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

Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавр

«АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

ВІД ТЕПЛОВОГО НАСОСУ»

Виконав: студент 4 курсу, групи НФ-42
Лихацький Володимир Олегович
Спеціальність:
«Прикладна фізика та наноматеріали»
Керівник: к.т.н., доцент Казарова І.О.

Рецензент:

Харків - 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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

"____"_____20___року

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

Лихацькому Володимиру Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи: «Аналіз принципів теплопостачання від теплового насосу»
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:
Переваги та види альтернативних і відновлюваних видів енергії. Теплові насоси їх види і галузь застосування. Вибір теплового насосу для опалення будинку.

4. План роботи

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

5.Дата видачі завдання _____

Студент _____ В. О. Лихацький
підпис ініціали, прізвище

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

РЕФЕРАТ

Лихацький Володимир Олегович «Аналіз принципів теплопостачання від теплового насосу» (випускна робота бакалавра) – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2020. – 61с.

Сама робота має 3 основні розділу, вступ, висновок, та 8 підрозділів. Також в роботі задіяно 22 зображення, та 3 таблиць, також має список посилань та використаних джерел з 40 найменувань.

В даній роботі було розглянуто глобальні проблеми джерел тепла в світі. Альтернативні способи опалення будинку. Розібрано будову, типи теплових насосів та принципи їх роботи. Проведено аналіз фреонів для теплових насосів. Проаналізовано принцип роботи та конструкцію для кожного типу теплового насосу.

Обчислили за даними нашого будинку тепловтрати, обчисли дані самого будинку, та провели розрахунки загальної тепловтрати для дому. По цим даним ми зробили розрахунок для підбору теплового насосу.

Ключові слова: тепловий насос, фреони, низько потенціальні джерела тепла, опалення будівлі, тепловтрати.

ABSTRACT

Lykhatsky Volodymyr Olehovych "Analysis of the principles of heat supply from a heat pump" (bachelor's thesis) - Kharkiv: KhNU named after VN Karazina, 2020. - 63p.

The work itself has 3 main sections, introduction, conclusion, and 8 sections. Also, the work involves 22 images and 7 tables, also has a list of references and sources used with 38 items.

In this paper, the global problems of heat sources in the world were considered. Alternative ways to heat the house. The structure, types of heat pumps and principles of their work are analyzed. The analysis of freons for heat pumps is carried out. The principle of operation and design for each type of heat pump are analyzed.

We calculated the heat loss according to the data of our house, calculated the data of the house itself, and calculated the total heat loss for the house. According to these data, we made a calculation for the selection of the heat pump.

Key words: heat pump, freons, low-potential heat sources, building heating, heat losses.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА АБРИВІАТУР

ТН – тепловий насос;

ДНТ – джерела низько потенційного тепла;

ГВС – гаряче водопостачання.

ЗМІСТ

ВСТУП……...7

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ЕНЕРГІЇ

1.1.Проблема сучасної енергетики та невідновлюваних ресурсів……..…9

1.2.Переваги та види альтернативних та відновлюваних видів енергії……13

РОЗДІЛ 2. ТЕПЛОВІ НАСОСИ ЇХ ВИДИ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

2.1.Що таке тепловий насос та його історія……....24

2.2.Склад та принцип роботи теплового насоса……....26

2.3.Види теплових насосів для опалення поміщень ……..…31

2.4.Холодоагенти (фреони) теплових насосів……46

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ БУДИНКУ

3.1 Характеристика приватного будинку……..……49

3.2 Розрахунок тепловитрат будинку……...52

ВИСНОВОК……...……..56

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ ……..……58

ВСТУП

У наш час люди занадто сильно полягли на використання викопних та невідновлюваних ресурсів. Хоча вони не є безкінечними, и такими темпами їх буде вдосталь ще максимум століття, якщо не менше. Також використання таких ресурсів несе все більший негативний вплив на навколишнє середовище. Тому задуматися над використанням альтернативних видів енергії потрібно вже сьогодні. Для того щоб зменшити шкідливий вплив на природу, та стати менш залежними від невідновлюваних ресурсів, а також насамперед для економії своїх коштів.

Актуальність цієї роботи в наш час враховуючи економічне положення країни, та кількість обмежених ресурсів не викликає жодних сумнівів. Якщо ми вивчаємо варіанти нагріву і охолодження для нового будинку або шукаємо способи зменшити наші рахунки за електроенергію, ми можемо розглянути тепловий насос. Тепловий насос може забезпечити цілий рік клімат-контроль для вашого будинку поставляючи йому тепло взимку і охолоджуючи його влітку. Деякі типи також можуть нагрівати воду.

Перевага використання теплових насосів для будинків полягає в значній економії. Підвищення потенціалу (температури) низько потенціального тепла дозволяє залучити нові, джерела, такі як навколишнє повітря, а також тепло, яке не можна було використовувати через його низьку температуру. Тепловий насос істотно розширює можливості застосування низько потенціальної енергії за рахунок витрати деякої частки енергії, повністю перетворюючи її на роботу.

Теплові насоси можуть бути різними за типом, та метою застосування.

Об’єктом досліджень даної роботи є теплові насоси, та житловий будинок для розрахунку необхідної потужності теплового насосу для його обігріву .

Мета – аналіз принципів роботи теплових насосів, порівняння типів теплових насосів та ефективності їх використання для опалення житлового будинку.

Предмет дослідження – теплові насоси в системі опалення будинку та підігріву води.

Диплома робота має практичну значимість як для індустрії так і для особистого ознайомлення.

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ЕНЕРГІЇ

1.1. Проблема сучасної енергетики та невідновлюваних ресурсів

Енергетика - це ключова система, основний елемент, який гарантує цілісність та ефективність роботи для всіх галузей та суб'єктів економіки. Енергетичний потенціал економіки та її енергоефективність у сучасному світі є важливими показниками рівня розвитку держави.

Під енергетичними ресурсами розуміють матеріальні об'єкти, в яких зосереджена потенційна енергія для використання. З широкого розмаїття ресурсів, що знаходяться в природі, виділяють основні: енергія річок, водоспади, органічне паливо, таке як вугілля, нафта, газ, ядерне паливо - важкі елементи урану і торію. Енергетичні ресурси поділяються на поновлювані та невідновлювані(див. рис.1.1).



Рис. 1.1. Природні ресурси

До першої належать природні горючі речовини, внаслідок чого вся сучасна економіка залежить від ресурсів, накопичених в доісторичні часи: вугілля, нафта, природний газ та інші види палива що добувається в країні. Саме з цього я хотів би почати свою доповідь. Нафта і природний газ, кам'яне вугілля і лігніт саме їх називають невідновлюваними джерелами енергії, хоча вони все ще створюються сьогодні. Але неймовірно повільно. Так повільно, що ми не зможемо побачити це за наше життя. І саме тому їх також називають невідновлюваних джерелами енергії. Також Уран, паливо атомних електростанцій, є поновлюваних джерелом енергії. Уран не є викопним паливом, це метал, і ми можемо використовувати його для отримання енергії. Проблема з невідновлюваними джерелами енергії є те, що ми споживаємо їх дуже швидко. Вже є розрахунки того, як довго ми можемо користуватися невідновлювальною енергією. І це не так довго: від тридцяти до п'ятдесяти років. Ми ще зможемо спокійно використовувати нафту, природній газ і уран в цей період часу.

До другого - поновлювані джерела енергії (енергія сонця, вітру, морських припливів, річок), які, як і не поновлювані, нерівномірно розподілені по земній кулі. Вони не є стабільними в виробленні енергії як у сезони, так і в повсякденному житті, малопотужні, а тому не в змозі повністю задовольнити енергетичні потреби держави та забезпечити сталий розвиток цього сектора в економіці.

Як з'явилися нафта і природний газ? Давним-давно були великі моря. І багато рослин і тварин жили в океанах. Коли вони помирали, вони опустилися на дно океану. І утворився товстий шар з мертвими рослинами і тваринами. Утворилась так названа біомаса. І цей шар біомаси містив пісок і землю. Таке формування поверхні відбувалося мільйони років. І чим більше утворилося шарів, тим більше так названої біомаси спресовується. І під тиском нафта та природний газ повільно формувалися. І тому що земля в ній всередині нестабільна, вона вичавлювала нафту і газ з каменю. І це ті місця, де ми добуваємо сиру нафту і природний газ із землі сьогодні.

Приблизно те саме стосується і вугілля. За часи коли були великі континенти. На яких було неймовірно багато рослин. У місцях, де було багато дрібної води, утворилися болота. Коли рослини чи тварини гинули то вони опустилися на дно боліт. І це товстий шар, утворений мертвими рослинами і тваринами також називають біомасою. І цей шар біомаси зберігався пісок і земля витиснули воду. Шар за шаром утворювався з біомаси та піску. І це також відбувалося протягом мільйонів років. І чим більше шарів, які утворилися тим більше біомаса була спресована. А під тиском і жаром повільно утворюється лігніт. Але земля була теж неспокійна. Цілі континенти затонули і були покриті морями. Знову пісок і земля осаджувалися і біомаса росла все більше поки вугілля нарешті не сформувався. За мільйони років морське дно також знову піднялося і знову стало сушею. але вугілля глибоко під землею, і ми повинні побудувати шахти, щоб добувати його та перетворювати на енергію.

За даними statistical review of world energy первинне споживання енергії виросло в минулому році на 2,9%, майже вдвічі перевищує 10-річну середню, 1,5% на рік, і найбільше з 2010 року.

За рахунок палива, та зростання споживання енергії приводить до збільшення природного газу в атмосфері, що сприяло більш ніж 40% приросту за рік. Зростало використання палива швидше, ніж їх середні показники за 10 років, окрім відновлюваних джерел енергії, досі відновлювані джерела енергії посідають друге за величиною приросту до зростання енергії. Викиди вуглецю зросли на 2,0%, найшвидше зростання за сім років.

Китай, США та Індія разом склали більше третини світового зростання попиту на енергоносії, в США споживання розвивається найшвидшими темпами протягом 30 років.

Якщо взяти конкретно нафту то середньорічна ціна нафти(Brent (Brent Crude Oil)) зросла до 71,31 долара за барель в 2018, в порівнянні з 54,19 дол. США за

барель у 2017 році. За 2019 ціна коливалася в межах 70-64 дол. США. А на 2020 рік ціна на період 14.04.20 різко впала до 28,64 дол. США (див. рис.1.2) у зв'язку з світовою пандемією. Споживання нафти зросло на середньому в 1,4 мільйона барелів на рік день (б / д), або 1,5%. Китай (680 000 б / д) та США (500 000 б / д) були найбільшими учасниками зростання споживання нафти. Світовий видобуток нафти виріс на 2,2 млн. Б / д. Майже вся сітка зростання припадала на США, з їх зростанням, в Росії зросло виробництво (2,2 млн. б / д) - рекорд для будь-якої країни за будь-який рік. В іншому місці зростання виробництва в Канаді (410 000 б / д) та Саудівській Аравії (390 000 б / д) переважила зниження у Венесуелі (-580 000 б / д) та Ірану (-310 000 б / д).

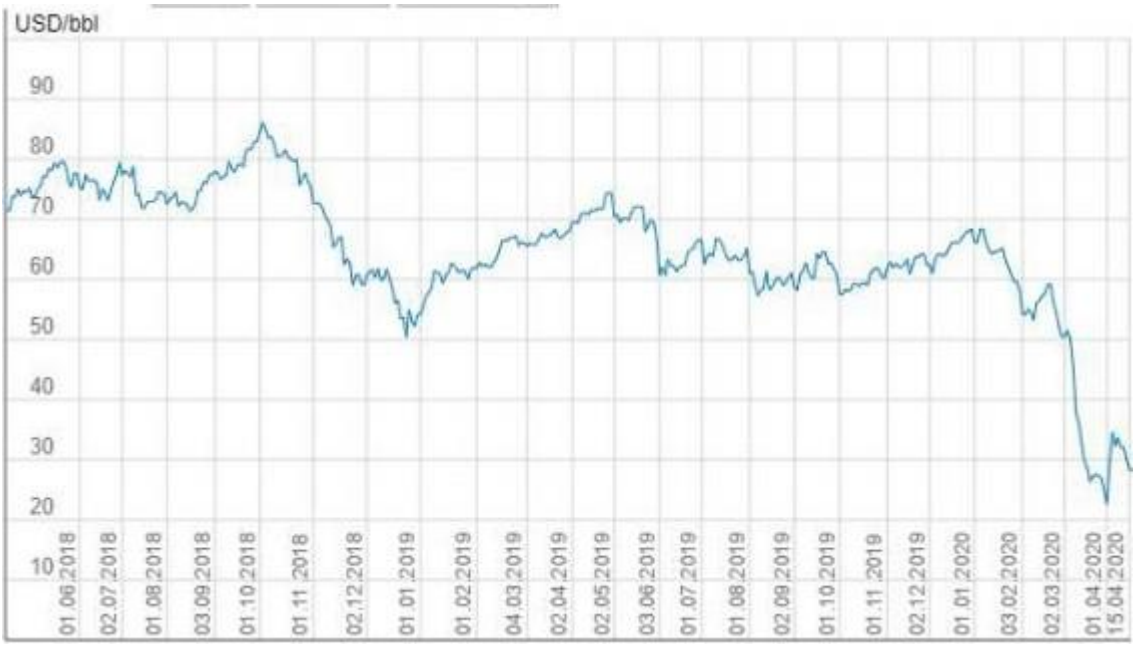


Рис.1.2. Графік ціни на нафту марки Brent

Споживання природного газу зросло на 195 млрд. куб.. Зростання споживання газу сприяло переважно США (78 млрд куб. М), також Китаєм (43 млрд. куб. см.), Росією (23 млрд. кубометрів) та Іраном (16 млрд. кубометрів). Світове виробництво природного газу збільшилося на 190 млрд. Куб. М, або на 5,2%. Майже половина цього припадає на США (86 млрд куб. М), що (як і в нафті

виробництво) зафіксували найбільший річний приріст будь-якої країни в історії. Росія (34 млрд. Куб. См.), Іран (19 млрд. Кубометрів) та Австралія (17 млрд. Кубометрів) були наступним найбільшими виробниками природного газу у світі. Приріст міжрегіональної торгівлі природним газом склав 39 млрд. Куб. М або 4,3%, більше ніж удвічі перевищує середню за 10 років, що значною мірою залежить від продовження швидкого розширення зрідженого природного газу (ЗПГ). Зростання пропозиції ЗПГ відбулося в основному з Австралії (15 млрд. Куб. М), США (11 млрд. Куб. См.) та Росії (9 млрд. Кубометрів). На Китай припадає близько половини збільшення імпорту (21 млрд. куб. м).

Споживання вугілля зросло на 1,4%, що вдвічі перевищує його 10-річне середнє зростання. Зростання споживання очолили Індія (36 млн. Тон) та Китай (16 млн. Тон). Світовий видобуток вугілля збільшився на 162 млн. Тон, або на 4,3%. Китай (82 млн. Тон) та Індонезія (51 млн. Тон) забезпечили найбільший приріст.

1.2. Переваги та види альтернативних та відновлюваних видів енергії

Викопна і ядерна енергія дорожча, ніж показують розрахунки. І вона стане ще дорожчою в майбутньому. Вартість поновлюваних джерел енергії нижче , з іншого боку вже значною мірою можна розглянути екологічну ситуацію сьогодні, і в майбутньому поновлювані джерела енергії зможуть зробити технічний прогрес і зростаючі ринки енергетики стануть значно нижчими. Тому це лише питання часу, коли енергія з відновлюваних джерел буде дешевшою, ніж енергія зі звичайних, вичерпних джерел. Тож якщо ми хочемо продовжувати використовувати недорогу енергію в майбутньому, нам слід сьогодні інвестувати у відновлювані джерела енергії (див.рис.3.). Для цього енергетична політика повинна складати відповідні технічні умови.



