

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: КВ - 05

Дипломний проект

студента денного відділення

КВ 05. 008. 000 ДП

ЄРМОЛАЄВА СЕРГІЯ
ДМИТРОВИЧА

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 4 КВ - 05

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
КВ 05. 008. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря для приватного
будинку площею 250 м. кв., м. Чорноморськ

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

Дипломник _____ (Єрмолаєв С.Д.)

Керівник проекту _____ (Торба С.Г.)

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: **Єрмолаєва Сергія Дмитровича**
Галузь знань **№ 14 «Електрична інженерія»**
Спеціальність **№ 142 «Енергетичне машинобудування»**
Освітня програма **«Монтаж та обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря»**

Тема дипломного проекту: Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря для приватного будинку площею 250 м. кв., м. Чорноморськ

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

Вихідні дані для проекту: температура літня 32 °С
відносна вологість повітря літня 55 %

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 системи кондиціонування

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 _____ (Торба С.Г.)

ЗМІСТ

		стор.
	ВСТУП.....	5
1	ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.	
1.1	Вихідні дані. Характеристика комфортного стану повітря.....	6
1.2	Технічна характеристика та техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання.....	7
2	РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
2.1	Розрахункові дані.....	12
2.2	Побудова в d, h-діаграмі тепло-вологісного процесу для теплого періоду.....	17
2.3	Розрахунок загальної витрати та витрати припливного повітря ...	20
2.4	Складання структурної схеми системи кондиціювання повітря ...	21
2.5	Розрахунок блоку холодозабезпечення.....	22
2.6	Вибір системи кондиціювання і вентиляції повітря	31
3	ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	
3.1	Організація ремонту та монтажу, експлуатації системи кондиціювання і вентиляції повітря	37
3.2	Автоматизація системи кондиціювання і вентиляції повітря	41
4	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	
4.1	Вихідні дані	44
4.2	Розрахунок капітальних вкладень	46
4.3	Розрахунок цехових витрат	47
4.4	Розрахунок собівартості одиниці холоду	53
4.5	Основні техніко-економічні показники	54
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	56
6	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

КВ 05 016.000.ДП ПЗ				
<i>Ли</i>	<i>Ізм.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>
Розроб.	Єрмолаєв С.			
Перевір	Селіванов А.П			
Т. контр.	Беркань Ир.В			
Н. контр.	Волянська С.В			
Утв.				
Розробка системи кондиціювання і вентиляції повітря для приватного одноповерхового будинку площею 250 м2, м. Чорноморськ			<i>Лит</i>	<i>Лист</i>
			ВСП ОТФК ОНТУ	<i>Листов</i>
			гр.4КВ-05	

Вступ.

Темою проекту передбачено розробка системи кондиціювання повітря для приватного двоповерхового будинку площею 250 м² у місті Чорноморськ. Місто Чорноморськ знаходиться на території Одеської області розташований на лівому та правому узбережжі Сухого лиману та на узбережжі Чорного моря.

Одеса та її область по кліматичній карті відносяться до другої кліматичної зони України, а клімат характеризується як помірно континентальний з рисами субтропічного. На її території спостерігається висока вологість, м'які зими, відносно тривалими веснами, довгою теплою осінню та довгим дуже спекотним літом. При таких кліматичних умовах системи кондиціювання та вентиляції є необхідними. Без таких систем у приміщенні дуже швидко стає не комфортно знаходитись. Без них не обходиться не один з багатьох торгівельних центрів, гіпермаркетів, супермаркетів, театрів, готелів, вокзалів, простих офісів та інших будівель. Забезпечення будівлі системою кондиціювання повітря приводить до зменшення ризиків захворювання, підвищення продуктивності та комфорту праці.

Ще з виникнення кондиціювання повітря ця галузь безупинно розвивалась і з кожним століттям все швидше. За останні 30 років галузь обробки повітря дістала неймовірних досягнень. Тож однією з головних задач цього дипломного проекту є проектування сучасної та як найбільш ефективною системи кондиціювання повітря.

					ЛП КВ 05 008 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

Загальна частина

1.1 Вихідні дані. Характеристика комфортного стану повітря.

Темою дипломного проекту передбачено розробку системи вентиляції та кондиціювання повітря приватного житлового будинку площею 250 м² в місті Чорноморськ. Місто Чорноморськ знаходиться на висоті 29 м. над рівнем моря. Клімат Чорноморська помірно-морський з рисами субтропічного. Літня температура сягає 33° С з вологістю повітря 41%, а зимня -18° С з вологістю повітря 83%. За рік випадає близько 386 мм. осадків.

У державних будівельних нормах (ДБН В.2.5-67:2013) та за санітарно-гігієнічними нормами допустимий діапазон щодо відносної вологості повинен перебувати в межах від 25 до 70 %. А для квартир і будинків вологість повинна попадати у діапазон від 30% до 60% влітку, та від 30% до 45% взимку. Також згідно ДСТУ Б EN 15251:2011, Додатку А, Таблиці А.2 рекомендованими температурами для наявних кімнат у холодний період є:

- Загальна кімната, спальня, кабінет – 22° С;
- Кухня-їдальня – 22° С;
- Совміщений санвузол – 24°С;
- Хол, передпокій – 18° С;
- Спортзал – 21° С;
- Котельня – 18° С.

Згідно тому ж ДСТУ Б EN 15251:2011, Додатку А, Таблиці А.2 рекомендованими температурами для наявних кімнат у теплий період є:

- Загальна кімната, спальня, кабінет – 20° С;
- Кухня-їдальня – 20° С;
- Совміщений санвузол – 22° С;
- Хол, передпокій – 16° С;
- Спортзал – 20° С;
- Котельня – 20° С.

					КВ 05 008 001 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

1.2 Технічна характеристика і техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання.

Для виконання проектування було обрано двоповерхову хату площею 250 м². Ця хата налічує в повному обсязі 18 кімнат серед яких:

- Спальних кімнат – 5 шт.;
- Камінна кімната – 1 шт.;
- Кухня-їдальня – 1 шт.;
- Вітальня – 1 шт.;
- Хол – 2 шт.;
- Санвузол – 3 шт.;
- Спортзала – 1 шт.;
- Котельня – 1 шт.;
- Комора – 3 шт.

Характеристика кімнат:

- Спальна кімната №1 має площу у 22,2 м²; налічує 2 вікна та одні двері які ведуть до холу; кімната знаходиться на першому поверсі.
- Спальна кімната №2 має площу 18,3 м²; налічує 3 вікна та 2 двері, перші двері ведуть до холу, другі двері ведуть до комори; кімната знаходиться на другому поверсі.
- Спальна кімната №3 має площу 17,5 м²; налічує одне вікно та 2 двері, перші двері ведуть до холу, другі двері ведуть до тераси; кімната знаходиться на другому поверсі.
- Спальна кімната №4 має площу 19,4 м²; налічує 2 вікна та 2 двері, перші двері ведуть до холу, другі двері ведуть до комори; кімната знаходиться на другому поверсі.

