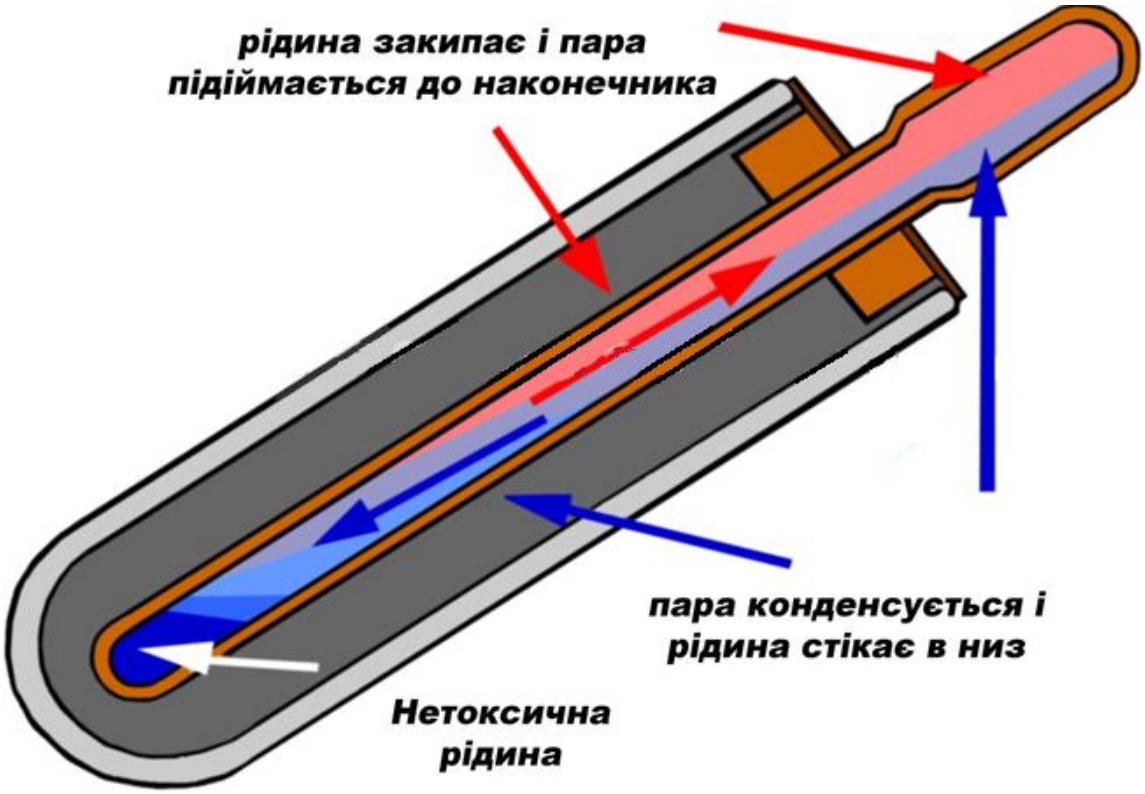


Рис.1.11 Будова гарячої тубки

Сонячні колектори з таким пристроєм трубок прості в монтажі і ремонті, мають невисоку вартість і можуть продуктивно працювати в будь-яку погоду. Практика показує, як працюють такі сонячні колектори взимку - вони ефективні аж до сильних морозів (до -30-35Cº). [11]

1.3 Порівняльний аналіз характеристик плоских і вакуумних колекторів

Таблиця 1.1

Плюси і мінуси сонячних колекторів [12]

Вакуумні трубчасті СК	Плоскі СК
«плюси»	
Низькі тепловтрати	Висока продуктивність влітку
Працездатність в холодну пору року до -30 ºС	Співвідношення ціна / продуктивність для південних широт і теплого клімату
Здатність генерувати високі температури	Можливість установки під будь-яким кутом
Тривалий період роботи протягом діб	Менша початкова вартість
Зручність монтажу	
Співвідношення ціна / продуктивність для помірних широт і холодного клімату	
«мінуси»	
Нездатність до самоочищення від снігу	Високі тепловтрати
Відносно висока початкова вартість проекту	Низька працездатність в холодну пора року
Робочий кут нахилу не менше 20 °	Складність монтажу, пов'язана з необхідністю доставки на дах зібраного колектора

Плоскі СК втрачають більше тепла в навколишнє середовище в порівнянні з вакуумними, і ці втрати зростають зі зростанням різниці температур. Вакуумні колектори мають меншу частку площі поглинання до загальної (60-80%) в порівнянні з плоскими. Виходячи зі значень ефективної площі на квадратний метр, вакуумні колектори є більш ефективними. Це дозволяє використовувати їх в умовах обмеженого простору на даху. Однак, порівняння цін того і іншого типів СК завжди на користь плоских колекторів, що часто є визначальним фактором, особливо в теплих регіонах.

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ ВИДІВ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

2.1 Сонячна активність в Україні

Дані про сонячної інсоляції по регіонах дозволяють оцінити продуктивність сонячного колектора і сонячних батарей. Для кожного міста України інсоляція різна і залежить від регіону та пори року (Рис.2.1). Точний розрахунок потужності, ефективності та терміну окупності системи досить складний і повинен враховувати широту місцевості, число сонячних днів в році, кут відхилення можливого місця установки від південного напрямку і інші фактори. Зазвичай для розрахунків оперують середнім значенням інтенсивності сонячної радіації в розрахунку на 1 м^2 поверхні для конкретної місцевості. [13]

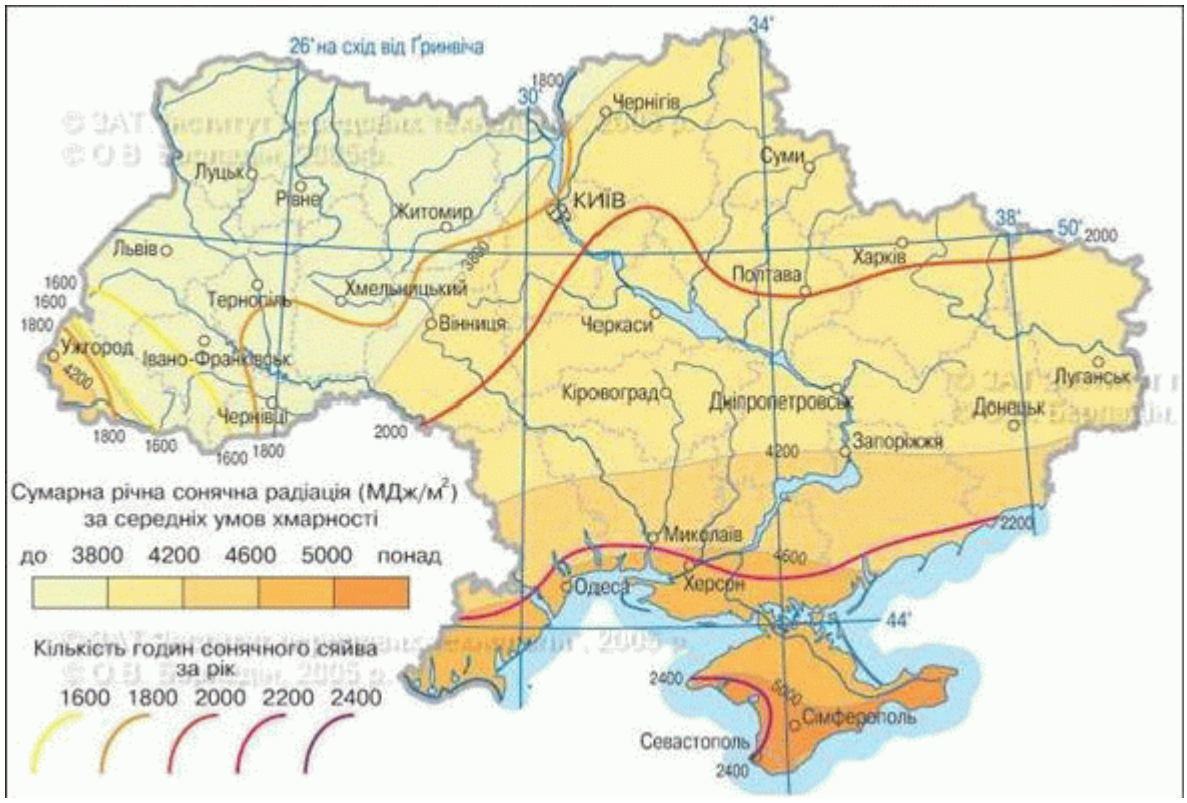


Рис. 2.1 Сумарна сонячна радіація (МДж/м^2) в Україні за рік

У наведеній нижче таблиці ви можете побачити середньорічний рівень сонячного випромінювання на 1м в день. Маючи цей параметр і площа абсорбера однієї сонячної вакуумної трубки діаметром 58мм і довжиною 1800мм яка становить 0.13м² можна обчислити приблизну потужність

системи. Наприклад колектор на 20 трубок буде виробляти в день: 20 трубок * 0.13м² * 3.1 кВт / м² / день = 8.06 кВт в день.

