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

«ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ З ЗАЛУЧЕННЯМ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ЩО ПОНОВЛЮЮТЬСЯ»

Виконав: студент 4 курсу, групи НФ-42
Пушкаренко Денис Олександрович

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)

Пушкаренку Денису Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «Дослідження особливостей теплозабезпечення приватного будинку з залученням джерел енергії що поновлюються»

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)

4. План роботи

Визначення передумов що обґрунтовують залучення джерел енергії які відновлюються як перспективного напряму теплопостачання. Аналіз та огляд особливостей теплозабезпечення приватного будинку у випадку використання джерел енергії що здатні поновлюватись. Питання та проблеми що перешкоджають глобальному переходу теплоенергетики на поновлювані джерела енергії.

№ 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 _____ Денис ПУШКАРЕНКО

Керівник роботи _____ Інна КАЗАРОВА

Перелік скорочень та абревіатур

ГВП – Горяче водопостачання

ВДЕ – Відновлювальні джерела енергії

Реферат

Пушкаренко Денис Олександрович «Дослідження особливостей теплозабезпечення приватного будинку з залученням джерел енергії що поновлюються» (випускна робота «бакалавра»). – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021. –58 с.

Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків; містить 12 рисунків, список використаних джерел з 35 найменування.

При написані роботи були проаналізовані особливості використання поновлюваних джерел енергії з огляду їх реального використання при теплозабезпеченні приватного будинку.

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

Abstract

Pushkarenko Denis Aleksandrovich "Study of the peculiarities of the heat of a private house with the use of renewable energy sources" (graduate work "bachelor"). - Kharkiv: KhNU named after V.N. Karazin, 2021.-58 p.

The work consists of an introduction, three chapters, a conclusion; contains 12 figures, a list of used sources of 35 items.

When the works were written, the features of the use of renewable energy sources were analyzed, taking into account their real use with the thermal energy of a private house.

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

ЗМІСТ

ВСТУП……...7

РОЗДІЛ 1 ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕДУМОВ ЩО ОБҐРУНТОВУЮТЬ ЗАЛУЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ЯКІ ВІДНОВЛЮЮТЬСЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНОГО НАПРЯМКУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ……..9

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ТА ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ У ВИПАДКУ ВИКОРИСТАННЯ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ЩО ЗДАТНІ ПОНОВЛЮВАТИСЬ…….....…11

2.1 Аналіз найбільш актуальних енергетичних установок та відновлюваних видів енергії……11

2.2 Вітроенергетика ……12

2.3 Сонячна енергетика……19

2.3.1 Збереження енергії сонячних колекторів. Бак-акумулятор для сонячних колекторів…….....…….....29

2.4 Використання води, як джерела енергії……34

2.5 Геотермальна енергетика: як тепло Землі перетворили в ефективний енергоресурс…….…35

2.6 Тепловий насос……39

2.7 Аккумулювання енергії……..44

РОЗДІЛ 3 ПИТАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ ЩО ПЕРЕШКОДЖАЮТЬ ГЛОБАЛЬНОМУ ПЕРЕХОУ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ НА ПОНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ……48

ВИСНОВКИ…….....52

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА…….……..53

ВСТУП

Актуальність теми. На сьогоднішній день альтернативні джерела енергії дуже популярні в розвинених країнах. Це найбільш екологічно чиста енергія, яку ми отримуємо різними способами. При цьому, не забруднюючи атмосферу Землі. У тому числі і повітря, яким ми дихаємо. Така енергія добувається з джерел що можуть бути выдновлені. Тобто з того, що ніколи не закінчується. Наприклад, вітер, сонячне світло, протягом річок. Потім за допомогою спеціальних пристроїв її перетворюють в теплову енергію та електроенергію, яке вже подається в житлові будинки і підприємства. Крім того, що альтернативна енергія невичерпна, вона ще вважається безпечною!

Людству все одно доведеться перейти до альтернативних джерел. Відразу напевно зробити це не вийде, тому вже зараз необхідно задуматись про це. Розвинені країни вже почали приступати до освоєння чистої енергії. А що стосується України, то у нас теж не забули про альтернативні джерела.

Не менш важливою причиною необхідності освоєння альтернативних джерел енергії є проблема глобального потепління. Суть її полягає в тому, що двоокис вуглецю (CO2), що вивільняється при спалюванні вугілля, нафти і бензину в процесі отримання тепла, електроенергії і забезпечення роботи транспортних засобів, поглинає теплове випромінювання поверхні нашої планети, нагрітої Сонцем і створює так званий парниковий ефект.

При теплозабезпечені приватного будинку з залученням джерел енергії що відновлюються доречним є вирішення питання наявності електроенергії (оскільки для роботи теплових насосів та сонячних колекторів вона необхідна) та наявності акуумулюючого обладнання.

Відновлювальні джерела - це енергетична та екологічна безпека.

Мета. Метою роботи є аналіз параметрів та розрахунок використання, найбільш актуальніх, поновлювальних видів енергії придатних для опалення у приватному будинку.

Об’єкт дослідження. є енергетичні установки відновлюваної енергетики

Предмет дослідження. Енергетичні установки відновлюваної енергетики що доцільні, зокрема, для теплозабезпечення приватного будинку.

Наукова новизна, особистий внесок. Проаназізовані різноманітні види енергетичних установок що доцільні при теплозабезпечені приватного будинку [1].

РОЗДІЛ 1 ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕДУМОВ ЩО ОБҐРУНТОВУЮТЬ ЗАЛУЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ЯКІ ВІДНОВЛЮЮТЬСЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНОГО НАПРЯМКУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

До пріоритетних позицій, які підтверджують необхідність переходу до використовуванню ВДЕ, слід віднести абсолютну і відносну обмеженість вичерпних природних ресурсів, необхідність їх заміщення з метою забезпечення енергетичної і екологічної безпеки; загрозливих масштабів забруднення навколишнього середовища; знищення структурного різноманіття біосфери, що порушує екологічну стабільність, і ін. Крім того, активізація використання ВДЕ буде сприяти розвитку власних технологій і обладнання, які згодом можуть стати предметом експорту. Застосування ВДЕ сприяє переходу від марнотратного до раціонального типу господарювання і виховання населення в даному напрямку [2].

Більш того, нетрадиційні та відновлювані джерела енергії можуть сприяти виконанню загальної стратегії сталого розвитку. Вони допомагають знизити залежність від імпорту енергії, тим самим забезпечуючи безпеку енергопостачання. Їх використання сприяє реалізації політики диверсифікації видів енергоносіїв і їх постачальників. Поновлювальні джерела енергії також можуть поліпшити умови конкуренції на ринку і мають позитивний вплив на регіональний розвиток і зайнятість населення.

Основна перевага всіх альтернативних джерел енергії - їх екологічність. Запаси поновлюваних джерел не можуть закінчиться, на відміну від створених природою невідновлюваних джерел (викопні види палива: вугілля, нафта і продукти нафтопереробки, природний газ, а також атомні (ядерні), до сьогоднішнього дня не мають можливості відновлення, які в один прекрасний день реально можуть виснажиться.

У разі невідновлюваних джерел енергії існують дві основні проблеми, які успішно вирішуються саме застосуванням поновлюваних джерел:

Поряд з тим, що запаси викопних видів палива обмежені і досить швидко виснажуються, вони зосереджені лише в кількох районах нашої планети, тому країни, які залежать від імпорту викопних видів палива знаходяться в залежному становищі.

Наочним прикладом є світові запаси нафти, які безперервно виснажуються, в той час як ціна на нафту зростає, через що, за деякими оцінками, комерційна складова зазначеної сировини буде в значній мірі знижена. З іншого боку, розвиток і застосування відновлюваних джерел енергії сприяє більш ефективному використанню власного потенціалу у виробництві енергії, скорочення імпорту викопних видів палива, розвитку місцевої промисловості і створенню нових робочих місць. Другою важливою проблемою є забруднення навколишнього середовища. При використанні викопних видів палива, таких як лігніт, буре вугілля, сира нафта і природний газ відбувається окислення вуглецю, який відкладається протягом мільйонів років в земній корі, виділяється енергія і в атмосферу випромінюється вуглекислий газ (CO2), що викликає глобальне потепління і створює так званий парниковий ефект. Крім того, через кліматичні зміни можна очікувати незвично сухі і жаркі літа, різкі зміни погоди, коливання температури, періоди нестабільних кліматичних явищ, виникнення сильних повенів і градів.

Технологія поновлюваних джерел енергії відіграє важливу роль в скороченні викидів вуглекислого газу (CO2) в атмосферу, сприяючи тим самим зниженню так званого парникового ефекту. Це чиста технологія, з набагато меншим впливом на навколишнє середовище в порівнянні з конвенціональними енергетичними технологіями [13].

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ТА ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ У ВИПАДКУ ВИКОРИСТАННЯ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ЩО ЗДАТНІ ПОНОВЛЮВАТИСЬ

2.1 Аналіз найбільш актуальних енергетичних установок та відновлюваних видів енергії

До позитивних якостей ВДЕ відносяться повсюдна поширеність більшості їх видів, екологічна чистота. Експлуатаційні витрати по використанню нетрадиційних джерел не містять паливної складової, так як енергія цих джерел як би безкоштовна.

Негативні якості - це мала щільність потоку (питома потужність) і мінливість у часі більшості ВДЕ. Перша обставина змушує створювати великі площі енергоустановок, «перехоплюючи» потік використовуваної. Це призводить до великої матеріалоємності подібних пристроїв, а, отже, до збільшення питомих капіталовкладень в порівнянні з традиційними енергоустановки [3].

Більше неприємностей доставляє мінливість в часі таких джерел енергії, як сонячне випромінювання, вітер, припливи, стік малих річок, тепло навколишнього середовища. Якщо, наприклад, зміна енергії припливів суворо циклічна, то процес надходження сонячної енергії, хоча в цілому і закономірний, містить, проте, значний елемент випадковості, пов'язаний з погодними умовами. Ще більш мінлива і непередбачувана енергія вітру.

Говорячи про виробництво електроенергії, слід зауважити, що вона являє собою досить специфічний вид продукції, який повинен бути спожитий в той же момент, що і зроблено. Її не можна відправити «на склад», як вугілля, нафту або будь-який інший продукт або товар, оскільки фундаментальна науково-технічна проблема акумулювання енергії в великих кількостях поки не вирішена, і немає підстав вважати, що вона буде вирішена

в найближчому майбутньому.

Що ж стосується «безкоштовності» більшості видів ВДЕ, то цей фактор нівелюється значними витратами на придбання відповідного обладнання. В результаті виникає певний парадокс, який полягає в тому, що безкоштовну енергію здатні використовувати, головним чином, багаті країни. У той же час найбільш зацікавлені в експлуатації ВДЕ країни, що розвиваються, які не мають сучасної енергетичної інфраструктури, тобто розвиненої мережі централізованого енергопостачання. Для них створення автономного енергозабезпечення шляхом застосування нетрадиційних джерел могло б стати вирішенням проблеми, але в силу своєї бідності вони не мають коштів на закупівлю в достатній кількості відповідного обладнання. Багаті ж країни енергетичного голоду не відчувають і виявляють інтерес до альтернативної енергетики в основному з міркувань екології, енергозбереження та диверсифікації джерел енергії [4].

2.2 Вітроенергетика

Людина використовує енергію вітру з незапам'ятних часів. Але його вітрильники, тисячоліттями підкорювали простори океанів, і вітряні млини використовували лише мізерну частку з тих 2,7 трлн. кВт енергії, якими володіють вітри, що дмуть на Землі. Вважають, що технічно можливо освоєння 40 млрд. КВт, але навіть це більш ніж в 10 разів перевищує гідроенергетичний потенціал планети.

