

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж та обслуговування

систем кондиціювання і

вентиляції повітря»

Група: БКВ - 04

Дипломний проєкт

студента денного відділення

БКВ 04. 31. 000 ДП ПЗ

Юренко Андрія
Васильовича

м. Одеса - 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж та обслуговування
Систем кондиціювання і вентиляції
повітря»
Група БКВ - 04

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
БКВ 04. 31. 000 ДП ПЗ

До дипломного проекту на тему:

Розробка теплового насосу для приватного будинку площею 130 м²,
Одеська обл.

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки
на _____ сторінках та графічного матеріалу на _____ аркушах.

Дипломник _____ (Юренко А.В.)

Керівник проекту _____ (Петушенко С.М.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Коробкіна О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД _____ (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Голова предметної комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “_____” _____ 2023 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ Куриленко В.О.

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»

Дата видачі завдання
«20» лютого 2023 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2023 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“20” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Прізвище, ім'я та по батькові: **Юренко Андрій Васильович**
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Системи кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту: Розробка теплового насосу для приватного будинку площею 130 м²,
Одеська обл. _____

Стверджена наказом по коледжу від «17» 10 2022 р. № 235-А2-ОД

Вихідні дані для проекту: температура зовнішнього повітря взимку – -18°C

відносна вологість зовнішнього повітря влітку – 81 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Вступ

1. Загальна частина

- 1.1 Вихідні дані проекту
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Розрахунково-конструкторська частина

- 2.1 Розрахункові дані проекту
- 2.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання
- 2.3 Розрахунок вологовиділень об'єкту завдання
- 2.4 Зведена таблиця тепло і вологоприпливів об'єкту завдання
- 2.5 Визначення витрати повітря припливної установки
- 2.6 Побудова в d,h-діаграмі процесів обробки повітря
- 2.7 Розрахунок і вибір і обладнання припливної установки
- 2.8 Розрахунок основного холодильного обладнання
- 2.9 Розрахунок обладнання вентиляційної мережі

3. Організаційна частина

- 3.1 Вибір системи і приладів автоматичного регулювання системи кондиціювання і вентиляції повітря

4. Економічна частина

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Використана література

Графічна частина

Графічний Аркуш 1. Аксонометрична схема повітророзподільної мережі системи кондиціонування або холодопостачання

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціонування і вентиляції повітря

Графічний Аркуш 3. Технічне креслення обладнання

Графічний Аркуш 4. Технічне креслення обладнання

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	29 - 31.05.2023
2. Розрахунково-конструкторська частина	01 - 07.06.2023
3. Організаційна частина	08 - 09.06.2023
4. Аркуш 1, 2	10 - 11.06.2023
5. Економічна частина	12 - 14.06.2023
6. Аркуш 3, 4	15 - 17.06.2023
7. Організаційна частина	18.06.2022
8. Охорона праці	19.06.2023
Попередній захист	20.06.2023
Захист дипломного проекту	28 - 30.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні кафедри енергетичного машинобудування

Протокол № 2 від “ 13” вересня 2022 р.

Завідувач кафедрою _____ (Хмельнюк М.Г.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Петушенко С.М.)

[illegible]

ВСТУП.

Щороку у світі виробляється та продається сотні тисяч теплових насосів.

Газифікувати свій будинок - це не найприйнятніший і найдешевший варіант. Відстань до газових магістралей більш ніж 200 метрів підвищує вартість цієї витівки до золотії.

Насправді найбільші капіталовкладення під час придбання та установки вимагають виключно геотермальні теплові насоси, в яких використовується джерело тепла ґрунт або підземні води. Це пов'язано з особливостями технології: при монтажі геотермального теплового насоса необхідно або укласти горизонтальні колектори, або проводити бурові роботи з подальшим зануренням вертикальних зондів.

При монтажі повітряного теплового насоса вкладення будуть значно нижчими через відсутність ґрунтових робіт. Наприклад, модель aroTHERM split виробника Vaillant складається із зовнішнього блоку, який встановлюється на зовнішній стіні будинку або прилеглої території, і внутрішнього блоку - в котельні або в технічних приміщеннях будинку. У базовій комплектації вбудовані всі необхідні елементи: циркуляційний насос, 3-ходовий пріоритетний клапан для підключення бойлера непрямого нагріву, розширювальний бак, електронний блок керування тепловим насосом.

Насправді слово тепло в назві теплового насоса має на увазі не тільки режим опалення. Додатково є режим охолодження, режим нагрівання гарячої води в бойлері та навіть можливість нагрівання басейну. І все це за допомогою теплового насоса, до якого підключаються додаткові споживачі тепла, крім системи опалення.

Теплові насоси, як і електричний котел, працює від електричної мережі. Але в разі ефективніший і залежить від коефіцієнта перетворення конкретного тепло насоса. Коефіцієнт перетворення – це відношення отриманої теплової енергії до кількості спожитої електрики, яка витрачається

					БКВ04. 031. 000. ДП ПЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

на роботу компресорного блоку насоса. І якщо електричний котел дає стільки ж теплової енергії, скільки й споживає електроенергії, то тепло насос «їсть» у 3-6 разів менше. Наприклад, для отримання 10 кВт/год тепла геотермальній установці потрібно 2-2,5 кВт/год електроенергії - і його коефіцієнт перетворення дорівнює 4-5. У теплових насосах повітря – вода середній річний коефіцієнт дорівнює 3-м.

У королівстві Швеція, в якій холодніша зима, ніж в Україні, теплові насоси встановлюються в кожному 2-му приватному будинку, а у Фінляндії продаж тепло насосів зріс на 50% за останні 5 років.

Навіть у найсуворіших краях ґрунт має конкретну глибину промерзання, і нижче цього значення температура буде плюсовою. Тому розподільні колектори геотермальних теплових насосів встановлюються нижче за глибину промерзання землі.

А ось повітряний тепловий насос також працює при негативній температурі лише за певних умов. Наприклад, тепловий насос aroTHERM split обладнаний вбудованими ТЕНами, які захищають зовнішній блок від замерзання. Також це і є додатковий догрів у пікові морози, який включається вкрай рідко у нашій країні.

Тепловий насос, як основне джерело тепла в будинку?

Що стосується геотермального теплового насоса, то тут все просто - точно обігріє будинок за будь-якої температури зовнішнього повітря, будучи основним або навіть єдиним джерелом тепла. А от із повітряними тепловими насосами не все так однозначно. За умови, що у вас низькотемпературна система опалення (теплі підлоги та/або радіатори опалення підібрані під низьку температуру теплоносія), то в 75% часу опалювального сезону установка повітря-вода буде працювати як основне джерело тепла. І тільки в 25% випадків включиться піковий догрівач, вбудований ТЕН теплонасоса або окремий електрокотел.

