

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж та обслуговування

систем кондиціонування і

вентиляції повітря»

Група: БКВ - 03

Дипломний проект

студента денного відділення

БКВ 03. 001. 000 ДП

Абабіна Сергія
Сергійовича

м. Одеса - 2022 р.

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

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж та обслуговування
Систем кондиціонування і вентиляції
повітря»
Група БКВ - 03

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
БКВ 03.001.00.ДП.

До дипломного проекту на тему:

Проект системи кондиціонування на базі теплового насосу для котеджу
площею 120 м. кв., м. Херсон

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

Дипломник _____ (Абабін С.С.)

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 “ _____ ” _____ 2022 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ Петушенко С.М.

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

Дата видачі завдання
«30» грудня 2021 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2022 р.

Затверджую
Заступник директора ОТК з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 30 ” грудня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Прізвище, ім'я та по батькові: **Абабіна Сергія Сергійовича**
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж та обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту: Проект системи кондиціонування на базі теплового насосу для котеджу площею 120 м. кв., м. Херсон

Стверджена наказом по коледжу від « 30 » 12 2021 р. № 306 –А2- ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 33 °С
відносна вологість повітря літня 42 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Вступ

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

- 1.1. Вихідні дані. Характеристика комфортного стану повітря.
- 1.2. Технічна характеристика і техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання.

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- 2.1 Розрахункові дані.
- 2.2 Побудова в d, h – діаграмі тепло- вологісного процесу обробки повітря (прямоточної, з однією рециркуляцією, з двома рециркуляціями) для теплого періоду.
- 2.3 Розрахунок загальної витрати повітря, розрахунок витрати припливного повітря
- 2.4 Складання структурної схеми системи кондиціонування повітря
- 2.5 Вибір обладнання системи кондиціонування та вентиляції повітря
- 2.6 Розрахунок блоку холодозабезпечення системи кондиціонування об'єкта завдання.
Визначення навантаження на компресор і випарник холодильної установки
- 2.7 Побудова циклу холодильної машини і зняття параметрів вузлових точок
- 2.8 Тепловий розрахунок і вибір основного і допоміжного обладнання холодильної установки

3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря.

3.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Вихідні дані

4.2 Розрахунок капітальних вкладень

4.3 Розрахунок цехових витрат

4.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду

4.5 Основні техніко-економічні показники

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Графічна частина:

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

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації блоку холодозабезпечення

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	16 - 17.05.2022
2 Розрахунково-конструкторська частина	18 - 25.05.2022
3 Організаційна частина	26 – 27.05.2022
4 Аркуш 1	28 – 31.05.2022
5 Економічна частина	01 – 06.06.2022
6 Аркуш 2	07 – 09.06.2022
7 Охорона праці	11 - 12.06.2022
Попередній захист	15.06.2022
Захист дипломного проекту	22 - 30.06.2022

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 5 від “ 14” грудня 2021 р.

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Петушенко С.М.)

Вступ

Концепція теплових насосів була розроблена на базі циклу Карно в 1852 році фізиком і інженером Вільямом Томпсоном (Лорд Кельвін). Надалі вона удосконалена австрійським інженером Петером Ріттером фон Риттингером, він спроектував і встановив перший тепловий насос.

А через сто років, у 1930-ті роки, винайшли перший повноцінний тепловий насос, який обігрівав приміщення і постачав мешканцям будинку гарячу воду. Дану функціональну установку вперше представили в Англії, а після – і в США.

Після цього почалося активне виробництво теплових насосів по всьому світу і з кожним роком вона набирає все більше обертів і швидко вдосконалюється. Потужну систему часто встановлюють як в приватних будинках, так і у великих офісних та промислових будівлях ("The Empire State Building" (Нью-Йорк, США)).

Тепловий насос повітря-вода розрахований на цілорічне використання, він утилізує тепло зовнішнього повітря.

Принцип роботи теплового насоса

Його особливістю є можливість працювати як на обігрів і підготовку гарячої води, так і на охолодження приміщення. Даний агрегат не може працювати самостійно, так як його продуктивність залежить від температури (чим вона нижча, тим менше тепла виробляє тепловий насос). Він може стати частиною вже існуючої системи опалення, значно підвищивши її продуктивність і відмінно доповнивши її.

Принцип роботи теплового насоса цього типу досить простий. Пристрій витягує тепло з зовнішніх повітряних мас і передає його воді. Істотною перевагою такого обладнання вважається невеликий рівень видаваного шуму і низька ціна, в порівнянні з іншим типами теплового насоса.

Тепловий насос для басейну - чудове рішення, так як може забезпечити як нагрів води, так і опалення приміщення.

					БКВ 03.001.00.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Припливна вентиляція загального обміну, як правило, виконується з підігрівом і фільтрацією припливного повітря. Тому вона повинна бути механічною (штучною). Витяжна вентиляція загального обміну простіше припливної і може забезпечуватися вентилятором, який встановлений в отворі стіни або вікна, через те що повітря, яке видаляється не потрібно обробляти.

					БКВ 03.001.00.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Вихідні дані. Характеристика комфортного стану повітря.

Проект системи кондиціонування на базі теплового насосу для котеджу площею 120 м. кв., м. Херсон

Кліматологічні данні для м. Херсон:

температура зовнішнього повітря:

влітку – 33°C

взимку – -17°C

відносна вологість зовнішнього повітря:

влітку – 42 %

взимку – 79 %

Температура всередині приміщень будівлі 20°C.

					БКВ 03.001.01.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Характеристика комфортного стану повітря.

Мікроклімат – стан внутрішнього середовища приміщення, який визначається температурою, вологістю, інтенсивністю руху повітря і тепловим випромінюванням, тобто сукупністю факторів, які визначають тепловий стан людини. Ці параметри обумовлюють теплообмін тіла людини з навколишнім середовищем, який здійснюється за рахунок теплопровідності, конвекції, випромінювання та тепломасообміну вологи через піт та дихання.

Тому мікроклімат характеризується величиною трьох параметрів: температура (t , °C), відносна вологість (ϕ , %) і швидкість руху (v , м/с) повітря. Мікроклімат визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температурою навколишніх поверхонь. За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичної умови поділяють на оптимальні та допустимі.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції.

Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Нормовані параметри мікроклімату: температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря в приміщенні встановлюються з урахуванням періоду року та категорії робіт по енергозатратам. Так, розрізняють теплий та холодний період року.

					БКВ 03.001.01.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Теплий період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище $+10^{\circ}\text{C}$.
Холодний період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює $+10^{\circ}\text{C}$ і нижче.