Чому ж настільки рясний доступний і екологічно чисте джерело енергії так слабо використовується? В наші дні двигуни, що використовують вітер, покривають всього одну тисячну світових потреб в енергії. Вітровий енергетичний потенціал Землі в 1989 році був оцінений в 300 млрд. КВт * год на рік. Але для технічного освоєння з цієї кількості годиться тільки 1,5%. Головна перешкода для нього - неуважність і мінливість вітрової енергії.

Мінливість вітру вимагає спорудження акумуляторів енергії, що значно здорожує собівартість електроенергії. Через неуважність при спорудженні

рівних по потужності сонячних і вітрових електростанцій для останніх потрібно в п'ять разів більше площі (втім, ці землі можна одночасно використовувати і для сільськогосподарських потреб). Але на Землі є і такі райони, де вітри дмуть з достатньою постійністю і силою. Прикладами подібних районів можуть служити узбережжя Північного, Балтійського, арктичних морів. Новітні дослідження направлені переважно на отримання електричної енергії з енергії вітру. Прагнення освоїти виробництво вітроенергетичних машин привело до появи на світло безлічі таких агрегатів. Деякі з них досягають десятків метрів у висоту, і, як вважають, з часом вони могли б утворити справжню електричну мережу. Малі вітроелектричні агрегати призначені для постачання електроенергією окремих будинків [5].

Споруджуються спеціальні станції переважно постійного струму. Вітряне колесо приводить в рух динамо-машину - генератор електричного струму, який одночасно заряджає паралельно з'єднані акумулятори. Сьогодні вітроелектричні агрегати надійно забезпечують струмом нафтовиків; вони успішно працюють у важкодоступних районах, на далеких островах, в Арктиці, на тисячах сільськогосподарських ферм, де немає поблизу великих населених пунктів і електростанцій загального користування.

Сучасні методи генерації електроенергії з енергії вітру. Принцип дії всіх вітродвигунів один: під натиском вітру обертається вітроколесо з лопатями, передаючи крутний момент через систему передач валу генератора, який виробляє електроенергію, водяного насосу. Чим більше діаметр вітроколеса, тим більший повітряний потік воно захоплює і тим більше енергії виробляє агрегат [6].

Принципова простота дає тут винятковий простір для конструкторської творчості, але тільки недосвідченому погляду вітроагрегат видається простою конструкцією.

Крильчасті вітродвигуни. Традиційна компонування вітряків - з горизонтальною віссю обертання - непогане рішення для агрегатів малих розмірів та потужностей. Коли ж розмахи лопатей виросли, така компоновка

виявилася неефективною, так як на різній висоті вітер дме в різні боки. У цьому випадку не тільки не вдається оптимально орієнтувати агрегат за вітром, а й виникає небезпека руйнування лопатей. Для крильчасті вітродвигунів, найбільша ефективність яких досягається при дії потоку повітря перпендикулярно до площини обертання лопатей крил, потрібен пристрій автоматичного повороту осі обертання.

З цією метою застосовують крило-стабілізатор. Карусельні вітродвигуни володіють тим перевагою, що можуть працювати при будь-якому напрямку вітру, не змінюючи свого положення. Коефіцієнт використання енергії вітру у крильчасті вітродвигунів набагато вище, ніж у карусельних. У той же час, у карусельних вітродвигунів набагато більше момент обертання. Він максимальний для карусельних лопатевих агрегатів при нульовій відносної швидкості вітру.

Поширення крильчасті вітроагрегатів пояснюється величиною швидкості їх обертання. Вони можуть безпосередньо з'єднуватися з генератором електричного струму без підвищуючого редуктора. Швидкість обертання крильчасті вітродвигунів обернено пропорційна кількості крил, тому агрегати з кількістю лопатей більше трьох практично не використовуються.

Карусельні вітродвигуни. Різниця в аеродинаміці дає карусельні установкам перевагу в порівнянні з традиційними вітряками. При збільшенні швидкості вітру вони швидко нарощують силу тяги, після чого швидкість обертання стабілізується. Карусельні вітродвигуни тихохідні і це дозволяє використовувати прості електричні схеми, наприклад, з асинхронним генератором, без ризику зазнати аварії при випадковому пориві вітру. Ще більш важливою перевагою карусельний конструкції стала її здатність без додаткових хитрощів стежити за тим "звідки дме вітер", що має велике значення для приземних нишпорять потоків. Вітродвигуни подібного типу будуються в США, Японії, Англії, ФРН, Канаді.

Карусельний лопатевий вітродвигун найбільш простий в експлуатації. Його конструкція забезпечує максимальний момент при запуску вітродвигуна і автоматичне саморегулювання максимальної швидкості обертання в процесі роботи. Зі збільшенням навантаження зменшується швидкість обертання і зростає крутний момент аж до повної зупинки.

Ортогональні вітродвигуни. Ортогональні вітродвигуни, як вважають фахівці, перспективні для великої енергетики. Сьогодні перед вітро-шанувальниками ортогональних конструкцій стоять певні труднощі. Серед них, зокрема, проблема запуску.

У ортогональних установках використовується той же профіль крила, що і в дозвуковом літаку. Літак, перш ніж "покластися" на підйомну силу крила, повинен розбігтися. Так само йде справа і у випадку з ортогональної установкою. Спочатку до неї потрібно підвести енергію - розкрутити і довести до певних аеродинамічних параметрів, а вже потім вона сама перейде з режиму двигуна в режим генератора.

Екологічні аспекти вітроенергетики. Викиди в атмосферу. Вітрогенератор потужністю 1 МВт скорочує щорічні викиди в атмосферу 1800 тон CO2, 9 тон SO2, 4 тон оксидів азоту. За оцінками Global Wind Energy Council до 2050 року світова вітроенергетика дозволить скоротити щорічні викиди CO2 на 1,5 мільярда тон.

Вплив на клімат. Вітрогенератори вилучають частину кінетичної енергії рухомих повітряних мас, що призводить до зниження швидкості їх руху. При масовому використанні вітряків (наприклад в Європі) це уповільнення теоретично може помітно впливати на локальні (і навіть глобальні) кліматичні умови місцевості. Зокрема, зниження середньої швидкості вітрів здатне зробити клімат регіону трохи більше континентальним за рахунок того, що повільно рухаються повітряні маси встигають сильніше нагрітися влітку і охолоджуватися взимку. Також відбір енергії у вітру може сприяти зміні вологісного режиму прилеглої території.

Втім, вчені поки тільки розгортають дослідження в цій області, наукові роботи, що аналізують ці аспекти, не дають кількісну оцінку впливу широкомасштабної вітряної енергетики на клімат, проте дозволяють зробити висновок, що воно може бути не настільки дуже незначним, як вважали раніше.

Потреба вітряка в нинішніх умовах.

Безумовно, електроенергія з кожним роком дорожчає. Давайте проведемо приблизні розрахунки і з'ясуємо перспективу виходу на окупність вітряка, з урахуванням різкого подорожчання електрики. Розглядати будемо генератор потужністю 2кВт (Рис.2.1).



Рис 2.1 - генератор потужністю 2кВт.

Вартість такої моделі близько 80тисяч. Але з урахуванням усіх доп. расходів, потрібно помножити її на два. Вийде мінімум 160тис. витрат, при терміні служби в двадцять років.

Тобто, за рік виходить 8 тисяч. При цьому за фактом, за цей рік агрегат видасть вам максимум 900 квт. Через коеф. встановленої потужності (він для маленьких вітряків не перевищує п'яти відсотків), за місяць ви накрутите 75кВт.

Вітрогенератор в нинішніх умовах - це збитковий агрегат.

Використання вітряка може бути обгрунтовано в двох випадках:

у вас поблизу немає зовнішніх електромереж або вам не дають до них підключатися у вас є дизель генератор, але доставити для нього паливо немає можливості.

При цьому, встановлюватися вітряк повинен в районі з середньо річний швидкістю вітру не менше 5-6 м / с. Тільки в цих випадках вітроустанова буде доброю альтернативою.

Фактично, в таких умовах ви просто змушені вибрати з усіх зол найменше. При цьому, не вірте в суперефективність інших моделей вертикальної або кулястої форми, зібраних на неодімових магнітах.

Кінцевий результат буде завжди один. Енергія, яку виробляє вітряк, залежить тільки від: швидкості вітру, площі, яку описують лопаті

Тому, якщо ви вже підключені до електромережі, не шукайте собі зайвих пригод і головних болів. Вигоди ніякої ви не знайдете, принаймні на сьогоднішній день.

Ну а тим, хто живе далеко від підстанцій і ВЛ-0,4 кВ, варто купувати найбільш потужні моделі вітряків, які ви тільки можете собі дозволити. Так як від тієї потужності, що вказана на картинках, вам дістанеться не більше 15%. Інша категорія споживачів, цілком заслужено робить вибір не на користь китайських заводських моделей, а навпаки, вважає за краще саморобні вітряки від майстрів самоучок (Рис 2.2. Рис. 2.3). Свої вигоди в цьому теж є.



Рис 2.2.- саморобний вітряк

Здебільшого, винахідники подібних девайсів, це грамотні і відповідальні хлопці. І практично в 100% випадків, без проблем їм можна повернути установку, якщо щось пішло не так, або її потрібно підремонтувати. З цим проблем вже точно не буде [7].



Рис 2.3.- саморбне обладнення

У промислових китайський вітряків, зовнішній вигляд звичайно симпатичніше. І якщо ви все-таки зважилися прикупити саме його, відразу після перевірки електродрилем, зробіть профілактичний ремонт і замініть китайський металобрухт на підшипники з мастилом.

2.3 Сонячна енергетика

Ціни на побутові та комерційні сонячні панелі продовжують знижуватися, а їх прихильники вважають, що це шлях до більш чистого майбутнього, і для цього є безліч причин.

Зниження рахунків за електроенергію. Найбільш важливим моментом на користь сонячної енергії є те, наскільки зменшаться ваші рахунки за електроенергію. Вона може задовольнити частину або всі ваші потреби в енергії, що відразу ж знизить комунальні витрати.

Низькі експлуатаційні витрати. На відміну від інших видів відновлюваної енергії, сонячні батареї вимагають мінімального обслуговування. По суті, головне, щоб вони завжди були чистим. Крім того, оскільки домашні сонячні панелі найчастіше не мають рухомих частин, не потрібно турбуватися про знос, який може зажадати ремонту.

Зменшення вуглецевого сліду. Сонячна енергія є дійсно поновлюваним джерелом енергії. На відміну від викопного палива, сонячна енергія не веде безпосередньо до викиду забруднюючих речовин в атмосферу і воду. Для тих, хто хоче зменшити викиди вуглекислого газу, сонячна енергія хороше рішення.

Відсутність шуму. На відміну від інших поновлюваних джерел енергії, таких, як вітрові електростанції, сонячні панелі не мають рухомих частин, що робить їх практично безшумними. Можна лише почути легкий гул, якщо стояти прямо поруч із сонячною батареєю. З даху ж, де їх найчастіше розміщують, звуки не можна почути.

Великі стимули. У різних країнах існують різні податкові пільги для людей, які хочуть мати свої приватні сонячні електростанції.

Залежність від погоди. Сонячна енергія залежить від сонця. Не секрет, що для повноцінної роботи сонячним батареям необхідне сонячне світло для ефективної роботи. Однак сонячні панелі виробляють енергію і в похмурі дні, але вони не роблять це на повну потужність.

Накопичення енергії. Найбільший недолік сонячної енергії пов'язаний з погодної залежністю і тим фактом, що вони працюють тільки в денний час. Тому вночі користувачі залежать від енергії з мережі. Рішенням для цього стали акумулятори, які забезпечують зберігання енергії для будинку. Проте, вони досить дорогі.

