

**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

\_\_\_\_\_ Блаженко С.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Петренко В.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 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

Ковтун Іван Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Грищенко Роман Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультант \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2022 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

Петренко В.П.

“ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ковтуна Івана Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

керівник роботи Грищенко Роман Володимирович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 02.11.2021 року № 869-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2022 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) економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання фармацевтичних об'єктів, 3) економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів, 4) висновки, 5) список використаної літератури, 6) додатки.



## Анотація

В магістерській роботі проведено аналіз доцільності використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів та фармацевтичних об'єктів.

За результатами розрахунку зроблено проведено вибір основного та допоміжного обладнання холодильних установок. Наведено розрахунки будівельних конструкцій, теплоізоляції, площі камер холодильника.

Проведено аналіз ефективності установок та розраховано показники економічної ефективності.

Всі розрахунки, креслення та схеми виконані за допомогою ПК. Магістерська робота складається з пояснювальної записки та графічної частини.

***Ключові слова: тепловий насос, низькопотенційна теплова енергія, холодоагент.***

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Зміст

Вступ .....	5
1. Огляд теплонасосних установок .....	7
2. Економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання фармацевтичних об'єктів.....	25
3. Економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів .....	32
4. Охорона праці .....	38
5. Висновки .....	42
Список використаної літератури .....	43
Додатки .....	45

					<b>00.МР.142.003.26 ПЗ</b>			
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Зміст</b>	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Ковтун І.В.						
Керівник		Грищенко Р.В						
Консультант								
Н. Контр.								
Затвердив		Петренко В.П.			<b>ХМ-2-9М</b>			

## Вступ

Принцип теплового насоса виходить з робіт Карно і опису цикла Карно, опублікованого в 1824 р. Практичну теплонасосну систему запропонував Вільям Томсон в 1852 р, робочим тілом в якій було повітря [1].

Теплові насоси почали розвиватись в 20-х 30-х роках ХХ століття, коли в Англії була створена перша теплонасосна установка (ТН).

Перша потужна ТН в Європі була створена в Швейцарії в 1938 р., в якій використовувалось тепло річкової води.

В 1952 р. в США почали серійно випускати ТН.

В 1963 – 1971 рр. відбувся різкий спад попиту на застосування ТН.

Поштовхом до відродження робіт з теплових насосів була на початку 70-х років напруженість паливно-енергетичного балансу в найбільш розвинених країнах, яка зв'язана з енергетичною кризою 1973 року та різким збільшенням на світовому ринку цін на паливо.

В останні роки в багатьох країнах світу велика увага приділяється створенню та впровадженню теплових насосів, призначених для опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, сушки, дистиляції і т.п..

Масове виробництво та впровадження ТН в теперішній час здійснюється в США, Японії, Німеччині, Франції, Швеції, Данії, Австрії, Румунії, Канаді та інших країнах.

В промисловості ТН в основному використовуються для процесів сушки, у випарних та дистиляційних установках, для взаємної передачі теплоти в технологічних процесах, для теплопостачання цехів промислових підприємств.

У сільськогосподарському виробництві теплові насоси знайшли широке застосування на молочно-тваринницьких фермах та стійлових

приміщеннях; для теплопостачання теплиць, оранжерей та шампінйонниць; для сушки зерна та кормів.

					00.MP.142.003.26 ПЗ			
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ковтун І.В.			Вступ	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Грищенко Р.В.						
Консультант								
Н. Контр.								
Затвердив		Петренко В.П.						
						ХМ-2-9М		

В побутовому секторі застосування теплових насосів, в першу чергу, відноситься до теплопостачання котеджів, кондиціонування повітря та теплохолодопостачання споруд спеціального призначення.

В ТРЦ теплонасосні установки використовують для опалення приміщень.

На об'єктах, де використовується централізоване холодопостачання є значні викиди низькопотенційної теплової енергії від повітряних конденсаторів в атмосферу. Доцільно використовувати дану низькопотенційну теплоту як джерело енергії для теплонасосних установок.

					00.МР.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. Огляд теплонасосних установок

## 1.1. Класифікація теплових насосів

Теплові насоси можна класифікувати за такими ознаками:

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

За принципом дії розрізняють: парокомпресійні, абсорбційні та термоелектричні ТН. Схеми застосування можуть бути моновалентні (тільки ТН) та бівалентні (ТН у сполученні з додатковим джерелом теплоти). Як ДНТ для ТН можуть бути використані: зовнішнє повітря; поверхневі води (річка, став, море); підземні води; ґрунт; сонячна енергія; низькотемпературна теплота штучного походження (скидні води, нагріті продукти технологічних процесів, очищена вода станцій аерації, витяжне повітря систем вентиляції та ін.). За джерелом витрачуваної енергії розрізняють ТН, що використовують для роботи електроенергію, паливо того чи іншого виду, вторинні енергетичні ресурси. За видом нижнього та верхнього джерела теплоти розрізняють такі основні варіанти: повітря-повітря; повітря-вода; ґрунт-повітря; ґрунт-вода; вода-повітря; вода-вода [1].

## 1.2. Принцип дії теплових насосів

Принцип дії *парокомпресійної* теплонасосної установки (ТНУ) полягає в здійсненні зворотного термодинамічного циклу легкокиплячою речовиною (холодоагентом). У випарнику ТНУ (рис. 1) теплота від низькотемпературного джерела поглинається холодоагентом (ХА), який випаровується. Пара ХА стискається в компресорі, завдяки чому її температура підвищується. Теплота від стиснутого (гарячого) ХА віддається споживачу в теплообміннику – конденсаторі,

					00.МР.142.003.26 ПЗ			
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ковтун І.В.			Огляд теплонасосних установок	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Грищенко Р.В.						
Консультант								
Н. Контр.								
Затвердив		Петренко В.П.						
						ХМ-2-9М		



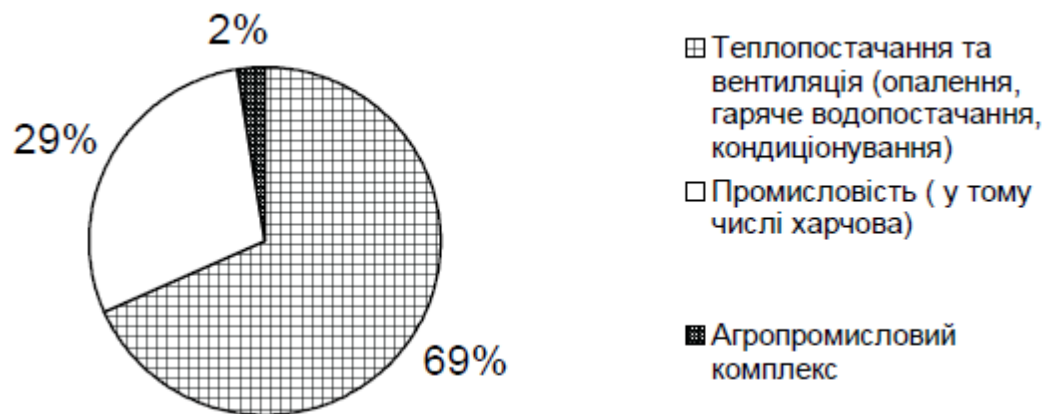


До недоліків абсорбційних насосів слід віднести наявність двох теплообмінників (абсорбера і генератора), до яких відповідно необхідно підводити холодний і гарячий теплоносії. Абсорбційні холодильні установки доцільно використовувати в тому випадку, коли можна використовувати відпрацьовану пару або інші теплоносії низького потенціалу.

*Термоелектричні теплові насоси* використовують ефект виникнення електричного струму при нагріванні спаїв різнорідних металів і зворотній ефект охолодження спаїв при проходженні через них електричного струму.

### 1.3. Галузі застосування теплових насосів

Джерела теплопостачання з ТН переважно знаходять застосування у системах теплопостачання та вентиляції (опалення, гаряче водопостачання, кондиціонування), промисловості (у тому числі харчовій), та агропромислового комплексу. На рис. 3 наведений розподіл теплових насосів по галузях застосування [2].



**Рис. 3. Розподіл теплових насосів по галузях застосування**

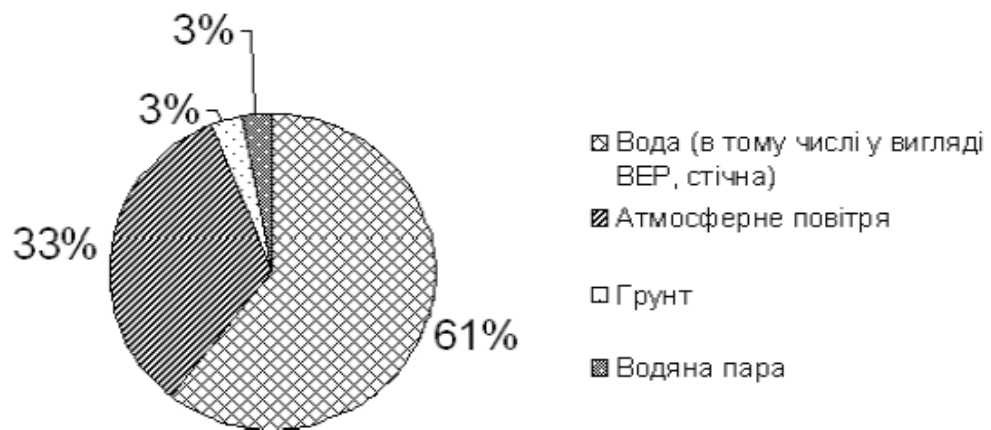
В промисловості ТН в основному використовуються для процесів сушки, у випарних та дистиляційних установках, для взаємної передачі теплоти в одному або двох технологічних процесах, для теплопостачання цехів промислових підприємств та для рекомпресії пари (відпрацьованої та вторинної). При цьому привод ТН може бути застосований як електричний, так і неелектричний. Досвід застосування теплових насосів в країнах Північної Європи та Німеччини значний. Та якщо в Німеччині експлуатується приблизно 10 тис. ТН, то в решті країн (Данія, Фінляндія, Швеція, Великобританія) кількість установок, що функціонують, нараховується десятками.

						00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата			

У сільськогосподарському виробництві теплові насоси знайшли широке застосування на молочно-тваринницьких фермах та стійлових приміщеннях (Німеччина, Данія, Франція, Швеція, США); для теплопостачання теплиць, оранжерей та шампінйонниць (Німеччина); для сушки зерна та кормів (Швейцарія, Данія, Нідерланди).

За масштабами застосування теплонасосних установок країни пострадянського простору значно відстають від розвинутих країн. Хоча дослідження в цій галузі здійснюються давно, не визначені масштаби і галузі найбільш ефективного застосування ТНУ, а роботи, що пов'язані з розробкою і впровадженням ТНУ в промислову енергетику перебувають на стадії окремих проектних рішень і практичних застосувань.

На рис. показано розподіл теплових насосів за джерелами низькотемпературної теплоти.



**Рис. 4. Розподіл теплових насосів за джерелами низькотемпературної теплоти**

Як видно з рис. 4 найбільш широко використовуваним джерелом низькотемпературної теплоти для теплових насосів є вода.

В системах опалення, ГВП, кондиціонуванні, промисловості використовується теплонасосне устаткування малої, середньої та великої потужності. ТН малої та середньої потужності застосовуються переважно у теплових схемах промислових підприємств за умов невеликих теплових навантажень. У той же час ТН великої потужності знаходять застосування у системах централізованого теплопостачання за умов великих теплових

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантажень теплових споживачів.

Теплові насоси можуть працювати як окремо, так і у складі бівалентної системи теплопостачання, яка, крім ТН, передбачає ще використання водогрійного котла як пікового джерела теплоти.

Найбільші можливості має впровадження ТНС в системі централізованого теплопостачання з метою зниження собівартості теплової енергії та уникнення теплового забруднення навколишнього середовища.

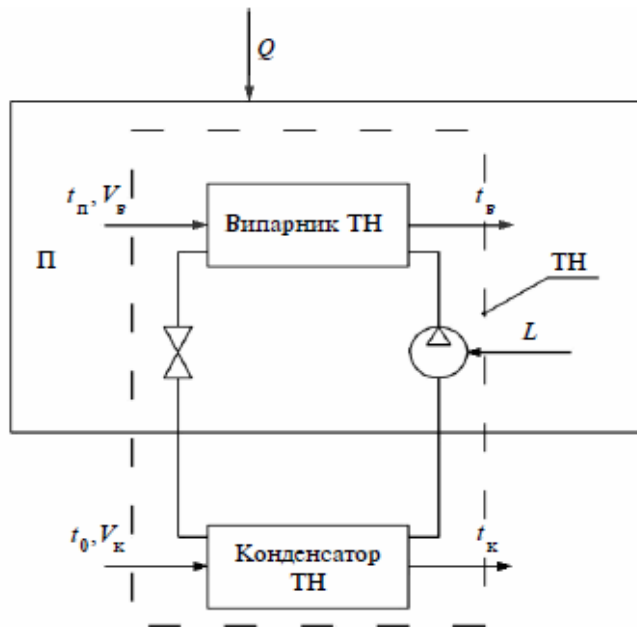
*Використання теплових насосів в системах кондиціонування повітря.* На сьогодні все більш розповсюдженим стає використання теплових насосів для опалення та кондиціонування повітря. Як правило, це повітряні теплові насоси, які широко застосовуються в системах кондиціонування та опалення невеликих промислових, громадських і житлових об'єктів [3].

Серед розповсюджених телонасосних схем кондиціонування повітря найбільш широкого використання на сьогодні набули такі прості телонасосні схеми, як спліт-система та система з виносним тепловим насосом для одночасного забезпечення вентиляції та кондиціонування повітря.

Серед великої кількості можливих телонасосних схем кондиціонування повітря розглянемо дві найбільш прості: 1) схему кондиціонування повітря без вентиляції (так звану спліт-систему з виносним, відносно приміщення, що обслуговується, 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.

