

**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) (прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Валентин Петренко
(підпис) (прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

Холодильні техніка та технології

на тему: ” Використання теплонасосних установок в системах теплохолодо-
постачання гіпермаркетів та фармацевтичних об'єктів ”

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ХМ-2-9М

_____ Шпінда Артем Валерійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник _____ Рябчук Олександр

(прізвище, ім'я)

(підпис)

Консультант _____

(прізвище, ім'я)

(підпис)

Рецензент _____

(прізвище, ім'я)

(підпис)

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

(підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад.

І.С.Гулого Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильна техніка та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри **ТЕХТ**

проф. Петренко В.П.

“07” листопада 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шпінди Артема Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів та фармацевтичних об'єктів»

керівник роботи Рябчук Олександр Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “07” 11.2022 року № 794-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 06.02.2023 року

3. Вихідні дані до роботи теплові навантаження систем опалення гіпермаркету та фармпідприємства, вартості енергоносії та енергоресурсів, технічні характеристики існуючого теплотехнічного обладнання

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

1) огляд теплонасосних установок, 2) ринок теплових насосів 3) економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання фармацевтичних об'єктів, 4) економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів, 5) висновки, 6) список використаної літератури, 7) додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

6.Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання 07.11.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Отримання завдання на дипломний проект	07.11.22	Виконано
2.	Огляд літератури з теплонасосних установок	11.11-20.12	Виконано
3.	Економічна доцільність використання теплових насосів в системах теплохолодопостачання фармацевтичних об'єктів	21.12-01.01	Виконано
4.	Підбір обладнання	01.01. -03.01	Виконано
5.	Економічна доцільність використання теплових насосів в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів	04.01-10.01	Виконано
6.	Підбір обладнання	11.01. -13.01	Виконано
7.	Охорона праці	14.01. -15.01	Виконано
8.	Виконання презентації роботи	16.01-20.01	Виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Шпінда А.В.
(прізвище та ініціали)

Рябчук О.М.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Актуальність даної роботи полягає у тому, що вона спрямована на аналіз Використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів та фармацевтичних об'єктів.

Метою роботи є модернізація систем теплохолодопостачання для кращої ефективності роботи і економії електроенергії. Наукова новизна роботи полягає в тому, що запропоновано і проведено новий підхід оцінки ефективності теплонасосних систем для підтримки комфортних умов в виробничому приміщенні з використанням термодинамічного аналізу.

Практичне значення отриманих результатів.

Проведено реконструкція системи теплохолодопостачання

Розраховано економія електроенергії за рахунок роботи теплового насоса

Визначено, що термін окупності встановлення теплових насосів на фармацевтичних підприємствах складає менше двох років.

Впровадження теплових насосів на холодильних установках гіпермаркетів із газовими котлами для систем опалення мають термін окупності до 2 сезонів (років). На об'єктах з твердопаливним котельнями через меншу вартість палива термін окупності до 3 сезонів.

Ключові слова: тепловий насос, тепловий потенціал, споживання електроенергії, енергетичний потенціал.

Зміст

Вступ	
1. Огляд теплонасосних установок	
2. Ринок теплових насосів	
3. Економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання фармацевтичних об'єктів.....	
4. Економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів	
5. Охорона праці	
6. Висновки	
Список використаної літератури	
Додатки	

Вступ

Проблеми енергозбереження набувають все більшої актуальності в сучасних умовах. Світова спільнота, будучи занепокоєна наступом енергетичної кризи, робить величезні зусилля по дослідженню нових технологічних і технічних рішень, спрямованих на скорочення споживаної енергії, а також планує використання нетрадиційних, відновлювальних джерел енергопостачання (НВДЕ). Використання відновлюваних джерел енергії та утилізація вторинних енергетичних ресурсів є важливим і перспективним завданням для забезпечення виробничих підприємств додатковою і дешевою тепловою енергією. Якщо говорити про використання відновлюваних джерел, то можна виділити теплові насоси (ТН), які вважаються найбільш перспективними серед джерел нетрадиційної енергетики завдяки можливості використовувати низькопотенційну енергію навколишнього середовища

Тепловий насос має історію, довшу, ніж може здатися на перший погляд. Проте лише протягом останніх десятиліть на ринку опалення його почали вважати за дієву (реальну) екологічну альтернативу класичним газовим системам опалення.

Все тому, що тепловий насос генерує тепло не завдяки спалюванню викопного або поновлюваного (деревини) палива, а з використанням енергії навколишнього середовища та електроенергії. Але як винахідливі вчені винайшли цей прилад?

Теплові насоси – це пристрої, призначені для перенесення теплової енергії від джерела з низькою температурою, у напрямку до теплоносія з більш високою температурою. Це означає, що дані агрегати здатні перетворювати низькопотенційне тепло води, повітря або ґрунту, а потім передавати його рідини, що циркулює в системах опалення або гарячого водопостачання. Якщо ж говорити максимально спрощено, то тепловий насос переносить енергію від менш нагрітого тіла до більш нагрітого, завдяки чому температура останнього збільшується. А основна цінність таких машин полягає в тому, що використовуючи альтернативні джерела енергії, вони дозволяють отримувати недороге і постійно доступне тепло без шкоди для навколишнього середовища. Це якість робить їх все більш затребуваними в усьому світі, в тому числі – і в нашій країні. Тому в даному

матеріалі ми зібрали короткі відповіді на основні питання, що стосуються застосування побутових теплових насосів.

У тепловому насосі енергія навколишнього середовища перетворюється на теплову енергію з використанням електрики. Джерелом тут може бути або повітря, або ґрунтові води або геотермальна енергія. Відповідно, існують різні типи цієї системи опалення. Серед них, напевно, найбільш відомим є повітряний тепловий насос. Хоча й геотермальна енергія забезпечує теплом багато будинків. Цей так званий тепловий насос розсіл/вода забирає енергію через зонди або колектори для того, щоб потім перетворити їх у теплову енергію для систем опалення.

В будь-якому випадку теплоносії є холодоагентом, який випаровується при порівняно низьких температурах. У цій реакції тепло передається від джерела енергії навколишнього середовища до холодоагенту. Для збільшення ефекту, пари хладагенту, які виникають під час цієї реакції, повинні бути стиснені. Стиснення випарів приводить до підвищення тиску, а отже і температури хладагента. Таким чином, енергія отримана з досить низької температури навколишнього середовища підвищується до бажаної кімнатної температури.

Чималі переваги застосування теплонасосів давно оцінили у всіх найбільш розвинених західних країнах. Саме тому в розташованих там домогосподарствах вже в найближчі 5 років частка систем опалення та гарячого водопостачання з цими пристроями в складі буде становити не менше 75%. А за прогнозами світового енергетичного ради (world Energy council), в 2020 році $\frac{3}{4}$ загального теплопостачання в світі буде забезпечуватися тепловими насосами різних модифікацій. Скандинавські країни вже вийшли на ці цифри, в США законодавчо закріплено обладнання всіх нових громадських будівель тепловими насосами, а уряд Німеччини дає кожен квт потужності нових енергозберігаючих систем в розмірі близько € 200. А з урахуванням постійної модернізації і зниження вартості теплових насосів, їх популярність буде постійно зростати і в Україні стоїть відзначити, що в нашому магазині є можливість купити за вигідною ціною теплові насоси.

1. Огляд теплонасосних установок

1.1 Класифікація теплових насосів

Теплові насоси забезпечують опалення приміщень та гаряче водопостачання. А за наявності в контурі теплового насосу реверсивного вентиля, здатні працювати в зворотньому режимі – здійснювати охолодження приміщень. Серцем теплового насосу звичайно є компресор, від якого в основному і залежать технічні характеристики установки.

Основні типи компресорів, що використовуються в паро-компресорних теплонасосних установках:

- роторні, в основному застосовуються для установок невеликої потужності. В сучасних повітряних теплових насосах найчастіше використовуються двохранторні компресори, які характеризуються збільшеним ресурсом та надійністю. Завдяки такій конструкції компресор може працювати при низькій швидкості обертання, тим самим зменшуючи кількість циклів пуску та зупинок, що суттєво підвищує ефективність роботи теплових насосів. Застосування двох роторів також дозволяє знизити вібрацію та шум.
- спіральні, найпоширеніші для комплектації теплових насосів малої та середньої потужності. Переваги таких компресорів: висока ефективність, безшумність під час роботи, довговічність, висока надійність (незначна кількість рухомих деталей).

Застосування інверторної техніки дозволяє забезпечувати високу ефективність теплових насосів із спіральними компресорами у всьому діапазоні потужності. Для будівництва теплових насосів середньої та більшої потужності використовується поєднання двох компресорів, так званий тандем. Такі установки гарантують високу ефективність при зміні теплового навантаження, оптимально пристосовуючись до умов експлуатації.

- поршневі, для установок середньої та великої потужності
- гвинтові, для систем великої потужності до 1000 кВт

Теплові насоси можна класифікувати за такими ознаками:

- за схемою застосування;
- за принципом дії;
- за джерелами низькотемпературної теплоти (ДНТ), що використовуються;
- за джерелом витрачуваної енергії;
- за видом нижнього та верхнього джерела теплоти.

За типом джерела енергії розрізняють такі види теплових насосів, як:

- Грунт-вода. Найбільш популярний різновид конструкції. Передбачає залучення акумульованого в ґрунті тепла для підігріву води в опалювальних та водопроводних магістралях.
- Повітря-вода. Конструкція теплового насосу повітря вода передбачає використання теплової енергії повітря для підігріву теплоносія в системах водопостачання та опалення.
- Повітря-повітря. В повітряний тепловий насос енергія поступає безпосередньо з повітря. Цей вид приладу забезпечує повітряне опалення, а також кондиціонування приміщень.
- Вода-вода. В якості джерела тепла виступають водойми або ґрунтові води. Найчастіше використовується для забезпечення гарячого водопостачання та опалення.

Робота теплових насосів базується на таких самих принципах, як і холодильне обладнання. Спочатку укладається трубопровід, в якому знаходиться незамерзаючий теплоносій. Отримане з зовнішнього середовища тепло, передається в теплообмінник і далі поступає у внутрішній контур теплового насоса, заповнений холодоагентом.

Під дією компресора температура рідини зростає до 60°C , а тепло поступає в систему опалення і водопостачання.

В теплу пору року пристрій працює в зворотньому порядку — відбирає тепло з нагрітого повітря в приміщенні і виводить назовні для охолодження

Теплові насоси, як і будь-які інші термомеханічні системи, можуть бути класифіковані за рядом ознак головною з яких є принцип дії. За цією ознакою розрізняють:

- парокompресійні;
- абсорбційні;
- термоелектричні;
- газокompресійні;
- сорбційні;
- пароежекторні.

Принцип дії теплових насосів

В парокompресійних теплових насосах використовується теплота випаровування і конденсації холодоагенту, яким, як правило є фреон.

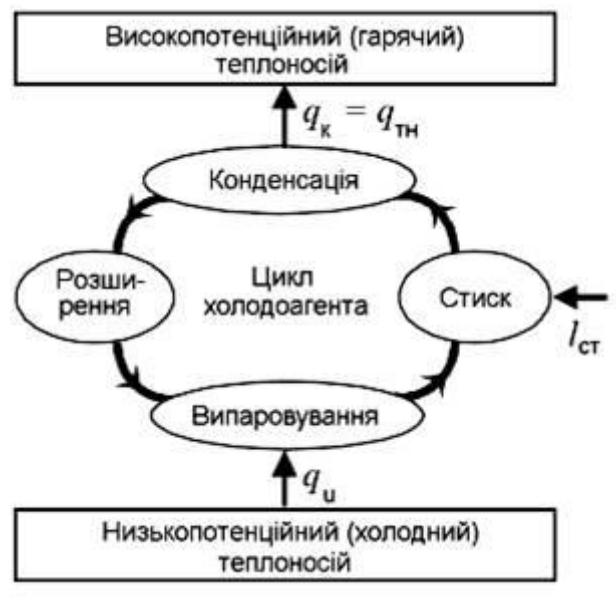


Рис. 1 Парокompресійний тепловий насос

Цикл парокompресійних теплових насосів:

q_u – теплота, яка віддається низькопотенційним теплоносієм і отримується холодоагентом при його випаровуванні; q_k – теплота, яка віддається холодоагентом при його конденсації і отримується високопотенційним теплоносієм; $l_{ст}$ – робота, необхідна для стиснення холодоагенту; $q_{тн}$ – теплове навантаження теплової помпи.

При вищому тиску температура конденсації (кипіння) підвищується, тому холодоагент конденсується при вищій температурі, ніж випаровується. Завдяки цьому тепла помпа дозволяє передавати теплоту від холодного теплоносія до гарячого.

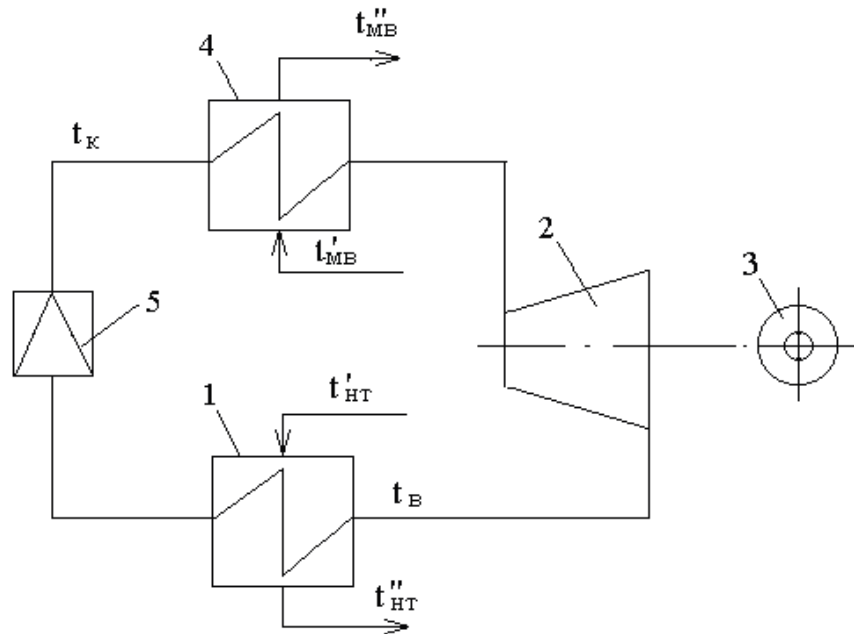


Рис. 2. Схема парокомпресійної тепло насосної установки

1 – випарник; 2 – компресор; 3 – електродвигун; 4 – конденсатор; 5 – дросель

Таким чином, сприйнята у випарнику низькотемпературна енергія q_B завдяки підведеній в компресорі механічній роботі l_{KM} перетворюється на високотемпературну енергію, яка віддається споживачам в конденсаторі ТНУ:

$$q_K = q_B + l_{KM}$$

Коефіцієнт перетворення енергії в ТНУ:

$$\varphi = \frac{q_K}{l_{KM}} = \frac{(q_K + l_{KM})}{l_{KM}} = \varepsilon + 1 > 1$$

де $\varepsilon = q_K / l_{KM}$ – холодильний коефіцієнт.

Для сучасних теплових насосів коефіцієнт перетворення енергії складає $3 \div 7$.

Найбільш розповсюдженими є парокомпресійні теплові насоси

В абсорбційних теплових насосах як робоче тіло використовується суміш холодоагенту з його розчином з рідиною, яка має вищу температуру кипіння. На відміну від чистих речовин розчини володіють здатністю абсорбувати пару розчину одного складу рідким розчином іншого складу навіть в тому випадку, коли температура рідини вища за температуру пари.

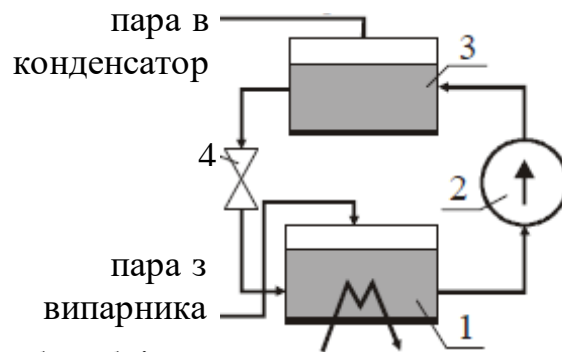


Рис. 3. Абсорбційний елемент холодильної установки

1 – абсорбер; 2 – насос; 3 – генератор пари; 4 – редукційний вентиль

Головне достоїнство теплових насосів абсорбції — це можливість використовувати для своєї роботи не лише дорогу електрику, але і будь-яке джерело тепла достатньої температури і потужності — перегріта або відпрацьована пара, полум'я газових, бензинових і будь-яких інших пальників — аж до вихлопних газів і дармової сонячної енергії.

Друга перевага цих агрегатів, особливо цінна в побутових застосуваннях, — це можливість створення конструкцій, що не містять деталей, що рухаються, а тому практично безшумних (у радянських моделях цього типу іноді можна було почути тихе булькання або легке шипіння, але, кінцево, це не йде ні в яке порівняння з шумом працюючого компресора).

Нарешті, в побутових моделях робоче тіло (зазвичай це водо-аміачна суміш з додаванням водню або гелію) у використовуваних там об'ємах не представляє великої небезпеки для оточення навіть у разі розгерметизації робочої частини (це супроводжується дуже неприємним смородом, так що не помітити сильний витік неможливо, і приміщення з аварійним агрегатом доведеться покинути і провітрити «автоматично»). У промислових установках об'єми аміаку великі і їх витіки можуть бути смертельно небезпечні, але у будь-якому випадку аміак числиться екологічно безпечним, — вважається, що у відмінності від фреонів він не руйнує озоновий шар і не викликає парниковий ефект.

Недоліки теплових насосів абсорбції

Головний недолік цього типу теплових насосів — нижча ефективність в порівнянні з компресійними.

Другий недолік — складність конструкції самого агрегату і досить високе корозійне навантаження від робочого тіла, що або вимагає використання дорогих і важкооброблюваних корозійностійких матеріалів, або скорочує термін служби агрегату до 5...7 років. В результаті вартість «заліза» виходить помітно вище, ніж у компресійних установок тієї ж продуктивності (передусім це стосується потужних промислових агрегатів).

По-третє, багато конструкцій дуже критичні до розміщення при установці — зокрема, деякі моделі побутових холодильників вимагали установки строго горизонтально, і вже при невеликих відхиленнях від цього положення їх продуктивність помітно знижувалася. Використання примусового переміщення робочого тіла за допомогою помп значною мірою знімає гостроту цієї проблеми, але під'їм безшумним термосифоном і злив самопливно вимагають дуже ретельного вирівнювання агрегату.

Абсорбційний елемент призначений для стиснення холодоагента від тиску на вході із випарника теплонасосної установки p_2 до тиску на вході в конденсатор теплонасосної установки p_1 . В абсорбер надходить сухий насичений пар холодоагента, що має температуру T_1 . Цей розчин абсорбує холодоагент, а тепло, що виділяється відводиться холодним теплоносієм. Концентрація холодоагента в розчині в процесі абсорбції збільшується, і відповідно, із абсорбера виходить збагачений розчин. За допомогою насоса, що підвищує тиск збагаченого розчину від p_2 до p_1 , розчин подається в генератор парів аміаку, де за рахунок тепла, що підводиться до розчину від зовнішнього джерела, відбувається випаровування розчину. Пар, що виділяється при цьому практично складається з холодоагента, оскільки парціальний тиск розчинника в газовій фазі при цих температурах низький. Розчин, що виходить з генератора пари, дроселюється в редукційному вентилі від тиску p_1 до тиску p_2 і потім надходить в абсорбер, де він збагачується холодоагентами.

Для ТН також може застосовуватися термоелектричний метод, відкритий в 1834 р. і називаний ефектом Пельтьє. Він полягає в тому, що в місцях з'єднання (спайки) двох різних електричних провідників при проходженні електричного струму виникає термопара, причому залежно від напрямку струму створюється

нагрівання або охолодження. Цей ефект-зворотний ефекту Зеебека, при якому у випадку різниці температур у місцях спайки гальванометр показує наявність електричної напруги. Фізичний зміст термоелектричного ТН пояснив Йоффе: виходячи з передумови, що вільні електрони в провідниках з різних матеріалів мають різну енергію при однаковій температурі. При проходженні струму електрони з високою енергією переходять із одного провідника в інший, де енергія електронів нижче.

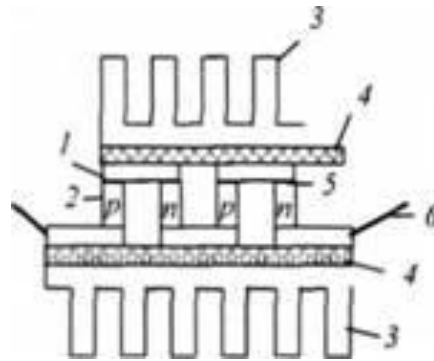


Рис.4 Схема термоелектричного нагрівача

1 – провідник; 2 – елемент гілки термопари; 3 -теплообмінник; 4 – електроізоляція; 5 – точки спаїв; б – підключення джерела струму.