Сонячні панелі не для кожного даху. Хоча сонце є для всіх, не кожна дах може допомогти отримати від цього вигоду. Щоб встановити сонячні панелі на будинку, дах повинен відповідати певним вимогам, включаючи кількість сонячного світла, міцність і багато іншого. Робота з компанією, що займається сонячною установкою, допоможе визначити, чи відповідає ваша дах цим вимогам.

Не для мандрівників. Для тих, хто розглядає можливість переїзду, інвестиції в сонячні батареї можуть виявитися не самим розумним вибором, оскільки сонячні батареї допомагають підвищити вартість будинку. Але вони не варті того, щоб перенести їх в інший будинок, з огляду на витрати на демонтаж і встановлення заново, і той факт, що ваш наступний будинок може не сприяти виробленню сонячної енергії.

Сонячна енергія може бути перетворена в електричну двома основними шляхами: термодинамічних і фотоелектричним.

При термодинамічній методі електричну енергію за рахунок використання сонячної енергії можна отримувати з використанням традиційних схем в теплових електроустановках, в яких теплота від згоряння палива замінюється потоком концентрованого сонячного випромінювання.

Існують сонячні теплоелектростанції трьох типів:

баштового типу з центральним приймачем-парогенератором, на поверхні якого концентрується сонячне випромінювання від плоских дзеркал-

геліостатів; параболічного (лоткового) типу, де у фокусі параболоциліндричні концентратори розміщуються вакуумні приймачі трубки з теплоносієм; тарілкового типу, коли у фокусі параболічного тарілкового дзеркала розміщується приймач сонячної енергії з робочою рідиною. Станції баштового типу складаються з п'яти основних елементів: оптичної системи, автоматичної системи управління дзеркалами і станцією в цілому, парогенератора, вежі, яка утримує геліоприймача і системи перетворення енергії, що включає теплообмінники, акумулятори енергії і турбогенератори. Принципова схема сонячної електростанції баштового типу показана на (Рис. 2.5.) Так як в такій електростанції використовується пряме сонячне випромінювання, що концентрують геліосистеми повинні мати систему спостереження за Сонцем, при цьому кожен з геліостатів орієнтується в просторі індивідуально. Температура, яку можна отримати на вершині вежі за допомогою дзеркальних концентраторів, становить 300-1500 ° С. В одному модулі можна отримати потужність, що не перевищує 200 МВт, що пов'язано зі зниженням ефективності перенесення енергії від найбільш віддалених концентраторів на вершину вежі. Світова практика експлуатації станцій баштового типу довела їх технічну здійсненність і працездатність. Основними недоліками таких установок є їх висока вартість і значна площа, яку вони займають. Так, для розміщення баштовій електростанції потужністю 100 МВт необхідна площа 200 га.

Демонстраційна сонячна термодинамічна електростанція «Solar Two» працювала і розвивалася з 1981 по 1999 роки в пустелі Мохаве (Каліфорнія, США). Її потужність перевищувала 10 МВт. Сонячну вежу цієї станції оточували 1 926 геліостатів загальною площею 83000 м 2. Цікаво, що сонячне світло грів не воду, а проміжний теплоносій - розплавлену суміш нітратів натрію і калію. Від неї вже закипала вода, що дає пар для турбін. У 1999 році вчені переобладнали цю станцію в гігантський детектор черенковского випромінювання для вивчення впливу космічних променів на атмосферу. Світло від сотень великих дзеркал настільки яскраве, що змушує

світитися пил і вологу в повітрі, завдяки чому і видно промені, що оточують красиву білу вежу. На передньому плані видно що стоять поруч з дзеркалами фотоелектричні панелі з концентраторами. Дзеркала ж, направлені на сонячну вежу, з цього ракурсу не помітні.

Запуск сучасної сонячної електростанції баштового типу відбувся 30 березня 2007 року в районі Санлукар-ла-Майор недалеко від Севільї (Іспанія) Красива бетонна башта заввишки 115 м і 624 дзеркала геліостатів площею 120 м 2 кожне забезпечують паром паротурбінну установку потужністю 11 МВт, достатньої для постачання електроенергією 6000 будинків, економлячи тим самим 18000 тонн вуглецевих викидів в рік.

Поруч з цією станцією вже йде будівництво ще однієї подібної станції (PS2) (Рис 2.5) але більш потужною. Буде встановлено приблизно тисячу двісті п'ятьдесят-п'ять дзеркал. Розрахункова потужність електростанції - 20 МВт. Запуск другої станції скоротить викиди CO2 в атмосферу на 54 000 тонн на рік і забезпечить електроенергією близько 18 000 будинків. А всього до 2013 року різні за принципом дії сонячні установки, які будуть встановлені на майданчику в Санлукар-ла-Майор, матимуть сумарну електричну потужність 300 МВт, що достатньо для задоволення потреб в електроенергії такого міста, як Севілья. У сонячних електростанціях параболічного типу використовуються параболічні дзеркала (лотки), що концентрують сонячну енергію на прийомних трубках, які розташовані в фокусі конструкції і містять в собі рідинний теплоносій. Ця рідина нагрівається приблизно до 400 ° С і прокачується через ряд теплообмінників, при цьому виробляється перегріта пара, що пускає в хід звичайний турбогенератор для вироблення електричної енергії .[8]

Станції параболічного типу застосовуються усе ширше завдяки більш простій системі стеження за Сонцем і меншою матеріаломісткості. Питома вартість станцій параболічного типу близька до питомої вартості АЕС.



Рис 2.4.- сонячна установка потужністю 10 кВт на сонячній електростанції в Almeria (Іспанія)

В установках тарілкового типу (рис. 2.4) використовуються параболічні тарілкові дзеркала (схожі за формою на супутникову тарілку), які фіксують сонячну енергію на приймачі, розташованому в фокусі кожної тарілки.



Рис 2.5.- Вид на станцію PS1 з висоти пташиного польоту. На задньому плані видно майданчик, яку готують під PS2 (фото Solucar)

Рідина в приймачі нагрівається до 1000 ° С і її енергія використовується для вироблення електричної енергії або в двигуні Стірлінга, або в установці, що працює за циклом Брайтона. Установки мають систему стеження за Сонцем. З огляду на ефекту аберації в зв'язку з відхиленням від ідеальної форми і інших конструктивних факторів максимальний діаметр тарілок не перевищує 20 м при потужності до 60-75 кВт. Питома вартість сонячної електростанції тарілкового типу може бути менше, ніж електростанцій баштового і параболічного типів. Сонячна електростанція компанії Solucar в Санлукар-ла-Майор перевіряє в справі найрізноманітніші технології, параболічні концентратори з двигунами Стірлінга і довжелезні параболічні (в поперечному перерізі) дзеркала з трубами для розігріву теплоносія (фото Solucar).[9]

Сонячні колектори (Рис 2.6). Як розрахувати необхідну кількість сонячних колекторів?



Рис 2.6. - Встановлення сонячних колекторів



Рис 2.6. - Встановлення сонячних колекторів

На сьогоднішній день в Україні сонячні колектори переважно використовуються для нагріву води. Рідше для підігріву бассейну або ще менше для підтримки опалення (далеко не у всіх існуючих системах це можливо). Зараз же для нашого зразкового розрахунку задамося вихідними даними для випадку, коли необхідно приготувати гарячу воду для власного споживання.

Початкові дані:

Кількість проживаючих в будинку (n) 3 людини

Добова потреба у воді (V1) 60 л / чол / добу

Бажана температура гарячої води (tг) 60 ° С

Температура холодної води з водопроводу (tх) 8 ° С

Місце знаходження будинку г. Харьков

Орієнтація даху Південь, з азимутом 0 °, кут нахилу 35 °

Розглянемо методику підбору і розрахунку геліосистеми для ГВП:

1. Для початку, необхідно визначиться з необхідною кількістю гарячої води:

V = V1 × n

V = 60л / добу × 3 = 180 л / добу (0,18 м3 / добу).

V - об'єм гарячої води на добу

n - кількість людей

2. Виходячи з витрат 200 л / добу підберемо бойлер непрямого нагріву відповідного обсягу. Як ми знаємо вода нагрівається сонцем протягом усього дня, тому щоб перестрахуватися в разі тривалого похмурого періоду або великого розбору води обсяг бойлера вибирається з запасом від 20 до 80%:

Vб - від 1,2V до 1,8V

У нашому випадку обсяг бойлера:

Vб - від 240 до 360 л.

Вибираємо з отриманого діапазону бойлер об'ємом 300 л (0,3 м3). Керуємося наявністю моделей і доступними ресурсами. В даному випадку бойлер об'ємом 300 л - один з найбільш часто-використовуваних варіантів.

Температуру в бойлері краще вибрати вище температури води, що споживається. По-перше, це дасть можливість акумулювати більше тепла і повністю використовувати потенціал геліосистеми, а по-друге температура вище 65 ° C запобігає утворенню шкідливих для здоров'я бактерій - легіонелли.

Налаштовуємо бойлер на температуру tб = 65 ° C. []

3. Розраховуємо необхідну кількість тепла, яке потрібно затратити для нагрівання води в бойлері:

$$Q = G \times Cp \times (tб - tx)$$

Q - необхідна кількість тепла для нагріву бойлера, кВт * год

G - Витрата гарячої води. Приймається рівним обсягом бойлера Vб = 0,3 м3 / добу

Ср - питома теплоємність води, Ср = 1,161 кВт / кг × ° C

$$Q = 0{,}3 \times 1{,}161 \times (65 - 9) = 19{,}505 кВт \times год / добу.$$

[10]



Рис 2.7. - Vaillant auroTHERM classic VFK 135/2 VD (10015848)

4. Тепер вибираємо сонячний колектор і прораховуємо його площа, для забезпечення необхідної кількості тепла.

Прорахуємо необхідну кількість колекторів Vaillant auroTHERM classic VFK 135/2 VD (10015848) (Рис 2.7)

Площа абсорбера одного колектора F1 = 2,35 м2

Оптичний ККД колектора η = 0,785см

Таблиця 1.1

Середній місячний рівень сонячної радіації (сонячна постійна) в містах України (кВтг / м2 / день);Середній показник за останні 22 роки (За даними NASA)

Регіон / Місяць	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жов.	Лис.	Груд.	Серед

Продовження таблиці 1.1

Симфіропіль	1,27	2,06	3,05	4,30	5,44	5,84	6,20	5,34	4,07	2,67	1,55	1,07	3,58
Вінниця	1,07	1,89	2,94	3,92	5,19	5,3	5,16	4,68	3,21	1,97	1,10	0,9	3,11
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
Дніпропетровськ	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,70	5,08	3,66	2,27	1,20	0,96	3,36
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
Житомір	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
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
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
Ивано-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
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
Кировоград	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
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
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
Миколаев	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
Одесса	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
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
Ровно	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
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
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
Харьків	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
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
Хмельницкий	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
Черкассы	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
Чернигов	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
Черновцы	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

Кількість тепла Q виробляється системою визначається за формулою:

$Q = q \times Fсум \times \eta$ де

q - середній місячний рівень радіації, кВт × год / м2 / день (з таблиці)

Fсум - сумарна площа геліополя, м2.

η - оптичний ККД колектора.

Для запобігання перегріву, систему необхідно розраховувати на річний пік, тобто брати максимальне значення місячного рівня радіації за рік. В даному випадку у нас це червень і липень зі значенням 5,51.

5. Знайдемо необхідну площу геліополя:

$$Fсум = Q / (q \times \eta)$$

$$Fсум = 19{,}505 / (5{,}51 \times 0{,}785) = 4{,}5м2$$

6. Необхідна кількість сонячних колекторів:

$$n = Fсум / F1$$

$n = 4{,}5 / 2{,}35 = 1{,}9$ »2 шт.