					БКВ 03.001.01.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1.2 Технічна характеристика та техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання

Характеристика будівельних конструкцій котеджу.

Фундамент: армований бетон

Стіни: цегла пустотіла

Перекриття: залізобетонні плити

Дах: в основі металоконструкція, кроква 200, кінцеве перекриття - керамічна черепиця Nelskamp, утеплення даху 300 мм.

Вікна: дерев'яні Екран, подвійний енергозберігаючий склопакет з дюплексом на від'їздній системі.

Вхідні двері: дерев'яні Екран.

					БКВ 03.001.01.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахункові дані.

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, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$;

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

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

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

Термічний опір теплопередачі

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

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

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	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:

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

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

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

Розрахунки проводимо за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Розрахунок тепловтрат будинку

Початкові дані:

Місто:

Мінімальна температура, $^\circ\text{C}$:
Середня температура повітря у найхолоднішу п'ятиденку року

Температура в приміщенні, $^\circ\text{C}$:
Бажана температура повітря в приміщенні. Наприклад, 20 $^\circ\text{C}$

- Тепловтрати через стіни

Вид фасаду:

Площа зовнішніх стін, m^2 :
За винятком площі віконних і дверних прорізів

Перший шар

Матеріал:

Товщина, см:

Другий шар

Тепловтрати через стіни, Вт: **1238**

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

- Тепловтрати через вікна

Вікна першого типу

Вид засклення:

Двокамерний склопакет 4-Аг6-4-Аг6-4

Площа вікон, м²

19.6

Вікна другого типу

Розрахувати

Тепловтрати через вікна, Вт

1648

- Тепловтрати через стелю

Вид стелі:

Стеля під неопалюваним орищем

Площа стелі, м²

120

Перший шар

Матеріал:

Мінеральна вата

Товщина, см

20

Другий шар

Розрахувати

Тепловтрати через стелю, Вт

1453

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

-

Тепловтрати через підлогу

Вид підлоги:

Над холодним підвалом, що сполучається ▾

Площа підлоги, м²

120

Перший шар

Матеріал:

Деревина ▾

Товщина, см

50

Другий шар

Розрахувати

Тепловтрати через підлогу, Вт

1331

Площа підлоги, м²

120

Перший шар

Матеріал:

Деревина ▾

Товщина, см

50

Другий шар

Розрахувати

Тепловтрати через підлогу, Вт

1331

Арк.

БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ

Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
-------	------	-------------	--------	------

Результати розрахунку:

Сумарні тепловтрати, Вт **10195**

- через стіни, Вт **1238**

- через вікна, Вт **1648**

- через стелю, Вт **1453**

- через підлогу, Вт **1331**

- на інфільтрацію, Вт **4525**

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.2 Теплонадходження в приміщення.

Теплонадходження від людей :

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

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

Теплонадходження від електроустаткування і приладів:

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

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

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

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

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

$k_{т} = 0,1-1,0$ – 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.

Таблиця 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	1	0,9	0,6	0,6	0,9	0,95	73
Принтер	300	1	1	0,3	0,5	0,8	0,9	37
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								427

					БКВ 03.002.01.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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 $N_{\text{осв}}$ – сумарна потужність освітлювальних приладів, Вт;

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

$k_{\text{в.осв}}$ - коефіцієнт використання світильників.

Вид обладнання	$N_{\text{осв}}$, Вт	Кількість, шт.	$k_{\text{осв}}$	$k_{\text{в.осв}}$	$Q_{\text{осв}}$, Вт
Світлодіодні лампи	50	22	0,6	0,1	66
Разом					66

Теплонадходження для розглянутого приміщення для холодного періоду року:

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

$$Q_{\text{я}} = 366,3 + 66 + 427 = 859,35 \text{ Вт}$$

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,

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

					БКВ 03.002.01.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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:

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

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

$$\varepsilon^x = 3600 \cdot \frac{0,859 + 1,56}{0,278} = 31325 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

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

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

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, 3 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 будуюмо процеси обробки повітря для холодного періоду.

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Параметри повітря в точках процесу кондиціонування заносимо до таблиці.

Параметри	У	В	П	П'	О	К	З
Температура	22	20	15	13	1,5	9,5	-17
Відносна вологість, %	47	50	40	42	95	19	79
Ентальпія, кДж/кг	41,5	38,5	26	23	11,5	11,5	-20
Вологовміст, г/кг	7,9	8,2	4	4	4	0,5	0,5

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.3 Розрахунок повітрообміну

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

$$G_1 = 3600 \frac{Q_{я}}{c_{пов} (t_{г1} - t_{п})} \quad (2.13)$$

$$G_1 = 3600 \cdot 0,859 / 1 \cdot (20 - 15) = 618 \text{ кг/год.}$$

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

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

$$G_{п} = 0,278 \cdot 10^3 / 9,1 - 8,1 = 278 \text{ кг/год.}$$

Визначаємо мінімальну кількість зовнішнього повітря, що подається в приміщення:

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

$$G_{min} = 1,2 \cdot 4 \cdot 40 = 192 \text{ кг/год.}$$

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

його очищення, поступає в зрошувальну камеру 5, в якій розпорошується охолоджувана вода, що має температуру нижче температури точки роси. При контакті повітря з краплями води воно охолоджується і осушується, набуваючи в кінці зрошувальної камери заданий вологовміст при насиченні, зазвичай рівний $\phi = 95\%$.

Так як при цьому температура повітря стає нижче необхідної температури припливного повітря, то для отримання необхідної температури повітря (після зрошувальної камери) направляється в калорифер 2-го підігріву 6, в якому воно нагрівається до заданої температури. Щоб уникнути механічного виносу крапель води на виході зі зрошувальної камери встановлюється жалюзійний сепаратор 8 (краплевловлювач). Оброблене повітря вентилятором подається в приміщення.

Вода, що збирається в піддоні зрошувальної камери, надходить в холодильну машину (на схемі не показано), де вона охолоджується до необхідної температури, і насосом 4 трубопроводами подається в форсунки, які розташовані в зрошувальній камері.

У холодний період року зовнішнє повітря надходить в калорифер першого підігріву 3, де воно підігрівається до температури, при якій його ентальпія буде відповідати розрахунковій ентальпії адіабатного процесу зволоження. Потім повітря прямує в зрошувальну камеру, де відбувається зволоження, в результаті цього повітря отримує заданий вологовміст при відносній вологості $\phi = 95\%$. При адіабатному процесі зволоження температура повітря на виході зі зрошувальної камери досить близька до температури мокрого термометра і, як правило, нижче заданої температури припливного повітря, тому для доведення температури повітря до заданого значення воно піддається додатковому нагріванню в калорифері 2-го підігріву. Підготовлене повітря вентилятором 7 подається в приміщення.