Таблиця 2.1

Інсоляція в містах України за

Населений пункт	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Середня за рік
Ужгород	1,13	1,91	3,01	4,03	5,01	5,31	5,25	4,82	3,33	2,02	1,19	0,88	3,16
Донецьк	1,21	1,99	2,94	4,04	5,48	5,55	5,66	5,09	3,67	2,24	1,23	0,96	3,34
Луганськ	1,23	2,06	3,05	4,05	5,46	5,57	5,65	4,99	3,62	2,23	1,26	0,93	3,34
Івано-Франківськ	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	2,94
Луцьк	1,02	1,77	2,83	3,91	5,05	5,08	4,94	4,55	3,01	1,83	1,05	0,79	2,99
Сімферополь	1,27	2,06	3,05	4,3	5,44	5,85	6,2	5,34	4,07	2,67	1,55	1,07	3,58
Полтава	1,18	1,96	3,05	4,00	5,40	5,44	5,51	4,87	3,42	2,11	1,15	0,91	3,25
Вінниця	1,07	1,89	2,94	3,92	5,19	5,3	5,16	4,86	3,21	1,97	1,1	0,9	3,11
Київ	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
Харків	1,19	2,02	3,05	3,92	5,38	5,46	5,56	4,88	3,49	2,10	1,19	0,9	3,26
Суми	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
Кіровоград	1,20	1,95	2,96	4,07	5,47	5,49	5,57	4,92	3,57	2,24	1,14	0,96	3,30
Запоріжжя	1,21	2,00	2,91	4,20	5,62	5,72	5,88	5,18	3,87	2,44	1,25	0,95	3,44
Рівно	1,01	1,81	2,83	3,87	5,08	5,17	4,98	4,58	3,02	1,87	1,04	0,81	3,01
Миколаїв	1,25	2,10	3,07	4,38	5,65	5,85	6,03	5,34	3,93	2,52	1,36	1,04	3,55
Дніпро	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,70	5,08	3,66	2,27	1,2	0,96	3,36
Одеса	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

Продовження таблиці 2.1

Львів	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
Житомир	1,01	1,82	2,87	3,88	5,16	5,19	5,04	4,66	3,06	1,87	1,04	0,83	3,04
Тернопіль	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	2,99
Чернігів	0,99	1,80	2,92	3,96	5,17	5,19	5,12	4,54	3,00	1,86	0,98	0,75	3,03
Херсон	1,30	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6,00	5,29	4,00	2,57	1,36	1,04	3,55
Черкаси	1,15	1,91	2,94	3,99	5,44	5,46	5,54	4,87	3,40	2,13	1,09	0,91	3,24
Хмельницьк	1,09	1,86	2,87	3,85	5,08	5,21	5,04	4,58	3,14	1,98	1,10	0,87	3,06
Чернівці	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,40	3,06	2,00	1,20	0,94	2,94

Ту радіацію, яка йде до поверхні нашої планети безпосередньо від сонячного диска, прийнято називати прямий сонячною радіацією. Сонце поширює її в усіх напрямках. З урахуванням великої відстані від Землі до Сонця, пряма сонячна радіація в будь-якій точці земної поверхні може бути представлена як пучок паралельних променів, джерело яких - практично в нескінченності. Площа, розташована перпендикулярно сонячного проміння, отримує, таким чином, її найбільша кількість.

Щільність потоку радіації (або енергетична освітленість) служить мірою її кількості, що падає на певну поверхню. Це обсяг променевої енергії, що потрапляє в одиницю часу на одиницю площі. Вимірюється дана величина - енергетична освітленість - в Вт / м2. Наша Земля, як усім відомо, обертається навколо Сонця по еліпсоїдній орбіті. Сонце знаходиться в одному з фокусів даного еліпса. Тому щорічно в певний час (на початку січня) Земля займає положення найближче до Сонця і в інше (на початку липня) - найдалі від нього. При цьому величина енергетичної освітленості змінюється в зворотній пропорції щодо квадрата відстані до світила. [14,15]

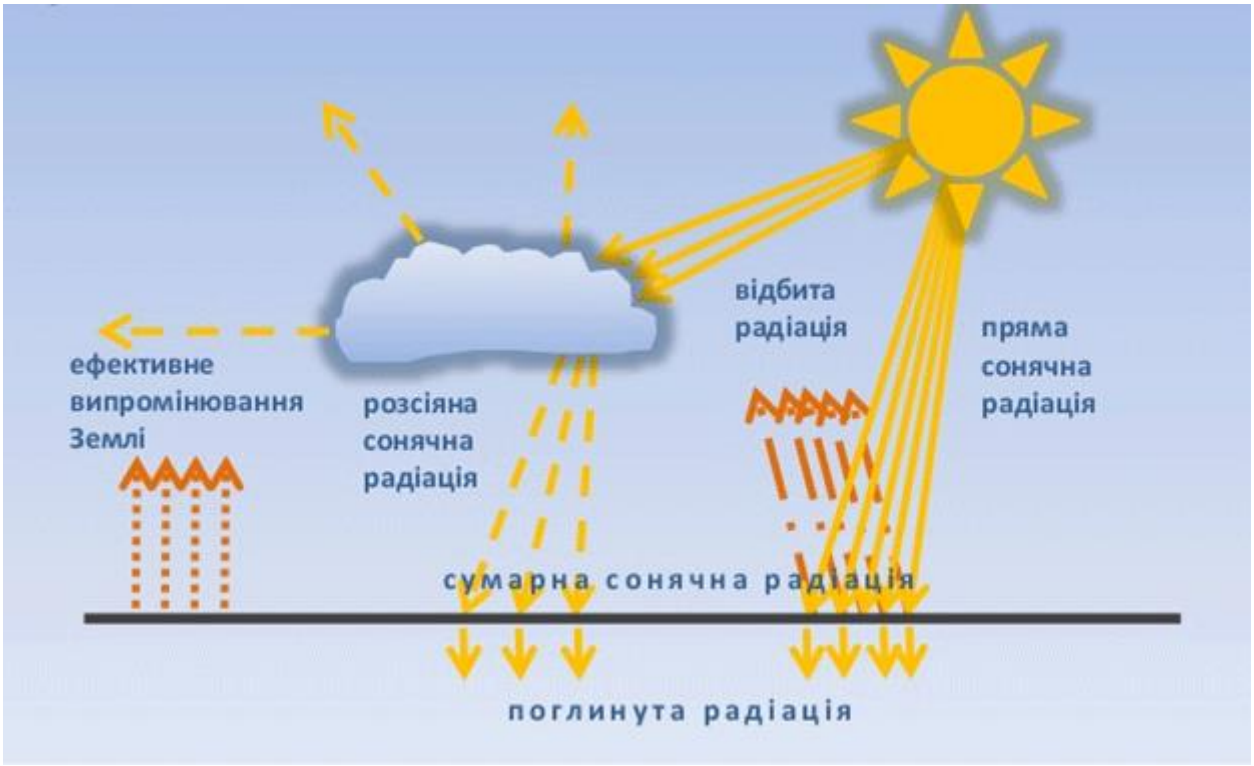


Рис. 2.2 Види сонячної радіації

Сонячна радіація є основним джерелом енергії майже всіх природних процесів і явищ, що відбуваються на земній поверхні і в атмосфері, а також одним з головних кліматоутворюючих факторів. Променista енергія сонця доходить до Землі у вигляді прямої і розсіяної радіації, що діють в природі одночасно як сумарна сонячна радіація (Рис.2.2).

