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 кваліфікаційної роботи

за ОКР бакалавр

«Тепловий баланс будинку при використанні теплового насосу в системі опалення»

Виконав: студент 4 курсу, групи НФ-42
Спеціальність:
«Прикладна фізика та наноматеріали»
Козир Владислав Ігорович
Керівник: к.ф.-м.н., доц. Ольга ЛІСІНА

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)

Козиря Владислава Ігоровича
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «Тепловий баланс будинку при використанні теплового насосу в системі опалення».

керівник роботи____ Лісіна Ольга Юліївна, к.ф.-м.н _____.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від "___"_____20__року №___

2. Строк подання студентом роботи_____

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1) Розрахунок термічного опору конструкцій будівлі.

2) Розробка рекомендацій, щодо підвищення термічного опору.

3) Розрахунок втрат теплоти будинку.

4) Визначення теплового балансу будинку

5) Рекомендації щодо елементів системи опалення.

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 _____ Владислав КОЗИР

Керівник роботи _____ Ольга ЛІСІНА

Перелік скорочень та абревіатур

ТЕЦ – теплова електростанція

ТН – тепловий насос

COP – coefficient of performance (коефіцієнт перетворення тепла)

ГВП – гаряче водопостачання

РЕФЕРАТ

Робота на тему «Тепловий баланс будинку при використанні теплового насосу в системі опалення» виконана студентом четвертого курсу Козирем Владиславом Ігоровичем.

Виконана робота складається з вступу, основної частини, висновків. Містить 11 рисунків, 4 таблиць, 18 використаних джерел.

Обґрунтовано актуальність використання теплового насосу в системі опалення. Проведено обчислення теплового балансу будинку при використанні теплового насосу. Проаналізовано принцип роботи та типи теплових насосів, обрано найбільш ефективний з них для області, де знаходиться об’єкт.

Дослідження в цій роботі пояснюють, чому споживачеві дуже вигідно використовувати тепловий насос в системі опалення та ГВП свого будинку.

Ключові слова: система опалення, тепловий насос, теплові втрати, теплоізоляція будинку.

ABSTRACT

The work on the topic "Heat balance of the house when using a heat pump in the heating system" was performed by a fourth-year student Kozyr Vladislav Igorovich.

The work performed consists of an introduction, main part, conclusions. Contains 11 figures, 4 tables, 18 sources used.

The relevance of using a heat pump in the heating system is substantiated. The calculation of the heat balance of the house when using a heat pump. The principle of operation and types of heat pumps are analyzed, the most effective of them is selected for the area where the object is located.

Research in this paper explains why it is very profitable for consumers to use a heat pump in the heating and hot water supply of their home.

Key words: heating system, heat pump, heat losses, thermal insulation of the house.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1. ВИДИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

1.1 Принцип роботи та типи теплових насосів 8

1.2 Тепловий насос типу «повітря-вода» 17

РОЗДІЛ 2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК БУДИНКУ

2.1 Об’єкт дослідження 21

2.2 Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій 22

2.3 Тепловий баланс приміщень 27

2.4 Рекомендації щодо зменшення тепловтрат 29

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ПОТРІБНОЇ ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ «ПОВІТРЯ-ВОДА» ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТА ГВП ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

3.1 Розрахунок потужності ТН для об’єкту 32

ВИСНОВОК 36

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 37

ВСТУП

На сьогоднішній день питання про опалення будинку є дуже важливим. Одним з найважливіших факторів є підвищення тарифів на теплопостачання. Ціни на газ - головний індикатор для тарифу на теплову енергію, яку виробляють теплоелектростанції. У структурі тарифу ТЕЦ вартість газу становить близько 80%.

Тому слідом за зростанням цін на поставку і розподіл "блакитного палива" регулятор повинен переглядати тариф на тепло і гарячу воду. 2021 рік - не виняток.

З 1 січня ціни на тепло для 23 ТЕЦ по всій країні виросли на 5,5-50% залежно від галузі, саме тому багато хто використовує тепловий насос в системі опалення свого будинку, щоб заощадити кошти. [1]

Найбільший приріст продажів теплових насосів припав на рік початку глобальної економічної кризи. Економічна криза і пов'язане з нею збільшення вартості енергоресурсів підвищує актуальність їх застосування у всіх сферах, а, отже, і їх затребуваність. В умовах економічної кризи і нестримного постійного зростання тарифів на енергоресурси в Україні ігнорувати їх переваги в подальшому просто неприпустимо. [2]

У якості об’єкта дослідження розглядається житловий будинок розташований у м. Харків.

Предметом дослідження є процес теплопереносу в огороджувальних конструкціях будинку.

Метою роботи є обчислення теплового балансу будинку.

Для досягнення цієї мети потрібно:

- Розрахувати термічний опір конструкцій будівлі;
- Розробити рекомендації, щодо підвищення термічного опору;
- Розрахувати втрати теплоти будинку;
- Визначити тепловий баланс будинку;
- Дати рекомендації щодо елементів системи опалення.

РОЗДІЛ 1
ВИДИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

1.1. Принцип роботи та типи теплових насосів

Принцип теплового насоса випливає з робіт Карно, опублікованого в його дисертації в 1824 році. Концепція теплових насосів була розроблена в 1852 році видатним британським фізиком і інженером Вільямом Томсоном і надалі вдосконалена і деталізована австрійським інженером Петером Ріттер фон Ріттінгером. Петера Ріттера фон Ріттінгера вважають винахідником теплового насоса, адже саме він спроектував і встановив перший відомий тепловий насос в 1855 році. [3]

Вперше в Європі потужний тепловий насос для опалення будівлі був застосований в Цюріху в 1938 році. Випробування теплового насоса проводилися в 50-і роки в Вищому технічному училищі м Дрезден. У 1940-х роках тепловий насос був відомий завдяки своїй надзвичайній ефективності, але реальна потреба в ньому виникла після нафтової кризи 1973 року, коли, незважаючи на низькі ціни на енергоносії, з'явився інтерес до енергозбереження. У 1978-1979 рр. в Німецькій Демократичній Республіці почалося широке застосування теплових насосів. [4]

Зараз в деяких країнах Європи теплові насоси добре користуються попитом. Ось декілька прикладів: Швеція, Болгарія, Греція, Франція - лідери за кількістю встановлених теплонасосів. Німеччина другий в ЄС ринок теплонасосів після Франції.

Теплові насоси успішно використовуються в побуті і промисловості в Європі і США вже більше 25 років. Їх особливість полягає в перетворенні так званого низько потенційного тепла навколишнього середовища: землі, води, повітря. На нашому ринку ця екологічна технологія набула поширення порівняно недавно.

Експериментальні селища, які опалювалися за допомогою теплових насосів, існували ще в Радянському Союзі. Те, що було сміливим експериментом в двадцятому столітті, в двадцять першому - увійшло в практику. [5]

Відомими прикладами теплових насосів є холодильники і кондиціонери. Теплові насоси можуть використовуватися як для нагрівання, так і для охолодження. Коли тепловий насос використовується для нагрівання, він реалізує той же тип термодинамічної циклу, що і холодильник, але в протилежному напрямку, вивільняючи тепло в приміщенні, що нагрівається і забираючи тепло з більш холодного навколишнього повітря.

За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства, теплові насоси будуть забезпечувати 30% потреб в енергії на опалення в країнах ОЕСР (Організація економічного співробітництва та розвитку) до 2050 року. А ось за оцінкою Світового енергетичного комітету, вже в найближчі п'ять років частка опалення та гарячого водопостачання від теплових насосів становитиме в розвинених країнах не менше 75%. [3]

Якщо розглядати нашу країну, то є багато чинників, які з кожним роком підвищують попит на використання теплових насосів.

Тепловий насос - це система, за допомогою якої можна переносити тепло від менш нагрітого тіла до більш нагрітого, збільшуючи температуру останнього. Теплові насоси дозволяють отримувати дешеве тепло без шкоди для навколишнього середовища. [5]

Роботу теплового насоса можна розділити на 5 етапів:

1) закипання фреону в випарнику;
2) стиснення холодоагенту компресором;
3) передача тепла конденсатора опалювального контуру;
4) проходження охолодженого сконденсованого холодоагенту через дросельний клапан;
5) повернення охолодженого і рідкого фреону в теплообмінник випарника.