Термоелектричні ТН мають наступні переваги: - відсутність механічних рухливих деталей; - немає зношування, тривалі терміни служби; - простота переходу з режиму нагрівання до охолодження при перемиканні полюсів; - безшумність. Недоліки: - низький коефіцієнт перетворення; - висока вартість матеріалів; - дорогі випрямлячі.

Термоелектричні установки ефективні лише при малих теплопродуктивностях – до 100 Вт, коли питома вага вартості компресора велика. При розробці ТН, призначеного для зменшення витрат первинної енергії, термоелектричний спосіб не має значення.

Конденсатор, регулюючий вентиль і випарник пароежекторної холодильної машини за призначенням і дії аналогічні цим же елементам парової компресійної і абсорбційної холодильної машини. Основна особливість пароежекторної холодильної машини полягає в тому, що для її роботи використовується кінетична енергія струменя робочої пари.

У випарнику 1 за рахунок підведення тепла Q_0 від охолоджуваного середовища кипить холодильний агент при низькому тиску P_0 і температурі t_0 . Пара відсмоктується з випарника завдяки дії ежектора— гідравлічний пристрій, в якому відбувається передача кінетичної енергії від одного середовища, що рухається з більшою швидкістю, до іншого. Ежектор, працюючи за законом Бернуллі, створює в звуженому перерізі знижений тиск одного середовища, що викликає підсмоктування в потік іншого середовища, яке потім переноситься і віддаляється від місця всмоктування енергією першого середовища) 2, який складається з сопла (патрубок), камери змішування і дифузора (Частина каналу (труби), в якій відбуваються уповільнення (розширення) потоку і збільшення тиску)

В ежекторі використовується робоча пара відносно високого тиску P_1 , який утворюється в паровому котлі в результаті витрати тепла Q_1 . Пара з котла прямує в сопло ежектора, де розширюється. Тиск пари падає до тиску у випарнику, а швидкість, навпаки, зростає. Струмінь робочої пари захоплює пару з випарника і, змішуючись з ним, спрямовується в дифузор. В частині дифузора, що розширюється, суміш стискається до тиску P в конденсаторі за рахунок перетворення кінетичної енергії в роботу. Пара в конденсаторі 3 конденсується при температурі t , віддаючи охолоджуючій воді тепло конденсації Q . Рідина, що утворилася, ділиться на два потоки. Частина її дроселюється в регулюючому вентилі 4 до тиску P_0 і поступає у випарник, де здійснює холодильну дію. Інша частина повертається в паровий котел за допомогою живильного насоса 5, для чого затрачується робота L_p .

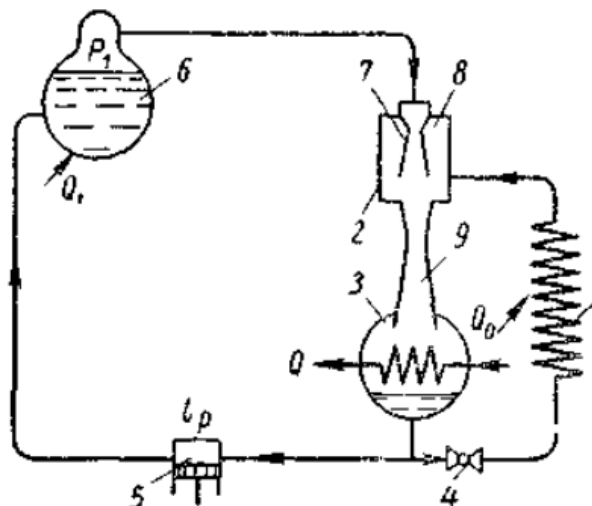


Рис. 5 – Принципова схема пароежекторної холодильної машини

1 – випарник; 2 – ежектор; 3 — конденсатор 4 — регулюючий вентиль; 5 – живильний насос; 6 – паровий котел; 7 –сопло; 8 – камера змішування; 9 – дифузор.

1.2 Економічні та екологічні передумови розвитку теплонасосних технологій в Україні.

Нові стандарти будівництва енергозберігаючих і пасивних будинків, які змінять енергетичну політику ЄС до 2025 року, торкнуться, звичайно, і України. Стрімке та постійне багаторічне зростання цін на природний газ зробило систему централізованого теплопостачання України економічно нежиттєздатною. Суттєві зміни в найближчі 5-7 років, безумовно, відбудуться у сфері житлового та бюджетного будівництва. Технології теплових насосів використовуються для опалення, кондиціонування повітря, вентиляції та нагріву води, оскільки вони є енергетично, екологічно та економічно більш вигідними у виробництві тепла та холоду порівняно з існуючими технологіями прямого спалювання вуглеводнів.

Подібно до того, як колись двигун внутрішнього згоряння замінив паровий двигун, сьогодні теплові насоси замінюють котел на ринку опалення. Модель синхронної термомодернізації будівель та інноваційних систем теплопостачання є найкращою для України і заслуговує серйозної уваги. При цьому масове впровадження теплових насосів є найбільш простим, надійним і, головне, перевіреним шляхом, який веде до повної відмови від використання природного газу в житлово-комунальних приміщеннях і до значного скорочення тарифи на теплопостачання.

1.3 Галузі застосування теплових насосів

Теплові насоси знаходять своє застосування переважно у системах теплопостачання та вентиляції (гаряче водопостачання, кондиціонування, опалення), промисловості (в харчовій), та агропромислового комплексу. На рис. 3 зображений розподіл теплових насосів по галузях застосування.

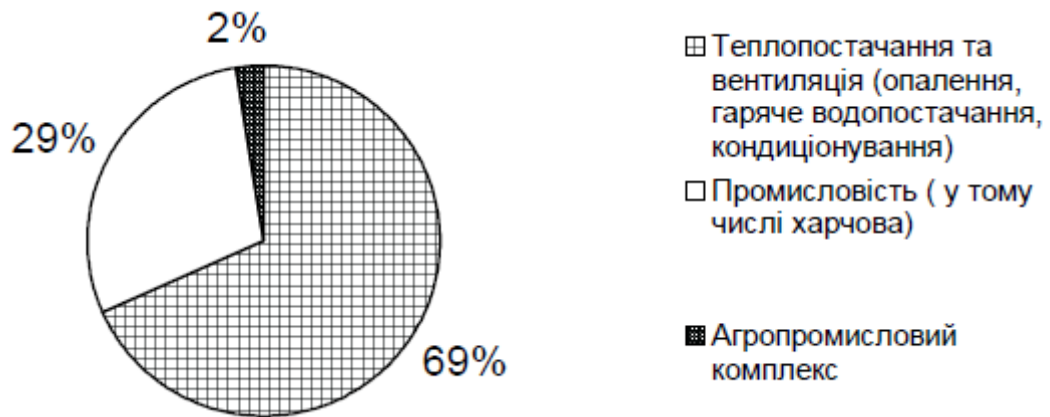


Рис. 6 Розподіл теплових насосів по галузях застосування

Застосування теплових насосів у виробництві як правило, пов'язана з виробленням великої кількості тепла, яке в основному втрачається. Градирні, компресорні установки, чиллери та інше можуть стати джерелом енергії, яку утилізує тепловий насос. При вентиляції приміщень нагріте повітря викидається в атмосферу, при цьому тепло відпрацьованого повітря часто безповоротно втрачається. Енергії, що виробляється в процесі роботи промислового підприємства, вистачить на опалення цілого мікрорайону. Тепло виробляється продуктивним супермаркетом здатне повністю забезпечити його потреби в обігріві приміщень та гарячому водопостачанні.

Це все є ресурсом для роботи теплового насоса і подальшого використання отриманого тепла для забезпечення власних потреб підприємства. Наприклад, якщо у виробничому циклі використовується вода або пар, то попередній нагрів також можна здійснювати за допомогою теплового насоса.

В сільськогосподарському виробництві основні сфери використання теплових насосів – первинна обробка молока і теплопостачання стійлових приміщень. На молочних фермах значна частка енерговитрат (до 50%) припадає на привод компресорів холодильних машин, призначених для охолодження свіжовидоєного молока і нагрівання води для санітарно-технологічних потреб. Таке поєднання потреб у теплоті і холоді створює сприятливі умови для використання теплових насосів.

До основних факторів, що стримують широке впровадження ТНУ належать:

- незначне поширення систем кондиціонування повітря та електрообігріву;

- відсутність низькотемпературних систем опалення в децентралізованому теплопостачанні;
- відсутність серійного виробництва теплових насосів

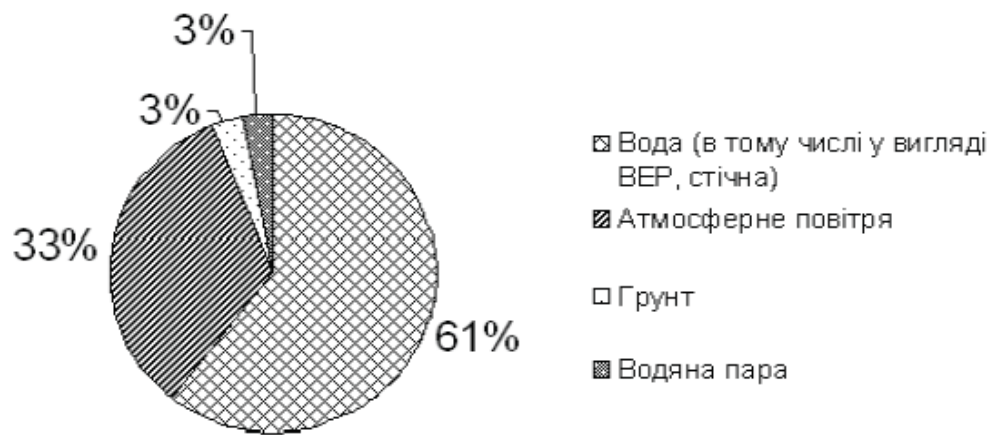


Рис. 7 Розподіл теплових насосів за джерелами низькотемпературної теплоти

Як видно з Рис. 7 найбільш використовуваним джерелом низькотемпературної теплоти для ТНУ є вода.

Застосування теплових насосів вирішує проблему економії електроенергії в різних галузях народного господарства, і завод готовий реалізувати будь-які побажання замовників. Використання теплових насосів для опалення, гарячого водопостачання і т.п., являє собою спосіб, альтернативний іншим способам, таким, як традиційне спалювання органічного палива, широко поширене центральне парове чи водяне опалення, електрообігрів та інше. Незважаючи на те, що можливість використання пристроїв, що здійснюють зворотний термодинамічний цикл, для вказаних цілей була вже досить давно, поширення ТН отримали лише в останні роки. Це пояснюється тим, що з різних причин ТН поступалися іншому опалювальному обладнанню. Нині зростаючий інтерес до ТН пояснюється перш за все їх енергетичними характеристиками

Теплонасосне устаткування малої, середньої та великої потужності використовується в системах опалення, ГВП, кондиціонуванні, промисловості.

ТН малої та середньої потужності застосовуються у теплових схемах промислових підприємств за невеликих умов теплових навантажень. ТН великої потужності знаходять застосування у системах централізованого теплопостачання за великих умов теплових навантажень теплових споживачів. 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. 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.

1.4 Використання теплових насосів в системах кондиціонування повітря.

Одним із перспективних напрямків теплонасосних технологій є система кондиціонування, головним завданням якої є забезпечення комфортних або технологічно необхідних умов в середині виробничого приміщення в літній період року та підтримка заданого тепловологісного режиму – це є важливою та водночас складною задачею. Застосування сучасних повітряних теплових насосів для кондиціонування виробничих приміщень дозволяє поєднати в одній установці процес кондиціонування та осушення припливного та утилізації відпрацьованого повітря, що робить систему більш простою та економічною. Використання теплового насоса в системах вентиляції повітря в холодний період року в виробничих приміщеннях дозволяє забезпечити комфортні умови роботи приміщення з достатньо високою термодинамічною ефективністю.

Серед поширених теплонасосних схем кондиціонування повітря широкого використання на сьогодні набули такі теплонасосні схеми, як система з виносним тепловим насосом для одночасного забезпечення вентиляції та кондиціонування повітря та спліт система

Серед великої кількості теплонасосних схем кондиціонування повітря розглянемо дві найбільш популярні:

1) схему кондиціонування повітря без вентиляції (спліт-систему з виносним, теплообмінником-конденсатором або випаровувачем, що може працювати в режимі кондиціонування повітря або опалення);

2) схему кондиціонування повітря з вентиляцією приміщення та повністю винесеним за межі приміщення, що обслуговується, тепловим насосом.

Ефективність першої схеми, яка подана на рис. 5, зумовлена незначним охолодженням внутрішнього повітря у випарнику ТН та відсутністю охолодження зовнішнього повітря до температури його в приміщенні. Разом із тим на виході з конденсатора ТН атмосферне повітря нагрівається до досить високих температур, що погіршує умови роботи теплового насоса, особливо в умовах високих температур навколишнього середовища.

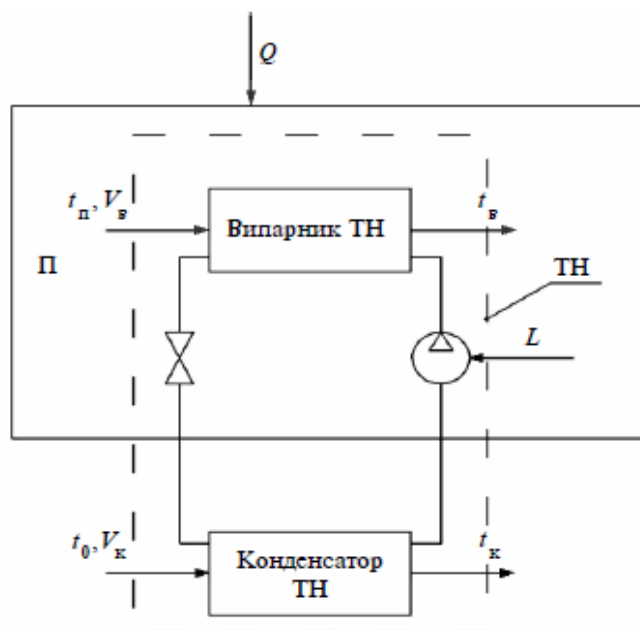


Рис. 8 Схема кондиціонування повітря на основі теплового насоса

П – приміщення, L – робота привода теплового насоса,

Q – тепло надходження до приміщення

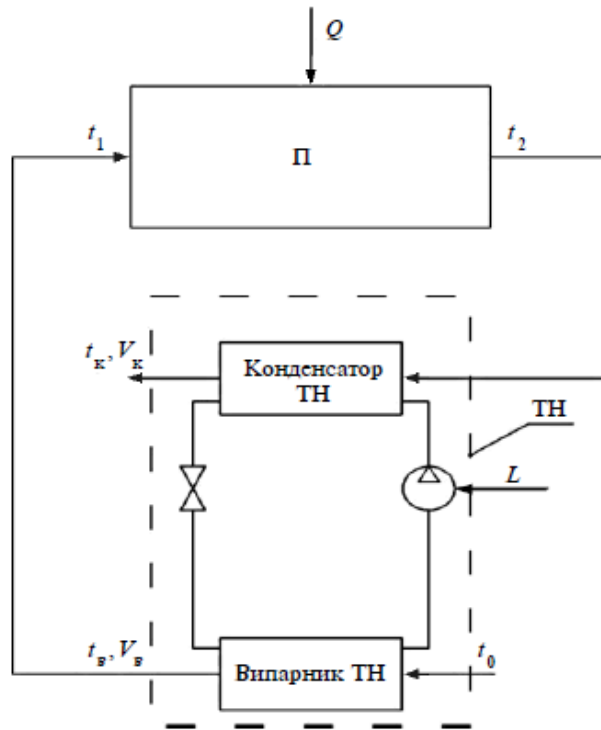


Рис. 9 Схема кондиюнування повітря та вентиляції на основі теплового насоса

Ефективність роботи другої схеми кондиюнування, яка зображена на рис. б, залежить від охолодження зовнішнього повітря від температури навколишнього середовища до температури на вході в приміщення, що може досягати досить низьких величин, особливо за високих температур навколишнього середовища.

Але в цій схемі досягається утилізація холоду відпрацьованого повітря, внаслідок чого зменшується температура повітря на виході з конденсатора ТН, що покращує умови роботи ТН.

1.5 Використання теплових насосів в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти ґрунту.

Поверхневі геотермальні ресурси можуть бути доцільно використані тепловими насосами.

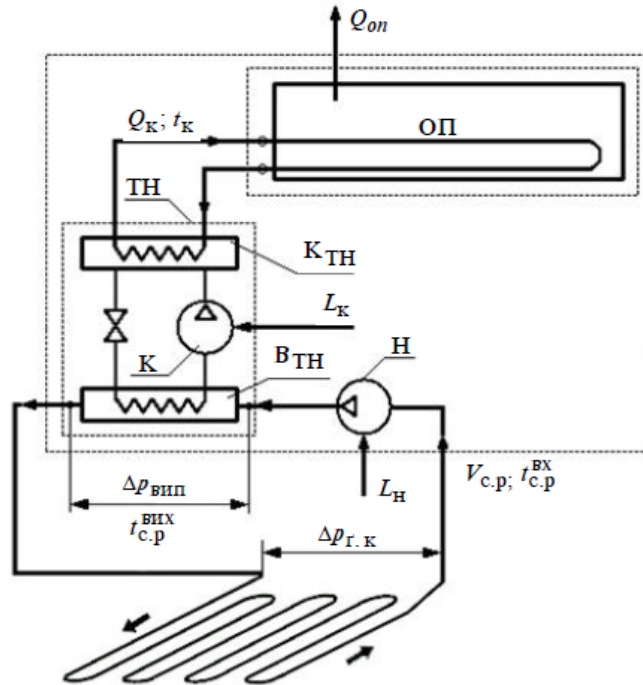


Рис. 10 Принципова схема низькотемпературного водяного опалення з використанням розсолно-водяного теплового насоса

ОП – опалювальне приміщення, ТН – тепловий насос, $K_{ТН}$ – конденсатор, $B_{ТН}$ – випарник, К – компресор, Н – насос

Це чудова технологія, яка як очікується значною мірою сприяє скороченню споживання первинної енергії для опалення та сприятиме зменшенню впливу на навколишнє середовище. При використанні розсолно-водяної теплонасосної системи виникає неоднозначність у виборі умов роботи випарника, оскільки ступінь охолодження соляного розчину у випарнику впливає на умови роботи як компресора ТН, так і насоса. Найбільша енергоефективність геотермальних систем досягається під час роботи з низькотемпературними системами опалення (30—50 °С): підлогове або стінове опалення. Таким чином, нині широкої популярності набуває поєднання низькотемпературного опалення із сучасною енергозберігаючою технологією генерування теплоти теплового насоса.

Отже під час використання теплоти ґрунту в теплонасосній системі опалення є оптимальний ступінь охолодження соляного розчину у випарнику теплового насоса, якому відповідають мінімальні сумарні затрати електроенергії на теплонасосну систему опалення в цілому.

1.6 Використання теплових насосів на ТЕЦ.

Теплові насоси, використовуються в промисловості для різних джерел енергії. Це можуть бути низькопотенційні ВЕР у вигляді гарячої води і пара, що йдуть з газів технологічних агрегатів і котлів, технічної води, від оборотного водопостачання, зворотної мережевої води системи тепlopостачання, річкової і морської води, стічних вод, ґрунтових вод і ґрунту та ін. Ефективне застосування теплових насосів на просторах Європи, Японії та США з метою перекриття навантаження опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування залишається актуальним.

Підключений до теплової мережі тепловий насос дозволяє ТЕЦ підвищити вироблення теплової енергії. Це досягається за допомогою зниження температури оборотної мережевої води. Крім того, з'являється можливість істотно економити паливо за рахунок збільшення відпустки електро- і теплової енергії, спрямованої на потреби міста, або зниження кількості виробленої теплової енергії.

Теплонасосні установки можуть повноцінно замінити водогрійні електричні котли. Наприклад, сучасний тепловий насос серії IWHSS здатний нагріти теплоносії до температури + 95 °С. Це дозволяє застосовувати його в системі гарячого водопостачання, а також опалення.

Використання теплових насосів – це велика перспектива, особливо в рамках розповсюдженої сьогодні тенденції економити паливні ресурси. У нашій країні вже випробувана установка в технологічній схемі ТЕЦ, що не може не радувати.

Практика змогла продемонструвати, що в роботі теплового насоса, у якого коефіцієнт перетворення дорівнює 5, собівартість отриманої теплової енергії на порядок нижче, ніж у випадку з традиційним комбінованим виробленням на ТЕЦ. Масштаби застосування здатні досягти 1600-2000 Гкал / год. З цього випливає, що використовувати ТНУ вигідно не просто технологічно за рахунок підвищеного вироблення електроенергії, а й економічно, так як досягаються відмінні показники економії палива, а також підвищення теплової потужності без необхідності нести додаткові витрати на паливо та інше.

Застосування такого позитивного результату можна істотно розширити. Теплові насоси можна використовувати в різних областях тепlopостачання –

особливо, там, де має місце низькопотенційне тепло, яке складне в застосуванні і тому часто і незаслужено викидається.