Рис. 1.3. Види альтернативної енергетики

Тисячі років люди використовували лише ці поновлювані джерела енергії, хоча і з дуже низьким рівнем, і з дуже низькою ефективністю. У нас величезна кількість порівняно з нашими предками сьогодні перспектив у використанні таких видів енергії. Ми маємо технології, з якими енергетичні послуги з відновлюваних джерел енергії можна пропонувати на тому ж високому рівні, що і сучасне індустріальне постачання традиційної енергії. Також важливо ставити «витрати» стосовно екологічних та соціальних якостей цих форм енергії, тобто екологічної шкоди, спричиненої поточним енергопостачанням або енергопостачанням, що зберігається у викопних та ядерних джерелах енергії. Тоді виявляється, що поновлювані джерела енергії можуть відповідати всім істотним вимогам сучасного енергопостачання.

Особливістю відновлюваної енергетики є різноманітність використовуваних джерел енергії та технологій, та величезний діапазон потужності від кількох ват до сотень МВт одиниць потужності. Вони можуть бути адаптовані до будь-якого виду необхідної енергетичної послуги. Також тісна інтеграція із сучасними енергетичними технологіями для використання викопних палив гарантує

необхідну безпеку постачання у будь-який час. Характеристики такого енергопостачання є з одного боку, зростаюча мережа на децентралізованому, яка ідеально підходять для інтеграції відновлюваних джерел енергії. З іншого боку, є великі міжконтинентальні енергетичні мережі, які можуть оптимально зв'язати регіонально дуже різний спектр відновлюваних джерел енергії. Виникають великі центри використання енергії, які забезпечують регіони високого попиту на енергоносії джерелами енергії за допомогою високовольтних ліній або (воднев их) трубопроводів. Тож усі "резервуари" відновлюваних джерел енергії можна використовувати за низькою вартістю. Ці центри можуть одночасно стати більш економічно розвиненими, а отже, зростання процвітання та стабілізація соціальних структур.

Вітроенергетика - галузь енергетики, що спеціалізується на використанні енергії вітру -кінетичної енергії повітряних мас в атмосфері. Енергію вітру відносять до поновлюваних видів енергії, так як вона є наслідком діяльності сонця. Енергія вітру, будучи похідною енергії Сонця, утворюється за рахунок нерівномірного нагрівання поверхні Землі. Щогодини Земля отримує 100 000 000 000 000 кВт·год енергії Сонця. Близько 1-2 % сонячної енергії перетворюється в енергію вітру. Цей показник в 50-100 разів перевищує кількість енергії, перетвореної в біомасу усіма рослинами Землі. Кінетична енергія вітру завжди була і залишається доступною практично в усіх куточках Землі. Енергія вітру привабліва і з точки зору екології: при її використанні немає викидів в атмосферу, немає небезпечних радіоактивних відходів. Вітер, як первинне джерело енергії, нічого не варто. До того ж, це джерело енергії може використовуватися децентралізовано. Немає необхідності в створенні такої інфраструктури, як, наприклад, при виробництві та передачі електроенергії, виробленої за рахунок спалювання нафти або природного газу. Як джерело енергії, вітер є менш передбачуваним на відміну від, наприклад, Сонця, однак у визначені періоди наявність вітру спостерігається протягом цілого дня. На вітрові ресурси впливає рельєф

землі і наявність перешкод, розташованих на висоті до 100 метрів. Тому вітер більшою мірою залежить від місцевих умов, ніж енергія Сонця (див.рис 1.4). У гористій місцевості, де наприклад, дві ділянки можуть мати однаковий сонячний потенціал, але цілком можливо, що їх вітровий потенціал буде різний, в першу чергу із-за відмінностей в рельєфі і напрямків вітрових потоків.

В цілому до переваг вітрової енергетики відноситься:

- екологічно прийнятна енергетика - виробництво енергії не супроводжується викидом діоксиду вуглецю;
- вітроенергетика не має ризиків, пов'язаних з нестабільністю цін на викопне паливо;
- низька собівартість - вітроенергетика може конкурувати з ядерної, вугільної та газової енергетикою;
- надійність поставок - вітроенергетика дозволяє уникнути залежності від імпорту енергоресурсів;
- модульний дизайн, швидкий монтаж;
- електропостачання за обсягами стає відносно порівняним з традиційними способами генерації;
- вітроенергетика не заважає веденню сільського господарства і промислової діяльності поблизу вітростанцій.
- нульова вартість паливної складової, невичерпне джерело енергії і доступний в необмеженій кількості;

Інститутом відновлюваної енергетики НАН України складена карта вітроенергетичного потенціалу нашої країни. Найбільш привабливими регіонами для використання енергії вітру є узбережжя Чорного та Азовського морів, гірські райони тимчасово окупованої АР Крим, територія Карпатських гір, Одеська, Херсонська та Миколаївська області.

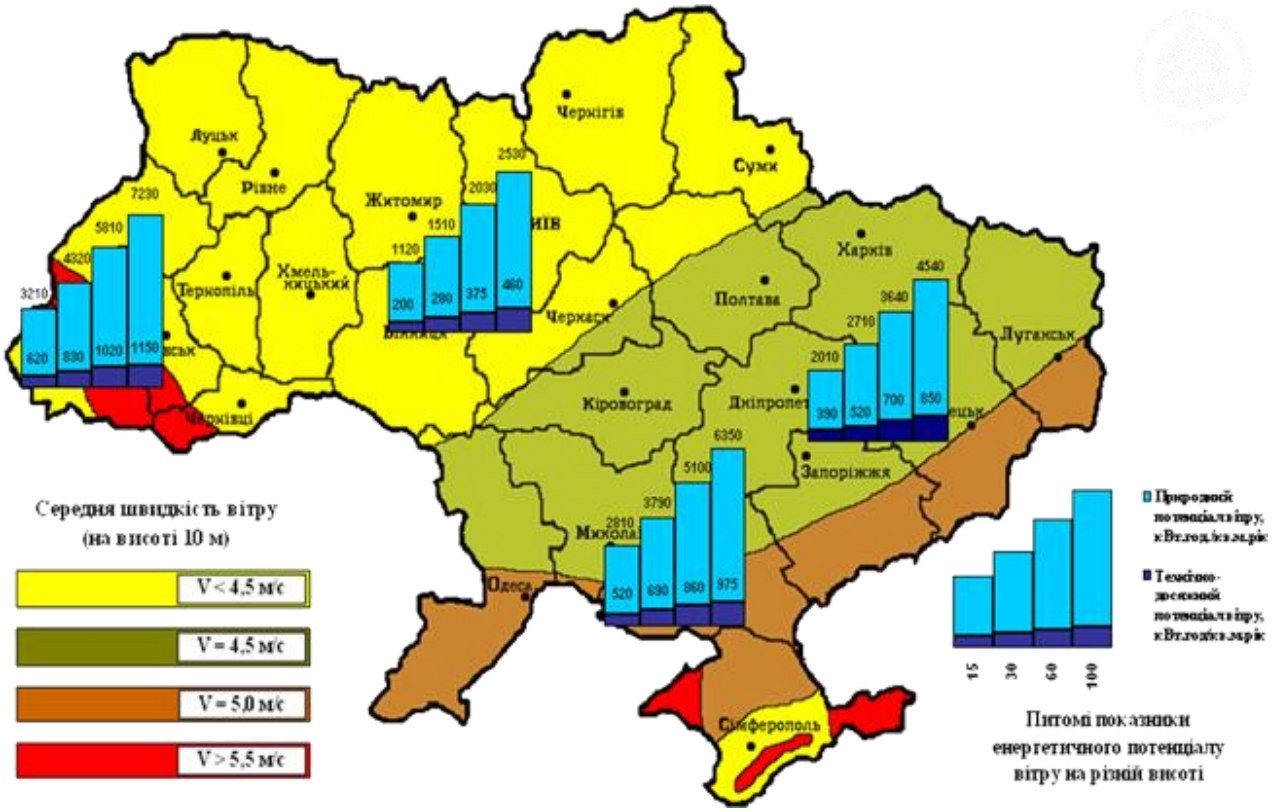


Рис.1.4. Вітроенергетичний потенціал України

Гідроенергетика. Повномасштабне використання водних ресурсів почалося тільки в двадцятому столітті, а точніше – в тридцятих роках, коли вода почала використовуватися людиною для отримання електроенергії. Саме в цей час у світі починається будівництво великих гідроелектростанцій. Гідроелектростанція являє собою комплекс різноманітних споруд і устаткування, використання яких дозволяє перетворювати енергію води в електроенергію. Гідротехнічні споруди забезпечують необхідну концентрацію потоку води, а подальші процеси здійснюються за допомогою відповідного обладнання. Гідроелектростанції зводяться на річках, споруджуючи греблі і водосховища. Велике значення для ефективності роботи станції має вибір місця. Необхідна наявність двох факторів: гарантована забезпеченість водою протягом всього року і як можна більший похил річки. Гідроелектростанції поділяються на греблі (необхідний рівень річки забезпечується за рахунок будівництва греблі) пригреблевою (будівля розташована окремо, біля основи греблі на протилежному від водосховища

боці) і деріваційні (проводиться відведення води з річкового русла до місця з великою різницею рівнів).

Робота гідроелектростанцій заснована на використанні кінетичної енергії падаючої води (див.рис.1.5). Для перетворення цієї енергії застосовуються турбіна і генератор. Спочатку ці пристрої виробляють механічну енергію, а потім вже електроенергію. Турбіни і генератори можуть встановлюватися безпосередньо в дамбі або біля неї. У деяких випадках використовується трубопровід, за допомогою якого вода, що знаходиться під тиском, підводиться нижче рівня греблі. Індикаторами потужності гідроелектростанцій є дві змінні: витрата води, яка вимірюється в кубічних метрах і гідростатичний напір. Останній показник являє собою різницю висот між початковою і кінцевою точкою падіння води. Проект станції може ґрунтуватися на якомусь одному з цих показників або на обох. Сучасні технології виробництва гідро-електроенергії дозволяють отримувати досить високий рівень виробленої енергії. Іноді він у два рази перевищує аналогічні показники звичайних теплоелектростанцій. Багато в чому така ефективність забезпечується особливостями обладнання гідроелектростанцій. Воно дуже надійно, та й користуватися ним просто.

Переваги гідроенергетики:

- головною перевагою гідроресурсів є їх відновлюваність: запас води практично невичерпний;
- гідроресурси значно випереджають у розвитку інші види відновлюваних джерел енергії;
- здатні забезпечувати енергією великі міста й цілі регіони;
- користуватися цим джерелом енергії можна досить просто, що підтверджується тривалою історією гідроенергетики;
- собівартість будівництва гідроелектростанцій є досить низькою;
- експлуатація гідроелектростанцій не приводить до забруднення природи шкідливими речовинами.

При використанні гідро-потенціалу річок України можна досягти значної економії паливно-енергетичних ресурсів, причому розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, чим вирішить ряд проблем в енергопостачанні віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості.

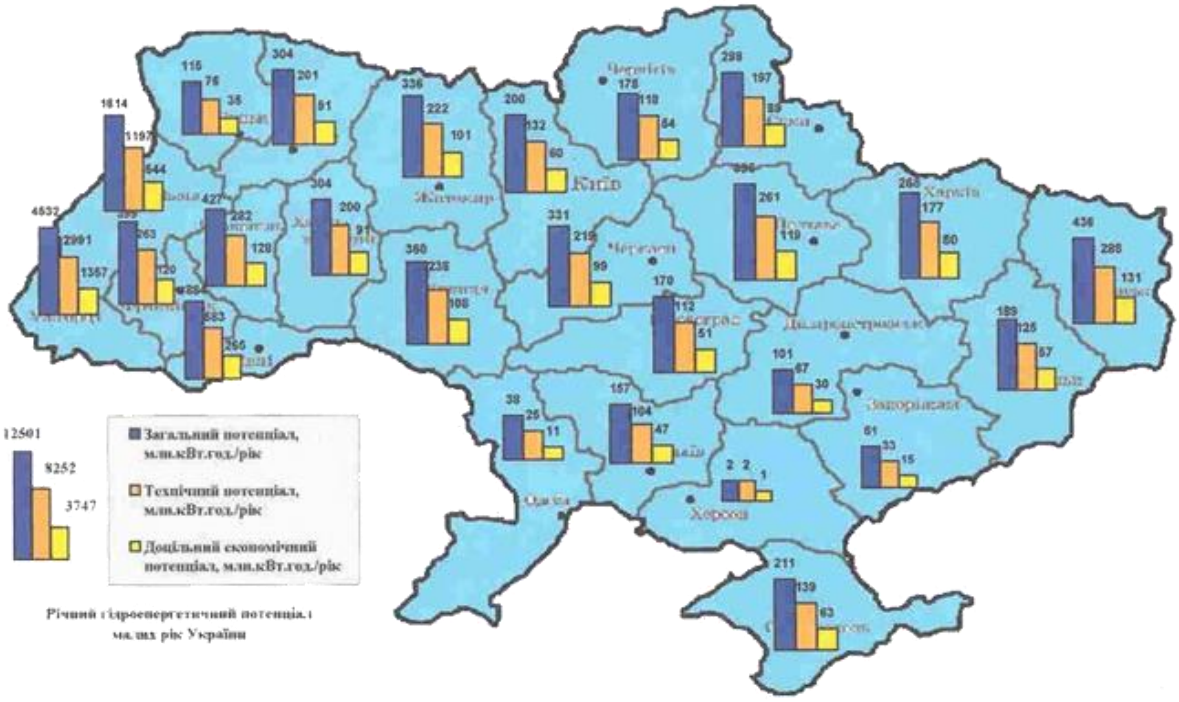


Рис.1.5. Енергетичній потенціал рік України

Космічна енергетика. Космічна сонячна енергія передбачає збирання енергії Сонця в космосі, а потім бездротове передавання його на Землю. У сонячної енергії є кілька переваг. Незважаючи на те, що це дорого, це найчистіше джерело відновлюваної енергії, яке має можливість забезпечити більше енергії, ніж споживає світ або, як передбачається, буде споживати в майбутньому. Космічний технологічний процес сонячної енергетики включає використання сонячних панелей для збору сонячної енергії в просторі за допомогою відбивачів або

надувних дзеркал, які направляють сонячне випромінювання на сонячні батареї, а потім випромінюють її на Землю за допомогою мікрохвильової печі або лазера. Потім енергія надходить на Землю за допомогою мікрохвильової антени. За даними Національного космічного товариства(National Space Society), космічна сонячна енергія може потенційно знищити всі інші джерела енергії разом. Вони стверджують, що сонячна енергетика, що базується на космосі, може забезпечити великі кількості енергії з дуже малим негативним впливом на навколишнє середовище. Це також може вирішити наші сучасні проблеми з викидами енергії та парникових газів. Космічна сонячна енергетика має ряд переваг. На відміну від сонячних панелей на наших дахах, які можуть виробляти електроенергію лише протягом дня, сонячна енергія на базі космічного простору може генерувати безперервну електроенергію, цілодобово, 99% протягом всього року. Це тому, що, на відміну від Землі, у космічному середовищі немає ночі та дня, а супутники перебувають у тіні Землі лише максимум 72 хвилини. Космічні сонячні батареї можуть постійно генерувати 2000 ГВат енергії. Це в 40 разів більше енергії, ніж сонячна панель виробляє на Землі щорічно. Це також в кілька разів вище, ніж ефективність сонячних панелей сьогодні. Більше того, космічна сонячна енергія генеруватиме 0% викидів парникових газів на відміну від інших альтернативних джерел енергії, таких як ядерна, вугільна, нафта, газ та етанол. Космічна сонячна енергетика виробляє майже 0% небезпечних відходів для нашого навколишнього середовища порівняно з ядерною енергією.