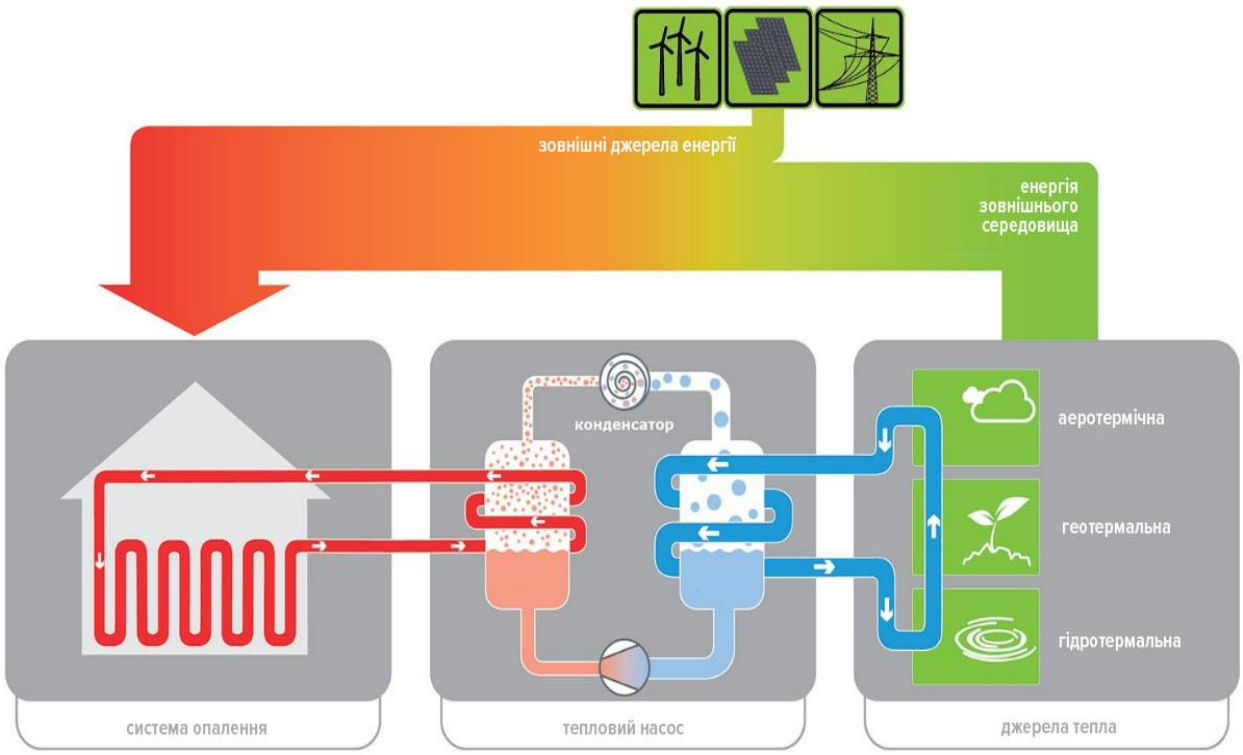


Рис. 1.1 Принцип роботи теплового насоса

Призначення теплових насосів - опалення та охолодження. Додаткова функція - нагрів води для використання в побуті або на виробництві. Це найбільш функціональне обладнання в порівнянні з будь-якими котлами або кондиціонерами.

Тепло може вилучатись з:

- підземних ґрунтових вод, що залягають на глибині до 15-20 м;
- близького водоймища;
- майданчика ґрунту з глибиною укладання горизонтального колектора до 1,2-1,5 м;
- глибоких пробурених свердловин глибиною до 40-50 м. [6]

По виду передачі енергії теплові насоси бувають двох типів:

- Компресійні (основні елементи установки - це компресор, конденсатор, розширювач і випарник. Використовується цикл стискання-розширення теплоносія з виділенням тепла. Цей тип теплових насосів простий, високоефективний і найбільш популярний);

- Абсорбція (це теплонасоси нового покоління, що використовують як робоче тіло пару абсорбент-хладон. Застосування абсорбенту підвищує ефективність роботи теплового насоса).

За джерелом тепла виділяють теплові насоси:

- Геотермальні (Теплова енергія береться з ґрунту або води);
- Повітряні (Тепло витягується з атмосфери);
- Ті, що використовують вторинне тепло (Як джерело тепла використовуються повітря, вода, каналізаційні стоки).

По виду теплоносія вхідного / вихідного контуру:

- Теплові насоси «повітря-повітря» (Цей тип ТН забирає тепло у холоднішого повітря, ще більше знижує його температуру, і віддає його в опалювальне приміщення);
- Теплові насоси «вода-вода» (Використовується тепло грунтових вод, що передається воді для опалення та ГВП);
- Теплові насоси «вода-повітря» (Використовуються зонди або свердловини для води і повітряна система опалення);
- Теплові насоси «повітря-вода» (Атмосферний тепло використовується для водяного опалення);
- Теплові насоси «грунт-вода» (Труби прокладаються під землею, і по ним циркулює вода, яка забирає тепло з грунту);
- Теплові насоси «лід-вода» (Для нагрівання води в системі опалення і гарячого водопостачання використовується теплова енергія, яка вивільняється при отриманні льоду. Заморожування 100-200 л води здатне забезпечити обігрів середнього будинку в протягом години). [5]

Переваги теплових насосів:

- Інноваційні технології для теплопостачання, кондиціонування та ГВП, представлені в одному приладі - тепловому насосі.
- Економічність та зниження витрат в кілька разів на опалення і ГВП.

- Екологічна чистота теплового насоса, немає викидів CO2 і забруднень навколишнього середовища.
- Не потрібен нагляд за пожежною безпекою, узгодження, постійний контроль за безпекою обладнання.
- Інтелектуальне управління та економічні режими роботи, контроль мікроклімату по датчикам температури й вологості.
- Управління різнотемпературними контурами опалення: радіаторами та теплими підлогами.
- Кондиціонування та опалення з тепловими насосами і фанкойлами.
- Геотермальний тепловий насос, який має високу ціну, економічно вигідний варіант для опалення нового будинку без газу, особливо в умовах обмеженої виділеної для дому потужності електромережі.
- У підсумку за обігрів будинку або нагрівання води доведеться платити в кілька разів менше, ніж якби використовувався електрокотел або бойлер. Економія витрат на опалення може досягати 75-80%!
- При нинішніх тарифах на газ, газовий котел в 2-3 рази дорожче в експлуатації, ніж тепловий насос. [6]

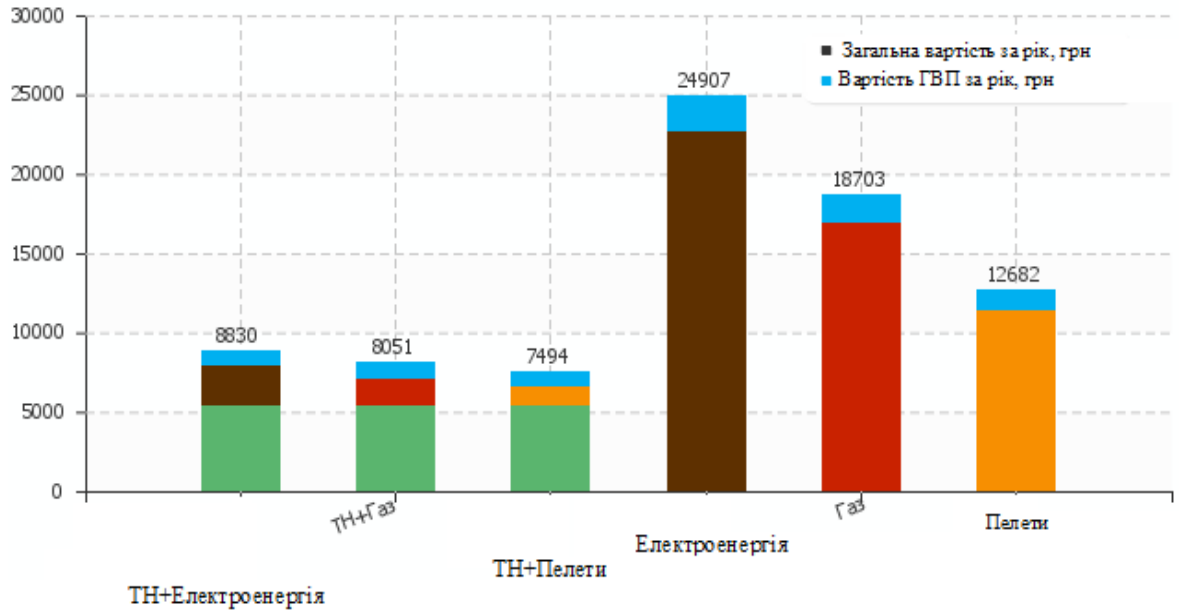


Рис. 1.2 Річні витрати на систему опалення та гарячого водопостачання в залежності від обраного виду палива

До недоліків теплових насосів, які використовуються для опалення, слід віднести велику вартість встановленого обладнання, необхідність складного і дорогого монтажу зовнішніх підземних або підводних теплообмінних контурів. Недоліком повітряних теплових насосів є більш низький коефіцієнт перетворення тепла, пов'язаний з низькою температурою кипіння холодоагенту в зовнішньому «повітряному» випарнику. Загальним недоліком теплових насосів є порівняно низька температура води, що нагрівається, в більшості не більше +50 ° С … +60 ° С, причому, чим вище температура води, що нагрівається, тим менше ефективність і надійність теплового насоса. [3]

На сьогоднішній день на ринку України представлена велика кількість різних теплових насосів. Зараз більш детально розглянемо теплові насоси, які більш доступні для експлуатації.