1.7 Використання теплових насосів в системах повітряного опалення та вентиляції з рекуперацією витяжного повітря.

Повітряне опалення – це комбінація тепла в мережі повітроводів та повітророзподільних пристроїв. Джерелом нагріву являється теплогенератор на твердому паливі. Дане обладнання генерує певну кількість тепла, яка необхідна для обігріву житлового будинку або виробництва, відповідно – це тепло переноситься повітрям по повітроводам в задане приміщення.

Повітряне опалення з успіхом застосовується для обігрівання промислових, торговельних і складських приміщень великого об'єму, а також приватних будинків та котеджів. Основними перевагами при цьому є:

- відсутність в системі рідкого теплоносія — води. Таким чином, система повністю захищена від протікання, розморожування, корозії.
- можливість подачі свіжого повітря через систему для вентиляції приміщень. В приватному будинку — це додатковий комфорт, для великих будівель — це спосіб економії капіталовкладень при будівництві.
- економія енергоресурсів за рахунок зниження інерційності системи опалення та, відповідно, швидкого реагування на зміну температури назовні та зміну температурного режиму всередині приміщення.
- можливість підключення до системи центрального кондиціонера для зниження температури в теплий період року та теплового насосу — для опалення зимою, як альтернативне джерело тепла.

Витрати на облаштування та експлуатацію системи повітряного опалення, як правило, істотно нижче, ніж аналогічні витрати для водяної системи.

Повітряні теплові насоси мають істотно нижчу ціну у порівнянні із геотермальними тепловими насосами, а їх середньорічний коефіцієнт перетворення (COP) є достатньо високим. Ще однією перевагою теплових насосів даного типу є той факт, що вони здані забезпечити активне охолодження навіть у базовій комплектації. Інтелектуальна система очистки теплообмінника від обмерзання

дозволяє ефективно використовувати ці прилади за високої вологості та від'ємних температур.

Саме ці фактори сприяють активному використанню повітряних теплових насосів у монтажі нових систем опалення, а також під час модернізації застарілих. Повітряний тепловий насос (повітря – вода) складається із зовнішнього та внутрішнього блоків. Зовнішній блок продуває крізь себе повітря, відбираючи тепло, та передає його у внутрішній блок, розташований в будинку. Внутрішній блок, в залежності від застосованої схеми, може мати різні конфігурації. Він виконує наступні функції: передача та розподілення тепла у систему опалення, нагрів гарячої води, підключення додаткового нагріву, переключення у режим охолодження.

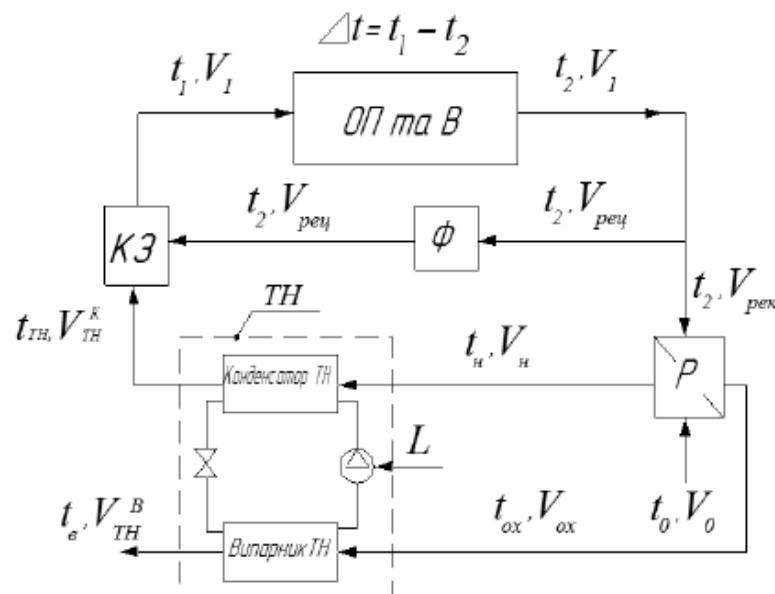


Рис. 11 Система вентиляції та опалення з використанням рекуператора теплоти та рециркуляцією витяжного повітря

ОП та В – об'єкт опалення та вентиляції; Р – рекуператор; Ф – фільтр; КЗ – камера змішування; L – робота приводу теплового насоса

Велика перевага теплонасосних систем опалення полягає у автономності та незалежності від постійного росту цін на традиційні енергоносії.

1.8 Використання теплових насосів в системах централізованого теплопостачання.

Причина, з якої передбачається збільшення теплових насосів у системі централізованого опалення – теплові насоси можуть подавати тепло з високою ефективністю і одночасно створювати зв'язок між опалювальним та

електроенергетичним секторами, використовуючи змінні поновлювані джерела енергії. Це забезпечує загальну декарбонізацію енергетичної системи та можливість зробити централізоване опалення інтегрованою частиною розумної енергетичної системи. Для ефективної інтеграції змінних відновлюваних джерел теплові насоси повинні працювати гнучко. Більшу частину їх потужності слід використовувати протягом годин, коли доступна вітрова та сонячна електрика.

Коли попит низький, їх можна використовувати для наповнення термоакумуляторів теплом. Це дозволить подальшу інтеграцію змінних відновлюваних джерел енергії.

Теплові насоси в поєднанні із системами накопичення потенційно можуть стати ключовою технологією, оскільки це дозволяє майбутнім системам централізованого теплопостачання збалансувати електромережу, коли виробництво електроенергії з змінних відновлюваних джерел енергії коливається.

Теплові насоси дозволяють використовувати надлишкове тепло низьких температур і зменшити втрати в електромережі.

Теплові насоси збільшують гнучкість систем централізованого опалення, використовуючи кілька джерел тепла, що забезпечує підвищену гнучкість енергетичної системи. Швидке введення в експлуатацію та низькі пускові витрати – лише деякі переваги теплових насосів, а також використання нестабільності ринку електроенергії та можливості використання теплової мережі та акумуляторів як теплові батареї.

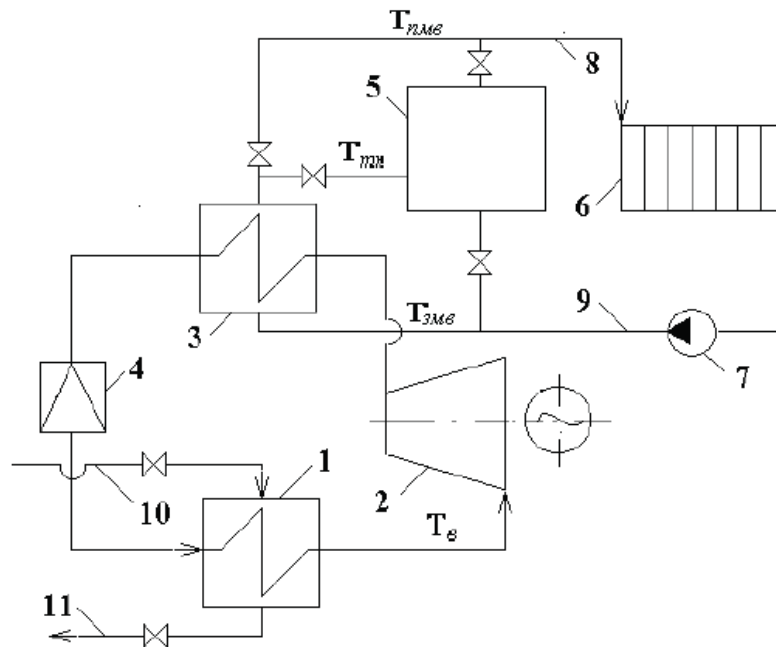


Рис. 12 Схema теплонасосної станції

1 – випарник теплонасосної установки; 2 – компресор з електроприводом; 3 – конденсатор ТНУ; 4 – дросельний вентиль; 5 – водогрійний котел; 6 – теплові споживачі; 7 – мережевий насос; 8 і 9 – лінії прямої та зворотної мережної води; 10 і 11 – лінії низькотемпературного джерела енергії; $T_{\text{в}}$ і $T_{\text{к}}$ – температури випаровування і конденсації холодоагенту в ТНУ; $T_{\text{тн}}$ – температура підігрітої води в ТНУ; $T_{\text{пмв}}$ і $T_{\text{зmv}}$ – температура прямої та зворотної мережної води в системі теплопостачання.

Застосування теплонасосних станцій на базі водогрійних котелень забезпечує до 15 % економії палива, зменшує витрати електроенергії і кількість шкідливих викидів в атмосферу.

Оптимальні температури підігріву мережної води в теплонасосних установках залежать напряду від температурного графіка роботи систем теплофікації і складають 73–80 °С.

1.9 Огляд низькотемпературних джерел енергії для теплових насосів

Для роботи теплових насосів необхідно два джерела:

нижнє – з якого відбирається теплова енергія;

верхнє – з якого ця енергія передається.

Досить суттєвим, з точки зору правильного вибору необхідного насоса, є: тип, якісні характеристики та кількісні параметри нижнього джерела тепла. До найважливіших характеристик та параметрів можна віднести: доступність

джерела, корозійні характеристики джерела, температура джерела та його зміни з часом, енергетичні ресурси джерела та його зміни з часом, інвестиційні та експлуатаційні витрати.

Джерела низькотемпературної теплоти (нижнє джерело), які використовуються тепловими насосами, можна поділити на два види: природні джерела теплоти; техногенні джерела теплоти. До першого виду відносяться: вода (поверхнева, ґрунтова, геотермальна); повітря; ґрунтове середовище; сонячна радіація. До другого виду відносяться: повітря систем вентиляції та систем охолоджень; стічні води та води станцій аерацій; води систем технічного водопостачання підприємств; теплота повітря та води, що відводиться в технологічних процесах. Атмосферне повітря, як джерело, найчастіше використовується для живлення малих теплових насосів. Це пояснюється його доступністю.

До недоліків цього джерела, як нижнього джерела, можна віднести погану когерентність та той факт, що тоді, коли необхідність у теплі велика, температура повітря дуже низька. Енергія, що міститься у поверхневих водах (річках, озерах, водосховищах, морі), виділяється при тепловому обміні між водою та атмосферним повітрям, а також ґрунтом. Недоліками поверхневих вод, як нижнього джерела, є проблеми із одержанням енергії у холодний сезон при малій течії, а також обмерзання обмінників при температурі близько 0о С. Тому найсприятливішими періодами для використання цього джерела є рання осінь та весна.

Підземні води, що знаходяться у глибинних колодязях, характеризуються незначними коливаннями температури протягом року, яка становить 3-12°С. Ці води можуть направлятися безпосередньо у випарник або, у випадку, якщо вони сильно засолені, через проміжний теплообмінник. Особливим питанням є використання геотермальних вод, які іноді можуть використовуватися в якості нижнього джерела теплових насосів.

Ґрунт може бути нижнім джерелом лише у невеликих теплових насосах, оскільки дає невеликий потік тепла. Установка обмінників вимагає серйозних розкопок і у зв'язку з цим може проводитись під площами, не засадженими

деревами і не освоєними територіями. До техногенних нижніх джерел тепла відносимо: залишкову теплоту технічних процесів, що виникає при виконанні різноманітних технологічних процесів в промисловості, енергетиці, комунальному господарстві тощо.

Ці джерела, із врахуванням їх складу, вимагають індивідуального рішення всіх аспектів, які можуть виникати при їх використанні (вид речовини, агресивність, придатність до теплообміну тощо). До аналізу джерела слід додати також його параметри: потужність, температурний діапазон та їх зміни (у добовому, тижневому та річному масштабі).

Температури техногенних джерел зазвичай вищі температур природних джерел (за виключенням геотермальних вод). Найбільший температурний та енергетичний рівень джерел теплоти має сонячна радіація, а найменший – ґрунтова вода. Температурний та енергетичний рівень води і повітря техногенних джерел теплоти є вищим, ніж природних джерел, що пов'язано з 242 недосконалістю технологічних процесів та технічних систем, і, як наслідок, втратами теплової енергії в навколишнє середовище, але масштаби використання природних низькопотенціальних джерел енергії є більшими. За результатами аналізу видів низькопотенціальних джерел енергії, та їх характеристик, встановлено доцільність використання теплових насосів, як перетворювачів теплової енергії низького потенціалу в теплову енергію більш високих потенціалів та можливість їх використання майже в усіх галузях економіки: у промисловості, побуті, сільському господарстві тощо.

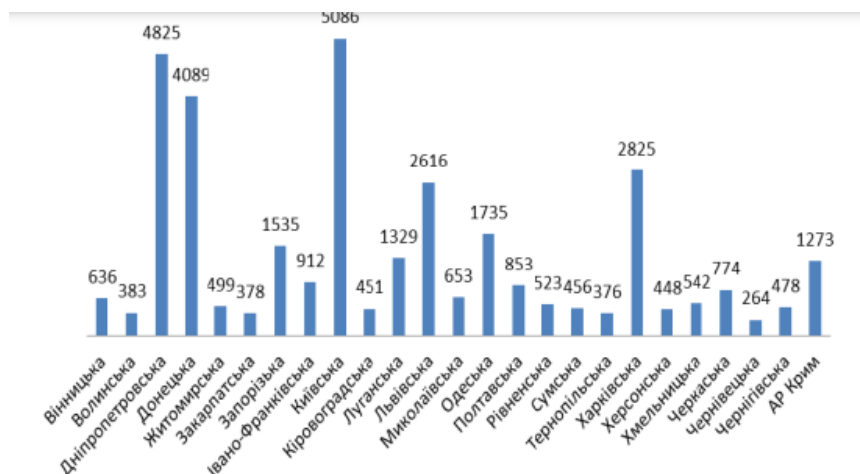


Рис. 13 Енергетичний потенціал низькотемпературної теплової енергії стічних вод в областях України (тис. МВт·год/рік)

В побуті основними є природні джерела низькотемпературної теплоти. Це вода (поверхнева та ґрунтова), повітря, ґрунтове середовище, сонячна радіація. Теплові насоси в побуті використовують для опалювання будинків, підігрівання води для побутових потреб та для кондиціонування. На сьогодні в Україні експлуатується 9,3 млн. садибних будинків з загальною площею 515,8 млн.м². Для їх теплопостачання можна влаштувати ґрунтові теплообмінники з теоретичним запасом теплової енергії 525855 тис. МВт·год на рік. Ці теоретичні ресурси теплової енергії ґрунту та ґрунтових вод визначаються на основі статистичних даних, вони значно перевищують потреби енергії для опалення садибних житлових будинків. Теплова енергія ґрунту (рис. 2) та ґрунтових вод може використовуватися для обігріву та вентиляції приміщень

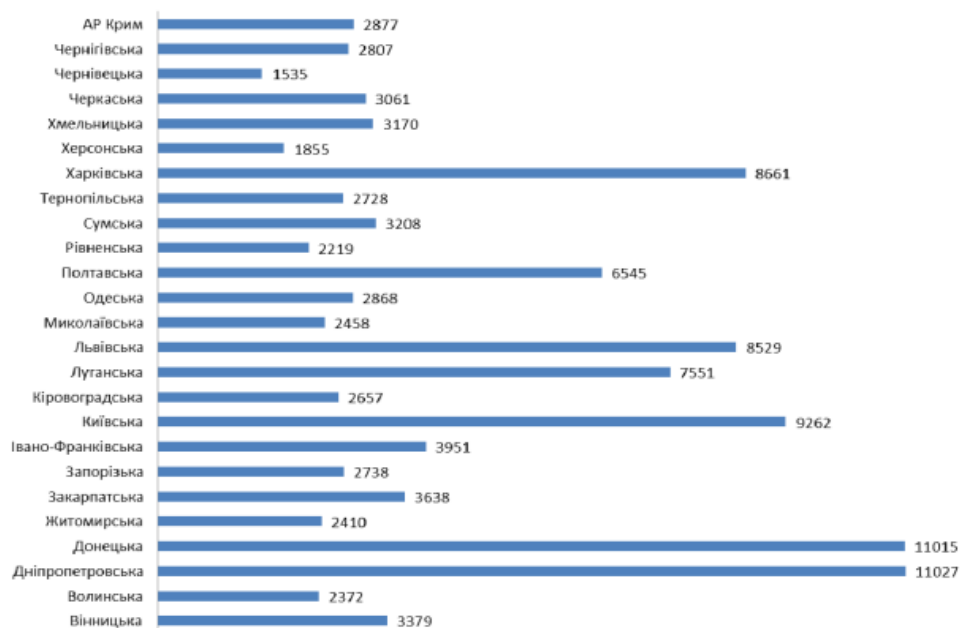


Рис. 14 Енергетичний потенціал низькотемпературної теплоти ґрунту та ґрунтових вод в областях України (тис. МВт·год/рік).

Переваги та недоліки використання в якості джерела теплоти ґрунту, при роботі теплового насоса наступні:

- високий коефіцієнт перетворення за рахунок постійно високої температури джерела тепла;
- низькі експлуатаційні витрати;
- простота обслуговування горизонтальних геотермальних теплообмінників;
- потрібна велика площа ділянки для установки вертикальних геотермальних теплообмінників;

- високі капітальні витрати на установку обладнання;

Використання горизонтального ґрунтового теплообмінника вимагає значної площі для його розміщення.

Особливу увагу слід звернути на підприємства, які «викидають» в атмосферу вторинні енергетичні ресурси, які можуть бути використані як джерело тепла з низьким потенціалом для теплового насоса.

Одним із прикладів таких компаній є продуктові гіпермаркети та фармацевтичні підприємства, де тепла енергія виділяється в атмосферу повітряними конденсаторами.

№ п/п	Найменування обладнання, матеріалів та робіт	Виробник	Одиниця виміру	Кіл-ть
1	Циркуляційний насос UPS 32-120 F	Grundfos	шт.	2
2	Клапан типу Батерфляй Ду 80		шт.	1
3	Клапан типу Батерфляй Ду 65		шт.	3
4	Кран типу Батерфляй Ду 50		шт.	4
5	Фільтр сітчастий муфтовий Ду 50		шт.	2
6	Кран кульовий ВВ Ду20	Conex/Banninger	шт.	4
7	Клапан зворотній Ду 50 з латунним штоком		шт.	2
8	Антивібраційна вставка Ду65		шт.	2
9	Кайлех EF теплоізоляція листова (каучук) 19 мм		м2	2
10	Клей Кайлех 414 660 г/0,790 л		шт.	2
11	Стрічка PVC 50 x25		шт.	4
12	Кайлех EF теплоізоляція 19x89 мм	Kaimann	м.п.	36
13	Труба сталевая водогазопровідна Ду89	ГОСТ 10704	м.п.	36
14	Бак розширювальний 50л	ГОСТ 10704	шт.	1
15	Коллектори подавальні та зворотні	ГОСТ 10704	компл.	1

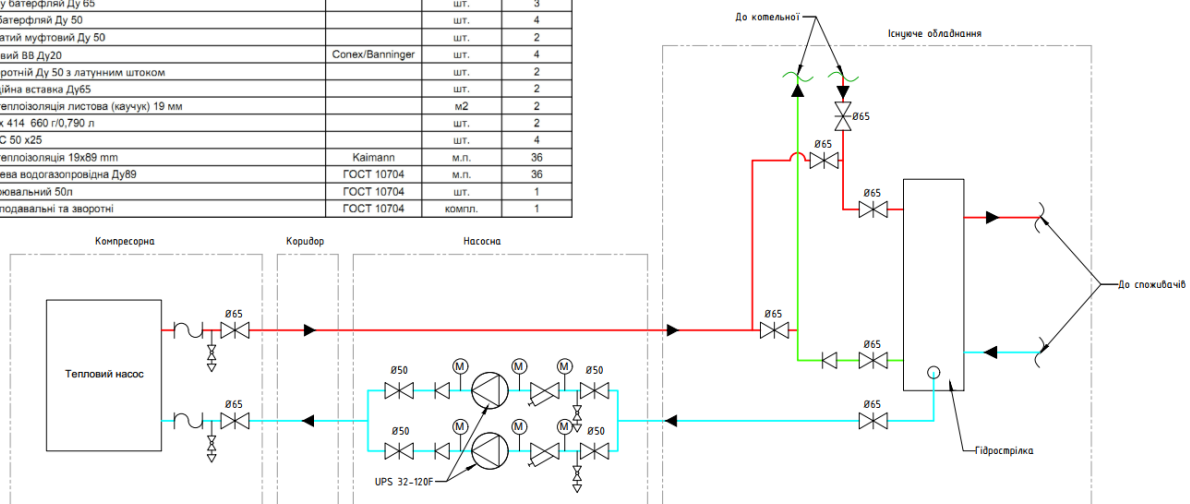


Рис. 15 Гідралічна схема підключення теплового насоса до системи опалення продуктового гіпермаркета