Геотермальна енергія - один з найбільш вигідних джерел енергії. Велика частина цієї енергії знаходиться в магмі. Тепло Землі - справжня перлина, у якій ряд переваг перед енергією газу, нафти і атома. Якщо перерахувати на мегаватгодини кількість підземного тепла, яке щорічно виходить на поверхню, то вийде 100 мільярдів. Це значно перевершує кількість споживаної енергії на пла-

неті. Все більше і більше домогосподарств по всьому світу інвестують в геотермальну енергію, будуючи геотермальні електростанції (ГеоТЕС), щоб скоротити свої витрати.

Ці станції отримують тепло Землі шляхом буріння парових або водяних свердловин і використовують дану енергію для нагріву води або будь-якого іншого типу рідини. Потрібно це для того, щоб обертати генераторні турбіни, що виробляють енергію, яка потім розподіляється серед споживачів. Далі рідина охолоджується за допомогою конденсатора і повертається на землю.

Україна має певний потенціал розвитку геотермальної енергетики (див.рис 1.6). Це обумовлено терм геологічними особливостями рельєфу та особливостями геотермальних ресурсів країни. Проте, на даний час наукові, геолого-розвідувальні та практичні роботи в Україні зосереджені тільки на геотермальних ресурсах, які представлені термальними водами. За різними оцінками, економічно-доцільний енергетичний ресурс термальних вод України становить до 8,4 млн. т н.е./рік.

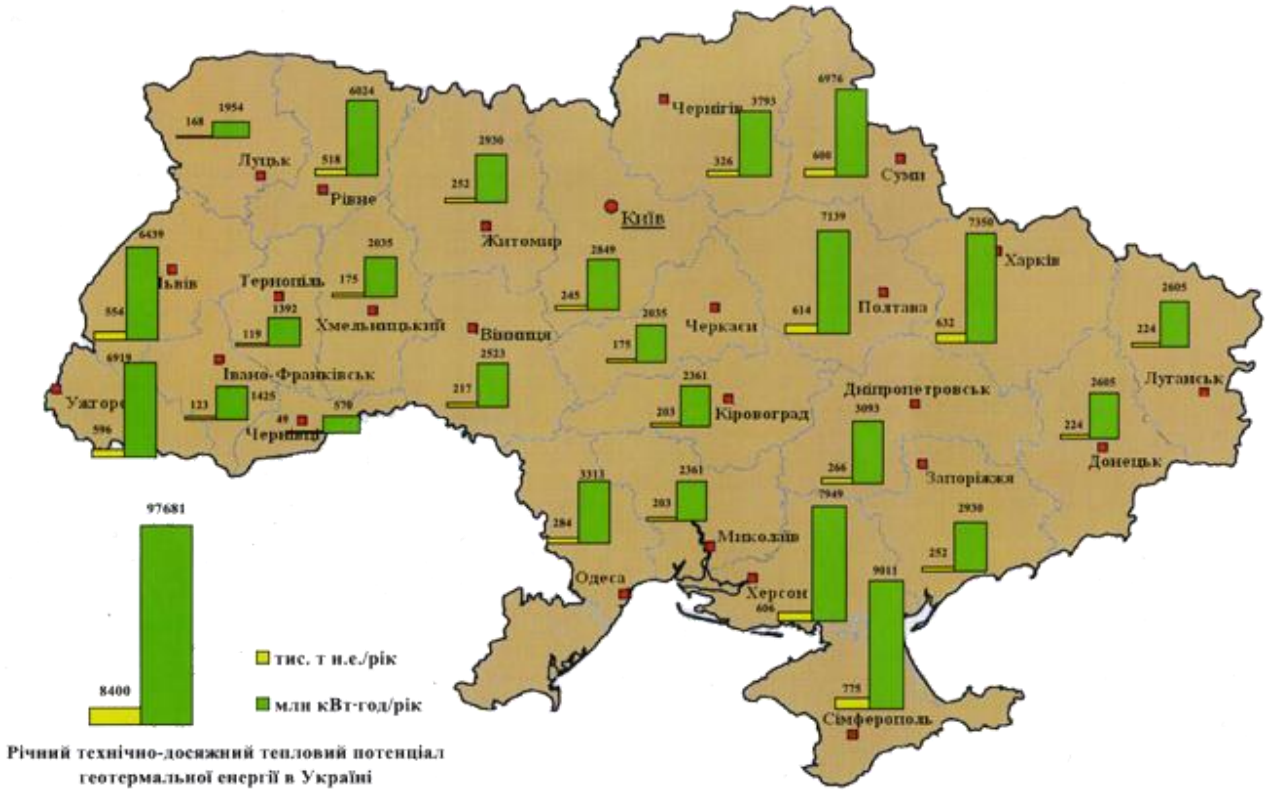


Рис.1.6. Потенціал геотермальної енергетики України

Основна перевага поновлюваних джерел енергії перед викопним паливом полягає в тому, що запаси води, сонця, вітру, геотермальної енергії та біомаси невичерпні так як уже було сказано вище. Таким чином, обмежена кількість звичайного сировини може бути зекономлено. Виробництво електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії має більш низькі викиди вуглекислого газу, ніж при спалюванні викопного палива. Однак слід мати на увазі, що не кожна форма екологічно чистої енергії не містить CO2. Виробляючи зелену електрику, наша безпека поставок може бути підтримана, тому що залежність від викопного палива зменшується і, отже, також залежність від постачальників сировини також. Розширюючи електростанції, що виробляють електроенергію з поновлюваної сировини, держава бере на себе відповідальність не тільки за майбутні покоління нашої країни, але і в глобальному контексті . Зміна клімату, викликане збільшенням викидів CO2 промислово розвиненими країнами, і країнами що розвиваються, є актуальною проблемою, вирішення якої повинно

бути знайдено негайно. Україна також повинна взяти на себе відповідальність за це і подавати приклад. Заводи по виробництву екологічно чистої енергії сприяють економічній незалежності регіонів. Альтернативна енергетика - це одна з можливостей для України знайти енергетичну незалежність, а в умовах геополітичних ризиків цю можливість необхідно використовувати в першу чергу. Перехід на альтернативні джерела енергії підтримує держава. "Зелені" тарифи з 2015 року прив'язані до курсу євро, що стимулює інтерес до використання альтернативної енергетики компаніями та фізичними особами. Зелена енергетика в Україні набирає все більшої популярності і таке рішення, переходу на альтернативну енергетику, добре буде впливати на економіку. Та допоможе заощаджувати. Альтернативне опалення приватного будинку може бути на базі різного устаткування: фото модуля, вітрогенераторів, сонячних колекторів, теплових насосів.

РОЗДІЛ 2

ТЕПЛОВІ НАСОСИ ЇХ ВИДИ ТА ГАЛУЗБ ЗАСТОСУВАННЯ

2.1. Що таке тепловий насос та його історія

Тепловий насос має історію, яка починається дуже далеко. Однак тільки в останні декілька десятиліть він дійсно міг утвердитися на ринку опалення в якості екологічної альтернативи традиційним газовим і масляним системам опалення. У цьому випадку тепло виробляється не за рахунок спалювання викопного або поновлюваного (як при опаленні деревиною) палива, а за рахунок використання енергії навколишнього середовища і електрики. Але як насправді з'явилася ця ідея і який принцип використовували. В тепловому насосі енергія навколишнього середовища перетворюється на теплову енергію за допомогою електрики. Джерелом може бути повітря або ґрунтові води чи геотермальна енергія. Відповідно, існують різні типи цієї опалювальної системи. Серед них повітряний тепловий насос, ймовірно, найвідоміший. Але геотермальна енергія як джерело також забезпечує тепло в багатьох будинках. Но цей принцип не був зрозумілий людям з самого початку. Багато кроків привели до сучасної технології теплового насоса, і було багато обхідних шляхів.

Перший крок на шляху до винаходу теплового насосу зробив Джейкоб Перкінс. Йому приписують перший патент на паро компресійний холодильний цикл, виданий 14 серпня 1834 р. і який має назву «Апаратура і засоби для виробництва льоду і охолоджуючих рідин». Ідея прийшла від іншого американського винахідника, Олівера Еванса, який задумав цю ідею в 1805 році, але так і не закінчив будувати холодильник. Подальший розвиток цієї ідеї притаманний Фердінанду Філіппу Карре. У 1850 році разом з братом Едмондом Карре сконструював холодильну установку, яка діяла з використанням води і концентрованої сірчаної кислоти. Продовживши досліди, в 1858 році розробив першу холодильну установку для отримання штучного льоду, запатентовану у Франції в

1859 році і в Сполучених Штатах в 1860 році. Однак, його установка працювала на рідкому і твердому абсорбенту, споживала занадто багато енергії для охолодження. Чотири роки по тому він значно вдосконалив свою холодильну машину, в якій застосовувався новий холодоагент - аміак. Але перші моделі були в основному крижаними машинами. Тільки з американцем Джоном Горрі з'явилася можливість охолодження кімнат. Він хотів використовувати таку техніку в першу чергу в лікарняних палатах. Приводом стала епідемія жовтої лихоманки. Однак, як і у випадку з ефіром, використання холодоагентів не було гладким. Крім іншого, аміак і вода викликали значно вищий тиск в машині. Це призводить до витоку і втрати холодоагенту. Однак теплові насоси для опалення могли реально зарекомендувати себе тільки протягом 20-го століття. Один аспект відігравав вирішальну роль в різні десятиліття: брак палива.

Системи кондиціонування повітря з функцією опалення були побудовані в якості стандарту в 1920-х роках. Верхівкою в історії теплового насоса в цей час є використання систем теплових насосів для опалення будівель в Цюріху. У 1938 році ратуша була навіть оснащена тепловим насосом. Перша наземна модель була виготовлена в США в 1945 році.

Видатний час в історії теплового насосу припав на 1968. Клеменс Оскар Ваттеркотте ввів в експлуатацію першу низькотемпературну систему підігріву підлоги, яка була з'єднана з геотермальних тепловим насосом. Особливо в поєднанні з можливістю комфортного нагріву, незважаючи на низьку температуру системи, тепловий насос поступово ставав все більш економічним. Через нафтових криз 1970-х років знову виникла нестача ресурсів і високі ціни на паливо. Інтерес до альтернативних систем опалення виріс. Тільки в 1990-х і десятилітях після цього система теплових насосів все більш і більш завойовувала популярність на ринку опалення і тепер використовується в багатьох різних варіантах у багатьох місцях. Гібридні рішення не є рідкістю.

2.2.Склад та принцип роботи теплового насоса

Теплові насоси можуть бути будівельним елементом для вирішення енергетичних та екологічних проблем. Чим вище виробничі показники системи теплового насоса, тим менше електроенергії використовується для її роботи та вироблення потрібного тепла. Тепло навколишнього середовища, що генерується тепловим насосом, надходить з регіональних, відновлюваних джерел енергії та за відсутністю викидів парникових газів. Повна потреба в теплі для обігріву приміщення та підготовки гарячої води може бути покрита тепловим насосом.

Перш ніж розглянути як працює тепловий насос, потрібно зрозуміти з яких основних елементів він складається(див.рис.2.1). Кожен насос незалежно від способу отримання тепла містить:

- випарник;
- компресор;
- конденсатор;
- Розширювальний клапан.

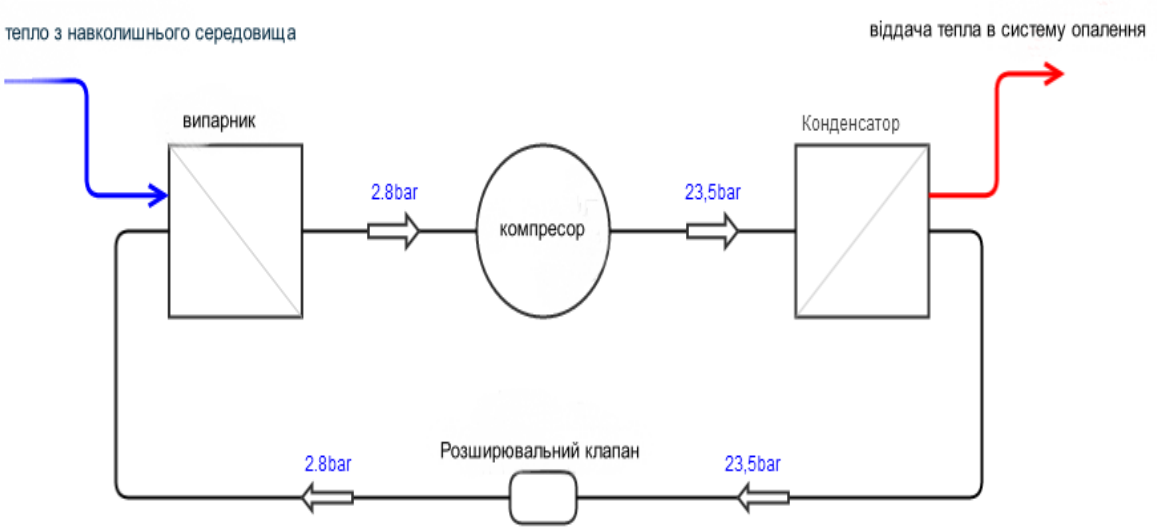


Рис. 2.1. Основні елементи теплового насосу

Багатьом знайомий принцип роботи холодильника: тепло відбирається з внутрішньої частини і виводиться назовні - через задню або бічну стінку. Принцип опалення тепловим насосом схожий. Насос відбирає тепло з навколишнього середовища і приносить його в будинок. Причому особливість роботи його роботи в тому, що з навколишнього середовища він отримує температуру 0 ... +7 ˚С, а перетворює її в 35-50˚С.

Порядок роботи:

1. Тепловий насос витягує тепло з навколишнього середовища - землі, повітря або води. Достатня температура - 0 ... 7˚С.
2. Усередині насоса встановлений випарник з холодоагентом. Це особлива рідина, яка закипає при температурі близькій до 0 ˚.
3. За рахунок тепла отриманого з навколишнього середовища холодоагент закипає і приймає газоподібну форму.
4. У вигляді газу холодоагент надходить у компресор. Тут він стискається, в результаті чого збільшується його тиск і зростає температура.
5. Далі вже нагріте газ надходить в конденсатор, де віддає тепло системі опалення. Після чого він охолоджується і знову приймає рідкий стан.
6. Рідкий холодоагент надходить в розширювальний клапан, де його тиск знижується до початкового низького значення.
7. Після цього холодоагент повертається у випарник. Контур замикається. Процес повторюється безперервно.

Головним компонентом у схемі роботи теплового насоса є холодоагент - спеціальна рідина, яка закипає при низькій температурі. Саме завдяки їй одержувані з землі або повітря 0 ... + 7˚С перетворюються в +40 ... + 50˚С необхідні для роботи системи опалення. Чим вище температура навколишнього середовища, тим стабільніше і вище ККД теплового насоса. Ось чому грунтові теплові насоси вважаються більш ефективними, ніж наприклад повітряні.

Компресор - це частина теплового насоса, що дає пристрою назву "насос" - він всмоктує газоподібний холодоагент і конденсує його. Всі типи компресорів призначені для стиснення газів і компресор було б пошкоджено, якби в парі всмоктувались рідкі краплі. Тому пара трохи нагрівається до того, як потрапить до компресора. Перегрів відбувається з розширювальним клапаном. Регламентований, точний контроль цього компонента є важливим складовим елементом ефективності теплового насосу. Важливе значення для ефективності теплового насосу відіграє процес стиснення. Зарекомендували себе як компресори в теплових насосах «компресори прокрутки». Компресор прокрутки складається з двох замикаючих спіралей, які стискають холодоагент(див.рис.2.2). Компресори прокрутки працюють тихо і з невеликою вібрацією, не потребують обслуговування та надзвичайно довговічні. Крім того, застосовуються також поворотні поршневі, зворотно-поступальні та гвинтові компресори.

