

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) _____ **ННІТІ ім. І. С. Гулого**
Кафедра _____ **теплоенергетики та холодильної техніки**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

_____ Сергій БЛАЖЕНКО _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Валентин ПЕТРЕНКО _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми «Холодильна техніка та технології»

на тему: Розробка приладу для отримання води з повітря продуктивністю 200л/добу з функцією рекуперації теплоти

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХМ-4-4

Литовченко Андрій Юрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник доц. Бондар Володимир Іванович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2024р

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад.
І.С.Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Валентин Петренко

“14” квітня 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Литовченко Андрій Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Розробка приладу для отримання води з повітря продуктивністю 200л/добу з функцією рекуперації теплоти

керівник роботи: Бондар Володимир Іванович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 05 квітня 2024 р. № 256-кв

2. **Строк подання здобувачем роботи:** 7.06.2024 року

3. **Вихідні дані до роботи:** холодильний агент – R448A; добова продуктивність установки 200 л/добу; конденсатор – повітряний, рекуперація теплоти; компресор – спіральний, кліматичні параметри м. Малібу, обмежуючі габаритні розміри установки – 1800мм x 900мм x 1500мм.;

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

1. Технологічна схема холодильної установки; 2. Розрахунок продуктивності;

3. Розрахунок холодильної установки; 4. Охорона праці; Література

5. **Перелік графічного матеріалу:**

Гідравлічна схема холодильної установки, компоновочне 3D креслення та види установки.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 14 квітня 2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження проекту	14-21.04.2024	
2	Виконання холодильної частини	22-26.04.2024	
3	Вибір обладнання	27.04-10.05.2024	
4	Оформлення креслень	13-26.05.2024	
5	Підготовка презентації та доповіді	27-31.05.2024	
6	Попередній захист	3-4.06.2024	
7	Захист кваліфікаційної роботи	12-20.06.2024	

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Андрій ЛИТОВЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

Володимир БОНДАР
(прізвище та ініціали)

Анотація

В даному дипломному проекті розроблено та спроектовано прилад для отримання води з повітря продуктивністю 200л/добу з функцією рекуперації теплоти. В проекті розроблено холодильну систему та виконанно підбір обладнання для умов експлуатації данної установки.

В проекті наведений повний розрахунок, опис технології, а також приведений підбір обладнання холодильної установки.

В дипломі спроектована конструкція установки, підібране обладнання, а також розділ «Охорона праці».

В графічній частині представлені креслення установки.

Ключові слова: холодо агент (R448A), холодильний цикл, рекуперація теплоти, генераія води, конденсація повітря.

					00. КРБ. 142.008.027. ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Литовченко А.			Анотація	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бондар В. І.					4	83
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В. П.						

Annotation

In this diploma project, a device for obtaining water from the air with a capacity of 200 l/day with a heat recovery function was developed and designed. The project developed a refrigeration system and selected equipment for the operating conditions of this installation.

The project includes a complete calculation, a description of the technology, as well as a selection of the equipment of the refrigeration plant.

In the diploma, the design of the installation, selected equipment, as well as the section "Occupational safety" are designed.

Drawings of the installation are presented in the graphic part.

Key words: refrigerant (R448A), refrigeration cycle, heat recover, water generation, air condensation.

					00. КРБ. 142.008.027. ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Литовченко А.			Annotation	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бондар В. І.					5	83
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В. П.						

Зміст

Вступ.....	8
1. Розрахунок теплонадходжень.....	9
1.1. Розрахунок параметрів повітря	9
1.2 Розрахунок теплонадходжень	14
2. Планування компановки установки	22
3. Тепловий розрахунок холодильного контуру	23
3.1. Тепловий розрахунок системи.....	23
3.2. Повірковий тепловий розрахунок системи	28
4. Вибір обладнання	30
4.1 Підбор випарника.....	30
4.2 Вибір повітряного конденсатора.....	31
4.3. Пластинчастий конденсатор.....	32
4.4 Ресивер	33
4.5. Розрахунок трубопроводів та додаткового обладнання.	33
4.5.1. Всмоктувальний трубопровід.....	33
4.5.2. Нагнітальний трубопровід.....	34
4.5.3. Трубопровід рідкого ХА на виході з конденсатора.	36
5. Розрахунок повітряного контуру	38
5.1. Вибір повітряного фільтру.....	38
5.2 Розрахунок пластинчастого рекуператора	40
5.3 Підбір краплевловлювача	42
5.4 Моделювання повітряпроводу	42
5.5 Розрахунок аеродинамічних втрат	43
5.6. Підбір вентилятора	46
6. Розробка рами	47
7. Техніко-економічні показники.....	49
8. Охорона праці	53
8.1. Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном	53
8.2 Основні терміни та визначення в галузі охорони праці.....	55
8.3. Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників ...	57
8.4. Організація роботи служби охорони праці.....	62