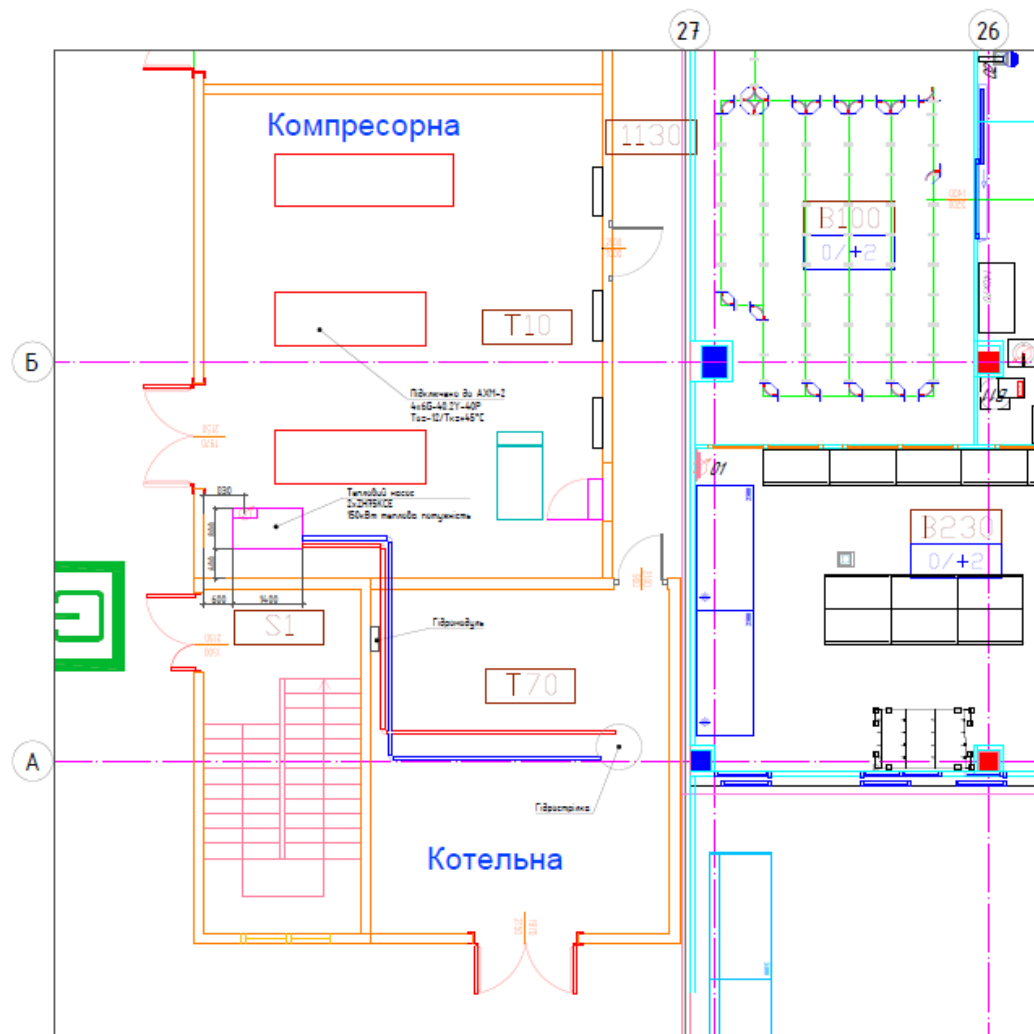


Рис. 16 План встановлення теплового насоса та прокладки трубопроводів системи опалення для продуктового гіпермаркета

Тепловий насос – це екологічно чиста система опалення, підігріву води та кондиціонування, яка передає тепло з навколишнього середовища. Перевагами його використання є: значне зниження витрат на опалення та кондиціонування; відсутність газу або інших горючих середовищ; використання відновлюваних джерел енергії; екологічна безпека; забезпечити стабільну температуру протягом усього року. У зв'язку зі зміною цін на енергоносії, теплові насоси як альтернативні та відновлювані джерела енергії вже сьогодні є актуальними для України. Використання геотермальних систем опалення для опалення та гарячого водопостачання окремих будівель або їх груп в геокліматичних умовах України має досить широкі перспективи, особливо враховуючи переваги теплонасосних систем перед традиційними, джерела активного використання яких вичерпано, витрати на їх отримання та придбання, відповідно та переробку збільшуються та мають негативний вплив на навколишнє середовище. Для повсюдного

впровадження відновлюваних джерел енергії, особливо ТН, у всіх галузях економіки необхідно розробити більш детальну та ефективну державну програму, що передбачає систему заходів стимулювання виробників і споживачів у всьому світі.

2. Ринок теплових насосів

Під час літніх розпродажів була представлена статистика попиту на теплові насоси протягом 2021 року на ринках різних країн світу. У Європі продажі теплових насосів зросли на 34% протягом 2021 року, що є рекордом за весь час!

12 липня ЕНРА (Європейська Асоціація Теплових Насосів) оприлюднила дані по 21 країні Європи. Загалом у цих країнах було продано 2,18 мільйона теплових насосів – майже на 560 000 більше, ніж у 2020 році. Таким чином, загальна кількість встановлених теплових насосів в ЄС досягла 16,98 мільйона, покриваючи близько 14% ринку опалення.

Рекордне зростання сектору теплових насосів у 2021 році є частиною великого переходу до сталого опалення в Європі. Ми маємо потрійний виклик: політика ЄС, що спонукає уряди декарбонізувати будівельний сектор, стрибки вперед у технології теплових насосів і пандемія Covid, яка допомогла багатьом громадянам зрозуміти, що вони повинні оновити свої будинки. Зовсім нещодавно жахлива війна, розв'язана росією проти України, показала безумство нашої залежності від імпорту викопного палива для опалення», – сказав Томас Новак, генеральний секретар ЕНРА.

За даними ЕНРА (Європейської Асоціації Теплових Насосів, теплові насоси, які зараз встановлені в країнах ЄС, дозволяють уникнути викидів понад 44 мільйонів тон CO₂ – трохи більше, ніж річні викиди Ірландії – при цьому, в цілому, опалювальний сектор виробляє близько 1000 Мт.

Минулого року на всіх національних ринках теплових насосів спостерігалось значне зростання, хоча продажі деяких було набагато вищі за інших. Найбільший відносний приріст теплових насосів для опалення було досягнуто в Польщі (зростання +87%), Ірландії (+69%), Італії (+63%), Словаччині (+42%), Норвегії та Франції (по +36%), і Німеччині (+28%).

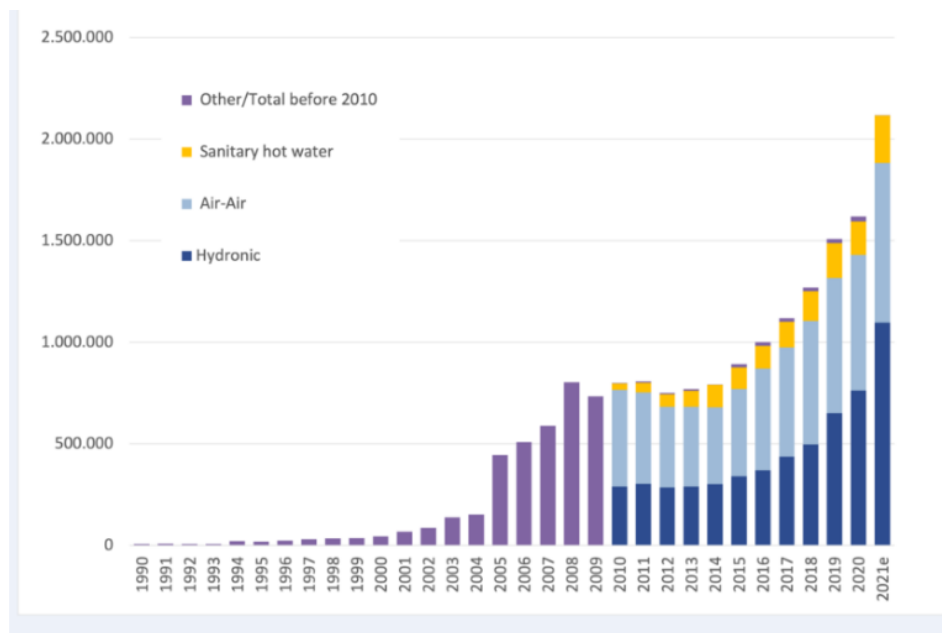


Рис. 17 Продаж теплових насосів в Європі

87% теплових насосів європейського ринку теплових насосів було продано в десяти країнах (Франція, Італія, Німеччина, Іспанія, Швеція, Фінляндія, Норвегія, Польща, Данія та Нідерланди). На трійку лідерів – Францію, Німеччину та Італію – припадає половина річних продажів. П'ятьма найбільшими європейськими ринками теплових насосів за кількістю проданих блоків (теплові насоси та установки для гарячої води) у 2021 році були:

- Франція (537 000 блоків, +36%),
- Італія (382 000 блоків, +64%),
- Німеччина (177 000 блоків, + 26%),
- Іспанія (148 000 блоків, +16%)
- Швеція (135 000 блоків, +19%).

Організація НРТ TCP (Technology Collaboration Programme on Heat Pumping Technologies), також, повідомляла про зростання ринку теплових насосів у кількох країнах на початку цього року.

Наступного року ці показники можуть різко зрости, оскільки згідно з програмою REPowerEU, в ЄС планують відмовитись від російського газу та мають амбітні цілі щодо теплових насосів. Однак сектор теплових насосів стикається з деякими обмеженнями в постачанні комплектуючих, що може сповільнити темпи зростання.

Ознаки постійного суттєвого зростання вже також помітні і в 2022 році. Наприклад, продажі теплових насосів різко зросли протягом першого кварталу 2022 року в Фінляндії. Згідно зі статистичними даними SULPU (Фінська Асоціація Теплових Насосів), продажі теплових насосів класу «повітря-повітря» (АТА) зросли на 120%, продажі теплових насосів класу «повітря-вода» (АТВ) зросли на 40%, а продажі ґрунтових теплових насосів (GSHP) на 35%. Обсяг продажів витяжних теплових насосів (exhaust-air heat pumps) для односімейних будинків залишився без змін. Загальний обсяг зріс на 90% порівняно з аналогічним періодом минулого року. Це зростання направлене в бік високопродуктивних насосів, що означає, що зростання продажів було ще вищим у вартісному вимірі.

Однак не тільки в Європі спостерігається потужне зростання ринку. Згідно з базою даних видання JARN, світовий ринок теплових насосів «повітря-вода» (АТВ) у 2021 році зріс на 19,3% у річному обчисленні, досягнувши 4,10 мільйона блоків.

У теплових насосах «повітря – вода» тепло зовнішнього повітря нагріває воду для систем опалення або гарячого водопостачання.

Популярність теплових насосів викликана тим, що даний вид обладнання використовує поновлюване джерело енергії, зменшуючи споживання викопного палива і знижуючи обсяг викидів, що забруднюють атмосферу. У 2016 році світовий попит на теплові насоси «повітря – вода» виріс в порівнянні з попереднім роком на 14,2%, досягнувши рівня в 2 мільйони штук.

Європейський ринок опалювального обладнання сформувався вже досить давно, і системи, що використовують викопне паливо, панували на ньому протягом довгого часу. Поширення теплових насосів «повітря – вода» в Європі в 2016 році помітно знизилася через падіння цін на нафту і підвищення тарифів на електроенергію. Змінити ситуацію на краще може вступ в силу Директиви про енергоспоживаючих продукції (ErP).

Підкорення ринку Європи – важлива частина стратегічних планів японських виробників. Жорсткість європейського законодавства, що стосується обороту фторовмісних газів, робить вельми привабливими для європейців японські водонагрівачі Eco Cute, що використовують в якості холодоагенту діоксид

вуглецю. Крім того, плануються поставки з Японії теплових насосів на холодоагенті R32.

Багато відомих європейських виробників котельного обладнання також зайнялися випуском теплових насосів «повітря – вода». Виробництвом зовнішніх блоків для даного виду обладнання компанії з Європи займаються спільно з азіатськими підприємствами, що спеціалізуються на виготовленні повітряних кондиціонерів.

Японія – країна з усталеними традиціями в області виробництва і експлуатації повітряно-водяних теплових насосів. Зростання цього сектора японського ринку в 2016 році, згідно з даними JRAIA, був невеликий.

У Китаї дві третини продажів теплових насосів «повітря – вода» припадають на пристрої, що забезпечують гаряче водопостачання. Проте значне зростання цього сегмента ринку в 2016 році забезпечили системи опалення приміщень. Їх поширенню сприяє програма «Електрика замість вугілля», спрямована на заміну водогрійних котлів, що використовують викопне паливо, тепловими насосами, що працюють на електриці. Особливо помітне зростання попиту на теплові насоси «повітря – вода» відзначений в північних районах Китаю.

2.1 Основні ринки

Європа

За оцінкою JARN, в 2016 році обсяг продажів теплових насосів «повітря – вода» в Європі трохи виріс в порівнянні з попереднім роком і склав 246 000 одиниць обладнання. 58% загального обсягу продажів забезпечила Франція. Всього на три основних країни-споживача теплових насосів «повітря – вода» - Францію, Німеччину та Великобританію – припадають майже 80% цього ринку.

Високі тарифи на електроенергію, дешевий природний газ і падіння цін на нафту стали чинниками, загальмувати зростання європейського ринку теплових насосів «повітря – вода» і вплинули на зменшення обсягу інвестицій у відновлювану енергетику в цілому.

Крім цін на енергоносії, серйозною перешкодою на шляху заміни традиційних котлів став психологічний фактор. Проте на ринку нового житла забудовники все частіше роблять вибір на користь опалення та гарячого водопостачання за

допомогою теплових насосів.

Надії на розвиток сегмента продукції для заміни діючого котельного обладнання пов'язані з перспективою поглинання європейських виробників азійськими компаніями.

Японія

Так як японський ринок теплових насосів «повітря – вода» сформувався вже досить давно, рік від року він змінюється незначно. У 2016 році його обсяг оцінювався в 420 000 одиниць обладнання, що на 3,4% більше показників попереднього року.

Розроблені у 2001 році водонагрівачі Eco Cute, що використовують в якості холодоагенту діоксид вуглецю, спочатку служили для постачання гарячою водою ванної та кухні. Сьогодні вже з'явилися багатофункціональні прилади, здатні, крім цього, забезпечувати функціонування системи «тепла підлога». До кінця березня 2016 року загальна кількість проданих пристроїв Eco Cute досягло 5 мільйонів. Відповідно до опублікованого в липні 2015 року з прогнозом, до 2030 року ця кількість зросте до 14 мільйонів.

Китай

Програма «Електрика замість вугілля», запущена Китаєм для вирішення проблеми забруднення повітря, особливо гостро стоїть в північних районах країни, сприяє активному розвитку ринку теплових насосів «повітря – вода». За оцінкою JARN, в 2016 році попит на обладнання цього типу виріс в Китаї на 22,7% в порівнянні з попереднім роком, досягнувши обсягу в 1,3 мільйона штук.

Зростає число новобудов, які використовують теплові насоси «повітря – вода» для опалення, збільшується кількість комерційних і промислових підприємств, на яких подібне обладнання застосовується для отримання гарячої води.

У число провідних китайських виробників теплових насосів «повітря – вода», крім компаній, що спеціалізуються саме на цьому виді продукції, входить і більшість великих виробників систем кондиціонування. Одне з основних напрямків їх діяльності – розробка інверторних пристроїв. Так як промисловий потенціал Китаю в області виробництва теплових насосів дуже великий, місцеві компанії постійно знаходяться в пошуку нових ринків збуту, зокрема вони дуже зацікавлені

в продажах в Європі. У свою чергу проникнення іноземних виробників на китайський ринок ускладнюється запеклою ціновою конкуренцією, а також низькою якістю водопровідної води, що сприяє швидкому псуванню не розраховані на це імпортованих теплообмінників.

США

У США обсяг ринкового сегменту теплових насосів «повітря – вода», об'єднаних з циліндричним резервуаром, в 2016 році склав 85 000 одиниць обладнання. Моноблоки та спліт-системи на цьому ринку практично не представлені.

На ринку побутових водонагрівачів, обсяг якого в США складає 8-10 мільйонів штук на рік, частка систем на базі теплих насосів вкрай незначна.

Провідні бренди регіону – General Electric, Paloma, A. O. Smith, AirGenerate, Electrolux, Bosch і Stiebel Eltron. Продукція для багатьох з них проводиться в Китаї на умовах О.Е.М. Ряд китайських виробників представив свої теплові насоси «повітря – вода» для американського ринку на виставці AHR Expo 2017, що проходила в Лас-Вегасі.

Азіатсько-тихоокеанський регіон

Ринок побутових теплових насосів «повітря – вода» в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні поки не сформувався, проте обладнання цього типу вже привертає увагу відвідувачів на місцевих галузевих виставках і ярмарках.

Країнам, що розвиваються регіону доводиться концентрувати зусилля для досягнення відразу двох цілей: розвитку економіки і зниження енергоспоживання. Це може підштовхнути уряди держав до посилення екологічного законодавства і стимулювання придбання теплових насосів «повітря – вода», що позитивно позначиться на розвитку ринку даного обладнання.

В Австралії вже діють одні з найбільш суворих екологічних законів в світі і при цьому спостерігається стабільне зростання продажів теплових насосів «повітря – вода» (зокрема, пристроїв Eco Cute), що використовуються в якості альтернативи традиційним електроводонагрівачі.

2.2 Нові моделі та технології

Технологія стабільного нагріву в холодному кліматі

Японські виробники створили теплові насоси «повітря – вода», пристосовані до роботи в холодному кліматі. Вони зберігають високу теплопродуктивність при температурі зовнішнього повітря до -15°C .

Для забезпечення роботи при мінусових температурах використовуються різні рішення, що запобігають обмерзанню. Серед них – теплоаккумулятори, обігрів через байпасний контур, нагрівальні спіралі.

Технологія парожіdkостной уприскування дозволяє підтримувати потік холодоагенту на необхідному рівні навіть при дуже низькій температурі зовнішнього повітря.

Моделі подвійної дії

На ринку з'явилися реверсивні теплові насоси «повітря – вода», здатні не тільки нагрівати, а й охолоджувати воду. Це рішення забезпечує максимальний комфорт як в зимовий, так і в літній час.

Зональний контроль

Деякі моделі теплових насосів «повітря – вода» можуть мати два контури і здатні обслуговувати відразу два приміщення з різною потребою в обігріві. Забезпечуючи подачу двох потоків води з різною температурою, вони можуть використовуватися як для незалежного обігріву, так і для охолодження двох приміщень або зон одного приміщення.

Об'єднання теплових насосів «повітря – вода» з фотоелектричними панелями

Ще одна недавня розробка – інтегровані системи, що поєднують теплові насоси і фотоелектричні панелі. Такі системи дозволяють більш ефективно використовувати електроенергію, що виробляється сонячними панелями, керуючи енергоспоживанням теплового насоса.

Інтелектуальне гібридне управління

У районах з холодним кліматом, таких як Північна Європа, де температура зовнішнього повітря може опускатися до -40°C , ефективним способом отримання гарячої води можуть стати гібридні системи, що поєднують газовий котел і тепловий насос «повітря – вода». Уже встановлений котел можна використовувати

для ефективного додаткового нагріву. Ряд виробників представив на ринку інтелектуальні системи управління, що дозволяють підключити тепловий насос до діючої системи опалення та гарячого водопостачання на базі газового котла. Якщо умови не дозволяють використовувати тепловий насос, включається газовий котел, забезпечуючи безперервне функціонування системи тепlopостачання.

Хмарний сервіс

Деякі виробники надають послуги хмарного сервісу для віддаленого управління роботою і енергоспоживанням теплових насосів «повітря – вода». Підключившись до хмарного серверу, користувач отримує можливість повного контролю над пристроєм з будь-якої точки планети. Дана технологія дозволяє заощадити електроенергію, підвищити рівень комфорту, домогтися більш гнучкого управління ресурсами.

Розумні розподільні мережі

Стрімке зростання виробництва електроенергії з поновлюваних джерел привів до диспропорції між подається і необхідної електричною потужністю. Для вирішення цієї проблеми теплові насоси «повітря – вода» з функцією управління розподілом енергії забезпечують більш гнучке регулювання енергоспоживання. Ця функція дозволяє змінювати алгоритм роботи приладу за сигналом контролера.

Різноманітність внутрішніх блоків

В даний час створені різноманітні внутрішні блоки для теплових насосів «повітря – вода», що відрізняються як призначенням, так і функціональними можливостями.

У регіонах з холодним кліматом необхідну теплову потужність можуть забезпечити радіатори без вентиляторів, передають тепло шляхом випромінювання. Комфортна температура при цьому підтримується без створення повітряних потоків, що істотно знижує енергоспоживання і рівень шуму.

В асортименті багатьох виробників є внутрішні блоки «все-в-одному», здатні охолоджувати і опалювати приміщення, а також подавати гарячу воду. Такі пристрої відрізняються компактністю і простотою обслуговування.

Компресори для теплових насосів

Як правило, в якості холодоагенту в теплових насосах «повітря – вода»

застосовується R410A. У водонагрівачах Eco Cute використовуються компресори для діоксиду вуглецю. Деякі виробники працюють над створенням теплових насосів на пропані (R290). Поява таких моделей на ринку-справа найближчого майбутнього.

У теплових насосах застосовуються компресори самих різних типів: поршневі, ротаційні, спіральні, гвинтові. Найчастіше мова йде про тандемних спіральних і двоступеневих ротаційних пристроях, здатних забезпечити температуру конденсації близько 80 ° С, що дозволяє отримувати досить гарячу воду навіть в холодному кліматі.