Інтенсивність сонячного світла, яка досягає землі змінюється в залежності від часу доби, року, місця розташування і погодних умов. Загальна кількість енергії, підрахована за день або за рік, називається іррадіацією (або ще по-іншому «прихід сонячної радіації») і показує, наскільки потужним було сонячне випромінювання. Іррадіація вимірюється в Вт * ч / м² в день, або інший період. [16]

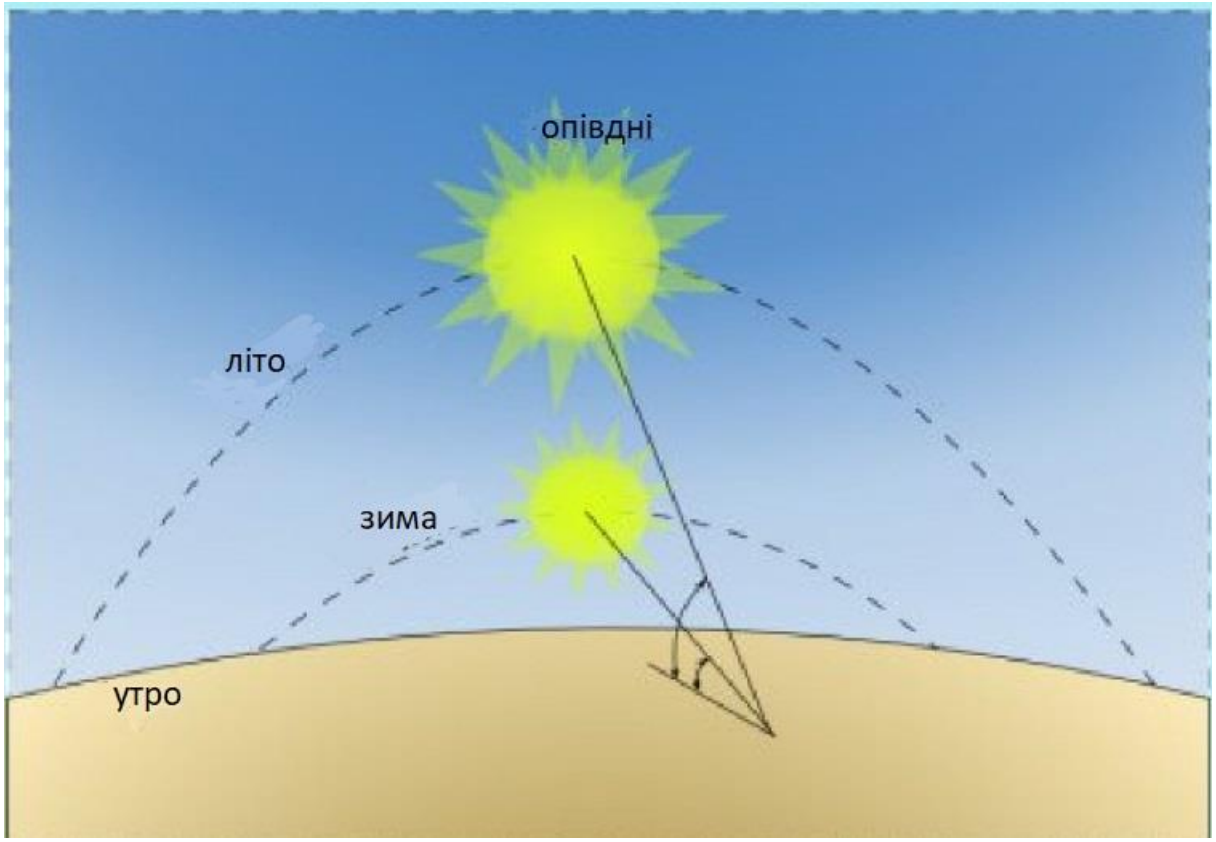


Рис. 2.3 Інтенсивність сонячного світла протягом року

Інтенсивність сонячного випромінювання у вільному просторі на відстані, рівному середній відстані між Землею і Сонцем (Рис.2.3), називається сонячної постійної. Її величина - тисяча триста п'ятьдесят три Вт / м². При проходженні через атмосферу сонячне світло послаблюється в основному через поглинання інфрачервоного випромінювання парами води, ультрафіолетового випромінювання - озоном і розсіювання випромінювання частинками атмосферного пилу та аерозолями. Показник атмосферного впливу на інтенсивність сонячного випромінювання, що доходить до земної поверхні, називається «повітряною масою» (AM, англ. - air mass). AM визначається як секанс кута між Сонцем і зенітом.

Для розрахунку інсоляції сонячних променів застосовуються геометричні та енергетичні методики вимірювання. Мета геометричних розрахунків - визначення напрямку джерела енергії, показника площі перетину. [17]

Також важливо знайти точку, на яку надходить потік світла. Враховуються сезонні показники і стан погоди на момент вимірювань
Енергетичні методики потрібні для того, щоб з'ясувати рівень щільності ультрафіолетових частинок в пучку променів, з'ясувати, яку опромінення створює потік, яка кількість одержуваного випромінювання.

При проведенні розрахунку сонячної інсоляції в обов'язковому порядку враховуються такі показники:

- сезон: взимку освітленість падає - влітку зростає;
- погодні умови, характерні для конкретної місцевості (часті дощі, похмурість, туман);
- характер рельєфу досліджуваної території (чи є деталі, які загороджують промені сонця);
- тривалість світлового дня;
- кут нахилу падаючих променів - при малому нахилі (захід, схід) ефективність від використання світла низька.

Дослідити рельєф місцевості необхідно тому, що при зіткненні з перешкодою у вигляді скель, густих заростей лісу кут падіння пучка променів заломлюється і потік світла стає більш розсіяним - а відповідно, його енергетичний потенціал слабкіше. [18]

Падаючи на земну поверхню, сумарна радіація в більшій своїй частині поглинається в верхньому, тонкому шарі грунту або води і переходить в тепло, а частково відбивається. Величина відображення сонячної радіації земною поверхнею залежить від характеру цієї поверхні. Відношення кількості відбитої радіації до загальної кількості радіації, що падає на дану поверхню, називається альбедо поверхні. Це відношення виражається у відсотках. [19]

Альбедо поверхні грунту в загальному полягає в межах 10-30%; в разі вологого чорнозему воно знижується до 5%, а в разі сухого світлого піску може підвищуватися до 40%. Із зростанням вологості ґрунту альбедо знижується. Альбедо рослинного покриву - ліси, луки, поля - полягає в межах

10-25%. Для свіжого снігу альбедо 80-90%, для давно лежачого снігу - близько 50% і нижче. Альбедо гладкою водної поверхні для прямої радіації змінюється від декількох відсотків при високому сонці до 70% при низькому сонці; воно залежить також від хвилювання. Для розсіяної радіації альбедо водних поверхонь 5-10%. В середньому альбедо поверхні світового океану 5-20%. Альбедо верхньої поверхні хмар - від декількох відсотків до 70-80% в залежності від типу і потужності хмарного покриву; в середньому ж воно 50-60%. Наведена мова цифр відносяться до відбиття сонячної радіації не тільки видимої, але у всьому її спектрі. Крім того, фотометричними засобами вимірюють альбедо тільки для видимої радіації, яке, звичайно, може трохи відрізнятися за величиною від альбедо для всього потоку радіації. [20,21]

Таблиця 2.2

Альбедо хмар

Форми хмар	Альбедо, %
Купчасто-дощові	86
Купчасті хмари над сушею, більше 8 балів	29
Шарувато-купчасті над сушею, більше 8 балів	68
Шарувато-купчасті над океаном, 10 балів	60
Шаруваті хмари над океаном, просвічуючі	42
Перисто-шаруваті, густі	74
Перисті хмари над сушею	36
Перисто-шаруваті над сушею	32

Переважна частина радіації, відбитою земною поверхнею і верхньою поверхнею хмар, іде за межі атмосфери в світовий простір. Також йде в світовий простір частина розсіяної радіації, близько однієї третини її. Відношення цієї минає в космос відбитої і розсіяної сонячної радіації до загальної кількості сонячної радіації, що надходить в атмосферу, зветься планетарного альбедо Землі або просто альбедо Землі.

Планетарне альбедо Землі оцінюється в 35-40%; мабуть, воно ближче до 35%. Основну частину планетарного альбедо Землі становить відображення сонячної радіації хмарами.

Що стосується визначення кута нахилу, то визначити його не так вже й складно. Потрібно запам'ятати одне правило: чим вище температура за вікном - тим більше наближається значення показника кута нахилу до позначки 90. Опівдні, в самий пригрів, промені Сонця падають на Землю під прямим кутом. Вранці ж і ввечері, коли стає прохолодніше, кут нахилу гострий (в ранні години), або тупий (ближче до ночі) (Рис.2.4).