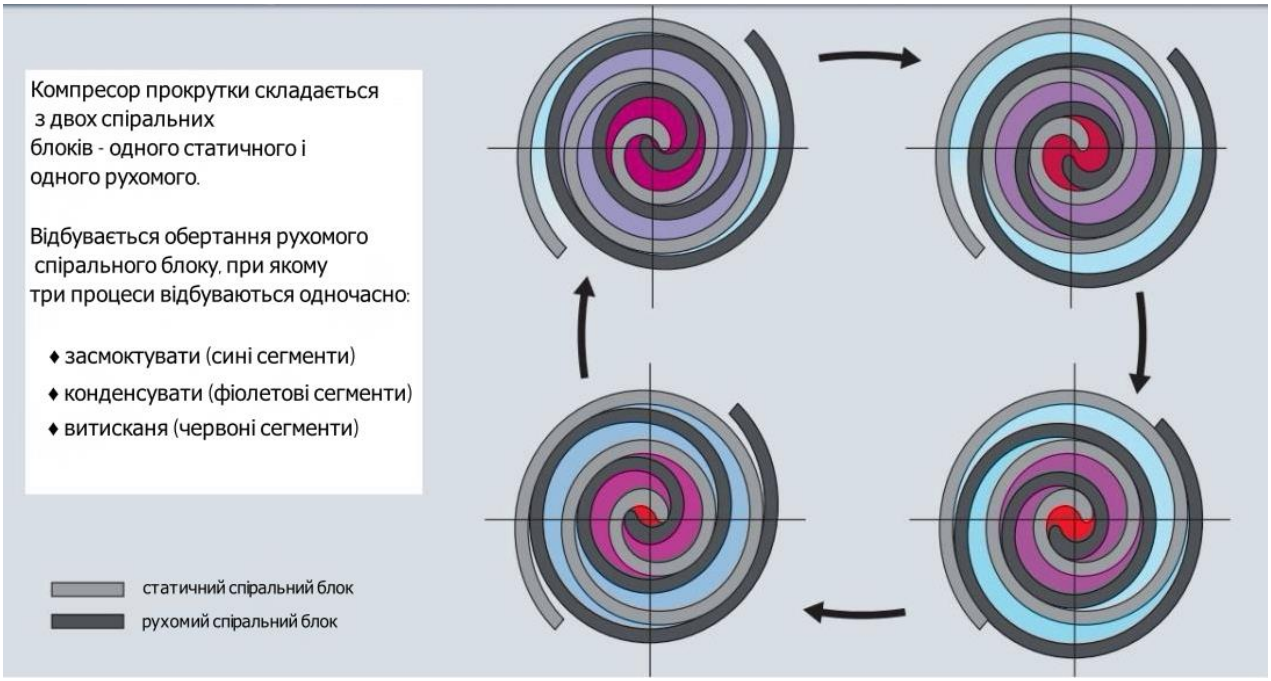


Рис.2.2. Принцип роботи компресора прокрутки

Розширювальний клапан має завдання в контурі теплового насоса після передачі холодоагенту. Для того, щоб не допускати потрапляння рідини в компресор розширювальний клапан контролює кількість холодоагенту (масовий потік холодоагенту) так, що в випарник прибуває тільки така кількість холодоагенту, яка може там повністю випаровується. Клапан гарантує, що в компресор потрапляє лише пара. Коливання температури джерела та продуктивність вимагає використання регульованого розширювального клапана, оскільки потрібно підтримувати тиск у контурі охолодження, а також необхідну температуру перед компресором. Термостатичний розширювальний клапан - це регулюючий клапан температури(див.рис.2.3). Він вимірює температуру в всмоктувальній лінії, що веде до компресора, і відповідно регулює скидання холодоагенту в випарник.

Термостатичний розширювальний клапан функціонує під дією трьох сил:

1. Тиск в сенсорної трубці залежить від температури сильно нагрітого холодоагенту. Це тиск діє в якості сили відмикання (P_{fu}) на мембрану.
2. Тиск в випарнику (P_{sa}) діє на мембрану в протилежному напрямку.
3. Тиск регулювальної пружини (P_{fe}) діє в тому ж напрямку, як і тиск у випарнику.

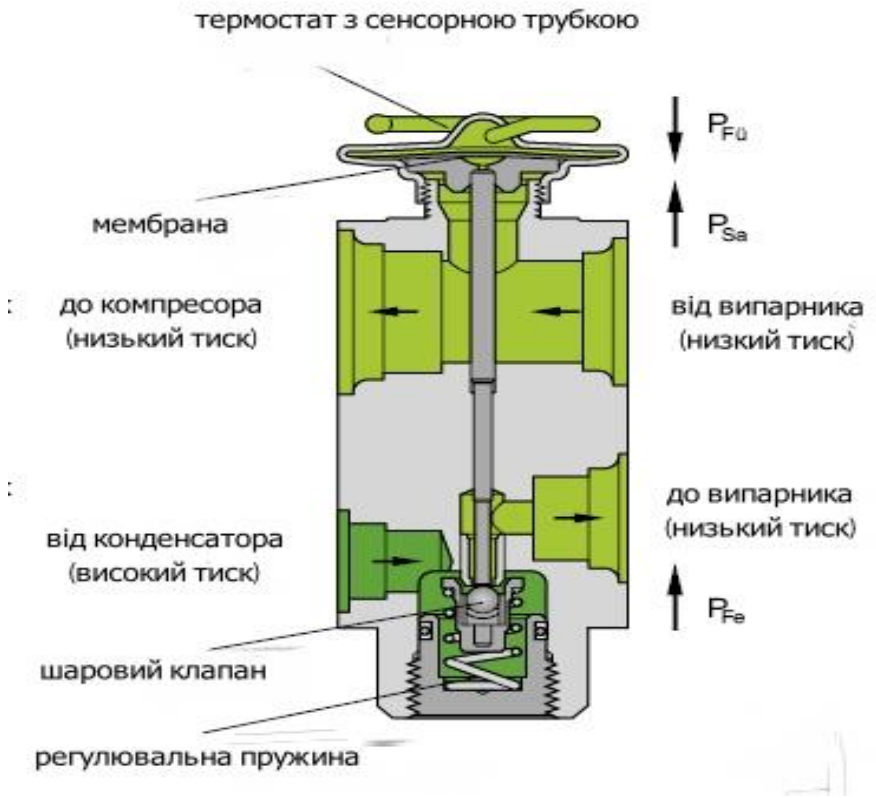


Рис.2.3 Термостатичний розширювальний клапан

Випарник. У випарник (теплообмінник) надходить холодоагент, який знаходитися в рідкому стані і має низький тиск. Як ми вже знаємо при низькій температурі холодоагент здатний закипати і випаровуватися. Процес випаровування необхідний для того, щоб речовина поглинуло тепло.

Згідно з другим законом термодинаміки тепло передається від тіла з вищою температурою до тіла з більш низькою температурою. Саме на цьому етапі роботи теплового насоса холодоагент з низькою температурою проходячи по теплообміннику відбирає тепло від теплоносія (розсолу), який раніше піднявся зі свердловин, де відібрав низько потенційне тепло ґрунту (у випадку з ґрунтовими тепловим насосами ґрунт-вода). У теплових насосах типу води пластинчасті теплообмінники зазвичай використовують як випарники. Перевагами такого випарника буде порівняно компактний дизайн висока продуктивність пе-

редачі тепла. У виняткових випадках коаксіальні теплообмінники використовують у теплових насосах типу вода/вода. Це забезпечити високу експлуатаційну надійність із забрудненою водою. Для використання відпрацьованого тепла, наприклад від стічних вод використовують спеціальні конструкції. Що стосується пластинчастих теплообмінників, підвищення продуктивності може бути досягнуто пристроєм розподілення холодоагенту. Очищені теплообмінники застосовуються в теплових насосах повітря / вода. Вони мають дуже велику площу поверхні на первинному боці, оскільки теплоємність повітря значно нижча, ніж у води або гліколь водяних сумішей.

Конденсатор. Після стиснення в компресорі холодоагент, який має високу температуру надходить в конденсатор. В даному випадку конденсатор - це теж теплообмінник, в якому під час конденсації відбувається віддача теплоти від холодоагенту до робочого середовища системи опалення (наприклад воді в системі теплих підлог, або радіаторів опалення).

У конденсаторі холодоагент з газової фази знову переходить в рідку. Цей процес супроводжується виділенням тепла, яке використовується для системи опалення в будинку і гарячого водопостачання.

Управління розширювальним клапаном забезпечує перегрівання холодоагенту на вході компресора, тобто він повністю випарувався. Зокрема, для сумішей холодоагенту, компоненти яких можуть мати різні температури кипіння. Безпека експлуатації підвищується за допомогою теплообмінника відсмоктувального газу. Це не дозволяє рідким компонентам залишатися в парі холодоагенту.

2.3. Типи теплових насосів для опалення приміщення

Теплові насоси для початку можна поділити на два підтипи які використовують природні ДНТ, та штучні. Як природні ДНТ можна використати:

- зовнішнє повітря;
- підземні води(ґрунтові, термальні, артезіанські);

- землю(тепло ґрунту).

А виступати в якості штучних можуть наприклад такі ДНТ як:

- каналізаційні води;
- вентиляційне повітря;
- стічні води з житлових споруд.

Успіх роботи теплового насосу залежить від того яку систему ми будемо використовувати в нашому випадку, та яке опалення присутнє в будівлі; вода, чи повітря. Теплові насоси потрібно встановлювати в залежності саме від системи опалення будинку.

За такими критеріями самі теплові наноси для опалення приміщення поділять на 6 типів:

1. повітря-повітря;
2. повітря-вода;
3. вода-повітря;
4. вода-вода;
5. ґрунт-вода;
6. ґрунт-повітря;

Теплові насоси тупу повітря-повітря та повітря-вода. Зовнішнє повітря - це джерело тепла, яке доступне скрізь безстроково. Повітря подається вентилятором через ребристий теплообмінник, який знаходиться або надворі розділена система (див.рис.2.4(а)), або можна встановити в будівлі компактна система (див.рис.2.4(б)). На опалювальну потужність повинен використовуватися об'ємний потік повітря близько 350 м³ / год на кВт для встановлення повітропроводів.

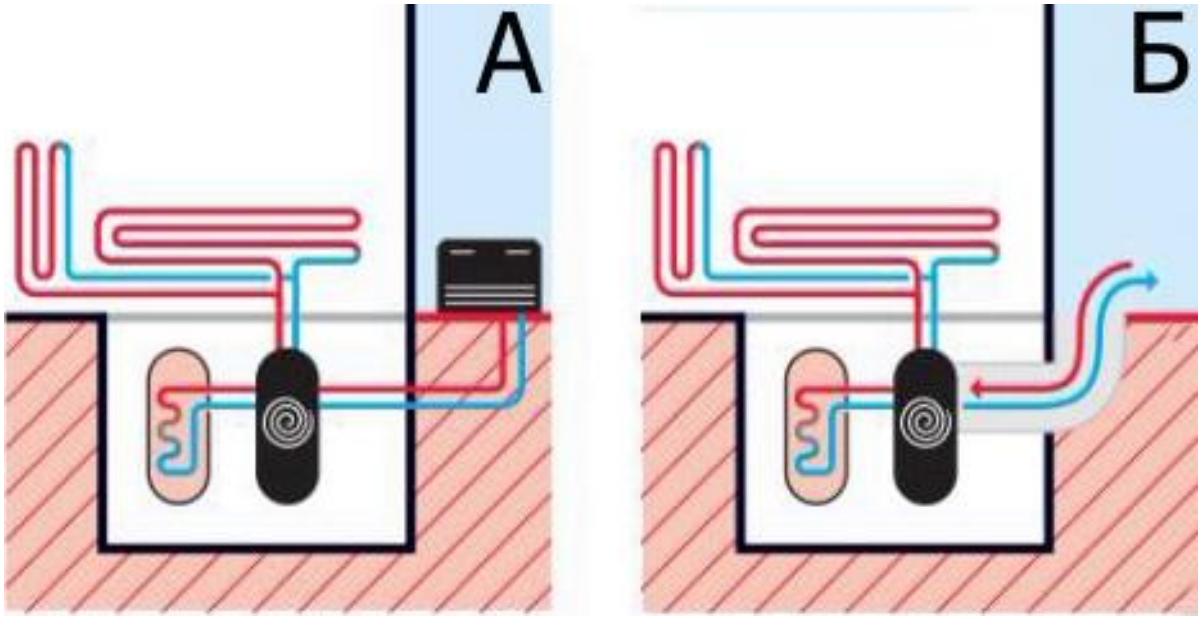


Рис.2.4. Системи установки теплового насосу повітряного типу

Завдяки зовнішній установці, в будівлі можна заощадити корисний простір. При установці на вулиці необхідно враховувати деякі особливості. Щоб уникнути зайвих тепловтрат, слід подбати про те, щоб теплі труби до будівлі були належним чином утеплені. Крім того, необхідно забезпечити, щоб конденсат, що утворюється, і шум від теплового насоса не спричиняли жодних перебоїв або негараздів для власника або для її сусідів. Для внутрішньої установки всі компоненти теплового насоса повітря / вода розміщені в одному корпусі. Зовнішнє повітря надходить через труби. Повітряний тепловий насос можна встановити у всіх сухих і теплих приміщеннях. Слід зазначити, що при падінні зовнішньої температури нагрівальне навантаження будівлі збільшується, і в той же час знижується тепловіддача та ефективність теплового насоса. З цієї причини теплові насоси повітря / вода зазвичай розроблені для роботи в поєднанні з іншою системою теплопостачання.

Від 1 кВ електроенергії ми отримуємо до 5 кВ теплової енергії. Але продуктивність теплового насоса повітря-вода залежить від зовнішньої температури: чим нижча зовнішня температура, тим більше енергії використовується для

отримання необхідної кількості тепла. Він буде працювати при -27 ° С, але з меншою енергоефективністю. І саме тому при виборі цього типу теплових насосів слід враховувати кліматичні умови регіону, середньорічну температуру та кількість холодних днів на рік.

Найбільш ефективно та раціонально використовувати такі пристрої буде при переході на альтернативну систему - наприклад, електронагрівач, газовий котел або тверде паливо(див.рис.2.5).

Встановлюючи повітряний тепловий насос, максимальна економія енергії досягається при синхронізації системи з системою газового опалення, оскільки тоді котел включається лише кілька днів на рік. Експлуатувати повітряний тепловий насос можна як основне джерело тепла, якщо вбудований електронагрівач буде увімкнена в холодні дні. Варіацій може бути багато.

Ось чому важливо, щоб такі теплові насоси, як і інші типи, обирали низькотемпературні контури опалення, наприклад, підлогове опалення або вентилятори. Неконтрольованих конвекційних струмів не існує, а найкомфортніші температурні умови створюються в просторі, де живуть люди, а не під стелею.

