

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут
ім. акад. І.С.Гулого**

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

Сергій БЛАЖЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2024 р.

«До захисту допущено»

В.о.завідувача кафедри

Валентин ПЕТРЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 144 Теплоенергетика
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

Теплоенергетика та енергоефективні технології

на тему: Аналіз застосування теплових насосів в закладах освіти на прикладі
«Печерської Міжнародної Школи» за адресою м.Київ, вул.Віктора Забіли 7а

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗТЕ-2-5М

Демченко Євген Вячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Бойко Володимир Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я, як здобувач Національного університету харчових технологій, розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад.І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 144 Теплоенергетика

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика та енергоефективні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

Валентин ПЕТРЕНКО

“8” листопада 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Демченко Євгена Вячеславовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Аналіз застосування теплових насосів в закладах освіти на прикладі «Печерської Міжнародної Школи» за адресою м.Київ, вул. Віктора Забіли 7а

керівник роботи: к.т.н., доц. Бойко Володимир Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “08”11.2023 року № 918-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 06.02.2024 року

3. Вихідні дані до роботи:

матеріали переддипломної практики

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ

1. Використання теплових насосів в народному господарстві

2. Теплозабезпечення закладів освіти з використанням в якості
теплогенеруючої системи тепловий насос

3. Охорона праці

Висновок

Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

презентація Power Point (слайди)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 10.11.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літературних джерел стосовно теми роботи	14.11-21.11.23	Виконано
2	Використання теплових насосів в народному господарстві	22.11-05.12.23	Виконано
3	Теплозабезпечення закладів освіти з використанням в якості теплогенеруючої системи тепловий насос	06.12-10.01.24	Виконано
4	Оформлення кваліфікаційної роботи	30.12-28.01.24	Виконано
5	Оформлення презентації в середовищі Power Point	29.01-05.02.24	Виконано

Здобувач

(підпис)

Євген ДЕМЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир БОЙКО

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Інформаційний блок		5
Перелік умовних позначень		7
Анотація		8
Вступ		10
1	Використання теплових насосів в народному господарстві	14
	1.1. Загальні положення	14
	1.2. Галузі застосування теплових насосів	24
	1.3. Виробники теплонасосної продукції	31
	1.4. Програми та заходи стимулювання впровадження теплових насосів	32
2	Теплозабезпечення закладів освіти з використанням в якості теплогенеруючої системи тепловий насос	39
	2.1. Приклади застосування теплових насосів в якості генеруючих потужностей систем теплозабезпечення	39
	2.2. Приклад застосування теплового насосу в Печерській міжнародній школі за адресою м.Київ, вул.Віктора Забіли, 7а	51
	2.3. Переваги та недоліки застосування теплових насосів в якості генеруючих потужностей систем теплозабезпечення	59
	2.4. Порівняльний аналіз техніко-економічних показників роботи різних систем генерації теплової енергії та теплонасосної системи	63
3	Охорона праці	68
Висновки та рекомендації		73
Список використаних джерел		74
Додатки		

ІНФОРМАЦІЙНИЙ БЛОК

Актуальність дослідження.

Застосування теплових насосів в сучасних будівлях стає актуальним завданням, особливо в сфері освіти. Теплові насоси представляють собою ефективну та екологічно чисту технологію для опалення та охолодження приміщень. В магістерській роботі проводиться аналіз використання теплових насосів, визначаючи їх переваги, недоліки та вплив на сталки освітнього середовища.

Зв'язок дослідження роботи з науковими програмами.

Робота виконана у відповідності плану НДР кафедри теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ на 2024 р.

Мета дослідження.

Аналіз застосування теплових насосів в закладах освіти з точки зору технічної, економічної та екологічної ефективності, а також визначення їхнього впливу на умови навчання.

Завдання дослідження.

Вивчення технічних параметрів теплових насосів та їх адаптованість до умов освітніх закладів. Розрахунок економічної вигідності використання теплових насосів порівняно з традиційними системами опалення. Оцінка екологічного впливу в контексті збереження навколишнього середовища.

Об'єкт дослідження.

Системи опалення та охолодження, які використовують теплові насоси, у закладі освіти «Печерська Міжнародна Школа», м.Київ

Предмет дослідження.

Робота покликана надати збалансовану та обґрунтовану інформацію про можливості та обмеження використання теплових насосів в освітніх закладах.

Практичне значення отриманих результатів.

Результати дослідження слугуватимуть підставою для розробки рекомендацій щодо оптимального використання теплових насосів в освітніх

закладах, що сприятиме підвищенню енергоефективності та зменшенню викидів в атмосферу.

Особистий внесок магістранта.

Магістрант особисто вивчав технічні параметри теплових насосів, проводив розрахунки економічної вигідності та виконував аналіз екологічного впливу.

Публікації.

За матеріалами магістерського дослідження публікації автора роботи на момент її захисту – відсутні.

Структура магістерської роботи.

Магістерська робота складається із вступу та 3 розділів, висновків, додатків. Повний обсяг роботи становить 75 стор. Робота містить 3 таблиці та 10 рисунки.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ТН – тепловий насос

СО – система опалювання;

СВ – система вентиляції;

ЦО – централізоване опалення;

ГВП – гаряче водопостачання;

ХВП – холодне водопостачання;

ІТП – індивідуальний тепловий пункт;

АНОТАЦІЯ

В магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто проблему, актуальну на сьогоднішній день – термомодернізація будівель для зниження експлуатаційних витрат. Даний магістерська робота розроблений з метою підвищення енергоефективності системи теплозабезпечення будівель. В дипломному проекті наведено приклад використання теплових насосів і теплообмінників в освітньому закладі «Печерська Міжнародна Школа» м.Київ.

В даному проекті наведена обґрунтована та сформульована система технічних рішень зі створення енергоефективної системи теплозабезпечення будинку; виконано розрахунок техніко – економічного показника ефективності роботи теплового насосу.

Ключові слова: теплопостачання, тепловий насос, аналіз техніко-економічних показників

ANNOTATION

The master's thesis considered a problem that is relevant today - thermal modernization of buildings to reduce operating costs. This master's project was developed with the aim of increasing the energy efficiency of the heating system of buildings. The diploma project gives an example of the use of heat pumps and heat exchangers in the educational institution "Pechersk International School" in Kyiv.

This project presents a well-founded and formulated system of technical solutions for creating an energy-efficient home heating system; the calculation of the technical-economic indicator of the efficiency of the heat pump was performed.

Key words: heat supply, heat pump, analysis of technical and economic indicators

ВСТУП

Сьогодні в Україні вартість тепла залежить від виду енергоносія: колись найдешевшим був природний газ, потім дизельне паливо та електроенергія. Постійне зростання цін на традиційні види енергоносіїв змушує всерйоз задуматись над пошуками альтернативних енергозберігаючих джерел тепла. Тому дуже актуальним стає використання теплових насосів, які в порівнянні з будь-яким традиційним теплогенератором дозволяють заощадити до 80 % енергоресурсів. Вони "забирають" теплову енергію з ґрунту, повітря, скельної породи чи озера (річки), накопичену за теплу року. Джерелом тепла за деяких умов може бути навіть сніг.

Тепловий насос, з одного боку, є джерелом тепла для будь-якої системи опалення чи гарячого водопостачання, а з іншого боку, джерелом холоду для системи кондиціонування. Спеціалісти напівжартома називають його "холодильником навпаки", адже він може не тільки нагрівати, а й охолоджувати.

Переваги використання опалювальних систем на базі теплових насосів:

- висока ефективність перетворення електроенергії в порівнянні з електронагрівальними пристроями; екологічно чиста технологія;
- відсутність викидів в атмосферу шкідливих речовин;
- використання озонобезпечного виду фреону (холодильного агента);
- надійна автоматична робота установки, яка не потребує постійної присутності людини;
- мінімальні експлуатаційні витрати в порівнянні з іншими опалювальними системами;

- тривалий термін служби без капітального ремонту (10 - 20 років: 45 тисяч годин для ТН з поршневим компресором; 60 тисяч годин - для ТН з гвинтовим компресором);
- відносно малі габарити та вага.

Тепловий насос - єдина установка, яка виробляє в 2,5 - 4,5 рази більше теплової енергії, ніж споживає електричної (яка потрібна для роботи компресора).

Сьогодні у світі успішно експлуатуються більше 130 млн. теплонасосних установок різноманітного функціонального призначення. Наприклад, у Швеції 20 % енергії виробляється за рахунок теплових насосів. За останні 30 років Швеція практично відмовилась від традиційних джерел енергії: нафта, газ та електроенергія складають лише близько 10 % у структурі споживання. А все останнє - за рахунок нетрадиційних, альтернативних відновлюваних джерел і, перш за все, теплових насосів.

В Європі 77 % теплових насосів використовують в якості джерела тепла зовнішнє повітря, хоча в Швеції (там найпотужніші установки у світі), Швейцарії та Австрії переважають теплові насоси, які забирають тепло з ґрунту. В Норвегії в цьому плані більше різноманіття - на кінець 1999 року там нараховувалось в експлуатації 27200 теплонасосних установок, з них 67 % використовували в якості джерела повітря, 12 % - відпрацьоване вентиляційне повітря, 19 % - воду та ґрунт.

Своєчасно зрозуміли необхідність впровадження економних технологій і в Китаї, де попит на реверсивні теплові насоси невеликої потужності ще в 1989 році складав 500 тисяч одиниць, а до 2003 року досяг 18 млн. одиниць, випередивши Японію в два рази.

В Німеччині для систем опалення та гарячого водопостачання використовують теплові насоси більшої потужності з приводом компресора від дизельних та газових двигунів та з утилізацією тепла вихлопних газів.

У Грузії експлуатуються системи кондиціонування повітря на базі теплових насосних установок на промислових об'єктах: Самтрєдськїй чайнїй фабрїцї, торговому центрі Сухумї, лїкувальному центрі в Гаграх та їн.

Щорїчний рїст кїлькостї таких систем, якї встановлюються майже в тридцяти країнах, оцїнюється в 10 %. Згїдно з прогнозами Мїжнародного енергетичного агентства до 2020 року в розвинених країнах свїту частка опалення та гарячого водопостачання за допомогою теплових насосїв повинна скласти значну долю.

Необхїдно вїдзначити, що теплонасоснї технологїї вже на теперїшнїй час досить вдосконаленї ї є одними з небагатьох вїдїв нетрадицїйних ї вїдновлюваних джерел теплопостачання, якї можуть конкурувати з традицїйними системами теплопостачання на органїчному паливї. Позитивний досвїд використання теплових насосїв для теплопостачання є ї в Україні.

Виходячи з вищенаведеного, для умов м. Києва на перспективу можна рекомендувати впровадження теплових насосїв для теплопостачання споживачїв, зокрема для гарячого водопостачання. Однак реалїзацїя таких проєктїв повинна вїрїшуватись в кожному випадку окремо з пїдготовкою вїдповїдного технїко-економїчного обгрунтування.

Особливу увагу треба придїлити питанню використання за допомогою теплових насосїв скидного низькопотенцїйного тепла. Зокрема, на наступних стадїях проєктування необхїдно бїльш ретельно розглянути можливїсть використання тепла каналїзацїйних стокїв на КНС та безпосередньо на Бортницькїй станцїї аерацїї, загальний потенцїал теплової потужностї яких оцїнюється майже в 50,0 МВт (43,0 Гкал/год.).

У той же час, як доводять розрахунки, використання скидного низькопотенцїйного тепла вїд ТЕЦ (система охолодження конденсаторїв турбїн) на теперїшнїй час є економїчно недоцїльною в зв'язку з тим, що отримане з низькопотенцїйних стокїв тепло замїщує, перш за все, завантаження теплофїкацїйних вїдборїв турбїн ї, як наслїдок, суттєво зменшує рївень теплофїкацїї (комбїнованого виробництва тепла та електроенергїї) та її

економічну ефективність і доцільність. Кінцевим наслідком цього є значне підвищення витрат (перевитрата) палива на виробництво електроенергії і загальне зростання витрати палива на ТЕЦ, яке перевищує очікувану економію від використання скидного низькопотенційного тепла. Хоча використання тепла скиду ТЕЦ-5 в гирлі р. Либідь потребує передпроектних проробок.

1. ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

1.1. Загальні положення.

Тепловий насос - пристрій для переносу теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія) з більш високою температурою. Термодинамічно тепловий насос аналогічний холодильній машині. Однак якщо в холодильній машині основною метою є виробництво холоду шляхом відбору теплоти з будь-якого об'єму випарником, а конденсатор здійснює скидання теплоти в навколишнє середовище, то в тепловому насосі картина зворотна. Конденсатор є теплообмінним апаратом, що виділяє теплоту для споживача, а випарник - теплообмінним апаратом, що утилізує низькопотенційну теплоту та переробляє її у вторинні енергетичні ресурси і (або) нетрадиційні поновлювані джерела енергії.

Поняття холодильної машини та теплового насоса, класифікація і область застосування

Зазвичай холодильна машина переносить тепло від джерела, температура якого нижче навколишнього середовища, до джерела, що має температуру навколишнього середовища, - води або повітря; в цьому випадку машина служить для охолодження або підтримки низьких температур в певному обсязі - холодильній камері.

За допомогою холодильної машини тепло можна перенести і до джерела, температура якого значно вище навколишнього середовища. Це тепло можна корисно використовувати, наприклад, для опалення. У цьому випадку холодильну машину прийнято називати тепловим насосом.

Більш конкретний опис роботи теплового насосу полягає в наступному:

1. Незамерзаючий теплоносій, що проходить по трубопроводу, який укладається, наприклад, в землю, забирає по ходу якусь кількість тепла, що накопичене в ґрунті, та нагрівається на кілька градусів. Теплоносій, проходячи через спеціальний теплообмінник, званий випарником, розташований всередині теплового насоса, передає накопичене тепло внутрішньому контуру теплового насоса.
2. Внутрішній замкнений контур теплового насоса заповнений спеціальним хладагентом. Хладагент при низькому тиску і низькій температурі поступає у випарник. Сам хладагент має дуже низьку температуру кипіння. Коли він проходить через випарник, забирає накопичене тепло та переходить з рідкого стану в газоподібне з температурою +6град.С.
3. Газоподібний хладагент потрапляє з випарника в компресор - серце теплового насоса, тут він стискається, його температура ще більше підвищується. При стисканні пари проходить виділення великої кількості тепла. Температура рідини підвищується до 35-60град. С.
4. Далі нагрітий хладагент поступає в конденсатор, у якому відбувається передача тепла в контур споживання тепла - контур системи опалення та гарячого водопостачання. Нагрітий до температури 45-60град. теплоносій спочатку поступає в накопичувальний бак для зняття пікових навантажень теплового насоса. Після цього нагріта вода використовується як для системи опалення - поступає до опалювальних приладів, так і для подачі в точки використання гарячої води.
5. Хладагент, після того як віддав тепло в систему опалення, проходить крізь дросельний клапан, в якому за рахунок моментального зниження тиску, знову

переходить в рідкий стан, а температура його різко падає. Після чого цикл повторюється: хладагент знову потрапляє у випарник і забирає низькопотенційне тепло.