Геотермальний тепловий насос

Геотермальний тепловий насос - це система, що черпає надлишки тепла з шару поверхневого ґрунту, глибинних свердловин або найближчого водоймища.

Температура землі на глибині нижче промерзає взимку шару завжди позитивна - до 5-10 (° С). Накопиченого за літню пору тепла достатньо, щоб ґрунтовий тепловий насос зміг взимку опалювати приміщення.

Для теплоз'єму укладається трубчастий пластиковий колектор або опускаються подвійні зонди, в яких циркулює теплоносій, що не замерзає в зимових умовах. Чим більше житлової площі, тим довше труби колектора або глибина зондів. Питома потужність теплоз'єму для різних ґрунтів може бути від 8 до 32 Вт / м². Враховуються також характеристики ґрунту і його верств, що вимагає геологічних вишукувань.

Якщо недалеко від будинку розташований ставок або водоймище з достатнім об'ємом води і глибиною, в нього укладають на глибину (на дно) спіралі і кільця пластикового колектора.

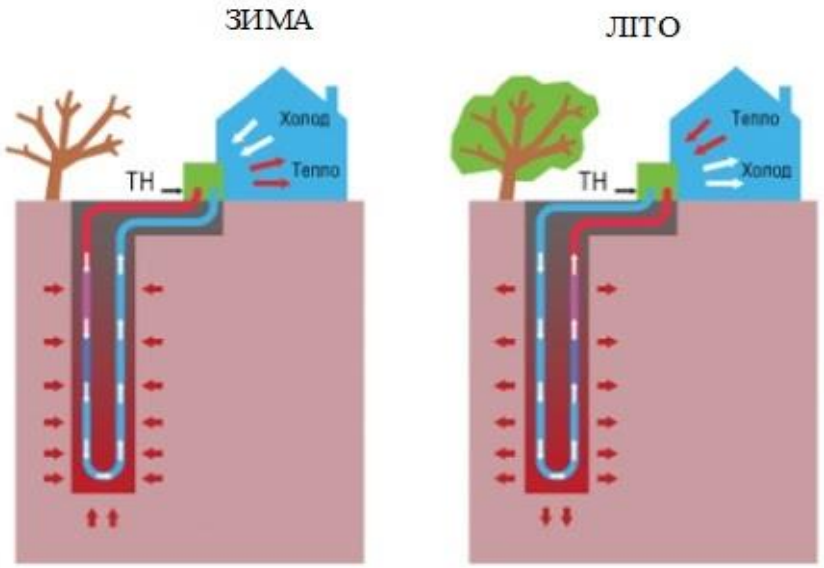


Рис. 1.3 Принцип роботи геотермального ТН

Тепловий насос «вода-вода»

Тепловий насос вода-вода, принцип роботи якого заснований на витяганні тепла з підземних вод, досить складний в установці. Температура води на глибині цілий рік постійна - близько +10 ° С.

Для установки такого теплового насоса потрібен аналіз глибини водного горизонту, кількості, якості і чистоти води. Його продуктивність по теплу або холоду не залежить від атмосферних умов або зміни сезону. Коефіцієнт перетворення енергії у водяного теплового насоса високий , але установка і обслуговування проблематичні.

Тепловий насос вода-вода для опалення - вигідний варіант тільки за умови грамотного підбору і розрахунку обладнання, а також висококваліфікованого монтажу та пусконалагодження.

Ціна геотермального і водяного теплових насосів велика через необхідність проведення попередніх досліджень і дорогих монтажних робіт.

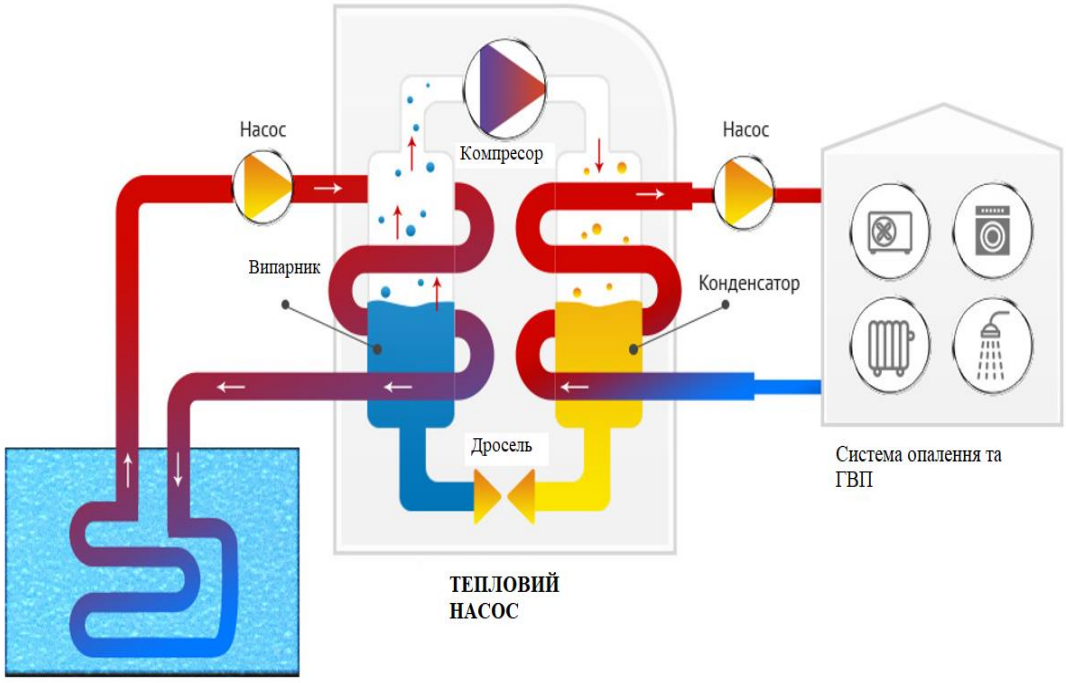


Рис. 1.4 Принцип роботи ТН «вода-вода»

Тепловий насос «повітря-вода»

Такий тепловий насос більш доступний за ціною і в установці. Він найбільш підходить для інтеграції в модернізовану систему опалення, а також легко встановлюється і швидко окупається при впровадженні в новому будинку. Оскільки його теплова продуктивність залежить від зовнішньої температури повітря, повітряний тепловий насос вигідно використовувати в бівалентних схемах, з резервним другим джерелом тепла.

Загальна потужність теплового насоса з резервним джерелом стає мало не вдвічі менше, як і його вартість, але енергоефективність і економічність загальної системи теплозабезпечення залишається оптимальною.

Розрізняють моноблочну компоновку або комплект, що включає зовнішній і внутрішній блоки. Повітряний інверторний тепловий насос точно і економно відповідає на пріоритетні навантаження по теплу, ГВС або по холоду. Коефіцієнт енергоефективності таких систем - до 5 і більше, вони здатні працювати навіть при зовнішній температурі до -25 ° С. Це найбільш популярні теплові насоси для впровадження в помірному кліматі на більшій частині території України.