					КВ 05 008 001 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

- Спальна кімната №5 має площу 19,3 м²; налічує 3 вікна та 2 двері, перші двері ведуть до холу, другі двері ведуть на балкон; кімната знаходиться на другому поверсі.
- Камінна кімната має площу 39,0 м²; налічує 6 вікон, одні двері що ведуть на терасу та сполучення із холлом та кухнею-їдальною; кімната знаходиться на першому поверсі.
- Кухня-їдальня має площу 14,8 м²; налічує 2 вікна та сполучення із камінною кімнатою; кімната знаходиться на першому поверсі; налічує (газову/електронну плиту) що є джерелом тепло-вологонадходжень.
- Вітальня має площу 14,6 м²; налічує 4 двері, перші двері ведуть на крильце, другі двері ведуть до холу, треті двері ведуть до спортзали, четверті двері ведуть до санвузла; кімната знаходиться на першому поверсі; вікна відсутні.
- Хол №1 має площу 14,1 м²; налічує 2 двері та сполучення із камінною кімнатою та холлом №2 через сходи, перші двері ведуть до спальної кімнати №1, другі двері ведуть до вітальні; кімната знаходиться на першому поверсі; вікна відсутні.
- Хол №2 має площу 38,7 м²; налічує 8 дверей та сполучення із холлом №1 через сходи, перші двері ведуть на балкон, другі двері ведуть до спальної кімнати №2, треті двері ведуть до пальної кімнати №4, четверті двері ведуть до спальної кімнати №3, п'яті двері ведуть на балкон, шості двері ведуть до комори, сьомі двері ведуть до спальної кімнати №5, восьмі двері ведуть до санвузла №3; кімната знаходиться на другому поверсі; вікна відсутні.
- Санвузол №1 має площу 4,8 м²; налічує одне вікно та одні двері що ведуть до вітальні; кімната знаходиться на першому поверсі;

					КВ 05 008 001 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

налічує ванну, раковину та унітаз що є джерелом тепло-вологонадходжень;

- Санвузол №2 має площу 5,4 м²; налічує 2 двері, перші двері ведуть до спортзали, другі двері ведуть до котельні; кімната знаходиться на першому поверсі; налічує ванну, раковину та унітаз що є джерелом тепло-вологонадходжень.
- Санвузол №3 має площу 10,1 м²; налічує одне вікно та одні двері які ведуть до холу №2; кімната знаходиться на другому поверсі; налічує ванну, раковину та унітаз що є джерелом тепло-вологонадходжень.
- Спортзала має площу 17,7 м²; налічує 3 вікна та 2 двері, перші ведуть до вітальні, другі ведуть до санвузла №2; кімната знаходиться на першому поверсі; спортзала є місцем підвищеної активності людини тому повинно вентилюватись сильніше за інші.
- Котельня має площу 10,0 м²; налічує одне вікно та 2 двері, перші двері ведуть у санвузол №2, другі двері ведуть на тирасу; кімната знаходиться на першому поверсі; налічує котел що є джерелом великих теплонадходжень.

Так як будинок вважається новим, усі його вікна герметичні, а через те що це житлова оселя, входні двері майже завжди зачинені. Тобто інфільтраційним повітрям ми можемо знехтувати.

Для монтажу було прийняте рішення використовувати VRV (VRF) систему. VRV (VRF) системи це насамперед багатозональні системи, тобто від одного зовнішнього блоку до декількох внутрішніх може потрапляти різна температура повітря. VRV системи часто використовуються для обслуговування великих будівель у чому перевагою є можливість комбінувати одразу декілька зовнішніх блоків. А головною перевагою VRV

					КВ 05 008 001 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

систем над іншими це можливість одночасно працювати на виробництво теплого та холодного повітря.

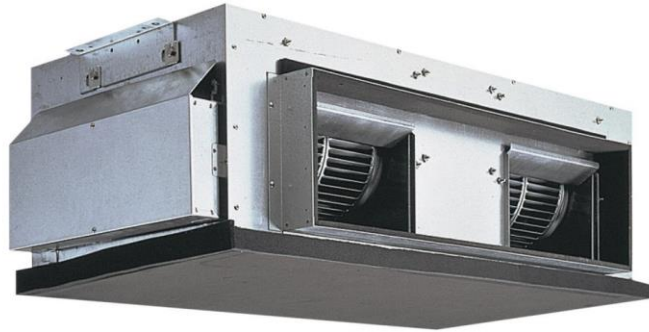
Хладагентом обрав фреон R410A оскільки він вважається найбезпечнішим фреоном на ринку, а для житлової будівлі це дуже важливо. Для обслуговування усієї будівлі буде досить лише одного зовнішнього блоку фірми Mitsubishi Electric модель PUNZ-P250YKA (Малюнок 1.1) оскільки дана система має достатню холодопродуктивність, а саме 7800 Вт. Як внутрішні блоки було обрано модель PEA-RP250GAQ (Малюнок 1.2) тієї ж фірми, що повністю відповідає потрібним параметрам холодопродуктивності 3840-4800 Вт. На кожному поверсі буде встановлено один внутрішній блок від якого буде виходити система повітроводів.

Малюнок 1.1. Зовнішній блок марки Mitsubishi Electric PUNZ-P250YKA



Малюнок 1.2. Внутрішній блок марки Mitsubishi Electric

					КВ 05 008 001 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		



					КВ 05 008 001 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахункові дані.

Кліматична характеристика регіону проектування.

- Розрахункові літня температура – 33 °С;
- Розрахункова літня відносна вологість – 41 %.

Сприятливий мікроклімат в квартирі в холодну пору року забезпечується в першу чергу температурним режимом. Санітарно-гігієнічні норми встановлюють такі допустимі параметри в опалювальний сезон: житлова і прохідна кімната? 18-24 ° С; кухня з газовою або електричною плитою? 18-26 ° С; санвузол? 18-26 ° С; передпокій? 16-22 ° С; сходові клітка і міжквартирний коридор? 14-20 ° С; комори і підсобні приміщення? 12-20 ° С. Встановлений оптимальний режим підтримує здорові фізіологічні процеси терморегуляції і відчуття температурного балансу організму людини на рівні 36-37 ° С.

Таблиця 2.1 Параметри мікроклімату житлових приміщень згідно СанПіН (Санітарні правила і норми)

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более
Холодный	Жилая комната	20-22	18-24 (20-24)	45-30	60
	Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°С и ниже	21-23	20-24 (22-24)	45-30	60
	Кухня	19-21	18-26	Не норм.	Не норм.
	Туалет	19-21	18-26	Не норм.	Не норм.
	Ванная, совмещенный санузел	24-26	18-26	Не норм.	Не норм.
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20-22	18-24	45-30	60
	Межквартирный коридор	18-20	16-22	45-30	60
	Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	Не норм.	Не норм.
	Кладовые	16-18	12-22	Не норм.	Не норм.
Теплый	Жилая комната	22-25	20-28	60-30	65

Примечание: Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов.

Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата

КВ 05 008 002 ДП ПЗ

Арк.

2.2 Розрахунок теплоприпливів

Розрахунок тепловиділень від людей

$$Q_{\text{людей}} = nq_{\text{л}} \text{ Вт} \quad (2.1)$$

де n – розрахункова кількість людей, що одночасно перебувають у приміщенні, а $q_{\text{л}}$ – тепловиділення від однієї людини.

Оскільки темою диплому дана приватна оселя площею 250 м^2 , ми розраховуємо на тепловиділення людей у стані спокою $Q_{\text{яс}}$ і $Q_{\text{пс}}$, та тепловиділення людей під час легкої роботи $Q_{\text{ялр}}$ і $Q_{\text{плр}}$.

Для розрахунку данні про явні ($q_{\text{яс}}$; $q_{\text{ялр}}$) та приховані ($q_{\text{пс}}$; $q_{\text{плр}}$) тепловиділення від однієї людини беремо із СНіП 2.04.05*91.

Розрахунок явних тепловиділень від людей у стані спокою:

$$Q_{\text{яс}} = nq_{\text{яс}} \text{ Вт} \quad (2.2)$$

де n – розрахункова кількість людей, що одночасно перебувають у приміщенні, а $q_{\text{яс}}$ – явні тепловиділення від однієї людини у стані спокою.