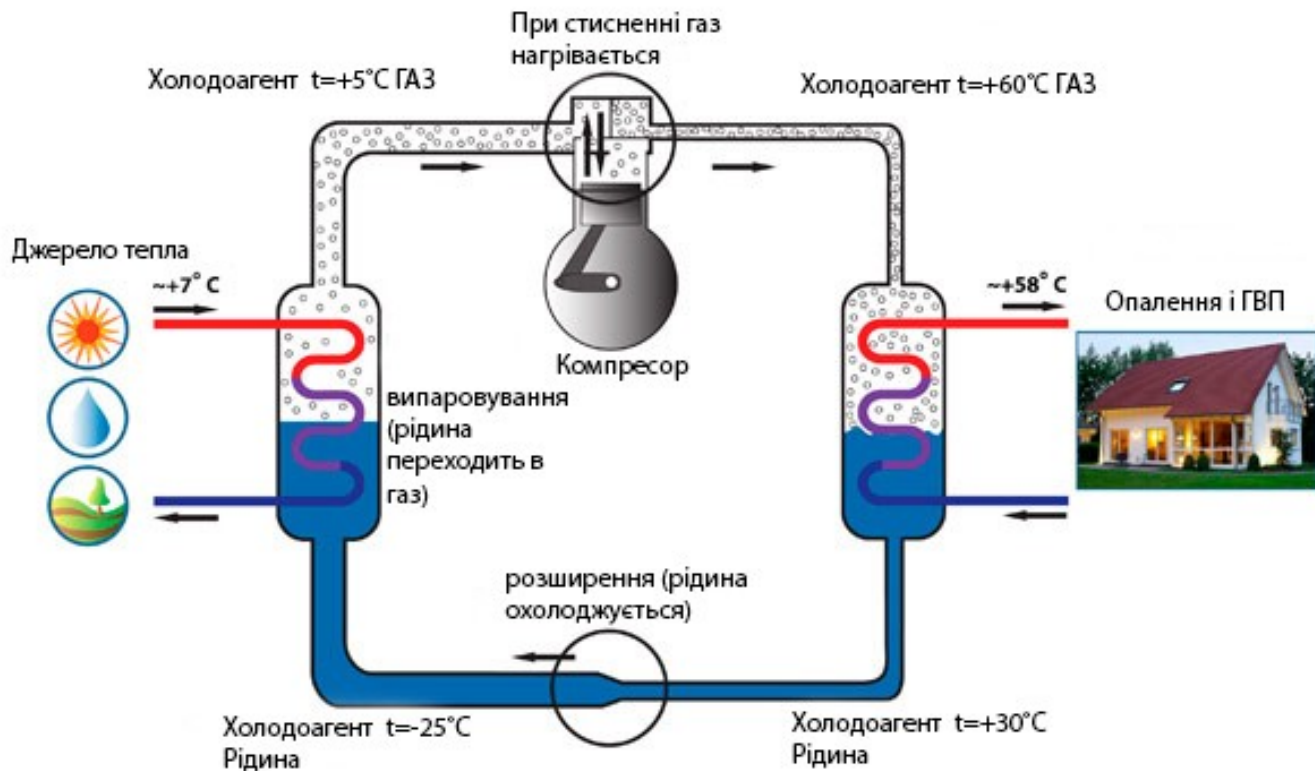


Рис.1.1 принцип роботи теплового насосу

Ефективність використання теплового насосу залежить від його коефіцієнту перетворення, який визначається відношенням кількості тепла в кВт, отриманого від теплового насоса, до витрат енергії для роботи компресора (приводу) теплового насоса. Цей коефіцієнт може бути від 2,5 до 5 для різних типів теплових насосів. Так пояснюється велика ефективність використання теплового насосу: тепловий насос, наприклад, споживає 1 кВт електричної енергії, а в залежності від типу теплового насоса і умов його експлуатації, забезпечує 3,5- 7 кВт теплової енергії. Так визначається ККД, або коефіцієнт перетворення теплового насоса. Основне правило - якщо меншою буде різниця температур між вхідною та вихідною температурою теплоносія в системі

споживання, тем менше треба затратити енергії компресору теплового насосу для нагріву теплоносія до потрібної температури. Коефіцієнт корисної дії теплового насоса (ТН) найвищий при використанні ТН в низькотемпературних системах опалення - системах з теплими підлогами чи фанкойлами, або з радіаторами, розрахованими на знижену температуру подачі.

Теплові насоси в холодну пору року опалюють приміщення, а в теплу пору року використовуються для охолодження повітря в будинку. В такому випадку тепло з повітря приміщень будинку забирається та передається назад у землю, повітря чи у водоймище. Багатофункційність використання є однією з найважливіших переваг теплових насосів.

На сьогоднішній день теплові насоси - геотермальні, повітряні чи водяні, є найбільш ефективним, екологічним та енергозберігаючим видом теплотехнічного обладнання, що використовується для опалення, кондиціонування приміщень та гарячого водопостачання. Навіть в умовах відсутності державної підтримки та стимулювання впровадження такої енергоефективної техніки для населення України, при високих первинних інвестиціях,- реальних кращих за теплові насоси альтернатив на сьогоднішній день не існує. Ціни на теплові насоси в зв'язку зі зростанням темпів їх використання та все більшою популярністю в світі, знижуються.

Види теплових насосів

По виду затрачуваної енергії теплові насоси поділяють на:

- Компресійні теплові насоси - споживають механічну енергію
- Теплоізолюючі теплові насоси- теплову енергію джерел тепла з температурою вище навколишнього середовища
- Термоелектричні теплові насоси використовують безпосередньо електричну енергію.

У насосах перших двох типів перенесення тепла досягається в результаті вчиненого робочим тілом в машині зворотного кругового процесу (зворотний цикл). У термоелектричній машині перенесення тепла відбувається при впливі потоку електронів на атоми.

В залежності від властивостей і агрегатного стану робочих тіл, за допомогою яких здійснюються процеси, холодильні машини діляться на парові і газові. У парових холодильних машинах робочі тіла при здійсненні процесів змінюють свій агрегатний стан. У газових холодильних машинах агрегатний стан робочого тіла не змінюється.

У холодильній машині зворотний круговий процес, що чиниться за рахунок механічної енергії, отриманої в прямому циклі, може здійснюватися в різних умовах.

Машина працює по холодильному циклу, якщо тепло від джерела низької температури переноситься до навколишнього середовища. У цьому випадку вона служить для охолодження або підтримки постійних низьких температур. При перенесенні тепла від навколишнього середовища до джерела з більш високою температурою холодильна машина працює як тепловий насос і використовується для теплопостачання. Якщо тепло переноситься від джерела низької температури до джерела з температурою вище навколишнього середовища, машина працює по теплофікаційному циклу і служить як для охолодження, так і для теплопостачання.

Тепловий насос - термодинамічна установка, в якій теплота від низькопотенційного джерела передається споживачеві при більш високій температурі. При цьому витрачається механічна енергія.

Велику перспективу представляє використання теплових насосів в системах гарячого водопостачання (ГВП) будівель. Відомо, що в річному циклі на ГВП витрачається приблизно стільки ж тепла, як і на опалення будівель. Джерелом низькопотенційної теплової енергії може бути тепло як природного, так і штучного походження.

В якості природних джерел низькопотенційного тепла можуть бути використані:

- тепло землі (тепло ґрунту);
- підземні води (ґрунтові, артезіанські, термальні);
- зовнішнє повітря.

В якості штучних джерел низькопотенційного тепла можуть виступати:

- вентиляційне повітря;
- каналізаційні стоки (стічні води);
- промислові скиди;
- тепло технологічних процесів;
- побутові тепловиділення.

Таким чином, існують великі потенційні можливості використання енергії навколо нас, і тепловий насос представляється найбільш вдалим шляхом реалізації цього потенціалу.

Раніше тепловий насос використовувався в першу чергу для кондиціонування (охолодження) повітря. Система була здатна також забезпечити певну опалювальну потужність, в більшій чи меншій мірі задовольняє потреби в теплі в зимовий період. Однак характеристики цього обладнання стрімко змінюються: зараз у багатьох країнах Європи теплові насоси використовуються в опаленні та ГВП. Таке положення пов'язане з пошуком екологічних рішень: замість традиційного спалювання викопного палива - використання альтернативних джерел енергії, наприклад, сонячної. Для масового споживача одним з найбільш бажаних варіантів використання нетрадиційних джерел енергії є використання низькопотенційного тепла за допомогою теплових насосів.

Успіх застосування теплових насосів залежить від двох чинників: звідки ви вирішите черпати низькотемпературне тепло, і як обігріватиметься ваш будинок (водою або повітрям).

Справа в тому, що агрегат працює як перевалочна база між двома тепловими контурами: одним, що нагріває, на вході (на стороні випарника) і іншим, опалювальним, на виході (конденсатор). По виду теплоносія у вхідному і вихідному контурах насоси ділять на шість типів:

- грунт-вода
- вода-вода
- повітря-вода
- грунт-повітря
- вода-повітря
- повітря-повітря

Опис різних технологій що використовуються в теплових насосах

Теплові насоси - "грунт-вода"

Грунт - це, мабуть, найбільш універсальне джерело розсіяного тепла. Він акумулює сонячну енергію і круглий рік підігріватиметься від земного ядра. При цьому він завжди "під ногами" і здатний віддавати тепло незалежно від погоди. Адже вже на глибині 5-7 м температура практично постійна протягом всього року. Для середньої смуги Росії вона становить 5-8 ° С. Це дуже підходящі умови для роботи ТН. Більш того, у верхніх шарах землі мінімум температури досягається на пару місяців пізніше піку морозів - потреба в інтенсивному обігріві до цього часу зменшується. В цілому ж грунт досить надійно поставляє калорії. Необхідна енергія збирається теплообмінником, заглибленим у землю, і акумулюється в носії, який потім подається у випарник ТН і повертається назад за новою порцією тепла. В якості такого переносника енергії використовують незамерзаючу, екологічно нешкідливу рідину (її називають також "розсолем" або

антифризом). Це може бути Тридцятивідсотковий водний розчин етилен-або пропіленгліколю.

Є й інша схема збору тепла, коли замість "розсолу" у контурі циркулює фреон, який перетворюється на пару прямо в трубах теплосборника. Але, хоча ця схема підвищує ККД, її експлуатація складна. Сьогодні найбільш популярні системи з "розсолом". У них використовуються два види теплообмінників: ґрунтовий колектор і ґрунтовий зонд. Обидва виконуються із поліетиленових труб діаметром 25, 32 або 40 мм (чим більше - тим краще відбір тепла, але і система дорожче). Ґрунтовий колектор (горизонтальний) являє собою довгу трубу, горизонтально покладену під шаром ґрунту. Головне достоїнство - універсальність і простота монтажу. Знайшов вільну площадку - рий канавки і укладай трубу. Є різні схеми розкладки труби: петля, змійка, зигзаг, плоскі і гвинтові спіралі різних форм і т. п. Вибір визначається теплопровідністю ґрунту і геометрією ділянки. Продуктивність теплосбору більша на зволжених суглинках і менша - на сухих піщаних ділянках. У середньому 1 м² поверхні ґрунту може забезпечити "постачання" 10-35 Вт потужності. Довжину труби в одній петлі, причому цільною, без роз'ємів, прагнуть обмежити (не більше 600 м), інакше помітно збільшується витрата енергії на циркуляційному насосі. Якщо потрібна більша потужність, петель роблять кілька.

У колекторів є особливість, що доставляє масу клопоту монтажникам. Виявляється, температура шару ґрунту навколо труб поступово знижується, і тим сильніше-чим вище продуктивність ТН. Вона може опускатися нижче нуля, а масив навіть промерзати. Тому головне завдання при монтажі теплосборника - за розумні гроші зробити його таким, щоб ґрунт встигав за літо набрати "теплової жирок", але при цьому продовжував поставляти енергію для підготовки гарячої води. Єдиних норм тут немає, адже ґрунти та кліматичні умови районують. Весною, коли запаси тепла вичерпуються, верхній шар землі швидше прогрівається енергією сонця і талих вод.

Грунтові зонди (вертикальні колектори) - це система довгих труб, що опускаються в глибоку свердловину (50-150 м). Тут потрібен лише клаптик землі, зате потрібні дорогі бурильні роботи. На глибині завжди однакова температура - близько 10 ° С, тому зонди потужніші горизонтальних колекторів. Метр їх довжини поставляє від 30 до 100 Вт теплової потужності, в залежності від ґрунту. Найбільш застосовувані зонди: труба в трубі і U-образний зонд. По одній лінії "розсіл" подається циркуляційним насосом вниз, по іншій їм же піднімається наверх, до випарника. Для поліпшення теплопередачі і підвищення міцності зонду, зазор між землею або обсадною трубою і робочими трубами заповнюється Бетонітом або бетоном. Якщо потрібно отримати велику потужність, таких теплосбірників роблять кілька. Відстані між ними - 5-7 м.

Теплові насоси "вода-вода"

Джерелом тепла можуть бути поверхневі (річки, озера) або ґрунтові води (свердловини), а також скидна вода технологічних установок. Самі насоси майже не відрізняються від тих, які працюють з "розсоллом". Але, завдяки більш високій температурі теплоносія, взимку річна ефективність застосування пристроїв типу "вода-вода" виявляється максимальною. А якщо поруч тече незамерзаюча річка або знаходиться ставок, ви можете укласти петлю труби з антифризом на дно (притопивши вантажами) і обігріватися практично задарма.

Зі свердловиною складніше. Воду з неї (з розрахунку близько 0,25 м³ / ч на 1 кВт теплової потужності) свердловинним насосом подають прямо у випарник, а зливають у другу свердловину, віддалену від першої вниз за течією води в підземному шарі на 15-20 м. При цьому водоносний шар повинен прийняти і відвести зливу воду, інакше невеличка повинь вам забезпечена.

Теплові насоси "повітря-вода"

По універсальності застосування в Українських умовах цей тип насосів займає доки покищо друге місце. І самі насоси дешевші, і труби (з незмінними

земляними роботами) не вимагаються. Недолік один, але істотний: з морозного повітря багато тепла не відбереш. Стійко, хоча і із зменшеною потужністю, ці пристрої працюють до -15°C , а потім треба включати інший котел. У деяких моделях в конструкцію вже вбудовані ТЕНи потужністю від 3 до 12 кВт. Крім того, фірми наполегливо працюють над тим, щоб ще більше знизити робочу температуру.

Конструктивно пристрої типу "повітря-вода" виконуються двох компоновальними схемами: спліт і моно. У першому випадку установка складається з двох блоків, з'єднаних комунікаціями. Один, зовнішній, включає потужний вентилятор і випарник (монтується на ділянці недалеко від будинку). Другий, внутрішній, містить конденсатор і автоматику і встановлюється в приміщенні. Компресор може розташовуватися або зовні - щоб не шумів, або у будинку, або у внутрішньому модулі. У моноблоках всі елементи збираються в загальному корпусі і монтуються в будинку, а з вулицею з'єднуються гнучким воздуховодом. Вони поставляються більшістю фірм, але володіють обмеженою потужністю - зазвичай 3-16 кВт. Є моноблоки, що допускають як зовнішній, так і внутрішній монтаж.

В останні роки, у зв'язку з погіршенням вентиляції житла через широке застосування пластикових герметичних вікон зі склопакетами, ТН "повітря-вода" отримали додатковий розвиток. Крім опалення та підготовки гарячої води, деякі моделі "навчилися" не лише працювати в системах вентиляції, але ще використати тепло відпрацьованого (отточного) повітря приміщень. Теплові насоси, що черпають тепло в зовнішньому повітрі, досить популярні і дуже ефективні на Чорноморському узбережжі, де температура рідко йде у великий «мінус».

Теплові насоси, призначені виключно для приготування гарячої санітарної води, найчастіше в якості джерела тепла використовують повітря з

навколишнього середовища, але рівним чином можуть використовувати і відводиме повітря.