Теплові насоси – унікальна технологія, яка (з точки зору споживача) дозволяє виробляти теплову енергію буквально «з нічого», тобто без використання дорогого газу і т.д. Приблизно 75% опалювальної енергії можна збирати безкоштовно з довкілля (повітря, ґрунту, води) й тільки 25% енергії необхідно використати для роботи самого теплового насоса. Інакше кажучи, власник теплових насосів заощаджує $\frac{3}{4}$ коштів, які він би регулярно витрачав на дизпаливо, газ або електроенергію для традиційного опалення. Просто кажучи, тепловий насос за допомогою теплообмінників збирає теплову енергію із землі (води, повітря) і «переносить» її в приміщення. Завдяки такій винятковій ефективності, попит на таку технологію зростає. Так, за останні п'ять років попит на такі пристрої зріс в 4,2 рази. З технічної точки зору, найбільша частка (більше 80%) припадає на виробу типу «Повітря-Вода», проте найбільший приріст (майже в 6 разів) зафіксовано в технології «Земля-Вода».

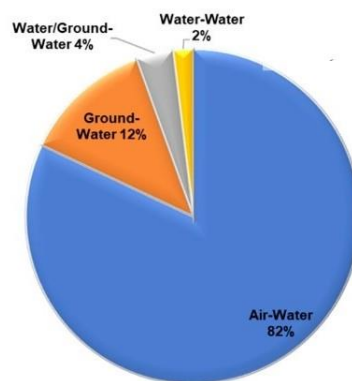


Рис. 18 Графік використання теплових насосів.

Енергозбереження має бути спрямоване на економію енергетичних ресурсів і розвантаження навколишнього середовища. Побутовий сектор нашої країни

характеризується високим споживанням енергоносіїв порівняно з європейськими країнами. Одним із шляхів економії енергоресурсів є використання низькопотенційних джерел тепла (в даному випадку тепла навколишнього середовища) за допомогою теплових насосів для опалення житлових приміщень. У наш час у зв'язку зі значним зростанням цін на невідновлювані джерела природного газу, який традиційно використовується для опалення промислових і житлових приміщень, проблема енергозбереження та пошуку ефективних, альтернативних джерел теплової енергії постала особливо гостро. Україна. Одним із таких джерел є використання геотермальної та сонячної енергії за допомогою теплових насосів (ТН). Цей спосіб є екологічно чистим і досить дешевим.

Розглянувши досвід використання ТН можемо зробити наступні висновки:

1. Економічність:

- Низьке енергоспоживання досягається за рахунок високої ефективності теплового насоса (від 300 % до 700 %) і дозволяє отримати на 1 кВт витраченої електричної енергії 3–7 кВт теплової енергії. Система вимагає мінімум електроенергії для підтримки комфортної температури житла, а також отримання достатнього запасу гарячої води. Відсутність необхідності в закупівлі, транспортуванні, зберіганні палива та витраті грошових коштів, пов'язаних з цим.

2. Комфорт:

- Немає ніяких спеціальних вимог до приміщення котельні, не потрібно спеціальних погоджень в інстанціях. Тепловий насос працює стійко. Коливання температури і вологості в приміщенні мінімальні, великі можливості в програмних настройках.

3. Екологія:

- Екологічно чистий метод опалення та кондиціонування, т.к. не проводиться емісія CO₂, NO_x та інших викидів, які призводять до порушення озонового шару і кислотних дощів. Відсутність алергії – небезпечні викиди в приміщення, тому що немає палива, що спалюється і не використовуються заборонені холодоагенти.

4. Надійність:

- Захист від перебоїв електроенергії. Практично не потребує обслуговування.

Термін служби теплового насоса становить мінімум 25 років.

5. Гнучкість:

- Сумісний з будь-якою циркуляційною системою опалення, а також є можливість використовувати дану систему для охолодження приміщення.

- Автономність:

Теплові насоси працюють повністю в автоматичному режимі.

- 7. Універсальність:

Підходить для використання, як у промисловому, так і в приватному будівництві.

3. Економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання фармацевтичних об'єктів

Встановлення теплових насосів на фармацевтичних підприємствах – це забезпечення теплових потреб підприємства в неопалювальний сезон (весна-осінь) з повною заміною газових котлів, а в опалювальний сезон з частковим опаленням.

Джерелом тепла є вторинне низькопотенційне тепло системи холодопостачання з температурою 5-12 °С. Для цього необхідно зробити розріз трубопроводу зворотного теплового потоку системи холодопостачання, щоб спрямувати частину теплового потоку в обмінник гліколевого контуру теплових насосів.

Після теплообмінника теплоносій повертається до зворотного, на якому було зроблено вибір.

Під час використання тепла відбувається підігрів системи зворотного теплообміну теплопостачання з температурою 50-55 град. Оскільки теплові насоси працюють з теплоносієм з боку джерела тепла при температурі, близькій до 0 °С, для захисту їх теплообмінників необхідно передбачити організацію контуру з пропускною здатністю -15 °С.

Впроваджені заходи дозволять мінімізувати споживання газу власною котельнею для опалення системи опалення теплопостачання, а також зменшити витрати годин роботи самої холодильної системи.

Для розрахунків приймаємо наступні вихідні данні :

- добове споживання електроенергії газовою котельнею в неопалювальний період – 140 кВт/добу;
- середня місячна витрата газу в неопалювальний період – 12 000 м³/місяць;
- вартість газу – 34,00 грн/м³;
- вартість електричної енергії – 3,8 грн/кВт*год;
- споживання електроенергії чіллерів – 160 кВт/год;
- теплотворна здатності природного газу – 34 000 кДж/м³ ;
- тривалість опалювального періоду – 180 днів;
- ККД котельні – 0,7;

Необхідна теплота для технологічних потреб

$$Q = V_p \cdot Q_p^H \cdot \eta = 12\,000 \cdot 34\,000 \cdot 0,7286 \text{ МВт/місяць (312 кВт/год)}$$

Приймаємо до встановлення 4 теплових насосів Bosch Compress 7000 LW загальною потужністю 314,16 кВт/год.

COP даних теплових насосів залежить від періоду експлуатації та складає для опалювального періоду 3,5; для неопалювального – 4,3.

В опалювальний сезон теплові насоси підігрівають зворотну воду із систем на вході в газові котли, що дозволяє економити газ в котельні та електроенергію на вентиляторів конденсатора.

З урахуванням нерівномірності роботи системи охолодження в холодну пору року теплова потужність становить 260 кВт.

Споживана потужність теплового насоса безпосередньо залежить від багатьох факторів, які, в свою чергу, залежать від часу роботи (опалювальна перерва або опалювальний період):

- за опалювальний період

$$W_{\text{ТН}}^{\text{о.п}} = Q / \text{COP} = 180 \cdot 24 \cdot 260 / 3,5 = 308,57 \text{ МВт/год}$$

- за неопалювальний період

$$W_{\text{ТН}}^{\text{н.о.п}} = Q / \text{COP} = (365 - 180) \cdot 24 \cdot 312 / 4,3 = 312,16 \text{ МВт/год}$$

Кількість газу, що економиться при роботі теплових насосів:

- за неопалювальний період

$$V_p^{\text{н.о.п}} = Q / (Q_p^H \cdot \eta) = (365 - 180) \cdot 24 \cdot 312 / (34\,000 \cdot 0,7) = 58,20 \text{ тис. м}^3$$

- за опалювальний період

$$V_p^{\text{о.п}} = Q / (Q_p^H \cdot \eta) = 180 \cdot 24 \cdot 260 / (34\,000 \cdot 0,7) = 47,19 \text{ тис. м}^3$$

Витрати на спожиту тепловими насосами електроенергію:

$ZE_{\text{ТН}} = c_{\text{в.вн}} \cdot (W_{\text{ТН}}^{\text{о.п}} + W_{\text{ТН}}^{\text{н.о.п}}) = 3,8 \cdot (308,57 \cdot 10^3 + 312,16 \cdot 10^3) = 2,234\,638$
млн.грн.

Економія електроенергії за рахунок роботи теплового насоса:

- від зменшення споживання котельні

$$W_{\text{ек}}^{\text{кот}} = W^{\text{кот}} \cdot n = 160 \cdot (365 - 180) = 29,6 \text{ МВт/год}$$

- від зменшення споживання чіллерів

$$W_{\text{ек}}^{\text{чіл}} = W^{\text{чіл}} \cdot n = 160 \cdot 365 \cdot 6 = 350,4 \text{ МВт/год}$$

Економія коштів за рахунок роботи теплового насоса:

- від зменшення споживання електроенергії

$$\Delta KE_{TH} = c_{в.вн} (W_{ек}^{кот} + W_{ек}^{чил}) = 3,6 (29,6 \cdot 10^3 + 350,4 \cdot 10^3) = 1,368\,000 \text{ млн.грн.}$$

- від зменшення споживання газу

$$\Delta KB = c_{газ} \cdot (B_p^{o.п} + B_p^{h.o.п}) = 34 \cdot (47,19 \cdot 10^3 + 58,20 \cdot 10^3) = 3,583\,260 \text{ млн. грн.}$$

Річна економія коштів при роботі теплових насосів

$$\Delta K = \Delta KE_{TH} + \Delta KB = 1,368\,000 + 3,583\,260 = 4,951\,260 \text{ млн.грн.}$$

Вартість реконструкції системи теплохолодопостачання складає 5,2 млн.грн.

Термін окупності

$$T_{ок} = (KЗ + 3E_{TH}) / \Delta K = (5,2 + 2,234\,638) / 4,787\,512 = 1,55 \text{ років.}$$

Специфікація основного обладнання

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, один., кг	Примітка
K1	Compress 7000 80-2 LW	Розсільно – водяний опалювальний насос потужністю 85 кВт	4	480	
K2	CB 110-24L	Теплообмінник пластинчатий контуру охолодження тепловою потужністю 340 кВт	1	1100	
K3	Reflex DE 33L	Розширювальний бак V=33 л	1	5,7	
K4	WILO VEROLINE IPL 80/115-2,2/2	Насос контуру холодопостачання Q=58,41 м3/год H= 5,5 м.вод.ст	1	43,4	
K5	WILO TOP-S 50/15 DM PN6/10	Насос гліколевого контуру Q=18,3 м3/год H= 9,5 м.вод.ст	4	27,6	
K6	WILO TOP-S 40/7 (3~400/230 V, PN 6/10)	Насос контуру теплопостачання Q=8,9 м3/год H=14, 1 м.вод.ст	4	21,1	
K7	Zetkama 821 Ду 150	Фільтр сітчастий фланцевий Ду150 T=300°C PN16	1	38,8	
K8	Zetkama 821A ДУ 80	Фільтр сітчастий фланцевий Ду80T=300° С PN16	4	14,8	
K9	Sensus PolluTherm DL/PolluFlow DN100	Ультразвукоюй лічильник тепла PN16 T=130 °C DN80Q _{ном} =50м ³ /год	1	11,7	
K9.1	PolluTherm X	Теплообчислювач	1	0,7	