При температурі в приміщенні 20°C $q_{\text{яс}} = 87 \text{ Вт}$.

$$Q_{\text{яс}} = 5 \times 87 = 435 \text{ Вт}$$

Розрахунок явних тепловиділень від людей при легкій роботі:

$$Q_{\text{ялр}} = nq_{\text{ялр}} \text{ Вт} \quad (2.3)$$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

де n – розрахункова кількість людей, що одночасно перебувають у приміщенні, а $q_{ялр}$ – явні тепловиділення від однієї людини під час легкої роботи. При температурі в приміщенні 20°C

$$q_{ялр} = 99 \text{ Вт.}$$

$$Q_{ялр} = 5 \times 99 = 495 \text{ Вт}$$

Сума явних теплоприпливів від усіх людей $Q_{я}$:

$$Q_{я} = Q_{яс} + Q_{ялр} \text{ Вт} \quad (2.4)$$

$$Q_{я} = 435 + 495 = 930 \text{ Вт}$$

Розрахунок прихованих тепловиділень від людей у стані спокою:

$$Q_{пс} = nq_{пс} \text{ Вт} \quad (2.5)$$

де n – розрахункова кількість людей, що одночасно перебувають у приміщенні, а $q_{пс}$ – приховані тепловиділення від однієї людини у стані спокою. При температурі в приміщенні 20°C $q_{яс} = 29 \text{ Вт}$.

$$Q_{пс} = 5 \times 29 = 145 \text{ Вт}$$

Розрахунок прихованих тепловиділень від людей при легкій роботі:

$$Q_{плр} = nq_{плр} \text{ Вт} \quad (2.6)$$

де n – розрахункова кількість людей, що одночасно перебувають у приміщенні, а $q_{плр}$ – явні тепловиділення від однієї людини під час легкої роботи. При температурі в приміщенні 20°C $q_{ялр} = 52 \text{ Вт}$.

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

$$Q_{\text{плр}} = 5 \times 52 = 260 \text{ Вт}$$

Сума прихованих теплоприпливів від усіх людей $Q_{\text{п}}$:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{пс}} + Q_{\text{плр}} \text{ Вт} \quad (2.7)$$

$$Q_{\text{п}} = 145 + 260 = 405 \text{ Вт}$$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

2.3 Розрахунок вологоприпливів:

Розрахунок вологоприпливів від людей:

$$W_{\text{людей}} = n w_{\text{л}} \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.8)$$

де n – розрахункова кількість людей, що одночасно перебувають у приміщенні, а $w_{\text{л}}$ – вологовиділення від однієї людини.

Оскільки темою диплому дана приватна жила оселя, ми розраховуємо на сидячу легку фізичну роботу $w_{\text{слф}}$, та невеликі рухи стоячи $w_{\text{нрс}}$. Оселя розрахована на 6 осіб що в ній проживають, та 4 особи що вважаються гостями.

Розрахунок вологоприпливів від людей із сидячою легкою фізичною роботою $w_{\text{слф}}$:

$$W_{\text{слф}} = 5 \times 0,026 = 0,13 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Розрахунок вологоприпливів від людей із невеликими рухами стоячи $w_{\text{нрс}}$:

$$W_{\text{нрс}} = 5 \times 0,029 = 0,145 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Сума вологоприпливів від усіх людей $W_{\text{л}}$:

$$W_{\text{л}} = W_{\text{слф}} + W_{\text{нрс}} \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.9)$$

$$W_{\text{л}} = 0,13 + 0,145 = 0,275 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

Оскільки темою диплома дана приватна житлова оселя де вікна герметичні, а зовнішні двері зазвичай зачинені, інфільтраційними вологоприпливами ми можемо знехтувати.

2.4 Побудова ID-діаграми:

Розрахунок на теплий період:

Розрахунок кутового коефіцієнту ε :

$$\varepsilon = \frac{\sum Q_{\text{п}} \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}}{\sum W} \quad (2.10)$$

Де $\sum Q_3$ – сума всіх загальних теплоприпливів, а $\sum W$ – сума всіх вологоприпливів.

Розрахунок суми всіх загальних теплоприпливів $\sum Q_3$:

$$\sum Q_3 = Q_{\text{я}} + Q_{\text{п}} \text{ Вт} \quad (2.11)$$

Де $Q_{\text{я}}$ – сума явних теплоприпливів, а $Q_{\text{п}}$ – сума прихованих теплоприпливів.

$$\sum Q_3 = 930 + 405 = 1335 \text{ Вт} = 4806000 \frac{\text{Дж}}{\text{год.}}$$

Розрахунок суми всіх повних вологоприпливів $\sum W$:

$$\sum W = W_{\text{л}} \frac{\text{кг}}{\text{год.}} \quad (2.12)$$

Де $W_{\text{л}}$ – сума влогоприпливів від людей.

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

$$\sum W = 0,275 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 990 \frac{\text{кг}}{\text{год.}}$$

$$\varepsilon = \frac{4806000}{990} = 4855 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 4,855 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

Розрахунок загальної витрати повітря:

Масова витратність повітря визначається із рівнянь теплового та вологісного балансів, після чого обирається найбільше значення:

○ по явним теплоприпливам:

$$G = \frac{Q_{я} \times k}{C_p(t_2 - t_1)} \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.13)$$

○ по асиміляції повітря:

$$G = \frac{W}{d_{\text{вид}} - d_1} \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.14)$$

○ по мінімально допустимому підмісу зовнішнього повітря на присутніх людей:

$$G = \rho \times n \times l \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.15)$$

Де k – показник організації повітрообміну; C_p – теплоємність повітря; t_1, h_1, d_1 – параметри повітря в приміщенні; t_2, h_2, d_2 – параметри припливного повітря. Згідно таблиці №1 беремо значення $k = 0,91$.

Розрахунок загальної витрати повітря по явним теплоприпливам:

$$G = \frac{3348000 \times 0,91}{1000 \times 3} = 1015,56 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Розрахунок загальної витрати повітря по асиміляції повітря:

$$G = \frac{3655}{11,5 - 6,5} = 731 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$W = \sum_1^3 (k \times n \times g_w) + 1000 \times W_{об} \quad (2.16)$$

$$\sum_1^3 (0,91 \times 6 \times 40) + 1000 = 3655 \frac{\text{г}}{\text{год.}}$$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

Розрахунок загальної витрати повітря по мінімально допустимому підмісу зовнішнього повітря на присутніх людей:

$$G = 1,2 \times 6 \times 40 = 288 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

2.5 Вибір температурних режимів роботи холодильної машини

Температура кипіння:

$$t_0 = t_b - (10 \div 15) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.17)$$

Де t_b – внутрішня температура повітря.

Температура конденсації

$$t_k = t_3 + (8 \div 12) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.18)$$

Де t_3 – зовнішня температура повітря.