					БКВ04. 031. 000. ДП ПЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Щоб правильно вибрати тепловий насос, необхідно врахувати індивідуальні особливості Вашої системи. Коефіцієнт перетворення геотермальних теплових насосів будь-якої пори року становить 4,5-5 в низькотемпературних системах. У теплових насосах повітря вода цей показник буде знижено еквівалентно зниженню температури на вулиці. При нульовій температурі повітряний тепловий насос видає COP 3,5, але при -20°C коефіцієнт дорівнює 1, тому що включиться електричний догрів. А враховуючи, що середня температура в опалювальний сезон дорівнює -2°C по Одеській області, то для холодної 5-денки на рік при -22°C цілком достатньо вбудованого пікового догрівача або окремого електричного котла як резервного джерела тепла. Важливо врахувати, що у високотемпературних системах з радіаторним опаленням використання повітряного теплового насоса менш виправдане через значне зниження COP, тому для реконструкцій у старі системи більше підходить геотермальна установка.

					БКВ04. 031. 000. ДП ПЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані проєкту

Розробка теплового насосу для приватного будинку площею 130 м²,
Одеська область.

Кліматологічні данні для Одеської області:

температура зовнішнього повітря:

влітку – 32°C

взимку – -18°C

відносна вологість зовнішнього повітря:

влітку – 55 %

взимку – 81 %

Географічна широта 46°29'08" пн. ш.



Рис.1.1 Будинок площею 130 м. кв.

					БКВ04.031. 001. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.1.2 План одноповерхового будинку площею 130 м. кв.



Рис.1.3 Розріз одноповерхового будинку 130 м. кв.

					БКВ04.031. 001. ДП. ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Планування одноповерхового будинку 130 м² включає три спальні, санвузол, суміщений з пральною, топкову. Така кількість приміщень та їхнє вдале розташування забезпечать комфортне проживання в будинку та зроблять повсякденне побутове життя простіше. План одноповерхового будинку 130 м кв. – ідеальне рішення для сім'ї з 4-5 мешканців.

Красивий чотирисхилий дах, стіни, цоколь і декоративні елементи фасаду облицьовані клінкерною плиткою в двох відтінках.

Стіни - цегла пустотіла, перекриття - залізобетонні плити.

Дах - кінцеве перекриття - профнастил покрівельний ПК-20 оцинкований лист з кольоровим полімерним покриттям, товщина 0,4 мм розмір 1,5 X 1,16м, утеплення даху 300 мм.

Вікна - дерев'яні, подвійний енергозберігаючий склопакет, розмір вікон 2 x 1,40 м- 5 штук, 1 x 1,4 – 2 штуки.

Вхідні двері - дерев'яні, подвійний енергозберігаючий склопакет.

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи вентиляції і кондиціювання повітря для приватного будинку площею 130 м², Одеська обл. з середнім рівнем собівартості за одиницю холоду (2,56 грн. за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

Собівартість одиниці холоду є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Отже, проєкт системи вентиляції і кондиціювання повітря для приватного будинку площею 130 м², Одеська обл. можна вважати доцільним та економічно вигідним.

					БКВ04.031. 001. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахункові дані проєкту

Розробка теплового насосу для приватного будинку площею 130 м², Одеська обл.

Одеська область знаходиться у південній кліматичній зоні України і має такі розрахункові параметри:

- розрахункова літня температура 32 °С;
- розрахункова літня відносна вологість 55 %;
- розрахункова зимова температура -18°С;
- розрахункова зимова відносна вологість 88 %.

В літній період приймається температура у приміщеннях 22°С, 20°С.

Температура всередині приміщень будівлі в зимовий період приймаємо 20°С. Відносна вологість у приміщеннях має бути у межах 30-60%.

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання

Втрати теплоти через огорожувальні конструкції

Теплові втрати з приміщення через його огорожувальні конструкції можуть бути як основними так і додатковими. Визначаються для кожного типу окремо.

$$Q_{ог.і} = (1/r_i)F_i\Delta t_i(1 + \Sigma\beta)_i n_i \cdot 10^{-3} \quad (2.1)$$

або

$$Q_{ог.і} = K_i F_i \Delta t_i (1 + \Sigma\beta)_i n_i \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

де r_i – питомий термічний опір теплопередачі елемента огорожувальної конструкції, $(m^2 \cdot K)/Вт$;

F_i – поверхня елемента огорожувальної конструкції, що передає теплоту, m^2 ;

Δt_i – розрахункова різниця температур між внутрішнім та зовнішнім повітрям, $^{\circ}C$;

n_i – коефіцієнт, що вводиться як поправка на розрахунковий перепад температур, залежить від геометричного розташування елемента та його типу (згідно СНиП II-3-79*, $n=1$ для всіх зовнішніх стін даного будинку);

$\Sigma\beta$ – додаткові втрати теплоти в частках до основних;

K_i – коефіцієнт теплопередачі елемента огорожувальної конструкції, $Вт/(m^2 \cdot K)$.

Термічний опір теплопередачі

$$r_i = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.3)$$

де $\alpha_{вн} = 8,7 \text{ Вт}/(m^2 \cdot K)$ та $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(m^2 \cdot K)$ – коефіцієнти тепловіддачі для внутрішнього та зовнішнього повітря;

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

δ_i та λ_i – товщина (м) та теплопровідність (Вт/(м·К)) матеріалів окремих шарів огорожень.

Температурний напір для приміщень, що межують з оточуючим середовищем:

$$\Delta t = t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}, ^\circ\text{C}. \quad (2.4)$$

Температурний напір для частин будинку, що межують з неопалюваними приміщеннями такими як горище чи підвал:

$$\Delta t_{\text{бок}} = \Delta t_{\text{гор}} = t_{\text{вн}} - t_{\text{гор}}, ^\circ\text{C}. \quad (2.5)$$

Розрахунки тепловтрат проводимо за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Розрахунок тепловтрат будинку

Початкові дані:

Місто:

Мінімальна температура, °C:
Середня температура повітря у найхолоднішу п'ятиденку року

Температура в приміщенні, °C:
Бажана температура повітря в приміщенні. Наприклад, 20°C

- Тепловтрати через стіни

Вид фасаду:

Площа зовнішніх стін, м²:
За винятком площі віконних і дверних прорізів

Перший шар

Матеріал:

Товщина, см:

Другий шар

Матеріал:

Товщина, см:

Третій шар

Розрахувати

Тепловтрати через стіни, Вт: **2679**

Рис. 2.1 Тепловтрати через стіни.

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-

Тепловтрати через вікна

Вікна першого типу

Вид засклення:

Двокамерний склопакет 4-6-4-6-4

Площа вікон, м²

16,8

Вікна другого типу

Розрахувати

Тепловтрати через вікна, Вт

1520

Рис. 2.2 Тепловтрати через вікна.