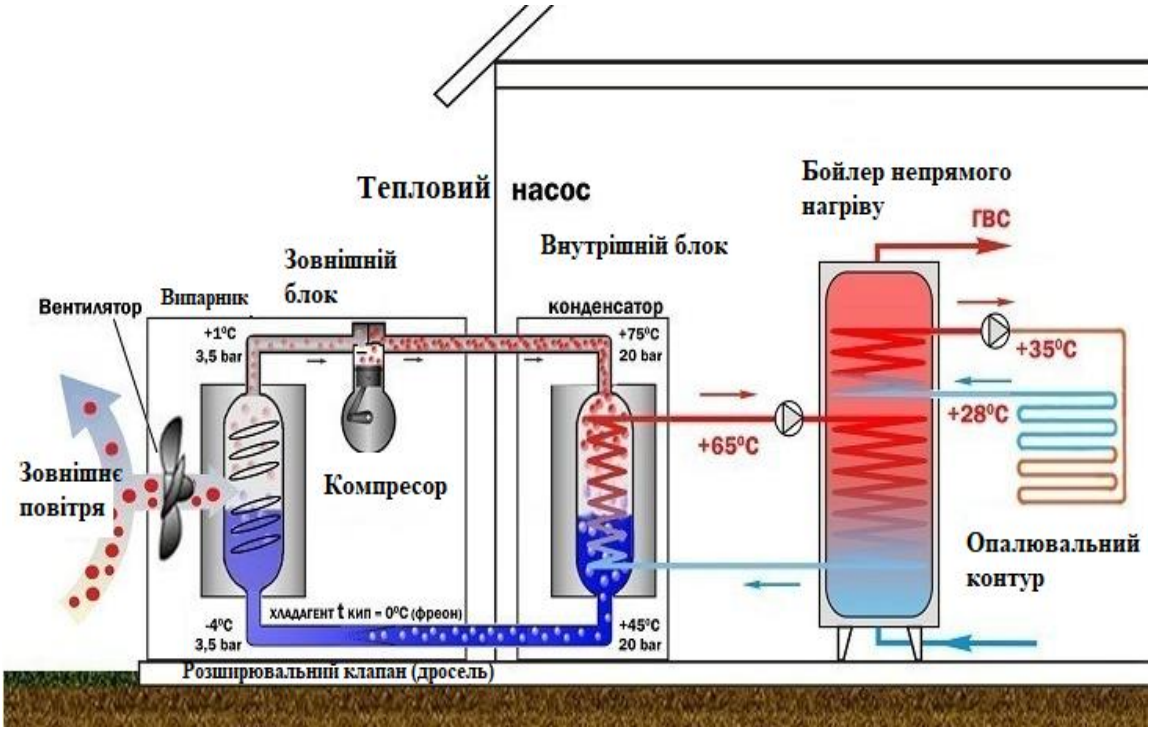


Рис. 1.5 Принцип роботи ТН «повітря-вода»

Такі моделі - доступний за кліматичними умовами варіант для швидкоокупного проекту модернізації опалення або установки в новому будинку як в містах мільйонниках, так і в регіонах.

Тепловий насос «повітря-повітря»

Використовує тепло вентиляційного або зовнішнього повітря, тепловий насос повітря-повітря схожий за схемою роботи на кондиціонер «охолодження / обігрів», але з пріоритетом роботи на опалення. Цей тепловий насос використовують як систему, яка дозволяє економити кошти на опаленні будинку не тільки в Європі, але і в Україні.

Крім того, такі теплонасоси можуть бути обладнані комплектом для приготування гарячої води і відрізняються високими показниками сезонної енергоефективності.

Теплові насоси використовуються для нагріву води в басейнах або технологічних процесів, в деяких промислових сферах або в будівництві для опалення будь-яких комерційних об'єктів. [6]

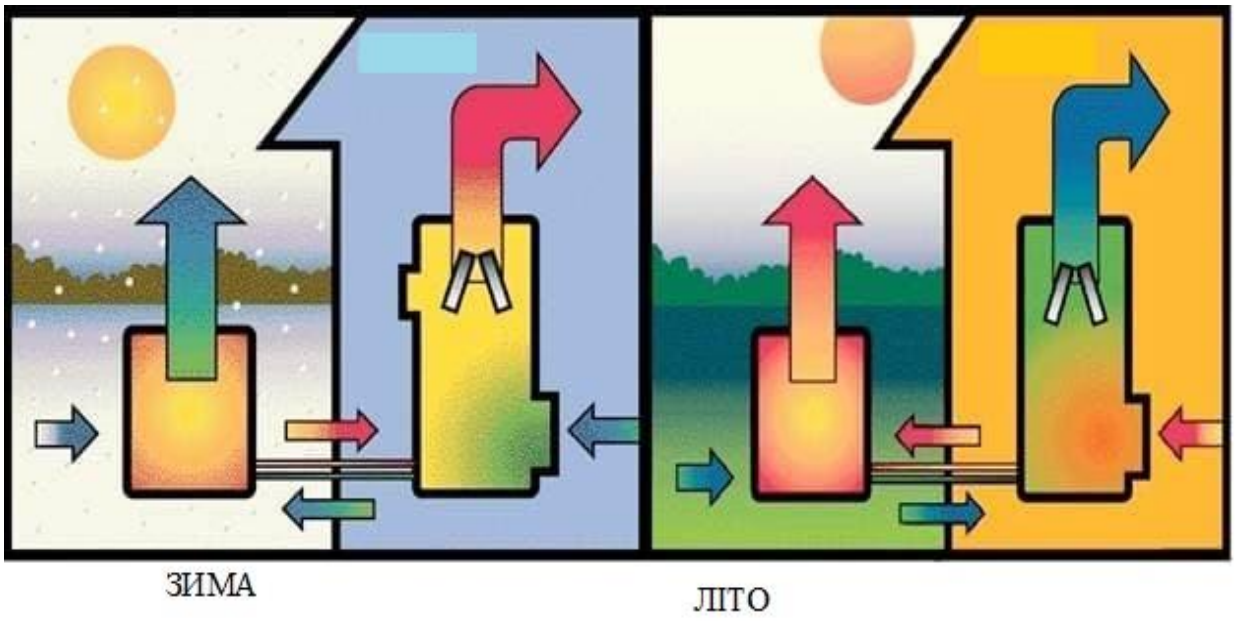


Рис. 1.6 Принцип роботи ТН «повітря-повітря»

1.2 Тепловий насос типу «повітря-вода»

Для багатьох людей прерогативою є максимальна економія фінансів. В принципі, з урахуванням нинішньої ситуації в країні, фантазувати в цьому напрямку не складе великих труднощів. Тоді в питанні вибору системи опалення, перш за все, варто звернути увагу на теплові насоси повітря-вода. Обладнання даного типу відрізняється досить швидкою окупністю. Для даного об’єкту я обрав саме такий тепловий насос, тому що в районі, де знаходиться будинок, проблематично встановити геотермальний ТН. Повітряний ТН навпаки простий в установці та в подальшій експлуатації.

Такі насоси встановлюють:

- для систем опалення приватних будинків, особняків, багатоквартирних будинків, адміністративних будівель або установ;
- для нагріву води в басейнах;
- для опалення теплиць і фермерських господарств;
- для опалення виробничих будівель;
- для влаштування систем опалення в нових будівлях;
- для поліпшення або заміни газових та інших котелень в уже давно побудованих будинках.

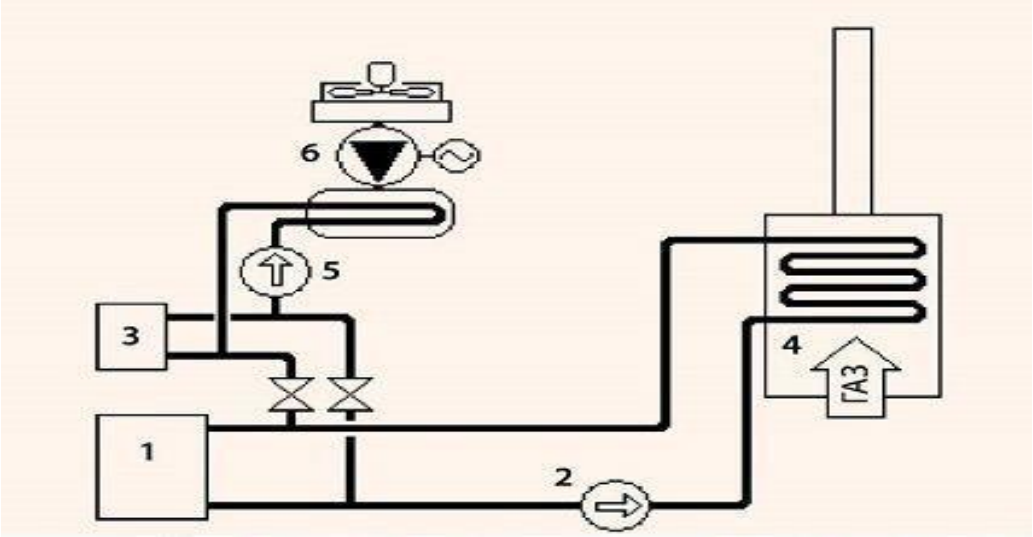


Рис. 1.7 Схема установки ТН «повітря-вода» у споживача

На рисунку зображено:

1) Система теплопостачання;
2) Мережевий насос;
3) Споживач системи теплопостачання;
4) Котел;
5) Насос конденсатора;
6) ТН «повітря-вода».

Принцип роботи теплового насоса «повітря-вода»

Головним джерелом для забору тепла є повітря. Повітряний тепловий насос може виробити до 5 кВт енергії для нагріву води та опалення приміщення, витративши всього лише 1 кВт мережевої електрики для роботи приводу.