Розрахунок температур зводимо у таблицю № 2.5

Таблиця № 2.2. Температурні режими роботи СКП:

$t_0, \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_k, \text{ } ^\circ\text{C}$
5	45

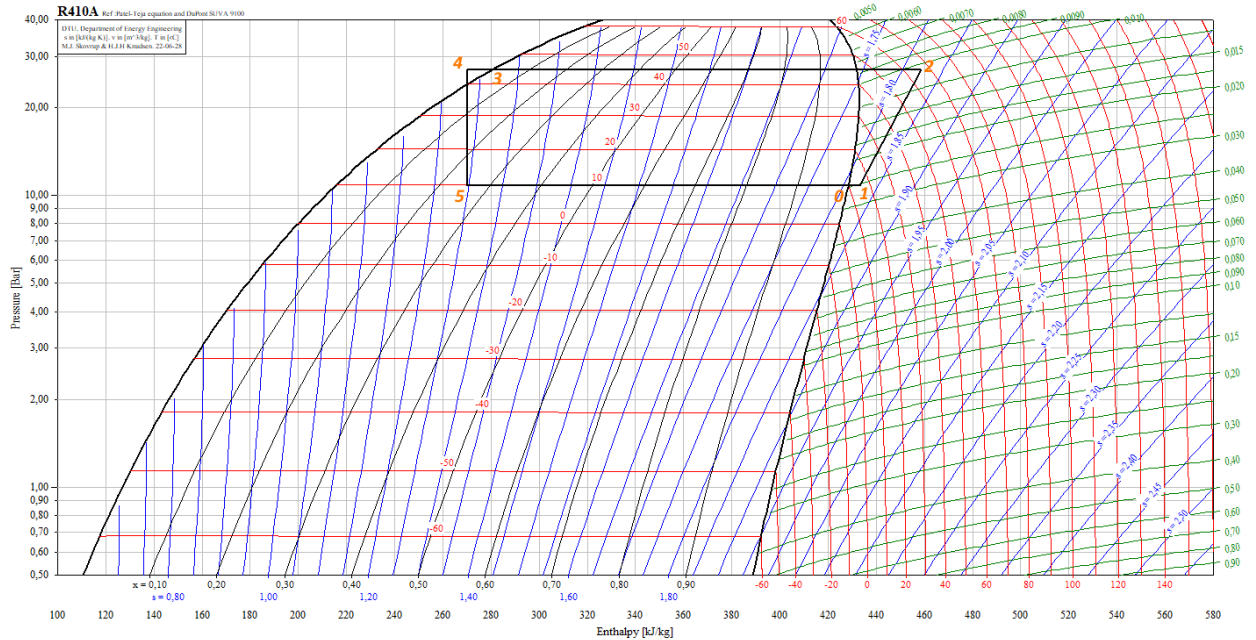
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата

КВ 05 008 002 ЛП ПЗ

Арк.

2.5 Побудова циклу роботи системи кондиціювання повітря, та зняття параметрів вузлових точок:

Цикл СКП при $t_0 = 5^\circ\text{C}$:



Таблиця № 2.3. Параметри циклу СКП при $t_p = 20^\circ\text{C}$

Номер точки	Параметри			
	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{МПа}$	$h, \text{кДж/кг}$	$V, \text{м}^3/\text{кг}$
0	10	1,08	428,4	-
1	15	1,08	433	0,025
2	66,5	2,7	458,6	0,0105
3	45	2,7	280,7	-
4	40	2,7	270,02	-
5	10	1,08	270,02	-

Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

КВ 05 008 002 ЛП ПЗ

Арк.

2.6 Тепловий розрахунок і добір компресора

Розрахунок одноступінчатого компресору:

$$t_0 = 10^\circ\text{C}$$

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_0 = h_1 - h_5, \text{кДж/кг} \quad (2.19)$$

$$q_0 = 433 - 270,02 = 162,98 \text{кДж/кг}$$

Масова витрата пару:

$$m_d = Q_0 / q_0, \text{кг/с} \quad (2.20)$$

$$m_d = 20 / 163 = 0,122 \text{кг/с}$$

Де Q_0 – навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Дійсна об'ємна подача:

$$V_d = m_d v_1, \text{м}^3/\text{с} \quad (2.21)$$

$$V_d = 0,122 \times 0,03 = 0,00366 \text{м}^3/\text{с}$$

Де v_1 – питомих обсяг усмоктуваного пару, $\text{м}^3/\text{кг}$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_c \lambda_w \quad (2.22)$$

$$\lambda = 0,93 \cdot 0,81 = 0,7533$$

Індикаторний коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda_c = 1 - c \left[\left(\frac{P_k}{P_0} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right] \quad (2.23)$$

$$\lambda_c = 1 - 0,05 \left[\left(\frac{2,7}{1,08} \right)^{\frac{1}{1,05}} - 1 \right] = 0,93$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору:

$$\lambda_w = \frac{T_0 + \theta}{\alpha T_k + \beta \theta} \quad (2.24)$$

$$\lambda_w = \frac{283 + 10}{1,12 \cdot 318 + 0,5 \cdot 10} = 0,81$$

Теоретична об'ємна подача:

$$V_T = \frac{V_d}{\lambda}, \frac{m^3}{c} \quad (2.25)$$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

$$V_T = \frac{0,00366}{0,7533} = 0,0048 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 17,49 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Питома об'ємна холодопродуктивність в робочих умовах:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1}, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (2.26)$$

$$q_v = \frac{163}{0,025} = 6520 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = m_d(h_2 - h_1), \text{кВт} \quad (2.27)$$

$$N_a = 0,122 \times (458,6 - 433) = 3,1232 \text{ кВт}$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_i = \lambda_w + bt_0 \quad (2.28)$$

$$b = 0,001$$

$$\eta_i = 0,81 + 0,001 \times 10 = 0,82$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i}, \text{кВт} \quad (2.29)$$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

$$N_i = \frac{3,1232}{0,82} = 3,81 \text{ кВт}$$

Потужність тертя:

$$N_{\text{тр}} = V_{\text{т}} P_{\text{тр}}, \text{ кВт} \quad (2.30)$$

$$P_{\text{тр}} = 50 \div 60 \text{ Н}$$

$$N_{\text{тр}} = 0,0048 \cdot 55 = 0,264 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}}, \text{ кВт} \quad (2.31)$$

$$N_e = 3,81 + 0,264 = 4,074 \text{ кВт}$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{(1,1 \div 1,12) N_e}{\eta_{\text{п}}}, \text{ кВт} \quad (2.32)$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{1,1 \times 4,074}{0,99} = 4,526 \text{ кВт}$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт:

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

$$\varepsilon_e = \frac{Q_o}{N_e} \quad (2.33)$$

$$\varepsilon_e = \frac{20}{4,526} = 4,419$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (2.34)$$

$$Q_k = 20 + 3,81 = 23,81 \text{ кВт}$$

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

2.7 Розрахунок конденсатора

Площа поверхні конденсатора, що передає тепло:

$$F = \frac{Q_k}{k(t_k - t_{3.c.})} \quad (2.35)$$

$$F = \frac{23,81}{0,045 \times (45 - 33)} = 44 \text{ м}^2$$

Де Q_k – тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, кВт/м² К

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

2.8 Розрахунок повітроохолоджувача

Розрахунок і добір повітроохолоджувачів :

$$F = \frac{Q \times 10^3}{k \times (t_B - t_0)} \quad (2.36)$$

$$F = \frac{10 \times 10^3}{12,5 \times 15} = 53,3 \text{ м}^2$$

де Q – сумарне навантаження на камерне устаткування визначена тепловим розрахунком, кВт

k - коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження Вт/м²К

Δt - Різниця температур між киплячим ХА і повітрям у камері

Приймається два відповідних внутрішніх блока, кожен з яких працює на своєму поверсі двоповерхового приватного будинку.

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

2.9 Добір зовнішнього та внутрішнього блоків СКП

Для проектування СКП у приватному житловому будинку було вирішено використовувати VRV(VRF) системи. Спираючись на потрібну холодопродуктивність у теплий період року $Q = 20$ кВт та витрати повітря $G = 1015,56 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$ я обираю зовнішній блок марки Mitsubishi Electric моделі PUHZ-P250YKA, внутрішній блок обираю марки Mitsubishi Electric моделі PEA-RP250GAQ у кількості 2 штуки.

Технічні характеристики обраного устаткування наведені в табл..2,4 та 2,5.