Слід зазначити, що поступово збільшується пропозиція теплових насосів реверсивного класу "повітря-вода", що найчастіше поставляються в комплекті з розширювальним баком і насосним агрегатом. За окремим замовленням поставляється накопичувальний резервуар. Такі насоси можна врізати безпосередньо в існуючі водопровідні системи.

1.2. Галузі застосування теплових насосів

Теплові насоси використовуються для отримання альтернативної теплової енергії, необхідної для опалення різних об'єктів. Використання теплових насосів дозволяє реалізувати два завдання.

Перше завдання – зниження витрат на опалення як підприємства, так і житлового фонду в його околицях. Друге завдання – підвищення екологічності продукції і зменшення навантаження на навколишнє середовище. Таким чином, підприємство має не тільки економію за рахунок ефективного використання теплової енергії і зниження собівартості виробництва продукції, але і зниження екологічних витрат і позиціонування як екологічно відповідального виконавця.

Найбільш ефективно застосовувати теплові насоси:

1. При новому будівництві. При проектуванні об'єктів необхідно порівняти витрати на експлуатацію різних джерел тепла для опалення, для підігріву води і т.д. використання теплових насосів може бути економічніше підведення газу і будівництва газової котельні, а з урахуванням зростання вартість газу це позбавить від зайвих витрат.

2. Для сільських населених пунктів і окремо розташованих фермерських господарств. В даному випадку мова йде про теплових насосах, які дозволяють акумулювати тепло з атмосфери або з ґрунту. Дані технології широко поширені в багатьох європейських країнах.

3. На насосних станціях та каналізаційних очисних спорудах – використання теплової енергії стічних вод для цілей обігріву поруч розташованих будинків.

4. При реконструкції котелень установка теплових насосів дозволяє зменшити кількість палива при тій же температурі на виході.

Незважаючи на великі капіталовкладення, які потрібні для впровадження теплових насосів на виробництві, це має дуже значний ефект. Найчастіше, оборотну воду скидали в водойми, виробляючи невелику її очищення, однак це призводить до порушення теплового балансу водойми, до знищення флори і фауни. Іншими словами, виникає потепління різних водойм. Використання теплових насосів з одного боку дозволяє усунути теплове забруднення навколишнього середовища, а з іншого боку, скорочує витрати на опалення за рахунок економії різних видів палива.

Використання теплових насосів дозволяє повернути тепло в систему теплопостачання. Це дає можливість досягти підвищення кількості теплової енергії при менших витратах палива. Для демонстрації ефективності впровадження теплових насосів наведемо один приклад. На одній з китайських ТЕЦ в м Янгжін було встановлено 6 насосів потужністю 30 МВт. Вони утилізували тепло градирень і додатково використовували пар тиском 0,5 МПа. На виході температура води становила 70 / 90°C. Це дозволило не тільки забезпечити теплопостачання одного з районів міста, а й реалізувати надлишкове тепло іншим споживачам. Реалізація даного проекту дозволила: отримати додатковий дохід в сумі \$ 5 млн. за рахунок реалізації теплової енергії стороннім організаціям; економити 500 000 тонн води, а також 49300 тонн вугілля; зменшити викиди вуглекислого газу і оксидів азоту в атмосферу. Терміни окупності проектів по впровадженню теплових насосів та використання низькотемпературного тепла для обігріву підприємства становить від 2 до 4 років, при рядку ефективного використання обладнання більше 10 – 15 років.

Перспективи використання теплових насосів в нашій країні.

Теплонасоси – надійні пристрої. Період служби компресора і контуру системи перевищує 30 років. Практика використання підтверджує, що вузли і автоматика агрегатів практично ніколи не виходять з ладу протягом усього терміну експлуатації.

Вартість тепла, що виробляється в 2,5 рази дешевше в порівнянні з вартістю тепла від газових котлів і в 3 рази дешевше, якщо порівнювати з виробленням тепла централізованою системою опалення. Підігрів води не викликає ніяких складнощів і вагомих затрат, так як 75% необхідного нагрівання вже зробив теплонасос.

Практика застосування подібного обладнання підтверджує, що воно здатне повністю забезпечити потреби в теплі. Лише в особливо холодні дні може знадобитися додатковий обігрів. Терміни окупності теплонасосів в різних країнах оцінюється по-різному – 2 ... 6 років, на це впливають розцінки і субсидії на придбання опалювального обладнання, що діють в деяких країнах.

Незважаючи на те що в Швеції більше половини всіх будівель опалюються геотермальними тепловими насосами, Швейцарія є лідером в Європі щодо їх використання, а в Японії проводиться понад три мільйони насосів в рік, в Україні вони поки не отримали широкого поширення. Перш за все, це пов'язано з тим, що вартість тепла, що видається теплонасосом, порівнянна з вартістю тепла, що виробляється газовим котлом. А, як відомо, газу в країні поки вистачає, котли коштують дешевше теплонасосів, та й технологія газового опалення вивчена краще.

Але, тим не менше, в Україні вже почався процес застосування теплових агрегатів. Звичайно, загальна потужність встановленого обладнання в порівнянні з країнами-лідерами непорівнянно мала, але багато громадських будівель які вже опалюються по даній енергозберігаючої технології.

Тенденції до зростання вартості природного газу, а також дорожняча підключення до електричних і теплових мереж, безсумнівно, виступають тими

факторами, які дадуть поштовх популяризації теплових насосів. Вже зараз деякі забудовники і власники приватних будинків вдаються до організації альтернативних систем опалення. І їх число з кожним роком зростає.

Використання теплових насосів в світі – статистика, перспективи, тенденції
Використання низько потенційного тепла з отримання теплової енергії з альтернативних джерел – перспективний напрямок сучасної енергетики.
Використання теплових насосів в світі неухильно зростає, як і області застосування теплових насосів.

Статистика використання теплових насосів в світі.

Теплонасосні технології відомі понад 150 років, але широке поширення вони отримали лише в останні десятиліття. Основними передумовами для цього є:

- Перспективність поновлюваних джерел енергії
- Підвищення вартості традиційних теплоносіїв
- Боротьба із забрудненням навколишнього середовища
- Підвищення ефективності теплових насосів
- Відсутність негативного впливу на навколишнє середовище

Для індивідуального використання найбільшою популярністю користуються повітряні теплові насоси завдяки низькій вартості. Але в промислових умовах широко поширені геотермальні теплові насоси.

У країнах, оточених морями, для централізованого опалення створюють теплонасосні станції потужністю в десятки і сотні кіловат. Рівень продажів теплових насосів неухильно зростає. За обсягами виробництва установок лідирують США і Китай. Перші – завдяки якості продукції, другі – через низьку вартість.

Застосування повітряних теплонасосних систем в Україні

У побутовому застосуванні теплового насоса найбільш привабливим є «безкоштовне» джерело теплоти для створення комфортних умов всередині приміщення. Очевидним джерелом являється повітря. Воно загальнодоступне та привернуло найбільшу увагу в масовому виробництві. У тих випадках, коли доступні вода або ґрунт, вони мають декілька переваг у порівнянні з повітрям.

Найбільше поширення отримали теплові насоси з повітрям у якості джерела теплоти з самого початку їх застосування в домашніх умовах. Зовнішнє повітря проходить через випарник, всередині якого циркулює робоче тіло. Подібним чином теплота відводиться від 22 конденсатора до повітря або води всередині приміщення. Як і в інших теплових насосах, усі компоненти можна зібрати в один агрегат або зробити установку роздільною, коли конденсатор знаходиться на значній відстані від випарника.

Як джерело теплоти повітря володіє рядом недоліків, тому часто виникає потреба в ретельній оптимізації конструкції та системи в цілому, починаючи від місця установки, де температура повітря може значно відрізнятись, закінчуючи заходами з підвищення температурного потенціалу повітря перед випарником.

За універсальністю застосування в кліматичних умовах України даний тип теплових насосів поки що програє іншим різновидам. Хоча самі теплові насоси дешевше, і прокладки труб або буріння свердловин не потрібно, з морозного повітря досить важко відібрати необхідну кількість теплоти. Для більшої частини території нашої країни розрахункові температури зовнішнього повітря для проектування систем опалення знаходяться на рівні нижче -20°C .

Застосування в подібних кліматичних умовах теплонасосних систем тепlopостачання типу «повітря-вода» або «повітря-повітря» або неможливо фізично, або ефективність подібних систем буде дуже низькою. А якщо врахувати і витрати енергії на привід вентиляторів, на розмерзання випарників

та інші додаткові потреби, ефективність може виявитися навіть негативною в порівнянні з традиційним опаленням.

Тому стандартні (без додаткових заходів з підвищення енергоефективності) повітряні теплонасосні системи рекомендується використовувати тільки в південних областях нашої країни. Як відзначають в Національній асоціації України з теплових насосів (УНРА), «за температур повітря нижче -15°C опалювальні теплові насоси працюють зі зниженим коефіцієнтом трансформації (менше 2) і потребують резервування іншими джерелами теплоти». У Північній Європі, де температура може опуститися до -40°C , теплові насоси не можуть змагатися з тепловими бойлерами, тому виробники кондиціонерів і котлів для цих регіонів розробляють гібридні системи, які можуть працювати при дуже низьких температурах.

Характеристики теплового насоса і в особливості COP зменшуються із зростанням різниці температур між випарником і конденсатором. Це спричиняє особливо негативний вплив на теплові насоси з повітряним джерелом теплоти. Із зниженням температури зовнішнього повітря необхідна кількість теплоти на теплопостачання зростає, але здатність теплового насоса підтримувати навіть постійну теплову потужність значно знижується. Для подолання цього недоліку існує ряд заходів, а на пошуки оптимальних рішень та створення модифікованих енергоефективних теплонасосних систем направлено чимало досліджень.

Серед найбільш очевидних заходів можна виділити нагрівання додатковим генератором теплоти. Вартість теплового насоса з будь-яким джерелом теплоти вища, ніж звичайного котла. ²³ Чим більшу долю покриває тепловий насос в домашньому тепловому навантаженні, тим вища різниця в капіталовкладеннях, тому теплові насоси, як правило, розраховуються лише на частину річного теплового навантаження, а решта покривається додатковим нагрівником, найчастіше електричним і на органічному паливі. Вибір між ними визначається співвідношенням капітальних та експлуатаційних затрат.

За останні роки, у зв'язку з погіршенням вентиляції житлових будівель через широке застосування нових герметичних вікон зі склопакетами, теплові насоси типу «повітря-вода» отримали додатковий розвиток. Крім опалення та підготовки гарячої води, деякі моделі теплових насосів можуть використовувати теплоту витяжного повітря приміщень, забезпечуючи таким чином рекуперацію теплоти.

За даними профільного журналу JARN (Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News), максимальний обсяг європейського ринку теплових насосів типу «повітря-вода» у 2008 році становив 300 тис. пристроїв. Економічна криза стала причиною скорочення ринку, але вже в 2013 році кількість пристроїв склала 221 тис. одиниць.

Інший тип теплових насосів «повітря-повітря» виключає необхідність використання проміжного теплоносія (води), а теплова енергія безпосередньо передається повітрю, що забезпечує опалення будівель. Найбільшого поширення на європейському ринку отримали саме теплові насоси типу «повітря-повітря». Дані пристрої мають особливий попит в державах північної частини Європи: Фінляндії, Швеції, Норвегії. Якщо до 2005 року в Скандинавських країнах з суворим кліматом перевага віддавалася ґрунтовим тепловим насосам, то з появою низькотемпературних спліт-систем, що мають нижню межу експлуатації на обігрів до $-20 - -25^{\circ}\text{C}$, відзначається різкий стрибок попиту на такий тип теплових насосів.

Через деякі обставини, на противагу європейським країнам, теплові насоси типу «повітря-повітря» в Україні не поширені. Можливо, наша ментальність така, що опалення у нас робиться тільки водяне, втім, опалення повітрям добре тим, що дозволяє миттєво прогріти приміщення. Це можна вважати і недоліком, у всякому разі, у наших умовах. Оскільки за частого відключення електроенергії і, як наслідок, вимкнення повітряної системи опалення, будівля швидко охолоне. Водночас водяні системи більш інерційні: тепла підлога, розігріта до температури 35°C , віддає теплоту в приміщення дуже довго.

Приймаючи до уваги всі розглянуті вище міркування, можна констатувати, що сьогодні на українському ринку практично відсутні теплонасосні системи теплопостачання будівель, які використовують у якості джерела теплоти тільки низькопотенційне атмосферне повітря і при цьому повністю відповідають вимогам нормативних документів із забезпечення надійності теплопостачання будівель і, як наслідок, їх безпечної експлуатації.

1.3. Виробники теплонасосної продукції

Ринок теплонасосної продукції дуже великий та різноманітний. Він представлений як великими світовими гігантами (Daikin, Mitsubishi Electric, Bosch, Carrier, Lennox...) так й українськими виробниками (Тепло V, Aisberg, Термія...).

Оскільки в дипломній роботі використовуються теплові насоси італійської компанії “Aermec”, то розглянемо саме їх продукцію.

За технічними характеристиками можна підібрати продукцію для будь-яких потреб. Великий вибір одно/двухконтурних холодильних машин та теплових насосів з повітряним або водяним охолодженням, працюючих на нехлорованих холодоагентах r410a, r407a, з холодопродуктивністю від 5,7 кВт до 1600 кВт та теплопродуктивністю від 6,2 кВт до 1046 кВт. Також можливі низькошумові та свержнизькошумові модифікації.

Компанія також виготовляє фанкойли різного типу (настінні, напольні, спліт-системи, касетного типу) з різними характеристиками для різних потреб.

В Києві продукція компанії “Aermec” використовується в ТРЦ “Sky Mall”, бізнес-центрі “Gulliver”, НСК “Олімпійський”, готель “Radisson Blu”, в терміналах аеропорту “Бориспіль” та інших.

1.4. Програми та заходи стимулювання впровадження теплових насосів

Особливості використання теплових насосів в різних країнах

У всьому світі реалізуються різні програми для підтримки виробників і впровадження теплонасосних технологій.

Держпрограма в США

У Сполучених Штатах уряд зобов'язав будівельні компанії встановлювати теплові насоси в кожній новобудові. Завдяки цьому в країні випускається понад 1 млн. Установок щорічно. На 2017 рік понад 10% житлових будинків забезпечені тепловими насосами. Для підвищення їх енергоефективності, активно встановлюються сонячні колектори, які дозволяють знизити споживання електроенергії на 25%.

Теплові насоси в Норвегії

У цій країні 98% енергоспоживання забезпечується поновлюваними джерелами енергії. Тому близько 80% будинків опалюються електрикою. З усіх продаються в Норвегії опалювальних приладів і установок, 90% – повітряні теплові насоси. Їх частка на енергетичному ринку постійно зростає. Держава субсидує покупців повітряних теплових насосів (за винятком типу повітря-повітря), що дозволяє жителям країни заощадити до 20% вартості.

Досвід Німеччини

Німці традиційно віддають перевагу індивідуальним джерел тепла, тому теплові насоси тут популярні. У різних регіонах країни діють програми з підтримки альтернативної енергетики. Популярністю серед власників житлових будинків користуються теплові насоси з принципом роботи повітря-вода, а власники багатоквартирних, виробничих будівель і комерційної нерухомості користуються геотермальними.

Тепло з моря в Швеції

Температура Балтійського моря на невеликій глибині не опускається нижче +2 градусів, тому в країні діють кілька великих теплових станцій. Сама велика потужністю понад 300 МВт теплової енергії забезпечує опаленням будинку Стокгольма. У приватних будинках, віддалених від узбережжя, популярні повітряні теплові насоси. У Швеції раніше діяла програма субсидій, яка дозволила знизити енергоспоживання країни для опалення більш ніж наполовину. Зараз вона неактуальна, так як 95% житлових будинків опалюється тепловими насосами. Тепловий насос вода-вода в Швеції, потужністю 5,7 МВт.