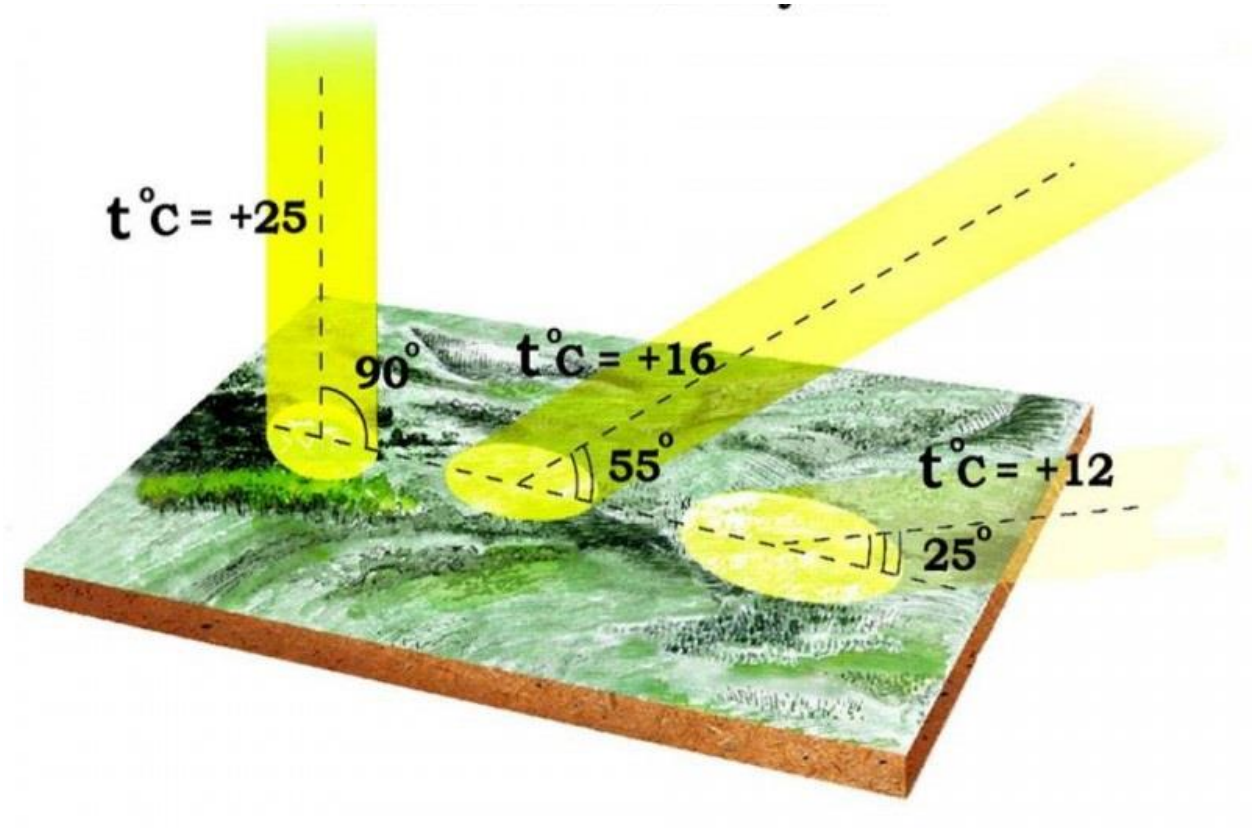


Рис. 2.4 Залежність нагрівання поверхні від кута падіння сонячних променів

2.2 Технічні характеристики сонячного колектора

Використання геліоколекторів для системи теплопостачання - спосіб істотно заощадити на опаленні будинку. Сонячне випромінювання безкоштовно і доступно всім, а вартість геліосистем постійно знижується. Правильний розрахунок сонячного колектора для опалення будинку дозволить

уникнути зайвих витрат на обладнання і організувати ефективну систему обігріву будівлі.[22]

Виробники вказують максимальну потужність геліоколектора при повному освітленні при направленні на південь і орієнтації перпендикулярно сонця в полудень. Але не завжди можна так направити панелі, особливо якщо їх встановлювати даху будинку.

Розрахувати базову теплову продуктивність сонячного плоского або вакуумного колектора можна за такою формулою:

Pv = sin A x Pmax x S

значення:

Pv - потужність сонячного колектора;

A - кут відхилення площині геліоколектора від напрямку на південь (Рис.2.5);

Pmax - середній рівень інсоляції в вашому регіоні в холодну пору року.

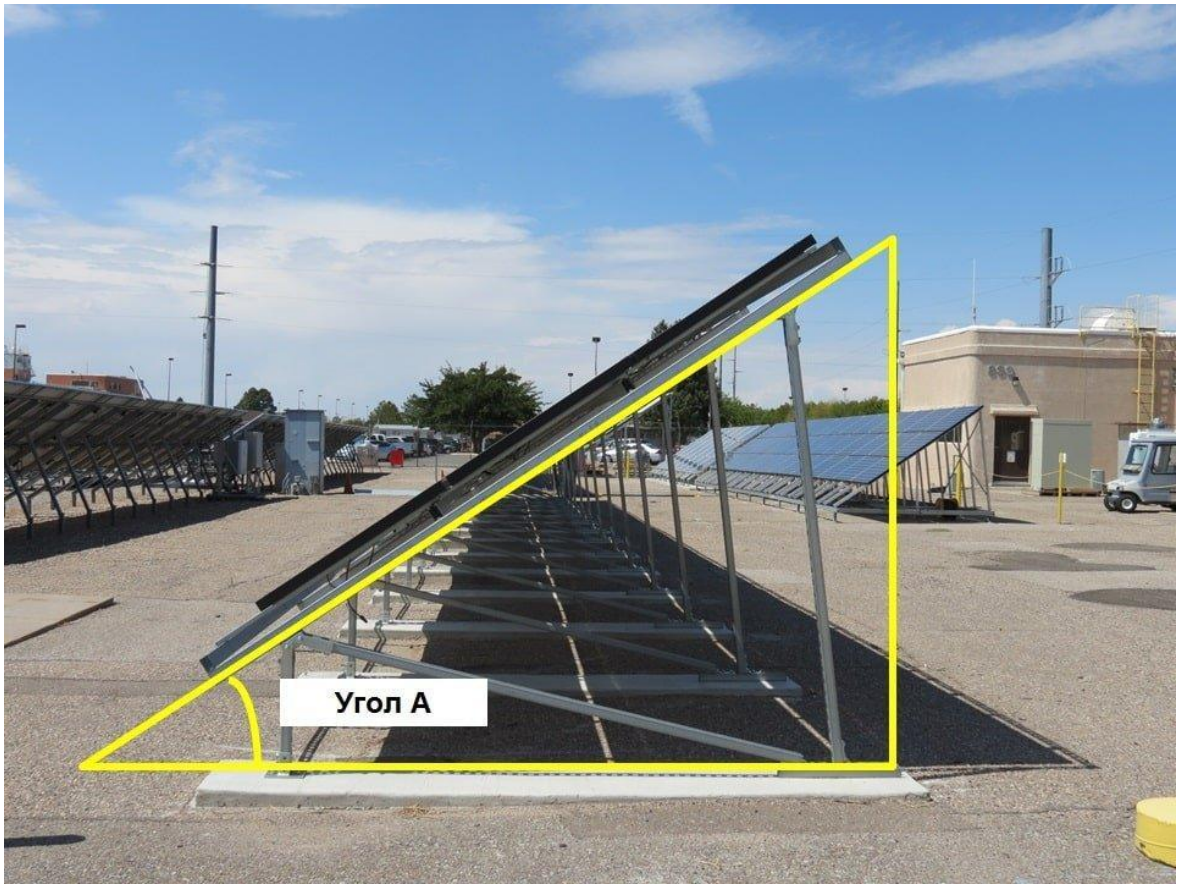


Рис.2.5 Кут який потрібно використовувати при обчисленні

Плоский геліоколектор має невеликі тепловтрати через задню стінку, які складають в середньому 5 Вт на квадратний метр. Тому від отриманого раніше

значення реальної потужності P треба відняти 5 Вт на кожний квадратний метр площі.

Рівень поглинання сонячного випромінювання плоского геліоколектора нижче 100%. Це потрібно врахувати при підрахунку його теплової потужності. Якщо панель поглинає тільки 95%, то її реальна потужність:

P = Pm x 0.95 x S

Значення:

Pm - потужність колектора з формули вище;

P - реальна продуктивність колектора;

S - площа колектора.

Виробники вакуумних колекторів можуть вказувати потужність колектора без урахування відстані між трубками. Щоб визначити, яка реальна площа поверхні трубок і продуктивність вакуумного колектора, скористаємося формулою:

P = Pm x D / L

Значення:

P - реальна продуктивність сонячного колектора;

Pm - потужність колектора, розрахована раніше;

D - діаметр вакуумних трубок;

L - відстань між трубками.