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

зменшуються: ентальпія, температура і вологовміст повітря. Відбувається політропний процес А–1 охолодження і осушення повітря.

2-га зона. Температура води дорівнює температурі точки роси: $t_2 = t_p$. Процес А–2. Природно, під впливом води заданої температури зменшується ентальпія і температура повітря, інакше кажучи, відбувається охолодження повітря при незмінному вологовмісті ($d_A = \text{const}$).

3-тя зона. Температура води t_B вище температури точки роси повітря, але нижче його температури за мокрим термометром: $t_p < t_3 < t_M$. При обробці повітря збільшується вміст вологи в ньому, але зменшується ентальпія і температура. Такі процеси А-3 називаються процесами охолодження і зволоження.

4-та зона. Температура води дорівнює температурі повітря за мокрим термометром: $t_4 = t_M$. Процеси обробки повітря А–4 характеризуються зростанням вологовмісту, незмінною ентальпією і зменшенням температури (за сухим термометром). Ці процеси прийнято називати процесами зволоження при постійній ентальпії ($h_A = \text{const}$), або процесами адіабатного зволоження. Так як ентальпія повітря в цих процесах залишається постійною, не можна говорити про охолодження повітря в теплотехнічному сенсі. Однак у зв'язку зі зменшенням температури повітря буде здаватися людині більш холодним. Тому такі процеси в вентиляції і кондиціонуванні іноді називають процесами охолодження і зволоження.

5-та зона. Температура води t_B вище температури повітря за мокрим термометром, але нижче його температури за сухим термометром: $t_M < t_5 < t_1$. При використанні такої води відбувається збільшення вмісту вологи та ентальпії повітря (процес А-5) та зменшення його температури (за сухим термометром) - процес зволоження, що супроводжується зростанням ентальпії, тому в теплотехнічному сенсі такий процес є нагріванням.

6-а зона. Температура води дорівнює температурі повітря за сухим термометром: $t_6 = t_A$. При обробці повітря в цьому випадку (процес А-6) спостерігається зростання вмісту вологи та ентальпії, температура повітря

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

залишається постійною - процес зволоження, що супроводжується збільшенням ентальпії. Цей процес практично легко здійснити, якщо в повітря подавати насичену водяну пару з парового котла низького тиску.

7-а зона. Температура води вище температури повітря за сухим термометром: $t_7 > t_A$. В цьому випадку (процес А-7), в порівнянні з попереднім, спостерігається зростання температури повітря - процес зволоження і нагрівання.

З h-d діаграми видно, що вологісний спосіб обробки повітря є універсальним: в залежності від температури води, яка розпорошується, можливе здійснення будь-яких процесів обробки повітря.

З усіх процесів обробки повітря водою найбільше практичне значення в техніці кондиціонування мають два: процес охолодження повітря, що супроводжується осушенням (1-ша зона), і процес адіабатного зволоження (4-та зона). Перший процес (1-ша зона) застосовується при обробці зовнішнього повітря (влітку) і рециркуляційного повітря, використаного для створення температурно-вологісних умов в приміщеннях з надлишками теплоти і вологи. До таких приміщень належать різні приміщення, в яких працюють люди і встановлено обладнання, яке виділяє теплоту (електродвигуни та електрогенератори, прилади радіозв'язку, електроніки та автоматики, засоби електричного освітлення та ін.). У цю ж групу входять виробничі приміщення, в яких теплота і водяна пара виділяються від технологічного та енергетичного обладнання (пропарювальні камери, парові котли та ін.).

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

2.5 Принцип роботи системи кондиціонування повітря

Кондиціонери каналного типу - це одна з найбільш продуманих спліт-систем з 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 будинках. Це дозволяє організувати рівномірне та якісне очищення, осушення, охолодження та обігрів повітря у всіх кімнатах одночасно.

Пристрій каналного кондиціонера для квартири та будинку не дуже відрізняється від інших типів спліт-систем. Конструкція складається із зовнішнього та внутрішнього блоків. Її елементи поєднуються електричними кабелями, а також трубами з холодоагентом. Такий пристрій допомагає створювати ідеальні умови для повного оновлення та очищення повітря у приміщеннях середньої та великої площі. Крім того, каналний кондиціонер у квартирі може поступово регулювати температуру в приміщеннях складної конфігурації, наприклад, П-подібної.

Конструкція каналних кондиціонерів, принцип роботи не відрізняються від будь-яких видів спліт-систем.

Завдяки розвиненій системі вентиляції та кондиціонування у квартирі подібна техніка відрізняється від конкурентів високою продуктивністю та великими можливостями.

Система каналного кондиціонування квартири в першу чергу поділяється на типи залежно від продуктивності, яку забезпечує саме напірне обладнання.

Таким чином, можна виділити три категорії кондиціонерів каналного типу:

Високонапірні. Підходять для створення ідеального мікроклімату у великих залах, оскільки створюють тиск з тиском до 300 Па.

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Моделі з великим тиском вентилятора внутрішнього блоку оснащені розгалуженими повітроводами.

Середньонапірні. Агрегати із статистичним тиском до 150 Па. Здатні обслуговувати рівномірно кілька великих та середніх кімнат. Це ідеальний варіант системи кондиціонування повітря у квартирі і за потужністю, і за вартістю.

Низьконапірні. Забезпечують вентиляцію та кондиціонування будинку, оснащеного короткою системою повітряних шахт довжиною не більше 0,5 м. Здатні створити натиск із тиском до 50 Па. Часто в конструкції даних моделей впроваджуються фальш-антресолі.

Канальна система вентиляції та кондиціонування повітря у квартирі може працювати як на охолодження, так і на опалення кімнат. Існують навіть спеціальні моделі, створені для забезпечення лише однієї з вибраних функцій. Окрім цього, каналні кондиціонери для будинку діляться на дві категорії, залежно від принципу роботи електричної системи:

інверторні – системи з перетворювачем змінного струму на постійний. Вони здатні плавно змінювати частоту роботи компресора та поступово регулювати температуру повітря в приміщенні;

неінверторні або "старт/стоп" - працюють за принципом нагнітання потрібної температури, після чого відключаються. Коли потрібний поріг перевищується або знижується, кліматизатор знову вмикається. У цьому перепади температури відчуються дуже різко.

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.6 Тепловий баланс приміщення.