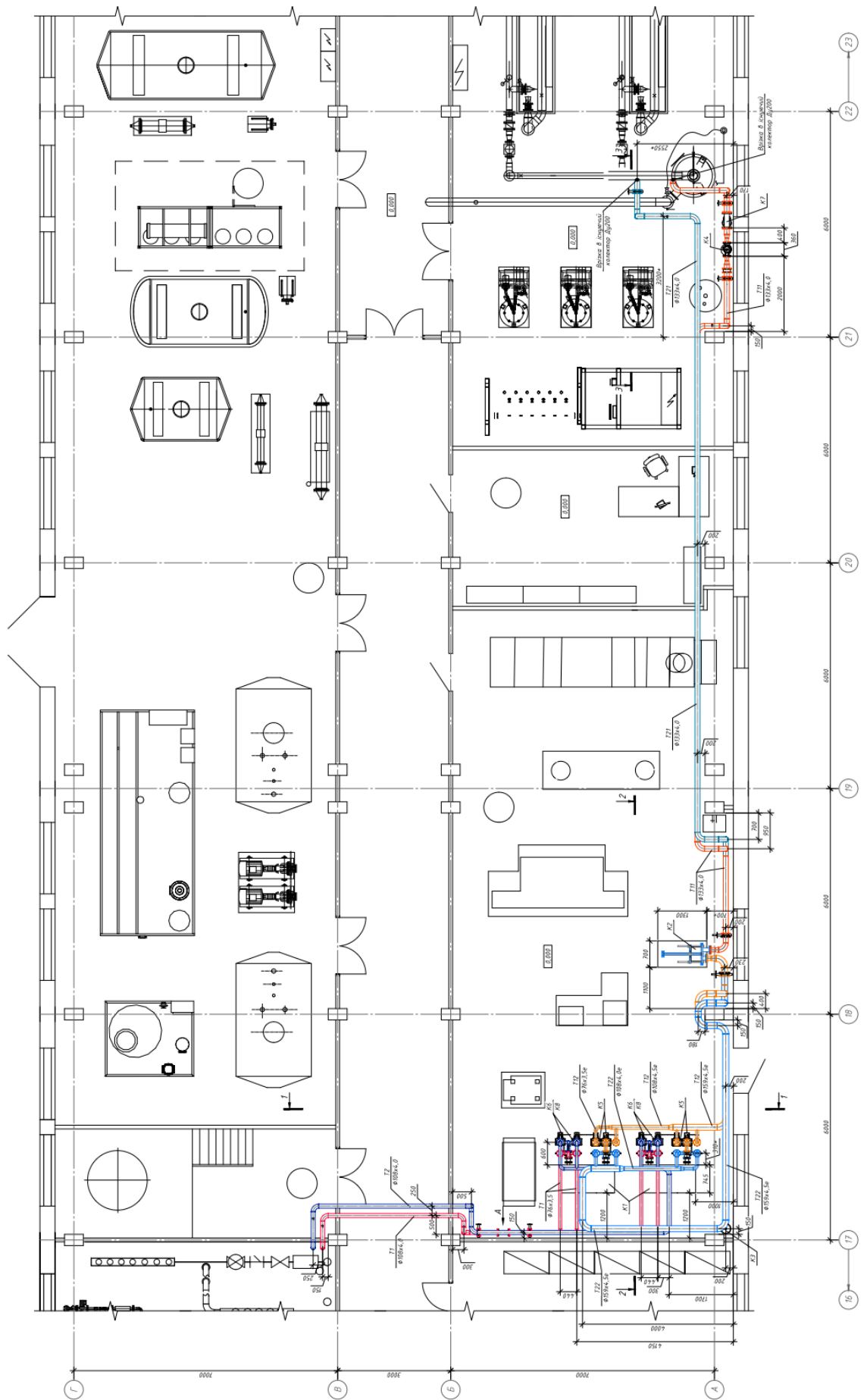


Рис. 19 Розташування обладнання та трубопроводів. План на відм. 0.000

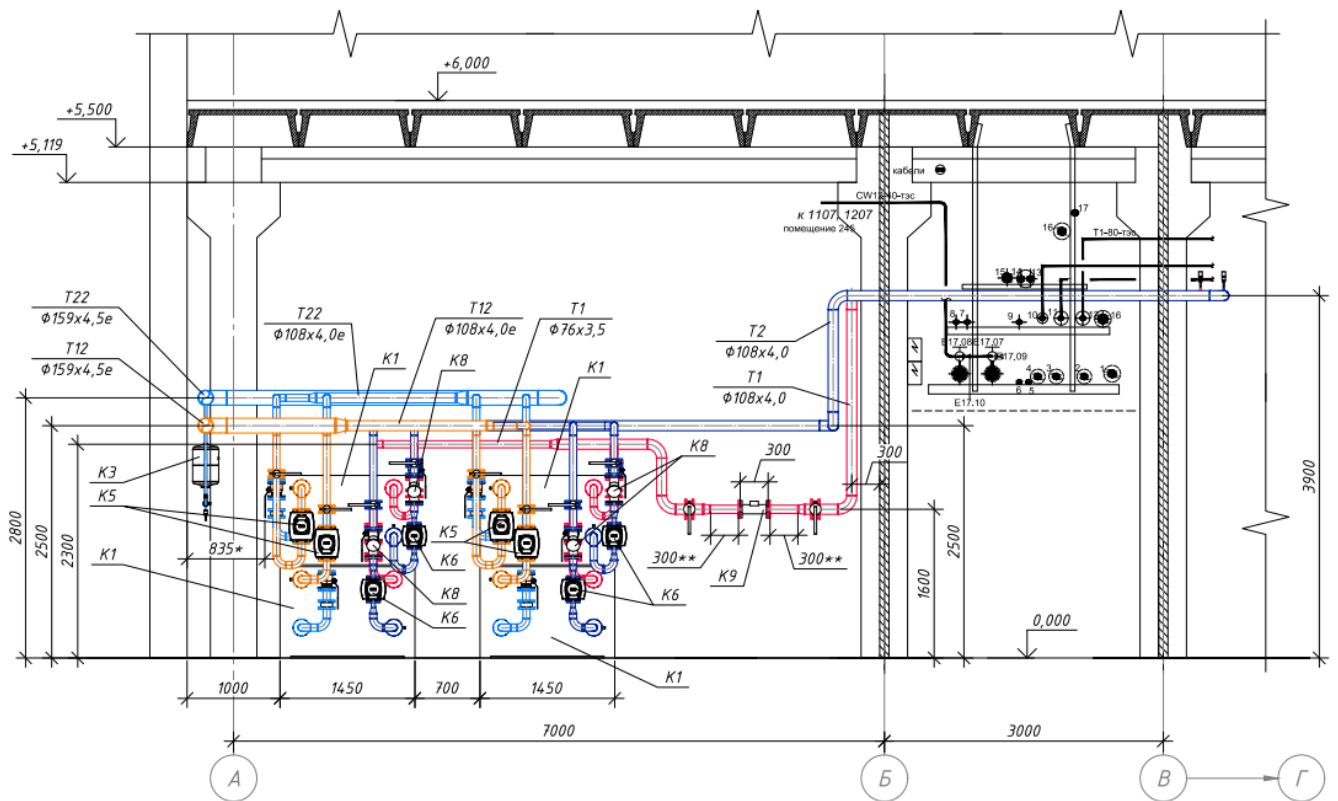


Рис. 20 Розташування обладнання та трубопроводів. Розріз 1-1

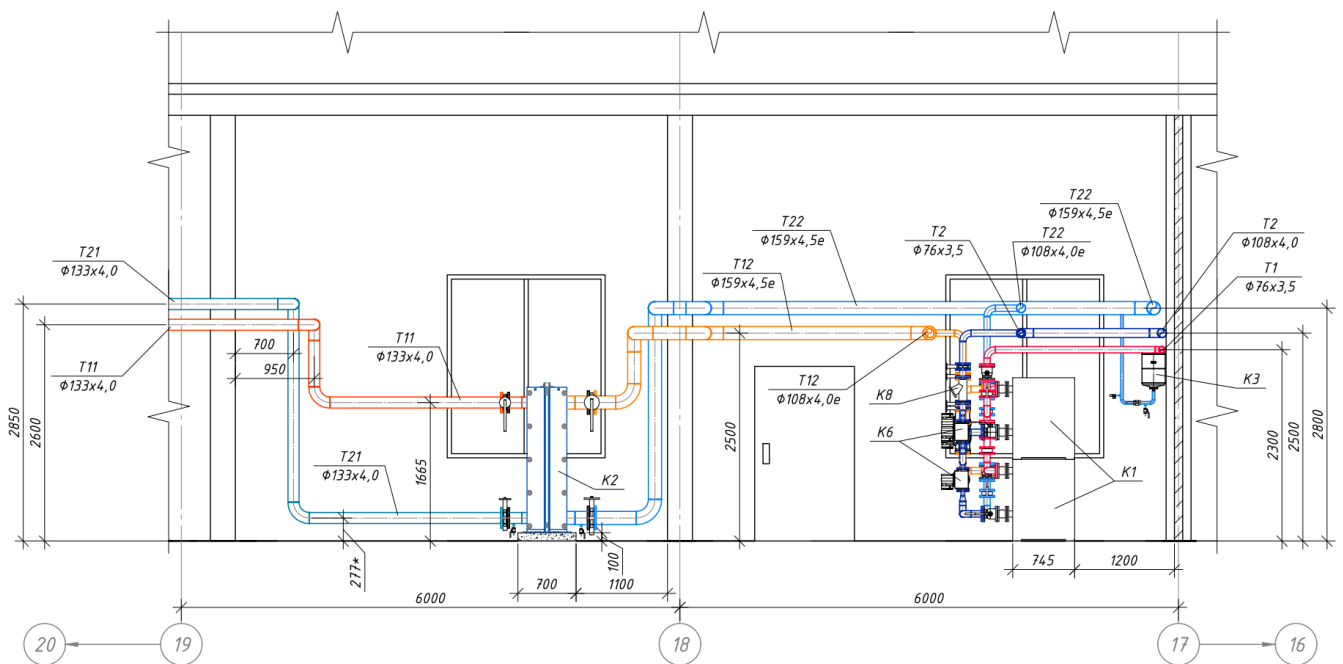


Рис. 21 Розташування обладнання та трубопроводів. Розріз 2-2

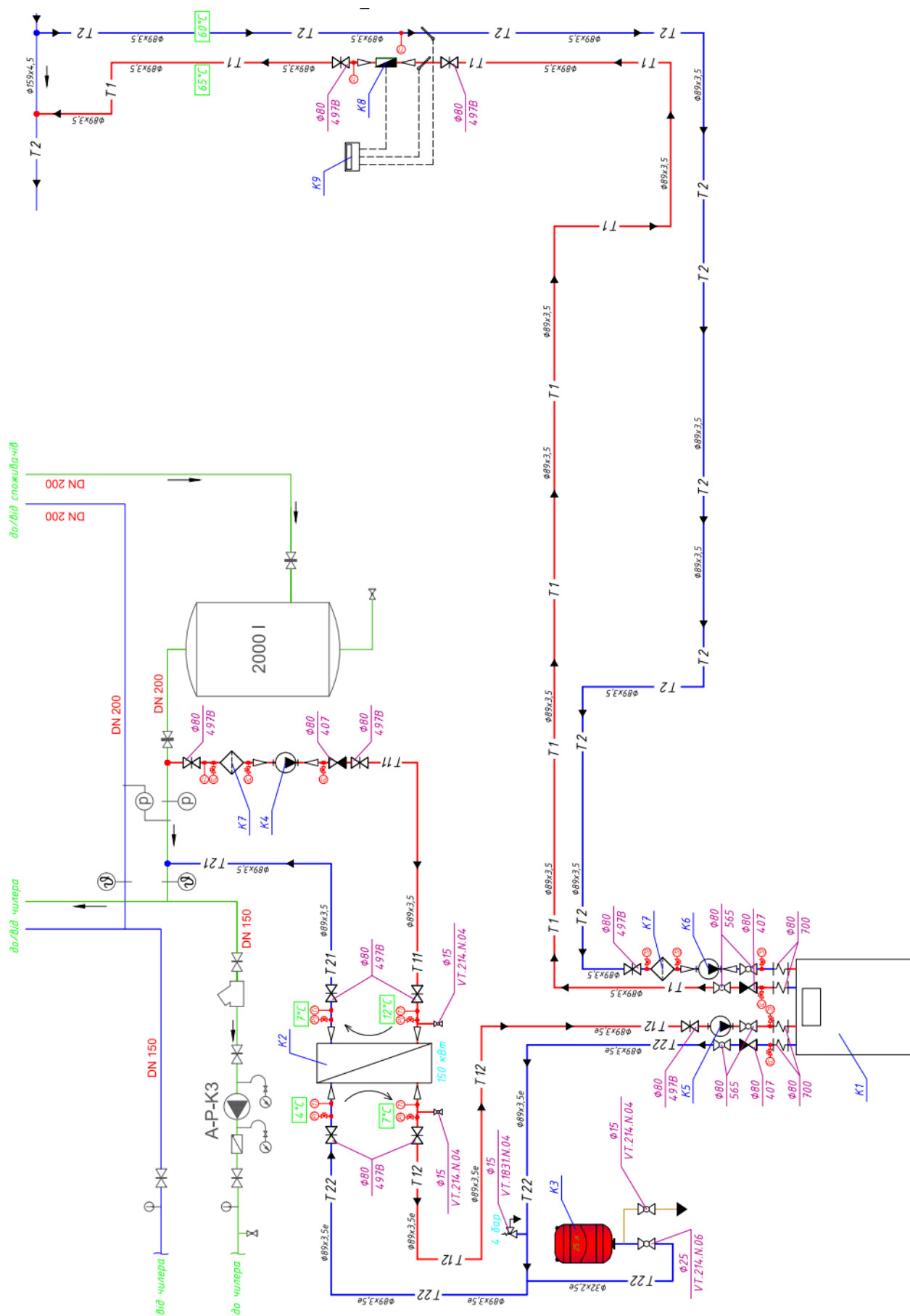


Рис. 22 Теплова схема

4. Економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів

Одним із найефективніших методів енергозбереження, який дозволяє економити паливно-енергетичні ресурси, зменшувати забруднення навколишнього середовища та задовольняти потреби споживачів у технологічному теплі, є використання теплонасосних технологій для генерації тепла. Прості у використанні, екологічні та енергоефективні теплонасосні системи вважаються найвигіднішою альтернативою використанню традиційного органічного палива для опалення об'єктів.

Холодильна установка, що служить для охолодження торгових меблів і приміщень гіпермаркетів, виділяє велику кількість тепла з тепловим потенціалом $+35 \dots +45 \text{ }^\circ\text{C}$, кількість якого недостатня для традиційних систем опалення 24 години на добу, цілий рік.

Переваги теплового насоса в тому, що тепловий потенціал значно вищий порівняно з повітрям (до -25°C) і підземними водами (до 0°C). Таке використання високих показників теплового потенціалу дозволяє досягти SOR – до 7,5.

Використання тепла, отриманого від теплового насоса, зменшує споживання енергетичних ресурсів (газ, тверде паливо) і зменшує вплив на навколишнє середовище роботи повітряного конденсатора, який відводить це низькопотенційне тепло.

Реконструкція системи опалення та охолодження гіпермаркету полягає у встановленні основного обладнання та підключенні його до інженерних мереж.

Основне обладнання включає:

- каскадний рекуператор на холодильну установку з комплектом запірної регулюючої арматури
- тепловий насос
- гідромодуль

- гідрострілка з колекторами системи опалення

Каскадний рекуператор встановлений на лінії нагнітання гарячих парів фреону. Конструкція теплообмінника паяна, матеріал пластин – нержавіюча сталь AISI 316. Тепло передається через фреонові пластини з температурою від +70 до +90 ° С.

Набір запірно-регулюючої арматури дозволяє без перешкод працювати холодильному агрегату в штатному режимі, при цьому відводячи необхідну кількість тепла для забезпечення роботи теплового насоса.

Тепловий насос встановлюється між рекуператором і споживачем тепла. ТН заснований на принципі парокомпресійної холодильної машини. Випарник — каскадний рекуператор. Конденсатор являє собою вбудований пластинчастий теплообмінник.

Гідромодуль призначений для циркуляції опалювальної води для системи опалення. Основним обладнанням гідромодуля є насос з комплектом арматури.

Насос засмоктує теплоносій із зворотного колектора і перекачує його в конденсатор теплового насоса, де він нагрівається до +75 °С.

Після конденсатора нагріта вода стікає в нижню частину гідроструменя, підвищуючи тим самим загальну температуру зворотної води від споживачів.

Гаряча вода з верхньої частини гідроструменя надходить у проточний колектор, з якого розподіляється до споживачів тепла, де вода охолоджується, і надходить у зворотний колектор.

У період, коли навантаження на систему опалення більше 250 кВт. Тепло від ТН зменшує навантаження на пелети/газ

Економія котельні та пелет/газу.

Приймаємо для розрахунків наступні вихідні дані:

- вартість газу – 30,00 грн/м³;
- вартість пелет – 12,00 грн/кг;
- вартість електричної енергії – 3,5 грн/кВт*год;
- теплотворна здатності природного газу – 34 500 кДж/м³ ;
- теплотворна здатності пелет – 17 000 кДж/кг ;
- ККД газової котельні – 0,9;

- ККД пелетної котельні – 0,8;
- COP теплового насоса – 6,5;
- річна витрата теплоти на опалення гіпермаркету – 1,058 847 МВт/рік;
- тривалість опалювального періоду – 183 дні;

Кількість отриманої теплової енергії з 1 тис м³ газу

$$Q_v = (q \cdot \text{ККД} \cdot 1000) / t = (34500 \cdot 0,9 \cdot 1000) / 3600 = 8625 \text{ кВт*год};$$

Кількість отриманої теплової енергії з 1 тони пелет

$$Q_m = (q \cdot \text{ККД} \cdot 1000) / t = 1 / (17\,000 \cdot 0,8 \cdot 1000) / 3600 = 3778 \text{ кВт*год}.$$

Приймаємо, що 75% тепла на опалення виробляє пелетна котельня, а 25% - газова.

Кількість теплоти що забезпечується пелетною котельнею

$$Q_p = Q \cdot 0,7 = 1\,058\,847 \cdot 0,75 = 794\,135,3 \text{ кВт}.$$

Кількість теплоти що забезпечується газовою котельнею

$$Q_g = Q \cdot 0,3 = 1\,058\,847 \cdot 0,25 = 264\,711,8 \text{ кВт}.$$

Витрата пелет

$$M_p = Q_p / Q_m = 794\,135,3 / 3778 = 210,2 \text{ тон}.$$

Витрата газу

$$M_g = Q_g / Q_v = 264\,711,8 / 8625 = 30,7 \text{ тис м}^3.$$

Затрати коштів на пелети

$$ЗК_p = V_p \cdot M_p = 12 \cdot 210,2 \cdot 10^3 = 2\,522\,400 \text{ грн}.$$

Затрати коштів на газ

$$ЗК_g = V_g \cdot M_g = 30 \cdot 30,7 \cdot 10^3 = 921\,000 \text{ грн}.$$

Річні затрати коштів

$$ЗК = ЗК_p + ЗК_g = 2\,522\,400 + 921\,000 = 3\,443\,400 \text{ грн/рік}.$$

Середня вартість кВт*год теплової енергії, отриманої в котельнях

$$В_{\text{кот}} = ЗК / Q_{\text{річ}} = 3\,443\,400 / 1\,058\,847 = 3,25 \text{ грн/кВт*год}.$$

Середньодобове споживання тепла на опалення

$$Q_d = Q_p / n = 1\,058\,847 / (6 \cdot 30,5) = 5\,786 \text{ кВт/добу}.$$

Середньогодинне споживання тепла на опалення

$$Q_g = Q_d / 24 = 5\,786 / 24 = 241,08 \text{ кВт}.$$

Приймаємо тепловий насос номінальною потужністю 250 кВт виробництва

компанії Спец Сервіс.

Даний тепловий насос, разом з допоміжним обладнанням споживає 38 кВт/год електроенергії.

Витрати на спожиту тепловим насосом електроенергію:

$$3E_{TH} = c_{e.en} \cdot (P \cdot n) = 3,6 \cdot (38 \cdot 6 \cdot 30,5 \cdot 24) = 600825,6 \text{ грн.}$$

Економія електроенергії за рахунок роботи теплового насоса:

$$W_{ек}^{кот} = W^{кот} \cdot n = 130 \cdot (365 - 176) = 22,52 \text{ МВт*год};$$

Річна економія коштів при роботі теплового насосу

$$\Delta K = Q_p \cdot W_{ек}^{кот} = 1\,052\,847 \cdot 3,12 = 3,284882 \text{ млн. грн.}$$

Вартість капіталовкладень 4,5 млн.грн.

Термін окупності

$$T_{ок} = (K_3 + 3E_{TH}) / \Delta K = (4,5 + 0,60825) / 3,284882 = 1,56 \text{ років.}$$



Рис. 23 Фото теплового насоса



Рис. 24 Фото холодильної станції

Після всіх виконаних модернізацій провели заміри параметрів роботи на об'єктах

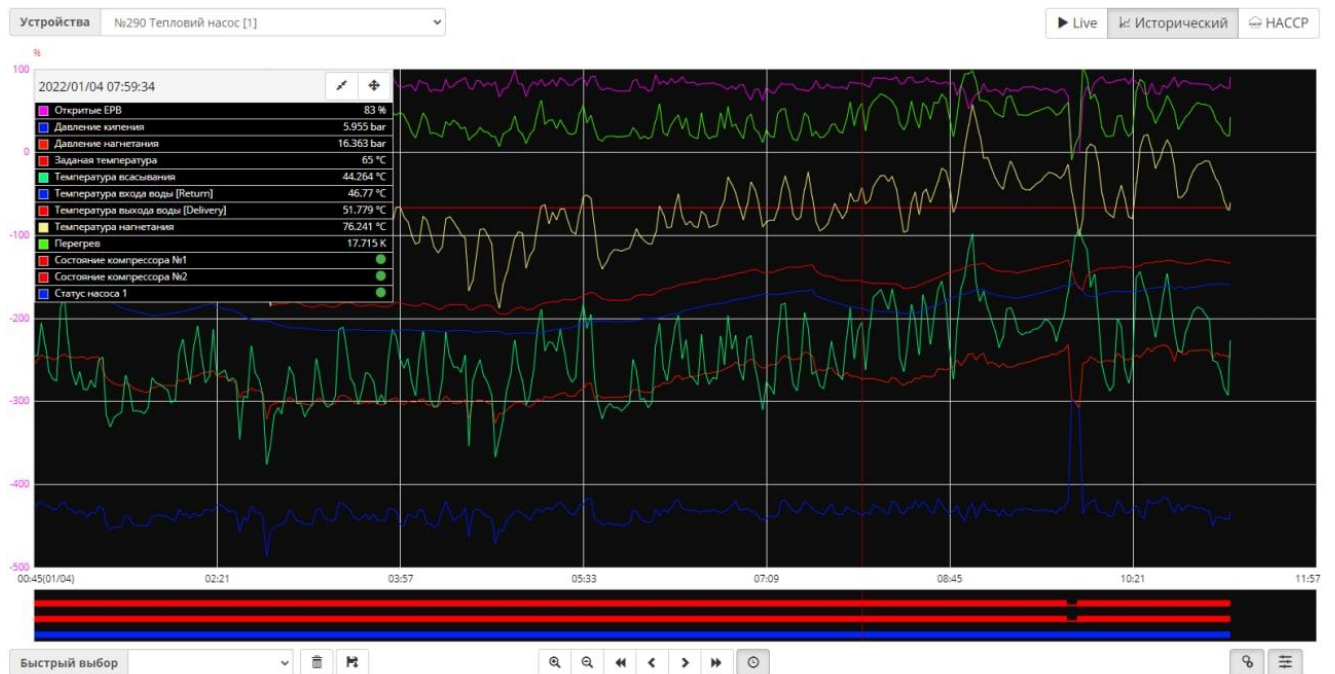


Рис. 25 Параметры работы теплового насоса за день

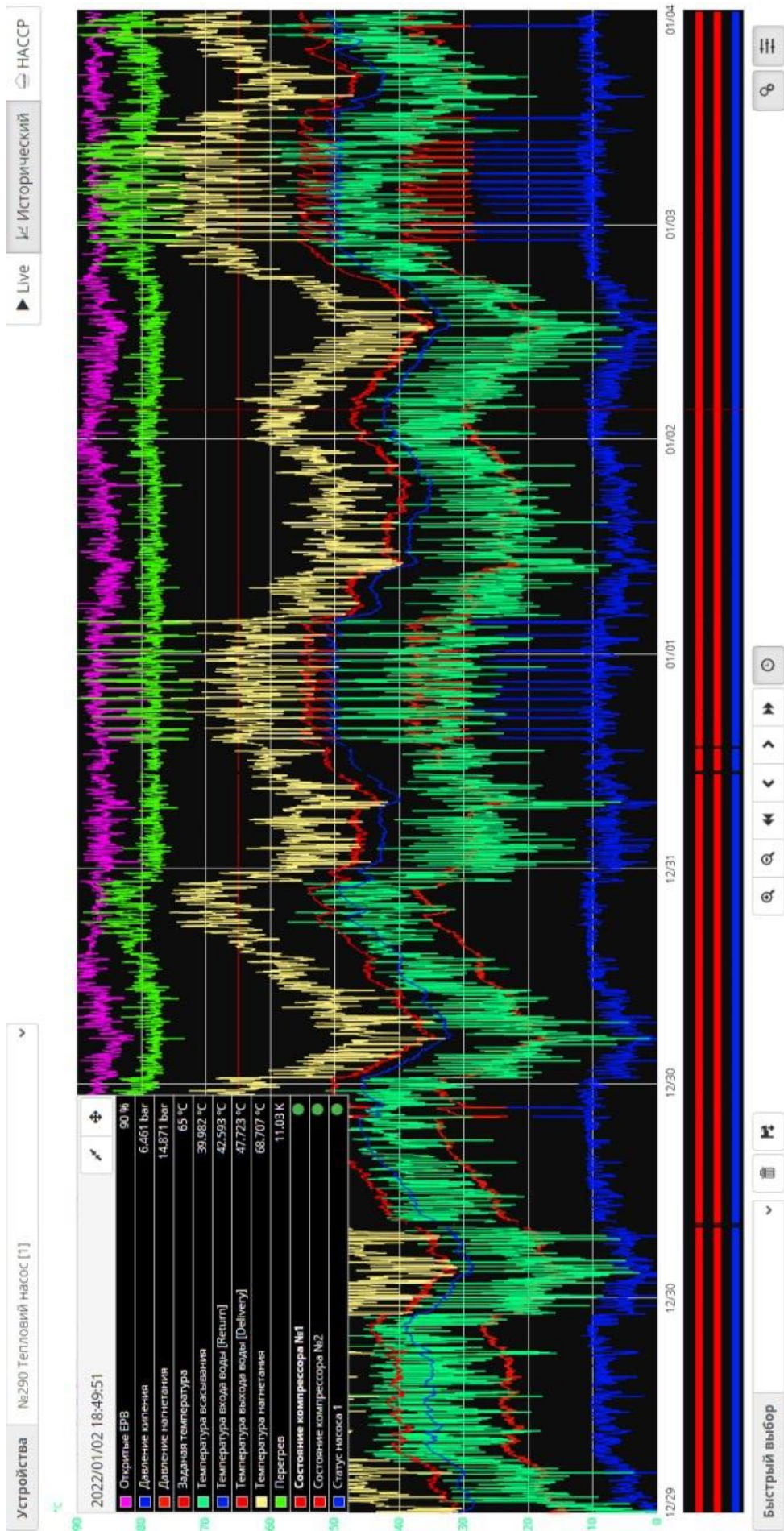


Рис. 26 Параметры работы теплового насоса за неделю

Охорона праці

Загальні вимоги охорони праці на компресорній станції До роботи на компресорній установці допускаються працівники старше 18 років, які не мають протипоказань за станом здоров'я, що пройшли вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці, навчання безпечним прийомам роботи, стажування на робочому місці і перевірку знань вимог охорони праці. При роботі на компресорній установці на працівника можуть впливати небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- рухомі частини виробничого обладнання;
- гострі кромки, задирки і шорсткості на поверхні обладнання; - небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;

- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень локальної вібрації;
- підвищений тиск стисненого повітря в ресивері;
- вплив розлітаються частин при можливому руйнуванні обладнання;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- недостатня освітленість робочої зони;
- пожежо- і вибухонебезпечність. Джерела виникнення шкідливих і небезпечних виробничих факторів:

- рухомі частини обладнання;
- несправне обладнання або неправильна його експлуатація;
- гострі кромки, задирки і шорсткості на поверхні обладнання;
- відсутність, несправність, неправильна експлуатація ЗІЗ;
- відсутність, несправність, неправильна експлуатація приладів освітлення;

невиконання або неналежне виконання працівником посадової інструкції, інструкцій з охорони праці, правил внутрішнього трудового розпорядку, локальних нормативних актів, що регламентують порядок організації робіт з охорони праці, умови праці на об'єкті. При роботі на компресорній установці працівник повідомляє свого безпосереднього керівника про будь-якій ситуації, яка загрожує життю і здоров'ю людей, про кожний нещасний випадок, що трапився на

виробництві, про погіршення стану свого здоров'я, у тому числі про прояв ознак гострого захворювання. До експлуатації компресорної установки допускаються особи не молодше 18 років, які не мають медичних протипоказань і пройшли: - теоретичне і практичне навчання, перевірку знань та навичок роботи на компресорній установці в затвердженому порядку; - навчання з охорони праці, перевірку знань вимог охорони праці при роботі на компресорній установці; - навчання правилам електробезпеки, перевірку знань правил електробезпеки при роботі на компресорній установці; - навчання правилам роботи з судинами, що знаходяться під тиском, перевірку знань правил роботи з судинами, що знаходяться під тиском, при роботі на компресорній установці; - навчання правилам пожежної безпеки, перевірку знань правил пожежної безпеки; - навчання методам надання першої допомоги потерпілому при нещасних випадках на виробництві;

- стажування на робочому місці (протягом 3-14 змін в залежності від стажу, досвіду і характеру роботи);

- попередній і періодичні медичні огляди. При роботі на компресорній установці працівник повинен проходити навчання з охорони праці у вигляді: вступного інструктажу, первинного інструктажу на робочому місці, повторного інструктажу, позапланового інструктажу, цільового інструктажу і спеціального навчання в обсязі програми підготовки за фахом, що включає питання охорони праці та вимоги посадових обов'язків за професією. Вступний інструктаж проводить працівник служби охорони праці або працівник, його заміщає, з усіма прийнятими на роботу за програмою, затвердженою роботодавцем і погодженої з профспілковим комітетом або іншим представницьким органом працівників.

Первинний інструктаж на робочому місці проводить посадова особа, визначена наказом індивідуально до початку виробничої діяльності працівника за програмою охорони праці по професії.

Повторний інструктаж проводиться за програмою первинного інструктажу один раз в шість місяців безпосереднім керівником робіт індивідуально або з групою працівників аналогічних професій, включаючи і суміщені роботи.