Суть функціонування повітряного теплового насоса полягає в акумулюванні енергії, яку виділяє повітря при випаровуванні в момент проходження через замкнутий контур холодоагенту. Наступний етап - конденсація холодоагенту з виділенням теплової енергії для її передачі в опалювальну систему.

Повітря з навколишнього середовища втягується вентилятором і направляється на теплообмінник випарника теплового насоса. Температура холодоагенту, який знаходиться в теплообміннику, завжди нижча за температуру

повітря, що поступає. Таким чином, під впливом останнього, холодоагент закипає і переходить в пароподібний стан.

Далі в такому вигляді він піддається стисканню в компресорі. Під час цього його тиск, а, як наслідок, і температура середовища зростають. На цьому етапі відбувається перетворення в теплову енергію механічної енергії компресора. Розігрітий і стиснутий холодоагент подається на теплообмінник конденсатора. Там він через охолодження в конденсаторі віддає теплову енергію системі опалення, а сам піддається конденсації і майже повністю повертається в стан рідини.

Після цього холодоагент проходить через розширювальний клапан для додаткового охолодження. Далі тиск падає до початкового, після чого він знову подається у випарник вже повністю в рідкому вигляді. І цикл повторюється.

Система теплового насоса

До складу ТН «повітря-вода» входять:

- зовнішні блоки: один (моноблок) або два (спліт-система: зовнішній і внутрішній блоки);
- бак для гарячої води або бойлер з трубчастим електронагрівачем (в бівалентному режимі, якщо встановлено додатковий нагрівач для води);
- система розподілу тепла (теплі підлоги, фанкойли, радіатори або конвектори);
- автоматика для управління (контролер, термостат, датчик).

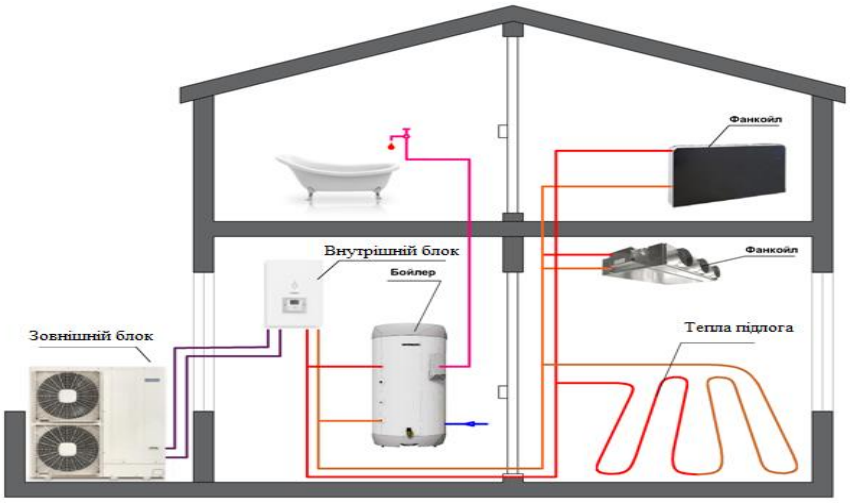


Рис. 1.8 Система ТН

Переваги ТН «повітря-вода»:

- економічна вигода (мінімальні фінансові витрати на установку та експлуатацію);
- існує високотемпературне та середньотемпературне обладнання для роботи з теплими підлогами, конвекторами, радіаторами та фанкойлами (додаткове кондиціонування);
- універсальність роботи (на нагрів води, опалення та кондиціонування або просто опалення);
- високий клас енергоефективності (A +++);
- високий коефіцієнт перетворення енергії: COP - до 5,0;
- широкий модельний ряд;
- робота від однофазної або трифазної мережі;
- можливість установки в каскаді;
- управління роботою через інтернет, погодозалежне управління або ж налаштування режимів роботи;
- можливість роботи як в режимі автономності, так і в комплексі з котлом;
- контроль додаткових джерел тепла: електронагрівач, сонячний колектор або котел;
- регулювання цілого комплексу контурів опалення, підігрів води для потреб в будинку або нагрівання води для басейну;
- нескладний монтаж обладнання;
- простота використання і обслуговування;
- економія електроенергії.

На даний момент на ринку України теплові насоси "повітря-вода" мають найбільший попит, оскільки відрізняються від інших типів обладнання, перш за все, високою сезонною ефективністю. [7]

РОЗДІЛ 2.
ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК БУДІВЛІ

2.1 Об’єкт дослідження

Для обчислення теплового балансу будинку обрано приватний будинок, який знаходиться в Україні, м.Харків. Будинок знаходиться у північно-східному кліматичному регіоні України.



Рис. 2.1 Приватний будинок (об’єкт для розрахунків)

Харківська область приблизно однаково розділена на дві кліматичні підсмужки з помірного поясу: лісові степи (Північна половина) і степ (Південна половина). Середня температура в січні для регіону становить (-5) - (-7) градусів по Цельсію, в липні (+21) – (+22) градусів.

Найвища температура, яка записана в регіоні, склала близько 40 градусів Цельсія, а в деяких надзвичайно суворих зим заморозки перетнули поріг в 30 градусів Цельсія. Середньорічна кількість опадів становить 540 мм. [8]

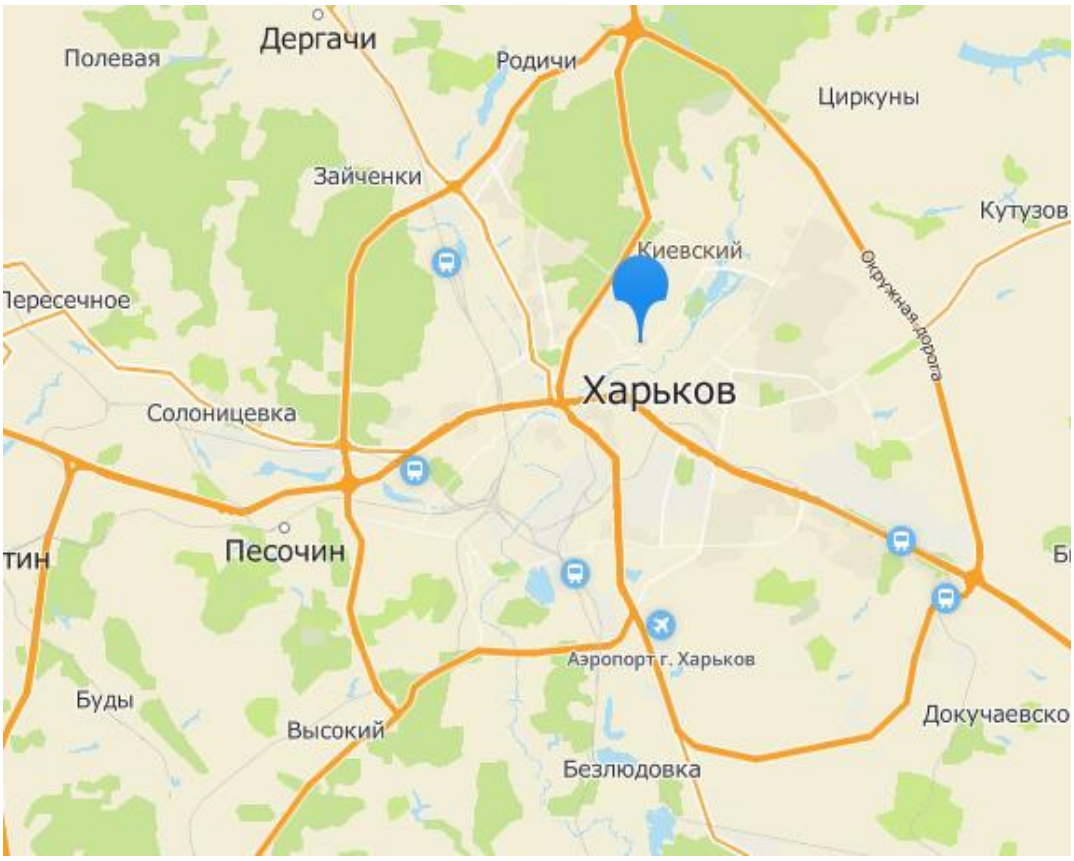


Рис. 2.2 Розташування приватного будинку відносно м. Харкова

2.2 Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

Щоб розуміти, для чого потрібен тепловий насос, треба обчислити тепловий баланс будинку. Потрібно розрахувати, скільки тепла втрачається в всередині об'єкта для нагрівання повітря, а також потрібно знати скільки тепла втрачається через зовнішні конструкції огорожі. Після розрахунків ми будемо знати місця в будинку, через які ми втрачаємо найбільше тепла.