З таким типом колекторів все набагато складніше. Зараз вони не дуже поширені, виробники експериментують з матеріалами і селективним покриттям. Різні моделі відрізняються рівнем поглинання і тепловтратами.[23]

Розділивши отримані дані на значення P, обчислене по останній формулі, ви дізнаєтеся, скільки геліоколекторів або квадратних метрів колекторів вам необхідно щоб забезпечити опалення будинку взимку.

Окремо варто нагадати, що в холодну пору року є нюанси з експлуатацією геліоколекторів.



Рис.2.6 Сонячні колектори взимку

Основна проблема в зимню пору року - чистити колектори від холоду (Рис.2.6).

На додаток до опалення, до колекторної сонячної системи можна підключити гаряче водопостачання. Для цього підрахуємо, скільки теплової енергії вам необхідно витрачати щодня. [24]

Формула :

$Pw = 1{,}163 \times V \times (T - t) / 24$

Значення:

Pw - кількість тепла, необхідне для підігріву води;

V - середній обсяг гарячої води, що витрачається за добу;

T - температура, до якої потрібно підігріти воду;

t - температура, з якою вода надходить в систему.

Щоб розрахувати необхідну кількість додаткових колекторів для ГВП - розділіть це значення на продуктивність сонячного колектора P, отримане за останньою формулою.

Плоскі сонячні колектори ефективніше в теплу пору року, а вакуумні трубки - взимку. Залежно від моделі та виробника різниця може досягати 50%.

На випадок непередбаченої ситуації варто мати альтернативні джерела теплової енергії - конвектори, газовий або твердопаливний котел, тепловий насос.

Зазвичай колектори поставляються разом з окремими баками-накопичувачами. Вигідніше буде придбати окремо плоскі або вакуумні панелі і один або два великі резервуари з хорошою теплоізоляцією. Чим менше об'єм бака, тим швидше він остигає.

Для організації ефективного опалення варто мати великий бак накопичувач, в якому в світлий час доби колектори будуть нагрівати воду, а вночі вона буде витрачатися на обігрів будівлі.

Наявність якісного контролера в системі опалення дозволить підтримувати задану температуру, регулювати циркуляцію, встановлювати температурні режими, задавати таймер включення.

Для автономного опалення будинку сонячними колекторами необхідно купити велику кількість обладнання, оплатити його монтаж і підключення. Якщо вам це не по кишені - можна використовувати геліоколектори як допоміжну систему опалення.

Доброю економії можна досягти якщо використовувати сонячні колектори в парі з тепловим насосом. Вони будуть нагрівати воду, а тепловий насос - підігрівати її до необхідної температури.

Якщо будівля погано утеплено, то використовувати сонячні колектори ефективніше з водяним теплою підлогою. Він віддає максимум тепла в приміщення, а не стін, як радіатори опалення.[25]

Для прикладу розглянемо плоскі сонячні панелі Vaillant VFK 135/2 VD (Німеччина). Площа (абсорбер) одне колектора 2,33 м2. Скільки тепла можемо

отримати від одного колектора? Для цього нам потрібно знати ККД панелі і сонячну інсоляцію в даний період часу. Існує таблиця, в якій розбите по місяцях середня сонячна інсоляція на добу на 1 м2 площі поверхні.

Таблиця 2.3

Середньомісячна інсоляція в м. Харків

Населений пункт	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Середнє за рік
Харків	1,19	2,02	3,05	3,92	5,38	5,46	5,56	4,88	3,49	2,10	1,19	0,9	3,26

Беремо грудень - самий найменший показник інсоляції в році 0,9 кВт * год / добу. Коефіцієнт ККД однієї панелі Vaillant VFK 135/2 VD - 78,5%. Отже одна панель в грудні місяці (в середньому)

$$0{,}9 * 2{,}33 * 0{,}78 = 1{,}63 \text{ кВт} * \text{год / добу.}$$

(0,9 к-ть інсоляції в грудні, 2,33 площа абсорбер сонячної панелі, 0,78 ККД сонячної панелі).

Тепер наведемо приклад в липні місяці.

5,56 * 2,33 * 0,78 = 10,1 кВт * год / добу.

У липні тривалість сонячного дня складає 15 годин,

10,1 / 15 = 0,67 кВт / год.

Для прикладу цієї потужності вистачить, що б нагріти два бойлера по 100 літрів при вхідній температурі 15 градусів до 65 градусів за 16 годин, якщо встановити два таких колектора, тим самим забезпечити ГВС (гарячим водопостачанням) сім'ю з 6 чоловік.

Окупність сонячних колекторів. Чим вище внесок установки в споживання теплової потужності споживачем, тим менше її термін окупності. В основному це котеджі, готелі, санаторії, пансіонати та ін. Об'єкти, де велика витрата теплової енергії на нагрів води, підігрів басейну, підтримка існуючої

системи опалення. Для прикладу візьмемо готель на 15 номерів зі споживанням води (50 градусів) 2500 л / добу. 40 осіб по 60 літрів гарячої води.

Проведемо розрахунок кількості тепла (Q) для нагріву води від поточної температури (tт) до заданої (tз).

Формула:

$$Q = G \text{ x } Ro \text{ x } C \text{ x } (t\text{т} - t\text{з}) - 2{,}5 * 1000 * 1\,(50 - 15) = 87500 \text{ ккал}$$

(2,5 м3 води 1000 щільність води кг / м3, 1 питома теплоємність води, 50 температура нагрітої води, 15 початкова температура води).

Переведемо ккал в кВтг (1000 ккал = 1,16 кВтг).

$$87{,}5 * 1{,}16 = 101{,}5 \text{ кВтг.}$$

Для нагріву 2500 літрів води з 15 до 50 градусів потрібно затратити 101,5 кВтг. Виходячи з об'єктів, де використовуються сонячні панелі з таким споживанням води, розрахуємо їх окупність. 10 панелей по 2,33 м2 площі абсорбера, отримуємо загальну площу 23,3 м2.

Обчислим кількість тепла, в сезонний час (квітень-вересень). Наводимо максимальне значення (умови повне споживання 2500 літрів гарячої води в день).

23,3 * 0,78 * 3,92 = 71,24 кВтг (Квітень)

23,3 * 0,78 * 5,38 = 97,77 кВтг (Травень)

23,3 * 0,78 * 5,46 = 99,23 кВтг (червень)

23,3 * 0,78 * 5,56 = 101,04 кВтг (Липень)

23,3 * 0,78 * 4,88 = 88,68 кВтг (Август)

23,3 * 0 , 78 * 3,49 = 63,42 кВтг (Вересень).

Ми бачимо, що 10 панелей здатні забезпечити пікове навантаження протягом літнього сезону, квітень і вересень навряд чи будуть мати потребу в пікових навантаженнях на приготування гарячої води, а якщо все таки буде потрібно, є альтернативне джерело тепла наприклад електричний котел. Разом за 6 місяців сумарно нагріваючи 2500 літрів води з 15 до 50 градусів кожен день сонячна установка з десяти плоских панелей здатна виробити до 17300 кВт теплової енергії в курортний сезон.

Розрахуємо на прикладі підігріву води електрикою, 1 кВт візьмемо для прикладу вартістю 1.68 грн. Разом за сезон ми б витратили / заощадили 17300 * 1,68 = 29064 грн. Що б розрахувати окупність, потрібно взяти вартість установки в цілому, включаючи матеріали для монтажу, вартість робіт. У кожного виробника сонячних геліоколекторів свої нюанси, і своя вартість. Далі варто поділити суму вкладення установки на 29064 і отримаємо кількість років, за які вона повністю окупиться. Сума вкладень 298560 тис гривень, окупність = 10 років.

Початкова температура води, що надходить в будинок з водопроводу, становить 10 ° С, а використання цієї води для потреб (умивання, душ, опалення, прибирання та ін.) Вимагає її підігріву. Звичайно, для її розігріву хоча б до 40 градусів потрібно затратити енергію - газ, дрова, електроенергія, одним словом, заплатити за її нагрівання. Взимку сонячний колектор зможе підігріти воду від 40 до 70 ° С, а влітку - до 100 ° С.

Спробуємо розібратися, наскільки ефективним буде використання сонячного опалення.

У сонячний день на кожен квадратний метр поверхні, яка встановлена перпендикулярно сонячним променям, протягом однієї години потрапляє від 700 до 1350 Ватт сонячної теплової енергії. Залежно від атмосферного стану. Для прикладу візьмемо середнє значення, тобто 1000 Вт / м2.