-

Тепловтрати через стелю

Вид стелі:

Стеля під неопалюваним горищем

Площа стелі, м²

158,96

Перший шар

Матеріал:

Залізобетон

Товщина, см

40

Другий шар

Матеріал:

Пінополістирол

Товщина, см

20

Третій шар

Матеріал:

Цементно-піщаний розчин

Товщина, см

50

Розрахувати

Тепловтрати через стелю, Вт

1416

Рис. 2.3 Тепловтрати через стелю.

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-

Тепловтрати через підлогу

Вид підлоги:

Над холодним підвалом, що сполучається ▾

Площа підлоги, м²

158,96

Перший шар

Матеріал:

Деревина ▾

Товщина, см

50

Другий шар

Розрахувати

Тепловтрати через підлогу, Вт

1810

Рис. 2.4 Тепловтрати через підлогу.

-

Тепловтрати на інфільтрацію

Житлова площа, м²

158,96

Розрахувати

Тепловтрати на інфільтрацію, Вт

6156

Рис. 2.5 Тепловтрати на інфільтрацію.

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунку:	
Сумарні тепловтрати, Вт	13581
- через стіни, Вт	2679
- через вікна, Вт	1520
- через стелю, Вт	1416
- через підлогу, Вт	1810
- на інфільтрацію, Вт	6156

Рис. 2.6 Сумарні результати розрахунку.

Теплонадходження в приміщення.

Теплонадходження від людей :

$$Q_{\text{л}}^{\text{я}} = \sum_{i=0}^n k_i \cdot n_i \cdot q_{\text{я}} \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{л}}^{\text{я}} = 2 \cdot 99 + 2 \cdot 0,85 \cdot 99 = 366,3 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від електроустаткування і приладів:

$$Q_{\text{об}} = \sum_{i=1}^n (N_{\text{в}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{о}} \cdot k_{\text{з}} \cdot (1 - \eta + k_{\text{т}} \cdot \eta))_i \quad (2.7)$$

де $N_{\text{в}}$ - встановлена потужність і-го обладнання, Вт;

$k_{\text{в}} = 0,7-0,9$ - коефіцієнт використання встановленої потужності;

$k_{\text{о}} = 0,5-1,0$ - коефіцієнт одночасності роботи устаткування;

$k_{\text{з}} = 0,5-0,8$ – коефіцієнт середнього завантаження обладнання;

$k_{\text{т}} = 0,1-1,0$ – коефіцієнт переведення механічної енергії в

теплову, який враховує, що частина теплоти може бути віддана охолоджуючій емульсії, повітрю або воді та винесена ними з приміщення;

$\eta = 0,75-0,9$ – ККД двигуна.

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі розрахунки проведемо в таблиці.

Таблиця 2.1 Розрахунок теплонадходжень від електроустаткування і приладів

Вид обладнання	N _В , Вт	Кількість, шт.	k _В	k _О	k _З	k _Т	η	Q _{ОБ} , Вт
Комп'ютер	250	2	0,9	0,6	0,6	0,9	0,95	146
Принтер	300	2	1	0,3	0,5	0,8	0,9	74
Холодильник	200	1	1	0,4	1	1	0,8	80
Електрочайник	1500	1	1	0,1	0,5	1	1	75
Плита електрична	2000	1	1	0,1	0,5	1	1	100
Телевизор	200	1	0,9	0,6	0,6	0,9	0,95	62
Разом								537

Теплонадходження від освітлювальних приладів:

$$Q_{\text{осв}} = \sum (N_{\text{осв}} \cdot k_{\text{осв}} \cdot k_{\text{в.осв}})_i \quad (2.8)$$

де N_{осв} – сумарна потужність освітлювальних приладів, Вт;

k_{осв} - коефіцієнт переходу електроенергії в теплоту, що нагріває повітря в приміщенні;

k_{в.осв.} - коефіцієнт використання світильників.

Таблиця 2.2 Розрахунок теплонадходжень від освітлювальних приладів

Вид обладнання	N _{осв} , Вт	Кількість, шт.	k _{осв}	k _{в.осв}	Q _{осв} , Вт
Світлодіодні лампи	20	18	0,6	0,1	22
Разом					66

Теплонадходження для розглянутого приміщення для холодного періоду року:

$$Q_{\text{я}} = Q_{\text{Л}}^{\text{я}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{об}} \quad (2.9)$$

$$Q_{\text{я}} = 13567 + 66 + 537 = 14170 \text{ Вт}$$

Надлишковий потік прихованої теплоти визначається за формулою:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{W \cdot h_{\text{вп}}}{3600} + \sum_1^3 k_i \cdot n_i \cdot q_{\text{пр}} \quad (2.10)$$

де $h_{\text{вп}} = 2500 + 1,8 \cdot t_{\text{вп}}$ - ентальпія водяної пари при температурі

пари $t_{\text{вп}} = t_{\text{в}}$, кДж / кг;

$q_{\text{пр}}$ - потік прихованої теплоти, що виділяється однією людиною, кВт,

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1 \cdot (2500 + 1,8 \cdot 20)}{3600} + 2 \cdot 0,099 + 2 \cdot 0,85 \cdot 0,099 = 1,56 \text{ кВт}$$

Величина кутового коефіцієнта променю процесу ε :

$$\varepsilon^x = 3600 \cdot \frac{Q_{\text{я}} + Q_{\text{пр}}}{W}, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (2.11)$$

де $Q_{\text{п}}$, $Q_{\text{я}}$, $Q_{\text{пр}}$ - надлишковий потік відповідно повної, явної та прихованої теплоти в приміщенні, кВт;

W - надлишкові виділення вологи в приміщенні, що підлягають асиміляції припливним повітрям, кг / год:

$$W = \sum_1^3 (k_i \cdot n_i \cdot g_w) + 1000 \cdot W_{\text{об}}, \frac{\text{кг}}{\text{год}} \quad (2.12)$$

$$W = 2 \cdot 0,075 + 2 \cdot 0,85 \cdot 0,075 = 0,278 \text{ кг/год.}$$

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon^x = 3600 \cdot \frac{14,170 + 1,56}{0,278} = 20369 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Температуру повітря, що видаляється з приміщення громадських будівель орієнтовно можна визначити за формулою:

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{рз}} + \Delta \cdot (H - h) = 20 + 1,3 \cdot (3 - 1,5) = 22 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

де Δ - градієнт температури по висоті приміщення, $^{\circ}\text{C}/\text{м}$, приймаємо

$$\Delta = 1,3 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{м};$$

H = висота приміщення, 2,8 м;

h - висота робочої зони (при сидячому положенні людей приймається 1,5 м).

Температура припливного повітря $t_{\text{п}}$ визначається як:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{рз}} - \Delta t = 20 - 5 = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

де $\Delta t = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

За отриманим значеннями кутового коефіцієнта променю та внутрішніми і зовнішніми температурами будуємо процеси обробки повітря для холодного періоду.