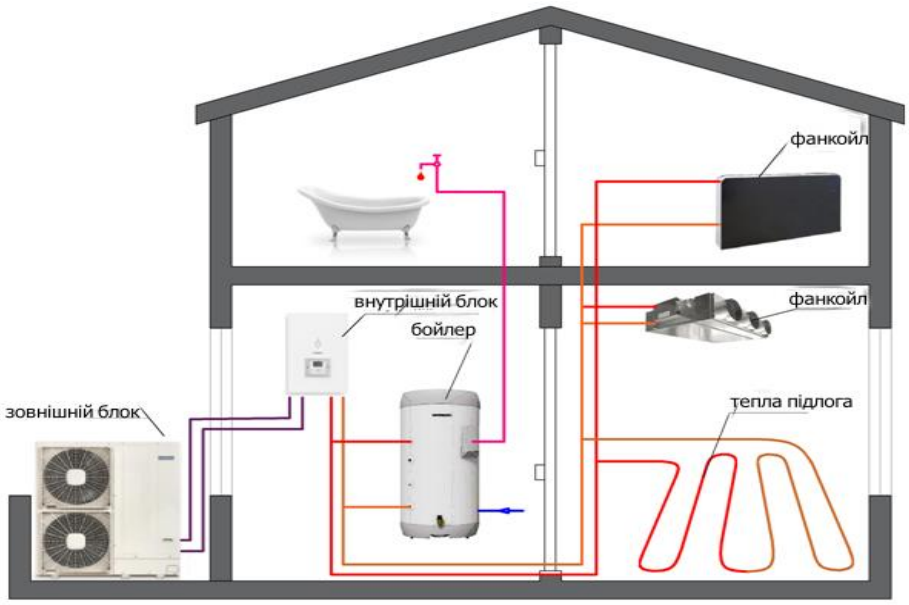


Рис.2.5. Тепловий насос типу повітря-вода

До плюсів такого типу теплових насосів можна віднести:

- найнижчу вартість на ринку теплових насосів;
- швидкий та простий монтаж;
- їх можна інтегрувати в інші, вже існуючі, системи опалення;
- на займають багато міста при монтажі;
- швидка окупність та найменша сума витрат при монтажі.

А якщо говорити про мінуси теплових насосів даного типу:

- такі насоси занадто залежні від температури клімату;
- чим нижча температура повітря, тим менша енергоефективність;
- при дуже холодних умовах потрібна установка альтернативного опалення.

У теплових насосах типу повітря-повітря енергія навколишнього середовища береться із зовнішнього повітря і в результаті перетворення та передачі нагріває повітря в приміщенні(див.рис 2.6). Прикладом використання теплового насоса є проста система розподілення - іншими словами, домашній кондиціонер.

Сьогодні більшість моделей, представлених на ринку побутової техніки, оснащені режимом теплового насоса. Для використання цієї можливості, крім основних елементів холодильного агрегату (компресор, конденсатор, випарник, тепловий розширювальний клапан), у потоці кондиціонера встановлено чотиристоронній клапан. Це дозволяє змінити напрямок холодоагенту, щоб конденсатор «став» випарником і навпаки. Тому повітря в приміщенні охолоджується в режимі кондиціонування, а нагрівається після переходу в режим теплового насоса.

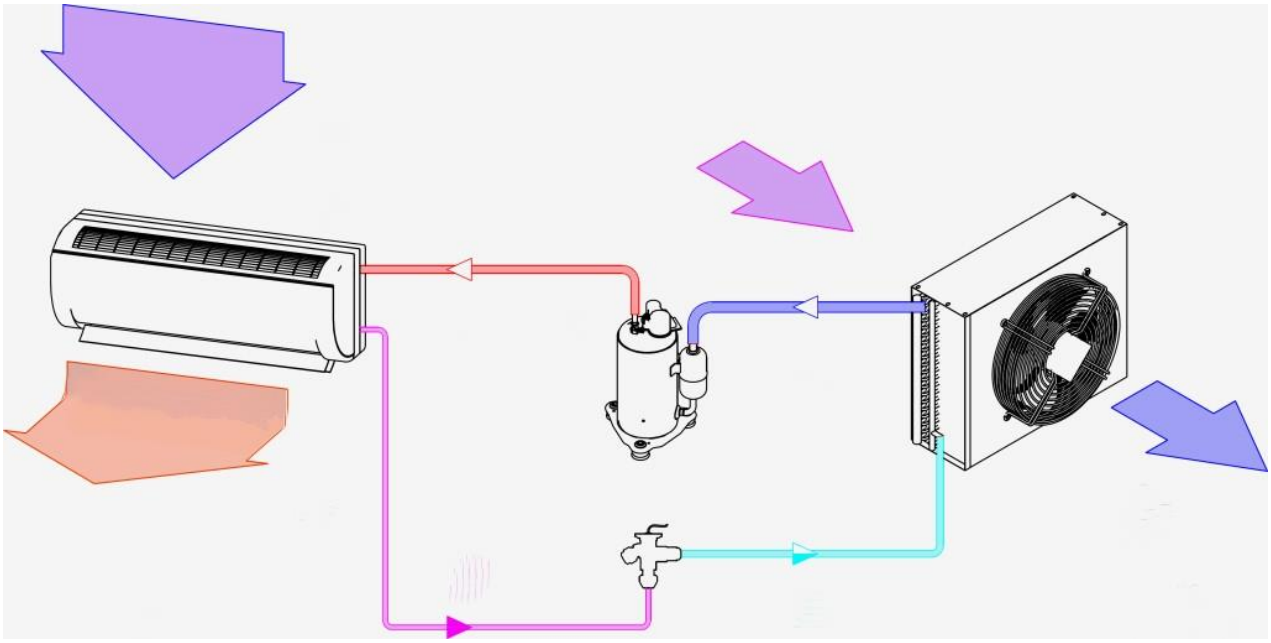


Рис.2.6. Тепловий насос повітря – повітря

До плюсів теплого насоса типу повітря - повітря можна віднести:

- завдяки вентиляції швидко прогрівають приміщення;
- швидка окупність коштів;
- можливість охолодження приміщення влітку;
- низька ціна монтажу та установка.

До мінусів даного типу відноситься:

- для підігріву води потрібні додаткові модулі;
- великі енергозатрати;
- шум від роботи;
- не інтегруєтеся з іншими системами опалення;
- в залежності від приміщення повітря може прогрівати його нерівномірно.

Теплові насоси типу вода – вода та вода – повітря. Вода також є хорошим джерелом тепла для теплового насоса. Навіть у холодні зимові дні ґрунтові води підтримують постійну температуру від 7 ° С до 12 ° С.

Для використання ґрунтових вод для теплового насоса вона видаляється через виробничу свердловину і транспортується до випарника теплового насоса вода - вода. Охолоджену воду вводять в проковтну криницю.

Поверхневу воду також можна використовуватися як джерело тепла, але слід зазначити, що температури коливаються сильніше залежно від пори року. Щоб

уникнути отримання пошкоджень, загалом доцільно використовувати теплообмінник проміжного контуру.

Гвинтові теплообмінники з нержавіючої сталі зарекомендували себе як теплообмінники проміжного кола - вони передають навколишнє тепло в контур розсолу. Це захищає тепловий насос.

Технічні вимоги щодо використання ґрунтових вод, з одного боку, є достатньою доступністю (приблизно 200 л / год на кВт тепловіддачі), а з іншого - відповідністю граничним значенням розчинених речовин, наприклад. Залізо, марганець, хлорид, нітрати. Якщо ці граничні значення не дотримуються, це негативно впливає на термін служби теплообмінника та свердловини.

На рис. 2.7(див. рис.2.7) показано джерельну систему, що ґрунтові води відкачують із свердловини (видобувна свердловина) за допомогою підводного насоса, охолоджуваного тепловим насосом приблизно на 3–4 Кельвіна (К).

Використання підземних або поверхневих вод також повинно бути затверджено компетентним органом, як правило, управлінням водного господарства.

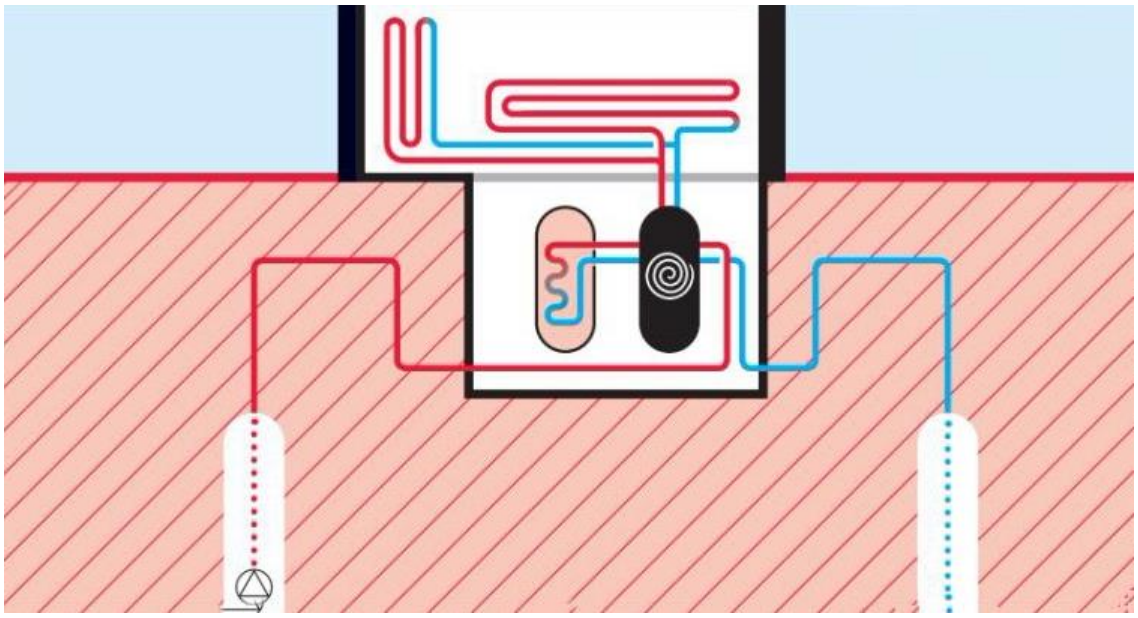


Рис. 2.7. Схема теплових насосів водяного типу

Якщо говорити про тепловий насос типу вода повітря, то такі насосі не є добре рентабельними. Працю все по тій же схемі що і зазвичай. Вода поступає в тепловий насос де віддає своє тепло випарнику, та повертається назад після пе-

редачі тепла. Тільки тепло відходить в повітря по вентиляції відразу від конденсатора. Для підігріву води потрібно встановлювати ще додатково резервуар з підігрівом води(бойлер) (див. рис. 2.8).

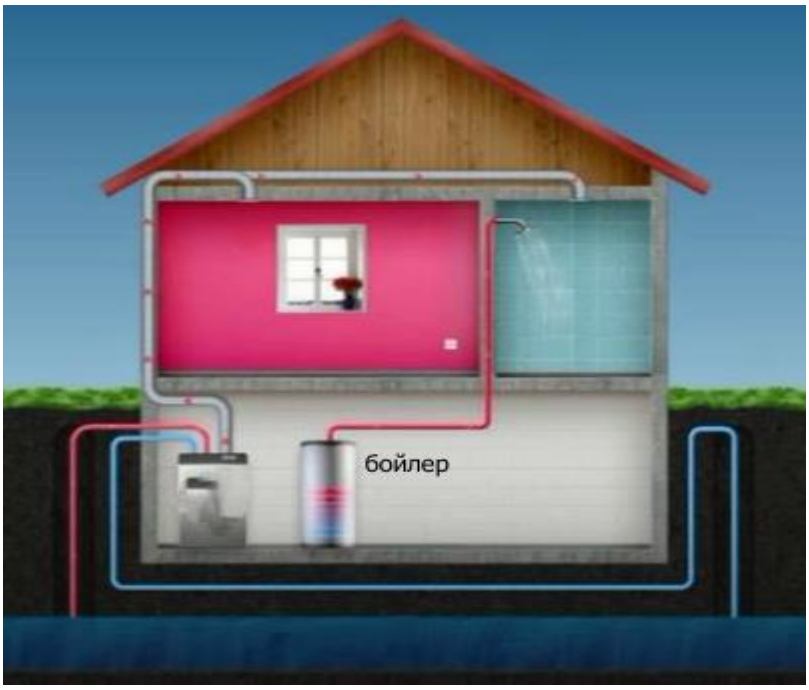


Рис. 2.8. Тепловий насос типу вода повітря

Тепловий насос вода – вода. По принципу роботи використовується теплота резервуара або ґрунтових вод, в яких температура завжди позитивна(див.рис. 2.9) Хороший варіант для такої системи, коли є дрібні водотоки, мілководні або великі води без замерзання, річок і морів. Вода зі свердловини перекачується в контур високого тиску і її тепло передається в будинок, після чого охолоджена вода скидається через інший колодязь. Ще один варіант - вийняти воду із ставку та повернути її до озера в іншому місці. Ось чому нам потрібні досить потужні насосні установки, очищення води необхідне, та найголовніше - мати достатню кількість води. Кількість свердловин для забезпечення необхідної теплоємності визначає точний розрахунок тепла.

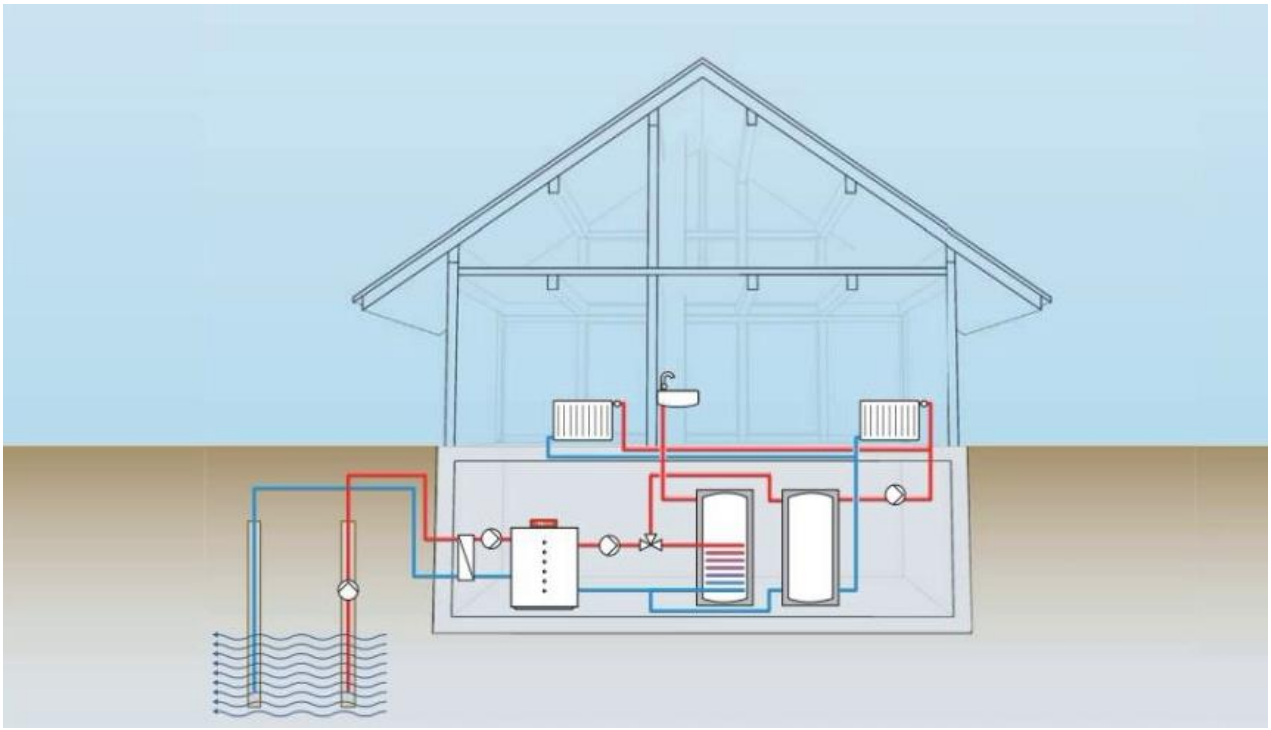


Рис.2.9. Тепловий насос типу вода – вода

Плюси теплових насосів типу вода - вода:

- менша вартість монтажу ніж у ґрунтових теплових насосів;
- екологічно чисті;
- обладнання є енергоефективним;
- повна незалежність від інших видів опалення;
- просте управління системою.