Рис.2.1 Зовнішній блок марки PUHZ-P250YKA

Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата

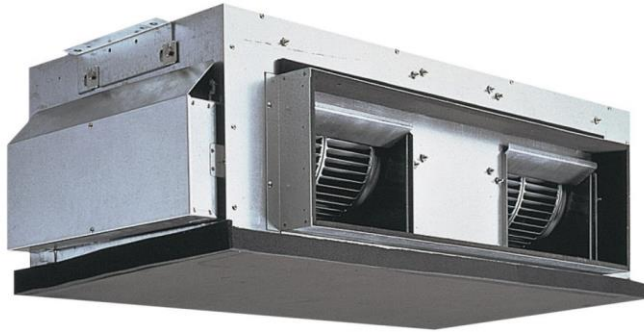
КВ 05 008 002 ЛП ПЗ

Арк.

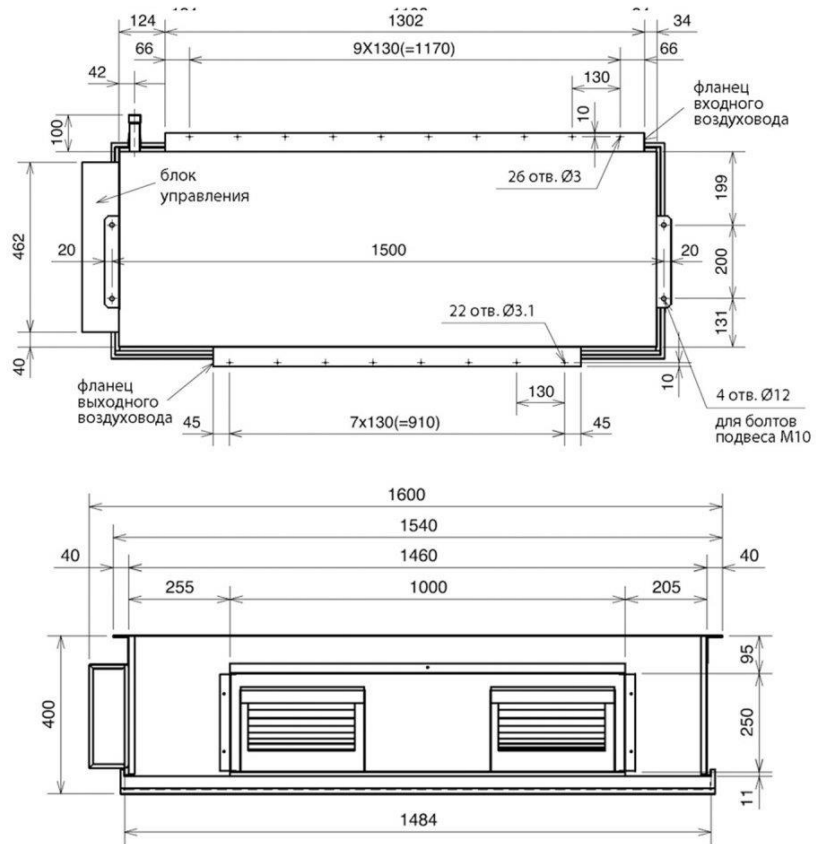
Таблиця 2.4. Характеристики зовнішнього блоку PUNZ-P250YKA

Параметр		PUNZ-P250YKA
Холодопродуктивність	кВт	22,0 (11,2-28,0)
Теплопродуктивність	кВт	27,0 (12,5-31,5)
Споживна потужність	кВт	1,10
Витрати повітря	м ³ /год	7800
Рівень шуму	дБ	49-52
Статичний тиск	Па	150
Вага	кг	77,0
Розміри Ш×Д×В	мм	1600×634×400
Електроживлення		380–415 В, 3 фази, 50 Гц
Робочий ток	А	2,10
Діаметр труб: рідина/газ	мм (дюйм)	12,7 (1/2) / 25,4(1) 1
Тип хладагента		R 410A
Діаметр дренажу	дюйм	R1
Максимальна довжина трубопровода	м	70
Максимальний перепад висот	м	30
Гарантований діапазон зовнішніх температур	Охол.	-15 ... +46°C
	Нагр.	-11 ... +21°C
Завод		MITSUBISHI ELECTRIC CONSUMER PRODUCTS (THAILAND) CO., LTD (Тайланд)

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		



2.2 Внутрішній блок марки PEА-RP250GAQ



2.3 Монтажное кресление внутреннего блока PEА-RP250GAQ

					КВ 05 008 002 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

Таблиця 2.5 Характеристики внутрішнього блоку PEA-RP250GAQ

Параметр		PEA-RP250GAQ
Інвертор		Так
Холодопродуктивність	кВт	22,0 (11,2-28,0)
Теплопродуктивність	кВт	27,0 (12,5-31,5)
Споживна потужність у режимі холоду	кВт	8,71
Споживна потужність у режимі тепла		9,31
Витрати повітря	м ³ /год	3840-4800
Рівень шуму	дБ	59-62
Статичний тиск	Па	150
Вага	кг	135
Розміри Ш×Д×В	мм	105×33(+4)×133,8
Електроживлення		380–415 В, 3 фази, 50 Гц
Максимальний робочий ток	А	23,3
Діаметр труб: рідина/газ	мм (дюйм)	9,52 (3/8")/ 25,4(1) 1
Кількість внутрішніх блоків що можна підключити		4
Тип хладагента		R 410A
Діаметр дренажу	дюйм	R1
Максимальна довжина трубопровода	м	70
Максимальний перепад висот	м	30
	Охол.	-15 ... +46°C

Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата

КВ 05 008 002 ЛП ПЗ

Арк.

Гарантований діапазон зовнішніх температур	Нагр.	-11 ... +21°C
Завод		MITSUBISHI ELECTRIC CONSUMER PRODUCTS (THAILAND) CO., LTD (Тайланд)

2.10 Додаткове обладнання.

Оскільки обробка повітря в системі кондиціонування не передбачає інших впливів, окрім термічних, в системі встановлено каналний озонатор повітря ОЗОН-20 ТК на кожен внутрішній блок окремо..



Рис.2.4 Зовнішній вигляд озонатора ОЗОН-20 ТК

Характеристики озонатора ОЗОН-20 ТК такі:

- Продуктивність озону: 20 грам / годину (20 000 мг) для приміщень до 5000 м.куб
- Регулювання генерації озону: 9 режимів
- Матеріал корпусу: пластик ПВХ
- Обсяг озоно-повітряної суміші: 300 м.куб / год
- Температурний режим: -30 + 45 ° С
- Потужність, не більше: 450 Вт (220V)
- Розміри: 850 x 150 x 200 мм

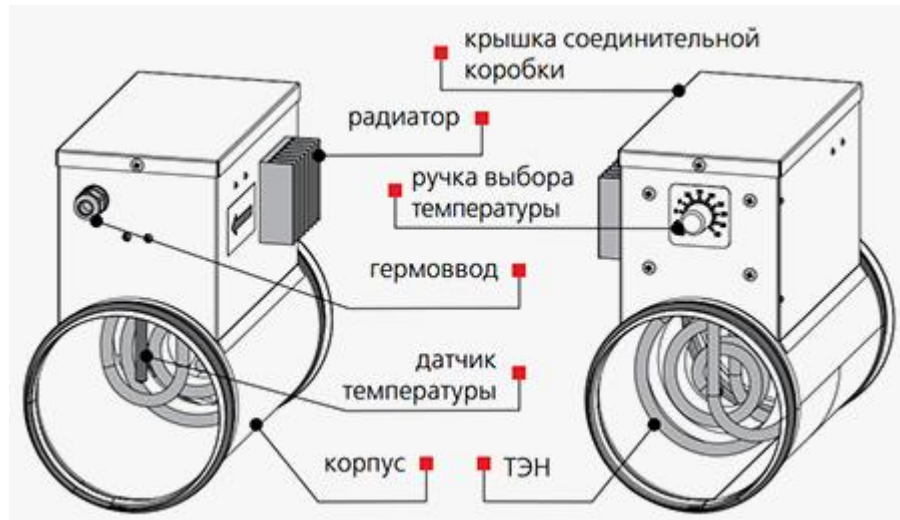
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата

КВ 05 008 002 ЛП ПЗ

Арк.