Таким чином ми підрахували, що для сім'ї з 3 осіб проживають в Харькові, основними компонентами геліосистеми будуть бак акумулятор на 300л і 2 сонячних колектора Vaillant auroTHERM classic VFK 135/2 VD (10015848). Таким способом можна прорахувати необхідну кількість колекторів для будь-якої системи - будь то підігрів басейну, підтримка опалення або ж приготування гарячої води. Потрібно тільки знати необхідну кількість тепла і характеристики колектора.

2.3.1 Збереження енергії сонячних колекторів. Бак-акумулятор для сонячних колекторів.

Для ефективної роботи системи сонячного гарячого водопостачання правильно підібраний бак акумулятор (бойлер, водонагрівач) так само важливий, як і сонячні колектори. Ми вже писали про те, який обсяг бака-акумулятора рекомендований для правильної роботи геліосистеми. Ось посилання на статтю - акумулювання теплової енергії. Тепер же ми звернемо увагу і на інші не менш важливі параметри. При виборі бака-акумулятора для

посилання на статтю - акумулювання теплової енергії. Тепер же ми звернемо увагу і на інші не менш важгелі параметри. При виборі бака-акумулятора для геліосистеми слід звернути увагу на наступні параметри: форма бака; теплоізоляція; розміри теплообмінників.(Рис 2.8).



Рис.2.8.- Форма бака-акумулятора для сонячних колекторів

Чим вище і бак, тим краще буде термічна стратифікація або іншими словами температурне розшарування води. Цей процес змушує холодну воду збирається в нижній частині бака, витісняючи гарячу воду в його верхню частину, звідки походить розбір гарячої води. Дане явище відбувається через відмінності щільності теплої і холодної води. Менш щільна нагріта вода завжди спрямовується вгору.[10]

Для забезпечення тепловою стратифікації співвідношення висоти до діаметру повинна бути не менше ніж 2,5 до 1. Наприклад, для бака об'ємом

Оскільки бак-акумулятор для сонячних колекторів повинен бути оснащений додатковим змійовиком для дублюючого джерела енергії, то теплова стратифікація грає важливу роль для ефективної роботи геліосистеми.

Теплова стратифікація на практиці

Коли бак не прогрітий, нижній змійовик, підключений до геліосистемі, передає тепло всьому об'єму бака (Рис 2.9). Завдяки стратифікації нагріта вода піднімається вгору, а в нижній частині вода буде холодніше і відповідно буде краще відбирати тепло від нижнього змійовика. Це сприяє підвищенню ККД і продуктивності сонячного колектора.

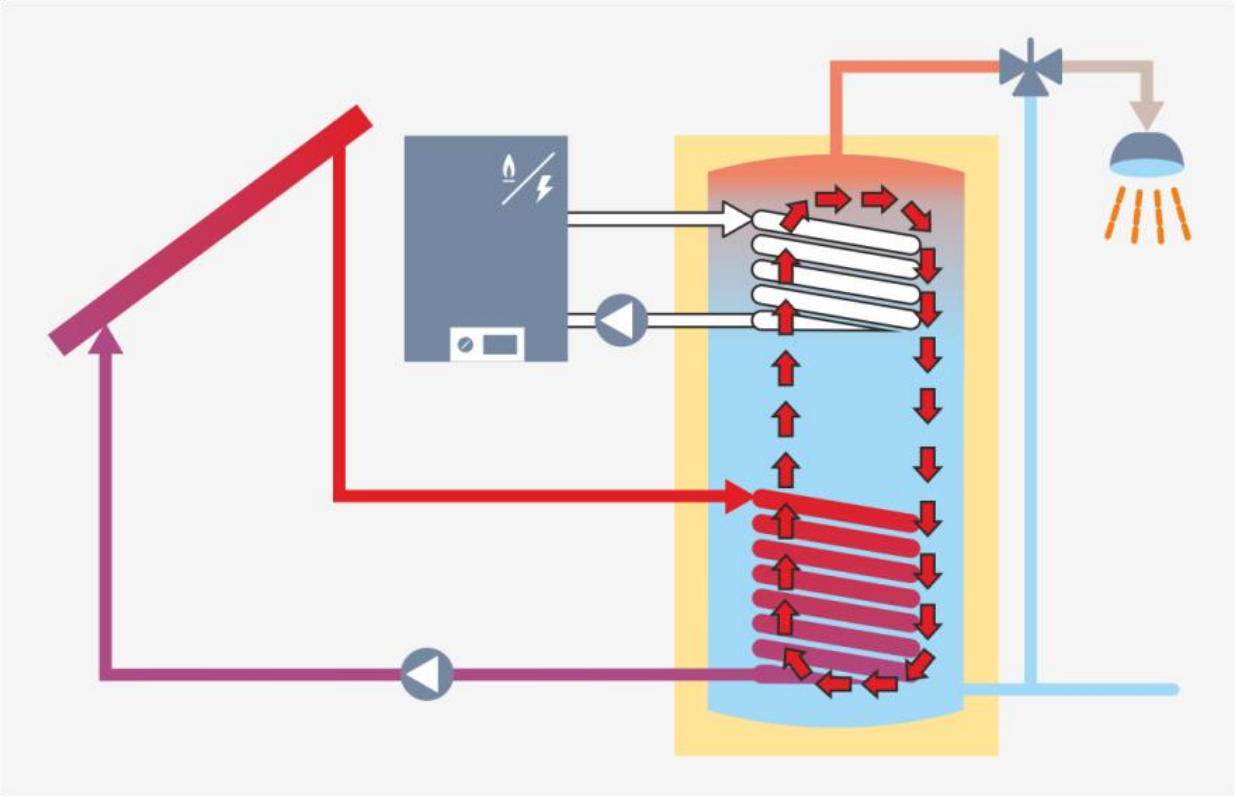


Рис.2.9.- Нагрівання бака нижнім змійовиком від сонячних колекторів

У разі, коли сонячної інтенсивності недостатньо верхній змійовик в бівалентному баку-акумуляторі (баку з двома змійовиками), підключений до дублюючому джерела енергії догріває гарячу воду (Рис 2.10). В даному випадку нагрівається тільки верхня зона сонячного бойлера, де і відбувається водоразбір. В такому випадку споживач завжди буде забезпечений гарячою водою, у деякій мірі, на найближчий водоразбір.[11]

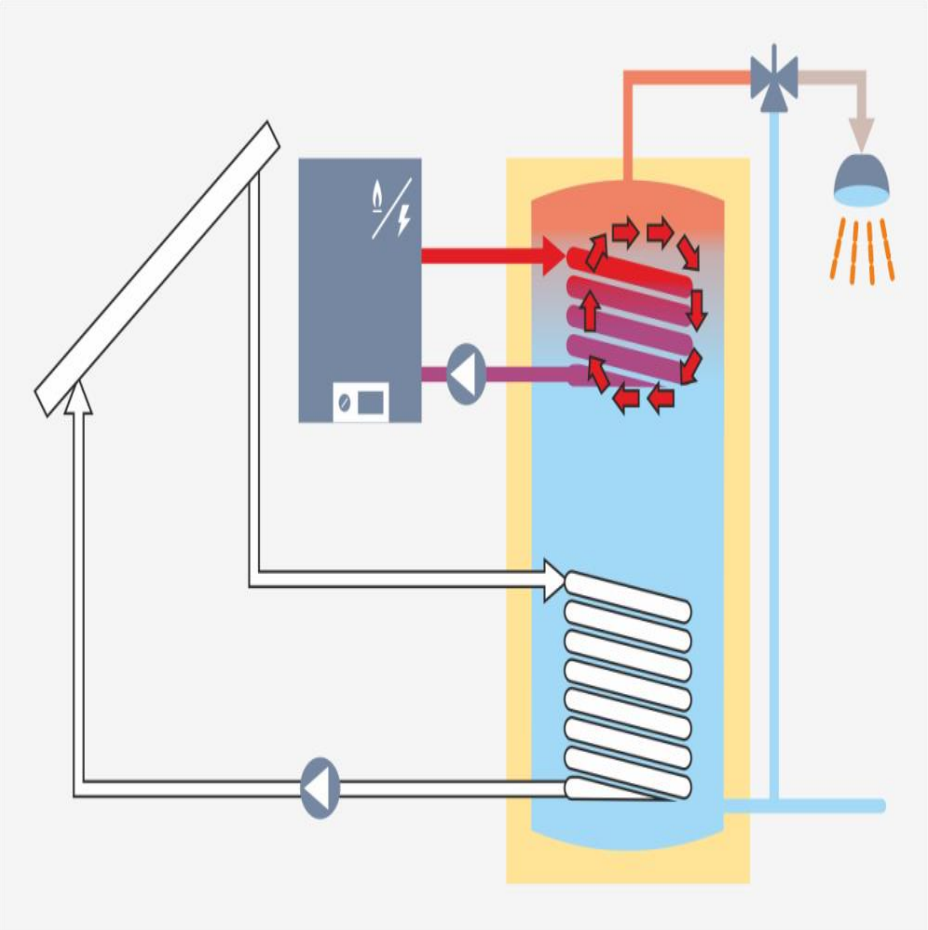


Рис.2.10.- Догрів бака-акумулятора дублюючим котлом

В такому випадку, нижня зона все ще холодна і готова приймати тепло від сонячних колекторів в разі поліпшення погодних умов. Чим більше буде ця зона, тим більше буде продуктивність геліосистеми, оскільки сонячні колектори зможуть більше передати сонячного тепла. Іншими словами, збільшується ємність акумулятора. Для забезпечення максимальної ефективності, без дискомфорту для користувача, рекомендується залишати за нижньою зоною не менше 2/3 загального обсягу бака.

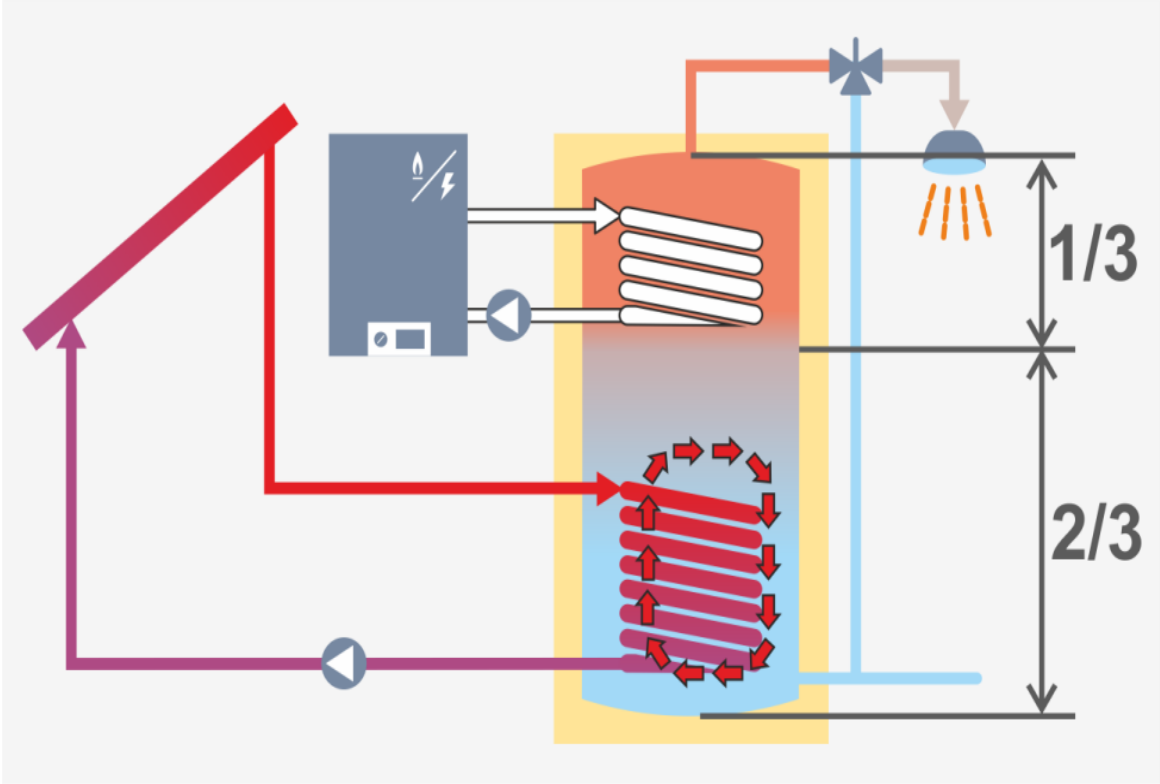


Рис.2.11. - Теплова стратифікація бака акумулятора

У разі використання моновалентного бака-акумулятора (з одним змійовиком) в якості догрівачі використовується електричний ТЕН. Даний ТЕН так само повинен бути встановлений у верхній зоні бака.