Сумарні тепловтрати 10195 Вт

Тепло надходження 2419 Вт

$10195 - 2419 = 7776$ Вт

Приймаємо каналний кондиціонер інверторний Cooper&Hunter Nordic Commercial CH-IDH100PNK/CH-IU100NK



Рис. 2.3 Cooper&Hunter Nordic Commercial CH-IDH100PNK/CH-IU100NK

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця Технічні характеристики Cooper&Hunter Nordic Commercial
CH-IDH100PNK/CH-IU100NK

Виробник	Cooper&Hunter
Серія	Nordic Commercial
Вид	Канальна спліт-система
Компресор	інверторний
Режими	охолодження, обігрів, вентиляція, осушення, автоматичний, нічний
Функції	теплий пуск, авторозморозка, таймер, збереження налаштувань, самодіагностика
Фреон	R 410A
Потужність охолодження обігріву	10100 Вт, 10000 Вт
Повітряний потік	1800 куб.м/год.
Клас енергоефективності охолодження	C
обігрів	C
Діапазон робочих температур охолодження	від -20 до +48 °C,
обігрів	від -20 до +24 °C
Рівень шуму внутрішнього блоку	від 37 до 43 дБ
Рівень шуму зовнішнього блоку	до 55 дБ

					БКВ 03.001.02.ДП. ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Підбираємо додаткову систему Припливно-витяжної установки з рекуперацією тепла $G_{min} = 1,2 \cdot 4 \cdot 40 = 192$ кг/год.

Об'ємна витрата повітря:

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

$$L = 192 / 1,273 = 151 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо приточно-витяжну установку Salda Smarty 2x 1.1



Рис. 2.4 Приточно-витяжна установка Salda Smarty 2x 1.1

Таблиця Технічна характеристика Salda Smarty 2x 1.1

Діаметр під'єднання	Ø125/Ø100 мм
Електропідключення	1~ 220 V/50 Hz
Споживана потужність	0,67 Вт
Максимальна витрата повітря	215 м ³ /год.
ККД рекуперації	до 94%
Теплообмінник	Пластинчастий (рекуперативний)
Клас захисту	IP44
Кількість швидкостей	4

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря.

Монтаж систем вентиляції та кондиціонування повітря може проводитися при будівельній готовності об'єкта в обсязі:

- для житлових та громадських будівель до п'яти поверхів — окрема будівля, одна або кілька секцій, понад п'ять поверхів — 5 поверхів однієї або кількох секцій; в останньому випадку монтаж допускається, якщо вище за п'ятий поверх встановлено не менше двох перекриттів.

Під час підготовки об'єкта під монтаж генпідрядником повинні бути виконані такі роботи:

- монтаж міжповерхових перекриттів, стін та перегородок, на яких встановлюватиметься обладнання та проводитиметься прокладка повітроводів;

- зведення будівельних конструкцій вентиляційних камер при точних та витяжних систем;

- влаштування фундаментів або майданчиків для встановлення вентиляторів, калориферів, кондиціонерів та іншого обладнання;

- влаштування гідроізоляції в місцях установки кондиціонерів, при точних вентиляційних камер і мокрих фільтрів;

Підготовчі роботи:

- влаштування підлог (або відповідної підготовки) у місцях установки вентиляторів, що монтуються на пружинних віброізоляторах, а також «плаваючих» підстав для встановлення вентиляційного обладнання;

- влаштування опор для установки дахових вентиляторів, вихлопних шахт та дефлекторів на покриттях будівель;

- підготовка отворів у стінах, перегородках, перекриттях та покриттях, необхідних для прокладання повітроводів;

					БКВ 03.002.03.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

— нанесення на внутрішніх та зовнішніх стінах усіх приміщень допоміжних позначок, рівних проектним відміткам чистої підлоги.

- оштукатурювання або облицювання поверхні стін та ніш у місцях установки вентиляційного обладнання та прокладки повітроводів;

- підготовка монтажних отворів у стінах та перекриттях для подачі великогабаритного обладнання та повітроводів;

- встановлення відповідно до робочої документації заставних деталей у будівельних конструкціях для кріплення обладнання та повітроводів;

- забезпечення штучного освітлення, можливості включення переносних ламп, електроінструментів та електрозварювального обладнання на відстані не більше 50 м один від одного;

- скління віконних отворів у зовнішніх огороженнях, утеплення входів та отворів.

Перелічені роботи не повністю відображають всі обставини, пов'язані з підготовкою до задачі об'єкта під монтаж.

По-перше, при задачі об'єкта під монтаж мають бути виконані вимоги, які зазвичай вказуються в проектах виконання робіт, щодо забезпечення:

— місць складування матеріалів, виробів та обладнання вентиляційних систем у зоні дії вантажопідйомних механізмів;

— проїздів до будівель та місць підйому (монтажу) обладнання, виробів та матеріалів;

- Майданчиків для встановлення механізмів субпідрядника (автокранів, автовишок і т. п.), що використовуються ним при виробництві монтажних робіт;

— виносних майданчиків на поверхах будівель для прийому матеріалів, заготовок і обладнання, що піднімаються;

- лісів або риштування для монтажу санітарно-технічних систем на позначки вище 4 м;

- побутових та службових приміщень.

По-друге, при задачі об'єкта під монтаж повинні бути не лише залишені передбачені проектом отвори для проходу повітроводів, але і пробиті всі необхідні отвори для проходу комунікацій, навіть якщо отвори не передбачені у

					БКВ 03.002.03.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

будівельних робочих кресленнях. Для прокладки повітроводів розміри отворів повинні на 150 мм перевищувати діаметр круглого та лінійний розмір кожної зі сторін поперечного перерізу прямокутного повітроводу.

Якість пробивання отворів та стан будівельних конструкцій слід перевіряти за допомогою шнура, рівня та схилю. Відхилення лінійних розмірів, мм, не повинні перевищувати по:

висоті поверху 10-15

відстані від чистої підлоги до низу підвіконної дошки 10-15

відстані між осями суміжних віконних отворів 10-20

вертикальності стін та перегородок на 1 м висоти 3

осям отворів 10

При прийманні фундаментів під обладнання слід перевіряти їх розміри в плані, прив'язку до інших будівельних конструкцій, відмітку верха фундаментів та точність пристроїв для кріплення обладнання.

Допустимі відхилення, мм, складають по:

осям фундаменту 20

розмірам у плані 30

відміткам верха фундаменту -30

осям отворів для анкерних болтів 10

осям фундаментних болтів 5

У спорудах із монолітного залізобетону особлива увага має бути звернено на наявність, якість виконання та точність встановлення закладних деталей та пробок, а також на відповідність монтажних отворів проектних розмірів.