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

8.5. Комісія з питань охорони праці підприємства.....	64
Список використаної літератури.....	68

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
						7
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Вступ

В світі питання доступу до водних ресурсів набуває все більшого значення. Ця робота спрямована на дослідження, розробку та впровадження технології, яка дозволить ефективно вилучати воду з атмосферного повітря. Вона має на меті не лише теоретичне обґрунтування та наукове обґрунтування даного процесу, а й практичну реалізацію інженерного рішення, спроможного вирішити проблему дефіциту води в регіонах з проблемним доступом до води.

Головним завданням при проектуванні установки є:

- вибір температурного режиму;
- визначення розмірів установки;
- розробка схеми установки;
- вибір необхідного обладнання;

					00. КРБ. 142.008.027. ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Литовченко А.			Вступ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бондар В. І.					8	
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В. П.						

1. Розрахунок теплонадходжень

1.1. Розрахунок параметрів повітря

Для розрахунку теплонадходжень для генерації 200 л/добу задаємо середньодобовими значеннями параметрами повітря яке буде надходити в установку в місті Малібун штат Каліфорнія, Сполучених Штатів Америки. Покази температури та вологості взято з сайту NASA, всі інші дані визначені з i-d діаграми вологого повітря (Табл. 1).

Таблиця 1 – Середньомісячні параметри повітря в м.Малібун

		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t	°C	12,4	13,4	13,6	14,5	16,4	18,0	19,4	19,5	18,7	17,0	14,6	12,4
φ	%	66,4	66,4	70,2	68,2	71,7	74,1	76,1	76,9	75,6	71,0	62,8	59,1
x	g/kg s.v.	6,4	7,4	7,3	7,5	8,9	10,2	11,5	11,7	10,9	9,2	6,9	5,6
h	kJ/kg s.v.	28,6	29,6	32,1	33,6	39,2	44,1	48,8	49,4	46,6	40,4	32,3	26,8
ρ	kg/m ³	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

Відповідно до завдання враховуємо в повітряному контурі установки встановлення повітряного рекуператора. Приймаємо діапазон температури на виході з випарника від +5 °C до -15 °C. Визначені параметри повітря за вказаних температур зазначені у табл. 2.

					00. КРБ. 142.008.027. ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Литовченко А.				1. Розрахунок теплонадходжень	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Бондар В. І.						9	83
Реценз.					ХМ – 4 – 4			
Н. контр.								
Затверд.	Петренко В. П.							

Таблиця 2 – Прийняті параметри повітря на виході з випарника

Прийнята температура	Вологовміст, $x_{\text{вих.}}$, г/кг	Ентальпія, $h_{\text{вих.}}$, кДж/кг	Відносна вологість, $\varphi_{\text{вих.}}$, %
5	5.46	18.69	100
2	4.34	12.95	100
-5	2.44	0.98	100
-10	1.6	-6.08	100
-15	0.62	-18.6	100

Розрахунок проводимо за наведеною нижче методикою. Для прикладу використана температура на виході з випарника + 5⁰С та параметри мікроклімату січня.

Розраховуємо параметри повітря на виході з рекуператора (Рис. 1).

$$h_{(1)\text{вих.рек.}} = h_{(1)\text{вх.}} - \eta_{\text{рек.}}(h_{(1)\text{вх.}} - h_{(1)\text{вих.}})$$

де $\eta_{\text{рек.}}$ – це середнє ККД для пластинчастого рекуператора = 50% [Каталог ССК]

$$h_{(1)\text{вих.рек.}} = 28.6 - 0.5(28.6 - 18.69) = 23.6 \text{ кДж/кг}$$

Аналогічні розрахунки виконані для всіх місяців року та прийнятих температур на виході з випарника. Отримані ентальпії та вологовмісти зазначені в табл. 3 та табл.4 відповідно.