Щоб нагріти 1 кг (л) води на 1 градус потрібно приблизно 1,16 Вт. Тепер уявімо сонячний колектор, площа якого становить 1 м2. Поглинання тепла боку, яка звернена до сонця, становить практично 100%. З цього випливає, що наш колектор, площею 1м2 зможе нагріти воду на один градус:

1000 Вт / 1,16 Вт = 862,07 кг води.

Щоб було зручніше, вважаємо, що К = 862 кг х ОС х м2 х год. Це співвідношення показує скільки води на скільки градусів можна нагріти за 1 годину в сонячному колекторі, площа якого становить 1 м2.

Для прикладу, сонячний колектор в комплекті, який складається з 15 вакуумних трубок, площею 3м2. Найоптимальніший обсяг термоса для рідини

цього колектора - 150 літрів. Тривалість нагріву такої кількості води до 45 ° С в холодну пору року становить:

$$(150 \text{ л} \times (45 ^\circ \text{C} - 10 ^\circ \text{C})) / (3 \text{ м2} \times 862 \text{ кг} * \text{oC} * \text{м2} * \text{год}) = 5250/2586 = 2{,}03 \text{ годину.}$$

Щоб забезпечити нагрів 150 літрів води до температури до 45 ° С сонячна установка зможе за 2 години. Якщо враховувати тепловтрати колектора і той факт, що атмосфера не завжди чиста і прозора, а сонячний колектор не ідеально чистим, то час нагрівання взимку збільшується до 4 годин.

РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНИСТЬ РОБОТИ СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА

3.1 Принцип роботи сонячного колектора

Принцип роботи сонячного колектора полягає в нагромадженні і перетворенні сонячної енергії в теплову, яка згодом подається в систему опалення або гарячого водопостачання для нагріву теплоносія. Збір теплової енергії відбувається не тільки від прямого сонячного випромінювання, але і за рахунок відображення променів від землі і сусідніх будівель.

При установці сонячного колектора під певним кутом до поверхні землі, сонячні промені, будуть в першу чергу падати на землю, а потім відбиваючись направлятися на скляну панель сонячного колектора. Таким чином в години, коли Сонце буде займати певне місце на небосхилі, сонячні панелі будуть одночасно прямим і непрямим методом поглинати теплові промені. Тобто колектор буде приймати частину сонячного світла безпосередньо від Сонця, а іншу частину - при відображенні від поверхні землі. При виборі такого рішення монтажу, значно підвищиться енергоефективність сонячних модулів.



Рис.3.1 Вакуумний сонячний колектор з баком накопичувачем

Принцип роботи опалювальних колекторів залежить від їх видів, типу виробника, номінальної потужності і загального призначення. В цілому,

роботу сонячних модулів можна розділити на чотири етапи. На першому етапі сонячне тепло нагріває верхню частину колектора, звану абсорбером. Як абсорбера виступає скляна панель або інший матеріал, здатний максимально поглинути сонячну енергію. Для підвищення поглинає ефекту застосовують різні селективні сорбенти, які мають темне забарвлення. При виборі поєднання кольорів сонячних модулів, не варто забувати, що чим світліше буде зовнішня панель, звернена до Сонця, тим менш ефективний буде колектор. Адже з законів фізики відомо, що все темне поглинає світло, а світле навпаки його відштовхує, відображає. [26]

Потім, на внутрішній частині абсорбенту відбувається перетворення сонячного випромінювання в теплову енергію, яка нагріває теплоносій. В якості теплоносія виступають різні низкозамерзающие рідини, здатні зберігати рідкий стан в холодну зимову пору, забезпечуючи постійну циркуляцію. Зрідка, в сонячний колектор заливається звичайна вода. Така система призначена тільки для весняного, літнього та осіннього час роботи, оскільки при мінусовій температурі вода застигне, а це може привести до деформації і руйнування внутрішніх трубок. Тому взимку обов'язково необхідно злити всю воду з колектора.

Усередині кожної сонячної панелі знаходяться маленькі трубки, розташовані змійовиком по всій площі. Якраз по ним і тече теплоносій, який нагрівається і надходить в розширювальний бак (Рис.3.1) або в теплообмінник. Розширювальний бак призначений для акумулювання і скидання надлишку теплової енергії з опалювальної системи. У разі використання, в якості теплоносія звичайну воду, з розширювального бака вона може надходити, як в теплообмінник, так і відразу ж в опалювальну систему. Якщо замість води нагрівається низкозамерзающая рідина, то вона через теплообмінник нагріває теплоносій, який прямує в опалювальну систему. Сама рідина, рухаючись по замкненому контуру повертається назад в колектор.

Подібна схема роботи знайшла своє застосування в більшості опалювальних систем, що працюють на сонячній енергії. Головна відмінність сонячних

колекторів полягає в використанні різних матеріалів, з яких виготовлено той чи інший елемент, що в свою чергу безпосередньо впливає на потужність і коефіцієнт корисної дії сонячних колекторів. Використовуючи таку найпростішу схему, народні умільці навчилися самостійно виготовляти водонагрівні баки для опалення будинку, теплиці та інших споруд. Деякі просто примудряються укласти мережу трубопроводів прямо на дах, які нагріваючись від Сонця і рухаючись по замкненому контуру за рахунок різниці температур, забезпечують будинок автономним, а головне безкоштовним опаленням і гарячим водопостачанням (Рис.3.2). [27]

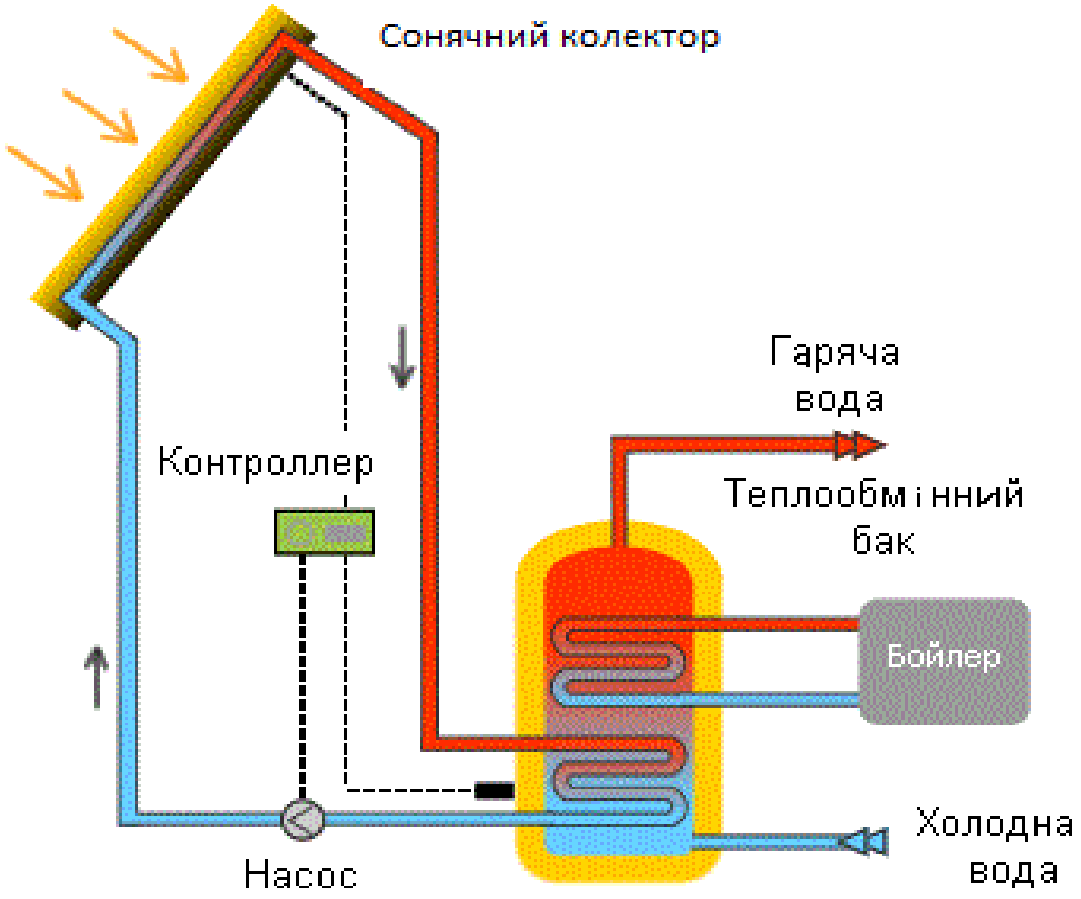


Рис.3.2 Принцип роботи сонячного колектора

3.2 Як вибрати сонячний колектор

Сонячні колектори є відмінним засобом для постачання приватного будинку тепловою енергією. Вони можуть служити, як для температурного обігріву житлових приміщень, так і для нагріву води господарсько-побутових потреб. Щоб з максимальною точністю запроектувати сонячне опалення та

гаряче водопостачання в своєму будинку, насолоджуючись теплотою і комфортом домашнього затишку, до питання підбору сонячного обладнання необхідно підходити дуже ретельно.