Готовність будівель, споруд чи їх частин під монтаж оформляється актом, який підписується генпідрядником, замовником та представником монтажної організації. На улаштування фундаментів складаються окремі акти. Усі акти оформлюються у трьох примірниках (один — замовнику, другий — генпідряднику, третій — субпідряднику). У наступному акти приймання під монтаж пред'являються до робочої комісії при здачі об'єкт в експлуатацію.

					БКВ 03.002.03.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Ліси та підмости приймаються за окремим актом за умови, що попередньо вони були обстежені та прийняті для виконання робіт робочою комісією генпідрядника.

Принципи та види техобслуговування

Технічне обслуговування систем вентиляції та кондиціонування повітря повинен проводитися з певною періодичністю. Вона залежить від виду і потужності обладнання, типу системи, що в ній застосовується, а також від призначення приміщення. Схеми робіт по обслуговуванню систем вентиляції в приватному будинку, квартирі і заводському приміщенні будуть сильно відрізнятися.

Проведення технічних робіт має спиратися на кілька простих принципів:

регулярність оглядів;

своєчасність ремонтів;

оперативність;

наявність досвіду обслуговування систем такого роду.

Виділяють наступні різновиди робіт з обслуговування вентиляційної системи:

плановий і профілактичний огляд;

ремонт при виникненні аварійної ситуації;

систематична діагностика обладнання.

					БКВ 03.002.03.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря.

Система автоматичного кондиціонування повітря - конструкція та принцип функціонування.

Автоматичний підсилювач та електромотори змішувальної та роздавальної заслінок об'єднані між собою в невелику локальну мережу за допомогою ліній живлення та обміну даними. Мережа має шинну топологію (див. ілюстрації Схема організації локальної мережі управління системи автоматичного кондиціонування повітря та Функціональна схема елементів управління локальної мережі), замикання мережі здійснюється за контуром заземлення електромоторів.

Адресна інформація, команди управління функціонуванням заслінок та повідомлення контролю помилок передаються по мережній шині у вигляді пакетів обміну даними.

Вбудовані електромотори приводу обох заслінок локальні блоки управління здійснюють наступні функції:

- Розпізнання адресної інформації;
- Дешифрування даних про кути відкривання заслінок;
- Обмін даними;
- Прийняття рішення про запуск та зупинку приводу;
- Контроль кута відкривання заслінки;
- Порівняльний аналіз вхідних команд;
- Прийняття рішення.

На підставі аналізу даних, що надходять від відповідних інформаційних датчиків даних, автоматичний підсилювач визначає необхідні кути відкривання керуючих заслінок і видає команди локальним блокам управління (LCU) приводних електромоторів (див. ілюстрацію Загальна схема організації управління функціонуванням системи автоматичного кондиціонування повітря).

					БКВ 03.002.03.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Блоки управління розпізнають адресовані їм команди і шляхом порівняння вхідних даних з даними від датчиків положення своїх заслінок здійснюють відповідне коригування положення останніх, регулюючи тим самим температурні параметри (HOT/COLD) і напрямок роздачі (DEFROST/VENT) повітряного потоку, що подається в салон автомобіля (див. ілюстрацію Принцип функціонування системи автоматичного управління).

Схема положень заслінок, що управляють, залежно від вибору режимів функціонування систем

Варіанти напрямів роздачі повітряного потоку

Режим подачі повітря на лицьовий рівень

Режим подачі повітря на лицьовий рівень та в ножні колодязі

Режим подачі повітря в ножні колодязі та на обдування скла

Режим обдування скла з метою видалення конденсату

Вибір швидкісного режиму вентилятора здійснюється на підставі значення заданої до підтримки температури, показань датчиків температури навколишнього середовища, температури в салоні автомобіля, температури вхідного потоку та сонячного випромінювання, а також даних про поточне положення змішувальної заслінки. При холодному двигуні активація вентилятора провадиться з певною затримкою, що дозволяє уникнути подачі в салон охолодженого повітря.

Автоматичне керування положенням впускної заслінки здійснюється на підставі значення заданої до підтримки температури, показань датчиків температури навколишнього середовища, температури в салоні автомобіля, температури вхідного потоку та сонячного випромінювання, а також даних про стан компресора (ввімкнено/вимкнено).

До параметрів, що визначають положення впускної заслінки відносяться значення заданої до підтримки температури, а також показання датчиків температури навколишнього середовища, температури в салоні автомобіля, температури вхідного потоку та сонячного випромінювання.

					БКВ 03.002.03.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

До складу автоматичного підсилювача входить контур самодіагностики, що забезпечує безперервний моніторинг стану та справності функціонування підконтрольних компонентів системи та видачу інформації про виявлені порушення.

Для ефективної роботи холодильної установки необхідно підтримувати в заданих межах або змінювати значення одного або одночасно декількох параметрів. Фізична величина, значення якої не повинні виходити за визначені межі називається керованим або регульованим розміром.

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів, частково або цілком виключити участь обслуговуючого персоналу в експлуатації холодильної установки. Розрізняють частково і цілком автоматизовані холодильні установки.

Проектом передбачається повна автоматизація.

Схемою автоматизації передбачено захист КМ від наступних небезпечних режимів роботи:

- від високого тиску нагнітання і низького тиску всмоктування - Реле тиску ALCO Controls PS2-L7A зупинить компресор.



Рис. 3.1 Реле тиску ALCO Controls PS2-L7A

					БКВ 03.002.03.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 Технічна характеристика пресостата

Тип	Виконання	Діапазон регулюван	Діференція л (бар)	Макс.випр тиск	Блокуванн я	Тип захисту
Alco Controls PS2-W7A	НД	- 0,3...7	0,6...4	20	Авт.	IP44
	ВД	7...30	3,5	35	Авт.	

- від високої температури нагнітання - пристрій захисту для контролю температури нагнітання РТС140. Ця серія призначена для використання у різних холодильних установках, включаючи промислові та суднові системи холодопостачання.

- від перепаду тиску масла - реле тиску типу МР 54;

Реле тиску типу МР використовуються, як прилади автоматичного захисту холодильних компресорів від перепаду тиску масла. Якщо тиск масла падає, реле перепаду тиску масла зупиняє компресор через певний проміжок часу.



Рис. 3.2 Реле тиску типу МР 55.