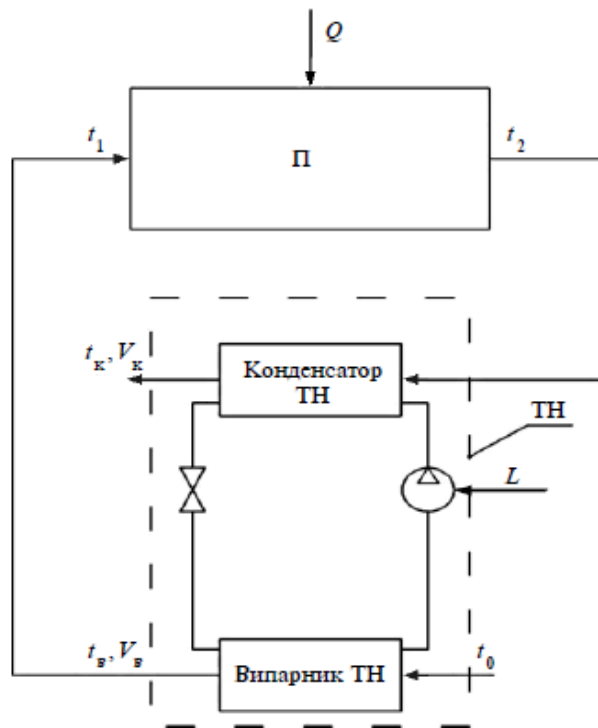
					00.МР.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рис. 5. Схема кондиціонування повітря на основі теплового насоса**

П – приміщення, L – робота привода теплового насоса,

Q – тепло надходження до приміщення



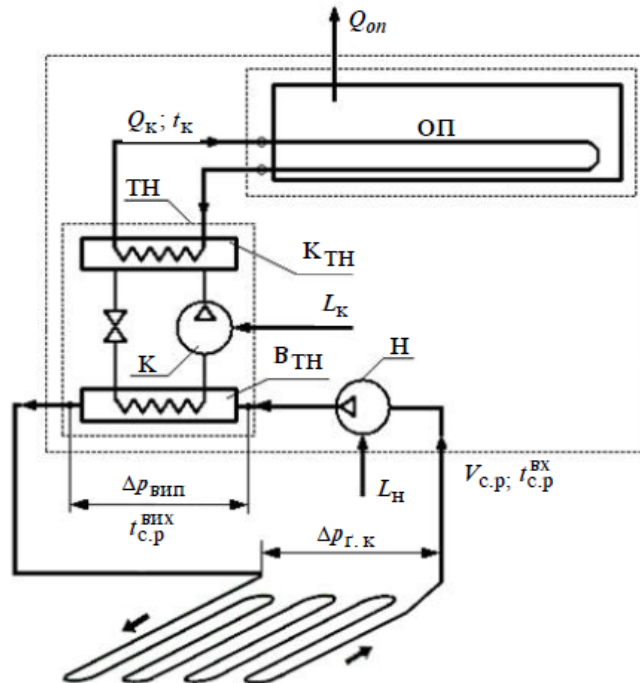
**Рис. 6. Схема кондиціонування повітря та вентиляції на основі теплового насоса**

Ефективність роботи другої схеми кондиціонування, що зображена на рис. 6, значною мірою 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

						00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата			

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.

*Використання теплових насосів в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти ґрунту.* Поверхневі геотермальні ресурси можуть бути доцільно використані тепловими насосами [4].



**Рис. 7. Принципова схема низькотемпературного водяного опалення з використанням розсолно-водяного теплового насоса**

ОП – опалювальне приміщення, ТН – тепловий насос, К<sub>ТН</sub> – конденсатор, В<sub>ТН</sub> – випарник, К – компресор, Н – насос

Ця технологія значною мірою сприятиме скороченню споживання первинної енергії для опалення та сприятиме зменшенню впливу на навколишнє середовище.

На сьогодні масштаби впровадження геотермальних ТН у світі надзвичайно великі. В США щорічно виробляється близько 1 млн геотермальних ТН. Кількість ТН з ґрунтовими теплообмінниками в Австрії й Швейцарії, відповідно, становить 82 і 40 % від загальної кількості встановлених у цих країнах ТН. В Україні ці технології також привертають до себе увагу і потребують детального вивчення.

Найбільша енергоефективність геотермальних систем досягається під час роботи з низькотемпературними системами опалення (30-50 °С): підлогове або

									Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.МР.142.003.26 ПЗ				

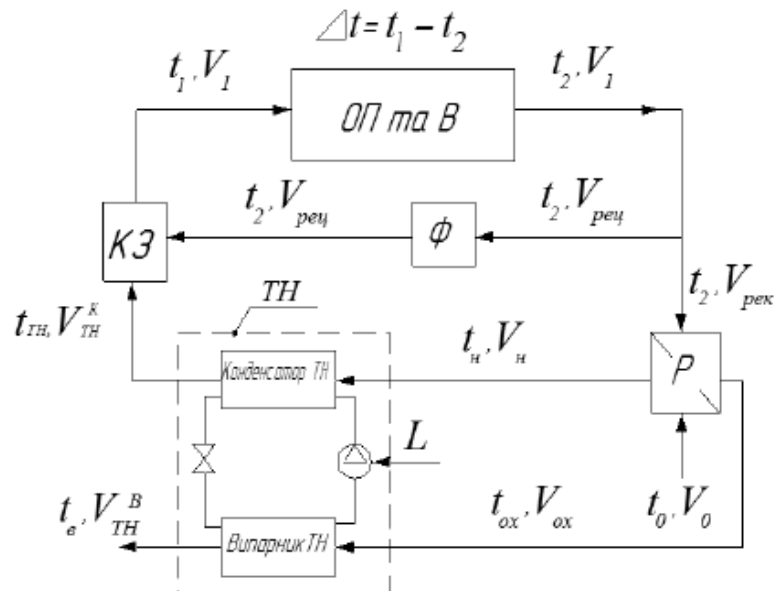
стінове опалення. Таким чином, нині широкої популярності набуває поєднання низькотемпературного опалення із сучасною енергозберігаючою технологією генерування теплоти - ТН.

*Використання теплових насосів в системах повітряного опалення та вентиляції з рекуперацією витяжного повітря.* Повітряне опалення - перспективна технологія, яка допомагає економити кошти і ефективно справляється зі своїми завданнями [5]. У сучасних умовах повітряне опалення активно застосовується для обігріву складських об'єктів і промислових територій, торгових площ та житлових будинків. Основною перевагою такої системи є те, що в якості теплоносія використовується повітря, а не вода. Таким чином, система повністю захищена від протікання, замерзання та корозії. Витрати на облаштування та експлуатацію системи повітряного опалення, як правило, істотно нижче, ніж аналогічні витрати для водяної системи. Адже конструкція повітряних систем опалення значно простіша ніж водяних. Суттєвими перевагами таких систем опалення є можливість використання системи повітропроводів для охолодження повітря у теплий період року. Тобто використання системи для кондиціонування приміщення. Використання повітря у якості теплоносія вирішує ще одну важливу проблему - інерційність системи. При ввімкненні системи водяного опалення у зимовий період підвищення температури у приміщенні відбувається через тривалий період. Прогрівання внутрішнього повітря відбувається лише після достатнього нагріву води, що циркулює у опалювальних пристроях. А при ввімкненні повітряної системи опалення результат відчувається практично відразу, адже теплоносій безпосередньо надходить у приміщення без затрат теплоти на нагрів опалювальних пристроїв.

Підвищення ефективності роботи повітряних систем опалення може бути досягнуте за рахунок використання теплових насосів - сучасного екологічно чистого обладнання.

Системи опалення на основі теплових насосів відрізняються безпечністю, оскільки не використовують горюче паливо, екологічністю (відсутні шкідливі викиди в атмосферу), та економічністю (на 1 кВт використаної енергії тепловий насос виробляє 3-5 кВт).

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рис. 8. 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

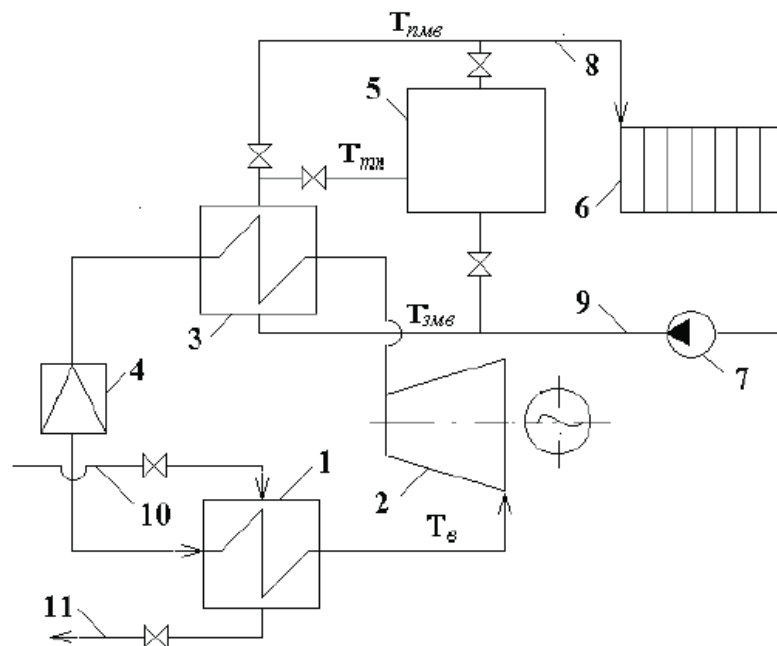
Велика перевага теплонасосних систем опалення полягає у автономності та незалежності від постійного росту цін на традиційні енергоносії.

*Використання теплових насосів на ТЕЦ.* Термодинамічний аналіз паросилового цикла турбіни показує, що можна збільшити кількість отриманої електроенергії за рахунок зменшення тиску в конденсаторі шляхом пониження температури в системі водяного охолодження після градирні. Це можна досягти шляхом підключення теплового насоса, який буде працювати за рахунок паровідбору з теплофікаційного або промислового відбору турбіни, що використовується тільки в опалювальний період при пікових навантаженнях. ТН при цьому виробляє, з коефіцієнтом перетворення  $1,3 \div 1,4$ , холод і тепло, які використовуються для зниження тиску конденсації та на власні потреби станції. Це дозволить дещо збільшити вироблення електроенергії, а отриману частину теплової енергії направити на власні потреби, наприклад на підігрів підживлюваної води, зменшивши витрату палива на котел.

Крім того на ТЕЦ ТП можуть застосовуватись і для утилізації тепла димових газів.

									Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.142.003.26 ПЗ				

*Використання теплових насосів в системах централізованого теплопостачання.* Теплонасосна станція (ТНС) являє собою комплексне енергетичне підприємство, яке призначене для централізованого теплопостачання. В ТНС перетворення енергії здійснюється в двох установках: ТНУ і водогрійних котлах (ВК). При цьому в передвключеній ТНУ підводиться не первісна енергія палива, а перетворена енергія в формі механічної роботи. На рис.9 наведена принципова схема ТНС, яка складається з парокомпресійної ТНУ і водогрійного котла, який включений послідовно з конденсатором ТНУ. Теплонасосна станція забезпечує нагрів заданої витрати мережевої води в системі теплофікації від температури  $T_{зМВ}$  до  $T_{пМВ}$ .



**Рис. 9. Схема 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 мережевої води; 10 і 11 – лінії низькотемпературного джерела енергії;  $T_{в}$  і  $T_{к}$  – температури випаровування і конденсації холодоагенту в ТНУ;  $T_{тн}$  – температура підігрітої води в ТНУ;  $T_{пМВ}$  і  $T_{зМВ}$  – температура прямої та зворотної мережевої води в системі теплопостачання

Застосування теплонасосних станцій на базі водогрійних котелень забезпечує до 15 % економії палива, зменшує витрати електроенергії на

										Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.142.003.26 ПЗ					

тягодуттєві установки і кількість шкідливих викидів в атмосферу.

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

Оптимальними режимами роботи теплонасосних станцій слід вважати режими з майже однаковим розподілом навантажень між теплонасосними установками і водогрійними котлами.

Зауважимо також, що зменшення витрат органічного палива за рахунок впровадження ТНС зменшує витрати енергії на його видобуток і транспортування, витрати кисню на його спалювання, витрати енергії на евакуацію продуктів згорання, а головне, зменшує кількість шкідливих викидів в атмосферу.

#### **1.4. Огляд низькотемпературних джерел енергії для теплових насосів**

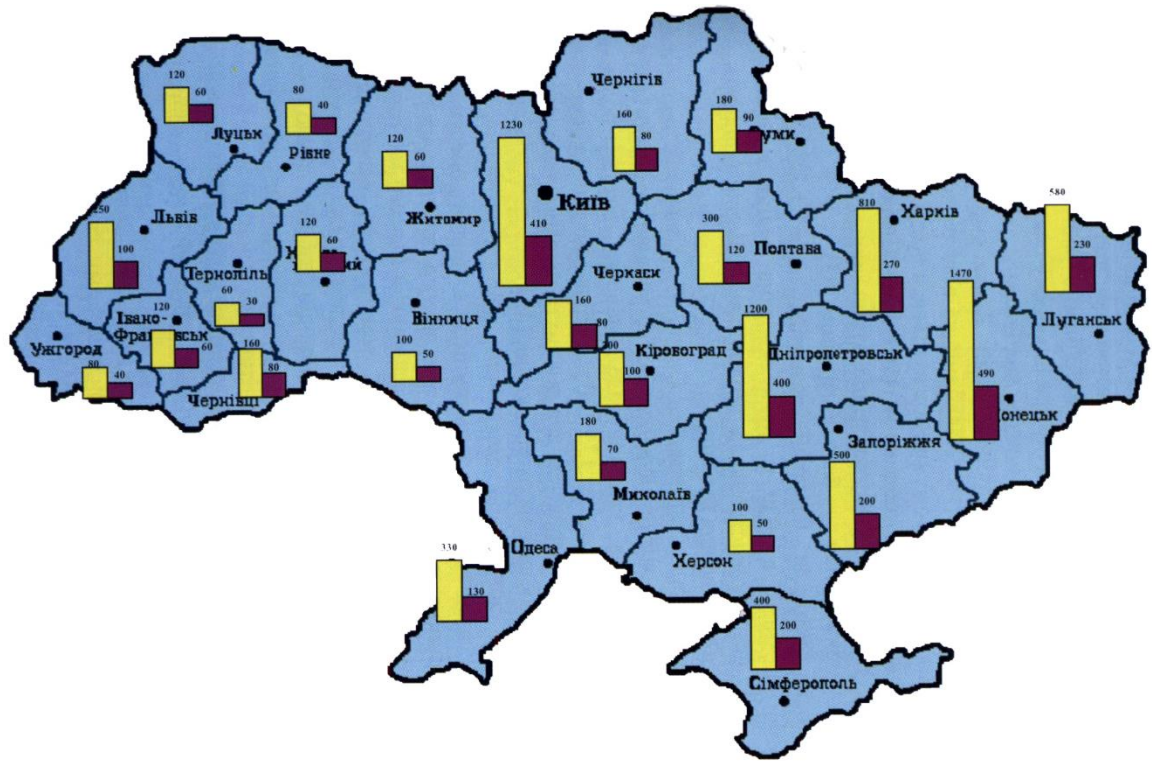
В якості джерела низькотемпературної енергії для теплового насоса може слугувати теплота як природного, так і штучного походження [1].