○ Вага: 5 к

Для підігріву припливного повітря, що підмішується у каналному внутрішньому блоці для зимового періоду приймається каналний калорифер для каналів круглої форми.



Мал.2.5. Калорифер каналного типа

Для підтримки необхідного температурного режиму використана модель НК-У із споживаною потужністю від 0,6 до 2,4 кВт

					КВ 05 008 002 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

3. Організаційна частина

3.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування повітря.

Зовнішні блоки VRF системи можуть бути встановлені або на даху або на землі, у обох випадках він потребує віброгасної основи. У нашому випадку ми будемо встановлювати зовнішній блок на землі але насамперед ми організуємо фреонопровід відповідно нашому проекту. На цьому ж етапі ми встановлюємо рефнети (розподільники) фреону в системі та прокладаємо міжблочні кабелі у спеціально відведених місцях.

Після завершення першого етапу йде перевірка системи на герметичність, а саме у систему закачують азот і залишають у такому стані близько на 14 днів. Якщо за цей термін ніде не було знайдено пошкоджень через характерний свист, а тиск не змінився відносно початкового значення це говорить про те що наша система герметична й зроблена без порушень.

На наступному етапі йде монтаж системи кондиціонування та дренажної системи для відводу конденсату який є наслідком роботи системи кондиціонування. Далі йде встановлення внутрішніх блоків, після чого ми вже встановлюємо зовнішній блок на спеціальну віброгасну основу, яку ми вже попередньо встановили.

Етап підключаємо трубопровід та кабелі до блоків і систем електропостачання. Видаляємо усе повітря із системи та заправляємо її фреоном. Нарешті проводимо роботи з тестування і якщо не буде виявлено фізичних пошкоджень та зниження тиску у системі то можемо закінчувати роботу.

					КВ 05 008 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

До монтажу внутрішнього блоку кондиціонера висунуто багато вимог, які покликані найбільш якісно його організувати. Основні правила встановлення внутрішнього блоку спліт-системи, які використовуються фахівцями:

- Монтаж пристрою краще проводити до або після ремонту в приміщенні. Таким чином можна прокласти комунікаційні шляхи найзручнішим, менш витратним способом.
- Необхідно дотримуватись строго зазначених відстаней до найближчих стін, перекриттів: до стелі мінімум 10 см, до стін мінімум 10 см з урахуванням того, що від пристрою до точки виходу комунікацій – не менше 50 см.
- Не встановлювати за шторами вікна у нішах. Це обмежить охолоджений повітряний потік, він циркулюватиме лише по простору віконного отвору.
- Не встановлювати над високими комодами, шафами (мінімум – 1м). Повітряний потік також буде обмежений перешкодою, при цьому пил, що скупчився на меблів, потрапить у приміщення.
- Не встановлювати внутрішній блок над елементами системи опалення. Температурний датчик усередині пристрою постійно фіксуватиме високу температуру, спонукаючи його безперервно працювати в режимі охолодження. Це призведе до швидкого зношування деталей, виходу з ладу клімат-системи.
- Розташовувати таким чином, щоб місця відпочинку, роботи, частого перебування людей знаходилися поза прямим охолодженим повітряним потоком.

					КВ 05 008 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

- Клімат-пристрій повинен розташовуватися строго горизонтально, щоб уникнути скупчення, а потім переливу конденсату з дренажної ємності.

Для монтажу та роботи повітроводів існують документи, в яких прописані вимоги. До них відносяться СП 60.13330 та СП 73.13330.2012. Перший називається «Опалення, вентиляція та кондиціонування», а другий — «Внутрішні санітарно-технічні системи будівель». Крім того, виробники, що випускають повітроводи, додають до них свої інструкції.

До вимог, що підлягають неухильному виконанню, належать:

- Повне розтягування гнучких повітроводів при їх встановленні.
- Відсутність провисань, щоб уникнути втрат тиску.
- Обов'язкове заземлення, тому що магістраль має властивість накопичувати статичну електрику.
- Не планувати монтаж гнучких і напівжорстких повітроводів, якщо вертикальний відрізок системи є трасою, що охоплює більше ніж 2 поверхи.
- Встановлювати виключно жорсткі труби в цокольних поверхах, підвалах, у конструкціях з бетону, в місцях контакту з ґрунтом.
- На етапі проектування і при монтажі гнучких та інших повітроводів слід враховувати той момент, що в діючій системі вентиляції траєкторія повітря являє собою спіраль.
- На поворотах закладати радіус, що дорівнює мінімум двом діаметрам труби.

					КВ 05 008 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

- Через стіни повітропровід проводити, використовуючи спеціальні гільзи з металу та перехідники.
- Пошкоджений при установці повітропровід підлягає обов'язковій заміні.

У процесі експлуатації системи кондиціонування повітря відбувається знос усіх її елементів, що призводить до зниження її продуктивності. При значному зносі вузлів і деталей з'являється небезпека аварії. Для уникнення аварій слід проводити своєчасні профілактичні огляди та ремонти. Розрізняють декілька видів зносу, такі як: тепловий, механічний та хімічний. Під час роботи системи кондиціонування може трапитись відмова устаткування, її розрізняють на раптові та поступові. Якщо відмова пов'язана з помилками при монтажі та дефектами деталей це раптова. Вона виражається в поломці деталей і вузлів, паропрояві, терті, розривах та тріщинах. Не можливо спрогнозувати прояви таких відмов.

Відмови що відбуваються в результаті природного зносу, корозії, засмічення теплообмінних апаратів це поступові. При них спостерігається зменшення продуктивності, збільшення витрати електроенергії масла та води. Поступові відмови можливо спрогнозувати, виходячи з досвіду експлуатації устаткування одного типу на підставі даних лабораторних досліджень.

Щоб підтримувати систему кондиціонування у робочому стані треба проводити комплексне виконання робіт з його ремонту й обслуговуванню. Для попередження відмови деталей у наслідок поломки деталей що швидко зношуються, самовідгвинчуючих різьбових з'єднань, передчасного зносу базових деталей абразивними частинками, раптовою поломкою деталі проводяться профілактичні огляди і ремонти.

					КВ 05 008 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

3.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря.

Автоматизація – це оснащення системи кондиціонування повітря приладами, які дозволяють проводити технологічні процеси без участі людини. Автоматизація систем кондиціонування та вентиляції повітря широко застосовується на промислових підприємствах, у великих торгових та розважальних комплексах, спортивних клубах, готелях та інших схожих об'єктах. Залежно від потреб замовника автоматизація систем кондиціонування може бути частковою, комплексною та повною. Часткова та комплексна автоматизація передбачає участь людини в управлінні системою, а повна автоматизація працює завдяки комп'ютерному управлінню всією кліматичною технікою. У роботі таких систем використовують вимірювальні прилади: манометри, термометри, поплавкові показники рівня рідини та багато інших. Обладнання саме визначає стан системи кондиціонування. Все це відбувається в режимі реального часу, що дозволяє швидко реагувати на нештатні ситуації, що виникли. Автоматична система вентиляції набагато надійніша за звичайну, оскільки всі несправності відразу ж діагностуються. За станом параметрів системи вентиляції та кондиціонування можна стежити за допомогою дисплея або єдиного щита керування вентиляцією.

Побутові системи кондиціонування мають особливості систем автоматизації, які пов'язані із призначенням та режимом функціонування обладнання.