Позаплановий інструктаж проводиться безпосереднім керівником робіт при зміні інструкцій з охорони праці, технологічного процесу, технологічного обладнання, на вимогу органів нагляду і т.п., що визначають обсяг і зміст інструктажу.

Цільовий інструктаж проводиться безпосереднім керівником робіт при виконанні разових робіт, не пов'язаних з прямими обов'язками працівника за професією. Перед допуском до самостійної роботи працівник повинен пройти стажування під керівництвом досвідченого працівника (протягом 3-14 змін в залежності від стажу, досвіду і характеру роботи). При роботі на компресорній установці працівник забезпечується спецодягом і спецвзуттям відповідно до діючих норм. Видані спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту повинні відповідати характеру і умовам роботи, забезпечувати безпеку праці, мати сертифікат відповідності.

Засоби індивідуального захисту, на які немає технічної документації, до застосування не допускаються. Особистий одяг і спецодяг необхідно зберігати окремо в шафах і вбиральні. Відносити спецодяг за межі підприємства забороняється. При роботі на компресорній установці працівникові слід:

- виконувати роботу, що входить в його обов'язки або доручену адміністрацією, за умови, що він навчений правилам безпечного виконання цієї роботи;
- неухильно дотримуватися правил експлуатації установки, визначені заводом-виробником;
- правильно застосовувати спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту;
- бути уважним, не відволікатися сторонніми справами і розмовами; - при спільній роботі узгоджувати свої дії з діями інших робочих;
- помітивши порушення вимог охорони праці іншим працівником, попередити його про необхідність їх дотримання;
- протягом усього робочого дня тримати в порядку і чистоті робоче місце, не допускати захаращення підходів до робочого місця, користуватися тільки встановленими проходами;

- знати і суворо дотримуватися вимог охорони праці, пожежної безпеки, виробничої санітарії, Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів;
- дотримуватися вимог цієї інструкції, ін. Локальних нормативних актів з охорони праці, пожежної безпеки, виробничої санітарії, що регламентують умови праці і порядок організації робіт на конкретному об'єкті;
- своєчасно і точно виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку, дотримуватися дисципліни праці, режим праці та відпочинку;
- дотримуватися встановлених режимом робочого часу, регламентовані перерви в роботі;
- строго виконувати у встановлені терміни накази і розпорядження керівництва підприємства, посадових осіб, відповідальних за здійснення виробничого контролю, а також приписи представників органів державного нагляду;
- застосовувати безпечні прийоми виконання робіт;
- дбайливо ставитися до майна роботодавця
- вміти надавати долікарську допомогу постраждалим, користуватися засобами пожежогасіння при виникненні пожежі, викликати пожежну охорону. Курити і приймати їжу дозволяється тільки в спеціально відведених для цієї мети місцях.

Працівник, який допустив порушення або невиконання вимог інструкції з охорони праці, розглядається, як порушник виробничої дисципліни і може бути притягнутий до дисциплінарної відповідальності, а в залежності від наслідків – і до кримінальної; якщо порушення пов'язане з заподіянням матеріального збитку, то винний може залучатися до матеріальної відповідальності в установленому порядку.

Висновки

Актуальність роботи полягає у тому, що нині питання енергоефективності та енергозбереження вважається головним в галузі енергетики. Теплові насоси є одними із найбільш перспективних технологій, що мають на меті зменшити використання первинних енергоресурсів, скоротити викиди шкідливих речовин в атмосферу, а також забезпечити надійність, безшумність та безпеку роботи такої системи. Все більше уваги приділяється енергозберігаючим технологіям, що використовують відновлювальні джерела енергії. Європейські країни мають на меті до 2020 року забезпечити частку альтернативних джерел енергії на рівні 20 % від всього енергоспоживання, і теплонасосні технології займають провідне місце у даній стратегії.

Використання ТНУ дозволить знизити витрати у житлово-комунальному секторі, підвищити екологічність та знизити обсяги викидів парникових газів у атмосферу, а також витіснити з енергетичного балансу країни значну кількість природного газу, що дозволить зменшити залежність від його постачання.

Термін окупності встановлення теплових насосів на фармацевтичних підприємствах складає менше двох років.

Впровадження теплових насосів на холодильних установках гіпермаркетів із газовими котлами для систем опалення мають термін окупності до 2 сезонів (років). На об'єктах з твердопаливним котельнями через меншу вартість палива термін окупності до 3 сезонів.

Список використаної літератури

1. Moklyak V.F., Ryabchuk O.M. (2015) Heat pump installations in food and other industries: publication in the framework of the UNIDO project «Improving energy efficiency and stimulating the use of renewable energy in agri-food and other small and medium enterprises (SMEs) of Ukraine». UNIDO.
2. Дубовський С.В. Сучасний стан, техніко-економічні передумови та перспективи розвитку систем низькотемпературного забезпечення на основі теплових насосів / С.В. Дубовський // Відновлювальна енергетика. – 2007. – №4. – С. 19-24.
3. Ткаченко, С. Й. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання: монографія / С. Й. Ткаченко, О. П. Остапенко. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 176 с.
4. Арсеньєв В. М. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник / В. М. Арсеньєв, С. С. Мелейчук. – Суми : Сумський державний університет, 2018 – 364 с.
5. Безродний М. К. Теплові насоси та їх використання. [Текст] : посіб. / М. К. Безродний, І. І. Пуховий, Д. С. Кутра. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 289 с.
6. Ткаченко С.Й., Остапенко О. П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання. – Вінниця: ВНТУ. – 2009. – 175 с
7. Рябчук О.М. Проектування теплоенергетичних систем [Електронний ресурс]: курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 144 «Теплоенергетика» освітньо-професійної програми «Теплоенергетика та енергоефективні технології» денної та заочної форм навчання / О.М. Рябчук, М.М. Мирошник, – К.: НУХТ, 2021.– 329 с.
8. Боженко М. Ф., Сало В. П. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти / М.Ф. Боженко; Навч. Посіб. – К.; ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2003. – 192 с.
9. НПАОП 0.00-1.51-88. Правила будови і безпечної експлуатації фреонових холодильних установок.

10. Пуховий І.І. Теплонасосне та безпосереднє використання теплової енергії докiлля і її потенціал в Україні / І.І. Пуховий // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2005. – № 1. – 92–97 с.

11. Пісарев В.Є. Теплові насоси та холодильні установки. Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2002. – 124 с.

Додатки

Тепловый насос Bosch Compress 7000 80-2 LW

8.2.1 Тепловой насос (54–80 кВт)

	Ед.изм.	54-2 LW	64-2 LW	72-2 LW	80-2 LW
Рассол/вода					
SCOP для теплых полов, холодный климат		5,54	5,41	5,34	5,31
SCOP для отопления радиаторами, холодный климат		4,44	4,34	4,37	4,34
Отдаваемая мощность/COP (0/35) EN14511 (уровень 1)	кВт	28,26/ 4,82	32,88 / 4,77	37,84 / 4,70	41,69 / 4,72
Отдаваемая мощность/COP (0/35) EN14511 (уровень 2)	кВт	54,17 / 4,53	63,93 / 4,42	72,83 / 4,39	78,54 / 4,30
Отдаваемая мощность/COP (0/45) EN14511 (уровень 1)	кВт	28,41 / 3,79	33,52 / 3,84	38,03 / 3,82	41,73 / 3,82
Отдаваемая мощность/COP (0/45) EN14511 (уровень 2)	кВт	56,15 / 3,68	64,72 / 3,59	73,81 / 3,62	80,67 / 3,56
Потребляемая мощность/COP (0/55) EN14511 (уровень 2)	кВт	18,33 / 3,12	21,62 / 2,96	24,70 / 2,99	26,69 / 3,04
Рассоленный контур					
Подключение труб рассоленного контура	мм	Victaulic 76,1			
Подключение труб теплоносителя	мм	Victaulic 76,1			
Рабочее давление в рассоленной системе, макс./мин.	бар	6/1,5			
Температура рассола на входе, макс./мин.	°В	30/-5			
Температура рассола на выходе рассоленного контура макс./мин.	°В	15/-8			
Концентрация этиленгликоля макс./мин.	% по объёму	35/30			
Концентрация этанола макс./мин.	% по объёму	29/27			
Концентрация пропиленгликоля	%	30			
Номинальный расход в рассоленном контуре (этиленгликоль 30%) (Δ 3°C)	л/с	3,4	4,0	4,6	5,0
Номинальный расход в рассоленном контуре (этанол 25% по массе) (Δ 3°C)	л/с	3,1	3,7	4,3	4,6
Внутренняя потеря давления в рассоленном контуре (этиленгликоль 30%)	кПа	23	29	22	25
Внутренняя потеря давления в рассоленном контуре (этанол 25 % по массе)	кПа	19	24	18	21
Отопительная система					
Номинальный расход теплоносителя (Т = 8°C)	л/с	1,6	1,9	2,2	2,4
Минимальный расход теплоносителя (Т = 10°C)	л/с	1,3	1,5	1,8	1,9
Рабочее давление в отопительной системе макс./мин.	бар	6/1,5			
Внутренняя потеря давления теплоносителя	кПа	13	14	16	15
Компрессор					
Компрессор		Винтовой			
Макс. температура подающей линии	°В	68			
Хладагент R410A (CO ₂ e)	(тонны)	19,8	19,4	22,1	22,6
Звуковая мощность ¹⁾ (уровень 1–2)	дБА	57-63			

Таб. 2 Техническая документация

Додаток 1 Продовження

	Ед.изм.	54-2 LW	64-2 LW	72-2 LW	80-2 LW
Электрические характеристики					
Электрический монтаж		400 В 3 N- 50 Гц (+/-10%)			
Электрический нагреватель (внешний)	кВт	6 - 42			
Предохранитель gL- gG / характеристика D (автоматический) без циркуляционных насосов	A	50	63	80	80
Максимальное полное сопротивление короткого замыкания с ограничителем/без ограничителя пускового тока	Ω	0,47 / 0,26	0,47 / 0,21	0,42 / 0,15	0,46 / 0,15
Пусковой ток с ограничителем/без ограничителя пускового тока ²⁾	A	40/97,5	47/105	63,5/141	61,3/135,4
Макс. рабочий ток без циркуляционных насосов	A	45	55	68,5	71,5
Общие характеристики					
Размеры (ширина x глубина x высота)	мм	1450 x 750 x 1000			
Масса	кг	460	470	480	490

Таб. 2 *Техническая документация*

- 1) Звуковая мощность - это акустическая энергия, выдаваемая насосом независимо от окружающей среды. Уровень звукового давления, наоборот, зависит от окружающей среды и на расстоянии 1 м в свободном пространстве примерно на 11 дБА меньше.
- 2) Согласно EN 50160.

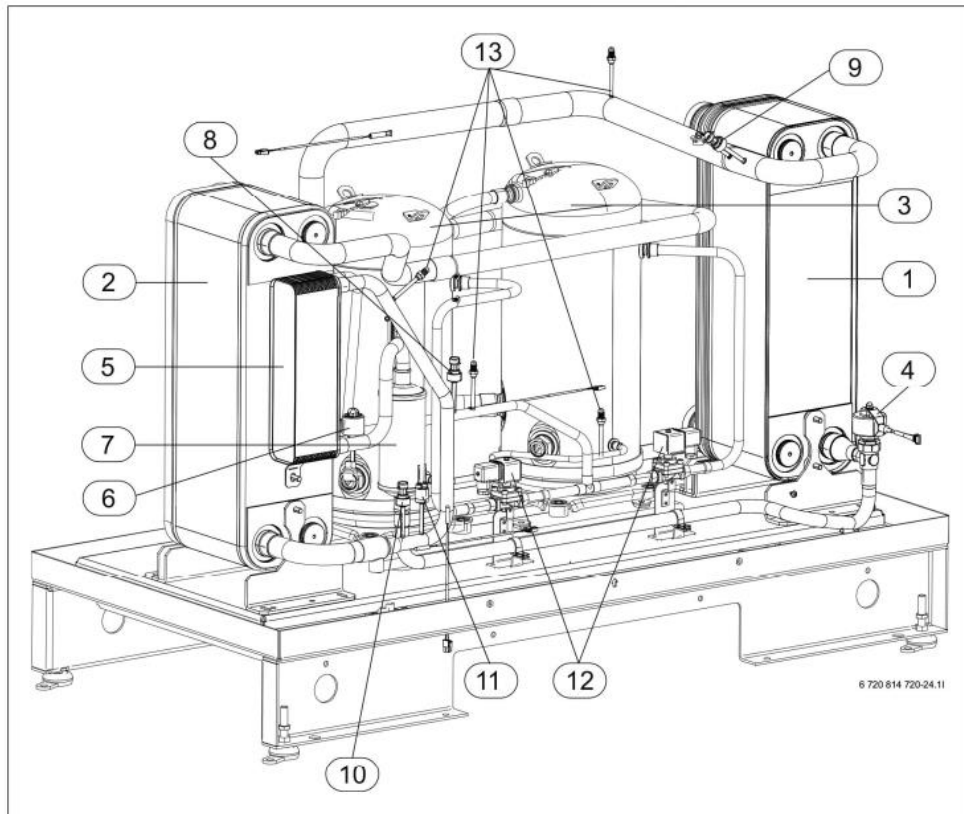


Рис. 9 Компоненты теплового насоса (54–80 кВт)

- [1] Испаритель
- [2] Конденсатор
- [3] Компрессор (1/2)
- [4] Электронный расширительный клапан
- [5] Экономайзер
- [6] Расширительный клапан экономайзера
- [7] Фильтр-осушитель (монтируется, если вскрывался контур хладагента)
- [8] Датчик давления (экономайзер)
- [9] Датчик низкого давления
- [10] Датчик высокого давления
- [11] Прессостат высокого давления
- [12] Электромагнитные клапаны
- [13] Сервисный выход/клапан Шредера (4)

Теплообмінник Alfa Laval CB 110-24L



Alfa Laval CBH16, CB30 and CB110

Brazen plate heat exchangers

General information

Alfa Laval introduced its first brazen plate heat exchanger (BHE) in 1977 and has since continuously developed and optimized its performance and reliability.

Brazing the stainless steel plates together eliminates the need for gaskets and thick frame plates. The brazing material seals and holds the plates together at the contact points ensuring optimal heat transfer efficiency and pressure resistance. The plate design guarantees the longest possible life.

The design options of the brazen heat exchanger are extensive. Different plate patterns are available for various duties and performance specifications. You can choose a standard configuration BHE, or a unit designed according to your own specific needs. The choice is entirely yours.

Typical applications

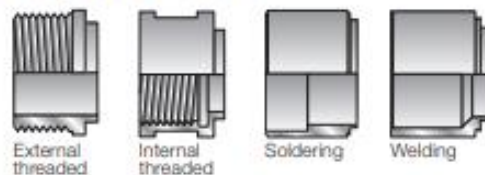
- HVAC heating/cooling
- Refrigerant applications
- Industrial cooling/heating
- Oil cooling

Working principles

The heating surface consists of thin corrugated metal plates stacked on top of each other. Channels are formed between the plates and corner ports are arranged so that the two media flow through alternate channels, usually in countercurrent flow for the most efficient heat transfer process.

Standard design

The plate pack is covered by cover plates. Connections are located in the front or rear cover plate. To improve the heat transfer design, the channel plates are corrugated.

**Examples of connections**

* More connections are available on request.

Particulars required for quotation

To enable Alfa Laval's representative to make a specific quotation, specify the following particulars in your enquiry:

- Required flow rates or heat load
- Temperature program
- Physical properties of liquids in question
- Desired working pressure
- Maximum permitted pressure drop

Hot water			
Primary: 180°F		150°F Boiler Water	
Secondary: 140°F		50°F Hot Water	
Sized at 8 PSI pressure drop			
Capacity (BTU/Hr)	Model, plates	Part Number	Connections (M NPT)
50000	CBH16-11H, 11	3287120489	3/4"
100000	CBH16-11H, 11	3287120489	3/4"
150000	CBH16-17H, 17	3287119754	3/4"
200000	CBH16-25H, 25	3287119755	3/4"
250000	CB30-18H, 18	3287099217	1"
300000	CB30-24H, 24	3287099218	1"
350000	CB30-24H, 24	3287099219	1"
400000	CB30-34H, 34	3287099219	1"
450000	CB30-34H, 34	3287099220	1"
500000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
600000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
700000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
800000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
900000	CB110-16L, 16	3287133292	2"
1000000	CB110-16L, 16	3287133293	2"
1100000	CB110-16L, 16	3287133294	2"
1200000	CB110-20L, 20	3287133286	2"
1300000	CB110-20L, 20	3287133287	2"
1400000	CB110-20L, 20	3287133288	2"
1500000	CB110-24L, 24	3287133287	2"
1600000	CB110-24L, 24	3287133288	2"
1700000	CB110-24L, 24	3287133289	2"
1800000	CB110-32L, 32	3287133288	2"
1900000	CB110-32L, 32	3287133288	2"
2000000	CB110-32L, 33	3287133289	2"

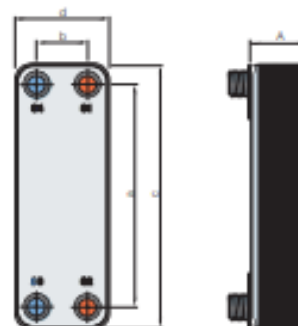
Snow melting			
Primary: 160°F		130°F Boiler Water	
Secondary: 120°F		100°F 40% Propylene Glycol	
Sized at 8 PSI pressure drop			
Capacity (BTU/Hr)	Model, plates	Part Number	Connections (M NPT)
50000	CBH16-11H, 11	3287120489	3/4"
100000	CBH16-17H, 17	3287119754	3/4"
150000	CB30-18H, 18	3287099217	1"
200000	CB30-24H, 24	3287099218	1"
250000	CB30-34H, 34	3287099219	1"
300000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
350000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
400000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
450000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
500000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
600000	CB110-20L, 20	3287133286	2"
700000	CB110-20L, 20	3287133286	2"
800000	CB110-24L, 24	3287133287	2"
900000	CB110-32L, 32	3287133288	2"
1000000	CB110-32L, 32	3287133288	2"
1100000	CB110-32L, 32	3287133288	2"
1200000	CB110-46L, 46	3287133289	2"
1300000	CB110-46L, 46	3287133289	2"

Alfa Laval reserves the right to change specifications without prior notification.

How to contact Alfa Laval

Up-to-date Alfa Laval contact details for all countries are always available on our website at www.alfalaval.com

Radiant heating			
Primary: 160°F		130°F Boiler Water	
Secondary: 120°F		100°F Hot Water	
Sized at 8 PSI pressure drop			
Capacity (BTU/Hr)	Model, plates	Part Number	Connections (M NPT)
50000	CBH16-11H, 11	3287120489	3/4"
100000	CBH16-17H, 17	3287119754	3/4"
150000	CBH16-25H, 25	3287119755	3/4"
200000	CB30-24H, 24	3287099218	1"
250000	CB30-34H, 34	3287138093	1"
300000	CB30-34H, 34	3287099219	1"
350000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
400000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
450000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
500000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
600000	CB110-16L, 16	3287133291	2"
700000	CB110-20L, 20	3287133286	2"
800000	CB110-20L, 20	3287133286	2"
900000	CB110-24L, 24	3287133287	2"
1000000	CB110-24L, 24	3287133287	2"
1100000	CB110-32L, 32	3287133288	2"
1200000	CB110-32L, 32	3287133288	2"
1300000	CB110-32L, 32	3287133288	2"
1400000	CB110-46L, 46	3287133289	2"



Standard dimensions (in)				
Model	a	b	c	d.
CBH16	6.78	1.57	8.27	2.91
CB30	9.84	1.97	12.32	4.45
CB110	20.43	3.62	24.25	7.52

Model	A	Weight (lb)
CBH16	0.31 + (0.09 * n) (+/-2 %)	0.59 + (0.09 * n)
CB30	0.59 + (0.09 * n) (+/-1.5 %)	2.98 + (0.24 * n)
CB110	0.59 + (0.1 * n) (+/-0.08 or +/-1.5 %)	10.63 + (0.62 * n)

(n = number of plates)
* Excluding connections

Розширювальний бак Reflex DE 33L



Характеристики

Тип	DE 33 л
Номинальный объем	33 л
Макс. полезный объем	23 л
Макс. допуст. температура системы	70 °C
Макс. допуст. рабочая температура	70 °C
Макс. допуст. рабочее давление	10 bar
Заводская настройка давления газа	4 bar
Присоединение	G 3/4"
Диаметр	354 mm
Макс. высота	520 mm
Высота. Подключение воды	66 mm
Высота при наклоне	529 mm
Вес	5,70 kg

Описание

Reflex DE

Гидроаккумулятор для систем водоснабжения, не подпадающих под действие DIN 1988. Например, для систем пожаротушения и производственного водоснабжения, отопления и геотермальных систем. Резервуары изготовлены согласно DIN EN 13831. Допуск согл. Директиве 2014/68/EC об оборудовании, работающем под давлением.