Франція

В країні існує податковий кредит для таких типів теплових насосів: Геотермальні – 40% Повітряні – 25% Низької потужності для ГВП – 40% Також встановлено мінімальний коефіцієнт енергоефективності COP геотермальних установок > 3,4. Крім цього існують мінімальні норми продуктивності повітряних теплонасосів в залежності від температури повітря.

Підвищення енергоефективності національної економіки – концепція нової цільової програми на 2022-2026 роки

Відповідний проект розпорядження Уряду розроблено Держенергоефективності у зв'язку з необхідністю прийняття нової цільової програми енергоефективності на наступний п'ятирічний період на заміну існуючої програми, строк дії якої закінчується.

Ціль - створення умов для підвищення рівня енергоефективності національної економіки в частині зменшення споживання енергоресурсів та підвищення енергетичної незалежності шляхом використання місцевих видів енергетичної сировини з відновлюваних джерел енергії.

Проектом розпорядження передбачено схвалення Концепції Державної цільової економічної програми енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії на 2022-2026 роки, яка передбачає розроблення і виконання нової Державної цільової економічної програми енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії на 2022-2026 роки, що включатиме такі заходи:

- стимулювання населення до впровадження енергоефективних заходів (встановлення енергоефективного обладнання та/або матеріалів) шляхом відшкодування частини суми кредитів;

- стимулювання підприємств до впровадження енергоефективних заходів шляхом відшкодування частини відсотків за кредитами, взятих на придбання енергоефективного обладнання;

- стимулювання розвитку ринку енергосервісу шляхом відшкодування частини відсотків за кредитами, залученими виконавцями енергосервісу для впровадження заходів із термомодернізації на об'єктах державної та комунальної форми власності;

- проведення санації будівель органів державної влади та забезпечення енергетичної ефективності таких будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель, в тому числі розроблення проектно-кошторисної документації;

- стимулювання розвитку інфраструктури зарядних станцій для електромобілів; стимулювання населення до встановлення об'єктів відновлюваної енергетики для забезпечення гарячого водопостачання шляхом відшкодування частини суми кредиту, залученого на придбання сонячних колекторів;

- стимулювання населення до встановлення об'єктів відновлюваної енергетики для забезпечення опалення та гарячого водопостачання шляхом

відшкодування частини суми кредиту, залученого на придбання теплового насосу;

-стимулювання суб'єктів господарювання до встановлення електростанцій, що виробляють електроенергію з біогазу, виробленого з відходів сільського 3 господарства (анаеробне зброджування) потужністю до 150 кВт, шляхом відшкодування частини відсотків за кредитами, залученими на придбання та встановлення обладнання;

-стимулювання суб'єктів господарювання до встановлення установок з виробництва біогазу з відходів сільського господарства (анаеробне зброджування), шляхом відшкодування частини відсотків за кредитами, залученими на придбання та встановлення обладнання;

-стимулювання суб'єктів господарювання до впровадження проектів з вирощування енергетичних рослин шляхом відшкодування відсотків за кредитами, залученими на закладання плантацій та придбання садивного матеріалу.

Вплив на бюджет Фінансування Державної цільової економічної програми енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії на 2022-2026 роки (далі - Програма) передбачається за рахунок коштів державного і місцевих бюджетів.

Орієнтовний обсяг фінансування Програми за 5 років становить близько 9,962 млрд. гривень, з них на фінансування:

-механізму стимулювання населення до впровадження енергоефективних заходів шляхом відшкодування частини суми кредиту, залученого на придбання енергоефективного обладнання та/або матеріалів – 4,473 млрд грн; (розрахунок фінансування здійснено на основі даних попиту з боку населення до участі в діючій програмі державної підтримки населення у 2019 році, з екстраполяцією на весь період дії нової програми);

-механізму стимулювання підприємств до впровадження енергоефективних заходів шляхом відшкодування частини відсотків за кредитами, залученими на придбання енергоефективного обладнання – 0,94 млрд грн (розрахунок фінансування здійснено на основі даних щодо орієнтовного розміру кредиту на впровадження енергоефективних заходів підприємствами, визначеного за допомогою аналітичного дослідження в раках допомоги проекту GIZ, а також прогнозного попиту на участь у програмі, з екстраполяцією на весь період дії нової програми);

-стимулювання розвитку ринку енергосервісу шляхом відшкодування частини відсотків за кредитами, залучених виконавцями енергосервісу для впровадження заходів із термомодернізації на об'єктах державної та комунальної форми власності – 2,529 млрд грн (розрахунок фінансування здійснено на основі даних щодо площі та споживання теплової енергії вибірки потенційних об'єктів енергосервісу, що складає 10% від загальної кількості 4 потенційних об'єктів енергосервісу, опублікованих на сайтах центральних органів виконавчої влади та місцевих органів влади);

-проведення санації будівель органів державної влади та забезпечення енергетичної ефективності таких будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель, в тому числі розроблення проектно-кошторисної документації – 0,330 млрд грн (розрахунок фінансування ґрунтується на дослідженні проекту GIZ щодо будівель, які підпадають під дію Директиви Європейського Парламенту та Ради ЄС 2012/27/ЄС «Про енергоефективність», зокрема її статті 5 щодо показової ролі будівель бюджетних установ національного рівня);

-стимулювання розвитку інфраструктури зарядних станцій для електромобілів – 0,0865 млрд грн (розрахунок фінансування здійснено з урахуванням даних щодо середньорічної кількості встановлених швидкісних зарядних станцій для електромобілів за період 2017-2019 рр та їх вартості за

умови виробництва на території України та оцінкою їх приросту в наступні роки);

-стимулювання населення до встановлення об'єктів відновлюваної енергетики для забезпечення гарячого водопостачання шляхом відшкодування частини суми кредиту, залученого на придбання сонячних колекторів – 0,1 млрд грн (розрахунок фінансування здійснено з урахуванням темпів зростання попиту на встановлення сонячних електростанцій домогосподарствами після запровадження стимулюючих механізмів (у 2014 році введено 244 СЕС домогосподарств, у 2015 – 865 СЕС домогосподарств, 2016 – 1900 станцій. Тобто в середньому близько 1000 станцій в рік);

-стимулювання населення до встановлення об'єктів відновлюваної енергетики для забезпечення опалення та гарячого водопостачання шляхом відшкодування частини суми кредиту, залученого на придбання теплових насосів – 0,25 млрд грн (розрахунок фінансування здійснено на основі даних попиту з боку населення до участі в діючій програмі державної підтримки на встановлення котлів на альтернативному паливі у 2019 році на рівні 1000 виданих кредитів);

-стимулювання суб'єктів господарювання до встановлення електростанцій, що виробляють електроенергію з біогазу, виробленого з відходів сільського господарства (анаеробне зброджування) потужністю до 150 кВт, шляхом відшкодування частини відсотків за кредитами, залученими на придбання та встановлення обладнання – 1,08 млрд грн (розрахунок фінансування здійснено з урахуванням середньорічного збільшення приросту кількості біогазових електростанцій в Україні з очікуваним збільшенням кількості біогазових електростанцій, які використовуються споживачами);

-стимулювання суб'єктів господарювання до встановлення установок з виробництва біогазу з відходів сільського господарства (анаеробне зброджування), шляхом відшкодування частини відсотків за кредитами,

залученими на придбання та встановлення обладнання – 0,093 млрд грн (розрахунок фінансування здійснено з урахуванням мінімальної кількості пілотних проектів з виробництва біогазу фермерськими господарствами (3-6 проектів у кожному районі), необхідних для початку розвитку зазначеного напрямку);

-стимулювання суб'єктів господарювання до впровадження проектів з вирощування енергетичних рослин шляхом відшкодування відсотків за кредитами, залученими на закладання плантацій та придбання садивного матеріалу – 0,08 млн грн (розрахунок фінансування здійснено з урахуванням темпів закладання плантацій в обсязі 2000 га на рік).

Під час розрахунку фінансової потреби для заходів, які передбачають відшкодування відсотків за кредитами (в т.ч. для заходу стимулювання розвитку інфраструктури зарядних станцій для електромобілів), однією з умов такого розрахунку є відшкодування облікової ставки НБУ в двократному розмірі (станом на момент розроблення Концепції облікова ставка НБУ становила 6%).

Обсяги видатків на реалізацію проекту акта уточнюються щороку з урахуванням можливостей державного бюджету, конкретизації заходів за підсумками їх виконання у попередні роки.

Більше детальні фінансово-економічні розрахунки будуть здійснені під час підготовки проекту акта щодо затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії на 2022-2026 роки.

2. ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ З ВИКОРИСТАННЯМ В ЯКОСТІ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОВИЙ НАСОС

2.1 Приклади застосування теплових насосів в якості генеруючих потужностей систем теплозабезпечення

Зростання проблем енергозабезпечення дало чуттєвий поштовх до розвитку використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) в Україні. Одним із шляхів розв'язку проблеми є використання теплового насосу для систем опалення приватних і промислових будівель. Тепловий насос демонструє підвищену ефективність порівняно з іншими поширеними технологіями, які сьогодні застосовують. Зокрема, його продуктивність приблизно в 4-5 разів більша, ніж у газового котла при врахуванні однакового споживання енергії. Основний секрет у тому, що таке устаткування не синтезує тепло самостійно, лише переносить його. Універсальність теплового насоса — одна з найвагоміших переваг. Купуючи подібне обладнання, споживач одразу вбиває трьох зайців: вирішує питання з опаленням, нагріванням води та кондиціонуванням приміщення. Незважаючи на те, що спочатку такий прилад створений виключно для обігріву, принцип його роботи збігається з тим, що використовується при експлуатації кондиціонера, проте якщо останній застосовувати на обігрів, то його механізм зношується набагато швидше. Встановлення ТН при будівництві нового об'єкту є вартісною, але цілком можливою операцією, то можливість підключення ТН у вже існуючу систему опалення вимагає додаткового вивчення.

Метою проходження передипломної практики, було пошук інформації та рекомендації з даного питання.

Водяна система опалення

У самому спрощеному варіанті, будь-яка водяна система опалення складається з чотирьох елементів:

- джерело теплоти
- теплоносій
- магістралі
- опалювальний прилад.

Під джерелом теплоти можна розглядати газовий, дизельний, дров'яний, вугільний, пелетний котел, або будь-який інший водяний нагрівач.

Теплоносій – підготовлена вода, яка циркулює по магістралях (трубах), і віддає тепло опалювальним приладам. В якості опалювальних приладів можуть бути радіатори, конвектори, регістри, фанкойли, теплі підлоги і т.д.

Безпосередньо опалювальний прилад нагріває приміщення. Принцип водяної системи опалення робить її універсальною. Зазвичай, змінивши джерело теплоти, (наприклад, помінявши газовий котел на електрокотел), немає потреби змінювати теплоносій, магістралі та опалювальні прилади. Однак у кожній системі є свої особливості, які необхідно враховувати. При проектуванні систем опалення, проводиться розрахунок тепловтрат будівлі.

В результаті цього розрахунку для кожного приміщення отримуємо кількість теплоти, що необхідно підвести до опалювальних приладів в даному приміщенні (за годину) для підтримки комфортної температури в даному приміщенні (+18...+22 С для житлових будівель), при розрахунковій температурі на вулиці що залежить від географічного розташування об'єкту.

Наприклад, тепловтрати приміщення склали 1,4 кВт Це означає, що опалювальні прилади повинні видавати 1,4 кВт теплоти + певний відсоток запасу теплової енергії на компенсацію додаткових втрат (загалом, близько 1600 Вт).

Розглянемо принцип підбору радіаторів обігріву для даної теплової схеми. Потужність радіатора (кількість теплоти, яку він може видати), залежить від його розмірів і температурного графіку (температури теплоносія на прямому та зворотньому трубопроводах). В якості приладів опалення розглядаємо сталеві радіатори **KERMI**.

Сталеві панельні радіатори опалення були розроблені в якості альтернативи старим чавунним батареям і отримали найбільшу популярність серед власників приватних будинків і котеджів. Головною їх перевагою вважається високий показник тепловіддачі, який набагато вище, ніж у радіаторів секційного типу. Вони підходять для будь-яких приміщень через велику різноманітність моделей та варіантів, в яких виконуються панельні радіатори опалення.

Панельні радіатори опалення складаються з кількох (однієї, двох або трьох) панелей, що представляють собою зварені два листа сталі. Після штампування на них виникають вертикальні жолоби, що слугують для циркуляції теплоносія. Для досягнення кращої тепловіддачі зі зворотного боку панелі радіатори часто оснащують сталевими ребрами, які підвищують конвекцію повітря. Батареї поділяються на наступні різновиди за кількістю панелей:

тип 10 – батарея з однієї панелі, не оснащена конвектором;

тип 11 – батарея з однієї панелі, оснащена одним конвектором, не має верхньої решітки;

тип 20 – батарея з двох панелей, має сітку для випуску повітря, не оснащена конвектором;

тип 21 – батарея з двох панелей, має один конвектор, зовні закрита кожухом;

тип 22 – батарея з двох панелей, має два конвектори, кожух;

тип 30 – батарея з трьох панелей, без конвектора, закрита решіткою зверху;

тип 33 – батарея з трьох панелей, з трьома конвекторами, закритий кожухом.

Розглянемо варіант вибору радіатора з висотою 600 мм (вище не дозволяє висота підвіконня у приміщенні за ТЗ).

У каталозі фірми-виробника знаходимо стовпець з радіаторами висотою 600 мм і підбираємо той, що може забезпечити теплову потужність 1600 Вт. В нашому випадку таке навантаження може забезпечити радіатор шириною 500 мм. При температурному графіку 90/70 такий радіатор може видати 1607 Вт.

Ширина	Высота	300			400			500			550	600			900		
		11	22	33	11	22	33	11	22	33	22	11	22	33	11	22	33
400	90/70° C	298	510	735	379	642	926	459	772	1109	775	538	900	1266	770	1266	1756
	70/55° C	193	330	469	246	414	588	297	496	703	503	347	576	811	493	799	1105
500	90/70° C	373	638	919	474	803	1157	574	965	1387	967	673	1125	1607	963	1582	2196
	70/55° C	242	413	586	307	517	735	371	620	878	628	434	720	1014	616	999	1381
600	90/70° C	447	766	1102	568	963	1388	688	1158	1664	1161	808	1349	1928	1156	1898	2635
	70/55° C	290	495	703	369	621	882	445	744	1054	754	520	864	1217	740	1198	1657
700	90/70° C	522	893	1286	663	1124	1620	803	1351	1941	1355	942	1574	2250	1348	2215	3074
	70/55° C	338	578	820	430	724	1029	519	868	1229	880	607	1008	1420	863	1398	1933
800	90/70° C	596	1021	1470	758	1284	1851	918	1544	2218	1548	1077	1799	2571	1541	2531	3513
	70/55° C	387	660	937	492	827	1177	593	992	1405	1005	694	1151	1623	986	1598	2210

Рис.2.1 Таблиця підбору радіатора фірми «KERMI»

При температурному графіку 90/70, температура в подаючому трубопроводі системи опалення становить 90 градусів. Це надто висока температура для опалювальної поверхні — є ризик, що при випадковому торканні до поверхні можна отримати опік. Тому більш небезпечний температурний графік в дані системі буде 70/55, але згідно таблиці теплова потужність радіатора становитиме 1014 Вт, що не задовольняє ТЗ. Тобто при підборі радіаторів опалення необхідно враховувати, що при роботі з більш низьким температурним графіком поверхня обігріву може видавати на 40%

менше теплоти. Продовжуючи пошуки для температурного графіку 70/55, знаходимо радіатор шириною 800 мм, який при температурному графіку забезпечує теплове навантаження 1623 Вт, що відповідає умовам ТЗ.