Мал. 4.1. Схема електричного підключення зовнішнього блоку:

					КВ 05 008 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

Комплексна автоматизація використовується на масштабніших об'єктах, вся інформація передається до центрального пульта, за яким оператор може стежити за всіма процесами та вносити зміни для оптимізації роботи системи.

Для того, щоб створити автоматизовану систему кондиціонування, створюється спеціальний проект, в якому враховуються всі параметри приміщень та характеристики обладнання, а також розробляється процедура встановлення датчиків, контролерів та інших важливих деталей.

					КВ 05 008 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 ВХІДНІ ДАНІ

Таблиця 4.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	СКП повітря для приватного двоповерхового будинку площею 250 м ² , м. Чорноморськ
2.	Система охолодження	безпосередня
3.	Холодоагент	R-410A
4.	Марка масла	Синтетичне
5.	Наявність градирні	-
6.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	100
7.	Ступінь автоматизації	Повна
8.	Кількість змін праці	-
9.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	-
10.	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0,05
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	1.68
12.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	475

Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата

КВ 05 008 004 ЛП ПЗ

Арк.

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	холодопродуктивність, кВт	t ₀ °C	номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн.
1	Кондиціонер	PUHZ-P250YKA фірми Mitsubishi Electric	1	22	-5;-25	7	301 339
		PEA-RP250GAQ фірми Mitsubishi Electric	2				66 094
2	Магістральний іонізатор повітря	ОЗОН-20 ККН	1			0.45	8300
3	Канальний калорифер	НК У	1			2,4	21000

4.2 РОЗРАХУНОК КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_M = C_H \cdot K_H, \text{ грн}, \quad (4.1)$$

де C_H – ціна одиниці обладнання, грн.

K_H – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_{\text{мнб}} = 301\,339 \times 1 = 301\,339$$

$$C_{\text{мнб}} = 66\,094 \times 2 = 132\,188$$

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	Кондиціонер	PUNZ- P250YKA	1	301 339	301 339
		PEA- RP250GAQ	2	66 094	132 188
2	Магістральний іонізатор повітря	ОЗОН-20 ККН	1	9300	9300
3	Канальний калорифер	НК У	1	21000	21000
4	Разом сумарна вартість основного обладнання				463 827
5	Вартість іншого обладнання (20%)				92 765
6	Витрати на монтаж і транспорт (15-20%)				69 574
7	Загальна вартість				626 166

Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата

КВ 05 008 004 ЛП ПЗ

Арк.

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

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

$$K_B = 0 + 626\,166 = 626\,166$$

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

4.3 РОЗРАХУНОК ЦЕХОВИХ ВИТРАТ

Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність):

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

$$Q_{\text{ст}} = \sum(Q_0 \times K_L \times 2844) \quad (4.3.)$$

$$Q_{\text{ст-5}} = 22 \times 0,46 \times 2844 = 225\,774 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{\text{ст-25}} = 22 \times 2,3 \times 2844 = 141\,673, \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{\text{ст. заг}} = 367\,447 \text{ тис.кДж}$$

де Q_0 – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

K_L – середньозважений коефіцієнт переводу праці компресора з робочих умов у стандартні при різних температурах кипіння холодоагенту

2844 – кількість годин роботи обладнання- кондиціонера у період зима-літо, тис.секунд

					КВ 05 008 004 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

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	$\sum Q_0$	22
2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	q_a	0,08
3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	K_p	1,05
4. Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	475,00
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a} = \sum Q_0 \times q_a \times K_p \times Z_{x.a.} \times K_{x.a.}$	1 009
Інші витрати (10%)	$C_i = C_p \times 20/100$	194
Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	1164

Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата

КВ 05 008 004 ЛП ПЗ

Арк.

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	Номінальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба в електроенергії, кВт.годин	Витрати на силову електроенергію в грн,
	Вихідні дані табл. 4.2		Wh.	Кв.об.	Куст.	Ч/рік	$W_{заг} = Wh \times Кв.об \times Куст \times Ч/рік$	$C_w = W_{заг} \times Ц_e$
1	Кондиціонер	PUHZ-P250YK	7	0,85	1	1580	9401	15 794
		PEA-RP250G AQ			2	1580	18 802	31 587
2	Магістральний іонізатор повітря	ОЗОН-50 ККН	1.05	0,85	1	790	705	1 184
3	Канальний калорифер	НК 315-9,0-3	3*3	0,3	1	420	1134	1905
7	Всього	X	X	X	3	X	11 240	50 470

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{заг} \times Ц_e, \text{ грн} \quad (4.4)$$

Ц_e- ціна 1кВт електроенергії , грн(1.68 грн за 1кВт.годину)

					КВ 05 008 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

4.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

З урахуванням повної автоматизації обладнання приймаємо 1 працівника 6-го розряду для обслуговування СКП повітря для приватного двоповерхового будинку площею 250 м² з річним фондом робочого часу - 100 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:

$$Tc1 = ЗП / Г, \text{ грн} \quad (4.5)$$

$$Tc1 = 6500 / 164.58 \text{ год} = 40,621 \text{ грн}$$

де: Зп – мінімальна заробітна платня, встановлена державою, грн.
Г – кількість годин роботи у місяць.

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.10.2022 по 31.12.2022 дорівнює 6500 грн.

6500 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн

164.58 годин – середньомісячна кількість робочих годин (1987/12 = 164.58)

(Норма тривалості робочого часу в годинах при 40-годинному робочому тижні – 1987 год) (Див. <https://services.dtkk.ua/>)

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$Tc6 = Tc1 * ТК6, \text{ грн}$$

(4.6)

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

					КВ 05 008 004 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

Розрахунок тарифної ставки середнього розряду:

$$T_c(6p) = T_c(1p) \times TK, \text{ грн} \quad (4.7)$$

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки бго розряду

$$T_c(6p) = 40.62 \times 1,5 = 71,21 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою

$$T_\phi = T_c \cdot E_\phi \cdot K, \text{ грн} \quad (4.8)$$

де: T_c – середня годинна тарифна ставка, грн

E_ϕ – ефективний фонд робочого часу, годин

K – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_\phi = T_\phi + \sum D, \text{ грн} \quad (4.9)$$

де: T_ϕ – тарифний фонд зарплати, грн;

$\sum D$ - сума доплат за умови праці та нічний час, грн.(25% від тарифного фонду заробітної плати).

$$\sum D = T_\phi \times 25/100, \text{ грн} \quad (4.10)$$

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D_\phi = (T_\phi \cdot d)/100, \text{ грн}$$

(4.11)

де: d – процент додаткового фонду(10%)

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_\phi = O_\phi + D_\phi, \text{ грн.} \quad (4.12)$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

					КВ 05 008 004 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

$$B_c = (P_\phi \cdot p) / 100, \text{ грн} \quad (4.13)$$

де: p – відсоток відрахувань від річного фонду (ССВ=22%)

Розрахунки заносяться у таблицю 4.6.