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Побудова в d,h-діаграмі процесів обробки повітря

Вихідні дані: t_3 і φ_3 (точка З); t_B і φ_B (точка В); G ; ε_X .

Через точку В проводиться промінь процесу ε^X до перетину з лінією $d_{\Pi} = \text{const}$ (або $h_{\Pi} = \text{const}$) в точці П, яка характеризує стан припливного повітря за умови збереження в холодний період року розрахункового повітрообміну G . Перетин лінії $d_{\Pi} = \text{const}$ з кривою $\varphi_0 = 95\%$ визначає точку О, яка відповідає параметрам повітря на виході з камери зрошення. Відрізок В-П характеризує процес в повітронагрівачі другого підігріву. Відрізок П' / П - підігрів повітря у вентиляторі і повітропроводах. З точки З вгору по лінії $d_3 = \text{const}$ проводиться промінь процесу нагрівання повітря в повітронагрівачі першого підігріву до перетину з $h_0 = \text{const}$ в точці К.

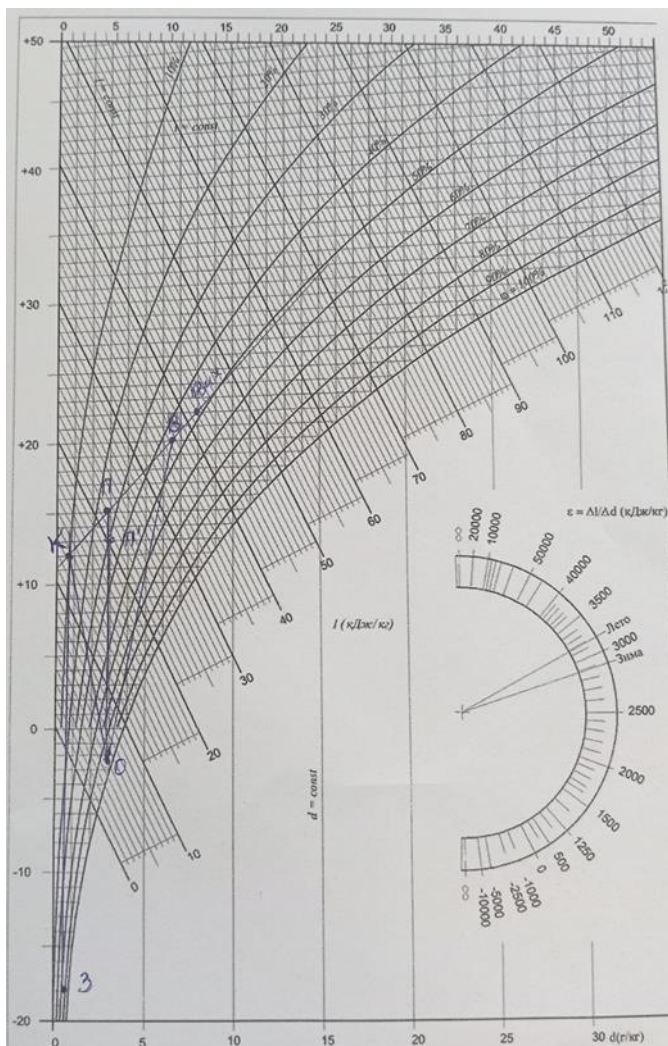


Рис. 2.7 Процеси обробки повітря для холодного періоду.

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Розрахунок і вибір і обладнання припливної установки

Розрахунок повітрообміну

Необхідна величина повітрообміну при розрахунку по надлишку явної теплоти, кг/год:

$$G_1 = 3600 \frac{Q_{\text{я}}}{c_{\text{пов}}(t_{\text{гз}} - t_{\text{п}})} \quad (2.13)$$

$$G_1 = 3600 \cdot 0,969 / 1 \cdot (20 - 15) = 698 \text{ кг/год.}$$

Обмін повітря по асиміляції вологи, яка виділяється в приміщенні, кг/год:

$$G_{\text{п}} = \frac{W}{d_{\text{ввд}} - d_{\text{п}}} \quad (2.14)$$

$$G_{\text{п}} = 0,278 \cdot 10^3 / 8 - 3 = 55,6 \text{ кг/год.}$$

Визначаємо мінімальну кількість зовнішнього повітря, що подається в приміщення:

$$G_{\text{п}}^{\text{min}} = \rho_{\text{пов}} \cdot n \cdot V \quad (2.15)$$

$$G_{\text{min}} = 1,2 \cdot 4 \cdot 25 = 120 \text{ кг/год.}$$

Об'ємна витрата повітря:

$$L = G / \rho_{\text{п}}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (2.16)$$

$$L = 120 / 1,2 = 100 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо приточно-витяжну установку з рекуперацією тепла

ВЕНТС ВУЭ2 200 П

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.8 Приточно-витяжна установка ВЕНТС ВУЭ2 200 П

Таблиця 2.3 Технічна характеристика ВЕНТС ВУЭ2 200 П

Діаметр під'єднання	Ø125мм
Електро підключення	1~ 220 V/50 Hz
Споживана потужність	0,142 Вт
Максимальна витрата повітря	143 м³/год.
ККД рекуперації	89%
Теплообмінник	Пластинчастий (рекуперативний)
Клас захисту	IP44

Вентиляційна установка з рекуперацією тепла Вентс ВУЕ2 200 П забезпечить приплив та витяжку повітря в приміщенні будь-якого типу. Обладнання відрізняється компактними габаритами, але при цьому є досить продуктивним і сприяє створенню якісного, комфортного мікроклімату в приміщенні. Наявність вбудованих теплообмінників сприяє економії коштів на опаленні взимку та на охолодженні приміщень влітку.

Вентиляційне обладнання Вентс ВУЕ2 200 П працює майже безшумно. Це пояснюється розміщенням вентиляторів – вони розташовані між рекуператорами. Устаткування комплектується енергозберігаючими

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двигунами. Серед головних переваг цієї вентиляційної установки можна виділити те, що рекуперація повітря виробляється на високому рівні, при цьому енергоспоживання дуже низьке.

У моделі Вентс ВУЕ2 200 П передбачена не тільки рекуперація повітря, а й його очищення. Цю функцію виконують фільтраційні елементи (у кількості 2 штук), що відповідають стандарту очищення G4. Приєднання вентиляційного агрегату можливе до повітроводів, що мають круглий переріз і діаметр 125 мм.

Вентилятор Вентс ВУЕ2 200 П виконаний у невеликому розмірі, а така особливість дає можливість встановлювати обладнання за стелею. Завдяки якісній шумоізоляції агрегат працює тихо і не доставляє дискомфорт користувачам. Як ізоляційний матеріал використовується спінений поліпропілен, товщина якого 10 мм. Ізоляційний шар також служить для збереження тепла всередині обладнання, а значить ККД рекуперації значно зростає. Для виготовлення корпусу використовується двохшаровий алюмоцинк з надійним захистом від корозії.