Природні джерела низькопотенціальної теплоти можуть бути використані: атмосферне повітря; теплота ґрунту; вода природних і штучних водойм (річок, озер, морів, ставків, водосховищ) та підземні води (ґрунтові, артезіанські, термальні).

Штучні джерела низькопотенціальної: вентиляційні викиди споруд; каналізаційні стоки (стічні води); промислові скиди; теплота технологічних процесів; побутові тепловиділення.

*Теплота атмосферного повітря.* Атмосферне повітря є необмежене джерело низькопотенційної енергії. Технічно досяжний ресурс теплоти атмосферного повітря обмежується тільки технічними характеристиками теплового насоса. У кліматичних умовах України можуть використовуватися серійні теплові насоси у кліматичному виконанні на температури від -15 °С до -20 °С.

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рис. 10. Енергетичний потенціал повітря в Україні**

- технічно-досяжний, 9010 тис. т у.п./рік
- технічно-доцільний, 3480 тис. т у.п./рік

Переваги роботи теплових насосів з використанням в якості джерела теплоти атмосферного повітря: необмежене джерело теплоти; невисокі початкові капіталовкладення; можливість розміщення установок на будь-якому об'єкті.

Недоліки роботи теплових насосів з використанням в якості джерела теплоти атмосферного повітря: невисокий коефіцієнт трансформації при температурах повітря нижчих за нуль; достатньо висока гнучкість зовнішнього блоку; при невисоких температурах зовнішнього повітря необхідно використовувати спеціальні пристрої для запобігання обмерзання зовнішнього блоку.

*Теплота вентиляційних викидів.* Теплові насоси можуть ефективно використовувати для утилізації повітряних вентиляційних викидів промислових підприємств, комунального сектору та систем технологічного охолодження.

Вилучення теплоти з вихідного повітря тепловим насосом є зручним надійним та економічним.

Переваги роботи теплових насосів з використанням в якості джерела

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплоти вентиляційних викидів: невисокі початкові капіталовкладення; невисокі експлуатаційні затрати; можливість розміщення установок на будь-якому об'єкті; високий коефіцієнт трансформації при температурах повітря набагато вищих за нуль; відсутність піково го електронагрівача; невеликий термін окупності.

*Теплота поверхневих, ґрунтових та стічних вод.* Середня температура поверхневих вод близько 10 °С, мінімальна – 0 °С. Ґрунтові води мають досить стабільну температуру протягом всього року в діапазоні 7÷12 °С. Допустимий степінь охолодження води тепловими насосами складає 2 °С (умова льодоутворення). Практичне використання цього ресурсу є складним з огляду на природоохоронні обмеження та високі капіталовкладення.

Ґрунтова вода охолоджується у випарнику теплового насоса максимально на 5 °С. У порівнянні з іншими низькотемпературними джерелами теплоти, забезпечує найбільш високий коефіцієнт перетворення.

Для використання теплоти ґрунтової води застосовуються свердловини, колодязі. З метою виключення взаємного впливу, відстань між водозабірними та водоприймальними свердловинами повинна бути не менше 50-80 м, а відстань між однотипними свердловинами – не менше 30-50 м.

Річкова і озерна вода має суттєвий недолік – низьку температуру в зимовий період (може досягати 0 °С). При проектуванні системи необхідно особливу увагу приділяти запобіганню заморожування випарника ТН.

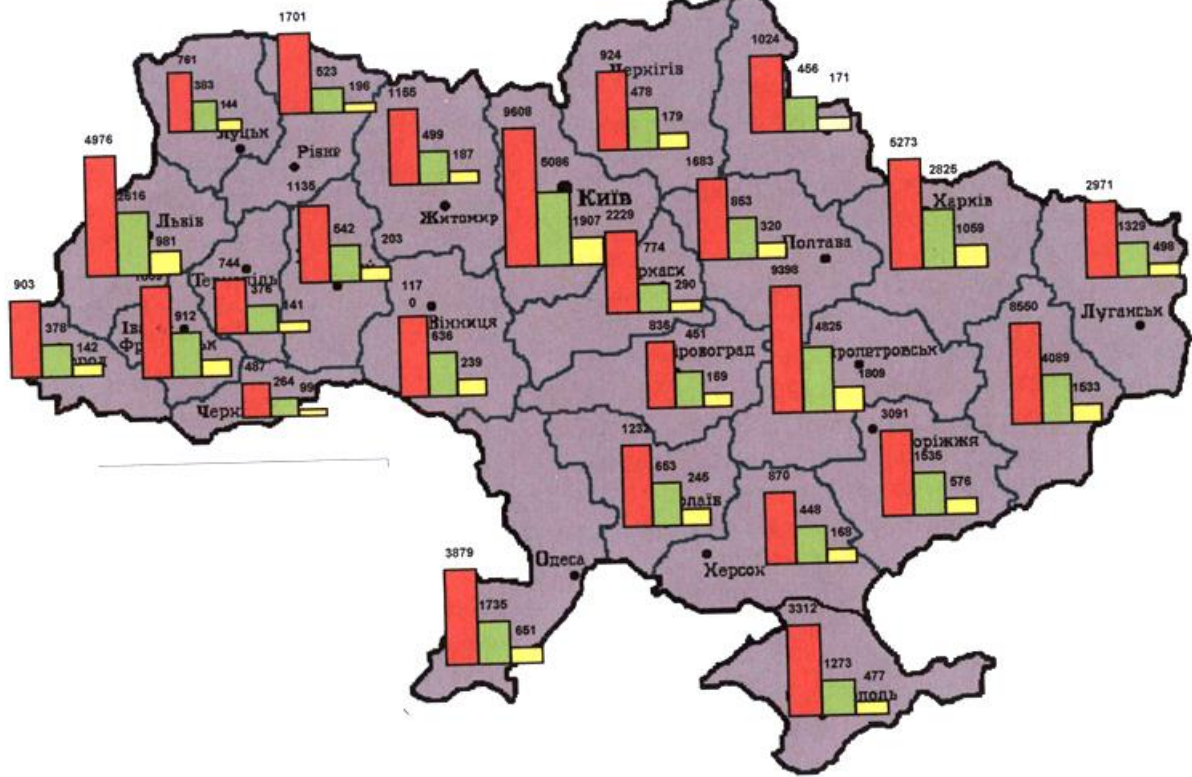
Крім того для вилучення теплоти озерної води у теплових насосах використовується петльовий придонний теплообмінник з пластикових труб з циркулюючим етиленгліколем, загальною довжиною декілька сотень метрів, тому є небезпека аварії з витоком етиленгліколю і забрудненням навколишнього середовища.

Також можуть використовуватися геотермальні води та води, що відкачуються з видобувних шахт залізорудного та вугільного комплексів.

Використання 20 % теплоти шахтних вод за допомогою теплових насосів дозволить покрити вісі технологічні потреби шахтного фонду у тепловій енергії.

Значним та більш досяжним є потенціал теплоти систем водовідведення, стоків промислових підприємств та комунально-побутового господарства.

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рис. 11. Енергетичний потенціал  
низькопотенціальної теплової енергії стічних вод в Україні**

- теоретичні ресурси теплової енергії стічних вод – 8,5 млн. т.у.п./рік
- технічно-досяжні ресурси теплової енергії стічних вод – 4,1 млн. т.у.п./рік
- економічно-доцільні об'єми використання теплової енергії стічних вод – 1,6 млн. т.у.п./рік

Роботу теплових насосів з використанням в якості джерела воду, можна відмітити наступні переваги та недоліки: можливість розміщення на великій ділянці; достатній коефіцієнт трансформації; великі капіталовкладення; великі затрати на обслуговування системи фільтрів для води, яка потрапляє до випарника теплового насоса;

Затрати на обслуговування свердловин; загальне зниження коефіцієнта трансформації за рахунок використання зануреного насоса; непостійність дебету свердловини; для використання вод необхідно отримати дозвіл.

*Теплота ґрунту.* Ґрунт має здатність акумулювати сонячну енергію протягом тривалого періоду, що забезпечує порівняно рівномірну температуру джерела теплової енергії протягом року, і тим самим, високий ККД роботи теплового насоса.

Температурний діапазон поверхні землі на глибині 1 м становить 3÷17 °С, а в шарах до 15 м температурний діапазон 8÷12 °С. Більш того, у верхніх шарах землі

					00.MP.142.003.26 ПЗ		Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата			

мінімум температури досягається на кілька місяців пізніше піку морозів.

Теплові насоси на за рахунок теплоти ґрунту виконуються з відкритим або закритим теплообмінним контуром. Відкритий контур передбачає вилучення теплоти з потоку ґрунтової та артезіанської води. Закритий теплообмінний контур вилучає теплоту горизонтальними теплообмінниками (ґрунтовими колекторами) та вертикальними теплообмінниками (ґрунтовими зондами).

Як теплоносій використовується незамерзаюча екологічно нешкідлива рідини, температура замерзання якої повинна становити близько мінус 15 °С. Замість росолу в контурі можна використовувати фреон, який кипить безпосередньо в трубах теплозбірника, така схема підвищує ККД, але її експлуатація складна.

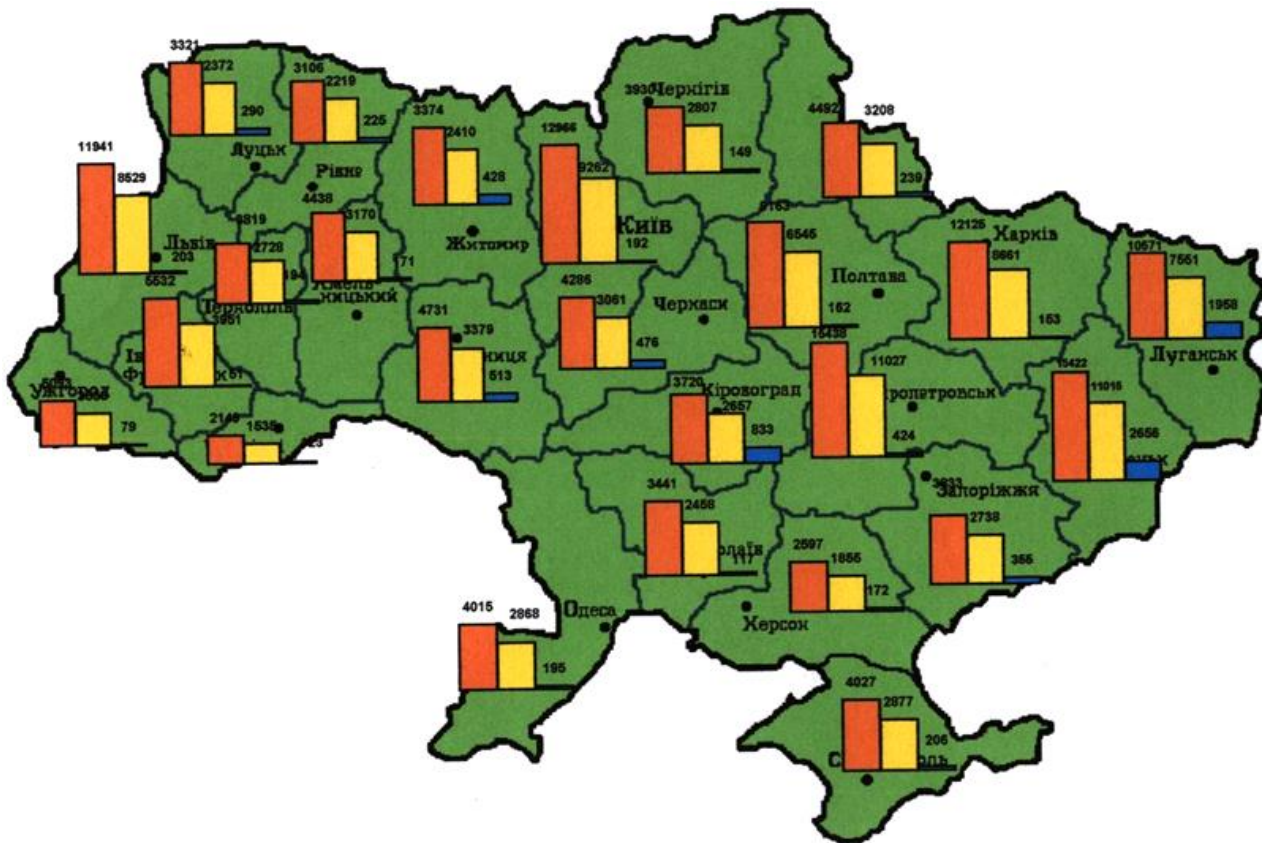


Рис. 11. Енергетичний потенціал теплоти ґрунту в Україні

- теоретично можливі об'єми використання теплової енергії ґрунту і ґрунтових вод– 19,3 млн. т.у.п./рік
- технічно можливі об'єми використання теплової енергії ґрунту і ґрунтових вод– 13,8 млн. т.у.п./рік
- економічно-доцільні об'єми використання теплової енергії ґрунту і ґрунтових вод– 1,2 млн. т.у.п./рік

Період відновлення теплового ресурсу ґрунту після його використання тепловим насосом приблизно дорівнює періоду вилучення теплоти.

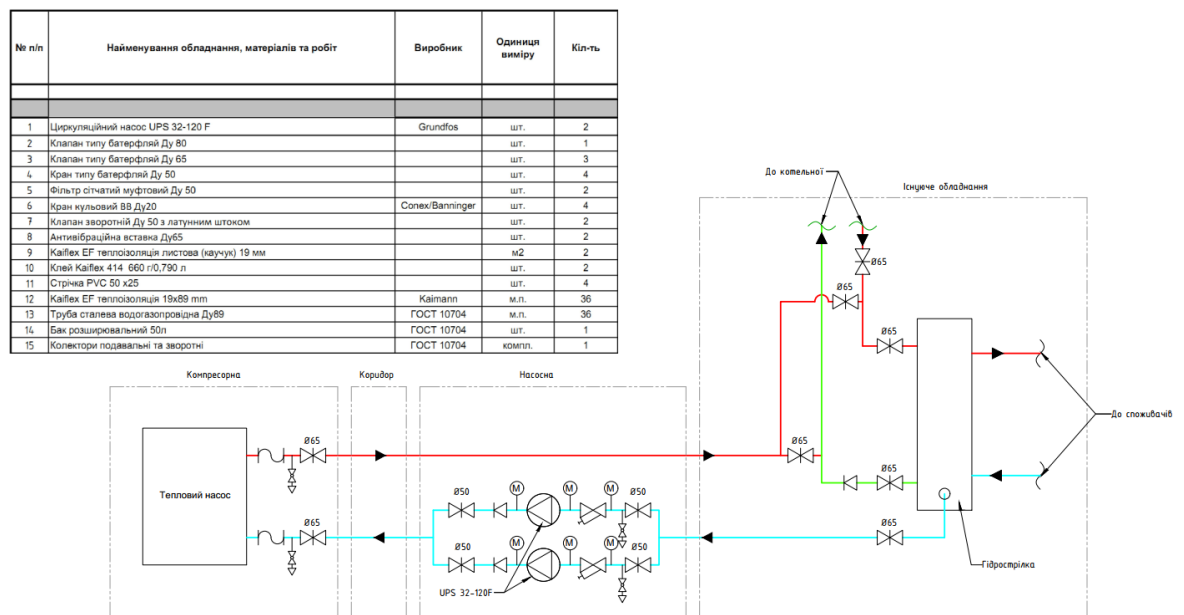
Переваги та недоліки використання в якості джерела теплоти ґрунту, при роботі теплового насоса:

Високий коефіцієнт трансформації за рахунок постійної високої температури джерела теплоти; невисокі експлуатаційні затрати; простота обслуговування горизонтальних геотермічних теплообмінників; для установки вертикальних геотермальних теплообмінників необхідна велика площа ділянки; великі капітальні затрати на інсталяцію обладнання; використання горизонтального ґрунтового теплообмінника потребує значної площі для його розміщення.