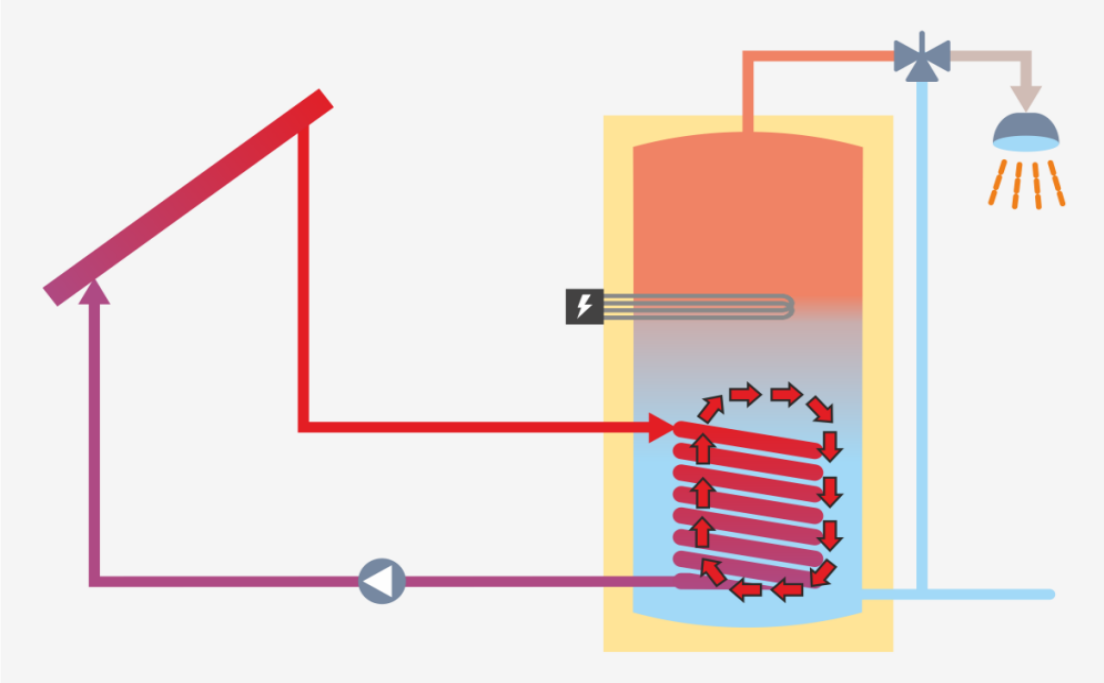


Рис.2.11.- ТЕН як дублюючий джерело енергії.

Теплоізоляція бака-акумулятора для геліосистеми

Як правило, в якості матеріалу для теплоізоляції використовується пінополіуретан. Цей матеріал має низьку теплопровідність і гідропроникністю. Товщина теплоізоляції повинна бути не менше 80 мм. Коефіцієнт теплопровідності не менше 0,035 Вт / мК. Це дозволяє баку втрачати не більше 2-3 градусів в нагрітому стані.

Теплообмінники в баку-акумуляторі для сонячних колекторів.

Оскільки сонячні колектори не є стабільним теплогенератором, то слід підбирати площу теплообмінника на низькотемпературні режими роботи. Іншими словами, під час слабкої сонячної інсоляції, теплоносій геліосистеми не зможе забезпечити високу різницю температури. Тому слід збільшувати площу теплообміну.

Рекомендоване співвідношення площі сонячних колекторів до площі змійовика – оптимальним співвідношенням є відношення корисної площі колекторів до площі змійовика 5: 1.

Бак-акумулятор для сонячних колекторів, підібраний з урахуванням всіх перерахованих параметрів, буде сприяти підвищенню продуктивності геліосистеми і комфорту користувачів [12].

2.4 Використання води, як джерела енергії

Вода вже давно вважається джерелом життя на Землі. Вона являє собою одне з непростих і дивовижних явищ. Вона має велике число унікальних властивостей, на практиці які людство може вигідно для себе в багатьох випадках використовувало. Енергію води, поряд з сонячною енергією, а також вітровою енергією можна розглядати як поновлюване джерело енергії. Запасів нафти, вугілля і газу на даний момент залишилося не дуже багато, їх витрата збільшується з кожним роком, тому відбувається пошук альтернативних джерел енергії, одним з яких є вода [13] .

Дослідження показують, що енергія води, була освоєна людьми для своїх цілей ще в давнину. Ми можемо згадати архимедів гвинт і річкові млини. Основна ідея їх роботи досить проста, але при цьому вода може

зробити багато корисного: під дією рухомого потоку води обертається колесо. При цьому відбувається перетворення кінетичної енергії води в механічну роботу колеса. Цікаво, що такий же принцип спостерігається на сучасних гідроелектростанціях. Але на них відбувається перехід механічної енергії в електричну.При аналізі можливостей використання енергії можна виділити три види, залежно від перетворень:

Енергія припливів і відливів. Протягом припливу відбувається заповнення спеціальні великих ємностей, які знаходяться на берегової лінії. Ці ємності виникають завдяки дамбах. При проходженні відливу вода буде рухатися в зворотному напрямку. Цей рух використовується для обертання турбін, а також для перетворення енергії.

Енергія морських хвиль. Можна сказати, що процеси, що відбуваються схожі із зазначеними в попередньому пункті. Але при цьому є і деякі відмінності. Такий вид енергії має досить велику питому потужність (при цьому потужність хвилювання океанів може досягати 15 кВт / м). Якщо відбувається збільшення висоти хвилі до 2 метрів, то потужність може скласти до 80 кВт / м.

Гідроелектростанції (ГЕС). Такий вид енергії став можливим для здійснення внаслідок використання одночасної взаємодії сонця, вітру і водних мас. Відбувається випаровування (за рахунок Сонця) водних мас з поверхні водойм. В результаті виходять хмари. Внаслідок подуву вітру вода у вигляді газу переноситься до гір, де відбувається її охолодження і вона випадає як опади. Після цього вона стікає назад до своїх першоджерел [14]

2.5 Геотермальна енергетика: як тепло Землі перетворили в ефективний енергоресурс

Всередині Землі є гаряче ядро, з його допомогою потрібно виробити електрику. Питання: як це зробити? Відповідь: побудувати геотермальну електростанцію. Розбираємося, як саме, звідки під землею пар і чи багато користі від такої електростанції. Найстаріший і самий популярний на сьогоднішній день метод отримання електрики в промислових масштабах -

це обертання турбіни генератора потужним потоком гарячої пари від скипіла через примусове розігрівання води. Якщо вдуматися, то і у вугільній ТЕС, і в сучасній АЕС суть роботи зводиться до кип'ятіння води з тією лише різницею, що в ТЕС для цього спалюється вугілля, а в реакторі АЕС її кип'ятять нагріваються в результаті керованої ланцюгової реакції ТВЕЛи.

Але навіщо гріти воду, якщо в деяких місцях вона надходить з-під землі вже гарячою? Чи не можна використовувати її безпосередньо? Можна: в 1904 році італієць П'єро Джінорі Конті запустив перший генератор, який працював від пара природних геотермальних джерел, в достатку присутніх в Італії. Так з'явилася перша в світі геотермальна електростанція, яка працює до цих пір [15].

Втім, щоб забезпечити геотермальної електростанції прийнятні ККД і вартість, потрібна вода певної температури, яка перебуває не глибше певного рівня. Якщо ви захочете побудувати геотермальну електростанцію (скажімо, на своїй дачній ділянці), вам для початку доведеться зайнятися бурінням свердловин до водоносних шарів, де вода під величезним тиском розігрівається до 150-200 ° С і готова вийти на поверхню у вигляді перегрітого окропу або пара. Ну а далі, подібно електростанціям на викопному паливі, що надходить пар буде обертати турбіну, яка приведе в дію генератор, що виробляє електрику. Використовувати природне тепло планети для отримання пара - це і є геотермальна енергетика. А тепер перейдемо до деталей. Температура поверхні твердого ядра Землі на глибині близько 5100 км дорівнює приблизно 6000 ° С. При наближенні до земної кори температура поступово знижується.

Зрозумілий графік змін температури породи у міру просування до центру Землі. Так званий геотермічний градієнт - зміна температури на певній ділянці земної товщі, - в середньому становить 3 ° С на кожні 100 метрів. Тобто в шахті на глибині 1 км буде стояти тридцятиградусна спека - хто бував в такій шахті, це підтвердить. Але в залежності від регіону температурний градієнт змінюється - наприклад, в Кольської надглибокої

свердловини на горизонті 12 км була зафіксована температура 220 ° С, а в деяких місцях планети, у тектонічних розломох і зонах вулканічної активності, для досягнення аналогічних температур досить пробурити від декількох сотень метрів до декількох кілометрів, зазвичай від 0,5 до 3 км. В американському штаті Орегон геотермічний градієнт 150 ° С на 1 км, а в Південній Африці всього 6 ° С на 1 км. Звідси висновок: де завгодно хорошу геотермальну станцію не побудуєш (перед початком робіт переконаєтеся, що ваша дачна ділянка знаходиться в потрібному місці). Як правило, відповідні місця ті, де сильна геологічна активність - часто відбуваються землетруси і є діючі вулкани.

Види геотермальних електростанцій. Залежно від того, яке джерело геотермальної енергії є в наявності, ви будете вибирати тип електростанції. Розберемося, які вони бувають.

Гідротермальна станція. Спрощена схема гідротермальної електростанції прямого циклу (Рис 2.12) буде зрозуміла навіть дитині: з землі по трубі піднімається гаряча пара, який розкручує турбіну генератора, а після спрямовується в атмосферу. Все дійсно так просто, якщо нам пощастило знайти відповідний джерело пара [16] .