З плану будинку можна розрахувати площу огородж.увальних конструкцій:

- $A_{підлоги} = 60{,}5 м^2$
- $A_{стелі} = 60{,}5 м^2$
- $A_{вікон} = 5{,}81 м^2$
- $A_{стіни} = 102{,}06 м^2$

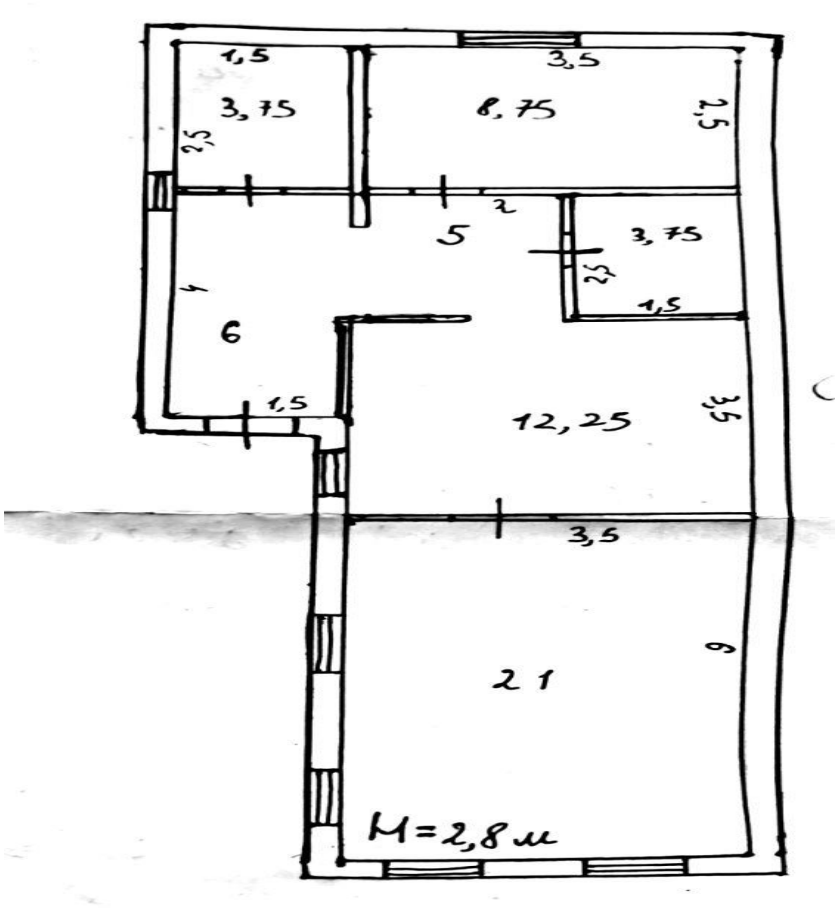


Рис. 2.3 План приватного будинку

Щоб розрахувати середню щорічну втрату тепла через стіни, потрібно знати реальний опір стінок, вікон, стелі і підлогового покриття.

Ми повинні знати фактичний опір теплопередачі, для цього треба розрахувати втрату тепла через зовнішні стіни.

Для того, щоб було простіше рахувати, накреслимо таблицю технічних характеристик огороджувальних конструкцій будинку.

Коефіцієнт внутрішньої та зовнішньої поверхні візьмемо з «ДБН В.2.6-31-2006»:

$\alpha_{\text{звн}} = 23$ Вт/м^2°С , $\alpha_{\text{вн}} = 8{,}7$ Вт/м^2°С [9]

Характеристики зовнішніх огороджень об’єкту: [10]

Таблиця 2.1

Характеристики зовнішніх стін будинку

Найменування матеріалу	**Символ**	**Характеристика**
Товщина штукатурки (Вапняно-піщаний розчин)	$\delta_{\text{шт}}$	0,01 *м*
Коефіцієнт теплопровідності штукатурки	$\lambda_{\text{шт}}$	0,7 Вт/*м℃*
Товщина стіни (Червона щільна цегла)	$\delta_{\text{ст}}$	0,3 *м*
Коефіцієнт теплопровідності стіни	$\lambda_{\text{ст}}$	0,67 Вт/*м℃*

Таблиця 2.2

Характеристики стелі будинку

Найменування матеріалу	**Символ**	**Характеристика**
Товщина штукатурки (Вапняно-піщаний розчин)	$\delta_{\text{шт}}$	0,01 м
Коефіцієнт теплопровідності штукатурки	$\lambda_{\text{шт}}$	0,7 Вт/*м℃*
Товщина дерев’яної перекладини (Дубові балки)	$\delta_{\text{осн}}$	0,05 м
Коефіцієнт теплопровідності дерев’яної перекладини	$\lambda_{\text{осн}}$	0,41 Вт/*м℃*

Таблиця 2.2 – Характеристики стелі будинку(продовження таблиці)

Товщина ізоляції (Мати мінераловатні прошивні ГОСТ 21880-76)	$\delta_{із}$	0,1 м
Коефіцієнт теплопровідності ізоляції	$\lambda_{із}$	0,07 Вт/*м℃*

Таблиця 2.3

Характеристики підлоги будинку

Найменування матеріалу	**Символ**	**Характеристика**
Товщина основи (Вапняно-піщаний розчин)	$\delta_{осн}$	0,01 м
Коефіцієнт теплопровідності основи	$\lambda_{осн}$	0,7 Вт/*м℃*
Товщина основи (Залізобетон)	$\delta_{зб}$	0,2 м
Коефіцієнт теплопровідності основи	$\lambda_{зб}$	1,92 Вт/*м℃*
Товщина підлогового покриття (Лінолеум)	$\delta_{під}$	0,001 м
Коефіцієнт теплопровідності підлогового покриття	$\lambda_{під}$	0,38 Вт/*м℃*

Таблиця 2.4

Характеристики вікон будинку

Найменування матеріалу	**Символ**	**Характеристика**
Товщина склопакету (Скло віконне ГОСТ 111-78)	$\delta_{\text{скл}}$	0,004 м
Коефіцієнт теплопровідності	$\lambda_{\text{скл}}$	0,76 Вт/м℃
Кількість віконних склопакетів	шт	2

За допомогою значень наведених у таблиці, ми можемо розрахувати фактичний опір, використовуючи формулу [11]:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \cdots \frac{\delta_{\text{n}}}{\lambda_{\text{n}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} \quad (2.1)$$

Фактичний опір стіни:

$$R_{стіни} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} = \frac{1}{8{,}7\frac{\text{Вт}}{м℃}} + \frac{0{,}01м}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{м℃}} + \frac{0{,}3м}{0{,}67\frac{\text{Вт}}{м℃}} + \frac{1}{23\frac{\text{Вт}}{м℃}} =$$

$$=0{,}622\ \frac{Вт}{мК} \quad (2.2)$$

$\text{R}_{\text{норм}} - 2{,}2\ (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}.$

$R_{стіни} < \text{R}_{\text{норм}}$

Опір стіни менше ніж нормативний, тому подрібно підвищити опір, а саме утеплити стіни.

Фактичний опір стелі:

$$R_{стелі} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{\delta_{\text{осн}}}{\lambda_{\text{осн}}} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} = \frac{1}{8{,}7\frac{\text{Вт}}{м℃}} + \frac{0{,}01м}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{м℃}} + \frac{0{,}05м}{0{,}41\frac{\text{Вт}}{м℃}} + \frac{0{,}1м}{0{,}07\frac{\text{Вт}}{м℃}} + \frac{1}{23\frac{\text{Вт}}{м℃}} =$$

$$=1{,}722\ \frac{Вт}{мК} \quad (2.3)$$

Фактичний опір підлоги:

$$R_{підлоги} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{осн}}{\lambda_{осн}} + \frac{\delta_{зб}}{\lambda_{зб}} + \frac{\delta_{під}}{\lambda_{під}} + \frac{1}{\alpha_{звн}} = \frac{1}{8{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}01м}{0{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}2м}{1{,}92\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}001м}{0{,}38\frac{Вт}{м℃}} +$$

$$+\frac{1}{23\frac{Вт}{м℃}} = 0{,}279\ \frac{Вт}{мК} \quad (2.4)$$

Фактичний опір вікон:

$$R_{вікон} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{скл}}{\lambda_{скл}} + \frac{\delta_{ск}}{\lambda_{ск}} + \frac{1}{\alpha_{звн}} = \frac{1}{8{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}004м}{0{,}76\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}004м}{0{,}76\frac{Вт}{м℃}} + \frac{1}{23\frac{Вт}{м℃}} =$$

$$=0{,}168\ \frac{Вт}{мК} \quad (2.5)$$

2.3 Тепловий баланс приміщення

Знаючи фактичний опір, можна розрахувати тепловтрати будинку – Q. Для цього потрібно дізнатися $\sum Q_1$(тепловтрати через огороджувальні конструкції) та Q_2(тепловтрата для нагріву вентиляційного повітря) .