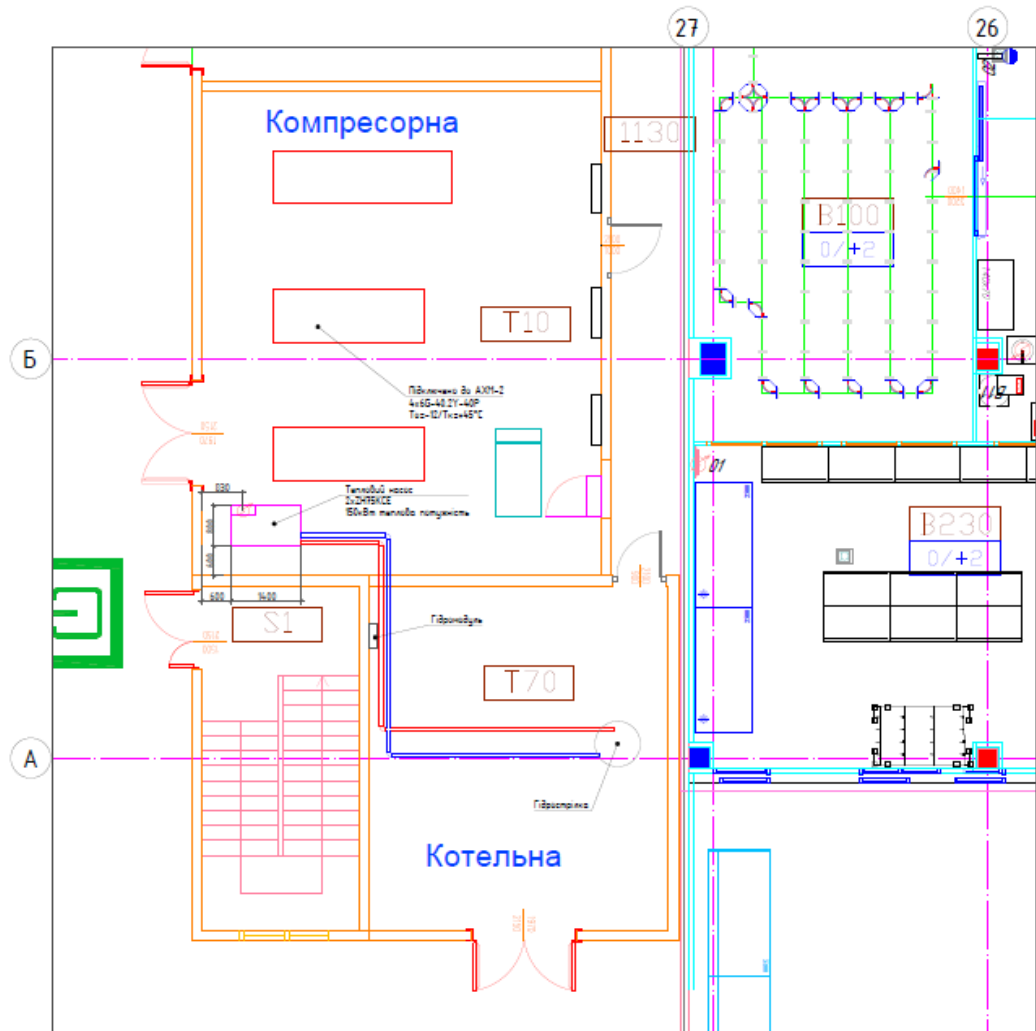
Особливу увагу слід приділити підприємствам, на яких «викидаються» в атмосферу вторинні енергоресурси, що можуть бути використані як низьпотенційне джерело теплоти для теплового насоса.

Одним із прикладів таких підприємств є продуктові гіпермаркети та фармацевтичні підприємства де втрачається тепла енергія в атмосферу від повітряних конденсаторів.

На рис. 12 та рис 13 наведено приклад реалізації теплових насосів для опалення продуктових гіпермаркетів [6].



**Рис. 12. Гідравлічна схема підключення теплового насоса до системи опалення продуктового гіпермаркета**



**Рис. 13. План встановлення теплового насоса та прокладки трубопроводів системи опалення для продуктового гіпермаркета**

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Основною метою встановлення теплових насосів на фармацевтичних підприємствах є забезпечення теплових потреб підприємства в неопалювальний період (весна-осінь) з повним заміщенням газових котлів та в опалювальний період з частковим.

Джерело тепла – вторинне низькопотенційне тепло системи холодопостачання з температурою 6-12 °С.

Для цього необхідно виконати врізку у трубопровід зворотного теплоносія системи холодопостачання для направлення частини теплоносія до теплообмінника гліколевого контуру теплових насосів. Після теплообмінника теплоносій повертається до того ж зворотного де був здійснений відбір.

При утилізації тепла відбуватиметься підігрів зворотного теплоносія системи теплопостачання, з температурою 50-55 градусів. Так як теплові насоси працюють з теплоносієм, зі сторони джерела тепла, з температурою близькою до 0 °С, то для захисту їх теплообмінників необхідно передбачити організація гліколевого контуру, здатного працювати до -15 °С.

За допомогою теплових насосів відбуватиметься підігрів зворотного теплоносія системи теплопостачання з наступним його направлення до газової котельні, та охолодження зворотнього холодоносія системи кондиціонування.

Реалізовані заходи дозволять зменшити споживання газу власною котельнею для підігріву теплоносія системи теплопостачання, а також зменшити витрати години роботи холодильного обладнання.

					<b>00.MP.142.003.26 ПЗ</b>					
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	Економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання фармацевтичних об'єктів			Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Ковтун І.В.								
Керівник		Грищенко Р.В.								
Консультант										
Н. Контр.										
Затвердив		Петренко В.П.			<b>ХМ-2-9М</b>					

Приймаємо для розрахунків наступні вихідні дані:

- середня місячна витрата газу в неопалювальний період – 10 000 м<sup>3</sup>/місяць;
- добове споживання електроенергії газовою котельнею в неопалювальний період – 130 кВт/добу;
- споживання електроенергії чіллерів – 150 кВт/год;
- вартість газу – 32,00 грн/м<sup>3</sup>;
- вартість електричної енергії – 3,6 грн/кВт\*год;
- теплотворна здатності природного газу - 32 000 кДж/м<sup>3</sup> ;
- ККД котельні – 0,7;
- тривалість опалювального періоду – 176 днів;

Необхідна теплота для технологічних потреб

$$Q = V_p \cdot Q_p^H \cdot \eta = 10000 \cdot 32000 \cdot 0,7 = 224 \text{ МВт/місяць (311 кВт/год)}$$

Приймаємо до встановлення 4 теплових насосів Bosch Compress 7000 LW сумарною 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 період теплові насоси будуть догрівати зворотню воду з системи на вході в газові котли, що дасть можливість економити газ в котельні та електроенергію на вентиляторах конденсаторів.

Враховуючи нерівномірність роботи системи холодопостачання в зимній період тепла потужність складатиме 250 кВт.

Споживання електроенергії тепловим насосом залежить від багатьох факторів, що в свою чергу залежать періоду роботи (опалювальний чи неопалювальний період):

- за опалювальний період

$$W_{TH}^{o.n} = Q / COP = 176 * 24 * 250 / 3,5 = 301,71 \text{ МВт*год};$$

- за неопалювальний період

$$W_{TH}^{no.n} = Q / COP = (365 - 176) * 24 * 311 / 4,3 = 328,07 \text{ МВт*год}.$$

Кількість газу, що економиться при роботі теплових насосів:

- за опалювальний період

									Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00.MP.142.003.26 ПЗ

$$B_P^{o.n} = Q / (Q_H^P \cdot \eta) = 176 * 24 * 250 / (32000 * 0,7) = 47,14 \text{ тис. м}^3$$

- за неопалювальний період

$$B_P^{no.n} = Q / (Q_H^P \cdot \eta) = (365 - 176) * 24 * 311 / (32000 * 0,7) = 62,98 \text{ тис. м}^3$$

Витрати на спожиту тепловими насосами електроенергію:

$$3E_{TH} = c_{e.en} \cdot (W_{TH}^{o.n} + W_{TH}^{no.n}) = 3,6 \cdot (301,71 \cdot 10^3 + 328,07 \cdot 10^3) = 2,267\,208 \text{ млн. грн.}$$

Економія електроенергії за рахунок роботи теплового насоса:

- від зменшення споживання котельні

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

- від зменшення споживання чіллерів

$$W_{ек}^{чил} = W^{чил} \cdot n = 150 \cdot 365 \cdot 6 = 328,5 \text{ МВт*год.}$$

Економія коштів за рахунок роботи теплового насоса:

- від зменшення споживання електроенергії

$$\Delta KE_{TH} = c_{e.en} (W_{ек}^{кот} + W_{ек}^{чил}) = 3,6 * (22,52 \cdot 10^3 + 328,5 \cdot 10^3) = 1,263\,672 \text{ млн. грн.};$$

- від зменшення споживання газу

$$\Delta KB = c_{газ} \cdot (B_P^{o.n} + B_P^{no.n}) = 32 \cdot (47,14 \cdot 10^3 + 62,98 \cdot 10^3) = 3,523\,840 \text{ млн. грн.}$$

Річна економія коштів при роботі теплових насосів

$$\Delta K = \Delta KE_{TH} + \Delta KB = 1,263\,672 + 3,523\,840 = 4,787\,512 \text{ млн. грн.}$$

Вартість реконструкції системи теплохолодопостачання складає 5,1 млн.грн.

Термін окупності

$$Ток = (K3 + 3E_{TH}) / \Delta K = (5,1 + 2,267\,208) / 4,787\,512 = 1,54 \text{ років.}$$

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Специфікація основного обладнання

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, один., кг	Примітка
K1	Compress 7000 80-2 LW	Тепловий насос розсільно-водяний тепловою потужністю 80 кВт	4	490	
K2	ІНЖ ТП-100-50-85	Теплообмінник пластинчатий контуру охолодження тепловою потужністю 320 кВт	1	1000	
K3	Refix DC25	Бак мембранний розширювальний V=25 л	1	4,8	
K4	VeroLine IPL 80/140-1,1/4 PN 10	Насос контуру холодопостачання Q=56,33 м3/год H= 5,0 м.вод.ст	1	42,3	
K5	Wilo TOP-S 65/13 3~ PN6/10	Насос гліколевого контуру Q=18,0 м3/год H= 9,0 м.вод.ст	4	27,2	
K6	Wilo TOP-S 40/15 3~ PN6/10	Насос контуру теплопостачання Q=8,7 м3/год H=13, 3 м.вод.ст	4	20,8	
K7	Zetkama 821A	Фільтр фланцевий Ду125 T=300°C PN16	1	38,5	
K8	Zetkama 821A	Фільтр фланцевий Ду65 T=300° C PN16	4	14,6	
K9	Sensus PolluFlow DN80	Ультразвуковий перетворювач витрати PN16 T=130 °C DN80Q <sub>nom</sub> =40м <sup>3</sup> /год	1	11,1	
K9.1	PolluTherm X	Теплолічильник	1	0,6	