Припливно-витяжна установка Вентс ВУЕ2 200 П комплектується двома вентиляторами, що мають відцентрові колеса, із загнутими назад лопатями. Завдяки вбудованій системі захисту від перегріву двигуна установка зберігає свою працездатність протягом тривалого часу. Динамічна балансування робочих коліс сприяє високим показникам аеродинаміки.

В обладнанні Вентс ВУЕ2 200 П є два рекуператори перехресного струму, які сприяють передачі тепла між двома потоками повітря. Наявність спеціального піддону сприяє відведенню вологи і конденсату, що утворюється. Устаткування може експлуатуватися в холодну пору року завдяки надійному захисту рекуператорів від обмерзання.

Модель Вентс ВУЕ2 200 П оснащена перемикачем, який дає можливість виконувати регулювання роботи установки та встановлювати один із трьох доступних режимів. Доступне підключення додаткових пристроїв регулювання даної вентиляційної установки.

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припливно-витяжне обладнання Вентс ВУЕ2 200 П з функцією рекуперації тепла може використовуватися в приміщеннях будь-якого типу (основні та підсобні кімнати). При необхідності виконати настінний монтаж, рекомендується використовувати кронштейни. Можливий монтаж на стелі за підвісною стелею.

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Розрахунок основного холодильного обладнання

Тепловий баланс приміщення.

Сумарні тепловтрати 13581 Вт

Тепло надходження 2529 Вт

$13581 - 2529 = 11052 \text{ Вт}$

Приймаємо каналний кондиціонер інверторний
Cooper&Hunter CH-IDH160PNK/CH-IU160NM



Рис. 2.9 Cooper&Hunter CH-IDH160PNK/CH-IU160NM

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 Технічні характеристики Cooper&Hunter
CH-IDH160PNK/CH-IU160NM

Бренд	Cooper&Hunter
Серія	Комерційний
Вид	Канальна спліт-система
Компресор	інверторний
Режими	охолодження, обігрів, вентиляція, осушення, автоматичний, нічний
Функції	теплий пуск, авторозморозка, таймер, збереження налаштувань, самодіагностика
Фреон	R 32
Потужність охолодження обігріву	16000 Вт, 17000 Вт
Повітряний потік	1800 куб.м/год.
Клас енергоефективності охолодження обігрів	С С
Діапазон робочих температур охолодження обігрів	від -20 до +48 °С, від -20 до +24 °С
Рівень шуму внутрішнього блоку	від 37 до 43 дБ
Рівень шуму зовнішнього блоку	до 55 дБ

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Розрахунок обладнання вентиляційної мережі

Вибір типорозмірів і кількості розподільника повітря

Сумарна площа перерізу визначається за формулою:

$$F_{\Sigma} = L_{\text{розр}} / (3600 \cdot v_{\text{рек}}), \quad (2.17)$$

де $v_{\text{рек}}$ - рекомендована швидкість на виході з решітки, задамося швидкістю,

що дорівнює 3 м / с.

Мінімальна кількість решіток визначається за формулою:

$$N_{\text{мін}} = f_{\text{прим}} / 36 \quad (2.18)$$

де $f_{\text{прим}}$ - площа приміщення, м²

Площа однієї решітки визначається за формулою:

$$F = F_{\Sigma} / N \quad (2.19)$$

Фактичну швидкість в решітці визначається за формулою:

$$v = L_{\text{розр}} / (N \cdot 3600 \cdot F_0) \quad (2.20)$$

У спальні №1 подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 18,50 м²

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 50 м³/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$$F_{\Sigma} = L_{\text{розр}} / (3600 \cdot v_{\text{рек}}) = 50 / (3600 \cdot 3) = 0,0046 \text{ м}^2$$

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою ():

$$F = 0,0046 / 1 = 0,0046 \text{ м}^2$$

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

$$F_0 = 0,006 \text{ м}^2$$

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$$v = 50 / (1 \cdot 3600 \cdot 0,006) = 2,31 \text{ м / с}$$

У спальні №2 подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 18,30 м²

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 25 м³/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$$F\Sigma = L_{\text{розр}} / (3600 \cdot v_{\text{рек}}) = 25 / (3600 \cdot 3) = 0,0023 \text{ м}^2$$

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою ():

$$F = 0,0023 / 1 = 0,0023 \text{ м}^2$$

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

$$F_0 = 0,006 \text{ м}^2$$

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$$v = 25 / (1 \cdot 3600 \cdot 0,006) = 1,16 \text{ м / с}$$

У спальні №3 подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 13,65 м²

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 25 м³/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$$F\Sigma = L_{\text{розр}} / (3600 \cdot v_{\text{рек}}) = 25 / (3600 \cdot 3) = 0,0023 \text{ м}^2$$

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою ():

$$F = 0,0023 / 1 = 0,0023 \text{ м}^2$$

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми ТМ ВЕНТС з

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

клапаном витрати повітря розміром 100×100 мм з площею живого перерізу

$$F_0 = 0,006 \text{ м}^2$$

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$$v = 25 / (1 \cdot 3600 \cdot 0,006) = 1,16 \text{ м / с}$$

У ванній кімнаті подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – $6,89 \text{ м}^2$

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – $25 \text{ м}^3/\text{год}$

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$$F\Sigma = L_{\text{розр}} / (3600 \cdot v_{\text{рек}}) = 25 / (3600 \cdot 3) = 0,0023 \text{ м}^2$$

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою ():

$$F = 0,0023 / 1 = 0,0023 \text{ м}^2$$

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100×100 мм з площею живого перерізу

$$F_0 = 0,006 \text{ м}^2$$

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$$v = 25 / (1 \cdot 3600 \cdot 0,006) = 1,16 \text{ м / с}$$

У кухні подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – $17,5 \text{ м}^2$

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – $100 \text{ м}^3/\text{год}$

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$$F\Sigma = L_{\text{розр}} / (3600 \cdot v_{\text{рек}}) = 100 / (3600 \cdot 3) = 0,0092 \text{ м}^2$$

Кількість решіток приймаємо 2.

Площа однієї решітки визначимо за формулою :

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = 0,0092 / 2 = 0,0046 \text{ м}^2$$

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100×100 мм з площею живого перерізу

$$F_0 = 0,006 \text{ м}^2$$

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$$v = 25 / (1 \cdot 3600 \cdot 0,012) = 2,31 \text{ м / с}$$

У вітальні подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 27 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – $100 \text{ м}^3/\text{год}$

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$$F_{\Sigma} = L_{\text{розр}} / (3600 \cdot v_{\text{рек}}) = 100 / (3600 \cdot 3) = 0,0092 \text{ м}^2$$

Кількість решіток приймаємо 2.