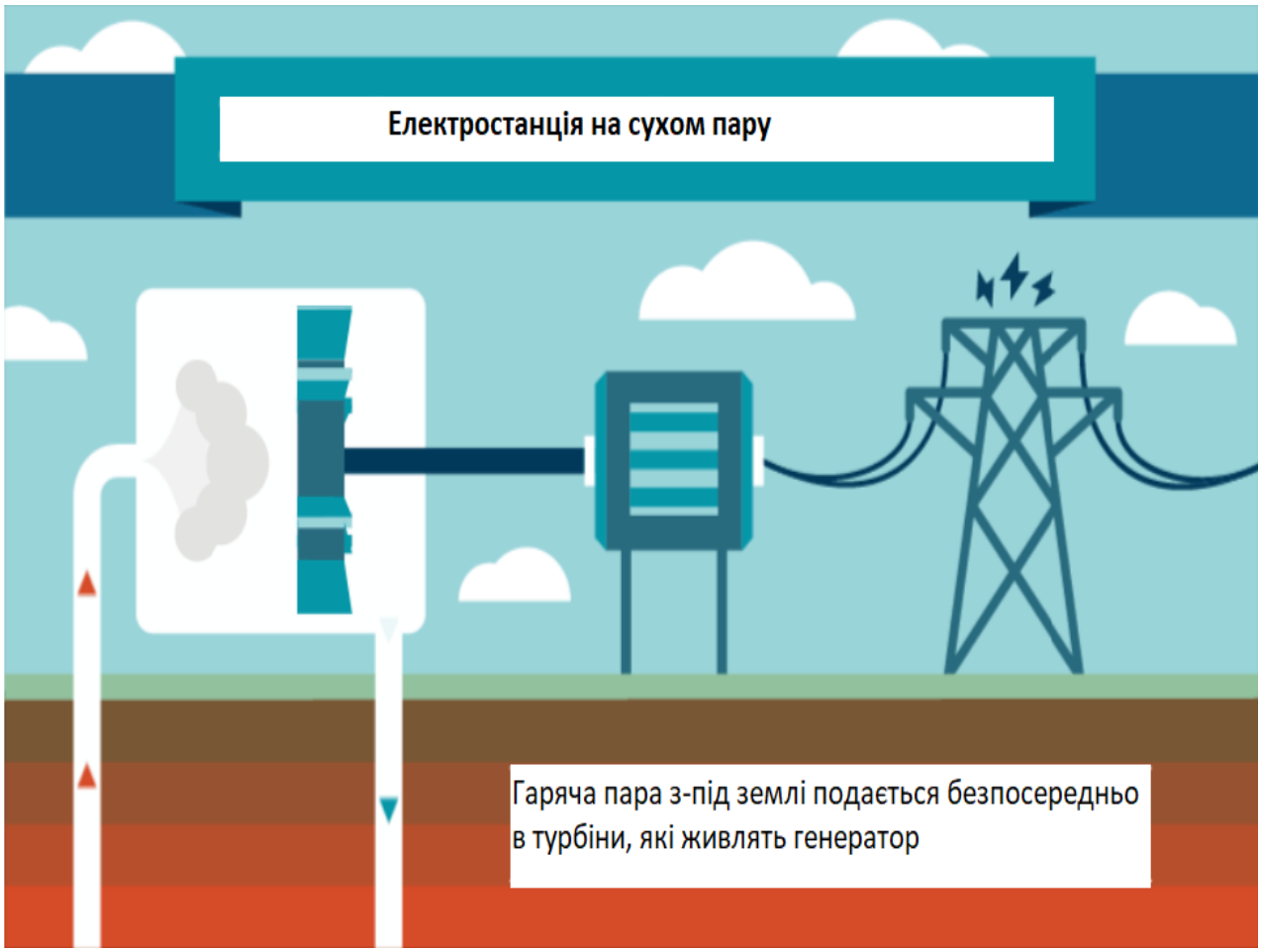


Рис 2.12. - Електростанція на сухому пару

Якщо у вас є наявність у вас, наявність скважин не є парним, а пароводяні суміші при температурі вище 150 ° С потребують станції комбінованого цикла. Перед турбінним сепаратором буде виділено пар від вод - пар відрегулюється в турбіні, а гаряча вода або буде скинута в скважині, або перейде в розширювач, де в умовах низького значення віддасть додатковий пар для турбін.

Якщо ваше дачноме селище не можна зв’язати з гарячими джерелами - наприклад, якщо температура води під землею становить менше 100 ° С на економічно прийнятій глибині, - потрібно будувати складну бінарну геотермальну станцію (Рис2.13), цикл якої був випущений в СРСР . У ній рідина із скважини зовсім не подається на турбіну ні в якому вигляді.

Замість цього в теплообміннику вона розігріває другу робочу рідину з меншою температурою кипіння, яка, перетворюючи в пар, розкручує турбіну, конденсується і вводить повертається в теплообмінну камеру. У ролі таких

робочих рідин може виступати, наприклад, фреон, один з видів якого (фтордихлорбромметан) кипить вже при 51,9 ° С. Бінарний цикл можна поєднувати, коли на одній турбіні буде подаватися пар, а окрема вода робиться в іншому контурі для розігрівається теплоносій з низькою температурою кипіння [17] .

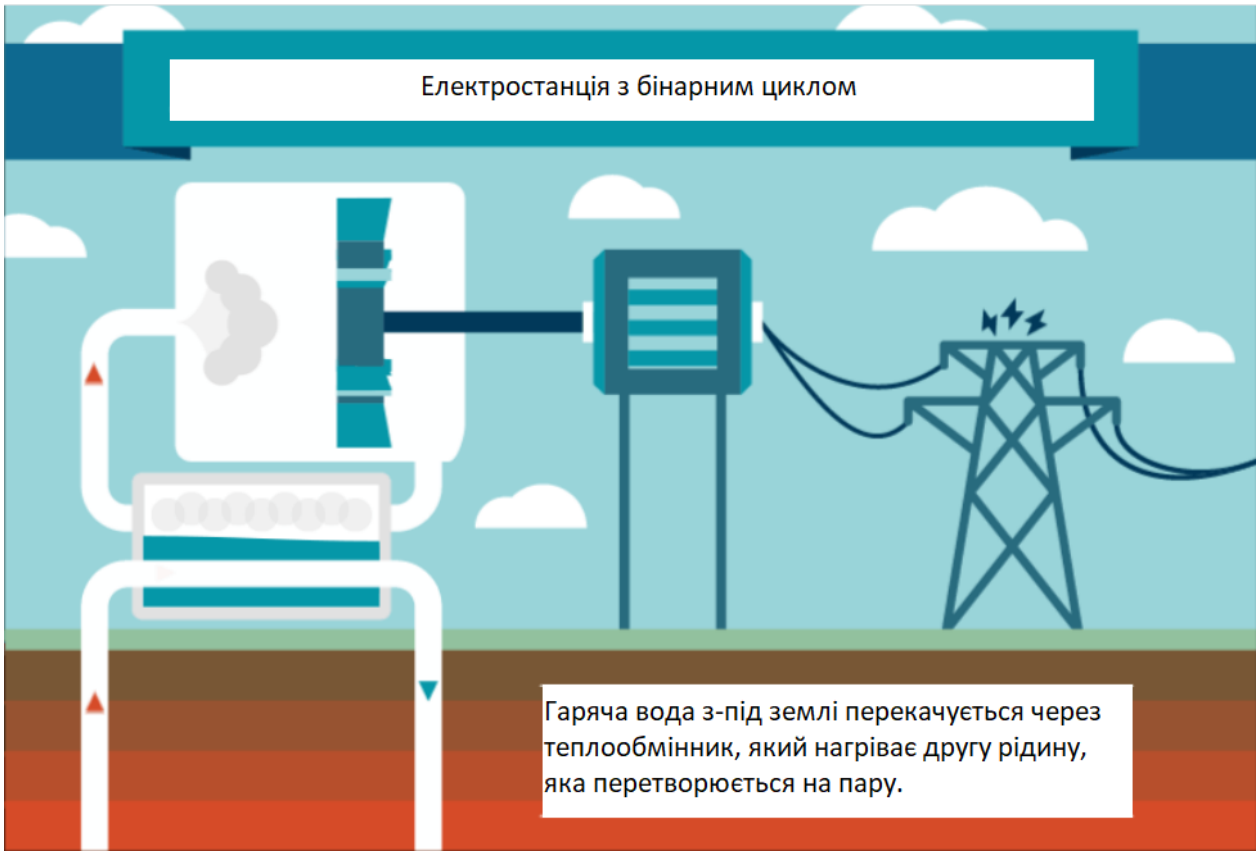


Рис 2.13. - Елктростанція з бінарним циклом

2.6 Тепловий насос

Теплова потужність теплового насоса повітря-вода (ТН), інакше - кількість витягується з навколишнього середовища поновлюваного тепла, прямо пропорційно температурі зовнішнього повітря. Чим холодніше повітря, тим витратніший витяг з нього тепла. Коефіцієнт перетворення COP змінюється в залежності від температур зовнішнього середовища: чим нижче температура «за бортом», тим більше енергії споживає повітряний тепловий насос. Приклади та варіанти установки теплових насосів Рис. 2.14. [18]



Рис 2.14. - Декотрі варіанти установки теплових насосів у приватному будинку

Визначення потужності і вибір теплового насоса - справа досить складна. Зазвичай реальні цифри і діаграми продуктивності поставляються заводами - виробниками теплових насосів, як і спеціальне програмне

забезпечення для розрахунку і підбору обладнання. Тут вводяться дані для конкретного об'єкта, розташованого в конкретному температурному регіоні.

Тепловий насос: теплова потужність для обігріву та ГВП

Розберемо, від яких чинників залежить потужність ТН і, відповідно, вартість блоків ТН, а також ефективність його роботи. [19]

Радіатори або теплі підлоги. Система опалення з тепловим насосом зазвичай реалізується на базі радіаторної розводки і / або системи з теплими підлогами, стінами або з системою фанкойлів. При цьому температура нагріву теплоносія відрізняється від 35-45 ° С - для теплих підлог, до 65-75 ° С і вище - для системи радіаторів, 0що позначається на величині потужності ТН. Чим нижче температура теплоносія в системі опалення, тим менше витрата електроенергії, менше теплова потужність, дешевше обладнання. Для модернізації систем опалення з радіаторами при заміні витратних газових котлів можуть встановлюватися високотемпературні повітряні теплові насоси з нагріванням теплоносія до 80 ° С. Наприклад - теплові насоси Hitachi YUTAKI S 80. Навіть за умови нагріву теплоносія до 65 і вище градусів, така система в кілька разів економніше газового котла.

Схема реалізації: тільки ТН, ТН + резервний котел ТН.

Якщо працює тільки тепловий насос, він повинен повністю вирішувати завдання з теплопостачання та нагріву води, в пікові моменти підключаючи вбудований електричний нагрівач.

ТН + котел. Якщо раніше встановлений газовий або пелетний котел, він може взяти на себе частину пікових навантажень і зменшити загальні енерговитрати теплового насоса.

Існують різні схеми роботи ТН, що підбираються для кожного об'єкта індивідуально: моноенергетичного (тільки на електриці), моновалентна (ТН + ТЕН) або бівалентна (ТН + котел). Оптимальна температура, економічно вигідна для переходу на резервне джерело тепла, називається «точкою бівалентності». Для м.Харькова та регіону - це -7 ° С.

теплоізоляція будинку.

Підбираючи тепловий насос для опалення будинку, слід знати, що для більш утепленого будинку потрібно в рази менше тепла, ніж для будови без проведення робіт з термомодернізації. Значення тепловтрат (питомих теплових навантажень) для різних типів будівель наведені в таблиці.

Звідси видно, що для відшкодування тепловтрат приміщення в 100 м2 в добре утепленому будинку буде потрібно:

QН $=$ 50 Вт / м2 х 100 м2 $=$ 5000 Вт або 5 кВт теплової потужності.

Розрахункові значення тепловтрат наводяться виходячи з розрахункової мінімальної температури, наприклад, для Харківського регіону це -22 ° С.

Відповідно, для погано утепленого будинку отримаємо:

QН $=$ 200 Вт / м2 х 100 м2 $=$ 20 000 Вт або 20 кВт теплової потужності.