Перший крок в підборі сонячного колектора повинен полягати в оцінці потреб і обсягів споживання тепла.

За середньостатистичними розрахунками передбачається, що однією людиною в день споживається близько 50-60 літрів гарячої води.

При розрахунках необхідного обсягу гарячої води, варто враховувати кількість водорозбірних кранів у всьому будинку. До них відносяться умивальники, кухонні мийки, ванни, вуличні басейни, душові кабіни, лазні, якесь індивідуальне обладнання, яке потребує в гарячій воді. Крім-того запроектувати сонячне теплопостачання бажано з деяким запасом на можливу перспективу. Наприклад, при поповненні в сім'ї або в разі прийому гостей або родичів. Можливо, ви з часом захочете побудувати басейн на своїй ділянці або звести сауну з лазнею, які, безсумнівно, будуть споживати великі обсяги гарячої води. [28]

Для сім'ї з чотирьох осіб, найчастіше встановлюють бак-накопичувач, об'ємом 250-300 літрів. У разі збільшення обсягів споживання гарячої води або установки додаткового водоспоживальні обладнання, більш доцільніше запроектувати 400 літрову тепло-опалювальну систему.

Перш ніж купувати сонячний колектор необхідно зорієнтуватися з місцем його установки. Як правило, сонячні панелі монтують на даху будинку, оскільки це найбільш зручно і безпечно для самого колектора. При установці устаткування на відкритій місцевості варто вибирати таке місце, яке буде захищене від можливих фізичних ушкоджень і одночасно найбільш ефективніше сприйматися сонячними променями. Найкраще монтувати сонячні колектори на даху, якщо це не можливо, то на відкритій ділянці поряд з будинком. Тому, перед придбанням опалювального колектора подбайте про зведення невеликого забору, який буде служити в якості захисного огородження для всього обладнання.

Якщо ви все-таки вирішили, як місце установки колекторів, вибрати дах будинку, то не варто забувати, що не кожен тип обладнання підійде для того чи іншого виду даху. Наприклад, до шиферу буде вельми важко прикріпити тонку панель плоского колектора. У той час як вакуумний теплообмінник, зі спеціальною підставкою встановитися без особливих проблем. Дахи, з великим кутом нахилу, потребують облаштуванні фіксованого каркаса, на який буде прикріплюватися сонячні колектори. Не варто забувати, вибір місця установки грає високу роль в ефективності роботи сонячного теплопостачання. Ефективність сонячних панелей, розташування якого відповідає найбільш «сонячним сторонам світла» буде найвищою, а вироблюваної потужності буде вистачати для забезпечення всього будинку альтернативної та безперебійної енергією. Всі ці нюанси, без наявності власного досвіду, необхідно узгодити з фірмою або з компанією виробника, того обладнання, яке ви хочете придбати.

Купуючи сонячний колектор, ви повинні бути повністю впевнені, для якого часу року він призначений. Якщо ви хочете перейти повністю на цілорічне автономне опалення, і забезпечити свій будинок теплом навіть при суворих зимових морозах, в такому випадку потужність і загальна площа панелей повинна бути набагато більше, ніж при опаленні в весняний і осінній період року. Бути може ви плануєте, що ваш «сонце-поглинач» буде працювати тільки для нагріву гарячої води для побутових потреб, а опалення здійснюватися від традиційних джерел.

Не менш важливим пунктом при підборі «нетрадиційного» обладнання є розрахунок необхідної площі сонячних колекторів. Спочатку передбачається, що в літній і весняний період часу 1 кв. метра сонячної панелі вистачає для нагріву 60 літрів води до температури 55-60 градусів. При обліку, що одна людина витрачає близько 50 літрів гарячої води в день, то для гарячого водопостачання будинку, що складається з чотирьох членів сім'ї, цілком вистачить 3-3,5 кв. метра сонячного колектора. Варто врахувати, що

такий розрахунок стосується лише до нагрівання води, без опалення житлових приміщень.

Ще однією особливістю підбору сонячних колекторів є вибір теплоносія (вода або антифриз). Вода, за своїми фізичними властивостями, в системах сонячного опалення використовується тільки для роботи при плюсовій температурі навколишнього повітря. У зимовий час, коли стовпчик термометра опускається нижче нуля, щоб уникнути руйнування трубок і підтримки постійної циркуляції, замість води повинна заливатися «рідина незамерзайка» (антифриз). Багато типів колекторів передбачають циркуляцію обох видів теплоносія. Такі моделі називають цілорічними. Дешевші варіанти адаптовані тільки для води або антифризу. Тим самим їх робота обмежена сезонними змінами клімату. [29]

3.3 ККД і ефективність сонячних колекторів

ККД і ефективність сонячних колекторів, в першу чергу, залежать від їх місця розташування і способу установки. Для правильного монтажу сонячних модулів дуже важливо враховувати сторону світла, до якої буде спрямована нагрівальна панель. Орієнтація по сторонах світу залежить від територіального розташування проектованого об'єкта (Рис.3.3). Для більшості країн СНД найкращий варіант досягається при направленні сонячних колекторів до південної сторони. В цьому випадку, Сонце буде більш ефективно нагрівати панелі колектора, а потужність опалювальної системи збільшиться в рази. Також, при правильній орієнтації потрібно найменша площа нагрівальних панелей, що призведе до зниження грошових витрат на обладнання.



Рис.3.3 Сонячний колектор зимою

Для підвищення коефіцієнта корисної дії і загальної потужності сонячного колектора варто звертати увагу на такий нюанс, як кут нахилу светопоглощающих панелей по відношенню до Сонця. Найвища ефективність сонячного колектора досягається в тому випадку, коли сонячні промені поглинаються панелями під прямим кутом. В цьому випадку, сонячне тепло буде в повному обсязі поглинатися колектором. Однак, неможливо змонтувати систему, таким чином, щоб сонячна енергія падала перпендикулярно колектора, оскільки Сонце знаходиться в постійному русі щодо нашої планети. Тому при проектуванні сонячного опалення приймають усереднене значення величини кута нахилу до поверхні землі, який встановлюється і регламентується нормативними документами в залежності від територіального розташування. Влітку і навесні це значення не повинно перевищувати 30 градусів, в той час, як пізньої осені і взимку значення кута варіюється в діапазоні від 60 до 70 градусів (Рис.3.4). Ті моделі, які не дозволяють змінювати протягом року кут нахилу, наприклад трубчасті колектора, встановлюють за усередненим значенням кута, рівного 45 градусів.

Також це відноситься до тих сонячним панелям, які укладаються на дах. В даному випадку, доведеться підлаштовуватися під конструкцію даху, нахил якої був запроектований ще при будівництві будинку. Можна звичайно штучно регулювати напрямок сонячних панелей по відношенню до Сонця, підкладаючи під колектор додаткові конструкції. Однак це може істотно зіпсувати зовнішній вигляд всієї будівлі.