Таблиця 3 – Ентальпії на виході з рекуператора при заданих температурах на виході з випарника

Місяць	Ентальпія, $h_{\text{вих.рек.}}$, кДж/кг				
	+5	+2	-5	-10	-15
Температури					
Січень(1)	23.6	20.7	14.79	11.3	5
Лютий(2)	24.1	21.3	15.3	11.8	5.5
Березень(3)	25.4	22.5	16.5	13	6.8
Квітень(4)	26.1	23.3	17.3	13.8	7.5
Травень(5)	28.9	26	20.1	16.6	10.3
Червень(6)	31.4	28.5	22.5	19	12.8
Липень(7)	33.7	30.8	24.9	21.4	15.1
Серпень(8)	34	31.2	25.2	21.7	15.4
Вересень(9)	32.6	29.7	23.8	20.3	14
Жовтень(10)	29.5	26.7	20.7	17.2	10.9
Листопад(11)	25.5	22.6	15.6	13.1	6.9
Грудень(12)	22.7	19.9	13.9	10.4	4.1

Таблиця 4 - Вологовміст на виході з рекуператора при заданих температурах на виході з випарника

Місяць	Вологовміст, $X_{\text{вих.рек.}}$ Г/КГ				
	+5	+2	-5	-10	-15
Температури	+5	+2	-5	-10	-15
Січень(1)	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
Лютий(2)	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
Березень(3)	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
Квітень(4)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Травень(5)	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
Червень(6)	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
Липень(7)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
Серпень(8)	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
Вересень(9)	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
Жовтень(10)	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
Листопад(11)	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
Грудень(12)	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6

На рис. 1 зображені характерні точки параметрів повітря в повітряному контурі установки при температурі на виході з випарника +5⁰С. Точки 1 це параметри повітря з вулиці, точки 2 це температури на виході з рекуператора, точки 3 це параметри повітря на виході з випарника, точки 4 це параметри повітря, яке виходить з установки, точки 4 не визнаємо, бо вона нас не цікавить.