Існує можливість підібрати радіатор і на більш низький температурний графік 50/40 . Але такий радіатор, для того щоб забезпечити 1600 Вт при температурному графіку 50/40, повинен мати більшу площу теплообміну , т.б. мати більший розмір. Замість ширини 800 мм, його ширина при 50/40 повинна бути 1200 мм. Збільшення типорозміру радіатора приводить , в першу чергу, до збільшення вартості проекту. Також треба враховувати сучасні тенденції мінімалізма при оформленні житлових будівель.

Проектуючи класичні системи опалення з джерелом теплоти у вигляді звичайного газового (НЕ конденсаційного) котла, не має сенсу переплачувати за дорогі радіатори великих розмірів, тому як правило підбирають радіатори на температурний графік 70/50.

При проектуванні системи із використанням ТН вибір температурного режиму теплоносія з боку системи опалення має інші особливості. У випарнику теплового насоса робочим тілом є - холодоагент, який не містить хлору, - він знаходиться під низьким тиском і кипить при низькій температурі, поглинаючи тепло низькопотенційного джерела. Потім робоче тіло стискається в компресорі, який приводиться в рух за допомогою електричного або іншого двигуна, і потрапляє в конденсатор, де при високому тиску конденсується при більш високій температурі, віддаючи тепло конденсації приймачу тепла, наприклад, теплоносія системи опалення.

конденсатора робоче тіло через дросель знову потрапляє у випарник, де його тиск знижується, і процес кипіння холодоагенту починається знову

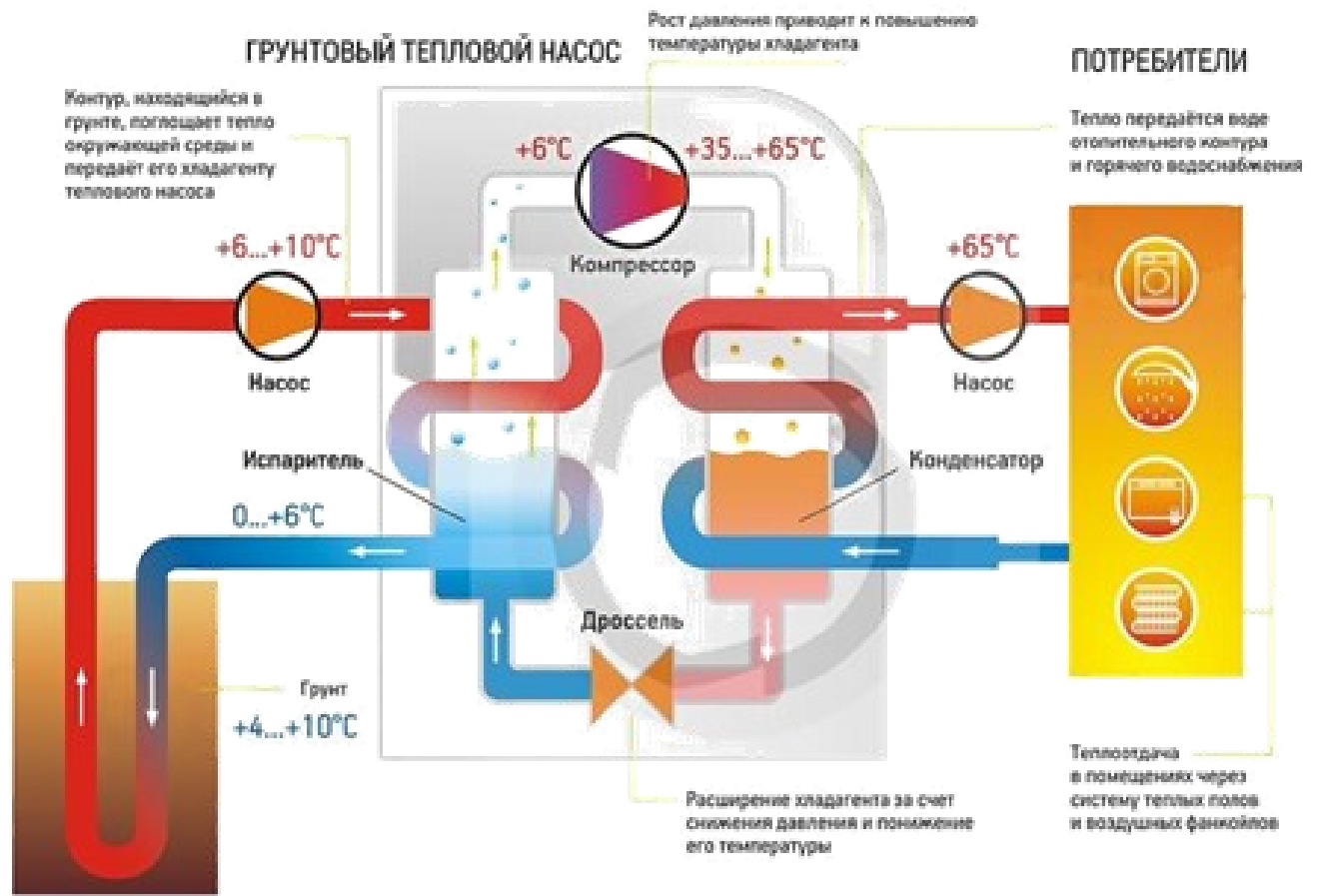


Рис.2.2 Принцип роботи ґрунтового ТН

Як і будь-яка холодильна машина, тепловий насос використовує механічну (електричну або іншу) енергію для реалізації термодинамічного циклу. Ця енергія використовується на привід компресора (сучасні теплові насоси потужністю до 100 кВт комплектуються вискоєфективними скрол компресорами). Коефіцієнт перетворення (коефіцієнт трансформації або ефективності) теплового насоса - це співвідношення кількості теплової енергії яку виробляє тепловий насос до кількості електричної енергії, яку вона споживає. Коефіцієнт перетворення залежить від рівня температур у випарнику і конденсаторі теплового насоса. Це значення коливається для різних теплонасосних систем в діапазоні від 2,5 до 7, тобто на 1 кВт витраченої електричної енергії тепловий насос виробляє від 2,5 до 7 кВт теплової енергії, що не під силу ні конденсаційному газовому котлу, ні будь-якого іншого генератору тепла. Тому можна стверджувати, що парокомпресійні теплові

насоси виробляють тепло, використовуючи мінімальну кількість дорогої електричної енергії.

Тепловий насос може вільно нагріти воду в опалювальному контурі до температури 65-70 °С (рис. 2.2) . Але в режимі нагріву теплоносія до температури 65 °С тепловий насос споживає енергії на 20% більше ніж в режимі нагріву теплоносія до температури 45 °С.

Тому, щоб уникнути перевитрати електроенергії, системи опалення на базі теплових насосів, проектуються низькотемпературними. Це означає, що температурний графік системи опалення для ТН в більшості випадків не перевищує 45/35. Такий режим обігріву максимально енергоефективний.

Проведемо перерахунок радіатора Кермі, 33-го типу, висотою 600 мм, шириною 800 мм, $W = 1\,623$ Вт при температурному графіку 70/55, на режим q_{rj} використання з температурним графіком 45/35 за формулою:

$$T = (t_{под} + t_{звo}) / 2 - t_{пр}$$

де T – температурний напір ; $t_{под}$ - температура подачі; $t_{звo}$ - температура зворотної магістралі; $t_{пр}$ - температура приміщення.

Тоді температурний напір при температурній графіку 70/50 :

$$T_1 = (70 + 55) / 2 - 22 = 40,5 \text{ } ^\circ\text{C} ;$$

температурний напір при температурній графіку 45/35:

$$T_2 = (45 + 35) / 2 - 22 = 18 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Визначаємо кількість теплоти що передається радіатором при температурному графіку 45/35:

$$Q = 1623 (18 / 40,5) 1,3 = 568 \text{ Вт}$$

Висновок: при даному режимі роботи радіатор забезпечує третю частину від необхідної потужності, що не відповідає ТЗ.

Продовживши розрахунок при актуальному для нас температурному графіку 45/35, отримуємо радіатор висотою 600 мм і довжиною 2300 мм. Радіатор меншою ширини не здатний, при даному температурному графіку, видавати необхідні 1600 Вт.



Рис. 2.3 Порівняння розмірів визначених радіаторів

В даному випадку ефективне опалення внаслідок значної габаритності, як мінімум, не буде гармонійно вписуватися в інтер'єр сучасного будинку.

Тому, в разі опалення тепловим насосом потрібно передбачити інші варіанти опалювальних приладів. Оскільки температурний графік зменшився, щоб уникнути зменшення тепловіддачі, необхідно збільшувати площу теплообміну (розмір опалювальних приладів).

Опалення тепловим насосом в режимі опалення поверхнями

Ідеальним варіантом у даному випадку може бути опалення поверхнями. До даного виду опалення можна віднести теплі підлоги і теплі стіни. Оскільки використання теплої підлоги не впливає на дизайн приміщення, її можна використовувати у всьому приміщенні, що призведе до максимально великої поверхні теплообміну. А це, в свою чергу, призведе до максимального зменшення температури в системі опалення.

Віддача тепла в системі «теплої підлоги» відбувається за рахунок протікання гарячої води по закільцьованому змійовику (нагрівальному контуру). Тепловий потік проходить через стінку труби, потім через шар бетону, який

разом з декоративним покриттям підлоги стає гріючою плитою та віддає тепло приміщенню. Після бетонування дуже проблематично займатися ремонтом трубопроводу, тому важливо правильно вибрати необхідну трубу. Наприклад, металопластикова комбінована труба «Aqua— Rex» має повну корозійну, хімічну та електрохімічну стійкість як зовні, так і зсередини. Внутрішня поверхня є абсолютно гладкою, що знижує гідравлічні втрати тиску в трубі. Відсутність відкладень солей, це гарантує те, що з часом гідравлічний опір не зміниться. Труба має армований шар з алюмінію, що, крім збільшення міцності труби, знижує її коефіцієнт лінійного розширення.

Згідно ТЗ приміщення має площу підлоги 20 м². Використовуємо спеціалізовану програму RENAУ для розрахунку системи “тепла підлога” (рис.2.4). У вихідних даних вказуємо температурний графік 45/35, труба діаметром 17 мм, з кроком укладання 10 см . В результаті отримали показник тепловіддачі від теплої підлоги 98 Вт з метра квадратного. У перерахунку на все приміщення отримуємо значення 1960 Вт .Таким чином отримуємо «запас тепла» $W=1960 - 1400 = 560$ Вт та систему , що не псує вигляд приміщення і дозволяє тепловому насосу працювати в максимально ефективному режимі, з максимальним COP.

Зоны напольного отопления по помещениям

№ п/п	Наим. пом.	Сис.	Доп. до	R м2K/Вт	Зона пост. преб					Граничн. зона					Q общ. Вт
					A м2	q.A Вт/м2	Шаг см	Q A Вт	tnл °C	A м2	q.R Вт/м2	Шаг см	Q R Вт	tnл °C	
1/1/1	Помещение	1		0.030	20.0	98	10.0	1960	30.8						1960
1 отопительные контуры в 1 помещении:					20.0		1960								1960

легенда:

Применяемые системы (сист.):
1: HAC, RAUTHERM S 17 x 2.0, 36 мм ZE

Нас. пункт: № этажа/№ помещения/№ зоны нап. отопления

Рис. 2.4 Результати розрахунку спеціалізованої програми “RENAУ”

Необхідно зауважити, що обрані розрахункові параметри температурного графіка 45/35, актуальні тільки для максимальної розрахункової температури на вулиці -22 °С. Така температура буває декілька днів на рік. При температурах на вулиці – 10°С, тепловтрати приміщення зменшуються з 1400 Вт до 1018 Вт. Формула перерахунку тепловтрат для іншої температури на вулиці

$$Q_2 = (t_{пр} - t_{вул\ 2}) / (t_{пр} - t_{вул\ 1}) Q_1.$$

Отже, при температурі на вулиці -10°С немає потреби використовувати температурний графік 45/35. Щоб отримати в приміщенні температуру повітря +22 °С буде досить подавати в систему опалення близько гарячу воду з температурою 36 °С. Зменшення температури теплоносія призведе до ще більшого збільшення COP.

Дані температурних графіків взяті з міжнародного сервісу NIBE Uplink, який здатний записувати всі параметри, необхідні для перерахунку, протягом року. На даному графіку виведені три параметри: температура зовнішнього повітря («тем. на. воз» (рис. 2.5)), розрахункова температура подачі, кімнатна температура.

Журнал

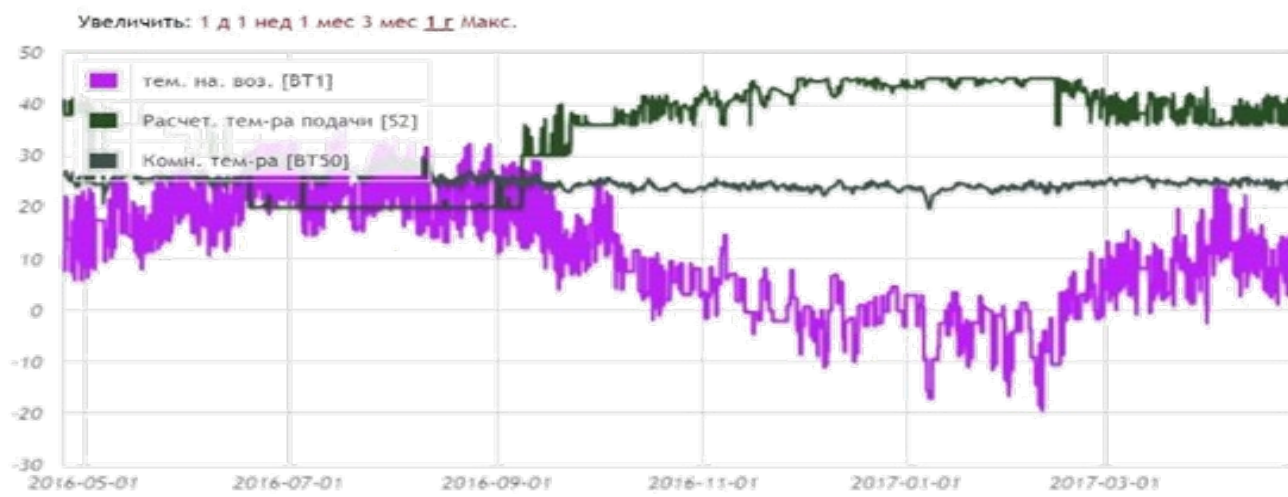


Рис 2.5 температурний графік NIBE Uplink за 2017 рік

З мал. 2.5 видно, що температура в 2017 опускалася нижче -10 °С лише кілька разів, при цьому такі холоди мали нетривалий характер. При цьому температура теплоносія в теплій підлозі не перевищувала 45 °С, в той час як

в міжсезоння (при незначних холодах) вона була на рівні близько 35 °С. Температура в приміщенні залишалася стабільною, на рівні 22-24 °С. Зменшення температури нижче заявленого рівня пов'язано із тим, що власник будинку був тривало відсутній у приміщенні і спеціально знижував температуру в будинку.