Рахувати тепловтрати будемо за формулами [12] :

$$Q = \sum Q_1 + Q_2 \quad (2.6)$$

$$Q_1 = \frac{1}{R} \cdot A \cdot (t_{вн} - t_{зовн}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \quad (2.7)$$

$$Q_2 = 0.337 \cdot A_{підлоги} \cdot h \cdot (t_{вн} - t_{зовн}) \quad (2.8)$$

Зовнішню температуру ($t_{зовн}$) будемо вважати як середньорічну температуру міста Харкова - 6,9℃. [8]

- Тепловтрати через стіни:

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

$$= \frac{1}{0{,}622\frac{Вт}{мК}} \cdot 102{,}06м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 =$$

$$= 2773{,}83\ Вт \quad (2.9)$$

- Тепловтрати через стелю:

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

$$= \frac{1}{1{,}722 \frac{Вт}{мК}} \cdot 60{,}5 м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 0{,}75 = \quad (2.10)$$

$$= 445{,}45 \text{ Вт}$$

- Тепловтрати через підлогу:

Зовнішню температуру ($t_{зовн}$) будемо вважати як середньорічну температуру ґрунту міста Харкова - 6,9℃ . [13]

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

$$= \frac{1}{0{,}279 \frac{Вт}{мК}} \cdot 60{,}5 м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 0{,}6 = \quad (2.11)$$

$$= 2199{,}47 \text{ Вт}$$

- Тепловтрати через вікна:

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

$$= \frac{1}{0{,}168 \frac{Вт}{мК}} \cdot 5{,}81 м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 = \quad (2.12)$$

$$= 584{,}63 \text{ Вт}$$

- Тепловтрати для нагріву вентиляційного повітря:

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

$$= 0{,}377 \cdot 60{,}5 м^2 \cdot 2{,}8\ м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) = 1028{,}21 \text{ Вт} \quad (2.13)$$

Розрахувавши всі тепловтрати , можна порахувати тепловтрату всього будинку разом.

- Тепловтрати всього будинку:

$$Q = \sum Q_1 + Q_2 = Q_{стіни} + Q_{стелі} + Q_{підлоги} + Q_{вікна} + Q_2 =$$

$$= 2773{,}83 + 445{,}45 + 2199{,}47 + 584{,}63 + 1028{,}21 =$$

$$= 7031{,}59 \text{ Вт} \quad (2.14)$$

2.4 Рекомендації щодо зменшення тепловтрат

Обчисливши тепловтрати будинку, ми бачимо, що значну кількість тепла будівля втрачає через стіни, вікна та підлогу.

Найзначніша втрата тепла - близько 40%, відбувається через стіни будівель, тому продумане утеплення стін приватного будинку кардинально поліпшить його теплозберігаючі параметри.

Утеплення стін будинку може бути виконано за технологією «мокрого» або навісного фасаду. Основна відмінність цих методів між собою полягає в принципі монтажу фасадного облицювання. При облаштуванні «мокрого» фасаду щільний утеплювач (пінопласт) кріплять на стіну, а потім виконують декоративну обробку із застосуванням клеючих сумішей. При монтажі навісного фасаду після установки утеплювача (мінеральної або скловати) монтують обрешітку, а потім в її профілі закріплюють облицювальні модулі. [14]

Щоб зменшити втрати тепла через стіни, можна утеплити їх за допомогою пінопласту.

Характеристики ізоляції для утеплення стін: [10]

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

Коефіцієнт теплопровідності ізоляції ($\lambda_{із}$) – 0,04 Вт/м℃

$$R_{стіни} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із}} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_{звн}} = \frac{1}{8{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}01м}{0{,}7\frac{Вт}{м℃}} +$$

$$+\frac{0{,}05м}{0{,}04\frac{Вт}{м℃}}+\frac{0{,}3м}{0{,}67\frac{Вт}{м℃}}+\frac{1}{23\frac{Вт}{м℃}}=1{,}872\ \frac{Вт}{мК}$$

(2.15)

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

$$= \frac{1}{1{,}872\ \frac{Вт}{мК}} \cdot 102{,}06м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 = \quad (2.16)$$

$$= 921{,}65\ Вт$$

За допомогою ізоляції нам вдалося зменшити втрати тепла через стіни в ~3 рази.

Одна з ключових функцій вікна – це енергозбереження. Чим менше тепла пропускає конструкція, тим нижчим буде рівень тепловтрат будівлі, і тим менше енергії (а значить, і грошей) потрібно буде витрачати на його обігрів в холодну пору року.

Основний документ, що регламентує вимоги до енергоефективності віконних конструкцій в Україні – ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». Він містить вимоги, що стосуються мінімальних значень опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій. Для Харкова – 0,75. Наші вікна не відповідають мінімальним вимогам.

Для зменшення тепловтрат через вікна, треба замінити наші вікна з опором $0{,}168\ \frac{\text{Вт}}{мК}$, на вікна WDS 5S з мінімальним опором 0,80. [15]

$$Q_{вікна} = \frac{1}{R_{вікон}} \cdot A_{вікон} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$
$$= \frac{1}{0{,}8\ \frac{\text{Вт}}{мК}} \cdot 5{,}81 м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 = \quad (2.17)$$
$$= 122{,}77\ \text{Вт}$$

Замінивши вікна, тепловтрати зменшаться у ~5 разів.

Підлогу можна утеплити пінопластом. Це дуже простий та бюджетний спосіб. Коефіцієнт теплопровідності пінопласту – 0,04.

До недоліків цього матеріалу варто віднести його низьку механічну міцність - цей матеріал кришиться, ламається, під час його монтажу утворюються стики, нещільності, що призводить до утворення містків холоду.

Треба пам’ятати, що пінопласт відноситься до горючих матеріалів, які під час горіння виділяють надзвичайно шкідливі і небезпечні для здоров'я людей речовини. Отже використовувати його потрібно з обережністю. [16]

Характеристики ізоляції для утеплення підлоги: [10]

Товщина ізоляції ($\delta_{\text{із}1}$) – 0,1 м.

Коефіцієнт теплопровідності ізоляції ($\lambda_{\text{із}1}$) – 0,04 Вт/м℃

$$R_{підлоги} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{осн}}{\lambda_{осн}} + \frac{\delta_{зб}}{\lambda_{зб}} + \frac{\delta_{під}}{\lambda_{під}} + \frac{\delta_{із1}}{\lambda_{із1}} + \frac{1}{\alpha_{звн}} = \frac{1}{8{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}01м}{0{,}7\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}2м}{1{,}92\frac{Вт}{м℃}} +$$

$$+\frac{0{,}001м}{0{,}38\frac{Вт}{м℃}} + \frac{0{,}1м}{0{,}04\frac{Вт}{м℃}} + \frac{1}{23\frac{Вт}{м℃}} = 2{,}779\ \frac{Вт}{мК} \quad (2.18)$$

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

$$= \frac{1}{2{,}779\frac{Вт}{мК}} \cdot 60{,}5м^2 \cdot (23℃ - 6{,}9℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 0{,}6 = \quad (2.19)$$

$$= 220{,}82\ Вт$$

Тепловтрати через підлогу зменшились у ~10 разів.

$$Q = \sum Q_1 + Q_2 == Q_{стіни} + Q_{стелі} + Q_{підлоги} + Q_{вікна} + Q_2 =$$

$$= 921{,}65 + 445{,}45 + 220{,}82 + 122{,}77 + 1028{,}21 =$$

$$= 2738{,}9\ Вт \quad (2.20)$$

Виконавши всі рекомендації, втрати тепла у всьому будинку зменшились майже в 3 рази.

РОЗДІЛ 3.
РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ «ПОВІТРЯ-ВОДА» ДЛЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

3.1 Розрахунок потужності ТН необхідного для приватного будинку

Теплова потужність теплового насоса повітря-вода – кількість витягується з навколишнього середовища поновлюваного тепла, прямо пропорційна температурі зовнішнього повітря. Чим холодніше повітря, тим витратніший витяг із нього тепла. Коефіцієнт перетворення COP змінюється залежно від температур зовнішнього середовища: чим нижче температура «за бортом», тим більше енергії споживає повітряний тепловий насос.

Визначення потужності і вибір теплового насоса – справа досить складна. Зазвичай реальні цифри і діаграми продуктивності постачаються 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.