Така різниця: 5 кВт і 20 кВт, змушує зробити кроки для проведення термомодернізації (утеплення) будівлі, а після цього вибрати більш доступний за ціною і економний за витратами тепловий насос.

Теплові насоси для опалення та нагріву води (ГВП)

При виборі теплового насоса для приватного будинку зазвичай враховують і роботу ТН на нагрів води для кухні, ванній або душових. При цьому враховують добовий розподіл навантажень. Найчастіше користуються гарячою водою ввечері або вранці, а в зимовий час до цих навантажень приєднується і робота ТН на опалення. Зазвичай у теплонасосних систем більш пріоритетними є завдання гарячого водопостачання, а потім опалення, розрахунок ведуть виходячи з сумарних теплових навантажень: на опалення і ГВП [20].

Для визначення теплової потужності ТН для нагріву води для побутових потреб користуються нормативними даними по споживанню води певної температури і сумарному теплоспоживання, виходячи з кількості людей, які проживають в будинку.

Для однієї людини приймемо норму в 50 літрів води з температурою 45 ° С, що відповідає нормі споживання 0,25 кВт теплової потужності.

Отримуємо, що для сім'ї з чотирьох осіб, які проживають в приватному будинку 100 м2, необхідна теплова потужність:

$$QW = 0{,}25 \text{ кВт / чол} * 4 \text{ чол.} = 1{,}0 \text{ кВт}$$

Тепер можна провести усереднений розрахунок теплової потужності з урахуванням сумарних навантажень на нагрів теплоносія для системи опалення та нагрів води для побутових потреб.

Сумарна теплова потужність на обігрів і ГВП для якісно утепленого будинку:

$$Q\text{СУМ} = Q\text{Н} + QW = 5 \text{ кВт} + 1 \text{ кВт} = 6 \text{ кВт}.$$

Сумарна теплова потужність для системи опалення та ГВП для погано утепленого будинку:

$$Q\text{СУМ} = Q\text{Н} + QW = 20 \text{ кВт} + 1 \text{ кВт} = 21 \text{ кВт}.$$

А для умов «точки бівалентності», коли на вулиці -7°С, і необхідно підтримати +20 ° С усередині будинку 100 м2, потрібно з урахуванням різниці температур:

$Q\text{расч}.. = 6 * (20 - (-7)) / (20 - (-22)) = 6 * 27/42 = 3{,}86 \text{ кВт}$ тепла від теплового насоса.

І в другому прикладі, - для будівлі без теплоізоляції, необхідно:

$Q\text{расч}.. = 21 * (20 - (-7)) / (20 - (-22)) = 21 * 27/42 = 13{,}5 \text{ кВт}$ тепла від теплового насоса.

Виходячи з цих даних, з урахуванням температури «точки бівалентності» і з запасом по потужності, з модельного ряду вибирають близьке більшого значення теплової потужності теплового насоса.

Що враховує запас по потужності?

Перепади температури вхідної води. Всім відомо, що водопровідна вода взимку набагато холодніше і перепад температур вхідної / вихідної з ТН води взимку більше.

Необхідність підігріву води до потрібної температури в баку - накопичувачі, якщо вона з нього довго не використовується.

Збільшений витрата гарячої води і її нагрівання до більш високої температури взимку.[22]

Як знизити вартість теплового насоса?

Правильно і кваліфіковано виконати розрахунки та підбір обладнання.

Утеплити будинок.

Мінімізувати тепловтрати через вікна і вентиляцію.

Встановити низькотемпературні теплі підлоги або фанкойли або змішану систему (радіатори + теплі підлоги, фанкойли + теплі підлоги).

Застосувати бівалентності схему ТН + котел для зниження навантаження на тепловий насос [21].

2.7 Акумулювання енергії

Ефективність роботи енергосистеми може бути підвищена за рахунок акумулювання надлишків енергії в періоди зниження споживання (нічний час) і її використання в години максимального споживання (денний час). Ця проблема особливо актуальна для відновлюваної енергетики. Енергія, що виробляється поновлюваними джерелами енергії, в значній мірі залежить від погодних умов, тому існує проблема приведення у відповідність вироблення енергії і потреби в ній в рамках тимчасового попиту, т. Е. У вирівнюванні швидкості споживання енергії.

В даний час застосовуються такі способи акумулювання енергії: теплові; хімічні; електричні; у формі потенційної або кінетичної енергії. Теплове акумулювання - це фізичний або хімічний процес, за допомогою якого відбувається накопичення тепла в акумуляторі енергії. Тепловими акумуляторами (ТА) називають пристрої, що забезпечують протікання оборотних процесів накопичення, зберігання і віддачі теплової енергії відповідно до потреб споживача [23].

Класифікація теплових акумуляторів по фізичним принципам акумулювання:

теплоємністні (ТЕА) (камінь, вода, гравій і т. п.);

акумулятори з фазовим переходом (АФП) (перехід з рідкого в твердий стан і навпаки, акумулювання теплоти плавлення, наприклад, евтектичних солей і ін.);

термохімічні акумулятори (ТХА) (принцип роботи ТХА заснований на акумулюванні енергії, яка поглинається і звільняється при розриві і створенні молекулярних зв'язків в повністю оборотних хімічних реакціях (наприклад, глауберова сіль).

Акумулювання електричної енергії. Здійснюється найчастіше за допомогою електричних акумуляторів і паливних осередків, а також, наприклад, в гідроенергетиці у вигляді запасів води у водосховищі.

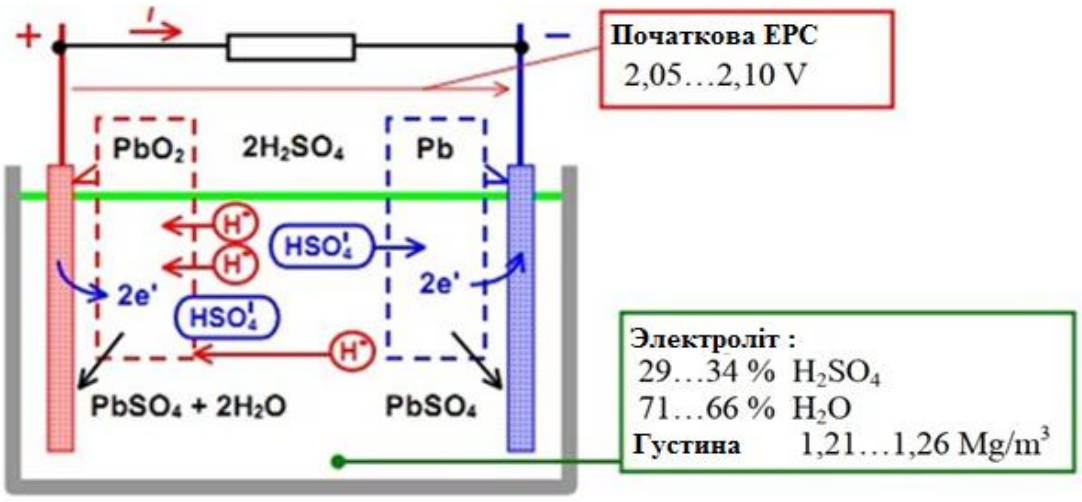
Класифікація акумуляторів здійснюється за типом електроліту що може бути використаний:

кислотні (наприклад, свинцево-кислотний акумулятор),

лужні (нікель-цинковий акумулятор, нікель-кадмієвий акумулятор);

сольові (цинк-хлорний акумулятор).[24]

Принцип роботи свинцево-кислотних акумуляторів (Рис 2.15) заснований на електрохімічних реакціях свинцю і діоксиду свинцю в кислотною середовищі.



$$PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \underset{\text{заряд}}{\overset{\text{розряд}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_4 + H_2O$$

Рис.2.15.- Принцип роботи свинцево-кислотних акумуляторів [23].

Паливні елементи. Паливний елемент перетворює хімічну енергію палива безпосередньо в електричну, минаючи проміжну стадію спалювання.

Так як перетворення тепло-робота тут відсутня, ефективність паливних елементів не підпадає під обмеження другого закону термодинаміки, як це відбувається в звичайних системах паливо-тепло-робота-електроенергія. Теоретично ККД перетворення хімічної енергії в електричну може досягати 100% (реально 40%).

Аналогічно акумулятора паливний елемент має два електроди, розділених електролітом, що переносить іони, а не електрони. Водень (або інший перетворений компонент) підводиться до позитивного електрода, а кисень (або повітря) - до негативного. В результаті каталізу на пористому аноді молекули водню розкладаються на водневі іони і електрони. Іони H + мігрують через електроліт (зазвичай кислота) до катода, де з'єднуються з електронами, які надходять через зовнішній ланцюг, і з киснем, утворюючи воду [25].

Паливні елементи є незамінним акумулятором і джерелом електричної енергії для віддалених і мобільних об'єктів (полярні і космічні станції). Вода, що отримується в результаті електрохімічних реакцій в паливному елементі, може використовуватися для вживання (космічні станції).

В даний час розроблені і застосовуються системи акумулювання енергії від поновлюваних джерел за допомогою паливних елементів. Як видно з електрична енергія, що генерується сонячними батареями (або вітроенергетичними установками), використовується для отримання водню (методом електролізу), який накопичується в спеціальних ємностях, і подається в паливні комірки для отримання електричної енергії в періоди максимального споживання енергії (або в нічний час, коли відсутне сонячне випромінювання).[26]

В даний час для акумулювання електричної енергії використовуються також конденсатори великої потужності (Рис 2.16) (десятки, сотні Фарад) – суперконденсатори. Таку велику ємність електричних конденсаторів дозволяють забезпечити останні досягнення в області нанотехнологій. Роботи в цій галузі проводяться і в нашій країні.



Рис.2.16.-Загальний вигляд суперконденсаторів провідних світових виробників [25]

.

РОЗДІЛ 3 ПИТАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ ЩО ПЕРЕШКОДЖАЮТЬ ГЛОБАЛЬНОМУ ПЕРЕХОУ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ НА ПОНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

До пріоритетних позицій, які підтверджують необхідність переходу до використовування ВДЕ, слід віднести абсолютну і відносну обмеженість природних ресурсів, необхідність їх заміщення з метою забезпечення енергетичної і екологічної безпеки; загрозливих масштабів забруднення навколишнього середовища; знищення структурного різноманіття біосфери, що порушує екологічну стабільність, і ін. Крім того, активізація використання ВДЕ буде сприяти розвитку власних технологій і обладнання, які згодом можуть стати предметом експорту. Застосування ВДЕ сприяє переходу від марнотратного до раціонального типу господарювання і виховання населення в даному напрямку.[27]

Більш того, нетрадиційні та відновлювані джерела енергії можуть сприяти виконанню загальної стратегії сталого розвитку. Вони допомагають знизити залежність від імпорту енергії, тим самим забезпечуючи безпеку енергопостачання. Їх використання сприяє реалізації політики диверсифікації видів енергоносіїв і їх постачальників. Поновлювальні джерела енергії також можуть поліпшити умови конкуренції на ринку і мають позитивний вплив на регіональний розвиток і зайнятість населення [28].

Основна перевага всіх альтернативних джерел енергії - їх екологічність. Запаси поновлюваних джерел не можуть закінчиться, на відміну від створених природою невідновлюваних джерел (викопні види палива: вугілля, нафта і продукти нафтопереробки, природний газ, а також атомні (ядерні)), до сьогоднішнього дня не мають можливості відновлення, які в один прекрасний день реально можуть виснажиться. У разі невідновлюваних джерел енергії існують дві основні проблеми, які успішно вирішуються саме застосуванням поновлюваних джерел:

Поряд з тим, що запаси викопних видів палива обмежені і досить швидко виснажуються, вони зосереджені лише в кількох районах нашої планети, тому країни, які залежать від імпорту викопних видів палива знаходяться в залежному становищі. Наочним прикладом є світові запаси нафти, які безперервно виснажуються, в той час як ціна на нафту зростає, через що, за деякими оцінками, комерційна складова зазначеної сировини буде в значній мірі знижена. З іншого боку, розвиток і застосування відновлюваних джерел енергії сприяє більш ефективному використанню власного потенціалу у виробництві енергії, скорочення імпорту викопних видів палива, розвитку місцевої промисловості і створенню нових робочих місць [29] .