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

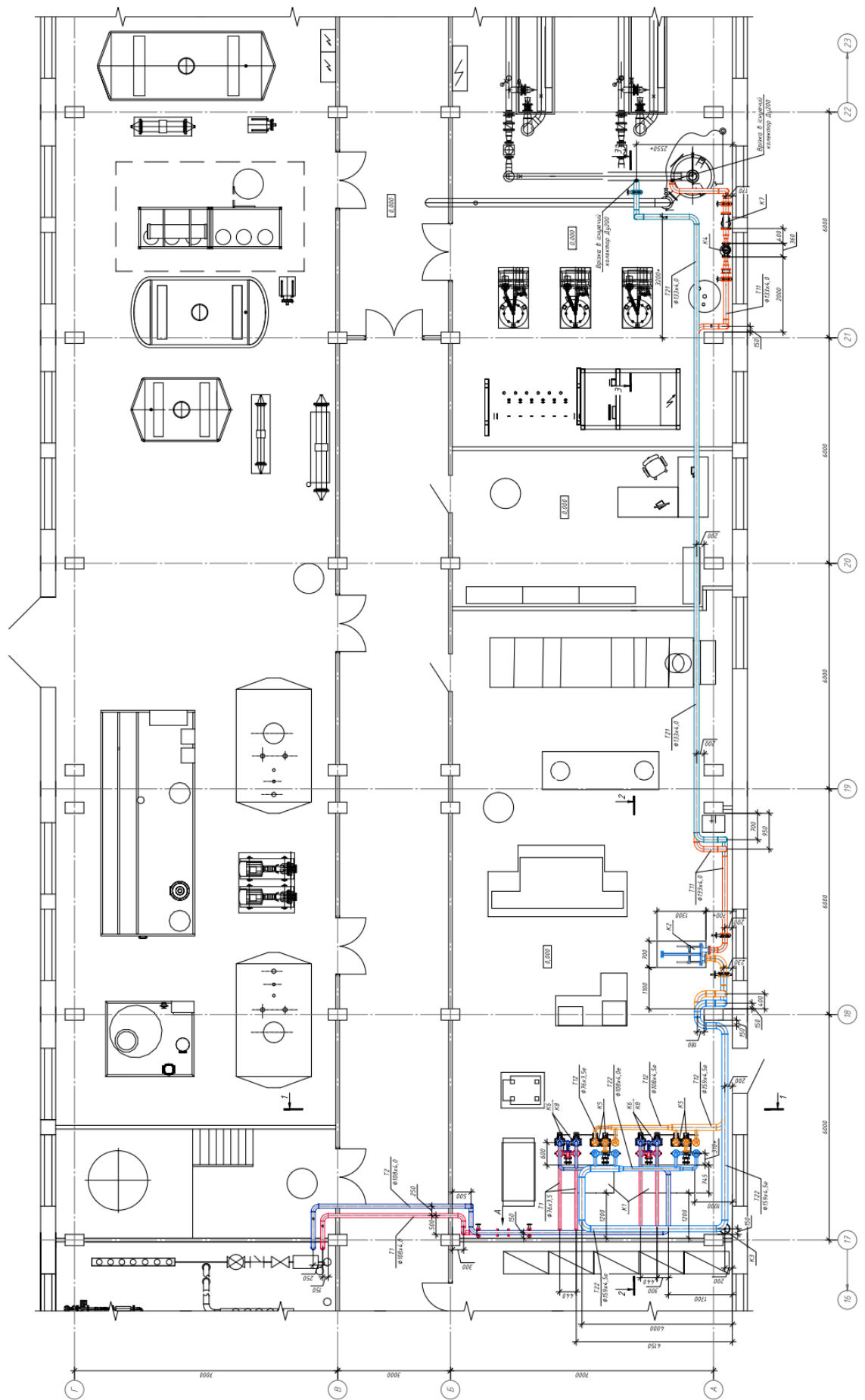
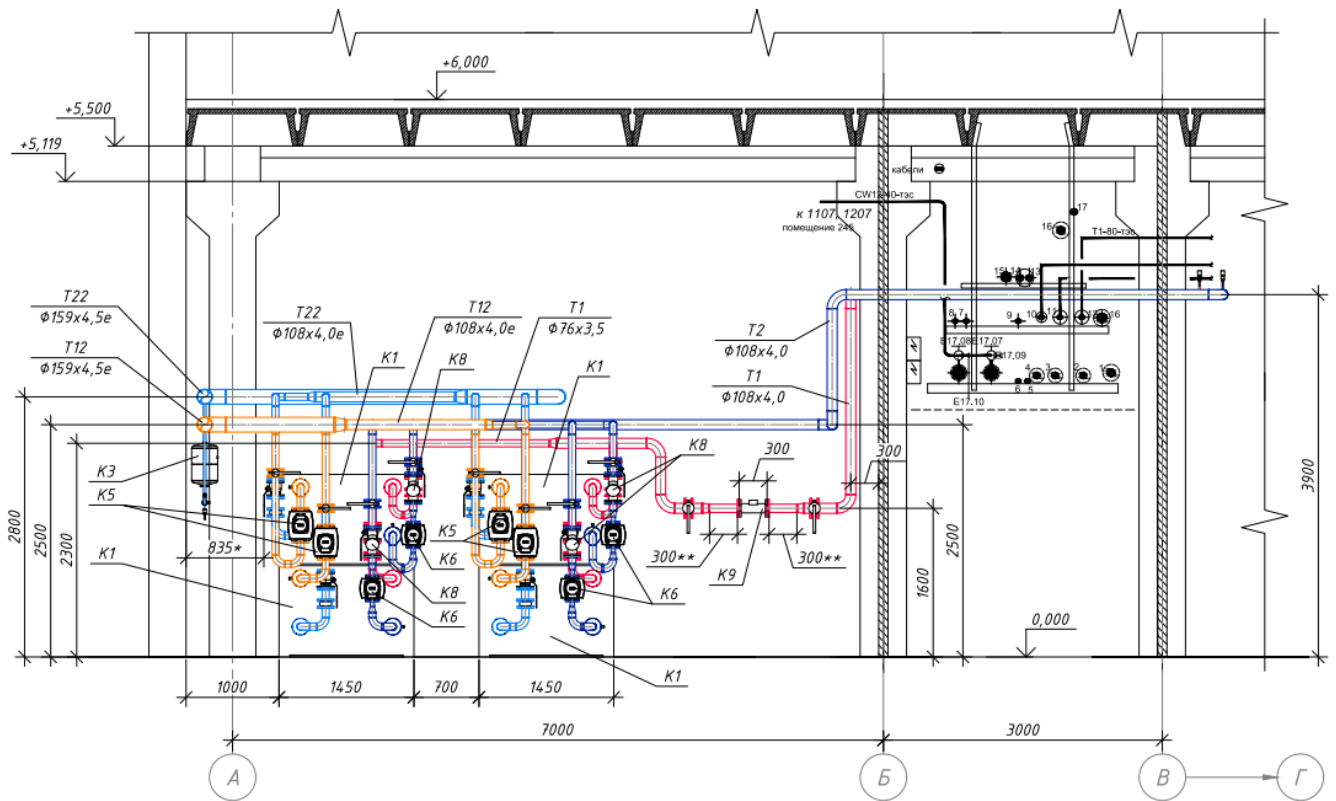


Рис. 14. Розташування обладнання та трубопроводів. План на відм. 0.000

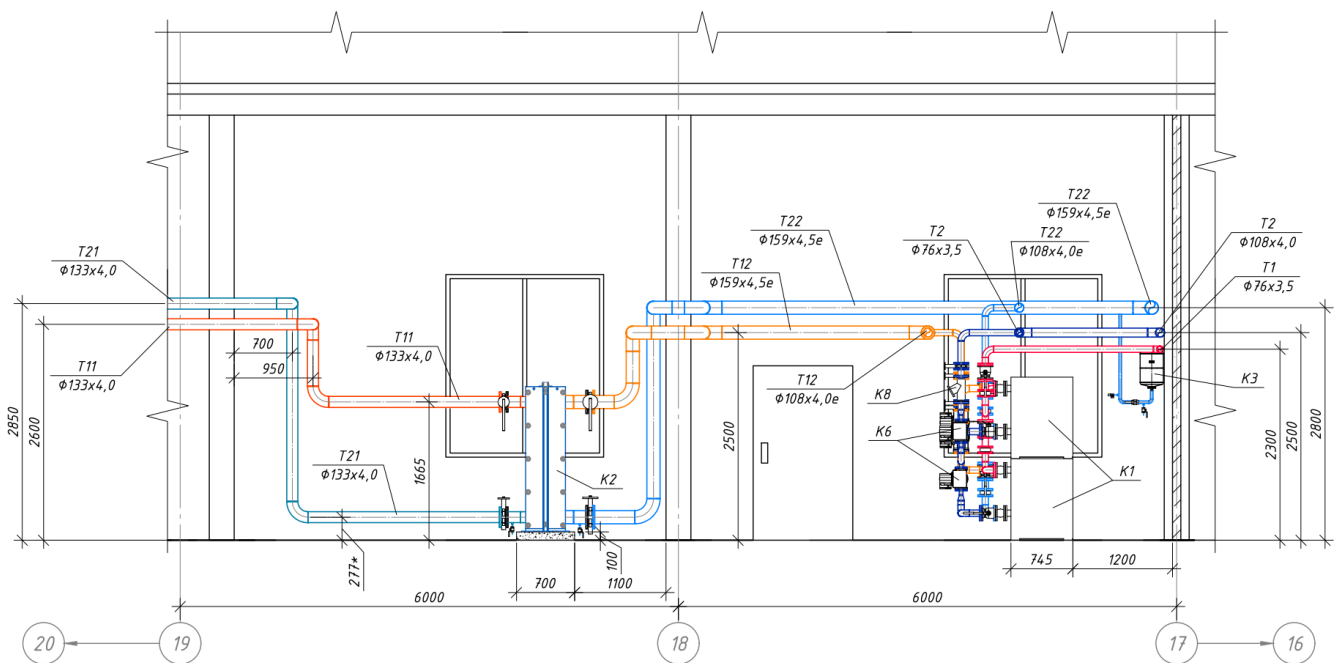
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.MP.142.003.26 ПЗ

Арк.



**Рис. 15. Розташування обладнання та трубопроводів. Розріз 1-1**



**Рис. 16. Розташування обладнання та трубопроводів. Розріз 2-2**

Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.MP.142.003.26 ПЗ

Арк.



### 3. Економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання гіпермаркетів

Холодильна установка, що працює на охолодження торгових меблів та камер гіпермаркетів, цілодобово протягом року генерує велику кількість низькопотенційного тепла, тепловий потенціал  $+30\dots+45^{\circ}\text{C}$ , чого не достатньо для традиційних систем опалення.

Для підвищення теплового потенціалу доцільно використати тепловий насос. Переваги такого ТН в тому що потенціал теплоти набагато вищий в порівнянні з повітрям (до  $-25^{\circ}\text{C}$ ) та ґрунтовими водами (до  $0^{\circ}\text{C}$ ). Використання такого високого потенціалу теплоти дозволяє отримати COP – до 7,5.

Використовуючи тепло отримане від ТН, зменшується споживання енергоресурсів (газу, твердого палива) та зменшуються вплив на навколишнє середовище від роботи повітряного конденсатора, через який це низькопотенційне тепло відводиться.

Реконструкція системи теплохолодопостачання гіпермаркету полягає у встановленні основного обладнання та обв'язки його інженерними мережами.

До основного обладнання відноситься:

- каскадний рекуператор на холодильну установку з комплектом запірно-регулюючої арматури
- тепловий насос
- гідромодуль
- гідрострілка з колекторами системи опалення

Рекуператор встановлюється на лінії нагнітання гарячих парів фреону. Конструкція теплообмінника – паяний, матеріал пластин нержавіюча сталь AISI 316. Передача теплоти відбувається через пластини від фреона з температурою від  $+70$  до  $+90^{\circ}\text{C}$ . Комплект запірно-регулюючої арматури дозволяє без збоїв експлуатувати холодильну установку в штатному режимі, при цьому відводити

					<b>00.MP.142.003.26 ПЗ</b>		
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	Економічна доцільність використання теплонасосних установок в системах теплохолодопостачання фармацевтичних об'єктів		
Розробив		Ковтун І.В.					
Керівник		Грищенко Р.В					
Консультант							
Н. Контр.							
Затвердив		Петренко В.П.			Стадія	Аркуш	Аркушів
					<b>ХМ-2-9М</b>		

необхідну кількість теплоти для забезпечення роботи теплового насоса.

Тепловий насос встановлюється між рекуператором та споживачем теплоти. ТН виконаний по принципу парокомпресійної холодильної установки. Випарником є каскадний рекуператор. Конденсатором є вбудований пластинчастий теплообмінник.

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

Насос всмоктує теплоносій із зворотного колектора, та нагнітає до конденсатора теплового насоса, де нагрівається до +75 °С.

Нагріта вода після конденсатора поступає в нижню частину гідрострілки, таким чином піднімається загальна температура зворотної води від споживачів. Гаряча вода з верхньої частини гідрострілки поступає на подаючий колектор, з якого роздається на споживачів теплоти, де вода охолоджується, та поступає в зворотний колектор.

В перехідний період, коли навантаження на систему опалення не значне, загальна температура теплоносія на вході в гідрострілку буде досягати +70...+75С, що дозволить забезпечувати систему опалення на 100% тільки тепловим насосом. В період коли навантаження від системи опалення буде більше 250 кВт. Теплота від ТН буде зменшувати навантаження на пелетну / газову котельню та економити пелети / газ.

Приймаємо для розрахунків наступні вихідні дані:

- вартість газу – 32,00 грн/м<sup>3</sup>;
- вартість пелет – 10,00 грн/кг;
- вартість електричної енергії – 3,6 грн/кВт\*год;
- теплотворна здатності природного газу - 33 500 кДж/м<sup>3</sup> ;
- теплотворна здатності пелет - 16 000 кДж/кг ;
- ККД газової котельні – 0,9;
- ККД пелетної котельні – 0,8;
- COP теплового насоса – 6,5;
- річна витрата теплоти на опалення гіпермаркету – 1,052 847 МВт/рік;

										Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.MP.142.003.26 ПЗ					



Витрати на спожиту тепловим насосом електроенергію:

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

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 насосів

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

Вартість капіталовкладень 4,5 млн.грн.

Термін окупності

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

На рис. 18 наведено фото встановленого теплового насоса, на рис. 19 – фото компресорної станції.



Рис. 18. Фото теплового насоса

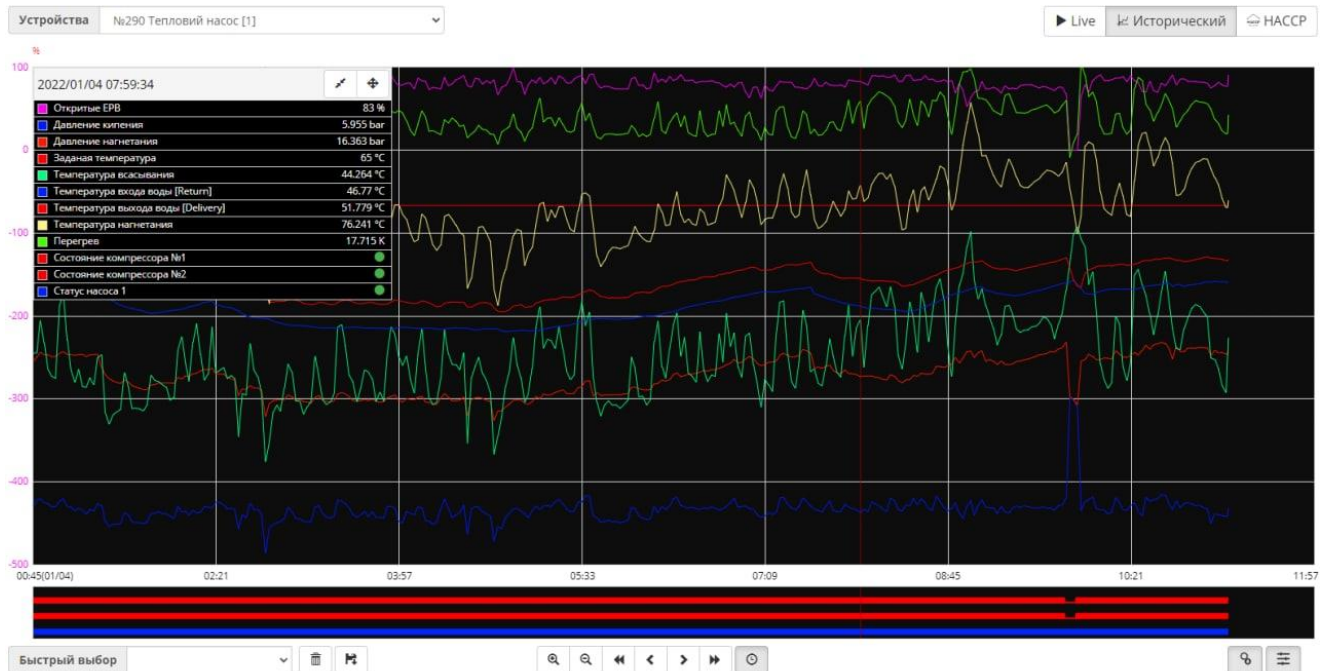
									Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00.MP.142.003.26 ПЗ



**Рис. 19. Фото холодильної станції**

Після виконання модернізації на об'єкті проводились заміри параметрів роботи: на рис.20 наведені дані за день, на рис. 21 – за тиждень.