Трифазне реле напруги, перекошу та послідовності фаз РНПП-311М призначене:

Для контролю допустимого рівня напруги;

Для контролю правильного чергування та відсутності злипання фаз;

					БКВ 03.002.03.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Для контролю повнофазності та симетричності напруги мережі (перекосу фаз);

Для відключення навантаження при неякісній напрузі;

Для контролю якості напруги мережі після відключення навантаження та автоматичного включення її після відновлення параметрів напруги;

Для індикації аварії при виникненні аварійної ситуації та індикації наявності напруги на кожній фазі.

У виробі передбачено можливості регулювання параметрів (порога спрацьовування за напругою, часу АПВ та часу затримки спрацьовування захисту), вибору напруги контрольованої мережі (400 В або 415 В) та набору захисних функцій.



Рис.3.3 Трифазне реле напруги, перекосу та послідовності фаз РНПП-311М.

Роботою вентиляторів конденсаторів управляє реле тиску типу КР 15.

Мікропроцесор для автоматичного керування блоком випарник – камера змішування повітря.

					БКВ 03.002.03.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Вхідні дані

Таблиця 4.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	СК на базі теплового насосу для котеджу площею 120 м. кв., м. Херсон
2.	Система охолодження	безпосередня
3.	Холодоагент	R 410 А
4.	Тривалість опалювального сезону	158
5.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	96
6.	Ступінь автоматизації	повна
7.	Кількість змін праці	-
8.	Витрати хладону за рік на поповнення системи на 1 КМ, кг	1.1
9.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	1.78
10.	Ціна 1кг хладону, грн.	500

					БКВ 03.001.04.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Холодопродуктивність, кВт	t_0 , °C	Номинальна потужність, кВт	Ціна одиниці, грн
1.	Канальний кондиціонер інверторний	Cooper & Hunter Nordic Commercial CH-IDH100 PNK/CH - IU100N K	1	42	5	10.0	145000
2.	Приточно-витяжна установка	Salda Smart	1			2*1.1	80000
3.	Вентилятор		1			0.67	4000

					БКВ 03.001.04.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_M = C_H \cdot K_H, \text{ грн}, \quad (5.1)$$

де C_H – ціна одиниці обладнання, грн.

K_H – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_M = 1 \cdot 145000 = 145000 \text{ грн}$$

Розрахунки заносимо в таблицю 5.3.

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

$$K_B = C_{бд} + C_{заг}^{об} \quad (5.2)$$

$$K_B = 0 + 277090 = 277090 \text{ грн}$$

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

					БКВ 03.001.04.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 Nordic Commercial CH-IDH100P NK/CH-IU100NK	1	145000	145000
2.	Приточно-витяжна установка	Salda Smart	1	80000	80000
3.	Вентилятор		1	4000	4000
4.	Разом сумарна вартість обладнання				229 000
5.	Вартість іншого обладнання (10%)				229 00
6.	Разом розрахункова вартість обладнання				251 900
7.	Витрати на монтаж і транспорт (10 - 20%)				25190
8.	Загальна вартість ($C_{заг}^{об}$)				277090

					БКВ 03.001.04.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Розрахунок цехових витрат

4.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду

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

$$Q_{ст} = \sum(Q_0 \cdot K_l \cdot 19440), \quad (5.3.)$$

$$Q_{ст} = 42 \cdot 0.4 \cdot 5688 = 95558 \text{ тис. кДж}$$

де Q_0 – розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

K_l – середньозважений коефіцієнт переводу праці компресора з робочих умов у стандартні.

4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

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

Витрати на поповнення системи фреоном $G_{x.a.}$ в т, розраховуються за формулою:

$$G_{x.a.} = q_a \cdot \sum Q_0 \cdot K \quad (5.4)$$

$$G_{x.a.} = 1.1 \cdot 1 \cdot 1.05 = 1.2 \text{ кг}$$

де q_a – питома норма расходу фреону, кг/1Км;

Кшт – кількість компресорів, шт

K – коефіцієнт, який враховує витрати фреону при ремонтах ($K=1,05$).

Витрати на поповнення системи фреоном розраховуються за формулою:

$$C_{x.a.} = G_{x.a.} \cdot Z_{x.a.} \cdot K_{x.a.}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де $G_{x.a.}$ – річне поповнення фреону, кг;

$Z_{x.a.}$ – ціна 1 кг фреону, грн;

$K_{x.a.}$ – коефіцієнт, який враховує транспортні витрати ($K_{x.a.}=1,14$).

					БКВ 03.001.04.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{x.a.} = 1.2 * 500 * 1,14 = 684 \text{ гр}$$

Таблиця 4.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення	Сума, грн
Поповнення системи фреоном	<i>C_{x.a.}</i>	684
Інші витрати (5%)	-	35
Усього:	-	719

					БКВ 03.001.04.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Річне споживання електроенергії W в кВт/год, розраховується за формулою:

$$W = \sum (W_h \cdot K_{в.об.} \cdot K_{уст.} \cdot \tau_{рік}) \quad (5.6)$$

де W_h – номінальна потужність, кВт;

$K_{уст.}$ – кількість устаткування цього виду обладнання, шт;

$K_{в.об.}$ – коефіцієнт використання обладнання;

$\tau_{рік}$ – річний час праці обладнання, годин.

Розрахунок заноситься в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5-Розрахунок споживання силовій електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номінальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	потреба в електроенергії, кВт/год
1	Канальний кондиціонер інверторний	Cooper& Hunter Nordic Commercial CH-IDH100P NK/CH-IU100NK	10.0	0.8	1	1580	12640
2	Приточно-втяжна установка	Salda Smart	2*1.1	0,8	1	1580	2528
3	вентилятор		0.67	0.8	1	1580	2894

d – процент додаткового фонду.

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

$$P_{\phi} = 5298 + 461 = 5759, \text{ грн.}$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

$$B_c = (P_{\phi} \cdot p) / 100, \text{ грн} \quad (5.12)$$

$$B_c = (5759 \cdot 22) / 100 = 1267, \text{ грн}$$

p – відсоток відрахувань від річного фонду

4.4 Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) 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:

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{C_{\text{ст}}}{Q_{\text{ст}}}, \text{ грн} \quad (5.19)$$

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = 67\,429 / 95\,558 = 0.706$$

де $C_{\text{ст}}$ – цехова собівартість, 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 річну виробку	На одиницю холоду, грн
1	Допоміжні матеріали	719	0,002
2	Зарплата виробничих працівників	5759	0,036

Висновки економічної частини

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність СК на базі теплового насосу для котеджу площею 120 м. кв., м. Херсон низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0.706 грн за 1000 кДж) у порівнянні з середнім рівнем для закладу невиробничої сфери, яке проектується, вказує на високий рівень інвестиційної привабливості. Поточні річні витрати по експлуатації ґрунтового теплового насосу для приватного житлового будинку складають 67 429 грн., місячні витрати складають 5619 грн.