Висновок: більшість сучасних теплових насосів працюють по погодозалежної автоматиці. Такий режим передбачає автоматичне коригування температури теплоносія, в залежності від температури на вулиці. Це дає можливість:

1. забезпечити комфортну температуру протягом усього опалювального періоду.
2. максимально знизити температури теплоносія в системі опалення, що призводить до підвищення COP.

Тепла підлога як правило монтується під плитку. Оскільки плитка має гарні теплопровідні властивості, це дозволяє максимально ефективно і рівномірно розподіляти тепло по підлозі. Чи можна використовувати покриття з паркетом або дерев'яну підлогу? Треба згадати, що дерево гірше проводить теплоту, до того ж є обмеження по максимальній температурі, яку може витримати дерев'яне покриття. Тепловіддача від такої підлоги може зменшитися на 40%. Деякі види покриття при нагріванні можуть деформуватися. Найбільшою перепоною є те, що клей, який використовується при вкладанні дерев'яної підлоги, виділяється в процесі нагрівання та наносить шкоду здоров'ю.

Все це не робить застосування теплої підлоги і дерев'яного покриття неможливим, однак ускладнює завдання в цілому, і дуже часто не дає можливості покрити всі тепловтрати приміщення, в якому встановлена дерев'яна підлога. Іншими словами, таке застосування найчастіше зустрічається не для того щоб нагріти приміщення, а для того щоб підвищити температуру підлоги для більш комфортного перебування людини. Мається на увазі що в такому

приміщенні, додатково повинен бути встановлений звичайний радіатор або конвектор.

Якщо ж згідно ТЗ на підлозі має бути дерев'яне покриття або паркет під систему “тепла підлога”, необхідно вибирати паркет з маркуванням “придатне для теплої підлоги” (мал.2.6).



Рис.2.6 Маркування «придатне для теплої підлоги»

В даному випадку, використання теплої підлоги під паркет хоча і не зможе повністю забезпечити самостійний обігрів приміщення, але все ж таки візьме на себе 60% від необхідної потужності на опалення. Це автоматично означає що немає потреби підбирати додатковий радіатор на всю потужність ($W=1600$ Вт), а необхідно компенсувати недоотримані 640 Вт. Скориставшись попереднім алгоритмом, отримаємо радіатор KERMI висотою 600 мм і шириною 1000 мм.

Якщо ж дерево непридатне для застосування з теплими підлогами, є можливість використовувати стіни в якості опалювальної поверхні. Така система дуже схожа на систему тепла підлога, за винятком деяких моментів.

По-перше під трубу не кладуть утеплювач, так як стіна вже утеплена зовні. По-друге використовують інший вид кріплення труби до стіни: товщина штукатурки над трубою повинна бути не більше 30 мм, в той час як товщина стяжки над теплою підлогою повинна бути не менше 30 мм.

Додатковим елементом в системі опалення будинку є фанкойли.

Фанкойли - це прилади, які можуть, як охолоджувати, так і нагрівати повітря в приміщенні. Вони дуже точно дотримуються заданої користувачем температури, і здатні швидко охолодити / нагріти середні або великі приміщення. Конструкція таких приладів досить проста. Важливу роль відіграє теплообмінник, який можна характеризувати як радіатор.

По конструкції безпосередньо фанкойла, вентилятор може бути встановлений перед теплообмінником і продувати його або ж навпаки після теплообмінника, всмоктуючи повітря з теплообмінника. Можливо двох-трубне або чотирьох-трубне виконання фанкойл: для одного теплообмінника з режимами холод / тепло і для двох теплообмінників з незалежними контурами опалення / охолодження відповідно. У разі чотирьох-трубного виконання з незалежними контурами охолодження / обігріву можливе одночасне охолодження і обігрів різних приміщень. За типом монтажу (рис 2.7), фанкойл може бути встановлений на стіні, на стелі або стояти окремо

Настінний фанкойл	Касетний фанкойл	Канальний фанкойл	Підлоговий фанкойл
			

Рис 2.7 Типи фанкойлів

2.2. Приклад застосування теплового насосу в «Печерській міжнародній школі» за адресою м.Київ, вул.Віктора Забіли, 7а

У зв'язку з постійним збільшенням кількості бажаючих навчатись у «Печерській Міжнародній Школі», що тягне за собою ще й пошук нових працівників, потребувалось будівництво нового навчального корпусу.

Було розроблено проект 5-ти поверхової будівлі зі спортзалом, підвальними приміщеннями та басейном, загальною площиною 6000 кв.м. (рис 2.8). Для зниження експлуатаційних затрат, було вирішено застосовувати теплові насоси.

Теплопостачання передбачається комбіноване. Основним джерелом теплопостачання є зовнішні теплові мережі. У якості резервного джерела тепла використовується повітряний тепловий насос, встановлений на даху. Підключення системи опалення до теплових мереж здійснюється в індивідуальному тепловому пункті.

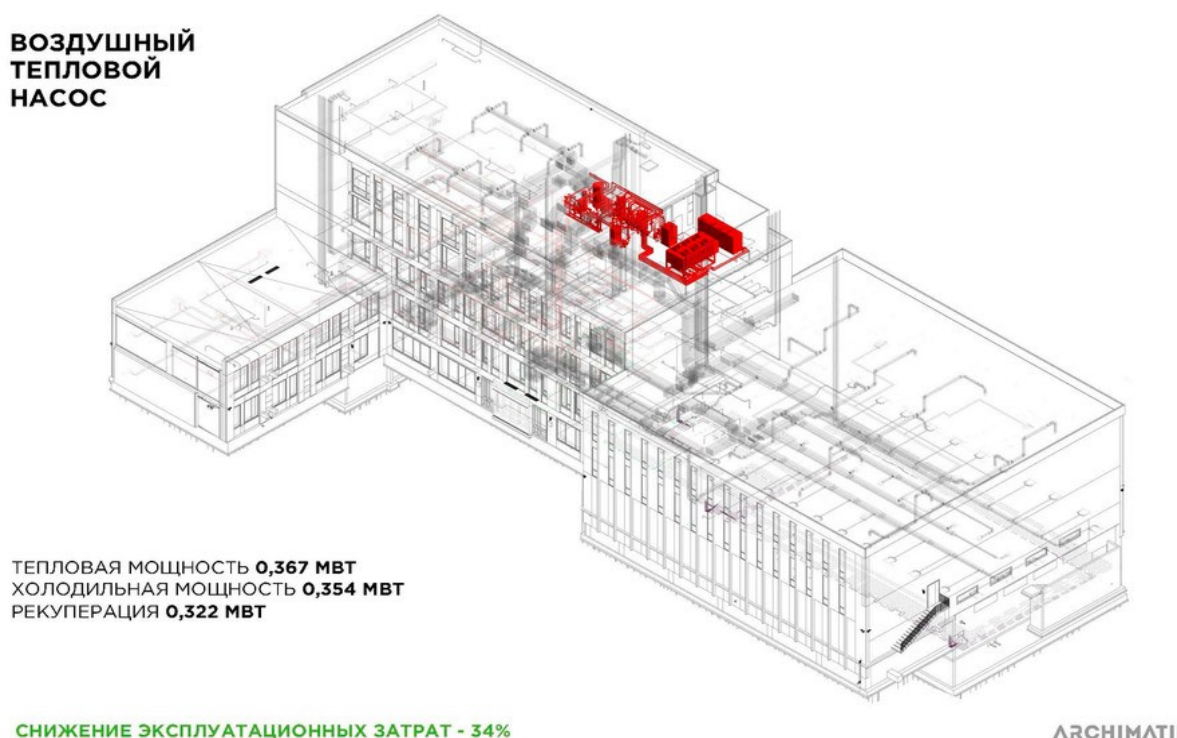


Рис 2.8 Загальний вид будівлі

Розрахункова зовнішня температура холодного періоду року $t_{зов.} = -22^{\circ}\text{C}$;

Середня температура опалювального періоду $t_{с.о.} = -0,1^{\circ}\text{C}$;

Тривалість опалювального періоду – 176 діб;

Теплопостачання від міських теплових мереж

В опалювальний період року, здійснюється теплопостачання системи опалення (СО), системи вентиляції (СВ), приготування гарячої води (ГВП).

В неопалювальний сезон – тільки для приготування ГВП.

Згідно технічним умовам, розрахунковий графік роботи теплових мереж становить:

- в опалювальний період – $150-70^{\circ}\text{C}$
- в неопалювальний період – $70-30^{\circ}\text{C}$

Для можливості опалення учбового приміщення у холодний період року, коли теплові мережі не можуть надати тепло, а також для можливості теплопостачання додаткових споруд, проектом передбачається встановлення додаткових джерел теплоти – теплових насосів зовнішнього розташування.

Згідно технічного завдання, проектом передбачалось встановлення 2-х теплових насосів фірми “Aermec”. Теплові насоси встановлюються на покрівлі.

Для роз’єднання етиленгліколевого контуру теплових насосів і водяних контурів систем тепло- і холодопостачання на покрівлі, навколо теплових насосів, розташовується технічне приміщення теплопостачання. Крім пластинчатих теплообмінників у технічному приміщенні розташовуються циркуляційні насоси гідромодулів теплових насосів (контурів етиленгліколю), насос підживлення систем етиленгліколем, циркуляційні насоси холодопостачання припливних установок, системи холодопостачання фанкойлів, системи теплопостачання басейну, а також насос підігріву води в баку акумуляторі для потреб ГВП. Бак акумулятор використовується для можливості акумуляції тепла при роботі теплового насосу NRP 1250 A4 у режимі охолодження. В цьому приміщенні також встановлюється додаткове обладнання

– розширювальні баки, вузли підживлення водяного контуру систем тепло- і холодопостачання.

Розрахунковий температурний графік:

- системи опалення – 50-40°C
- системи холодопостачання припливних установок актового і спортивного залів – 7-12°C
- системи холодопостачання припливних установок кухні – 7-12°C
- системи холодопостачання фанкойлів – 7-12°C
- системи теплопостачання басейну – 50-40°C

На покрівлі встановлені:

- тепловий насос NRK 0700 Н А; (1.1 на мал 2.9.)
- тепловий насос NRP 1250 А4; (5.1 на мал 2.9.)
- бак зберігання і зливу етиленгліколю; (4.1 на мал 2.9.)

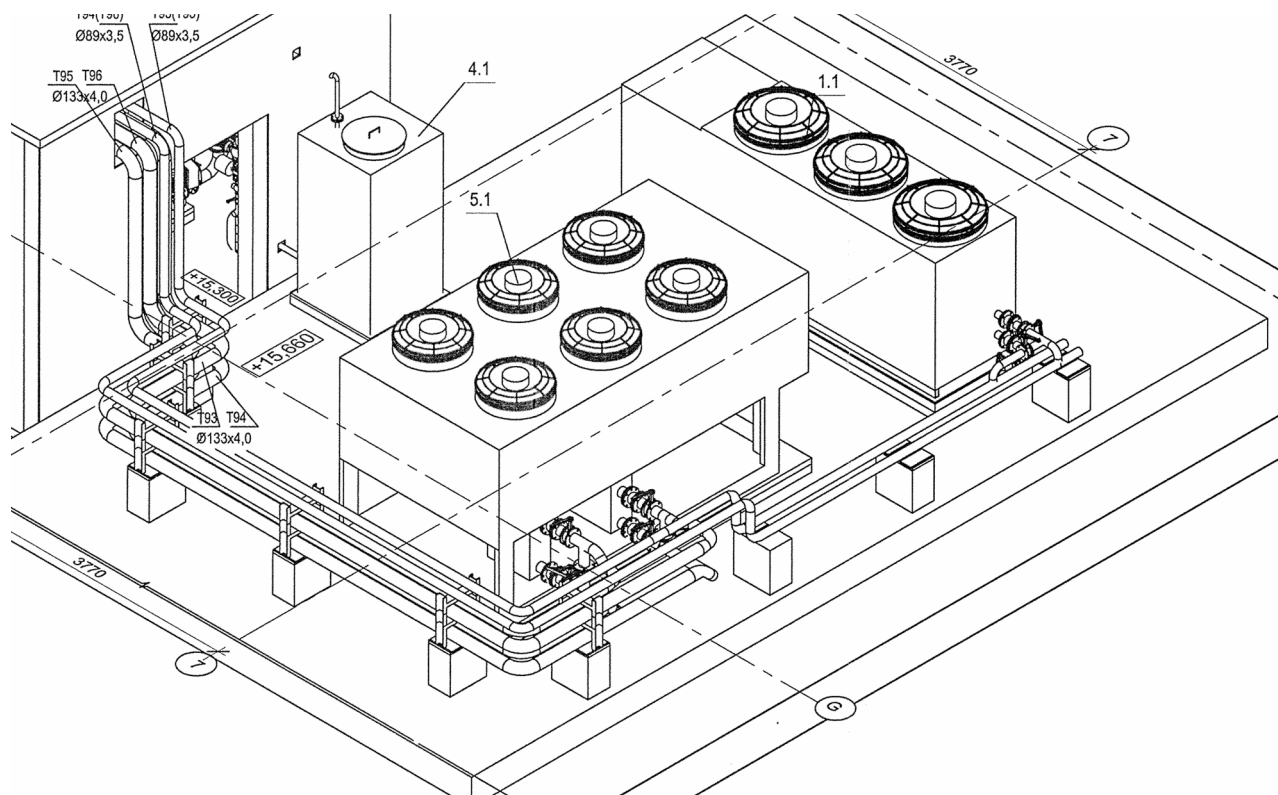


Рис 2.9 Обладнання на покрівлі будівлі

У технічному приміщенні:

- ТО холодопостачання 140кВт (ІНЖ-ТП-100-50-69); (2.2 на мал 2.10.)
- ТО теплопостачання 140кВт (ІНЖ-ТП-050-16-45); (2.3 на мал 2.10.)
- ТО холодопостачання 290кВт (ІНЖ-ТП-100-50-139); (6.8 на мал 2.10.)
- ТО теплопостачання 230кВт (ІНЖ-ТП-100-31-31); (6.9 на мал 2.10.)
- теплообмінник приготування гарячої води 200кВт (ІНЖ-ТП-100-205-27); (6.10 на мал 2.10.)
- система заповнення незалежних контурів хозпобутовою водою;
- система заповнення етиленгліколем (40% розчином) зовнішнього контуру теплових насосів;
- насосне і допоміжне обладнання