Площа однієї решітки визначимо за формулою :

$$F = 0,0092 / 2 = 0,0046 \text{ м}^2$$

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100×100 мм з площею живого перерізу

$$F_0 = 0,006 \text{ м}^2$$

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$$v = 25 / (1 \cdot 3600 \cdot 0,012) = 2,31 \text{ м / с}$$

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.10 Решітка фірми ТМ ВЕНТС

					БКВ04.031. 002. ДП. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Вхідні дані

Таблиця 4.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1	Найменування об'єкту	Розробка теплового насосу для приватного будинку площею 130 м², Одеська обл.
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодоагент	фреон R-410a
4	Марка масла	BSE32(Standard)
5	Наявність градирні	—
6	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	440
7	Ступінь автоматизації	повна
8	Кількість змін праці	—
9	Витрати масла на 1 компресор, кг	4
10	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0,5
11	Кількість зарядженого фреону на 1 компресор, кг	6
12	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	4,30
13	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	408,0
14	Ціна 1 кг масла, грн.	1355,0

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Холодопродуктивність, кВт	t ₀ °C	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна, грн.
1	канальний кондиціонер інверторний Cooper&Hunter	CH-IDH160 PNK/CH - IU160N M	1	15,60	-20	4,80	160680
2	приточно-витяжну установку з рекуперацією тепла ВЕНТС	ВУЕ2 200 П	1			142	33810

4.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_m = C_n \cdot K_n, \quad (4.1)$$

де C_n – ціна одиниці обладнання, грн.

K_n – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_m = 160680 \cdot 1 + 33810 \cdot 1 = 194490 \text{ грн.}$$

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 4.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт.	Ціна за 1 обладнання, грн.	Сумарна вартість, грн.
1	Канальний кондиціонер інверторний Cooper&Hunter	CH-IDH160PNK/CH-IU160NM	1	160680	160680
2	Приточно-втяжну установку з рекуперацією тепла ВЕНТС	ВУЕ2 200 П	1	33810	33810
3	Разом сумарна вартість обладнання	—	—	—	194490
4	Вартість іншого обладнання	—	—	—	19449
5	Витрати на монтаж і транспорт	—	—	—	29173,5
6	Загальна вартість	—	—	—	243112,5

Загальна вартість капіталовкладень K_v в грн. на будівлю та обладнання компресорного цеху розраховується за формулою:

$$K_v = C_{\text{бд}} + C_{\text{заг}}^{\text{об}}, \quad (4.2)$$

де $C_{\text{заг}}^{\text{об}}$ – загальна вартість обладнання, грн.

$$K_v = 320000 + 243112,5 = 375112,5 \text{ грн.}$$

					БКВ04. 031. 004. ДП. ПЗ	Акр.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Розрахунок цехових витрат

4.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

Виготовлення холоду в стандартних умовах $Q_{ст}$ в тис кДж, розраховується за формулою:

$$Q_{ст} = \sum (Q_0 \cdot K_{л} \cdot 19440), \quad (4.3)$$

де Q_0 – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

$K_{з}$ – середньозважений коефіцієнт переводу праці компресора з робочих умов у стандартні при різних температурах кипіння холодоагенту.

$$Q_{ст} = 15,6 \cdot 1,8 \cdot 19440 = 545875,2 \text{ тис. кДж}$$

4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи фреоном та змащуючим мастилом.

Розрахунки проводяться у таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\sum Q_0$	15,6
2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	q_a	0,5
3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	K_p	1,05
4. Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	408,0
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.} = \sum Q_0 \cdot q_a \cdot K_p \cdot Z_{x.a.} \cdot K_{x.a.}$	3842,75
7.Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	m	4
8.Кількість компресорів, шт	n	1
9.Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_b	1,2
10.Кількість разів змін масла за рік	R	—

Продовження таблиці 4.4

11.Середня ціна 1 кг мастила, грн;	Z_M	1355,0
12.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	K_M	1,14
13. Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=m \cdot n \cdot K_B \cdot R \cdot Z_M \cdot K_M}$	7414,56
14.Разом:	$C_p = C_{x.a} + C_M$	11257,31
15.Інші витрати (5%)	$C_i = C_p \cdot 5/100$	562,86
16.Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	11820,2

4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховується у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Ном.п отуж ність, кВт	Коеф. викори стання облад- нання	Кільк ість устат куван ня	Фонд робочо го часу, годин	Загальна потреба електроен ергії, кВт.год	Витрати на силову електроен ергію в грн
	Вихідні дані		Wh.	Кв.об.	Куст.	Чрік	$W_{заг} = Wh \cdot K_{в.об} \cdot K_{у.}$ Чрік	$C_w = W_{заг} \cdot C_e$
1	канальний кондиціонер інверторний Cooper& Hunter	CH-IDH160 PNH/CH - IU160N M	4,80	0,85	1	5400	22032	94738
	приточно-втяжну установку з рекуперацією тепла ВЕНТС	ВУЕ2 200 П	142	0,7	1	2000	198800	854840
	Всього	—	146,8	—	2	—	—	949578

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{заг} \cdot C_e \quad (4.4)$$

де C_e – ціна 1кВт електроенергії, грн.

					БКВ04. 031. 004. ДП. ПЗ	Акр.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

4.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

З урахуванням повної автоматизації обладнання приймаємо 1 працівника 6 розряду для обслуговування холодильної установки з річним фондом робочого часу - 440 годин.

4.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

Погодинна тарифна ставка кожного розряду розраховується від тарифної ставки першого розряду.

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$T_{cl} = \frac{ЗП}{Г}, \quad (4.5)$$

де: ЗП – мінімальна заробітна плата, встановлена державою, грн.;

Г – кількість годин роботи у місяць.

$$T_{cl} = \frac{6700}{164} = 40,85 \text{ грн.}$$

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.01.2023 дорівнює 6700 грн.
6700 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн.

164 годин – середньомісячна кількість робочих годин ($1987/12 = 164$)

Норма тривалості робочого часу в годинах при 40-годинному робочому тижні – 1987 год.

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$T_{c6} = T_{cl} \cdot TK_6, \quad (4.6)$$

де ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу.

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

$$T_{c(6p)} = 40,85 \cdot 1,8 = 73,53 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою:

$$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K, \quad (4.7)$$

де T_c – середня годинна тарифна ставка, грн.;

					БКВ04. 031. 004. ДП. ПЗ	Акр.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

E_{ϕ} – ефективний фонд робочого часу, годин;

K – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D \quad (4.8)$$

де T_{ϕ} – тарифний фонд зарплати, грн.;

D – сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (25% від тарифного фонду заробітної плати):

$$\sum D = T_{\phi} \cdot \frac{25}{100} \quad (4.9)$$

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D = \frac{T_{\phi} \cdot d}{100} \quad (4.10)$$

де d – відсоток додаткового фонду (10%);

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi} \quad (4.11)$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

$$B_c = \frac{P_{\phi} \cdot p}{100} \quad (4.12)$$

де p – відсоток відрахувань від річного фонду (ЄСВ=22%).