Високі економічні показники ефективності є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Отже, проект СК на базі теплового насосу для котеджу площею 120 м. кв., м. Херсон можна вважати доцільним та еконо

					БКВ 03.001.04.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Охорона праці

Вступ

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційнотехнічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Системи вентиляції і кондиціонування повітря – це необхідні компоненти систем життєзабезпечення в житлових, комерційних, громадських просторах. Вони відповідають за очищення, зволоження, формування комфортного мікроклімату в приміщенні, забезпечують усунення неприємних запахів.

В даному розділі дипломного проекту запропоновані технічні рішення з безпеки експлуатації робочих приміщень, технологічного обладнання, запобіганню електротравм і визначені основні заходи з пожежної безпеки та профілактики при проектуванні системи кондиціонування на базі теплового насоса для котеджу.

5.1 Безпека праці

Теплові насоси (ТН) характерні ще тим, що здатні здійснювати, крім опалення будинку та підігріву води для побутових потреб, функцію охолодження приміщень. Тому [тепловий насос](#), працюючи в зимовому і літньому режимі, виконує функції трьох окремих пристроїв: опалювального котла, спліт-системи кондиціонування і бойлера для підігріву води.



Переваги кондиціонування за допомогою теплового насоса

					БКВ 03.002.04.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- Високий коефіцієнт перетворення енергії (COP більше 5) забезпечує найекономніше енергоспоживання.
- Універсальність теплового насоса – робота на опалення, кондиціювання та ГВП.
- Вищий рівень комфорту в будинку при меншій температурі теплоносія прямої лінії.
- Екологічно чистий спосіб кондиціювання. Не потрібен газ.
- При роботі системи тепlopостачання тільки на електриці – найнижчий тариф на електроопалення.
- Енергоефективне керування і сучасний дизайн фанкойлів.
- Не потрібні радіатори – фанкойли працюють і на тепло, і на холод.
- Зручне розміщення блоків теплового насоса, менше обладнання за більшої кількості функцій.

5.2 Вимоги до розміщення та транспортування теплового насосу

Тепловий насос розміщується на стійкій поверхні, бажано бетонній. При установці теплового насоса на дерев'яній підлозі, підлогу необхідно укріпити для того, щоб вона могла витримати вагу теплового насоса. Можна встановити товсту металеву плиту, мінімум 6мм під тепловий насос. Металевий лист повинен перекривати кілька перекладин, розділяючи вагу теплового насоса на якомога більшу площу. Якщо тепловий насос планується встановлювати в новозбудованій будівлі, то це зазвичай приймається до уваги під час планування і несуча балка, де повинен розміщуватись тепловий насос, укріплюється. Потрібно уникати розміщення теплового насоса в кутку приміщення, так як оточуючі стіни можуть підвищувати шум.

Тепловий насос повинен транспортуватися та зберігатися завжди вертикально. Під час транспортування необхідно закріпити тепловий насос так, щоб він не нахилився.. Можливе короткочасне переміщення насосу під кутом 45° з нахилом на задню частину. Це допускається при переміщенні теплового насосу в будівлі. Після того, як тепловий насос встановлять в вертикальне положення, він повинен простояти як мінімум годину перед вводом в експлуатацію.

					БКВ 03.002.04.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоб спростити встановлення, послідууючу перевірку та технічне обслуговування, рекомендується оптимальний вільний простір навкруги теплового насосу

Тепловий насос категорично ЗАБОРОНЕНО нахилити та/або класти горизонтально. Опора, компресора не витримує навантаження на злам, тому може зламатися при нахилі теплового насосу.

5.2 Безпека використання та характеристика холодоагенту

Робочою речовиною вибрано фреон R-410a . Фреон R-410a - сучасний холодоагент, що складається з R-32 і R-125. Його відмінною характеристикою є рівномірне випаровування в разі, якщо відбувається розгерметизація холодильного контуру. Це означає, що відновити функціонування спліт-системи при витокі дуже просто. Для цього достатньо всього лише провести дозаправку охолоджувача. Серед інших переваг R-410A перед фреонами R - 407C і R-22 слід зазначити:

- ❖ нульовий потенціал виснаження озонового шару;
- ❖ відсутність токсичного ефекту на здоров'я людини;
- ❖ збереження експлуатаційних властивостей надовго;
- ❖ підвищена холодопродуктивність (в порівнянні з R-22);
- ❖ пожежна безпека.

Озонабезпечний фреон R-410a - кращий вибір для безпеки навколишнього середовища і людського здоров'я..

- Фреон R404a один з найбезпечніших і стабільних фреонів. Він здатен зберігати високу стабільність складу, навіть якщо стався витік або була проведена перезаправка кондиціонера. Окрім того, він не займається при будь-яких температурах та має мінімальний вплив на озоновий шар.

Використання фреону в якості холодоагенту вимагає дотримання заходів безпеки. По-перше, його використання можливе тільки в добре вентильованих приміщеннях. По-друге, будь-які поглиблення в підлозі, де може накопичуватися холодоагент, необхідно відразу ж ізолювати.

5.3 Вимоги з заходів безпеки

					БКВ 03.002.04.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

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 особам, що не пройшли інструктаж з техніки безпеки й не ознайомлені із пристроєм і принципом роботи та не досягли віку 18 років.

Забороняється експлуатувати тепловий насос при несправній автоматиці; 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;

5.4 Електробезпека

Передбачена проектом апаратура повинна експлуатуватися відповідно до паспортних даних, що визначають номінальні значення струму і напруги.

Збезпечення техніки безпеки в силовому електроустаткуванні виконано вибором відповідного устаткування й апаратів. Всі електромонтажні роботи виконувати в суворому 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 тепло пункті є електродвигуни насосних установок та джерела штучного освітлення.

					БКВ 03.002.04.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Електрообладнання живиться від мережі перемінного струму з глухо заземленою нейтраллю частотою 50Гц. [15] Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 74 ТП 51 59 010 ПЗ ПЗ 8.1.2 Технічні рішення та організаційні заходи по запобіганню електротравм при роботі зі струмовідними елементами

З метою виникнення можливих електротравм при експлуатації електрообладнання теплопункту проектом його реконструкції передбачено:

- ізоляція нормально струмоведучих частин з опором $R_{зг} \geq 1$ кОм; допускається експлуатація електроустановок при зниженні опору ізоляції до 0,5 кОм [16];
- блокуюче та огорожуюче обладнання виконане так, щоб знімати чи відкривати його можна тільки за допомогою ключів чи інструменту[16];
- 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[16];
- передбачено мережу розеток 12 В для переносного освітлення[16];
- 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 електроінструменту [16];
- 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»[17];
- наявність надійного та швидкодіючого автоматичного відключення частин електрообладнання, яке випадково виявилось під напругою та пошкоджених частин електромереж[18].