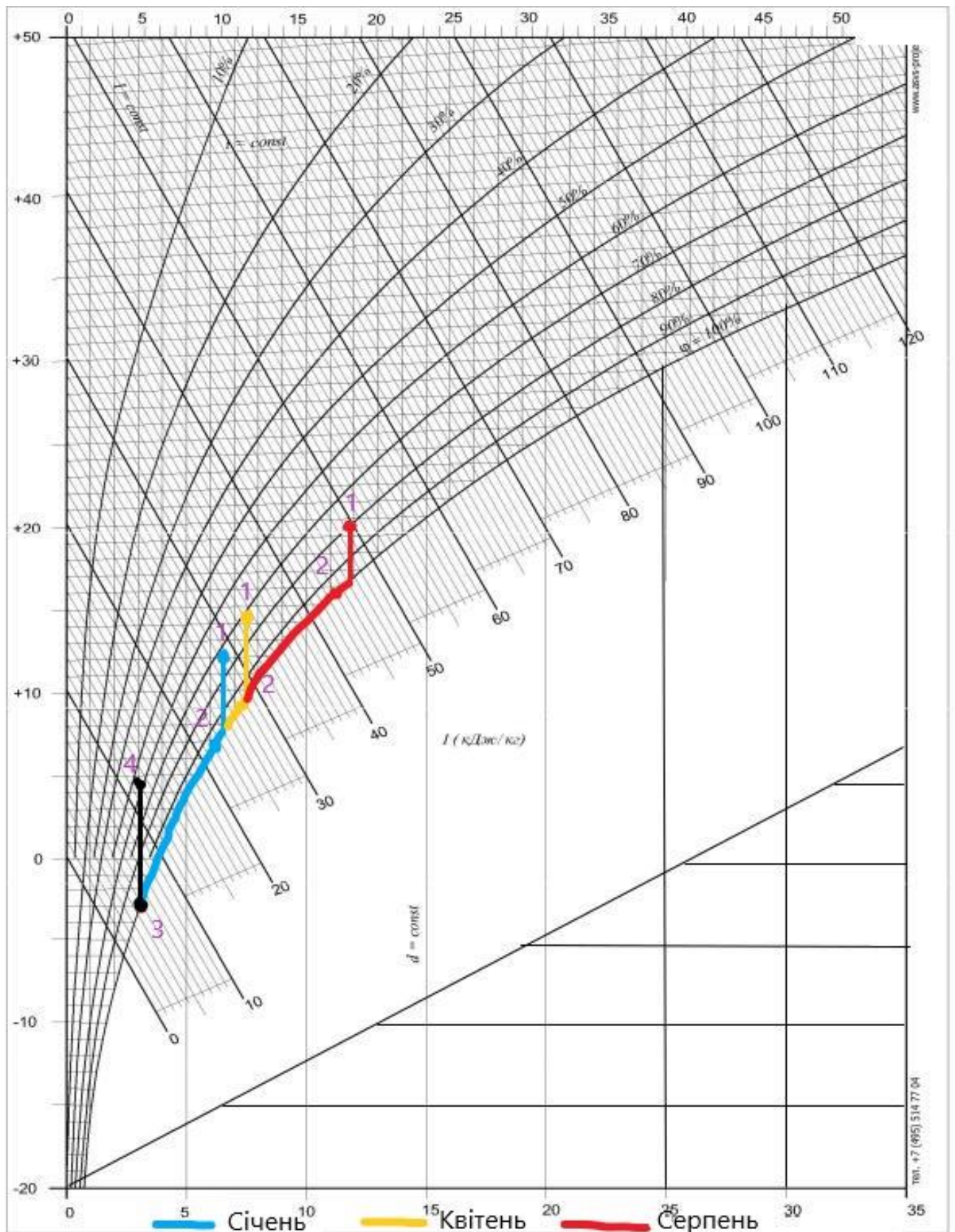


Рис. 1 Обробка повітря в проєктовані машині

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КРБ 142.008.027. ПЗ

Аркуш

13

1.2 Розрахунок теплонадходжень

Для розрахунку необхідної кількості холоду необхідно знати різницю ентальпій повітря, що виходить з рекуператора у випарник та тим повітрям, що виходить з установки та різницю вологовмісту повітря що заходить з вулиці в установку та повітрям що виходить з установки. Також треба знати об'ємну витрату повітря для розрахунку повітряного контуру.

Розрахунок питомого теплового навантаження на випарник є різницею ентальпії повітря на вході та виході з випарника для січня місяця:

$$\Delta H_1 = h_{(1)\text{вих.рек.}} - h_{(1)\text{вих.}}$$
$$\Delta H_1 = 23.6 - 18.69 = 4.9 \text{ кДж/кг}$$

Питома продуктивність по виробленню води визначається як різниця вологовмісту повітря на вході в установку та виході повітря з випарника для січня:

$$\Delta x_1 = x_{(1)\text{вих.рек.}} - x_{(1)\text{вих.}}$$
$$\Delta x_1 = 6.4 - 5.46 = 0.94 \text{ г/кг}$$

Аналогічний розрахунок проводимо для всіх місяців та температур на виході з випарника, результати заносимо у таб. 5.

Визначаємо масова витрату повітря, що проходить через повітряний контур для січня при температурі на виході з випарника +5 °С:

$$M = \frac{A \cdot \rho_{H_2O}}{\tau \cdot \Delta x_1} = \frac{200 \cdot 998}{20 \cdot 0.94} = 10638.4 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

де А це добова продуктивність машини по воді (200 л/добу), τ це кількість робочих годин на добу (20 год.), ρ_{H₂O} - густина води (998 кг/м³),

Переведемо витрату за січень кг/год у м³/год для подальших розрахунків.

$$V = M / \rho$$

де ρ – густина повітря (1,1 кг/м³)

$$V = 10635.5 / 1.1 = 9668.57 \text{ м}^3/\text{год}$$

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

Загальна потреба холоду для січня дорівнює:

$$Q_1 = M \cdot \Delta H_1 / 3600$$

$$Q_1 = 10638.4 \cdot \frac{4.9}{3600} = 14.64 \text{ кВт}$$

Аналогічні розрахунки проведені для всіх місяців та всіх заданих раніше температур на виході з випарника. Результати заносимо у табл. 6 – 8.