Розрахунки заносяться у таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок фонду оплати праці

Назва показника		Формула	Розрахунок
T_c – середня годинна тарифна ставка, грн		T_c	73,53
E_{ϕ} – ефективний фонд робочого часу, годин.		E_{ϕ}	440
K – кількість працівників компресорного цеху		K	1
T_{ϕ} - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу		$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$, грн	32353,2
D - сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (25% від тарифного фонду заробітної плати).		$\sum D = T_{\phi} \cdot 25/100$, грн	8088,3

					БКВ04. 031. 004. ДП. ПЗ	Акр.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.6

О _ф - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	40441,5
Д _ф - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d)/100, \text{грн}$	3235,3
Р _ф - річний фонд	$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}, \text{грн.}$	43677
Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_{\phi} \cdot p)/100,$ грн	9609

4.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду

Для розрахунку собівартості одиниці холоду необхідно розрахувати калькулювання цехової собівартості 1000 кДж холоду.

Собівартість одиниці холоду $C_{\text{ст.заг.1000кДж}}$ в грн, розраховується за формулою:

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{C_{\text{ст}}}{Q_{\text{ст}}} \quad (4.13)$$

де $C_{\text{ст}}$ – цехова собівартість, грн.;

$Q_{\text{ст}}$ – річний виробіток холоду, тис. кДж.

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{1398532,1}{545876,2} = 2,56 \text{ грн.}$$

Розділив витрати по кожній статті витрат на річну виробку холоду в стандартних умовах, отримаємо собівартість одиниці холоду по кожному виду витрат.

Усі розрахунки заносяться у таблицю.

Таблиця 4.7 – Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн.	
		На річний виробіток холоду	На одиницю холоду, грн.
1	Допоміжні матеріали	11820,2	0,02
2	Зарплата виробничих працівників	43677	0,08
3	Відрахування від зарплати	9609	0,02
4	Електроенергія силова	949578	1,74
5	Цехові витрати (ЗПвир.прац.*(0,2)	8735,4	0,02
6	Амортизація обладнання (10%)	375112,5	0,69
7	Разом цехова собівартість ($C_{\text{ст}}$)	1398532,1	2,56

4.5. Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря приватного будинку площею 130 м ² , Одеська обл.
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодильний агент	R-410a
4	Марка масла	BSE-32
5	Ступінь автоматизації	повна
6	Сума капіталовкладень, грн	375112,50
7	Холодопродуктивність компресорів, кВт	15,6
8	Кількість компресорів, шт.	1
9	Річний виробіток холоду, тис. кДж.	545875,20
10	Цехова собівартість, грн.	1398532,10
11	Собівартість одиниці холоду, грн..	2,56
12	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Комфортні й безпечні умови праці – один з основних факторів, який впливає на продуктивність і безпеку праці, здоров'я працівників. Тому створення належних умов праці на кожному робочому місці, безпека та охорона праці стали найактуальнішими проблемами в Україні, оскільки має місце високий рівень виробничого травматизму, професійної захворюваності та смертності на виробництві серед осіб працездатного віку.

У сучасному світі вкрай важливими та актуальними на підприємствах усіх форм власності є питання створення безпечних умов праці через впровадження безпечних для життя та здоров'я персоналу технологічних процесів.

В дипломним проекті розглядається питання розробки теплового насосу для приватного будинку.

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників

У відповідності з ГОСТ 12.1007 – 76 шкідливими називаються речовини, які при контакті з організмом людини, в випадку порушення вимог безпеки, можуть виклати виробничі травми, професійні захворювання або отруєння.

Основні шляхами забруднення повітряного середовища в приміщеннях холодильних установок є: витік газів, пару через нещільності, розлив рідини, дифузія парів або газів через стінки і ущільнення.

5.2 Характеристика технічного обладнання

Тепловий насос – універсальна система, яка об'єднує функції котла, гарячого водопостачання і кондиціонера. Кондиціонери каналного типу – це одна з найбільш продуманих спліт-систем із великою потужністю. Вони створені, щоб забезпечити повноцінне керування мікрокліматом одного та більше приміщень..

Завдяки прихованому монтажу та універсальності у складанні каналне кондиціонування використовується у квартирах, котеджах та приватних будин-

					БКВ04. 031. 005. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документу	Підпис	Дата		

ках. Це дозволяє організувати рівномірне та якісне очищення, осушення, охолодження та обігрів повітря у всіх кімнатах одночасно.

5.2.1 Принцип роботи теплового насоса

Тепловий насос термодинамічно ідентичний холодильній машині. Ці пристрої відрізняються тільки периферійним обладнанням, що визначає спрямованість процесу. термодинамічно ідентичний холодильній машині. Так, холодильник охолоджує, а тепловий насос нагріває теплоносії.

Принцип роботи теплового насоса практично нічим не відрізняється від звичайного холодильника.. Тільки в якості «морозилки» використовується ґрунт, вода або повітря із зовнішнього середовища (в залежності від типу теплового насосу).

Конструкція каналних кондиціонерів, принцип роботи не відрізняються від будь-яких видів спліт-систем. Холодоагент циркулює за допомогою компресорів у замкнутому контурі. Газ стискається і розширюється за рахунок чого відбувається переміщення теплого повітря за межі кімнати (тобто на вулицю). Завдяки розвиненій системі вентиляції та кондиціонування у квартирі подібна техніка відрізняється від конкурентів високою продуктивністю та можливостями.

Повітряний тепловий насос відбирає тепло з повітря навколишнього середовища, підвищує його температуру і уможливлює його застосування в системі опалення та гарячого водопостачання.

Цей процес забезпечить екологічне, ощадливе й енергозберігаюче опалення й приготування гарячої води круглий рік.



					БКВ04. 031. 005. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

5.2.2 Переваги теплових насосів

Агрегат здатний забезпечити комфорт в будь-який сезон. Взимку він використовується для нагріву приміщення, влітку – для охолодження. Тепловий насос не виділяє шкідливих викидів в атмосферу або перегрітих газів. При використанні теплового насоса не використовується паливо, отже не має відкритого вогню. Немає необхідності втручатися в роботу насоса і плюс до всього – захисна автоматика для аварійних випадків. Теплові насоси, в основному, повністю автоматизовані, що позбавляє користувача від необхідності втручатися в роботу апарату. Теплові насоси можуть працювати до 20 років без капітального ремонту. Внутрішні блоки теплових насосів займають вкрай мало місця в приміщенні в порівнянні з котлами. А сама габаритна частина даного агрегату – зовнішній блок, розміщується за межами приміщення.