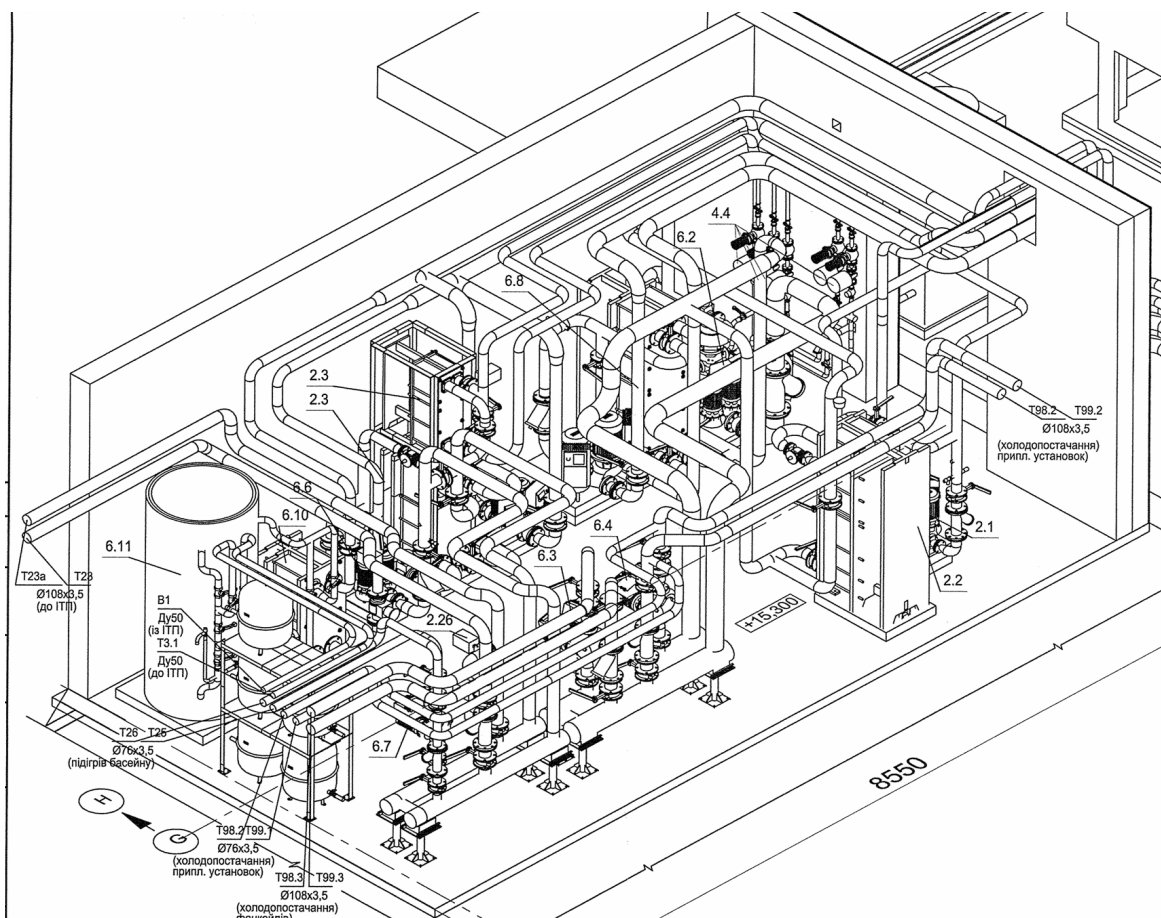


Рис 2.10 Обладнання технічного приміщення на покрівлі

Тепло- холодопостачання від теплових насосів зовнішнього розташування:

Застосування багатофункціонального теплового насосу NRP 1250 A4 (TH2) дозволяє одночасно забезпечити тепло і холодопостачання будівлі. TH2 має 2 незалежних гликолевих контура. Один із котрих працює тільки на холодопостачання (етиленгліколевий контур з параметрами 5/10°C), другий – тільки на теплопостачання (етиленгліколевий контур з параметрами 55/50°C).

Тепловий насос NRK 0700 (TH1) може працювати тільки в одному з режимів: чи холодопостачання (етиленгліколевий контур з параметрами 5/10°C), чи теплопостачання (етиленгліколевий контур з параметрами 55/50°C).

Теплові насоси працюють на загальний колектор. Вони підключаються до водяних систем кондиціонування і теплопостачання за допомогою пластинчатих теплообмінників.

Водяні контури мають параметри:

- холодопостачання 7/12°C;
- теплопостачання 50/40°C;

Повітряні теплові насоси забезпечують наступні режими роботи:

- одночасний режим холодо- і теплопостачання у літній період року;
- режим теплопостачання у перехідний період року – до температури зовнішнього середовища не нижче -5°C
- при температурі нижче -5°C теплопостачання здійснюється від зовнішніх теплових мереж і від електрокотла 180кВт

Таблиця 2.1 Розрахункові витрати тепло/холодопостачання

Найменування споживача	Періоди року	Витрата тепла, кВт				
		Опалення	Вентиляція	ГВП	Підігрів басейну	Загальна
Теплопостачання						
Учбовий корпус	-5	174	-	-	-	174
Басейн	-5	20	49	-	111	180
Разом (тепло)	-5	194	49	-	111	354
Режим рекуперації		20	49	202	111	382
Холодопостачання						
Учбовий корпус (припливні установки)	+35	-	187	-	-	187
Кондиціювання корпусу (фанкойли)	+35	180	-	-	-	180
Разом (холод)		180	187	-	-	367

«Літній» режим роботи

У літній період ТН2 працює як основне джерело холодопостачання. Він забезпечує 288кВт холоду у режимі тільки вироблення холоду і 265кВт холоду у режимі рекуперації. Це становить відповідно 78% і 72% від максимальної потреби холоду всіма споживачами будівлі (370кВт). Недостачу холоду покриває ТН1, який каскадно вмикається у роботу, коли температура у подавальному контурі холодопостачання стає вище 7°C. Відключення т\н1 здійснюється при досягненні температури у зворотному трубопроводі холодопостачання 12°C.

Контур теплопостачання ТН2 у літній період працює тільки для потреб теплопостачання басейну. Контур теплопостачання може забезпечити 227Квт у режимі теплогенерації і 382кВт у режимі рекуперації тепла (режим рекуперації працює тільки при умові, коли ТН2 працює в режимі холодопостачання з завантаженням не менше 70%). Таким чином у літній період може існувати

надлишок тепла, який використовується для підігріву систем ГВП у баку-акумуляторі PSB-1650 у приміщенні теплового насосу.

Режим роботи «міжсезоння»

У період міжсезоння (при температурі зовнішнього повітря від $+15^{\circ}\text{C}$ до температури не нижче -5°C) ТН2 працює як основне джерело теплопостачання. Він забезпечує 227кВт тепла. Це становить відповідно 64% від максимальної потреби тепла всіма споживачами будівлі – системою радіаторного опалення і системою теплопостачання басейну ($174 + 180 = 354\text{кВт}$). Недостачу тепла при необхідності покриває ТН1, який каскадно вмикається в роботу, коли температура у подавальному водяному контурі теплопостачання стає менше 50°C . Відключення т\h1 здійснюється при досягненні температури у зворотному трубопроводі теплопостачання 40°C .

«Зимовий» режим теплопостачання

При температурі зовнішнього середовища нижче -5°C здійснюється включення «зимового» режиму теплопостачання споживачів. Теплопостачання від теплового пункту, електрокотла і режим нагріву гарячої води від електротенів.

При цьому:

- відключаються із роботи ТН1, ТН2 із всіма насосними групами, крім насосу підігріву ГВП;
- здійснюється переключення СО на теплопостачання з приміщень ІТП;
- теплопостачання припливних установок здійснюється від приміщень ІТП;
- теплопостачання споживачів басейну здійснюється від електрокотлу в приміщенні теплопостачання басейну.

Через відсутність теплопостачання від теплових насосів, компенсація тепла на підігрів гарячої води для потреб басейна здійснюється за рахунок включення електричних нагрівачів в баці-накопичувачі ГВП, що встановлений у технічному приміщенні теплопостачання. Електрична потужність нагрівачів у баку – 30кВт.

Комплектні терморегулятори ТЕНів забезпечують автоматичне підтримання температури в баці не вище 60°C. Передбачається можливість включення до роботи кожного електротену окремо.

2.3. Переваги та недоліки застосування теплових насосів в якості генеруючих потужностей систем теплозабезпечення

Тепловий насос демонструє підвищену ефективність у порівнянні з іншими поширеними технологіями, застосовуваними сьогодні. Зокрема, його продуктивність приблизно в 4-5 разів більше, ніж у газового котла при обліку однакового споживання енергії. Основний секрет криється в тому, що таке обладнання не синтезує тепло самостійно, а тільки переносить його.

Економічність

Багато хто сумнівається в виборі подібного обладнання, так як ціна його досить висока. Незважаючи на те, що тепловий насос коштує недешево, окупається він досить швидко. Ті, хто використовує газ, як основне джерело опалення, прекрасно знають, наскільки часто і відчутно він дорожчає, тоді як тепловий насос спочатку дозволяє в процесі експлуатації нести менші витрати і через кілька років повністю виправдовує свою вартість.

Універсальність

Універсальність теплового насоса – одне з найвагоміших його переваг. Купуючи подібне обладнання, споживач відразу вбиває трьох зайців: вирішує

питання з опаленням, нагріванням води і кондиціонуванням приміщення. Незважаючи на те, що спочатку такий прилад створений виключно для обігріву, принцип його роботи збігається з тим, що використовується при експлуатації кондиціонера, проте якщо останній застосовувати на обігрів, то зношується його механізм набагато швидше.

Безпека

Як і будь-яке інше опалювальне обладнання, теплові насоси повинні бути безпечними що вони прекрасно демонструють в процесі роботи. Забезпечується досягнення цього критерію завдяки тому, що ніякого паливо вони не використовують, а тому і шкідливих компонентів не виділяють.

Екологічність

Власне, саме відсутність шкідливих викидів і нездатність забруднювати навколишнє середовище роблять таке обладнання максимальне екологічним, а тому актуальним, якщо врахувати, наскільки дане питання педантично розглядається останнім часом.

Надійність і термін служби

Герметичний корпус конструкції робить тепловий насос придатним до експлуатації протягом тривалого терміну. Далеко не всі сучасні технології здатні забезпечити аналогічний результат.

Автономність

З огляду на, що експлуатація теплового насоса не залежить від того, в якому обсязі поставляється органічне паливо, ніяких газових комунікацій прокладати не потрібно.

Комфорт

Досить правильно розрахувати параметри експлуатації теплового насоса для того, щоб забезпечити належний рівень комфорту, аналогічний тому, що встановлюється, якщо мова йде про роботу класичний електричний або газовий котел.

Узгодження проектів

В процесі встановлення теплових насосів потрібно мінімум погоджень в порівнянні з тими ж електричними і газовими котлами, що використовуються в якості опалювальних систем.

Повсюдне використання

Вода, земля і повітря – це ті сфери, які присутні в різних куточках Землі. Якщо електрику на об'єкті відсутній, то можна використовувати установки, оснащені бензиновими і дизельними генераторами. Сонячні батареї і вітряної генератор також здатні створити необхідну кількість енергії з метою опалення будинку.

Недоліки теплових насосів

Ціна і окупність

Якщо купувати планується тепловий насос геотермального типу, то вкласти в нього доведеться значні кошти. Окупність – окремий нюанс, термін її збільшується в залежності від площі будинку: чим вона менша, тим довше період, протягом якого заплачені гроші повернуться власнику. Найчастіше час розтягується на 10-15 років або навіть більше, якщо мова йде про обладнання провідних європейських брендів відмінної якості.

Територіальне розміщення

Якщо розміщувати тепловий насос в котельні, то він займе площу, аналогічну газового котла, тоді як територію прибудинкової ділянки доведеться доопрацьовувати. Якщо мова йде про розташування обладнання в водоймі, то додатково може знадобитися доступ до берега.

Шум в котельні

Далеко не всі фахівці озвучують такий недолік, як шум в котельні в процесі роботи. Однак важливо враховувати, що компресор теплового насоса видає звук набагато гучніший, ніж той, що виходить від газового котла, навіть незважаючи на використання різних шумоізоляційних матеріалів. Внутрішні блоки теплових насосів Thermocold і МАХА обладнані сучасними компресорами, які максимально ізольовані і мають низький рівень шуму.

Трифазна електромережа

Для того, щоб робота теплового насоса було максимально стабільною необхідне підключення до трифазної електромережі. Додатково слід пам'ятати про те, що для компресора такого обладнання використовуються високі пускові струми, на що має бути розраховане електроживлення. В іншому випадку доведеться докуповувати спеціалізовані пристрої плавного пуску.

Витрати на бурові роботи

Ще один недолік – необхідність виконувати бурові роботи, які здатні порушити ландшафт доглянутою прибудинкової території. Якщо використовується вертикальний теплообмінник, то в процесі монтажу може знадобитися узгодження бурових робіт, на що традиційно йде в додатковий час і кошти.

2.4. Порівняльний аналіз техніко-економічних показників роботи різних систем генерації теплової енергії та теплонасосної системи

Розглянемо теплопостачання будинку 100м²

Для функціонування ТН необхідна електрична енергія для забезпечення циркуляції теплоносія в контурах системи. Перетворення теплової енергії із середовища з низьким температурним потенціалом в опалювальний контур відбувається у співвідношенні 4:1. На 1 кВт·год витраченої електричної енергії система отримує від 3,5 до 4,5 кВт·год теплоти.

Вартість ТН сильно залежить від продуктивності теплоти. Тому для покриття пікових навантажень, які виникають на нетривалий час зимових морозів, застосовують додаткові традиційні джерела теплоти – газові або твердопаливні котли.

Для управління системою з ТН і паралельним джерелом теплової енергії встановлюють багатофункціональні ємності з програмованим блоком управління. Таке обладнання знижує вартість опалення на 70–80% порівняно з традиційним газом.

Витрата електроенергії за весь сезон на опалення будинку становить 4750 кВт·год. У разі стандартного електротарифу витрати будуть 7980 грн. Тому опалення будинку ТН площею 100 м² – це більш ніж у 2 рази дешевше за газове опалення.

Різниця у вартості газового та ТН опалення 100 м² житлового будинку становить близько 7924 грн/рік.

ТН, хоча і справляються з нагріванням системи опалення і за температури на вулиці до –25°C, але максимальну ефективність (COP від 3,0 до 4,76) забезпечують за температури довкілля від –2 до + 12°C і вище.

ТН максимально ефективні в комбінованих системах опалення з низькотемпературним розподілом теплоти – водяними теплими підлогами або фанкойлами.

Використання низькопотенційної теплоти докiлля ТН для генерації теплової енергії є одним із найбільш ефективних та екологічно чистих напрямів, який має значне поширення у світі.

Проведемо розрахунок порівняльної вартості підігрівання 1 м3 води до температури 68°C з використанням різного теплогенеруючого обладнання для будівлі. Кількість теплової енергії Q для підігріву t літрів рідини від початкової температури до необхідної визначається за формулою:

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

де $c_p = 1,1 \cdot 10^{-3}$, кВт·г/л·К – питома теплоємність води.

Кількість енергії для підігрівання 1м3 води до зазначеної температури становить (кВт·год):

$$Q_1 = 1000 \cdot 0,0011 \cdot (68 - 18) = 55.$$

У розрахунку вартості підігрівання води за допомогою теплоелектронагрівачів ВТЕН можна прийняти, що на вироблення 1 кВт·год теплової енергії ними витрачається така ж кількість електричної енергії. Тоді, враховуючи вартість електроенергії (1,68 грн для населення), вартість підігрівання 1 м3 води становить:

$$B_{\text{ТЕН}} = 55 \times 1,68 = 92,4 \text{ грн.}$$

ТН, споживаючи 1 кВт·год електроенергії, виробляє 3 кВт·год теплової енергії, тобто вартість підігрівання води в такий спосіб ВТН буде:

$$B_{\text{ТН}} = 55/3 \times 1,68 = 30 \text{ грн.}$$

Для визначення вартості підігрівання води газовою котельнею визначимо об'єм газу, який потрібно спалити для отримання визначеної кількості теплової енергії за формулою:

$$V = \frac{Q}{q_{\text{газ}} \cdot \eta_{\text{гк}} \cdot \eta_{\text{гпп}}}, \quad (5)$$

де $q_{\text{газ}} = 9,6$ – теплотворна здатність газу, кВт/м³;
 $\eta_{\text{гк}} = 0,9$ – ККД газового котла;
 $\eta_{\text{гпп}} = 0,8$ – ККД системи ГВП, що враховує втрати теплоти.