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5 – Різниці ентальпій та вологомісті

Місяць	Різниця ентальпія, ΔH , кДж/кг	Різниця вологовмісту, Δx , г/кг	Різниця ентальпія, ΔH , кДж/кг	Різниця вологовмісту, Δx , г/кг	Різниця ентальпія, ΔH , кДж/кг	Різниця вологовмісту, Δx , г/кг	Різниця ентальпія, ΔH , кДж/кг	Різниця вологовмісту, Δx , г/кг	Різниця ентальпія, ΔH , кДж/кг	Різниця вологовмісту, Δx , г/кг
Температури	+5		+2		-5		-10		-15	
Січень(1)	4.9	0.94	7.8	2.06	13.8	3.96	17.3	4.8	23.6	5.78
Лютий(2)	5.4	1.94	8.3	3.06	14.3	4.96	17.8	5.8	24.1	6.78
Березень(3)	6.7	1.84	9.6	2.96	15.6	4.86	19.1	5.7	25.4	6.68
Квітень(4)	7.5	2.04	10.3	3.16	16.3	5.06	19.8	5.9	26.1	6.88
Травень(5)	10.3	3.44	13.1	4.56	19.1	6.46	22.6	7.3	28.9	8.28
Червень(6)	12.7	4.74	15.6	5.86	21.6	7.76	25.1	8.6	31.4	9.58
Липень(7)	15	6.04	17.9	7.16	23.9	9.06	27.4	9.9	33.7	10.88
Серпень(8)	15.4	6.24	18.2	7.36	24.2	9.26	27.7	10.1	34	11.08
Вересень(9)	13.9	5.44	16.8	6.56	22.8	8.46	26.3	9.3	32.6	10.28
Жовтень(10)	10.8	3.74	13.7	4.86	19.7	6.76	23.2	7.6	29.5	8.58
Листопад(11)	6.8	1.44	9.6	2.56	14.6	4.46	19.2	5.3	25.5	6.28
Грудень(12)	4.1	0.14	7	1.26	12.9	3.16	16.5	4	22.7	4.98

00.КРБ.142.008.027.ПЗ

Зм

Лист

№ докум.

Листів

Датум

Листів

16

Таблиця 6 – Кількісна потреба повітря

місяць	V, кг/год				
	температури 5+	2	-5	-10	-15
Січень	10635.5	4853,06	2524,57	2082,77	1729,64
лютий	5153.25	3267,09	2015,58	1723,67	1474,53
березень	5433.32	3377,47	2057,06	1753,91	1496,60
квітень	4900.64	3163,70	1975,75	1694,46	1453,10
травень	2906.19	2192,39	1547,57	1369,49	1207,40
червень	2109.14	1706,02	1288,31	1162,48	1043,56
липень	1655.18	1396,27	1103,45	1009,83	918,87
серпень	1602.13	1358,33	1079,62	989,83	902,28
вересень	1837.74	1523,98	1181,71	1074,98	972,50
жовтень	2673.07	2057,06	1478,89	1315,43	1165,19
листопад	6944.4	3906.25	2242.15	1886.79	1592.36
грудень	71428.57	7936.5	3164.55	2500	2008.03

Таблиця 7 – Об'ємна потреба повітря

місяць	V', м³/год				
	температури 5+	2	-5	-10	-15
Січень	9668,57	4411,87	2295,06	1893,43	1572,40
лютий	4684,77	2970,08	1832,35	1566,97	1340,48
березень	4939,38	3070,42	1870,05	1594,47	1360,55
квітень	4455,12	2876,09	1796,14	1540,42	1321,00
травень	2641,99	1993,08	1406,88	1244,99	1097,64
червень	1917,40	1550,93	1171,19	1056,80	948,69
липень	1504,71	1269,34	1003,14	918,03	835,34
серпень	1456,48	1234,84	981,47	899,85	820,26
вересень	1670,67	1385,44	1074,29	977,25	884,09
жовтень	2430,07	1870,05	1344,45	1195,85	1059,26
листопад	6313.09	3551.14	2038.32	1715.26	1447.6
грудень	64935.06	4215	2876.86	2272.72	1825.48