Система опалення з тепловим насосом зазвичай реалізується на базі радіаторного розведення і/або системи з теплою підлогою, стінами або з системою фанкойлів. При цьому температура нагрівання теплоносія відрізняється від 35-45 °С – для теплої підлоги, до 65-75 °С і вище – для системи радіаторів, що позначається на величині потужності ТН. Чим нижче температура теплоносія в системі опалення, тим менша витрата електроенергії, менша теплова потужність, дешевше обладнання. Для модернізації систем опалення з радіаторами за заміни витратних газових котлів можуть встановлюватися високотемпературні повітряні теплові насоси з нагріванням теплоносія до 80 °С. Навіть за умови нагрівання теплоносія до 65 і вище градусів, така система в кілька разів економніша ніж газовий котел.

Варіант опалення «ТН + тепла підлога» найкраще підходить для заново споруджуваних будинків. Коли мова заходить про тепловий насос - першим завданням стоїть максимальна економія на експлуатації. Це дуже важливий

момент, про який не варто забувати, так як це впливає на всю нашу систему опалення.

Що стосується фанкойлів, то це візуально фактично той же внутрішній блок звичайного побутового кондиціонера, просто працює на звичайній воді. До того ж це обладнання працює на опалення або охолодження, а також підмішування свіжого повітря і його очищення. Це дуже ефективна установка для поліпшення мікроклімату в приміщенні.

Існують різні схеми роботи ТН, що добираються для кожного об’єкта індивідуально: моноенергетична (тільки на електриці), моновалентна (ТН + ТЕН) або бівалентна (ТН + котел). Котел може взяти на себе частину навантажень та зменшити загальні енергетичні витрати ТН. [17]

Встановлюючи тепловий насос , краще робити систему опалення бівалентною (від двох учасників нагріву теплоносія). Ще одним джерелом може бути газове, твердопаливне, електричне або будь-яке інше джерело тепла. Під час налаштування автоматики теплового насоса, треба встановити точку бівалентності, яка знаходиться в межах -5 ... -15 ° С. Це означає, що при досягненні температури на вулиці до встановлених значень, автоматика теплового насоса підключить друге джерело опалення, щоб замістити відсутню потужність і не переходити в неекономічний режим роботи. Така система надійна і дає можливість використовувати завжди самий економічно вигідний тип опалення. В результаті, за підсумками року, ви отримаєте суттєву економію у витратах, що дозволить досить швидко окупити кошти, витрачені на обладнання теплового насосу в будинку. [18]

Вибираючи тепловий насос для опалення будинку, варто знати, що для більш утепленого будинку потрібно в рази менше тепла, ніж для будівлі, в якій не була проведена термомодернізація.

Площа нашого будинку(А) – 60,5 м².

Об’єкт втрачає 7031,59 Вт, а отже на 1м² він втрачає:

$$\frac{Q}{A} = \frac{7031{,}59\ \text{Вт}}{60{,}5\ \text{м}^2} = 116{,}22\ \text{Вт/м}^2 \qquad (3.1)$$

Виконавши всі рекомендації для зменшення тепловтрат, ми отримали:

Q = 2738,9 Вт.

Отже, на 1м² маємо:

$$\frac{Q}{A}=\frac{2738,9\ Вт}{60,5\ м^2} = 45,27\ Вт/м^2 \quad (3.2)$$

Така різниця: 2,74 кВт та 7,032 кВт, змушує провести утеплення будівлі, а вже після цього вибрати більш доступний за ціною і економний за витратами тепловий насос.

Тепер будинок має набагато кращу теплоізоляцію на 1 м², що дозволить заощадити кошти на ТН.

Для відшкодування тепловтрат приміщення потрібно мінімум 2738,9 Вт або 2,74 кВт теплової потужності.

Під час вибору теплового насоса для приватного будинку зазвичай враховують і роботу ТН на нагрівання води для кухні, ванної 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.

Для визначення теплової потужності ТН, для нагрівання води, для побутових потреб користуються нормативними даними по споживанню води певної температури і сумарному теплоспоживанню, виходячи з кількості людей, які мешкають у 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 трьох осіб, які проживають у приватному будинку з площею 60,5 м² , необхідна теплова потужність:

$$Q_w = 0,25\ кВт/люд* 3\ люд. = 0,75\ кВт \quad (3.3)$$

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

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

$$Q_{сум} = Q_н + Q_w = 2{,}74 \text{ кВт} + 0{,}75 \text{ кВт} = 3{,}49 \text{ кВт} \quad (3.4)$$

А для умов «точки бівалентності», коли на вулиці -7 °С, і необхідно підтримати +20 °С усередині будинку площею 60,5 м², рахувати потрібно з урахуванням різниці температур:

$$Q_{розр} = 3{,}49 * (20-(-7))/(20-(-22)) = 3{,}49 * 27 / 42 = 2{,}24 \text{ кВт} \quad (3.5)$$

тепла від теплового насоса.

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

Запас потужності враховує:

- Перепади температури вхідної води. Всім відомо, що водопровідна вода взимку набагато холодніша і перепад температур вхідної/вихідної з ТН води взимку більший.
- Необхідність підігріву води до потрібної температури в баку – накопичувачі, якщо вона з нього довго не використовується.
- Збільшені витрати гарячої води і її нагрівання до більш високої температури взимку. [17]

Для отриманих результатів підійде модель із потужністю ~ 5 кВт. У випадку пікових навантажень, газовий котел візьме частину навантажень на себе.

ВИСНОВКИ

Під час роботи були вирішені наступні завдання:

- Розраховано термічний опір конструкцій будівлі;
- Розроблено рекомендації, щодо підвищення термічного опору;
- Розраховано втрати теплоти будинку;
- Визначено тепловий баланс будинку;
- Дано рекомендації щодо елементів системи опалення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електронний ресурс: https://biz.liga.net/ekonomika/tek/article/tarify-na-kommunalku-kakie-uslugi-podorojali-s-1-yanvarya-gaz-elektrichestvo-teplo-i-voda
2. Електронний ресурс «Перспективи використання повітряних теплових насосів в Україні»: https://climateservice.com.ua/perspektivyi-ispolzovaniya-byitovyih-vozdushnyih-teplovyih-nasosov-v-ukraine/
3. Електронний ресурс «Тепловий насос»: https://ru.wikipedia.org/wiki/
4. Багаутдинов И.З.,Кувшинов Н.Е. «Общие сведения о работе теплових насосов» // Международный научный журнал «Инновационная наука» № 3/2016 ISSN 2410-6070
5. Електронний ресурс «Теплові насоси: особливості технології, сфера застосування»: https://www.kp.ru/guide/teplovye-nasosy.html
6. Електронний ресурс: https://mycond-heatpump.com.ua/chto-takoe-teplovoy-nasos-1/
7. Електронний ресурс «Тепловий насос повітря - вода: принцип роботи та переваги»: https://vozduh-voda.com.ua/uk/blog/bteplovyy-nasos-povitrya-voda-b-pryncyp-roboty-ta-perevagy
8. Електронний ресурс «Клімат Харкова»: https://ru.wikipedia.org/wiki/
9. ДБН В.2.6-31-2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Міністерство будівництва, архітектури та житлово- комунального господарства України, 2006.-72с

10. Маляренко В.А., Редько А.Ф., Чайка Ю.И., Поволочко В.Б. Техническая теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений – Х.: Рубикон, 2001. – 212-222 с.
11. Счастний Є.Є., Алексахін О.О., Панчук О.В. «МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ з дисциплін «Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря на залізничному транспорті» та «Теплогазопостачання і вентиляція» до виконання курсової, контрольної (розрахунково-графічної) роботи для студентів спеціальностей ПЦБ та ТЕ» - Харків , 2016. – 5 с.
12. О. О. Алексахін, О. В. Панчук «ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЯ. ВИБРАНІ ЗАДАЧІ» Навчальний посібник. Харків , 2017. – 13 - 15 с.
13. Електронний ресурс «Таблица температуры грунта для различных городов стран СНГ»: http://mygarazh.com/temperatura-grunta-na-glubine
14. Електронний ресурс: https://ondutis.ru/articles/kak-umenshit-poteri-tepla-v-dome/
15. Електронний ресурс «Вибір вікна в залежності від клімату регіону»: https://wds.ua/vybir-vikna-v-zalezhnosti-vid-klimatu-regionu/
16. Електронний ресурс «Теплоізоляція підлоги»: https://edvans.com.ua/uslugi/uteplenie-pola/
17. Електронний ресурс «Розрахунок потужності теплового насосу для опалення та ГВП»: https://hitachi-ukraine.com.ua/uk/rozrakhunok-teplovogo-nasosa-povitrya.html
18. Електронний ресурс: https://teplota.ua/articles/teplovoy-nasos-v-harykove-kakoy-teplovoy-nasos-vybraty-i-do-kakoy-temperatury-on-moghet-effektivno-rabotaty