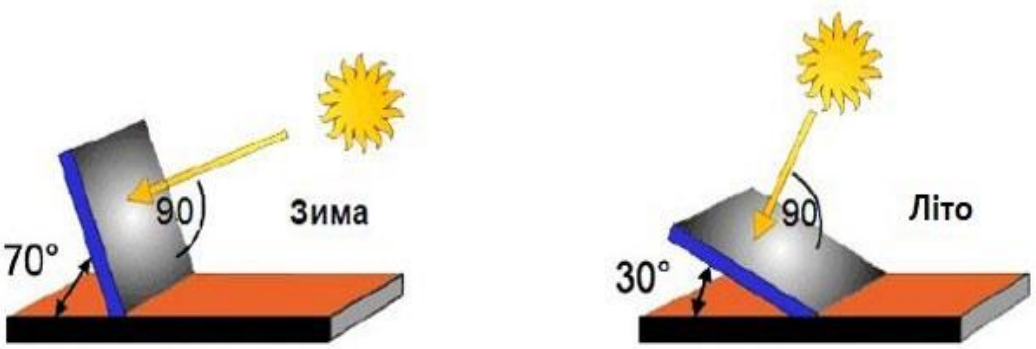


Рис.3.4 Кут нахилу зимою і літом

На ефективність роботи сонячних колекторів не малу роль відіграють теплоносій і трубчасті канали, за якими він проходить. У сонячних опалювальних панелях призначених для літнього, весняного і осіннього пори року, найчастіше в ролі теплоносія виступає звичайна вода. У разі експлуатування сонячного колектора при мінусовій температурі зовнішнього повітря, замість води використовують спеціальні низкозамерзающие рідини, оскільки вода в трубках взимку замерзне і просто припинить циркулювати. Це призведе не тільки до зупинки роботи сонячного колектора, але до можливих руйнувань деяких його елементів. Тому перед зимою слід обов'язково злити з трубок воду і залити в систему рідина, що зберігає свій агрегатний стан навіть при дуже низьких негативних температурах. При циркуляції в колекторі такої рідини варто ретельно стежити за якістю стиків і підключень трубок, оскільки при розгерметизації «нізкозамерзайка» може потрапити в бак і змішатися з побутовою водою. Мережа трубопроводів повинна бути запроектована таким чином, щоб їх сумарна довжина була найменшою, оскільки основна частина теплоти втрачається через труби. Для зниження тепловтрат і підвищення

ефективності роботи нагрівальної системи, трубопроводи необхідно утеплити і ізолювати. [30]

У вечірній і нічний час вся теплова енергія накопичується в розширювальному баку, який повинен встановлюватися в місці з найменшими тепловтратами. Слід пам'ятати, що чим більший об'єм накопичувального бака, тим довше в ньому буде зберігатися гаряча вода. Наприклад, при опаленні і гарячому водопостачанні приватного будинку, в якому проживають чотири людини, найбільш оптимальний варіант - встановити бак об'ємом 500-600 літрів.

При дотриманні цих простих заходів, господар істотно підвищить енергоефективність сонячних колекторів в своєму будинку. Деякі навіть відмовляються від традиційних способів обігріву свого житла, повністю переходячи на альтернативні джерела. Недолік енергії сонячних колекторів можна з лишком компенсувати тепловими насосами і вітрогенераторами.

ВИСНОВКИ

Під час роботи було розглянуто теплозабезпечення будівлі із залученням відновлювальних джерел енергії (геліосистема), наявності акумулюючого обладнння. Цей напрямок енергетики відповідний вимогам сьогодення.

Протягом роботи були проведені розрахунки, під час яких були вирішені такі завдання:

- ✓ Проведено аналіз видів сонячних колекторів
- ✓ Проаналізовано фактори що впливають на ефективність роботи сонячного колектора
- ✓ Вибраний сонячний колектора для водопостачання
- ✓ Обчислено необхідну площа сонячних колекторів для потреб типлового об’єкта у подачі гарячої води та опалення

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010 Будівельна кліматологія.

2. Ю. М. Мацевитый, Н. Г. Ганжа, А. В. Хименко. Оценка энергетической эффективности система электротеплоаккумуляционного отопления административных зданий // Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. – 2011. – № 10. – С. 9–16.

5. Альтернативні джерела енергії [Електронний ресурс] сайт компании Ecodevelop. – Режим доступу : https://ecodevelop.ua/alternativni-dzherela-energiyi/

3. Судаев, Е.М. Исследование и производственные испытания в условиях Красноярска солнечных водонагревательньк установок с вакуумированными коллекторами / А.В. Бастрон, Е.М. Судаев // Ползуновский Вестник. - 2011. - №2/2.-С. 221-225.

4. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання Х: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.з іл. ISBN 978-966-2918-54-0

5. Види альтернативних джерел енергії [Електронний ресурс] сайт компанії Helios House. – Режим доступу : https://www.helios-house.ru/alternativnaya-energiya.html

6. Трошкина Г.Н., Чертищев В.В. Учет затенения расположенным вблизи строением при прогнозировании почасового прихода солнечной энергии // Вестник Томского государственного университета. Бюл. Проблемы теплофизики и материаловедения. — Томск: ТГУ, 2004. -№24.-С. 12-16.

7. Соренсен Б. Преобразование, передача и аккумулирование энергии / Пер. с англ. Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 296 с.

8. Филиппова Г.Н. (Трошкина), Чертищев В.В. Методика расчета прогнозируемой теплопроизводительности коллекторов солнечной энергии с учетом региональных метеоусловий // Проблемы гидродинамики и

тепломассообмена: Сборник научных статей / Институт теплофизики СО РАН и АлтГУ. - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1999. - С. 4-11.

9. Пат. № 2319910 РФ. Двухконтурная система солнечного горячего водоснабжения / А.В. Бастрон, Е.М. Судаев, П.П. Лемясов. Бюл. 2008. № 8.

10. Розвиток відновлювальних джерел енергії [Електронний ресурс] сайт міністерство розвитку громад та територій України. – Режим доступу : https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/03/Rozvitok-VDE-v-Ukrai--ni.pdf

11 Сонячний колектор: переваги, види та особливості експлуатації [Електронний ресурс] відеохостинг youtube. – Режим доступу : https://www.youtube.com/watch?v=N7W1UrsMZyk

12. Даффи Дж. А., Бекман У. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М.: Мир, 1977. – 420 с.

13. Судаев, Е.М. Теоретические модели поля солнечной радиации и результаты исследований солнечного водонагревателя в климатических условиях Красноярского края / А.В. Бастрон, А.А. Беляков, Е.М. Судаев // Вестник КрасГАУ. - 2008. - № 4. - С. 245-254.

14. Сонячний колектор [Електронний ресурс] сайт організації Wikipedia. - Режим доступу:https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80

15. Види сонячних колекторів [Електронний ресурс] сайт компанії SOLARPANEL. . - Режим доступу: https://solarpanel.today/vidi-solnechnih-kollektorov/

16. Вакумний сонячний колектор [Електронний ресурс] сайт компанії Екоцентр. - Режим доступу: http://www.ecosvit.net/ua/vakuumni-sonyachni-kolektora

17. Вакумний колектор U-TYPE [Електронний ресурс] сайт solar battery. - Режим доступу: https://www.solar-battery.com.ua/tipyi-solnechnyih-kollektorov/vacuum_collector_u-type/

18. Амерханов Р.А.Теплотехника. / Р.А. Амерханов, Б.Х. Драганов. - М., 2006. - 432 с. 120. Использование возобновляемых источников энергии и охрана окружающей среды в энергетике. / Под ред. В.Д. Юсуфова. – Москва, 1985. – 133с.

19. Петровский Е.С. Некоторые аспекты экономической оценки эффективности государственной поддержки возобновляемой энергетики / Е.С. Петровский, О.И. Шуткин // Вестник университета (Государственный университет управления). №2. 2012. – С. 196-203.

20. Солнечный коллектор. Пособие по проектированию. Перевод с венгерского. ─ Будапешт: GB-GANZ Tüzelestechikai Kft, 2007. – 32 с. с ил.

21. Особливості установки сонячного колектора для отоплення [Електронний ресурс] сайт indclimat. - Режим доступу: https://indclimat.ru/raznovidnosti-i-osobennosti-ustanovki-solnechnogo-kollektora-dlya-otopleniya/

22 Радіаційний режим атмосфери [Електронний ресурс] сайт dereksiz. - Режим доступу: https://dereksiz.org/radiacijnij-rejim-atmosferi.html

23. Амерханов Р.А. Вопросы теории и инновационных решений при использовании гелиоэнергетических систем / Р.А. Амерханов, В.А. Бутузов, К.А. Гарькавый.- М., 2009.- 504 с.

24. Як вибрати сонячний колектор [Електронний ресурс] сайт Альтернативна енергетика. - Режим доступу: http://alterenergetika.blogspot.com/2012/11/blog-post_8.html

25. Паранчич С.Ю. Відновлювальні джерела енергії. Навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2002. - 68 с.

26. Дероган Д.В. Перспективи використання енергії та палива в Україні з нетрадиційних та відновлювальних джерел / Д.В.Дероган, А.Р.Щокін //
“Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії” – АТ «Укренергозбереження», 1999. - №2 – с.30-38.

27. Хахалева. Л. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : Пособие для проведения лабораторного практимума. /Сост. Хахалева Л.В. – Ульяновск, 2007. – с.7-8.

28. Харченко Н.В. «Індивідуальні сонячні установки» - Енергоатомвид., 1991. – с.25

29. Германович В., Турилин А. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. – СПб. : Наука и Техника, 2014. – 95с.

30. Бекман У., Клейн С., Даффи Дж. Расчет систем солнечного теплоснабжения. – М. :Энергоиздат, 1982. – 80 с.