До мінусів такого типу теплових насосів можна віднести:

- недосконала поки законодавча база на використання надр для установки водяного теплового насосу в приватному будинку;
- насосам доволі часто потрібен сервіс;

Тепер щодо **геотермальних теплових насосів**. Оскільки температура надр змінюється менш сильно з глибини близько 1 м через перебіг зовнішньої температури протягом року, цей шар надр дуже добре підходить для використання в якості джерела тепла(див.рис. 2.10). Тепло, що міститься в приземному ґрунті, в основному надходить від сонця, яке зберігається у верхньому шарі радіацією, теплим повітрям та дощем. У більшості випадків як водно-антифризові суміш, яку зазвичай називають розсолом, використовується як середовище для передачі тепла.

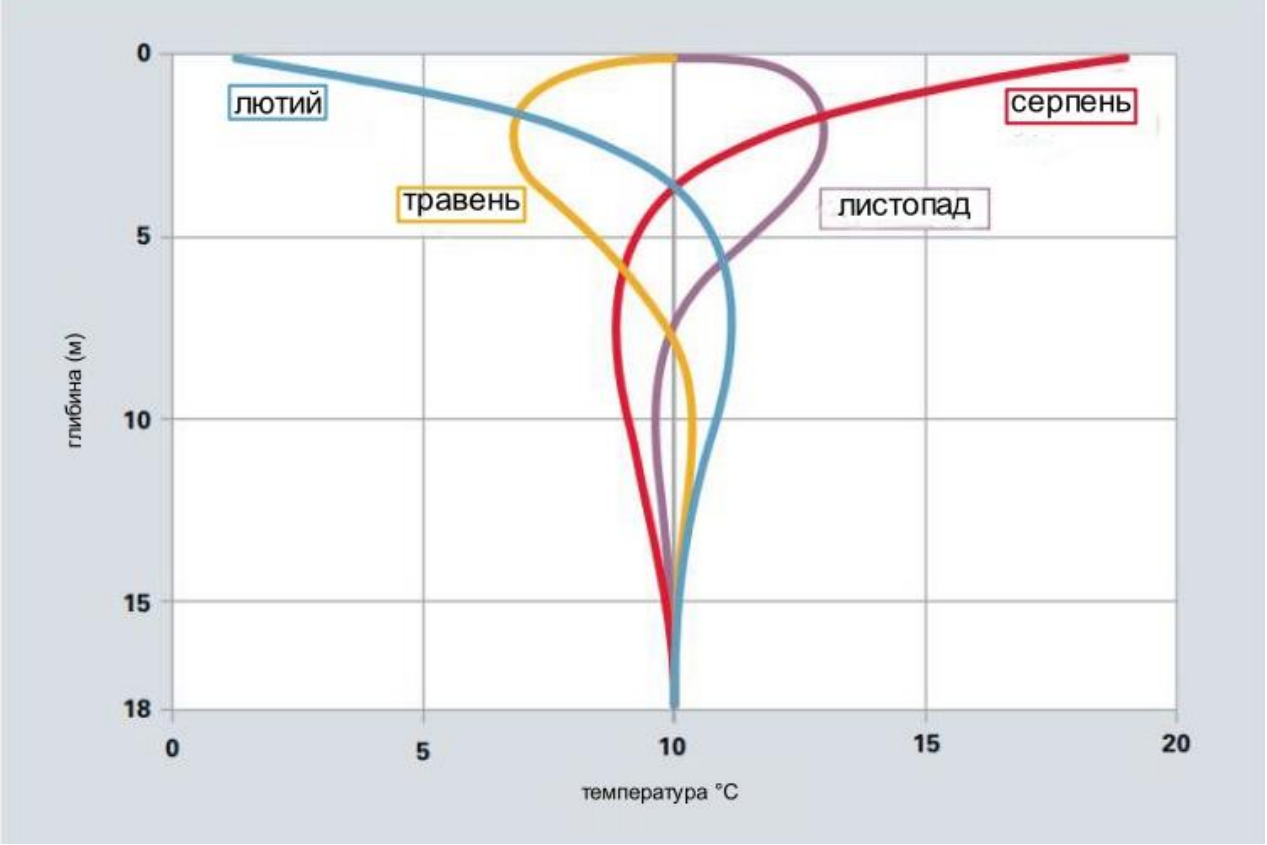


Рис.2.10. Зміна температури землі в залежності від пори та глибини

Конструкція джерел тепла базується на витяжній здатності відповідного ґрунту. Опорною змінною є не теплова потужність теплового насоса, а вихід охолодження.

На рис 2.11 показаний плоский колектор - трубопроводи, які прокладаються в землю на глибині 1 м - 1,2 м і з'єднуються з тепловим насосом(див рис. 2.11). Матеріал трубопроводів виготовляється з поліетилену у випадку теплових насосів розсолу / води та з мідних труб, покритих поліетиленом у разі теплових насосів прямого випарника / води. Чим кращий тепловий стандарт будівлі, тим менше місця потрібно для плоского колектор. За приблизною оцінкою, можна очікувати площі колекторах близько 40 м² на кВт. Точне планування площі колекторах здійснюється відповідно до норм. Для того, щоб забезпечити природну регенерацію через опади, тепле повітря та сонячне випромінювання протягом літніх місяців, плоскі колектори не повинні встановлюватись під фундаментні плити, заглиблені поверхні тощо. Виняток з цього становлять системи джерел тепла, які штучно регенеруються, наприклад, через подачу тепла в режимі охолодження або з надлишком тепла сонячної теплової системи.

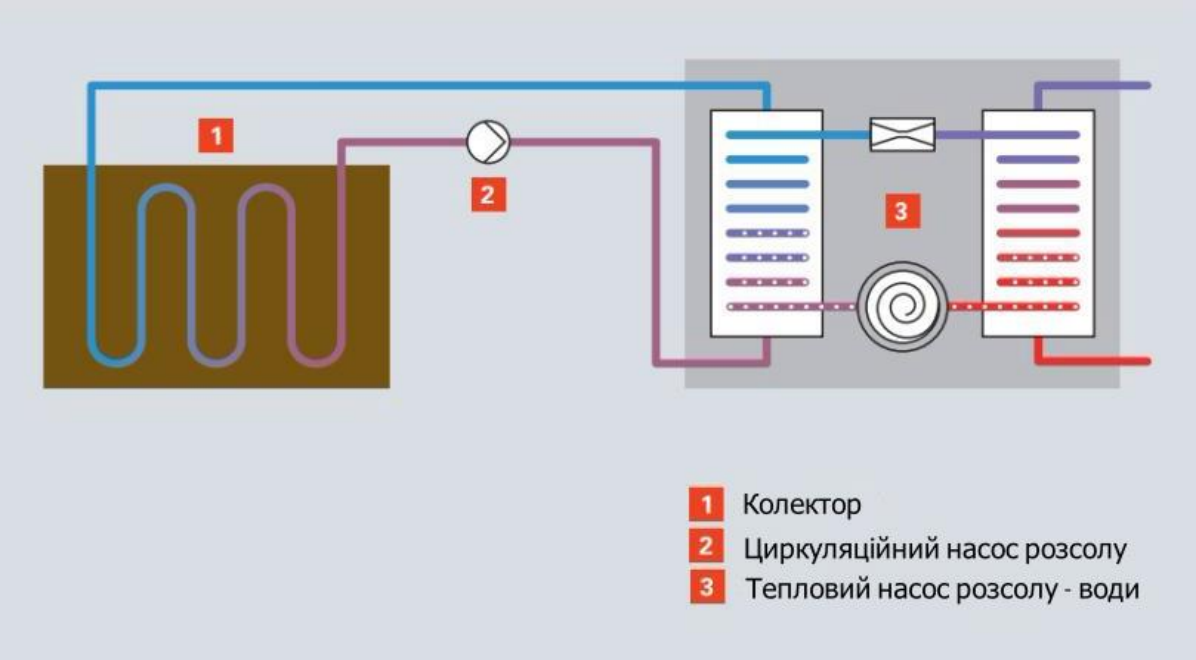


Рис.2.11. Плоский колектор у тепловому насосі

Інша можливість - це термічне використання ґрунту на глибину близько 300 м за допомогою геотермальних зондів. Тут геотермальна енергія видобувається зондами і подається в тепловий насос (див. рис. 2.12). Як орієнтуватися на довжину геотермальних зондів, можна очікувати приблизно 25 м на кВт тепловіддачу. Якщо використовується декілька щупів, їх відстань має бути не менше 10 м. Тут також геотермальна система зонда розмірена правильно відповідно до норм.

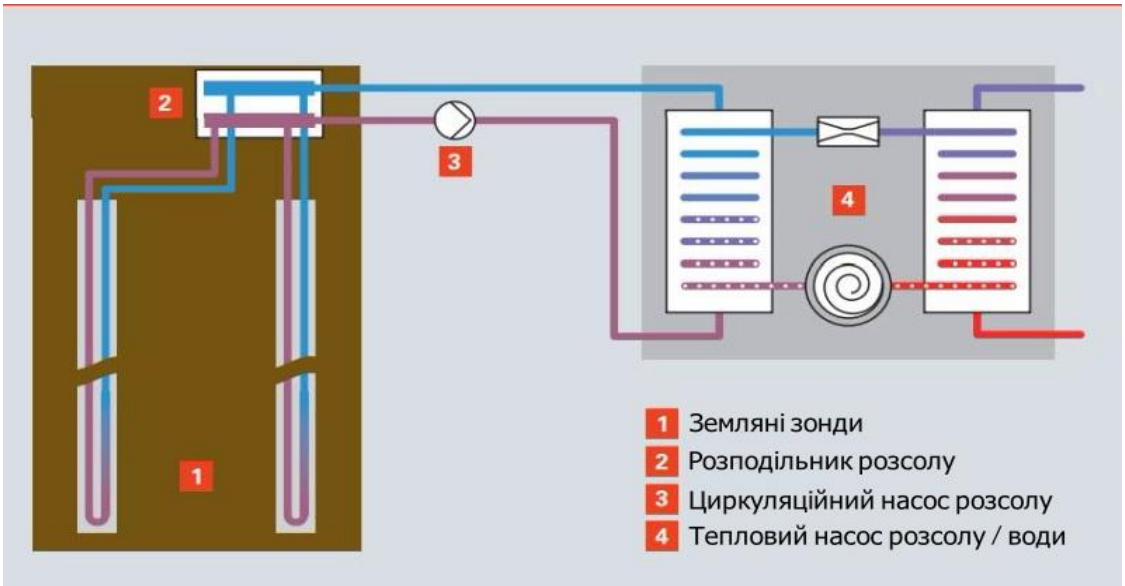


Рис.2.12. Земляний зонд в тепловому насосі

Також при установці геотермального насосу потрібно робити ставку на ґрунт. Тому що теплоємність на квадратний метр відрізняється в залежності від типу ґрунту. Приклад наведено в таблиці для плоского колектору (див. Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Кількість теплоти на квадратний метр

Тип ґрунту	Конкретна користь теплоти
Сухий піщаний ґрунт	10 - 15 Вт / м2
Вологий піщаний ґрунт	15 - 20 Вт / м2
Сухий глинистий ґрунт	20 - 25 Вт / м2
Вологий глинистий ґрунт	25 - 30 Вт / м2
Ґрунтоносі ґрунти(по типу нашого чорнозему)	30 - 35 Вт / м2

Для геотермальних зондів враховують також показники тепловіддачі ґрунту. Хоч такий тип теплових насосів і дорогий в плані встановлення, близько 80 євро за метр, але він швидко відбиває свою ціну. Якщо говорити про мінуси геотермальних теплових насосів то їх значно менше ніж плюсів. До мінусів можна віднести:

- Вартість обладнання та всіх монтажних робіт обійдеться дорожче, ніж для теплових насосів водного типу чи повітряного, але щорічне споживання енергії найменше порівняно з іншими видами теплових насосів;

- Без майстрів, та фахівців встановлення такого типу теплового насосу, його монтаж буде неможливим.

Тепер давайте поговоримо про плюси геотермальних теплових насосів, до них можна віднести:

- безшумна робота ТН;
- легка в експлуатації;
- екологічно чиста;
- безпечна с точки погляду пожежної та електричної безпеки приміщення;
- Бездоганна робота протягом десятиліть. Великою перевагою є те, що установка цього обладнання не потребує узгодження проекту, дозволів та постійного контролю;
- 100% покриття навантаження опаленням, водяним опаленням та охолодженням будинку;
- Максимальне зниження споживання енергії при використанні опалювальних систем при низьких температурах.

Система утилізації **теплових стічних вод** особливо корисна для більших будівель на певній ділянці очисних споруд. Порівняно зі звичайними системами опалення нафтою чи газом, очисні споруди - з огляду на очікуваний розвиток цін на енергоносії - сьогодні часто є більш економічними. Ефективність і, отже, економічна життєздатність кожної електростанції для стічних вод значною мірою залежать від оптимізації окремих компонентів. Теплообмінники стічних вод, теплові насоси, системи розподілу тепла та системи відведення тепла повинні бути оптимально узгоджені між собою з урахуванням температури середовища і пропускної здатності.

Існує два принципово різних способи утилізації стічних вод: Духові теплообмінники - це спеціальні елементи теплообмінника, які пристосовані до відповідного перерізу каналів і встановлені безпосередньо в трубопроводі каналів. Альтернативою є бай пас(служить для організації протоку теплоносія в обхід певної ділянки опалювальної магістралі, або паралельно йому.), при якому частковий потік стічних вод спрямовується в вал, протікає через теплообмінник і потім повертається в каналізацію. Втручання в каналізацію тут менше, система доступніша, але поза каналізацією потрібно більше місця. Ці теплообмінники все ще відносно дорогі для малих систем.

Вплив використання теплових стічних вод на каналізацію. Якщо теплообмінник переобладнаний в каналізацію, в плануванні слід враховувати такі аспекти:

- потрібно гідравлічна потужність струни каналу повинна бути забезпечена;

- Технічне обслуговування та ремонт каналізації (очищення, огляд, ремонт) повинні продовжуватись здійснюватися без значних додаткових зусиль. Необхідно уникати посилених відкладення, зворотного потоку або закупорок теплообмінником;
- Монтаж та обслуговування (ремонт, відновлення) теплообмінників та пов'язаних з ними установок повинно здійснюватися таким чином, щоб поточна експлуатація та обслуговування каналізації могли підтримуватися без значних перебоїв;
- Всі роботи в каналізації можуть виконуватися лише з дотриманням правил техніки безпеки та кваліфікованого, інструктованого та обладнаного персоналу.