Другою важливою проблемою є забруднення навколишнього середовища. При використанні викопних видів палива, таких як лігніт, буре вугілля, сира нафта і природний газ відбувається окислення вуглецю, який відкладається протягом мільйонів років в земній корі, виділяється енергія і в атмосферу випромінюється вуглекислий газ (CO2), що викликає глобальне потепління і створює так званий парниковий ефект. Крім того, через кліматичні зміни можна очікувати незвично сухі і жаркі літа, різкі зміни погоди, коливання температури, періоди нестабільних кліматичних явищ, виникнення сильних повенів і градів [30].

Технологія поновлюваних джерел енергії відіграє важливу роль в скороченні викидів вуглекислого газу (CO2) в атмосферу, сприяючи тим самим зниженню так званого парникового ефекту. Це чиста технологія, з набагато меншим впливом на навколишнє середовище в порівнянні з конвенціональними енергетичними технологіями.

Чому не треба геть відмовлятись від традиційної енергії. Переходити повністю, геть відмовившись від "традиційних" видів первинних енергоресурсів, - і неможливо, і непотрібно. Але розвивати альтернативну енергетику - так, потрібно.

Чому неможливо: тому що це дорого. Альтернативна енергія поки що помітно дорожче традиційної. Так, розрив з часом знижується, але зрівняються вони ще не скоро. Тим часом економічні ресурси, які людство - ну, скоріше, не людство в цілому, а кожна окрема країна - може на це спрямувати, обмежені. Але куди важливіше, з економічної точки зору, що через високу вартість установок вище ціна енергії, ними виробляється. Тобто споживач за ті ж кіловат-години сонячної енергії - з урахуванням ціни системи - буде платити більше, ніж якщо смокче її зі звичайної розетки.

Друга причина - низька щільність енергії. Ось візьмемо середній потужності станцію - 1 ГВт. Як нам тут з цифрами в руках пояснили, щоб виробити таку енергію "альтернативно", знадобилася б площа в декілька квадратних кілометрів. Між тим теплова станція такої потужності, на газі або на мазуті, - це один квартал. Куди менше 1 кв. км, навіть разом з підстанцією і під'їзними шляхами [31] .

Третя причина - величезні же встановлені потужності традиційних станцій, і теплових, і гідро. Навіть при прискорених темпах зростання альтернативних станцій їх частка у виробництві енергії - одиниці відсотків (з них левова частка припадає на вітрові станції, а зовсім навіть не сонячні). Тобто якщо відмовитися від традиційної енергетики - то що випали потужності просто нічим замінити. І ще довго буде нічим.

І тепер - чому це потрібно. І навіть неминуче [32] .

Перш за все - тому що це "халява". Первинний енергоресурс тут - Сонце, а його вистачить ще на дуже і дуже довгий час. Між тим первинні енергоресурси традиційної енергетики на три чверті - викопне паливо, а це ресурс кінцевий. Причому цей кінець вже десь і видно (втім, розмови про те, що "караул, нафти залишилося на 30 років!", Йдуть вже більше півстоліття, а нафта все не закінчується ...). До того ж нафту, газ, вугілля треба добувати, а це все складніше і дорожче - все, що можна було добути легко і просто, вже видобуто. Сонце "добувати" не треба - воно ось воно, над головою.

Друга причина - екологія. Так, виробництво компонентів сонячної, або вітрової, або хвильової станції - це складне виробництво, і не завжди бездоганна з екологічної точки зору [33] .

Але на це є два заперечення: перше - то ця "бруд" зосереджена в одному місці (на заводі), а не розмазана по всій території, як димлять і чадячі автомобілі і навіть як дим, сажа і радіація від традиційних вугільних станцій (так - да, вугільні станції - джерело радіаційного забруднення дужче ніж АЕС). Друге - що організувати очистку і контроль її якості на одному заводі куди простіше, ніж на всьому автопарку. Ну і не будемо забувати про те, що теплові станції жеруть кисень і викидають вуглекислий газ, а автомобілі займаються цим же прямо в містах. У нас під носом (і замість нашого носа).
Третя причина - економіка. Так, вартість будівництва таких станцій, з урахуванням компонентів (кремній для СЕС, лопаті і щогли для вітрових), на кожен кіловат установленої потужності вище, ніж теплової. Але зате їх експлуатаційні витрати близькі до нуля.

Тепловим станціям потрібен постійний підвіз палива, а сонце і вітер приходять самі, їм не потрібна транспортування. Тому на довгій дистанції - в кілька років, тим більше десятки років, - такі станції окупаються швидше, ніж теплові.

Четверта причина - розподілене виробництво енергії. Сонячні та вітрові установки можуть бути "локальними", на обслуговування не те що селища або заводу, а взагалі одного будинку. А значить, споживач, підключений до такій установці, виявляється енерго залежним. Незалежним від мереж. Це різко підвищує надійність енергопостачання - всі начулися про "блекауту", які трапляються то тут, то там, і коли через збій електропостачання цілі регіони залишаються "без світла". До того ж їх автономність дозволяє ставити такі установки де попало, в тому числі і там, де "не ступала нога людини" - куди тягнути лінію централізованого електропостачання далеко і дорого.
І ось ці плюси істотно перевершують мінуси [34].

ВИСНОВКИ

В роботі розглянуто теплозабезпеченя, зокрема, приватного будинку із залученням джерел енергії які відновлюються, розглянуті напрямки наявності електроенергії (тому що для роботи теплових насосів, сонячних колекторів вона необхідна), наявності акуумулюючого обладнання. Цей напрям розвитку енергетики доречний вимогам сьогодення.

Під час роботи були проведені розрахунки, під час яких було вирішено наступні завдання:

- ✓ Пошук оптимальних видів відновлювальної енергетики, для забезпечення будівлі ГВП та опалення
- ✓ Проведено аналіз та огляд джерел енергії що поновлюються для приватного будинку.
- ✓ Обчислено необхідну кількість сонячних колекторів та потужність теплового насоса для задоволення потреб у ГВП та опалення [35].

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. «Поновлювальні джерела енергії» Електронний ресурс: http://www.globalseed.info/ru/renewable-energy-sources.php

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

3. Мацевитый Ю. М., Маляренко В. А. Моделирование теплового состояния элементов турбомашин. — Киев: Наук. думка, 1979. — 253 с.

4. 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. «Вітрова енергія» Електронний ресурс: https://www.apxu.ru/article/nontradit/wind/vetrovaa_energia.htm6. Сопер М. Е.. Практичні поради та рішення щодо створення «Розумного будинку» / Сопер М. Е. - М.: НТ Пресс, 2007. - 432 с.

7. Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. К., Наукова думка, 1999. – 314 с.

8. «Возобновляемые источники энергии» Електронний ресурс: https://works.doklad.ru/view/eySrJMV-g3o.html

9. «Геотермальная энергетика: как тепло Земли превратили в эффективный энергоресурс» Електронний ресурс: https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/442632/

10. Фокин, В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита / В.М. Фокин. – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006. –256 с.

11. Кудря С.О., Яценко Л.В., Шинкаренко Л.Я., Пепелов О.В. Науково-технічні основи створення вітроводневих станцій / Матеріали XIX-ої міжнародної конференції “Відновлювана енергетика та енергоефективність XXI століття”, м. Київ, 26-28 травня 2018р., С. 419-425.

12. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і

промислових територій України: моногр. / Г.Г. Півняк, О.С. Бешта, М.М. Табаченко та ін.; під заг. ред. Г.Г. Півняка. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 333 с.

13. «Використання води як джерело енергії» Електронний ресурс: https://www.top technologies.ru/ru/article/view?id=33905

14. Сотникова, О. А. Аккумуляторы теплоты теплогенерирующих установок систем теплоснабжения [Текст] / О. А. Сотникова, В. С. Турбин, В. А. Григорьев // АВОК. 2003. № 5. С. 40–44.

15. Гулия Н.В. Накопители энергии. М.: Наука, 1980. 152 с.

16. «Енергетика» Електронний ресурс:
http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-1/2-1-2

17. «Вітроенергетика» Електронний ресурс:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0

18. Паранчич С.Ю. Невідновлювальні джерела енергії. Навчальний посібник.. Чернівці: Рута, 2002.- 51 є.

19. Данилин В.Н. Физическая химия тепловых аккумуляторов. Учеб. пос. Краснодар: Изд_во КПИ, 1981.91 с.

20. «Вітрова енергія» Електронний ресурс: https://www.apxu.ru/article/nontradit/wind/vetrovaa_energia.htm

21. Магомедов М.М. Комплексная методология разработки фазопереходных теплоаккумулирующих материалов на основе многокомпонентных систем. Дис. … канд. хим. наук. М.: РГБ, 2000. 167 с.

22. Лапин Ю. Н. Автономные экологические дома / Ю. Н. Лапин. - М.: Алгоритм, 2005. -416 с.

23. Аккумулирование тепла / Левенберг В. Д., Ткач М. Р., Гольстрем В. А. – Киев: Техника, 1991. – 112 с.

24. «Аккумулювання теплової та електричної енергії» Електронний ресурс:
https://itexn.com/8479_akkumulirovanie-teplovoj-i-jelektricheskoj-jenergii.html

25. «Розрахунок теплового насоса» Електронний ресурс: https://hitachi-ukraine.com.ua/raschyot-teplovogo-nasosa-vozdukh-voda.html

26. «Окупаемість теплових насосів» Електронний ресурс: https://hitachi-ukraine.com.ua/okupaemost-teplovykh-nasosov-reali.html

27. «Вітрогенератор для частного будинку» Електронний ресурс: https://domikelectrica.ru/vetrogenerator-dlya-chastnogo-doma-dengi-na-veter/

28. : «Перехід на альтернативну енергетику» Електронний ресурс http://www.bolshoyvopros.ru/questions/2621175-nuzhno-li-perehodit-na-alternativnuju-energiju-pochemu.html

29. Кожемякин Д.П. Стратегические варианты развития городской системы теплоснабжения // Вестник НГУ. Серия: социально-экономические науки. 2008. Том 8, выпуск 2. – С. 130-139.

30. Хрилев Л.С., Смирнов И.А. Оптимизация систем теплофикации и централизованного теплоснабжения / Под ред. Е.Я. Соколова. – М.: Энергия, 1978. – 264 с.

31. Ключі до успішного енергозбереження. Почни з себе! / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач та ін.: монографія. – Д.: Моноліт, 2008. – 196 с.

32. «Монтаж системи автономного опалення» Електронний ресурс: https://greensystem.com.ua/uk/teplopostachannya/teplovi-nasosi-montazh-sistem-avtonomnogo-opalennya-dlya-privatnih-budinkiv-i-pidpriimstv/

33. «Монтаж сонячних колекторів» Електронний ресурс: https://teplovens.com.ua/montazh-soniachnykh-kolektoriv/

34. «Монтаж сонячного колектора» Електронний ресурс: http://vashsantehnik.lviv.ua/sonyachni-kolektori-montazh-sonyachnogo-kolektora-u-lvovi/

35. Межправительственая группа экспертов по изменению климата. Специальній доклад МГЭИК по возобновляемым источникам энергии и смягчению воздействий на изменение климата 247 с., 2011 г.