**Рис. 20. Параметры работы теплового насоса за день**

					00.МР.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

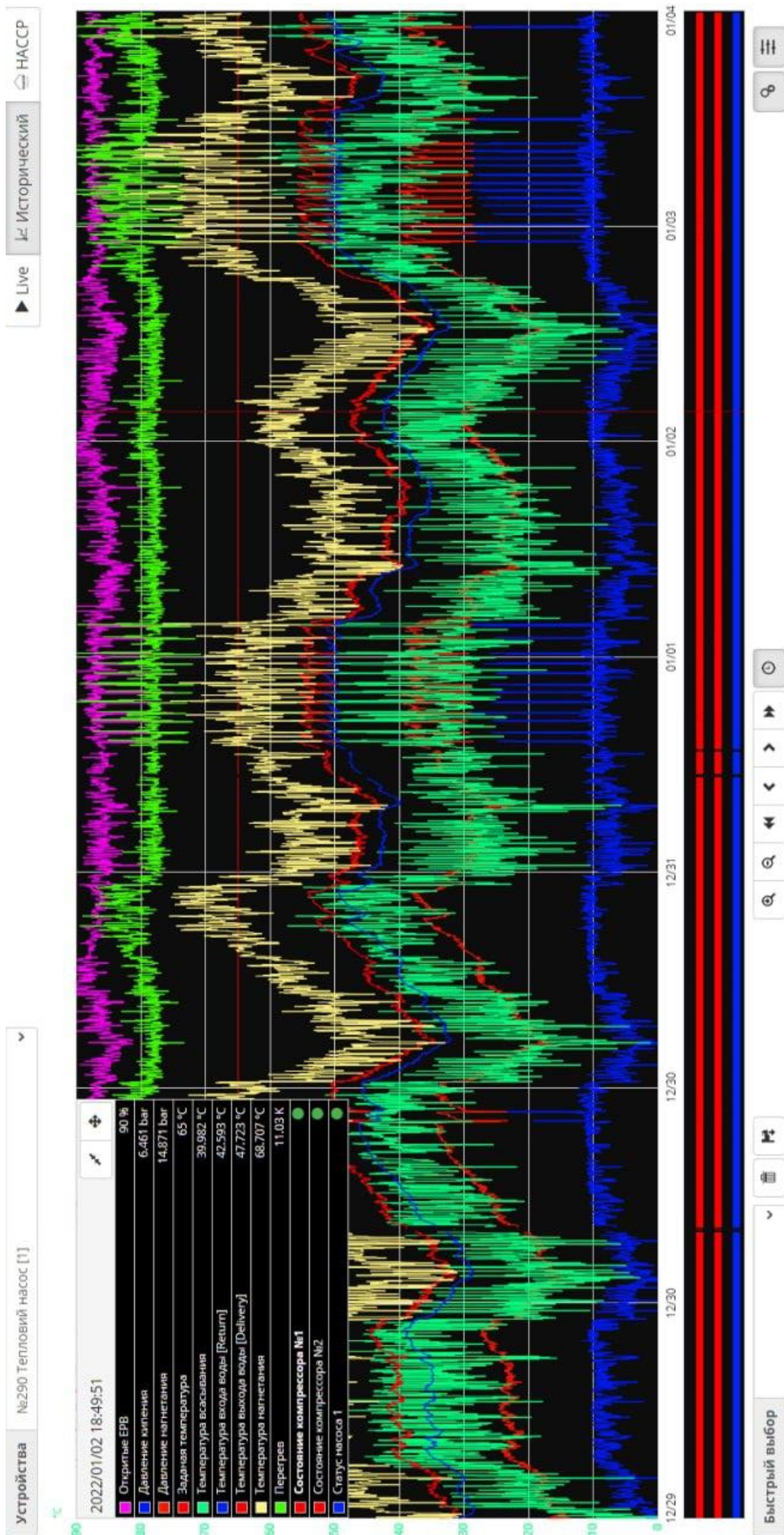


Рис. 21. Параметры работы теплового насоса за тиждень

Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.MP.142.003.26 ПЗ

Арк.

## Охорона праці

Джерелами небезпеки при експлуатації холодильного обладнання є:

- небезпека ураження електричним струмом;
- ураження від руйнування вузлів машини при підвищенні тиску фреону;
- задушлива дія фреону при великих концентраціях його в повітрі (різкий запах вказує на розкладання холодоагенту, викликане перегрівом його парів (виділяється отруйний газ фосген));
- висока температура поверхні компресора і трубопроводів, що підводять фреон до конденсатора;
- обморожуюча дія рідкого фреону;

Перша допомога:

- не залишайте потерпілого без уваги;
- при переломах кінцівок їх слід фіксувати накладанням пов'язки, потерпілого намагайтеся до прибуття лікаря не рухати без необхідності
- постраждалим без свідомості або в п'яному стані не можна давати пити, негайно винесіть потерпілого на повітря, при відсутності дихання зробити штучне дихання.

Допомогу необхідно надавати відповідно до характеру травми і стану потерпілого.

При ураженні потерпілого електричним струмом будьте обережні. Намагайтеся не торкатися до джерела струму, не чіпайте потерпілого, що це безпечно.

Потрібно:

- зупинити вплив струму на потерпілого: вимкніть рубильник в електрощитовій, звільнити потерпілого від джерела струму;
- якщо у потерпілого тільки обгоріла шкіра, на уражене місце накладіть стерильну пов'язку (як при опіку);
- якщо потерпілий в непритомному стані, не дихає - відключіть напругу і негайно робіть штучне дихання і непрямий масаж серця;

					00.MP.142.003.26 ПЗ			
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ковтун І.В.			Охорона праці	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Грищенко Р.В.						
Консультант								
Н. Контр.								
Затвердив		Петренко В.П.						
						ХМ-2-9М		

- при ураженнях блискавкою або електрикою, всупереч існуючій думці, потерпілого не можна закопувати в землю. Така "допомога" дуже шкідлива, так як охолоджується організм, ускладнюється дихання.

Допомога при отруєнні фреонами:

- якщо є підозра, що рідкий фреон потрапив в шлунок, потрібно викликати блювоту, очистити шлунок, якщо тільки потерпілий не знепритомнів. Не можна давати рицинову олію або молоко;

- щоб видалити залишки фреону з шлунку слід дати активованого вугілля, розчиненого у воді;

- якщо маємо справу з серйозним отруєнням, виведіть потерпілого на свіже повітря, провітріть приміщення. Весь одяг, просочений фреонами необхідно зняти і винести з приміщення. Постраждалого покладіть на теплоізоляційну підкладку, накрийте ковдрою. Постраждалого без свідомості нахилити на бік, щоб виділення слина і блювоти могли витікати без утруднення. Потерпілому необхідно спокій і протипоказана фізична активність;

- якщо потерпілий не дихає, негайно почніть робити штучне дихання рот - в рот. Якщо киснева маска, її необхідно використовувати, продовжуючи реанімацію. При зупинці серця, штучне дихання слід об'єднати з масажем серця. Масаж серця може виконувати тільки спеціально підготовлений персонал. Реанімацію слід продовжувати до прибуття медперсоналу.

При отруєнні парами фреона:

- негайно винести потерпілого на свіже повітря;

- покласти потерпілого, укрити тепліше і робити розтирання шкіри, викликаючи посилення циркуляції крові;

- рекомендується давати вдихати кисень протягом 30-35 хвилин і зігріти;

- при подразненні слизової оболонки рекомендується полоскання носоглотки 2%-м розчином соди або водою;

- при припиненні дихання робити штучне дихання;

- викликати лікаря;

- попередьте лікаря про те, що нещасний випадок стався внаслідок контакту з фреон або фосгеном;

					00.МР.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ніколи не залишайте потерпілого без нагляду;

При попаданні невеликої кількості хладону на шкіру (переохолодження шкіри):

- обережно розтирати відморожені ділянку ватною кулькою або марлевою серветкою появи чуттєвості і почервоніння шкіри;

- після відновлення кровообігу і чутливості обтерти відморожені місце спиртом;

- накласти пов'язку. З появою міхурів шкіру не розтирати, накрити місце пов'язкою. Негайно звернутися до лікаря.

При обмороженні (потрапляння великої кількості хладону на шкіру):

- занурити уражену поверхню в теплу воду (20-36<sup>0</sup>С) на 5-10хв;

- категорично забороняється занурювати обмороження частини в гарячу воду;

- після ванни осушити шкіру не розтиранням, а прикладаючи рушник;

- змастити поверхню маззю, покласти марлеву пов'язку;

- звернутися до лікаря.

При попаданні хладону в очі:

- промити їх струменем води кімнатної температури;

- якщо роздратування не минуло, то промити очі слабким розчином борної кислоти а кухонної солі з концентрацією не вище 2%;

- звернутися до лікаря.

Перша допомога при опіках. Опіки бувають:

- термічні - викликані вогнем, парою, гарячими предметами і речовинами;

- електричні - викликані впливом електричного струму або електричної дуги.

За глибиною ураження всі опіки діляться на чотири ступені:

- перша - почервоніння і набряк шкіри;

- друга - водяні бульбашки;

- третя - омертвіння шкіри;

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- четверта - обвуглювання шкіри, ураження м'язів, сухожилів і кісток. При невеликих за площею опіків першого і другого ступеня потрібно накласти на звільнену ділянку шкіри стерильну пов'язку.

При наданні першої допомоги потерпілому, щоб уникнути зараження не можна торкатися руками обпалених ділянок шкіри або змащувати їх мазями, жирами, маслами і т.ін.

При опіку другого ступеня не можна відкривати пухирі, так як, видаляючи їх, легко можна здерти обпалену шкіру і тим самим створити сприятливі умови для зараження рани.

При важких і великих опіках потерпілого необхідно загорнути в чисте простирадло або тканину, не роздягаючи його, укрити «тепліше», напоїти теплим чаєм і створити спокій до прибуття лікаря.

При опіках очей слід робити холодні примочки з розчину борної кислоти (половина чайної ложки кислоти на склянку води) і негайно направити потерпілого до лікаря.

У разі загоряння одягу забороняється бігти, так як вітер, роздуваючи полум'я, збільшиться і посилить опік. Потрібно збити полум'я водою або накинути на постраждалого будь-яку щільну тканину.

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

Особливу увагу слід приділити підприємствам, на яких «викидаються» в атмосферу вторинні енергоресурси, що можуть бути використані як низьпотенційне джерело теплоти для теплового насоса.

Встановлення теплових насосів джерелом енергії для яких є зворотня вода системи охолодження або низькопотенційне тепло холодильних парів дозволяє зменшити споживання газу та вплив на екологію

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.

					00.МР.142.003.26 ПЗ			
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	Висновки	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Ковтун І.В.						
Керівник		Грищенко Р.В.						
Консультант								
Н. Контр.								
Затвердив		Петренко В.П.				ХМ-2-9М		

## 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. Ткаченко, С. Й. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання: монографія / С. Й. Ткаченко, О. П. Остапенко. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 176 с.

3. Термодинамічна ефективність теплонасосних схем коедиціонування повітря / М.К. Безродний, Т.В. Дранік // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – № 6. – с. 23–28.

4. Ефективність теплонасосних систем опалення з використанням теплоти попередньо підігрітого атмосферного повітря / М.К. Безродний, Н.О. Притула // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 5/8. – с. 24–28.

5. Термодинамічна ефективність теплонасосних систем повітряного опалення та вентиляції з рекуператором теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря / М.К. Безродний, М.А. Галан // Енергетика:економіка, технології, екологія. – 2012. - №1. с. 103-110.

6. 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.

7. ДСТУ EN 1861: 2005 Холодильні установки та теплові насоси. Структурні схеми систем схеми трубопроводів та функціональні схеми. Креслення та Позначення (EN 1861: 1998, IDT).

8. НПАОП 0.00-1.51-88. Правила будови і безпечної експлуатації фреонових холодинних установок.

					<b>00.MP.142.003.26 ПЗ</b>			
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ковтун І.В.			Список використаної літератури	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Грищенко Р.В						
Консультант						ХМ-2-9М		
Н. Контр.								
Затвердив		Петренко В.П.						

9. ПБ 03-576-03 НПАОП 0.00-1.59-87. Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

10. ПУЕ-2021 Правила улаштування електроустановок.

11. ДНАОП 1.1.10-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок.

13. ДСТУ EN 378-2: 2005 Холодильні установки та теплові насоси безпека та екологі вимоги. Частина 2. Проектування, спорудження, випробування, маркування та документація (EN 378-2: 2000, IDT).

14. ДСТУ EN 378-3: 2005 Установки холодильні та теплові насоси. Безпека і екологічні вимоги Частина 3. Місце встановлення та захист персоналу (EN 378-3: 2000, IDT).

15. ДСТУ EN 378-4: 2005. Холодильні установки та теплові насоси. Безпека і екологічні вимоги Частина 4. Експлуатація, технічне обслуговування, ремонт і оновлення (EN 378-4: 2000, IDT).

16. ДСТУ Б Д.2.6-6: 2012. Кошторисні норми на пусконаладжувальні роботи. Холодильні компресорні установки (Збірник 6) (ДБН Д.2.6-6-2000, MOD).

					00.MP.142.003.26 ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **Додатки**

## Тепловый насос Bosch Compress 7000 LW

## 8.2.1 Тепловой насос (54–80 кВт)

	Ед.изм.	54-2 LW	64-2 LW	72-2 LW	80-2 LW
<b>Рассол/вода</b>					
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
<b>Рассольный контур</b>					
Подключение труб рассольного контура	мм	Victaulic 76,1			
Подключение труб теплоносителя	мм	Victaulic 76,1			
Рабочее давление в рассольной системе, макс./мин.	бар	6/1,5			
Температура рассола на входе, макс./мин.	°В	30/-5			
Температура рассола на выходе рассольного 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 рассольном контуре (этиленгликоль 30%) (Δ 3°C)	л/с	3,4	4,0	4,6	5,0
Номинальный расход в рассольном контуре (этанол 25% по массе) (Δ 3°C)	л/с	3,1	3,7	4,3	4,6
Внутренняя потеря давления в рассольном контуре (этиленгликоль 30%)	кПа	23	29	22	25
Внутренняя потеря давления в рассольном контуре (этанол 25 % по массе)	кПа	19	24	18	21
<b>Отопительная система</b>					
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
<b>Компрессор</b>					
Компрессор		Винтовой			
Макс. температура подающей линии	°В	68			
Хладагент R410A (CO <sub>2</sub> e)	(тонны)	19,8	19,4	22,1	22,6
Звуковая мощность <sup>1)</sup> (уровень 1–2)	дБА	57-63			

Таб. 2 Техническая документация

	Ед.изм.	54-2 LW	64-2 LW	72-2 LW	80-2 LW
<b>Электрические характеристики</b>					
Электрический монтаж		400 В 3 N- 50 Гц (+/-10%)			
Электрический нагреватель (внешний)	кВт	6 - 42			
Предохранитель gI- 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 <sup>2)</sup>	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
<b>Общие характеристики</b>					
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.