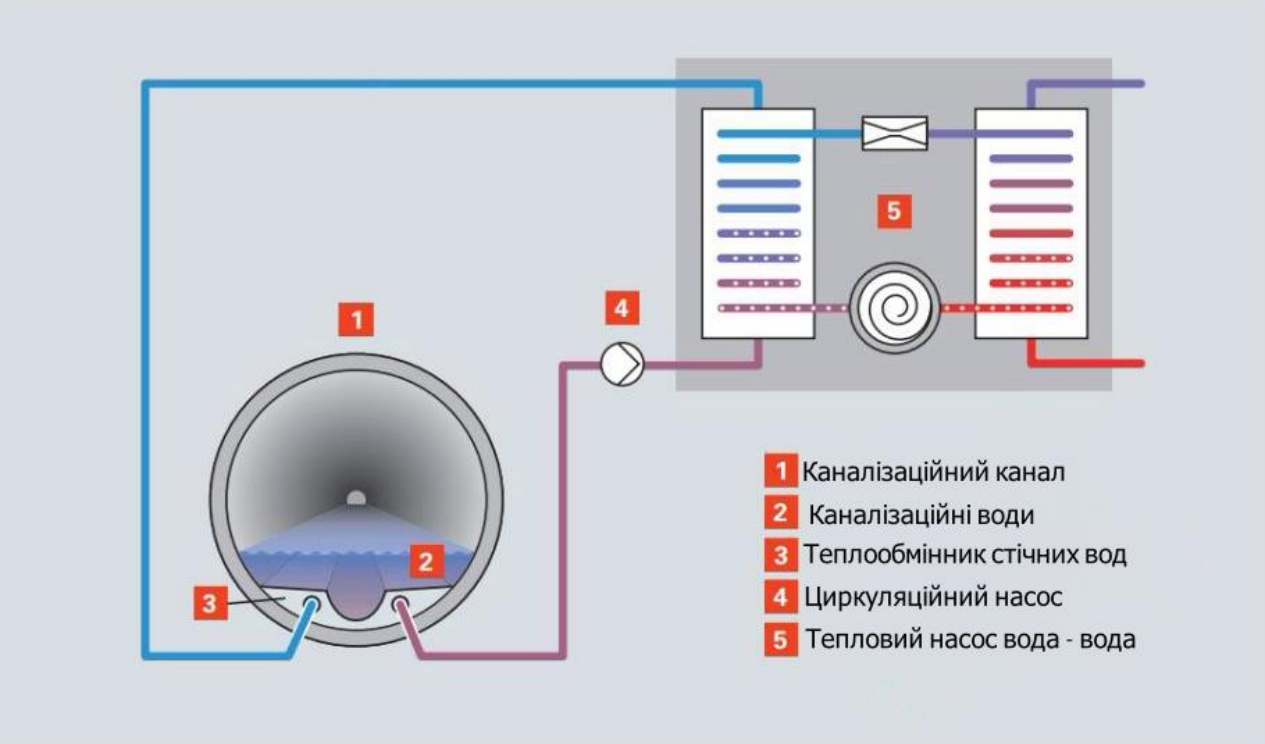


Рис. 2.13. Система теплового насосу від стічних вод

Установка теплообмінника в каналі можлива при зазначених умовах. Оскільки розташування теплообмінника поза каналом (бай пас) здається більш розумним для роботи каналів, цю опцію слід завжди враховувати та перевіряти(див.рис. 2.13).

В основному можна розрізняти теплообмінники для використання енергії від неочищених стічних вод (до очисних споруд) та тих, які використовуються з очищених стічних вод (після очисних споруд).

Відведення тепла з відпрацьованого повітря вентиляційної системи та використання його для обігріву побутової води або підігріву повітря, що подається, має порівняно позитивний ефект. Ще одна дуже корисна форма рекуперації тепла - використання стічних вод: за допомогою спеціальних теплообмінників стічні води з житлової зони або з промислових процесів витягуються з залишкової енергії, яка надходила в процесі споруди.

Енергія поступає від теплого відпрацьованого повітря з будівлі(див. рис. 2.14). Це може бути або витяжний канал (або вал) природної витяжної системи, або система примусової вентиляції з рекуперацією. У цьому випадку це буде другий етап рекуперації тепла після основного теплообмінника Для невеликих будівель, включаючи приватні будинки, крім геотермального теплового насоса, встановлений спеціально додатково теплообмінник повітря-вода. Поглиблене відпрацьоване повітря додатково нагріває воду надходить з колодязя теплового насосу, збільшуючи його продуктивність



Рис.2.14. Використання тепла витяжного повітря

Для великих будівель, де кількість тепла у відпрацьованому повітрі є значно більшим, можна встановити промисловий тепловий насос, який повністю постачає будівлю гарячою водою або частково нагріває її. Також ця система є актуальною для компаній, які мають тепло від технологічних процесів. Повітряний тепловий насос особливо ефективно працює з такою системою, яка підлаштовує свою потужність до поточної кількості виділеного технологічного тепла витяжки в даний момент.

До плюсів таких систем можна віднести:

- економія на монтажу основної системи опалення;
- збільшую загальну енергоефективність опалення;
- легкий монтаж у вже готову систему вентиляції.

2.4 Холодоагенти (фреони) теплових насосів

Холодоагенти чи фреони це галоген місткі речовини, що закипають при кімнатній температурі. Вони складаються з атомів вуглецю **C**, водню **H**, фтору **F** и брому **Br**.

Дозволяється проводити кілька визначень холодоагентів: умовне (символічне), комерційне (марки), хімічне та визначення за хімічною формулою. Сам холодоагент позначається буквою «**R**» від англійського слова **Refrigerant**(холодоагент) і комбінації чисел. Цифри встановлюються в залежності від хімічної формули холодоагента.

В даний час позначення холодоагентів має тенденцію передувати цифровому індексу не літерою "**R**" або "**H**", а абревіатурою, яка вказує безпосередньо на групу, до якої вони відносяться. Перша цифра в двозначному номері або перші дві цифри в тризначному означають насичений вуглеводень C_nH_{2n+2}, на базі якого отриманий хладон: 1 – CH_4 (метан); 11 – C_2H_6 (етан); 21 – C_3H_8 (пропан); 31 – C_4H_{10} (бутан)

Холодоагент залежно від ступеня його впливу на озоновий шар. Поділяють на три основні типи:

- Екологічно безпечні фреони(наприклад R142, R134);
- Озоношкідливі (R12B1 та інші що мають в складі бром);
- Особливо озоношкідливі (такі як R11, R12, R113, R114, R115).

Так же в залежності від групи холодоагентів їх поділять за впливом на навколишнє середовище, та пропонують такий вид означень:

- CFC12 для холодоагента R12, який належить групі хлорфторвуглеців CFC, в цю групу входять небезпечні ля навколишнього середовища фреони;
- HCFC125 для холодоагента R125, який належить до групи HCFC(група гідрохлорфторвуглеців), це холодоагенти що мають малий озоношкідливий вплив
- HFC134a для холодоагента R134a, що належать групі HFC(Фреони що не містять хлору) це холодоагенти майже без негативного впливу на навколишнє середовище. Також до цієї групи відносять альтернативні холодоагенти.

У теплових насосах можливе застосування наступних фреонів:

- група CFC: R11, R12, R12B1, R113, R114, R500;
- група HCFC: R21, R22, R123, R124, R141b, R142b, R401a, R401b, R401c, R406a, R409a;
- група HFC, FC: R134a, R152a, R290, R600, R600a, RC318.

Важливою властивістю фреонів є теплота фазового переходу. Чим вище цей показник, тим нижче буде витрата фреону, а, значить, і вартість теплообмінників і компресора(див. таблицю 2.2 та таблицю 2.3).

Таблиця 2.2

Властивості фреоні CFC для теплових насосів

Фреон	0°C		75°C	
	Тиск насичення кгс/см^2	Теплота фазового переходу кДж/кг	Тиск насичення кгс/см^2	Теплота фазового переходу кДж/кг
CFC, группа I				
R11	0,41	191	416	162
R12	3,14	153	19,17	106
R12B1	1,20	135	919	107
R113	0,15	160	2,06	139
R114	0,89	137	7,51	107
R500	3,70	183	22,79	120

Таблиця 2.3

Властивості фреонів II групи для теплових насосів

Фреон	0°C		75°C	
	Тиск насичення кгс/см^2	Теплота фазового переходу кДж/кг	Тиск насичення кгс/см^2	Теплота фазового переходу кДж/кг
HCFC, группа II				
R21	0,66	248	6,80	202
R22	5,07	204	30,59	124
R123	0,32	179	3,80	152
R124	1,64	161	12,59	118
R141b	0,28	238	3,24	205
R142b	1,48	220	11,47	172
R401a	2,97	214	21,02	141

R401b	3,22	214	22,33	141
R401c	2,49	207	18,09	146
R406a	2,54	240	17,93	187
R409a	2,97	206	21,18	139
HFC, FC, HC, группа III				
R134a	2,94	198	21,16	123
R152a	2,67	304	18,94	214
R290	4,72	374	25,92	228
R600	1,05	383	7,97	304
R600a	1,56	356	11,04	272
RC318	1,29	114	10,78	78

Як показує світова практика то більшість теплових насосів встановлюють для опалення власних будинків. Вище було уже сказано за те що для джерела низько потенціального тепла можна брати тепло ґрунту, ґрунтових вод, повітря та природних водойм.

Ефективність роботи ТН залежить від температури низько потенційного джерела тепла, чим більше його температура ти менше роботи буде виконувати ТН (див. рис. 2.15)



Рис.2.15. Ефективність роботи теплового насоса при різній температурі низько потенційного теплоносія

РОЗДІЛ 3.

РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ТЕПЛОВОГО НАСОСУ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ БУДИНКУ

3.1 Характеристика приватного будинку

Для розрахунку та опису було взято приватний будинок. Харківської області, що знаходиться в селі Руська Лозова. Середня температура в липні становить (+21)-(+22), та в січні (-7)-(-5). Навколо області не має особливо великих водойм що б впливали на клімат, але все таки вітри с Атлантичного океану можуть досягати області.

Для того щоб розуміти наскільки потужній потрібен тепловий насос для опалення будинку. Потрібно розрахувати скільки теплоти буде потрібно для комфортного проживання в будинку сім'ї. Нам потрібно дізнатися тепловий баланс будівлі і розрахувати, скільки тепла втрачається в всередині об'єкта для нагрівання повітря.

Для більш комфортних розрахунків потрібно зробити таблицю характеристик будівлі, зважаючи на особливості будови будинку, матеріали та розташування(див. таблиця 3.1-3.4). Можна почати наш розрахунок с втрати тепла зовнішніми стінами.

У якості коефіцієнту внутрішньої та зовнішньої поверхні візьмемо нормативні значення з «СНиП II-3-79 от 1979-07-01» :

$\alpha_{звн}$ = 23 Вт/м 2°С , $\alpha_{вн}$ = 8,7 Вт/м 2°С

Характеристика зовнішніх стін будинку:

Товщина штукатурки ($\delta_{шт}$) - 0,01 м;

Коефіцієнт теплопровідності штукатурки ($\lambda_{шт}$) - 0,7 Вт/м°С;

Товщина стіни ($\delta_{ст}$) - 0,4 м;

Коефіцієнт теплопровідності стіни ($\lambda_{ст}$) - 0,67 Вт/м°С ;

Товщина ізоляції ($\delta_{із}$) - 0,05 м;

Коефіцієнт теплопровідності ізоляції ($\lambda_{із}$) - 0,04 Вт/м°С;

Зовнішній коефіцієнт теплообміну ($\alpha з_{вн}$) 23 Вт/м 2°С;

Внутрішній коефіцієнт теплообміну ($\alpha_{вн}$) 8,7 Вт/м 2°С.

Характеристики підлоги будинку:

Коефіцієнт теплопровідності підлогового покриття ($\lambda_{покр}$) 0,38 Вт/м°С;

Товщина підлогового покриття ($\delta_{покр}$) 0,005 м;

Коефіцієнт теплопровідності основи ($\lambda_{бт}$) 1,92 Вт/м°С;

Товщина основи ($\delta_{бт}$) 0,2 м;

Коефіцієнт теплопровідності основи ($\lambda_{осн}$) 0,7 Вт/м°С;

Товщина основи ($\delta_{осн}$) 0,02 м.

Характеристика стелі будинку:

Товщина штукатурки ($\delta_{шт}$) 0,01 м;

Коефіцієнт теплопровідності штукатурки ($\lambda_{шт}$) 0,7 Вт/м°С;

Товщина дерев'яної перекладини ($\delta о_{сн}$) 0,07 м;

Коефіцієнт теплопровідності дерев'яної перекладини ($\lambda_{осн}$) 0,41 Вт/м°С;

Товщина ізоляції ($_{\delta із}$) 0,1 м;

Коефіцієнт теплопровідності ізоляції ($\lambda_{із}$) 0,07 Вт/м°С;

Зовнішній коефіцієнт теплообміну ($\alpha_{звн}$) 23 Вт/м 2°С;

Внутрішній коефіцієнт теплообміну ($\alpha_{вн}$) 8,7 Вт/м 2°С.

Характеристика вікон будинку:

Коефіцієнт теплопровідності штукатурки (λск) 0,76 Вт/м°С;

Кількість віконних склопакетів (шт) 2;

Зовнішній коефіцієнт теплообміну (αзвн) 23 Вт/м 2℃;

Внутрішній коефіцієнт теплообміну (αвн) 8,7 Вт/м 2℃;

Товщина склопакету (δск) 0,004 м**.**

Знаючи характеристики огороджувальних конструкцій , ми можемо дізнатися фактичний опір, використовуючи наступну формулу:

$$R = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \cdots \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{звн}} \quad (3.1)$$

Фактичний опір стіни:

$$R_{стіни} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_{звн}} = \frac{1}{8{,}7\frac{Вт}{м^2℃}} + \frac{0{,}01м}{0{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}4м}{0{,}067\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}05м}{0{,}04\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}01м}{0{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{1}{23\frac{Вт}{м^2℃}} = 2{,}73\ \frac{Вт}{мК} \quad (3.2)$$

Фактичний опір стелі:

$$R_{стелі} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{др}}{\lambda_{др}} + \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із}} + \frac{\delta_{др}}{\lambda_{др}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_{звн}} = \frac{1}{8{,}7\frac{Вт}{м^2℃}} + \frac{0{,}01м}{0{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}07м}{0{,}41\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}1м}{0{,}07\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}07м}{0{,}41\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}01м}{0{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{1}{23\frac{Вт}{м^2℃}} = 1{,}95\ \frac{Вт}{мК} \quad (3.3)$$

Фактичний опір підлоги:

$$R_{підлоги} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{осн}}{\lambda_{осн}} + \frac{\delta_{бт}}{\lambda_{бт}} + \frac{\delta_{покр}}{\lambda_{покр}} + \frac{1}{\alpha_{звн}} = \frac{1}{8{,}7\frac{Вт}{м^2℃}} + \frac{0{,}02м}{0{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}2м}{1{,}92\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}005м}{0{,}38\frac{Вт}{м℃}} + \frac{1}{23\frac{Вт}{м^2℃}} = 0{,}304\ \frac{Вт}{мК} \quad (3.4)$$

Фактичний опір вікон:

$$R_{вікон} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{ск}}{\lambda_{ск}} + \frac{\delta_{ск}}{\lambda_{ск}} + \frac{1}{\alpha_{звн}} = \frac{1}{8{,}7\frac{Вт}{м^2°С}} + \frac{0{,}004м}{0{,}76\frac{Вт}{м°С}} + \frac{0{,}004м}{0{,}76\frac{Вт}{м°С}} + \frac{1}{23\frac{Вт}{м^2°С}} = 0{,}167\ \frac{Вт}{мК}$$

(3.5)

3.2. Розрахунок тепловитрат будинку

Тепер знаючи фактичний опір ми можемо порахувати тепловитрати будинку - Q, не забуваючи про потрібну тепловитрату на підігрів вентиляційного повітря - Q_2, дізнаймося тепловитрати через огороджувальні конструкції $\sum Q_1$.

$$Q = \sum Q_1 + Q_2 \quad (3.6)$$

$$Q_1 = \frac{1}{R} \cdot A \cdot (t_{вн} - t_{зовн}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \quad (3.7)$$

$$Q_2 = 0.337 \cdot A_{підлоги} \cdot h \cdot (t_{вн} - t_{зовн}) \quad (3.8)$$

З плану дому ми будемо вираховувати площу огороджувальних конструкцій(див.рис. 3.1).