- Цельная мембрана согл. DIN EN 13831 / возможность смены начиная с 50 л
- для эксплуатации с добавлением антифриза мин. 25 % - макс. 50 %
- контактирующие с водой детали защищены от коррозии
- долговечное покрытие на базе эпоксидной смолы
- 33 л с крепежными накладками, начиная с 50 л с ножками
- folgende Typen inkl. Manometer:
→ 10/16 bar: ab Ø 1.000 mm
→ 25 bar: ab Ø 450 mm
- Манометр и первичный напорный клапан защищены металлической окойбой

Примечание.

Согласно SWKI HE301-01 и SVTI лицензия не требуется для (PSV * VN ≤ 3000 бар * литр).



Насос контуру холодопостачання WILO VEROLINE IPL 80/115-2,2/2

VeroLine-IPL 80/115-2,2/2

wilo



Similar to figure

Data sheet

Hydraulic data

Minimum efficiency index (MEI)	0.4
Max. operating pressure p	10 bar
Maximum operating pressure P_N	10 bar
Min. fluid temperature T_{min}	-20 °C
Max. fluid temperature T_{max}	120 °C
Max. ambient temperature T_{max}	40 °C
Flow max Q_{max}	80.0 m ³ /h
Opt. volume flow Q_{opt}	58.3 m ³ /h
Head max H_{max}	16.1 m
Opt. delivery head H_{opt}	10.5 m
Height H_{Qmin}	16.1 m
Height H_{20}	15.2
Height H_{40}	13.3
Height H_{60}	10.2
Height H_{80}	5.3

Motor data

Mains connection	3-400 V, 50 Hz
Voltage tolerance	±10 %
Motor efficiency class	IE3
Rated power P_2	2.2 kW
Rated current I_N	4.5 A
Rated speed n	2900 1/min
Power factor $\cos \varphi$	0.81
Motor efficiency $\eta_{50\%}$	84.5 %
Motor efficiency $\eta_{75\%}$	85.9 %
Motor efficiency $\eta_{100\%}$	85.9 %
Motor winding up to 3 kW	-
Motor winding from 4 kW	-
Insulation class	F
Protection class motor	IP55
Integrated full motor protection	-

Materials

Pump housing	Grey cast iron
Impeller	PPE/PS-GF30
Shaft	Stainless steel
Mechanical seal	AQ1EGG
Lantern	Grey cast iron

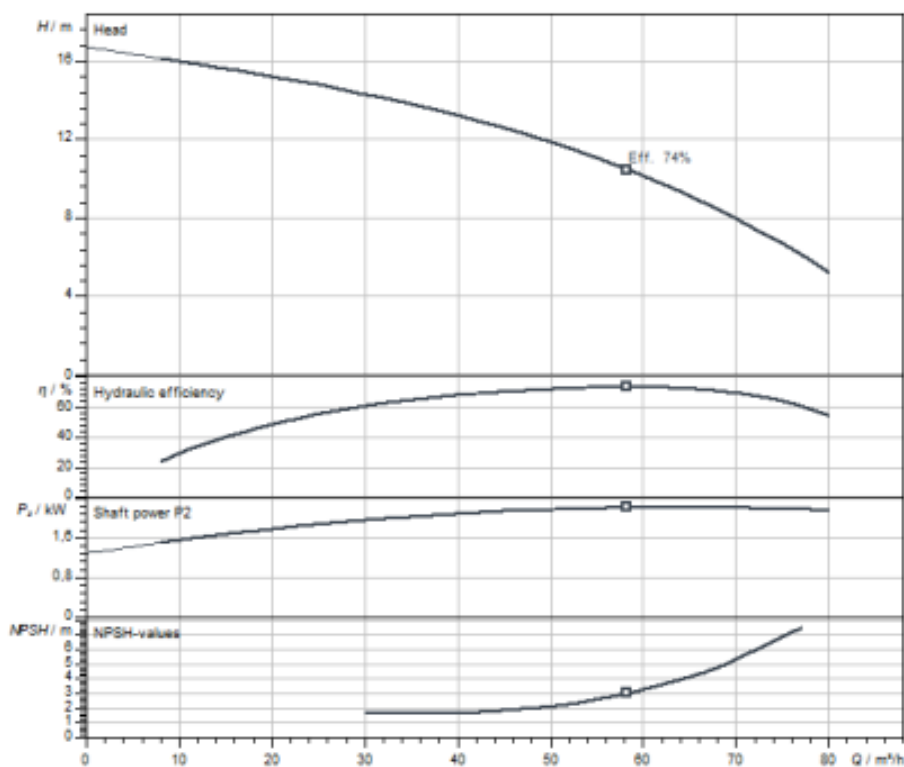
VeroLine-IPL 80/115-2,2/2



Installation dimensions

Pipe connection on the suction side DN _s	DN 80
Pipe connection on the discharge side DN _d	DN 80
Port-to-port length L ₀	360 mm

Pump curves



Fluid media	Water 100 %
Fluid temperature T	20,00 °C
speed at duty point <i>n</i> hydr. @ OP	2.900 1/min
Impeller diameter <i>d</i> imp.	119,3 mm

Насос гліколевого контуру WILO TOP-S 50/15 DM PN6/10

TOP-S 50/15 (3-400/230 V, PN 6/10)

wilo



Как показано на рисунке

Технический паспорт

Гидравлические характеристики

Максимальное рабочее давление P_N	10 бар
Т перекачиваемой жидкости T_{min}	-20 °C
Макс. Т перекачиваемой жидкости T_{max}	130 °C

Материалы

Корпус насоса	Серый чугун
Рабочее колесо	PP-LGF50
Вал	Нержавеющая сталь
Материал подшипника	Угольный графит

Данные электродвигателя

Подключение к сети	3-400 V, 50 Hz
Номинальный ток I_N	3,13 A
Частота вращения макс. n_{max}	2800 1/min
Потребляемая мощность $P_1(Q=макс.)$ выбранного рабочего колеса* число насосов P_1	1570 Вт
Создаваемые помехи	EN 61000-6-3
Помехозащищенность	EN 61000-6-2
Класс защиты электродвигателя	IPX4D

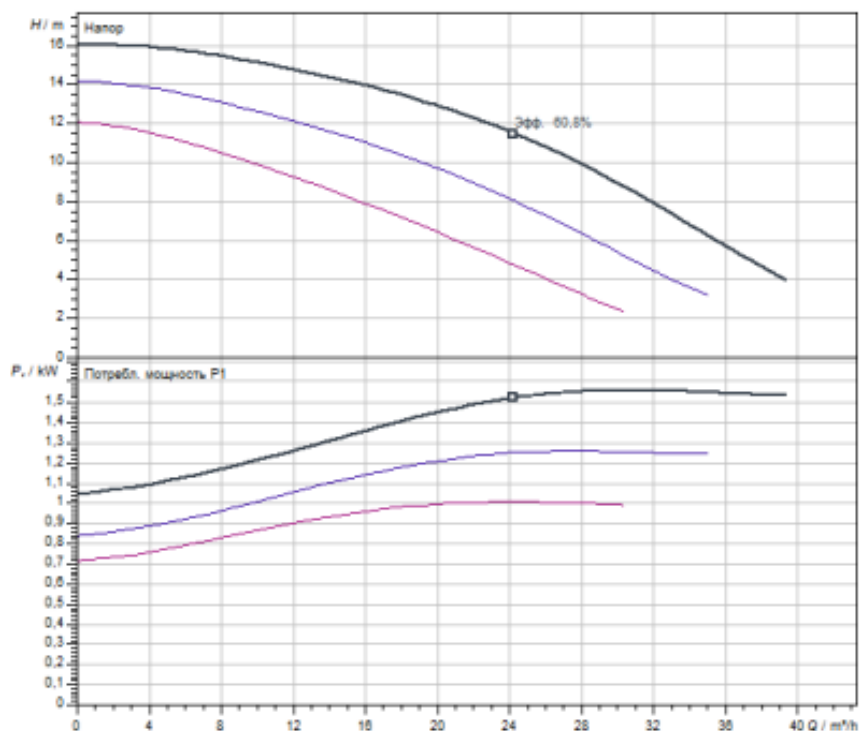
Установочные размеры

Патрубок на впуск. стороне DN_s	DN 50
Монтажная длина l_0	340 мм

TOP-S 50/15 (3-400/230 V, PN 6/10)



Характеристики



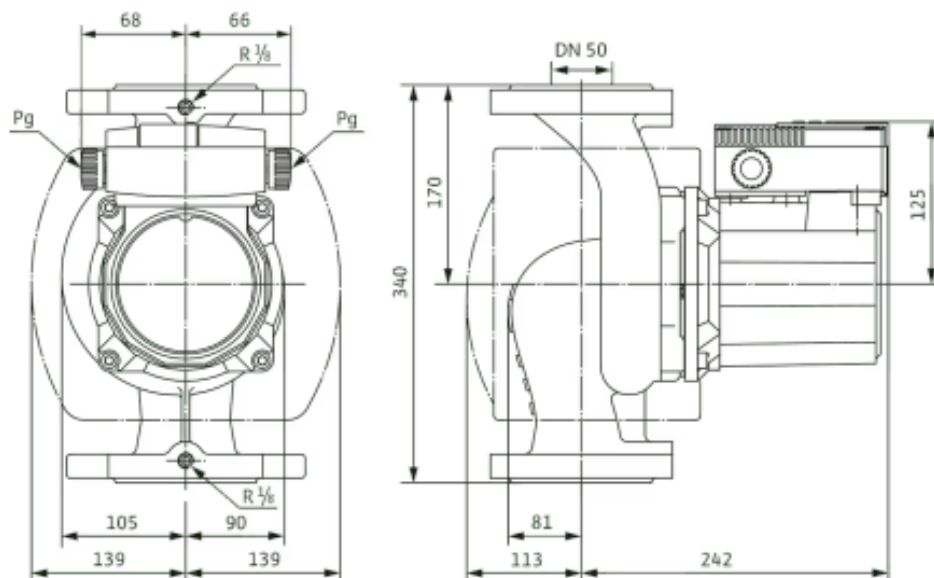
Перекачиваемая жидкость	Water 100 %
T перекачиваемой жидкости T	20,00 °C
Частота вращения в рабочей точке	2.787 1/min

TOP-S 50/15 (3-400/230 V, PN 6/10)

wilo

Размеры и габаритные чертежи

TOP-S



Насос контуру теплостачання WILO TOP-S 40/7

TOP-S 40/7 (3~400/230 V, PN 6/10)

wilo



Как показано на рисунке

Технический паспорт

Гидравлические характеристики

Максимальное рабочее давление P_N	10 бар
Т перекачиваемой жидкости T_{min}	-20 °C
Макс. Т перекачиваемой жидкости T_{max}	130 °C

Материалы

Корпус насоса	Серый чугун
Рабочее колесо	PP-LGF50
Вал	Нержавеющая сталь
Материал подшипника	Угольный графит

Данные электродвигателя

Подключение к сети	3~400 V, 50 Hz
Номинальный ток I_N	0,76 A
Частота вращения макс. n_{max}	2600 1/min
Потребляемая мощность $P_1(Q=макс.)$ выбранного рабочего колеса* число насосов P_1	370 Вт
Создаваемые помехи	EN 61000-6-3
Помехозащитенность	EN 61000-6-2
Класс защиты электродвигателя	IPX4D

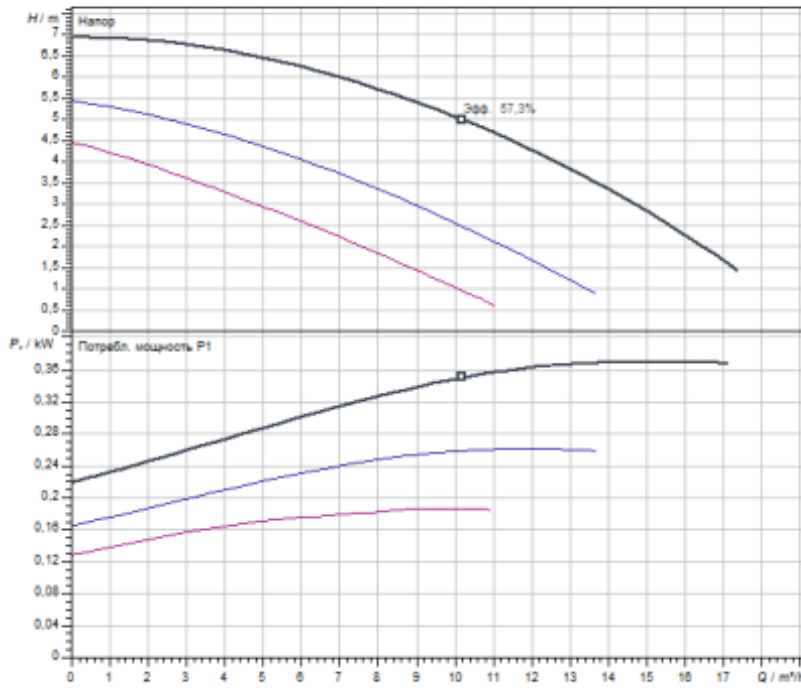
Установочные размеры

Патрубок на всас. стороне DNs	DN 40
Монтажная длина l_0	250 мм

TOP-S 40/7 (3-400/230 V, PN 6/10)



Характеристики

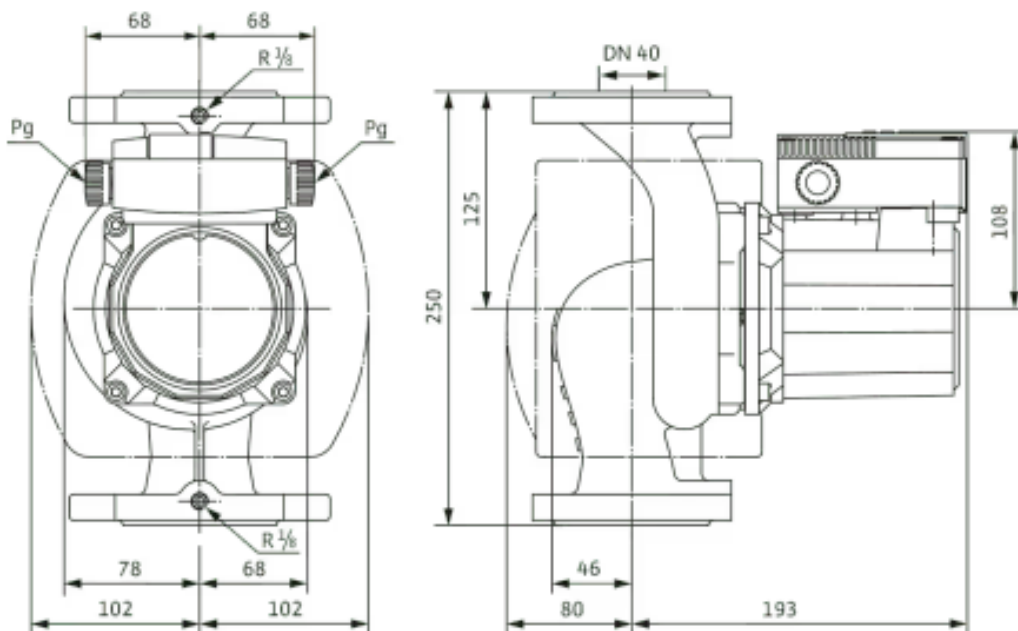


Перекачиваемая жидкость	Water 100 %
T перекачиваемой жидкости T	20,00 °C
Частота вращения в рабочей точке	2.600 1/min

TOP-S 40/7 (3-400/230 V, PN 6/10)

Размеры и габаритные чертежи

TOP-S



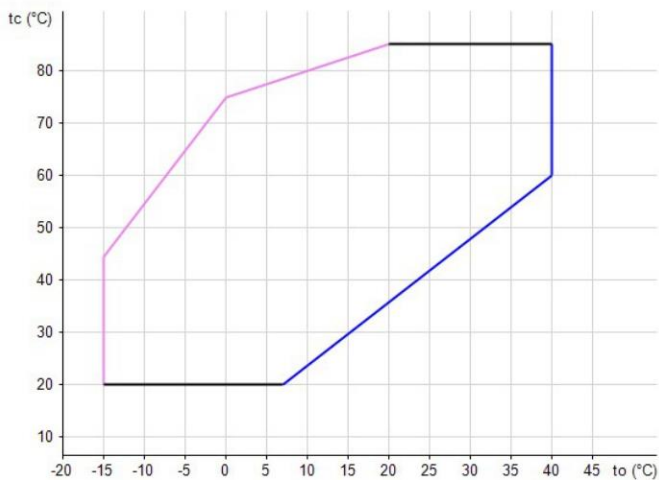
Компресор



50 Hz

ZH75KCE-TFD

R134a



Minimum Evaporating Temp. With:
 - 10 K Suction Superheat
 - Maximum Evaporating Temperature

Suction Superheat 10.0K

Liquid Subcooling 0.0K

Evaporating Temperature, °C

Cond °C	Cooling Capacity, kW													
	-15.0	-10.0	-5.0	0.0	5.0	7.0	10.0	12.5	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
20.0	15.70	19.60	24.20	29.60	36.00	38.90								
25.0	15.05	18.90	23.40	28.70	34.90	37.70	42.20							
30.0	14.30	18.05	22.50	27.60	33.60	36.30	40.70	44.60	48.80					
35.0	13.35	17.10	21.40	26.40	32.20	34.80	39.00	42.80	46.80					
40.0	12.35	16.05	20.20	25.00	30.70	33.10	37.20	40.80	44.70	53.50				
45.0		14.85	18.90	23.60	29.00	31.40	35.20	38.70	42.50	50.80	60.40			
50.0		13.55	17.50	22.00	27.20	29.40	33.10	36.50	40.10	48.10	57.30	67.80		
55.0			15.95	20.30	25.20	27.40	30.90	34.10	37.50	45.20	53.90	64.00	75.40	
60.0			14.35	18.50	23.20	25.30	28.60	31.70	34.90	42.10	50.50	60.00	71.00	83.40
65.0				16.60	21.10	23.10	26.20	29.10	32.10	39.00	46.90	55.90	66.30	78.10
70.0				14.65	18.90	20.70	23.70	26.40	29.30	35.70	43.20	51.70	61.50	72.70
75.0				12.65	16.60	18.35	21.10	23.60	26.30	32.30	39.30	47.30	56.60	67.10
80.0							18.45	20.80	23.30	28.90	35.30	42.80	51.50	61.40
85.0										25.20	31.20	38.10	46.10	55.30



50 Hz

ZH75KCE-TFD

R134a

Cond °C	Suction Mass Flow, g/s													
	-15.0	-10.0	-5.0	0.0	5.0	7.0	10.0	12.5	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
20.0	92.40	113.00	137.00	164.50	197.00	211.00								
25.0	92.50	114.00	138.00	166.50	198.50	213.00	236.00							
30.0	91.80	114.00	138.50	167.00	199.50	214.00	237.00	258.00	280.00					
35.0	90.30	113.00	138.50	167.00	200.00	214.00	237.00	258.00	280.00					
40.0	87.80	111.50	137.50	166.50	199.50	214.00	237.00	258.00	280.00	328.00				
45.0		108.50	135.50	165.00	198.50	213.00	236.00	257.00	279.00	327.00	382.00			
50.0		105.00	132.50	162.50	196.50	211.00	234.00	255.00	277.00	326.00	381.00	442.00		
55.0			128.50	159.50	193.50	208.00	232.00	253.00	275.00	323.00	378.00	440.00	509.00	
60.0			124.00	155.00	189.50	205.00	228.00	249.00	272.00	320.00	375.00	437.00	506.00	584.00
65.0				150.00	185.00	200.00	224.00	245.00	267.00	316.00	371.00	433.00	503.00	581.00
70.0				143.50	179.00	194.50	218.00	240.00	262.00	312.00	367.00	429.00	499.00	577.00
75.0				135.50	172.00	187.50	212.00	233.00	256.00	306.00	362.00	424.00	495.00	574.00
80.0							204.00	226.00	249.00	299.00	356.00	419.00	490.00	570.00
85.0										292.00	349.00	414.00	486.00	567.00

COMPRESSOR MECHANICAL AND PHYSICAL DATA

Displacement @ 50 Hz, m ³ /h	43.3
Length/Width, mm	281/285
Height, mm	552
Net Weight, kg	66.2
Stub Suction, inch	1 3/8
Stub Discharge, inch	7/8
Oil Quantity, l	3.38
Oil type (original charge)	POE RL32-3MAF
Oil type (approved oils)	POE RL32-3MAF, POE MOBIL EAL Arctic 22 CC
Base mounting (hole dia), mm	190 x 190 (0)
Sound Pressure @ 1m, dBA	71
Sound Power, dBA	82
PED Category	2
Max. Internal Free Volume, l	14.0
High Side PS gauge, bar	32
Low Side PS gauge, bar	20
Low Side TS Max., °C	52
Low Side TS Min., °C	-35
Refrigerant's GWP	1430
Refrigerant's classification	A1

Електронні розширювальні вентилі

Alco Controls

Components for Heat Pumps, Refrigeration
and Air Conditioning



Product Selection Catalogue


EMERSON
Climate Technologies

Контроллер теплового насоса

EST500
energy

eliwell
by Schneider Electric

**Electronic controllers for
centralised air-conditioning units**