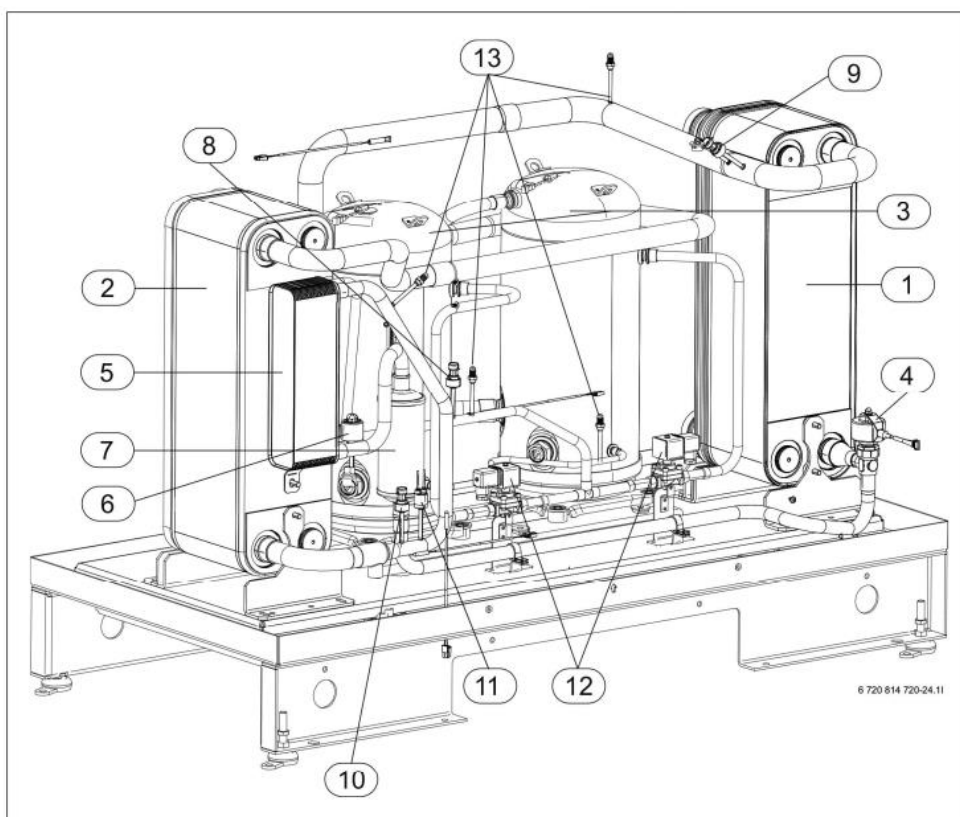


Рис. 9 Компоненты теплового насоса (54–80 кВт)

- [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 ІНЖ ТП-100-50-85

Розбірний пластинчастий теплообмінник: **ІНЖ ТП-100-50-85****Призначення: Опалення**

Розрахункові данні:	Тепла сторона	Холодна сторона
<b>Теплоносій:</b>	<b>Вода</b>	<b>Propylene Glycol/Water 30/70</b>

Витрата масова:	[кг/с]	15.60	---	[кг/с]	21.49
Витрата об'ємна:	[м3/год]	56.159	---	[м3/год]	74.740
Температура на вході:	[°C]	12.00	---	[°C]	4.00
Температура на виході:	[°C]	7.00	---	[°C]	8.00

**Фізичні характеристики:**

Дин.в'язкість:	[спз]	1.195	1.358	5.958	4.982
Щільність:	[кг/м3]	999.6	1001	1036.	1035
Теплоємність:	[кДж/кгК]	4.199	4.204	3.807	3.818
Теплопровідність:	[Вт/мК]	0.619	0.616	0.426	0.431
Конд.ентальпія:	---	---	---	---	---
Тиск пари:	---	---	---	---	---
Роб.тиск:	---	---	---	---	---

**Характеристики апарата:**

Теплова потужність:	[кВт]	327.79	
Повна теплопередаюча поверхня:	[м2]	41.50	
Середньологар. різниця температур:	[К]	3.48 / 3.48	
Коеф.теплопередачі необх./факт.:	[Вт/м2К]	2272 / 2313	
Фактор забруднення:	[м2К/Вт]	0.0000077	
Запас теплообмінної поверхні:	[%]	1.78	
Втрати тиску:	[кПа]	24.216	[кПа] 24.323
Кількість ходів:		1	1
Загальна кількість каналів:		84	
Тип каналів:		33*HK + 9*LK	

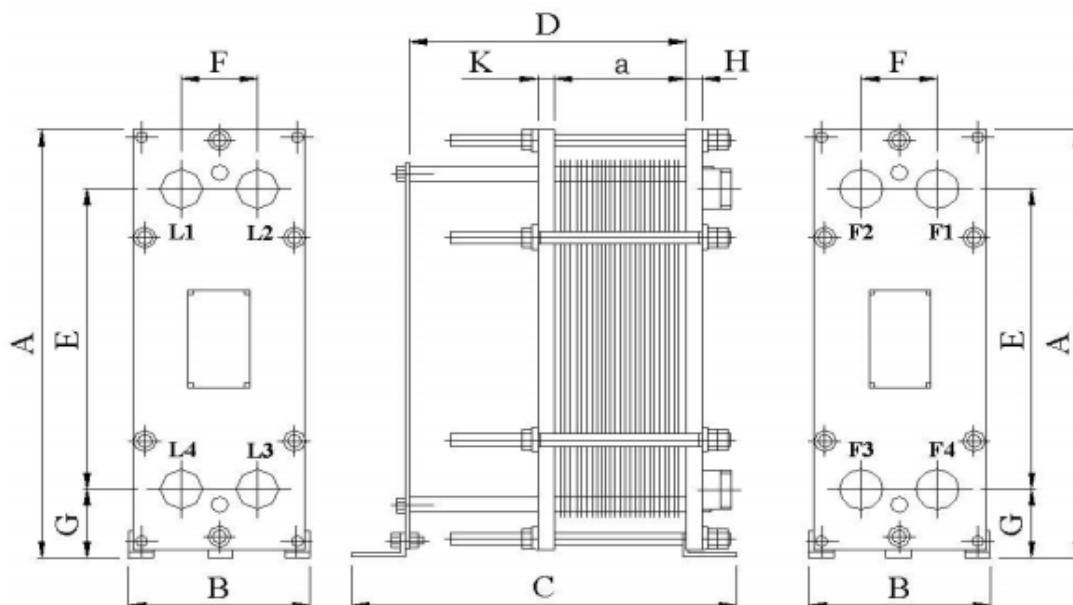
**Конструкція апарата:**

Об'єм:	[дм3]	40.950	70.980
Розрахунковий тиск:	[barg]	16	
Тиск гідровипробувань:		20,8	
Макс.роб.температура:	[°C]	150.00	
Матеріал:	пластини -	1.4404 (0.50 mm)	
	ущільнення -	EPDM HT	
	рама -	вуглецева сталь	
Приєднання:	тепл.сторона	F1=>F4 під фланець DN 100	
	хол.сторона	F3=>F2 під фланець DN 100	

Габаритні розміри та схема приєднання теплообмінника

ІНЖ ТП-100-50

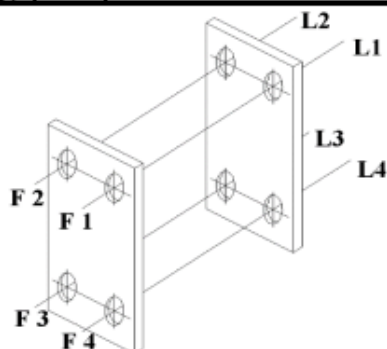
85 пласт.



1	A	Загальна висота	1826	мм.
2	B	Загальна ширина	580	мм.
3	C	Загальна довжина	1095	мм.
4	D	Довжина направляючої	995	мм.
5	E	Вертикальна відстань між патрубками	1388	мм.
6	F	Горизонтальна відстань між патрубками	225	мм.
7	G	Відстань від рівня підлоги до нижнього патрубка	204	мм.
8	H	Товщина нерухокої плити	36	мм.
9	K	Товщина рухокої плити	36	мм.
10	a	Загальна довжина пакета пластин	263,5	мм.

Одноступеневий теплообмінник

Поз	Ду	Тип приєднання	Теплоносіє		
F1	100	Фланцеве	Вхід гріючої води (T1)	12,00	°C
F2	100	Фланцеве	Вихід Propylene Glycol/Water 30/70 (T11)	8,00	°C
F3	100	Фланцеве	Вхід Propylene Glycol/Water 30/70 (T21)	4,00	°C
F4	100	Фланцеве	Вихід гріючої води (T2)	7,00	°C
L1					°C
L2					°C
L3					°C
L4					°C



Теплообмінник пластинчатий розбірний  
ІНЖ ТП-100-50

призначений для здійснювання  
теплообміну між рідинами та між  
рідиною та паром, в системах гарячого  
водозабезпечення, опалення, та в  
інших цілях.

Вага теплообмінника 1000 кг

## Насос контуру холодопостачання

**wilo**

Ответственный  
E-Mail  
Телефон

Клиент

Ответственный  
E-Mail  
Телефон

### Технические данные

Насос с сухим ротором Standard одинарный  
IPL 80/140-1,1/4 PN 10

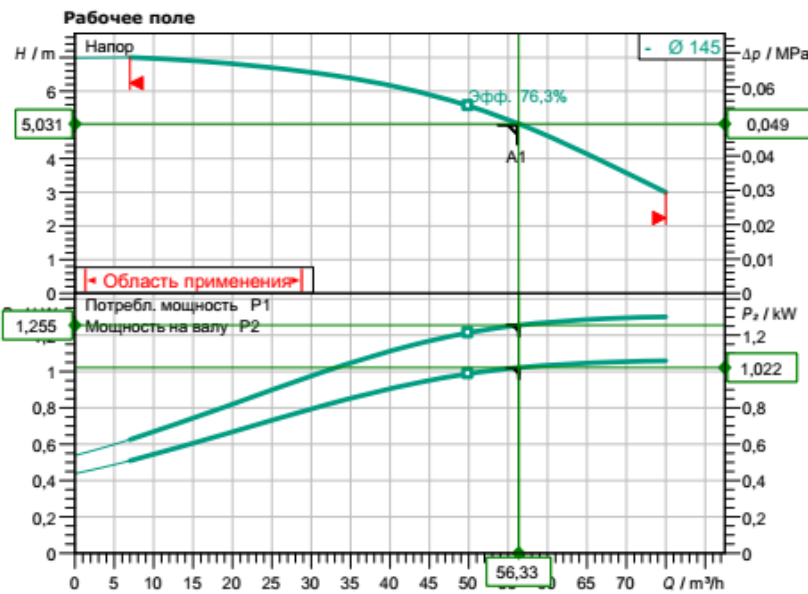
Имя проекта Дарница утилизация тепла

Номер проекта 26DFCB94-FC66-48FA-A008-D7ECADFEA51C

Место установки

Номер позиции клиента Насос охлаждающей стороны общий

Дата 08.10.20



#### Задать рабочие параметры

Производительность 56,16 m<sup>3</sup>/h  
 Напор 5,00 m  
 Перекачиваемая жидкость Вода 100 %  
 Температура перекачиваемой жидкости 12,00 °C  
 Плотность 999,40 kg/m<sup>3</sup>  
 Кинематич. вязкость 1,23 mm<sup>2</sup>/s

#### Гидравлические данные (Рабочая точка)

Производительность 56,33 m<sup>3</sup>/h  
 Напор 5,03 m  
 Мощность на валу P2 1,02 kW  
 Гидравлический КПД 75,31 %  
 NPSH 4,93 m

#### Данные продукта

Насос с сухим ротором Standard одинарный  
 IPL 80/140-1,1/4 PN 10  
 Мах. рабочее давление 1 MPa  
 Температура перекачиваемой жидкости 0... +120 °C  
 Макс. Температура окр. Среды 40 °C  
 Минимальный индекс эффективности (IMEI)

#### Данные мотора

Класс эффективности мотора IE2  
 Подключение к сети 3~ 400 V / 50 Hz  
 Допустимый перепад напряжения ±10 %  
 Номинальная частота вращения 1450 1/min  
 Ном. Мощность P2 1,10 kW  
 Номинальный ток 2,50 A  
 Коэффициент мощности 0,78  
 КПД 50% / 75% / 100% 77,6/ 80,6/81,4%  
 Вид защиты IP 55  
 Класс изоляции F  
 Защита электродвигателя Нет

#### Присоединительные размеры

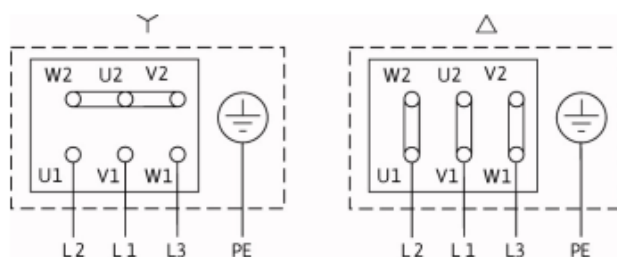
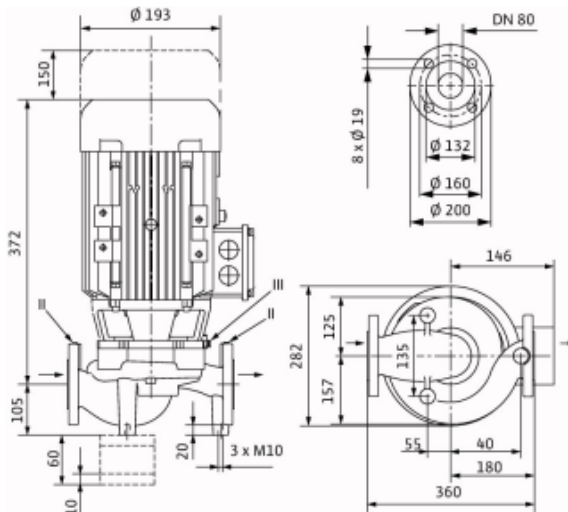
Патрубок на стороне всасывания DN 80, PN 10  
 Патрубок с напорной стороны DN 80, PN 10  
 Габаритная длина 360 mm