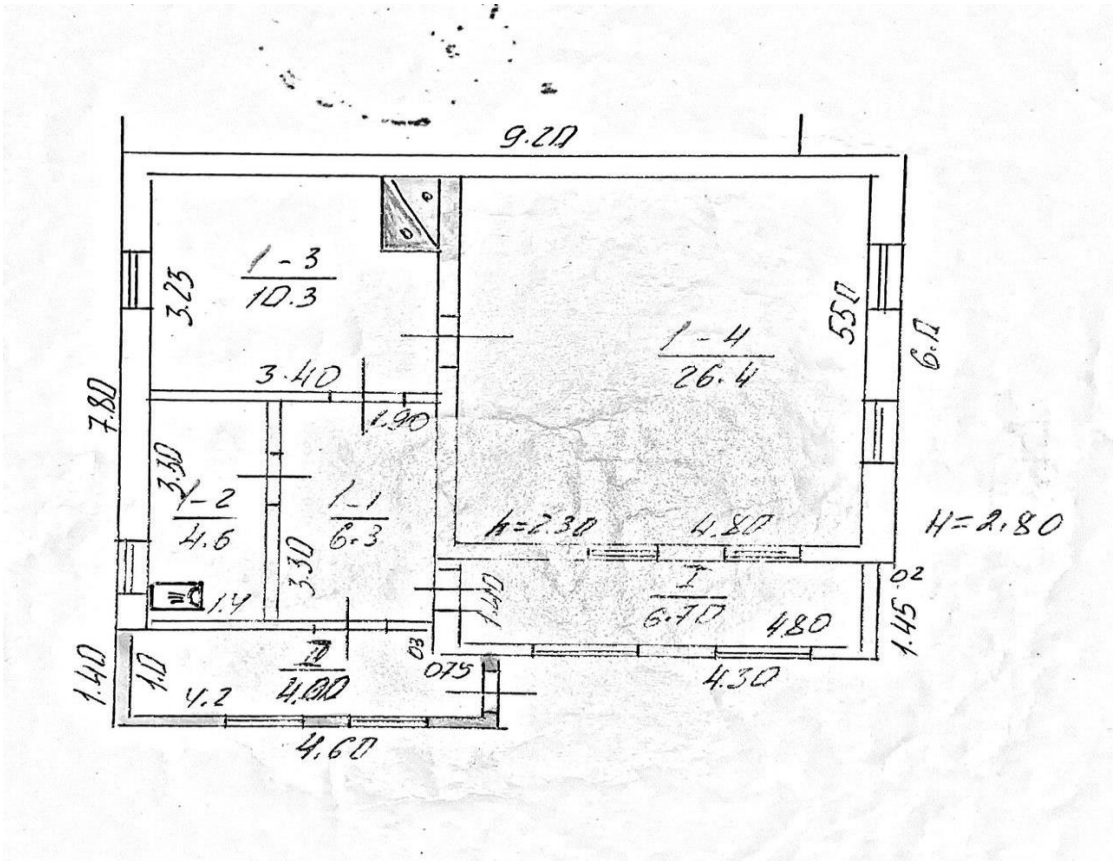


Рис.3.1. План будівлі

Тепловтрати через стіни:

За зовнішню температуру ($t_{зовн}$) будемо брати середньорічну температуру міста Харкова 6,9℃ .

$$Q_{стіни} = \frac{1}{R_{стіни}} \cdot A_{стіни} \cdot (t_{вн} - t_{зовн}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$

$$= \frac{1}{2{,}73\ \frac{Вт}{мК}} \cdot 97{,}86 м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 = 605{,}14\ Вт \quad (3.9)$$

Тепловтрати через стелю:

$$Q_{стелі} = \frac{1}{R_{стелі}} \cdot A_{стелі} \cdot (t_{вн} - t_{зовн}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$

$$= \frac{1}{1{,}95\ \frac{Вт}{мК}} \cdot 59{,}7 м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 0{,}75 = 388{,}16\ Вт \quad (3.10)$$

Тепловтрати через підлогу:

За зовнішню температуру ($t_{зовн}$) будемо брати середньорічну температуру грунту міста Харкова 6,9℃ .

$$Q_{підлоги} = \frac{1}{R_{підлоги}} \cdot A_{підлоги} \cdot (t_{вн} - t_{зовн}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$

$$= \frac{1}{0{,}304\ \frac{Вт}{мК}} \cdot 59{,}7\ м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 0{,}6 = 1991{,}89\ Вт \quad (3.11)$$

Тепловтрати через вікна:

$$Q_{\text{вікна}} = \frac{1}{R_{\text{вікон}}} \cdot A_{\text{вікон}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$

$$= \frac{1}{0{,}167\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}} \cdot 10{,}08\text{м}^2 \cdot (23\text{°C} - 6{,}9\text{°C}) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 = 1020{,}37\ \text{Вт} \quad (3.11)$$

Тепловтрати для нагріву вентиляційного повітря:

$$Q_2 = 0.337 \cdot A_{\text{підлоги}} \cdot h \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) =$$

$$= 0{,}377 \cdot 59{,}7\text{м}^2 \cdot 2{,}8\text{м}^2 \cdot (23\text{°C} - 6{,}9\text{°C}) = 1014{,}61\ \text{Вт} \quad (3.12)$$

Тепер, розрахувавши всі ці тепловтрати , можемо дізнатися тепловтрату всього об’єкту разом.

Тепловтрати всього будинку:

$$Q_{\text{будинку}} = \sum Q_1 + Q_2 = Q_{\text{стіни}} + Q_{\text{стелі}} + Q_{\text{підлоги}} + Q_{\text{вікон}} + Q_2 =$$

$$= 605{,}14\ \text{Вт} + 388{,}16\ \text{Вт} + 1991{,}89\ \text{Вт} + 1020{,}37\ \text{Вт} + 1014{,}61 =$$

$$= 5020{,}17\text{Вт} = 5{,}02\text{кВт} \quad (3.13)$$

Також нам потрібно визначити скільки теплоти потрібно для підігріву води в будинку, якщо в ньому живе сім’я з 4 осіб. Площа будинку як ми вже говорили 60 м^2. Теплові витрати будинку ми порахували вище 5,02 кВт. Якщо при температурі 45°C споживати 50 л/добу одною людиною, потрібно використати 0,25кВт питомого навантаження.

Визначмо скільки потужності потрібно для підігріву води в домі:

$$Q_{\text{ГВС}} = N * q = 4 * 0.25 = 2\ \text{кВт} \quad (3.14),$$

Де N – кількість людей, q – питоме навантаження.

Визначмо загальну кількість потрібної тепловіддачі:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{будинку}} + Q_{\text{ГВС}} = 2\ \text{кВт} + 5{,}02\text{кВт} = 7{,}2\ \text{кВт} \quad (3.15)$$

Тепер ми визначмо загальну кількість потрібної теплоти для нашого дому. Проаналізувавши український ринок теплових насосів оптимальною моделлю ТН на мою думку буде Vitocal 333-G BWT 108.[38]

Також перед установкою теплового насосу потрібно розрахувати необхідну площу для монтажу колекторів – F. Розрахунок робиться з урахуванням холодно місткісткості теплового насосу – $Q_{хд}$, в нашому випадку 6,3 кВт, $q_г$ -специфіка ґрунту, та його тепловіддачу, в нашому випадку чорнозем 30 Вт/м^2

$$F = \frac{Q_{\text{хд}}}{q_г} = \frac{6300\ \text{кВт}}{30\ \text{Вт/м}^2} = 210\ \text{м}^2 \quad (3.16)$$

Тобто для оптимальної роботи нашого теплового насосу потрібно 210 м^2 для установки теплових ґрунтових колекторів.

Саме з розрахунків тепловтрати самого будинку ми можемо зрозуміти та побачити що для опалення (підтримки температури в домі) будинку приблизно 60 м^2. Достатньо буде теплового насоса потужністю від 7-8 кВт.

В залежності від регіону та клімату можна обирати тепловий насос який буду працювати найефективніше. З матеріалу приведеного у розділі 2 най ефективнішим буде тепловий насос по типу ґрунт-вода. Точніше він є найнадійнішим в експлуатації, та гарантії роботи. На мою думку цей тип ТН буде швидко окупати свою ціну.

ВИСНОВКИ

Було розглянуто проблему використання невідновлюваних джерел енергії. Як для всього світу так і для України в цілому. Та підняте питання про вирішення цієї проблеми за допомогою використання природних відновлюваних джерел енергії. Приведено варіанти переходу до різних типів використання природних відновлюваних ресурсів, для задоволення потреб людини. Задіяно тему з індивідуальним використанням енергії невідновлюваних джерел, та використанням її в побуті. Також ми розглянули цю ситуацію с економічної сторони. Та привели аргументи використання саме природних ресурсів для забезпечення енергією свій будинок, та економії власного бюджету.

Розглянули історію та перші приклади використання теплових насосів в побуті та промислових установах. Також принцип роботи та конструкцію теплового насосу. Розібрали основні типи насосів для опалення приміщення, та особливості конструкції кожного із них. Описано плюси та мінуси використання кожного з типів теплових насосів. Розглянули нюанси та складнощі в монтажі теплових насосів різного типу до жилого будинку, як і в економічному плані, так і в плані складної установки системи теплового насосу.

Приведені також приклади не стандартних теплових насосів для опалення готелів, офісів, чи великих будівель. Для максимальної економії в великих містах використовують теплові насоси стічних вод (типу вода-вода, чи вода-повітря), а також з використанням повітря вентиляції (по типу повітря-повітря). Приведено основні критерії для підбору теплового насосу для опалення жилого будинку такі як тип ґрунту, та кліматичні особливості регіону.

Розібрано приклад розрахунку для вибору теплового насосу для дому, на прикладі власної будівлі. Власний будинок який знаходиться в Харківській області має площу 60м^2. З урахуванням всіх розрахунків ми підібрали оптимальний насос для обігріву будинку. Спочатку було приведено основні параметри будівлі: такі як товщина стін, матеріали, площа будинку та інші. З цих параметрів було розраховано фактичний опір для стін, стелі, підлоги, та вікон.

Наступним пунктом в наших розрахунках був розрахунок тепловитрат будинку. Для цього так же було проведене план будівлі, з цього плану було розраховано площу стін, підлоги, стелі , вікон. За допомогою приведених та розрахованих даних мі знаходили тепловтрати для нашого будинку. А конкретно тепловтрату для стелі, вікон, підлоги, та стін. І розрахували тепловтрату для нагріву вентиляційного повітря, в нашому випадку вийшло 1014,61 Вт. Виконали

основне завдання цього розрахунку, знайшли тепловтрату всього будинку. Потім було знайдено також тепловтрати для ГВС будинку. С цих даних ми вже можемо обрати тепловий насос який необхідний для повного, автономного опалення та охолодження будинку. Також розрахували необхідну площу для установки теплових колекторів для геотермального ТН. Та підібрали тепловий насос для будинку на нашому прикладу. З максимальною перспективою економі коштів, с урахуванням того що з1кВт енергії ми отримуємо 4 кВт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сфери застосування теплових насосів

https://www.atmosfera.ua/uk/teplovi-nasosi/sferi-zastosuvannya-teplovix-nasosiv/

2. Аналіз основних видів теплових насосів

https://alternative-energy.com.ua/uk/analiz-osnovnih-vidiv-teplovih-nasosiv/

3. Обгрунтування основних параметрів теплового насоса, що використовує шахтну воду, що відкачується на поверхню

http://masters.donntu.org/2012/fimm/demyanenko/diss/indexu.htm

4. Принцип теплового насоса

https://heizung.de/waermepumpe/wissen/das-prinzip-einer-waermepumpe-einfach-erklaert/

5. Теплові насоси (геотермальні системи) принцип роботи

http://www.ecosvit.net/ua/teplovij-nasos-vidi-ta-zastosuvannya

6. Тепло земли: обогреваем дом тепловым насосом

http://www.accbud.ua/house/energosberezhenie/istochniki-energii/teplo-zemli--obogrevaem-dom-teplovym-nasosom

7. Системы тепловых насосов

https://www.nrcan.gc.ca/energy/publications/efficiency/heating-heat-pump/6827

8. Міністерство енергетики України

https://www.energy.gov/energysaver/heat-and-cool/heat-pump-systems

9. Міністерство енергетики України
http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183238

10. BP Statistical Review of World Energy

https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf

11. Ціна на газ

https://index.minfin.com.ua/markets/gas/

12. Ціна на нафту

https://index.minfin.com.ua/markets/oil/

13. Шляхи та методи оптимізації витрат підприємства у ринкових умовах

https://vestnikdnu.com.ua/archive/201372/yarovenko-dovga.html

14. Альтернативна енергетика

https://saee.gov.ua/uk/ae

15. Вітрова енергетика

https://www.nkj.ru/archive/articles/22733/

16. Космічна сонячна енергія

https://www.greenmatch.co.uk/blog/2020/02/space-based-solar-power

17. Справа про космічну енергію

https://space.nss.org/space-solar-power/

18. Геотермальна електростанція

https://avenston.com/ru/articles/geothermal-pp-pros-cons/

19. Геотермальна енергетика україни

http://www.saee.gov.ua/uk/ae/geoenergy

20. Альтернативна енергія для приватного будинку

https://alterair.ua/objects/alternativnaya-energiya-dlya-chastnogo-doma/

21. Асортимент теплових насосів

https://www.viessmann.ua/uk/zhytlovi-budynky/teplovi-nasosy/vitocal.html

22. Джейкоб Перкинс

https://wikipedia.org/wiki/Jacob_Perkins#Refrigeration

23. Тепловий насос

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%81

24. Тепловий насос своїми руками

https://freenergy.com.ua/ru/teplovoy-nasos-svoimi-rukami/

25. Теплові насоси (геотермальні системи) принцип роботи

http://www.ecosvit.net/ua/teplovij-nasos-vidi-ta-zastosuvannya

26. Що таке повітряний тепловий насос

https://avtonomnoeteplo.ru/altenergiya/286-vozdushnyy-teplovoy-nasos-dlya-otopleniya-doma.html

27. Тепловій насос повітря-вода

https://hitachi-ukraine.com.ua/teplovoy-nasos-vozdukh-voda.html

28. Нові теплові насоси

https://elementum.com.ua/teplovye-nasosy-heliotherm/

29. Теплові насоси вода - вода

https://www.vaillant.ua/dlia-klientov/advice-knowledge/how-different-technologies-work/heat-pumps/water-water-heat-pumps/

30. Регенерація тепла в вентиляції

https://aireng.ru/blog/regeneraciya-teploty-v-sistemah-ventilyacii.html

31. Antonio Briganti. Тепловые насосы в жилых помещениях.// АВОК, 2001, №№ 5,6.

32. Проценко В.П., Радченко В.А. Теплонасосные установки с электрическим приводом для горячего водоснабжения. // Электрические станции, 1987, №7.

33. Васильев Г.П., Шилкин Н.В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах. // АВОК, 2003, №2.

34. Оборудование нетрадиционной и малой энергетики. Справочник – каталог. М.: АО ВИЭН, 2000.

35. Формули. Будівельні розрахунки

http://docs.cntd.ru/document/871001234

36. Будівельна теплотехніка

https://files.stroyinf.ru /1/4294854/4294854803.pdf

37. Будівельний калькулятор

https://allcalc.ru/node/840

38. Вибір теплового насосу

https://www.viessmann.ua/ctent/dam/vbrands/UA/PDF/Plnung_Schemen/PA_5829_472_052015_primeryustanovok_Vitocal_RU.pdf/_jcr_content/renditions/original.

media_file.download_attachment.file/PA_5829_472_05-2015_primery-ustanovok_Vitocal_RU.pdf

39. Ю.М. Мацевитый, Н.Б. Чиркин, Л.С. Богданович, А.С. Клепанда О рациональном использовании теплонасосных технологий в экономике Украины.// Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит 2007, ст 20-31

40. ЮМ Мацевитый, НБ Чиркин, АС Клепанда Об использовании тепловых насосов в мире и что тормозит их широкомасштабное внедрение в Украине.// Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит 2014 №2, ст 2-17