5.3 Обслуговування каналного кондиціонера

Канальний кондиціонер з припливною вентиляцією, іонізацією повітря і без неї накопичує в собі пил, алергени та бруд. Щоб забезпечити якісну роботу кліматичного обладнання, потрібно своєчасно проводити його обслуговування. Пакет сервісних робіт складається з наступних послуг:

- Очищення елементів;
- Хімічна антибактеріальна обробка;
- Парова дезінфекція із високим тиском;
- Перевірочні роботи, тестування дренажної системи, електрики, фреонових магістралей;м
- Перевірка якості ізоляції.

При прихованому монтажі каналного кондиціонера в техобслуговування включено розбирання та складання осередків. Весь комплекс цих робіт гарантує тривалу експлуатацію агрегату та зручність у щоденному використанні.

5.4 Робоча речовина (холодоагент)

Робочою речовиною даної холодильної установки є фреон. Це безбарвний газ зі слабким специфічним запахом, який відчувається при об'ємній частці його

					БКВ04. 031. 005. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

в повітрі більше 20%. Щільність газоподібного хладону при атмосферному тиску приблизно в 4,3 рази більше щільності повітря при 20°C . По своїм токсичним властивостям відноситься до найменш небезпечних хладагентам..

Слід відмітити, що при нагрівання фреони можуть розкладатися зі створенням ядовитих речовин, а інколи самі фреони можуть вміщувати ядовиті домішки.

5.5 Вимоги з заходів безпеки

Відповідальність за безпечну експлуатацію теплового насосу й утримання його в належному стані несуть власники будинків або особа, відповідальна за дотримання правил техніки безпеки на об'єкті чи підприємстві.

Забороняється експлуатувати тепловий насос при несправній автоматичі. Забороняється розбирати й ремонтувати автоматику власними силами, вносити будь-які конструктивні зміни. Тепловий насос повинен бути встановлений в приміщенні із температурою не нижче +10°C;

Зрозуміло, для досягнення максимальної довговічності кондиціонера його потрібно не тільки грамотно встановити і періодично чистити, але і правильно експлуатувати. на цей рахунок існують кілька простих порад:

- Спліт систему варто монтувати в найбільш прихованому від сонячних променів місці всередині приміщення;
- Перед внутрішнім блоком має бути достатній простір для вільного поширення холодного або теплого повітря;
- Зовнішній блок варто максимально захистити від негативного впливу навколишнього середовища, змонтувавши над ним невеликий козирок;
- На кришки зовнішнього і внутрішнього блоків можна ставити горшки з квітами або інші предмети, а також торкатися їх вологими руками;
- Бажано стежити, щоб при включеному кондиціонері в приміщенні не було протягів.
- Якщо апарат не включався тривалий час, його варто на невеликий період поставити на режим вентиляції, це дозволить усунути зайві запахи і накопичився всередині конденсат.

					БКВ04. 031. 005. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Загальне очищення кондиціонера повинна проводитися не рідше рази на рік, а при постійному використанні – двох разів на рік, так можна істотно знизити ризик появи серйозних поломок і продовжити його роботу на роки.

5.6 Електробезпека

Передбачена проектом апаратура повинна експлуатуватися відповідно до паспортних даних, що визначають номінальні значення струму і напруги. Забезпечення техніки безпеки в силовому електроустаткуванні виконано вибором відповідного устаткування й апаратів. Всі електромонтажні роботи виконувати в суворій відповідності з діючими будівельними нормами ДБН В.2.5.24-2003 «Электротехнические устройства. Производство электромонтажных работ», ПУЭ з дотримання норм по охороні праці і техніки безпеки.

Електропостачання усіх технологічних токоприймачів теплового пункту здійснюється від загального щита автоматизації. Підключення цього щита до системи електропостачання та обладнання необхідно здійснити по місцю. Блок управління насосами забезпечується наступними функціями:

- автоматичне відключення циркуляційного насосу у разі падіння тиску на вході насосу нижче встановленого;
- можливість ручного вмикання/вимикання насосу;
- автоматичне вмикання насосу після перерви в електропостачанні, а також інші функції, які детально описані в технічній документації на щит автоматизації.

Основними споживачами електроенергії в тепловій пункті є електродвигуни насосних установок та джерела штучного освітлення.

Електрообладнання живиться від мережі перемінного струму з глухо заземленою нейтраллю частотою 50Гц. З метою виникнення можливих електротравм при експлуатації електрообладнання теплового пункту проектом його реконструкції передбачено:

– ізоляція нормально струмоведучих частин з опором $R_{зг} \geq 1 \text{ кОм}$; допускається експлуатація електроустановок при зниженні опору ізоляції до $0,5 \text{ кОм}$;

					БКВ04. 031. 005. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

– блокуючи та огорожуючи обладнання виконане так, щоб знімати чи відкривати його можна тільки за допомогою ключів чи інструмент;

– живлення ламп накаливання загального освітлення здійснюється від трифазної мережі перемінного струму 380/220 В з глухо заземленою нейтраллю, та занулення висота підвішування ламп 3,5м;

– передбачено мережу розеток 12 В для переносного освітлення;

– для захисту людей від помилкових дій та випадкового дотику до струмоведучих частин застосована різнокольорова ізоляція провідників окремих елементів електросхем, таблички та написи з позначенням робочих напруг, попереджувальні знаки, використання напруги до 42 В для підключення електроінструмент;

– для захисту людей від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги, всі установки забезпечуються засобами захисту, а також засобами забезпечення першої медичної допомоги відповідно до «Правила використання и випробування засобів захисту , які використовуються в електроустановках;

– наявність надійного та швидкодіючого автоматичного відключення частин електрообладнання, яке випадково виявилось під напругою та пошкоджених частин електромереж.

З метою захисту людей від ураження електричним струмом проектом передбачено занулення всіх корпусів електродвигунів насосів та регулюючих клапанів, так як вони можуть бути під напругою при пошкоджені ізоляції[.

Контроль занулення проводиться при вводі в експлуатацію, перевірка здійснюється кожні 5 років .

5.7 Пожежна безпека.

Для захисту квартир, житлових будинків і будинків індивідуальної забудови слід використовувати 5-ти літрові порошкові вогнегасники із розрахунку один на квартиру або будинок. Під час експлуатації вогнегасника один раз на місяць проводиться зовнішній огляд, при цьому перевіряється цілісність запобіжника запірно-пускового обладнання та індикатору тиску (стосується закачаних порошкових вогнегасників – стрілка індикатору повинна перебувати в зеленій зоні). При оде-

					БКВ04. 031. 005. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ржані негативних результатів зовнішнього огляду , а також після закінчення одержанні негативних результатів зовнішнього огляду, гарантійного терміну експлуатації, вогнегасник необхідно направити в спеціалізований пункт проведення технічного обслуговування.



					БКВ04. 031. 005. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		