#### Материалы

Корпус насоса EN-GJL-250  
 Рабочее колесо PPO-GF30  
 Промежуточный корпус EN-GJL-250  
 Вал насоса 1.4021 [AISI420]  
 Скользящее торцевое уплотнение

#### Данные для заказа

Вес, прим. 42,3 kg  
 Номер позиции 2129208



## Насос гліколевого контуру



Ответственный  
E-Mail  
Телефон

Клиент

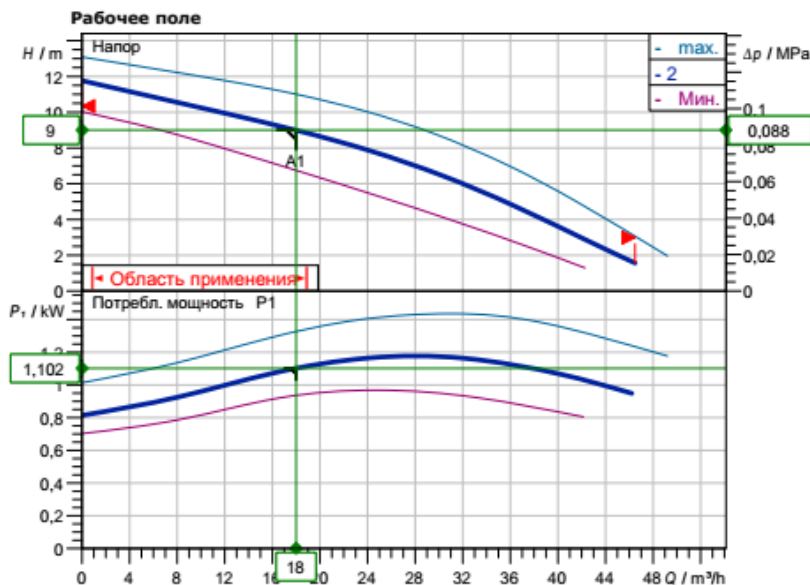
Ответственный  
E-Mail  
Телефон

### Технические данные

Насос с мокрым ротором Standard  
TOP-S 65/13 3~ PN 6/10

Имя проекта Дарница утилизация тепла  
Номер проекта 26DFCB94-FC66-48FA-A008-D7ECADFEA51C  
Место установки  
Номер позиции клиента Насос гліколевого контуру

Дата 08.10.20



#### Задать рабочие параметры

Производительность 18,00 m³/h  
Напор 9,00 m  
Перекачиваемая жидкость Вода 100 %  
Температура перекачиваемой жидкости 70 °C  
Плотность 999,40 kg/m³  
Кинематич. вязкость 1,23 mm²/s

#### Гидравлические данные (Рабочая точка)

Производительность 18,00 m³/h  
Напор 9,00 m  
Потребл. мощность P1 1,10 kW

#### Данные продукта

Насос с мокрым ротором Standard  
TOP-S 65/13 3~ PN 6/10  
Мак. рабочее давление 1 MPa  
Температура перекачиваемой жидкости ... +130 °C  
Макс. Температура окр. Среды 40 °C  
Минимальный подпор при 50 / 95 / 110°C 3/ 10/ 16 m

#### Данные мотора

Подключение к сети 3~ 400 V / 50 Hz  
Допустимый перепад напряжения ±10 %  
макс. частотой вращения; 2800 1/min  
Ном. Мощность P2 1,1 kW  
Потребл. мощность P1 1,45 kW  
Потребление тока 2,93 A  
Вид защиты IP X4D  
Класс изоляции H  
Защита электродвигателя Встроенная  
Создаваемые помехи EN 61000-6-3  
Помехозащищенность EN 61000-6-2  
Резьбовой ввод для кабеля 2x13.5

#### Присоединительные размеры

Патрубок на стороне всасывания DN 65, PN 6/10  
Патрубок с напорной стороны DN 65, PN 6/10  
Габаритная длина 340 mm

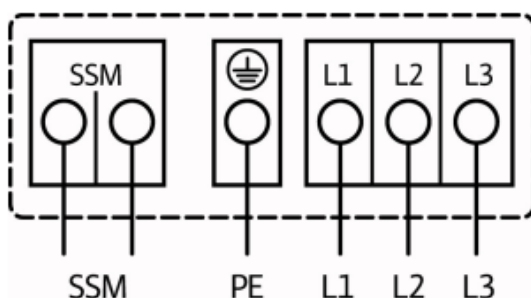
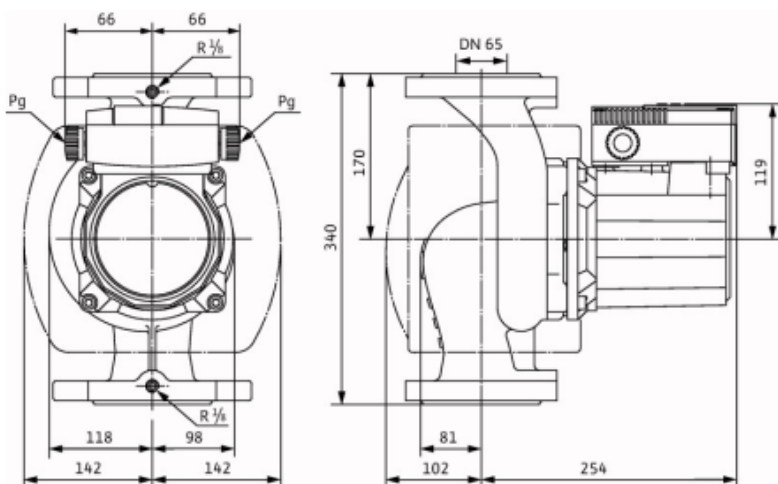
#### Материалы

Корпус насоса Серый чугун (EN-GJL-250)  
Рабочее колесо Синтетический материал (PP - 50%)  
Вал насоса Нержавеющая сталь (X46Cr13)  
Подшипники Металлографит

#### Данные для заказа

Вес, прим. 27,2 kg  
Номер позиции 2080060

Изделие Wilo



## Насос контуру теплостачання



Ответственный  
E-Mail  
Телефон

Клиент

Ответственный  
E-Mail  
Телефон

### Технические данные

Насос с мокрым ротором Standard  
TOP-S 40/15 3~ PN 6/10

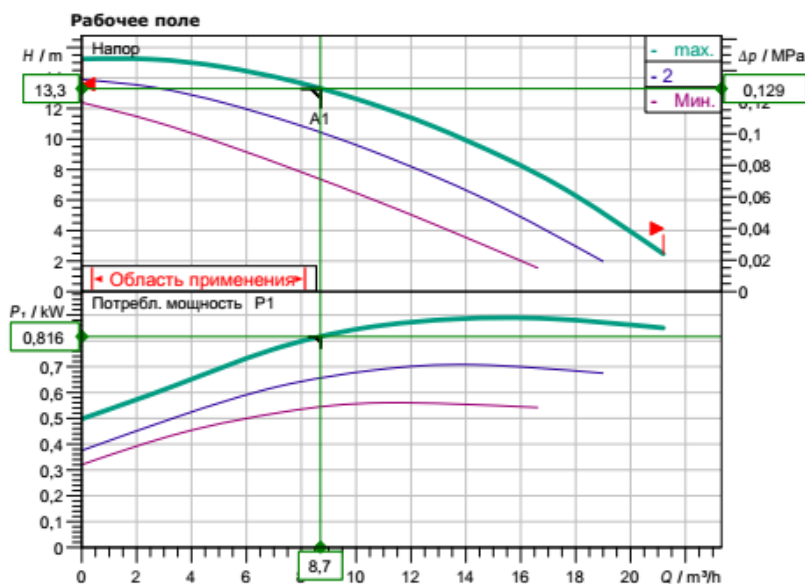
Имя проекта Дарница утилизация тепла

Номер проекта 26DFCB94-FC66-48FA-A008-D7ECADFEA51C

Место установки

Номер позиции клиента Насос контура теплоснабжения

Дата 08.10.20



#### Задать рабочие параметры

Производительность 8,70 м³/ч  
Напор 13,30 м  
Перекачиваемая жидкость Вода 100 %  
Температура перекачиваемой жидкости 50,00 °C  
Плотность 985,70 кг/м³  
Кинематич. вязкость 0,51 мм²/с

#### Гидравлические данные (Рабочая точка)

Производительность 8,70 м³/ч  
Напор 13,30 м  
Потребл. мощность P1 0,82 kW

#### Данные продукта

Насос с мокрым ротором Standard  
TOP-S 40/15 3~ PN 6/10  
Мак. рабочее давление 1 МПа  
Температура перекачиваемой жидкости 50 °C ... + 130 °C  
Макс. Температура окр. Среды 40 °C  
Минимальный подпор при 50 / 95 / 110°C 3/ 10/ 16 м

#### Данные мотора

Подключение к сети 3~ 400 V / 50 Hz  
Допустимый перепад напряжения ± 10 %  
макс. частотой вращения; 2800 1/min  
Ном. Мощность P2 0,57 kW  
Потребл. мощность P1 0,91 kW  
Потребление тока 1,84 A  
Вид защиты IP X4D  
Класс изоляции H  
Защита электродвигателя Встроенная  
Создаваемые помехи EN 61000-6-3  
Помехозащищенность EN 61000-6-2  
Резьбовой ввод для кабеля 2x13.5

#### Присоединительные размеры

Патрубок на стороне всасывания DN 40, PN 6/10  
Патрубок с напорной стороны DN 40, PN 6/10  
Габаритная длина 250 mm

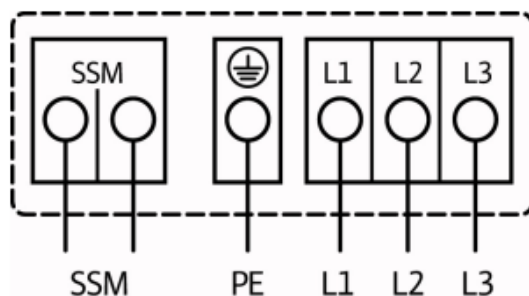
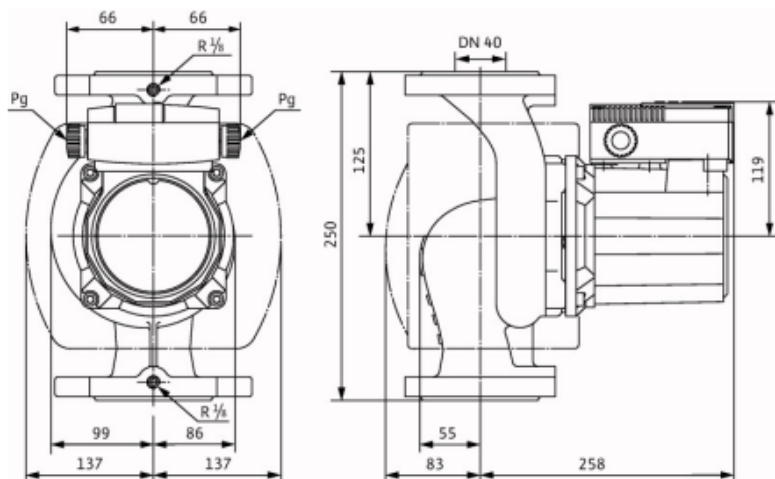
#### Материалы

Корпус насоса Серый чугун (EN-GJL-250)  
Рабочее колесо Синтетический материал (PP - 50%)  
Вал насоса Нержавеющая сталь (X46Cr13)  
Подшипники Металлографит

#### Данные для заказа

Вес, прим. 20,8 kg  
Номер позиции 2080047

Изделие Wilo



## Компресор

Copeland Scroll®

50Hz

ZH75KCE-TFD

R134a

## Copeland Scroll - Heating - Heating - Heat Recovery

## COMPRESSOR MECHANICAL AND PHYSICAL DATA

Displacement @ 50 Hz, cu.m/h	43.3
Length/Width, mm	264/285
Height, mm	552
Net Weight, kg	66.2
Stub Suction, inch	1 3/8
Stub Discharge, inch	7/8
Oil Quantity, l	3.38
Base mounting (hole dia), mm	190 x 190 (8.5)
Sound Pressure @ 1m, dBA	71
Sound Power, dBA	82
PED Category	2
Internal Free Volume, l	14
High Side PS, bar(g)	32
Low Side PS, bar(g)	20
Low Side TS Max., °C	52
Low Side TS Min., °C	-35

## COMPRESSOR ELECTRICAL DATA (380/420V - 3~ - 50Hz)

Maximum Operating Current, A	34.3
Locked Rotor Current, A	174
Winding Resistance, ohm	0.83
Default Enclosure Class	IP 21 (IEC 34)

## ACCESSORIES INCLUDED

Discharge Temperature Protection	ASTP Therm-O-Disc In Scroll
Enclosure Class	IP21
Mounting Grommets	Rubber Grommet For Single
Oil Service Valve	Schraeder Valve
Check Valve (NRV)	Discharge Low Leak Check Valve

## ACCESSORIES OPTIONAL

Crankcase Heater	66W External
Enclosure Class	IP66 With Molded Plug
Mounting Grommets	Hard Mounts for Paralleling
Adapter Kit	R1"1/4 -B 1"1/8 For TPTL for Parallel Operation
Oil Control System	ALCO Trax-Oil OM3
Sound Attenuation	Sound Shell (12 dBA)

## MOTOR OPTIONS

Power Supply	Nominal Voltage	Motor Code	Start Connection	DOL Connection	Amps Factor
380-420 V/3~/50H	400	TFD		Y	1,00
200-220 V/3~/50H	200	TW5		Y	2,30
460 V/3~/60Hz	460	TFD		Y	1,04
575 V/3~/60Hz	575	TWE		Y	0,80
380 V/3~/60Hz	380	TW7		Y	1,26
200-230 V/3~/60H	230	TW5		Y	2,30

Електронні розширювальні вентилі

**Справочник по установке  
электронных  
терморегулирующих вентилей**

**CAREL**



**Руководство пользователя**

ПРОЧИТАЙТЕ И СОХРАНИТЕ  
ДАННУЮ ИНСТРУКЦИЮ

Привід електронного розширювального вентиля

# EVD evolution

Привод электронного расширительного вентиля

# CAREL



## **(RUS)** Руководство пользователя

→ **ПРОЧИТАЙТЕ И СОХРАНИТЕ  
ДАННУЮ ИНСТРУКЦИЮ** ←  
**READ AND SAVE  
THESE INSTRUCTIONS**

  **NO POWER  
& SIGNAL  
CABLES  
TOGETHER**  
READ CAREFULLY IN THE TEXT!

Контроллер теплового насоса



**μChiller**

Чиллер / контроллер теплового насоса



# РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ



μChiller

+0300053RU - RUS

Up to date version available on

[www.carel.com](http://www.carel.com)