Технічні рішення по запобіганню електротравм при переході напруги на не струмовідні частини електроустановок

					БКВ 03.002.04.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою захисту людей від ураження електричним струмом при переході напруги на неструмовідні частини установок проектом реконструкції тепло пункту передбачено:

-занулення всіх корпусів електродвигунів насосів та регулюючих клапанів, так як вони можуть бути під напругою при пошкоджені ізоляції[19]. Занулення дає змогу виключити небезпеку ураження електричним струмом людей при пробі на корпус обладнання одною з фаз мережі. Це досягається завдяки швидкому вимиканню, максимальним струмовим захистом ділянки, на якій виникло замикання на корпус. При зануленні пробій на корпус приводить до короткого замикання фази (контур: нульовий провідник – фаза – фазовий провідник - корпус споживача – нульовий провідник). Спрацьовує захист від короткого замикання (автомат з струмовим захистом), та пошкоджений провідник вимикається від мережі. При цьому використовуються вимоги ПУЕ – 2006 до схеми занулення:

- забезпечується необхідна кратність струму короткого замикання;
- забезпечується цілісність нульового провідника та використання повторних заземлювачів нульового провідника;
- контроль занулення проводиться при вводі в експлуатацію, перевірка здійснюється кожні 5 років;
- у нульовому проводі не дозволяється установка роз'єднувачів та інших приладів розриву електричної мережі;
- не дозволяється використовувати трубопроводи в якості нульового робочого проводу.

5.5 Пожежна безпека та профілактика

Пожежна безпека – стан об'єкта, за якого з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Приміщення згідно з НАПБ Б07.005-86 відноситься до категорії Д (пожежобезпечні – негорючі речовини та матеріали у холодному стані). Джерелом пожежі може бути спалення електроізоляції кабелю при короткому замиканні чи дії обслуговуючого персоналу, які порушують правила пожежної безпеки

					БКВ 03.002.04.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

(використання відкритого вогню, куріння у недозволених місцях). Приміщення не відноситься до вибухонебезпечних, тому що тут не використовуються легкозаймисті речовини та немає умов для створення вибухонебезпечних сумішей Системи пожежної безпеки мають запобігати виникненню пожежі і впливу на людей небезпечних факторів пожежі на необхідному рівні [23]. Потрібний рівень пожежної безпеки людей за допомогою зазначених систем, згідно з ГОСТ 12.1.004-91, не повинен бути меншим за 0,9 відвернення впливу на кожну людину, а допустимий рівень пожежної безпеки для людей не може перевищувати 10-6 впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення на рік у розрахунку на кожну людину.

Основні засоби попередження пожеж:

- застосування електрообладнання, яке задовольняє вимогам електростатичної електробезпеки по ГОСТ 12.1.018-79;
- застосування захисту від короткого замикання на розподільчому щиті теплового пункту;

Основні технічні рішення по системі протипожежного захисту теплопункту:

- згідно вимог ДБН В.2.5-13-98 для пожежної сигналізації застосовані пристрої УОТС-11, які працюють з димовими та тепловими датчиками. Датчики встановлено на стелі;
- передбачені первинні засоби пожежогасіння: вогнегасники ОУ-5 згідно вимог ДСТУ 36 75-98 IS03941-77 та ГОСТ 7276-77, ящик с піском, щільна тканина, лопата.

Вогнегасник розташовано біля входу у тепловий пункт; – проектом запроектовано, що електродвигуни, електропровідники та кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони і мають арматуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів;

– плавкі вставки запобіжників калібровані, з визначенням на клеймі номінального струму вставки;

– на електродвигуни, світильники передбачається нанесення знаків, які вказують їх ступінь захисту відповідно стандартів;

					БКВ 03.002.04.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- проектом передбачено, що з'єднання, відводи та кінцівки жил проводів виконується за допомогою опресовки, зварювання, пайки;
- прийнято, що переносні світильники мають скляні ковпачки та сітки. Для цих світильників застосовуються гнучкі кабелі з мідними жилами, з урахуванням їх захисту від можливих пошкоджень;
- передбачено стаціонарне застосування водяного пожежогасіння з пожежними кранами у настінних шафах.

Технічні рішення, прийняті в роботі, відповідають умовам екологічних, санітарногігієнічних та інших діючих норм і забезпечують безпечну для життя та здоров'я людей, експлуатацію будівлі. Для отриманих теплових втрат приміщення, враховуючи оптимальні умови роботи ґрунтових теплообмінників, було розраховано вертикальний теплообмінник для теплонасосної системи опалення. При розробці проекту були витримані вимоги таких керівних та нормативних документів:

- СНиП 2.04.05-91*У «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- СНиП II - 3 - 79*. «Строительная теплотехника».

					БКВ 03.002.04.ДП. ПЗ	Арк
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Правила експлуатації холодильного устаткування

URL: <https://studopedia.org/4-174803.html>

2. Автоматизація холодильних установок

URL: <https://buklib.net/books/35540/>

3. Автоматика холодильних систем і установок від небезпечних режимів

URL: <https://kigp.ru/uk/avtomatizaciya-holodilnyh-ustanovok-avtomatika-holodilnyh-sistem-i-ustanovok/>

4. Прилади автоматики холодильних машин

URL: <https://tues.ru/uk/pribory-avtomatiki-holodilnyh-mashin-principy-avtomatizacii-holodilnyh/>

5. Техніка безпеки при експлуатації холодильного обладнання

URL: <https://studopedia.org/7-162552.html>

6. Характеристика швидкопсувних продуктів

URL: <https://studfile.net/preview/5153283/page:2/>

7. Явнель Б.К. Курсове та дипломне проектування холодильних установок

8. Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина Холодильно-компресорні машини та установки

9. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основи автоматизації холодильних установок

10. Журнали "Холодильная техника", "Холод", 2019-2021 р.

11. Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. Холодильні установки. Проектування: Учбовий посібник

12. Канторович В.И. Гиль И. М. Пристрої, монтаж та ремонт холодильних установок.

13. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильна техніка. Властивості речовин.

					БКВ 03.001.06.ДП. ПЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