Таблиця 4.6. Розрахунок фонду оплати праці виробничого персоналу

Назва показника	Формула	Розрахунок
Тс – середня годинна тарифна ставка, грн.	Тс	71,21
ЕФ – ефективний фонд робочого часу, годин; (365-108-13-18)*8=1808	Еф	100
К – кількість працівників компресорного цеху	К	1
Тф - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_\phi = T_c \cdot E_\phi \cdot K$, грн	7121
Д - сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (45% від тарифного фонду заробітної плати).	$\sum D = T_\phi \times 25 / 100$, грн	1780
Оф - основний фонд заробітної плати	$O_\phi = T_\phi + \sum D$	8901
Дф - додатковий фонд заробітної плати	$D_\phi = (T_\phi \cdot d) / 100$, грн	712
Рф - річний фонд	$P_\phi = O_\phi + D_\phi$, грн.	9613
Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_\phi \cdot p) / 100$, грн	2114

4.4 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ОДИНИЦІ ХОЛОДУ

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

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

$$C_{ст.заг.1000кДж} = \frac{C_{ст}}{Q_{ст}}, \text{ грн} \quad (4.14)$$

$$C_{ст.1000 кДж} = \frac{41\,719}{367\,447} = 0,1135 \text{ грн.}$$

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

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

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	1164	0,0031
2	Зарплата виробничих працівників	9613	0,0232
3	Відчислення від зарплати	2114	0,0051
4	Електроенергія силова	50 470	0,1373
6	Амортизація обладнання(5%)	31 308	0,0852
7	Разом цехова собівартість (Сст)	94 669	0,2576

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	СКП для приватного двоповерхового будинку площею 250 м ² , м. Чорноморськ
2	Система охолодження	безпосередня
4	Холодильний агент	R-410A
5	Марка масла	Синтетичне
6	Наявність градирні	-
7	Ступінь автоматизації	Повна
8	Сума капіталовкладень, грн	626 166
9	Холодопродуктивність компресорів, кВт	22
10	Кількість компресорів, шт.	-
11	Річний виробіток холоду, тис. кДж.	367 447
12	Цехова собівартість, грн.	94 669
13	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,2576
14	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність СКП повітря для приватного одноповерхового будинку площею 250 м², м. Чорноморськ низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,2576грн за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

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

Отже, проект СКП повітря для приватного двоповерхового будинку площею 250 м², м. Чорноморськ можна вважати доцільним та економічно вигідним.

					КВ 05 008 004 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

5. Охорона праці

Вступ

Одною з найважливіших частин виробництва є охорона праці. Охороною праці називають сукупність норм, правил, заходів та засобів що спрямовані на забезпечення безпеки працівника як фізично так і юридично.

Окрім забезпечення безпеки, охорона праці проводить контроль за забезпеченням працівників спецодягом, засобами гігієни, профілактикою професійних захворювань, організацією відпочинку та харчування.

У даному розділі розглядається питання безпечних та здорових умов для працівників, під час монтажу системи кондиціонування повітря у приватному будинку площею 250 м².

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників, що впливають на працівника.

Аналіз умов праці працівника показує, що під час роботи він попадає під дію таких виробничих чинників як надмірні навантаження, нервово-емоційна напруга, дію фізичних факторів. Тому зростає ймовірність загрози життю, здоров'ю та працездатності працівника.

5.2 Розробка заходів з охорони праці.

Кондиціонуванням повітря називають підтримку стану повітря у приміщенні у сприятливому для людини стані, не залежно від стану зовнішнього повітря.

Кондиціонування повітря відбувається за допомогою системи кондиціонування повітря (СКП), а саме через процес забору повітря, у нашому випадку із внутрішнього середовища, обробки у кондиціонері, надання потрібних характеристик та постачання обробленого повітря у приміщення.

Основне обладнання системи кондиціонування для підготовки та переміщення повітря обробляється у пристрої, який називається

					КВ 05 008 005 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

кондиціонером. У багатьох випадках усі технічні засоби для кондиціонування повітря скомпоновані в одному блоці або двох блоках, і тоді поняття «СКП» та «кондиціонер» є тотожними.

5.3 Безпека праці

У проекті використовується рециркуляційна система, що забирає внутрішнє повітря та «відновлює» його для повторної подачі у приміщення.

Для безаварійної експлуатації компресорних і холодильних установок слід дотримуватись вимог безпеки, що викладені в державних стандартах та інструкціях з техніки безпеки. Холодильні установки небезпечні також тому, що холодоагенти, які використовуються в них, можуть спричинити отруєння, а суміш холодоагента із повітрям вибухонебезпечна.

Задля більшої безпеки, під час монтажу, експлуатації та випадків пошкодження СКП було прийнято робочою речовиною холодильної установки обрати фреон R410A який вважається найбезпечнішим для людини на ринку.

Фреон R410A є двокомпонентним та не містить хлор, тож значно більш екологічний. Він підходить для заправки холодильного обладнання побутового та промислового призначення. Якщо витік складе більше 40%, систему доведеться заправити заново, інакше заправки холодильного обладнання побутового та промислового призначення.

Розташування системи кондиціонування має забезпечувати безперечний і зручний монтаж, експлуатацію та ремонт технологічного устаткування. Оскільки будівля є житловою. При роботі працівники носитимуть спецодяг, на висоті використовувати страхові троси і прилади.

Монтаж проводиться із використанням тільки потрібних інструментів. При роботі із дротами, першим кроком у оселі вимикається усе

					КВ 05 008 005 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

електропостачання та заземлюється кондиціонер, забороняється контакт заземлювального проводу з лінією газопроводу, водопроводу, блискавковідводу та ін. Для запобігання ураженню електричним струмом потрібно встановити переривник витоку струму відповідного номіналу.

Перед початком роботи необхідно перевірити стан і надійність кріплення арматури, захисного заземлення, контрольно-вимірювальних і сигнальних приладів, а також наявність і справність пломб на запобіжних клапанах, манометрах та іншій апаратурі, яка має бути опломбованою.

Кожний запобіжний клапан компресорної установки має бути відрегульований і опломбований, мати пристрій для його примусового відкриття під час роботи, натяжні гайки пружинних запобіжних клапанів також мають бути опломбованими. Вантаж важільних запобіжних клапанів після регулювання закріплюють, закривають металевими, кожухами і опломбовують. Після регулювання запобіжних клапанів необхідно скласти відповідний акт.

Відносна вологість повітря, що засмоктується у компресор, не може перевищувати 60 %. До подачі повітря у циліндри компресора, його необхідно очистити від пилу, бризок масла, водяної пари і інших забруднень. Потрапляння забрудненого повітря у компресор веде до тертя, що утворює заряд статичного струму. Довжина іскри при цьому може досягати 20 мм. Захистом від статичного струму передбачено влаштування заземлення

5.4 Пожежна безпека

Мешканці оселі є відповідальним за пожежну безпеку, а також за утримання і експлуатацію технічних засобів протипожежного захисту.

Основні причини виникнення пожеж:

- Куріння у не визначених для цього місцях;
- Необережне поводження з вогнем;
- Несправність обладнання;

					КВ 05 008 005 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

- Недоліки електрообладнання;
- Несправність вентиляційних систем.

При виникненні пожежі у початковій стадії в першу чергу працівникам або мешканцям будинку треба вимкнути усе електропостачання у оселі та по можливості своїми силами гасити невеличкі осередки пожежі до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони.

					КВ 05 008 005 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

6. Перелік використаних джерел.

1. Розрахунок усіх теплоприпливів
URL: <https://airducts.com.ua/raschet-teplopostuplenij/>
2. Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих факторів
URL: <http://vn.dsp.gov.ua/novini-upravlinnya/klasifikatsiya-nebezpechnih/>
3. Прилади автоматики холодильних машин
URL: <https://tues.ru/uk/pribory-avtomatiki-holodilnyh-mashin-principy-avtomatizacii-holodilnyh/>
4. Добір устаткування СКП:
URL: <https://mitsubishi.kh.ua/>
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011–01–01. Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.
6. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинний від 2014 – 01–01. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 149 с.
7. Биков О. «Холодильна техніка. Різні сфери застосування холоду». – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
8. Явнель Б.К. «Курсове та дипломне проектування холодильних установок та систем кондиціонування повітря». – М.: Агропромиздат, 1989. – 223 с.
9. Горбаченко С.А., Дикий О.В., Флюнт М.О., «Охорона праці та безпека життєдіяльності». – 37 с.
10. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. «Основи автоматизації холодильних установок». – М.: Агропромиздат, 1987. - 287 с.

					КВ 05 008 006 ЛП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпись	Дата		