Отже, об'єм газу:

$$V = \frac{55}{9,6 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 7,95 \text{ м}^3.$$

Ціна 1 м³ газу для населення натеper становить 7,96 грн, тобто вартість підігрівання води газовою котельнею ВГК становить:

$$B_{\text{ГК}} = 7,95 \cdot 7,96 = 63,28 \text{ грн.}$$

Необхідно підкреслити, що цей розрахунок не враховує вартість обслуговування котельної, заробітну плату операторів, роботу допоміжного обладнання котельні і т. ін., тоді як система ТН працює в автоматичному режимі і практично не потребує ніяких додаткових коштів.

Для визначення вартості підігрівання води твердопаливним котлом визначимо витрати пелет. Ціна 1 кг пелет для населення на поточний момент становить 3,8 грн. Для нагрівання води 1 м³ до 68°C необхідно 25 кг пелет. Вартість підігрівання води твердопаливним котлом на пелетах ВТПК становить:

$$B_{\text{ТПК}} = 25 \cdot 3,8 = 95 \text{ грн.}$$

У таблиці наведені порівняльні витрати на опалення та ГВП житлового будинку.

Таблиця 2.2 Витрати на опалення та ГВП

Тип обладнання	Вартість опалення будинку 100м ² за сезон, грн	Вартість нагрівання 1м ³ води, грн
Електричний котел	28560	92,4
Твердопаливний котел	16089	95
Газовий котел	15904	63,28
Тепловий насос	7890	30

Визначимо трансформацію теплоти ТН.

COP_T – теоретичний коефіцієнт трансформації повітряного ТН визначаємо за співвідношенням:

$$COP_T = \frac{T_k}{T_k - T_v} = \frac{342}{342 - 276} = 5,$$

де T_v = 276 – температура випаровування робочого агента пропану у випарнику ТН, К; T_k = 342 – температура конденсації робочого пропану у конденсаторі ТН, К.

Величина COP може бути представлена у вигляді:

$$COP = COP_T \cdot \eta_{ТН} = 5 \cdot 0,7 = 3,5,$$

де $\eta_{ТН}$ - коефіцієнт втрат повітряного ТН можна прийняти $\eta_{ТН}$ - 0,7.

Проведемо дослідження термодинамічної ефективності повітряного ТН за різних значень температури зовнішнього джерела теплоти – повітря.

Аналіз енергоефективності ТН «повітря-вода» проводився для робочого тіла холодоагента пропану. Для пропану температура випаровування становить $t_v = 3^{\circ}\text{C}$, а конденсації $t_k = 69^{\circ}\text{C}$. Вибираємо низькопотенційне джерело теплоти –

повітря, яке на вході у випарник має температуру $t'_{\text{нт}} = 10 \dots 18^{\circ}\text{C}$, а на виході з нього $t''_{\text{нт}} = 5 \dots 10^{\circ}\text{C}$. Температура мережевої води (теплоносія) на вході в конденсатор становить $t'_{\text{мн}} = 30^{\circ}\text{C}$, а на виході з нього – $t''_{\text{мн}} = 53^{\circ}\text{C}$.

Ефективність роботи повітряних ТН визначається такими факторами: температурним режимом роботи, коефіцієнтом перетворення теплового насоса COP, видом холодоагента, вартістю електричної енергії, яка витрачається на привід компресора та роботу вентилятора.

Таблиця 2.3 Розрахункові значення ефективності ТН

Параметр	Розмірність	Розрахункові значення
Температура випаровування пропану	К	276
Тиск пропану у випарнику	МПа	0,45
Температура конденсації пропану	К	342
Ентальпія пропану після конденсатора	кДж/кг	210
Тиск конденсації пропану	МПа	2,70
Ентальпія пропану на вході в компресор	кДж/кг	654
Ентальпія пропану перед випарником	кДж/кг	210
Питоме теплове навантаження випарника	кДж/кг	328
Питоме теплове навантаження конденсатора	кДж/кг	444
Робота стиснення в компресорі	кДж/кг	116
Перевірка теплового балансу	-	444
Коефіцієнт перетворення теплоти	-	3,5
Ексергетичний ККД	-	0,4

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Санітарія і охорона праці та захист навколишнього середовища

Робота теплопункту передбачена без постійного обслуговуючого персоналу.

Періодичне обслуговування теплопункту проводиться в міру потреби.

У роботі теплопункту враховані фактори несприятливого впливу на персонал і навколишнє середовище, а саме:

- підвищена температура устаткування;
- протяги і перепади температур усередині;
- щільне розміщення устаткування з різною технологією;
- наявність устаткування і трубопроводів під тиском;
- шумові навантаження працюючого устаткування;
- наявність устаткування і кабелів з напругою до 0,4 кВ;
- цілодобовий режим роботи;
- стоки з підвищеною температурою;

По кожному з цих факторів проектом передбачені заходи щодо нейтралізації їхнього негативного впливу чи зменшення такого впливу на персонал та навколишнє середовище:

- обладнання споряджені згідно з діючими нормами і правилами необхідним захистом, що відключає його при аварійних ситуаціях і здійснює звукову і світлову сигналізацію про відхилення технологічних параметрів від норм;

- розміщення обладнання, прокладка трубопроводів та комунікацій виконані з урахуванням забезпечення нормативних проходів, які забезпечують доступ до них;

- гарячі поверхні (понад 50°C) устаткування, трубопроводів і газоходів підлягають ізоляції;

- електричні кабелі й устаткування під напругою відповідають ПУЕ;

- персонал для періодичного обслуговування теплопункту повинний бути навчений і атестований;

- за шумовими характеристиками все обладнання сертифіковане і відповідає нормам;
- в теплопункті забезпечене необхідне робоче та аварійне освітлення;
- приміщення теплопункту має надійну систему вентиляції;
- теплопункт має систему відводу всіх типів стоків і розливів у єдину мережу каналізації;
- експлуатація теплопункту передбачає мінімальне споживання нафтопродуктів в образі мастильних матеріалів, що при належному догляді за обладнанням виключає забруднення ними навколишнього середовища.

Протипожежна безпека

Даним проектом передбачені заходи протипожежного захисту, тому що виникнення пожежі вимагає негайного припинення роботи теплопункту.

Конструкція приміщення теплопункту передбачає застосування стін з цегли з межею вогнестійкості . Огороджувальні конструкції будівлі теплопункту являються несучими.

Пожежна безпека даного теплопункту забезпечена наступними заходами:

- у будівництві теплопункту забороняються до застосування матеріали і речовини, на які відсутні дані щодо їхньої пожежної безпеки;
- приміщення теплопункту обладнане одним виходом безпосередньо назовні;
- розміщення обладнання забезпечує безперешкодну евакуацію з приміщення;
 - автоматичною зупинкою при пожежі обладнання;
 - у теплопункті присутні витяжні дефлектори природньої вентиляції;
 - теплопункт забезпечується необхідними засобами пожежегасіння;
 - приміщення теплопункту обладнано первинними засобами пожежегасіння в образі 2-х порошкових вогнегасників ОП-9Б;
- періодичний контроль за роботою теплопункту, який працює в автоматичному режимі без постійної присутності обслуговуючого персоналу,

виконується відповідно підготовленим персоналом Замовника або найнятою спеціалізованою експлуатуючою організацією. Ремонт обладнання, арматури, приладів контролю та регулювання виконується спеціалізованими організаціями, що мають відповідні ліцензії і дозволи;

- як аварійне джерело освітлення передбачені електричні ліхтарі..

Відповідно до Закону України "Про пожежну безпеку" власники тепlopункту чи уповноважені особи зобов'язані забезпечити її пожежну безпеку, якщо інше не передбачено відповідним договором.

Організація експлуатації та техніка безпеки

Технічні рішення, прийняті у проекті, враховують вимоги ДБН "Опалення, вентиляція та кондиціонування", стандартів техніки безпеки і гарантують безпечні умови експлуатації та обслуговування обладнання.

Робота тепlopункту передбачена за наявності диспетчерського персоналу в цілому по об'єкту, для періодичного обслуговування, яке проводиться по графіку, затвердженому керівництвом.

Як правило, огляд тепlopункту проводиться ранком кожного дня з метою виконання:

- огляд загального стану робочого обладнання;
- занесення в журнал показників витрати по лічильникам теплової енергії на видачу споживачам, води, електроенергії;
- при необхідності проведення профілактичного ремонту, періодичної продувки нижніх точок обладнання, підтяжка сальників арматури і т. ін.;
- виявлення робіт більш серйозного значення чи необхідності пуску в експлуатацію резервного устаткування;
- інформування керівництва про помічені вади в роботі обладнання.

В число чергового персоналу по об'єкту повинні входити технічні працівники, що мають право доступу до електрообладнання, приладів КВП і А та іншого обладнання. Всі вони повинні бути атестовані і мати документ на право допуску і обслуговування.

Проектом, на підставі діючих нормативів, передбачений вивід сигналів несправності на диспетчерський пункт постійного перебування чергового персоналу при наступних порушеннях нормального режиму роботи котельні:

- несправності устаткування;
- порушення електропостачання теплопункту;

При цьому в місці постійного перебування чергового персоналу повинна бути забезпечена розшифровка вище перерахованих сигналів несправності і черговий персонал виконує необхідні операції по усуненню неполадок.

Після усунення несправностей перезапуск обладнання здійснюється вручну персоналом, атестованим для цього виду робіт.

В цілому експлуатація теплопункту регламентується діючими правилами і нормативами, а також правилами технічної експлуатації електроустаткування, інструкціями заводів- виготовлювачів встановлюваного устаткування, посадовими і виробничими інструкціями.

Важливими елементами в експлуатації теплопункту є нормативні характеристики устаткування, що повинні при їхньому впровадженні забезпечити економічно вигідну і безпечну роботу.

Наказом по організації-власнику теплопункту призначається особа з числа інженерно- технічних працівників відповідальна за експлуатацію теплопункту, інженерного обладнання і теплових мереж. При цьому вирішується питання ремонту обладнання, арматури, приладів КІП і А силами спеціалізованих організацій, що мають відповідні ліцензії і матеріальну базу.

Періодичний контроль за роботою теплопункту здійснюють відповідні інспекції й експлуатуючі організації, включаючи пусконаладжувальні роботи.

Зовні теплопункту на видному місці повинна розташовуватися вказівка про місце перебування чергового персоналу, що обслуговує теплопункт.

У щоденній роботі теплопункту необхідно забезпечити:

допуск до роботи з обладнанням тільки тих осіб, які атестовані по даним видам робіт;

- справність обладнання, включаючи резервне;
- своєчасний ремонт і перевірку обладнання;
- виконання правил і розпоряджень інспекцій;
- наявність табличок на устаткуванні з указівкою його паспортних даних, а на трубопроводах - стрілок руху середовища і відповідного їхнього фарбування;
- дотримання правил по техніці безпеки, включаючи питання електробезпеки;
- теплоізоляцію поверхонь нагріву з температурою понад 50 °С;
- наявність і збереження технічної і проектної документації по даному теплову пункту, що зберігається в особи, відповідальній за теплову пункти.

В місцях проходження комунікацій крізь стіни теплову пункту передбачаються футляри з ущільненням отворів негорючими матеріалами.

ВИСНОВКИ

1. Використання ТН для теплопостачання є перспективним напрямом використання альтернативних природних низькопотенційних джерел енергії для забезпечення потреб систем теплопостачання та гарячого водопостачання як житлових будинків так і закладів освіти але такий процес суттєво залежить від місцезнаходження та наявності доступу до певного оптимального для нього джерела низькопотенційної теплової енергії.

2. Вартість опалення складається з ціни на обладнання та експлуатаційних витрат на енергоносії протягом усього терміну експлуатації встановленої опалювальної системи.

3. Виходячи з проведеного техніко-економічного аналізу видно, що використання ТНС як тепло-генеруючого джерела теплоти набагато економічніше порівняно з централізованим теплопостачанням від ТЕЦ. Витрати на теплопостачання ТНС становлять 7980 грн порівняно з традиційною централізованою системою з газовим опаленням 15904 грн для житлового будинку площею 100 м² на рік.

4. Ефективним джерелом низькопотенційної теплової енергії є безкоштовна теплота повітря, при цьому коефіцієнт перетворення повітряного ТН за розрахунками становить 3,5, а ексергетичний коефіцієнт корисної дії – 40%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Методичні рекомендації до викон. випускної кваліфікаційної роботи [Електронний ресурс] на здобуття освіт, ступ. «Магістр» за спец. 144 «Теплоенергетика» освіт.-проф. прогн. «Теплоенергетика та енергоефективні технології» ден. та заоч. форми навч. / уклад. М.О. Прядко, В.М. Філоненко, В.О. Бойко, Н.В. Іващенко - К.: НУХТ, 2021. - 36 с.
2. Міжнародне енергетичне агентство (IEA)
тематичний звіт "Майбутнє теплових насосів" листопад 2022 року
<https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps>
3. Безродний М.К., Притула Н.О. Термодинамічна ефективність теплонасосних схем теплопостачання. Вісник Вінницького національного технічного університету. 2013. № 3. С. 39–45.
4. Безродний М.К., Галан М.А. Термодинамічна ефективність теплонасосних систем повітряного опалення. Наукові вісті НТТУ «КПІ». 2011. № 6. С. 30–35.
5. Босий М.В. Теплові насоси для опалення та гарячого водопостачання агропромислових підприємств. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». 2022. Випуск № 2 (48). С. 3–8.
6. Маляренко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довкілля, енергозбереження. Харків: Рубікон. 2004. 368 с.
7. Безродний М.К., Пуховий І.І., Кутра Д.С. Теплові насоси та їх використання: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ». 2013. 312 с.
8. Остапенко О.П. Холодильна техніка і технологія. Теплові насоси: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2015. 123 с.
9. Арсеньєв В.М., Мелейчук С.С. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку: навчальний посібник. Суми: СДУ. 2018. 364 с.
10. Арсеньєв В.М. Теплонасосна технологія енергозбереження. Суми: Вид-во СДУ. 2009. 251 с.
11. Босий М.В., Кузик О.В. Теплові насоси для опалення та гарячого водопостачання. Результати сучасних інженерних досліджень і розробок : наукова монографія. Рига, Латвія : «Baltija Publishing». 2022. С. 24–40. <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/book/217>.

12. Писарєв В.Є. Теплові насоси та холодильні установки: навчальний посібник. Київ : КНУБА. 2002. 124 с.
13. Снежкін Ю.С., Чалаєв Д.М., Шаврін В.С., Дабіжа Н.О. Теплові насоси в системах теплохолодопостачання. / Під. ред. акад. НАН України А.А. Долинського. НАН України, Інститут технічної теплофізики. 2008. 104 с.
14. Безродний М.К., Притула Н.О. Енергоефективність теплонасосних схем теплопостачання: монографія. Київ: НТУУ «КПІ». 2012. 208 с.
15. Босий М.В., Боса О.А., Лисенко А.Я., Мануйлович В.В., Бельченков Є.В., Шевченко О.А., Герасименко І.О. Термодинамічне дослідження циклу теплового насоса «ґрунт-вода». XI Міжнародна науково-практична конференція «Євразійські наукові дискусії» (21–23 листопада). Barca Academy Publishing, Барселона, Іспанія. 2022. С. 97–103. <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2022/11/EURASIAN-SCIENTIFICDISCUSSIONS-21-23.11.22.pdf>
16. Про затвердження Регіональної програми модернізації комунальної теплоенергетики та системи теплопостачання м. Києва [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/76C87BCAF0FDAAECC22579D000686ABB