00. КРБ 142.008.027. ПЗ

Аркуш

17

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Таблиця 8 – потреба холоду

Місяць	Q ₀ , кВт				
	5	2	-5	-10	-15
температури					
Січень	14,64	10,55	9,68	10,03	11,34
лютий	7,81	7,56	8,01	8,54	9,87
березень	10,12	8,98	8,89	9,30	10,54
квітень	10,15	9,07	8,95	9,34	10,53
травень	8,28	7,99	8,22	8,61	9,69
червень	7,44	7,38	7,72	8,10	9,09
липень	6,92	6,95	7,33	7,70	8,60
серпень	6,83	6,88	7,26	7,63	8,52
вересень	7,12	7,12	7,49	7,87	8,81
жовтень	8,06	7,84	8,10	8,49	9,55
листопад	13,11	10,42	9,09	10,06	11,28
грудень	79,36	15,43	11,34	11,46	12,66

За табл.7 та табл. 8 створюємо графіки рис. 2 та рис. 3 для аналізу.

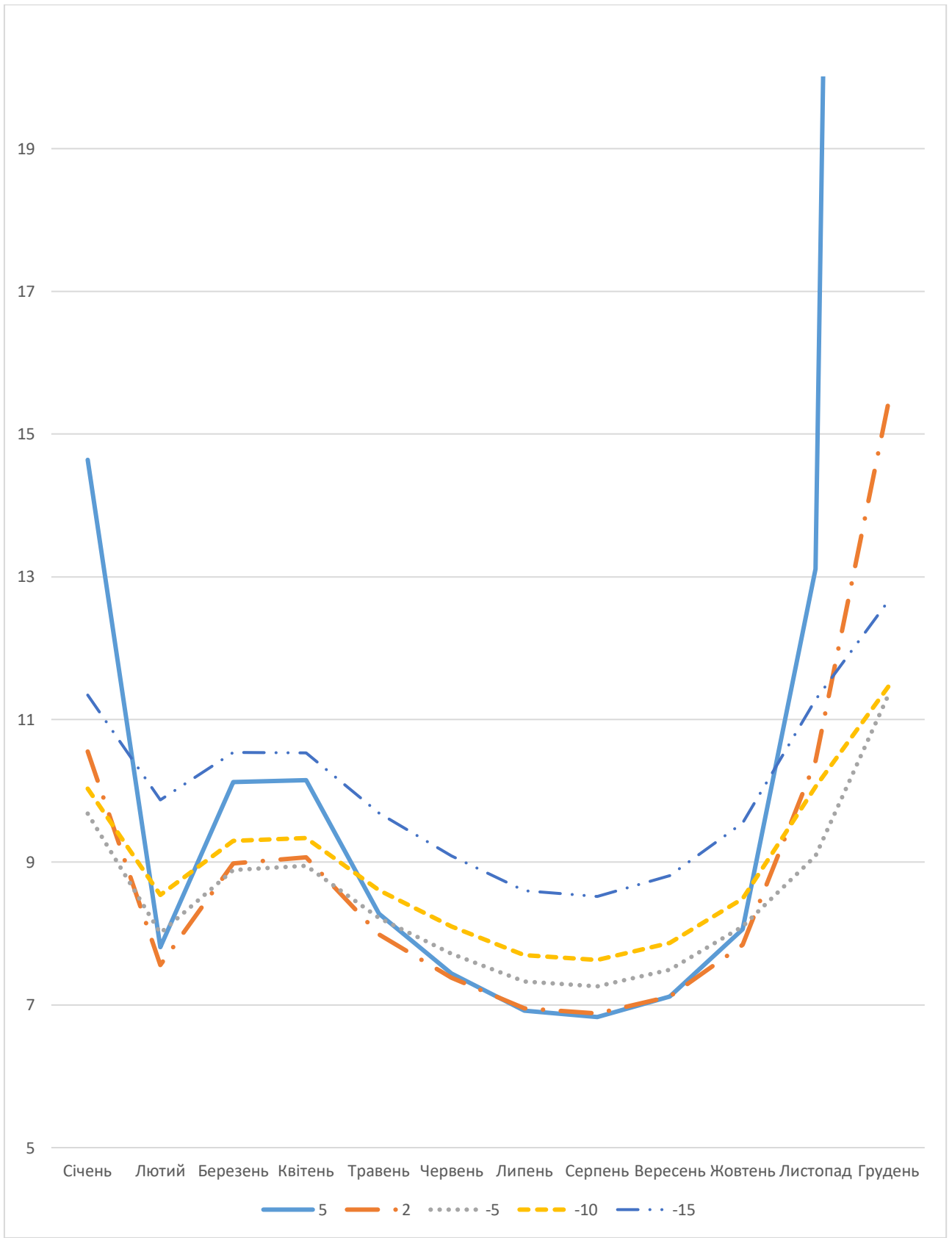


Рис. 2 Потреба холоду

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КРБ 142.008.027. ПЗ

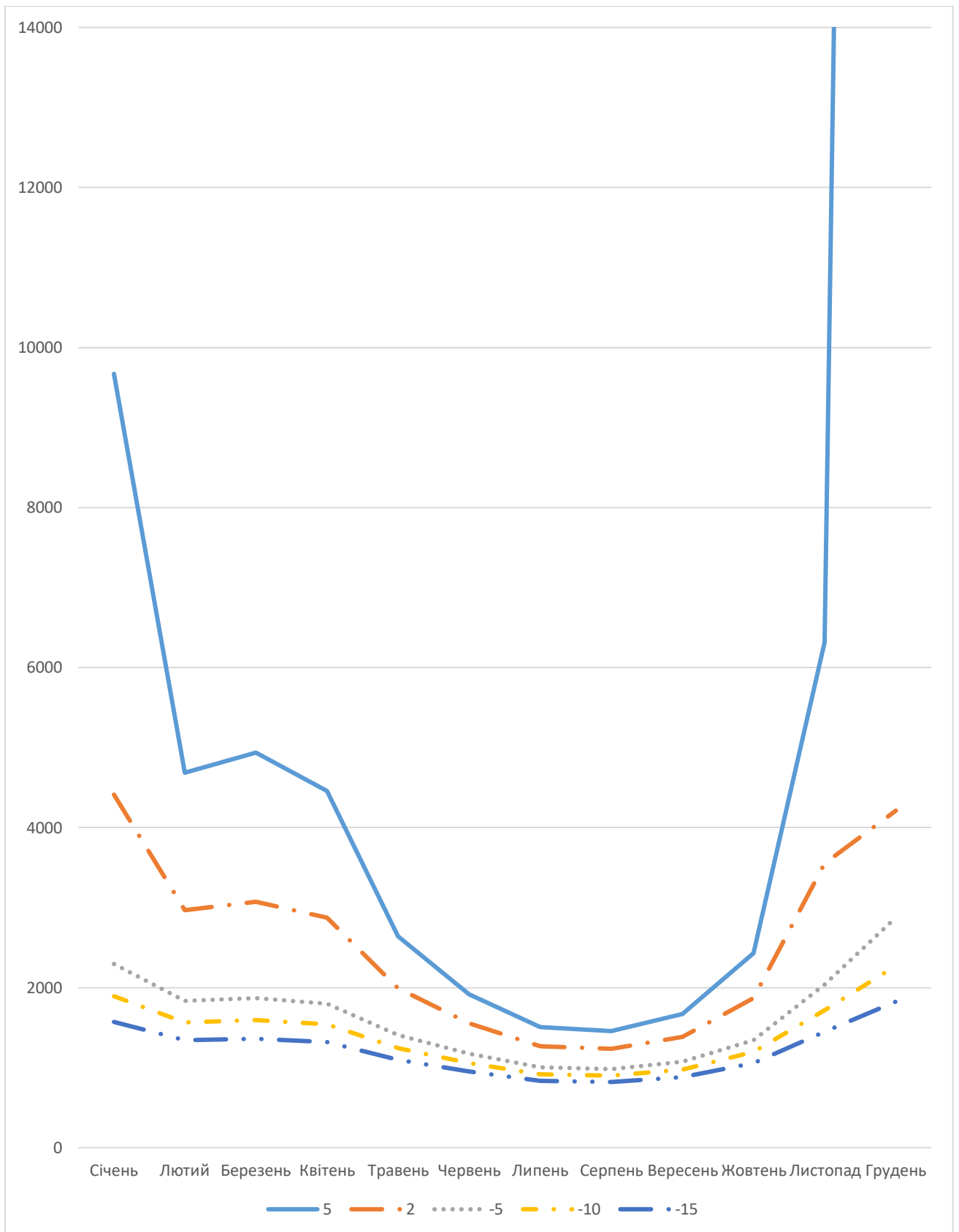


Рис. 3 – Витрата повітря

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Зважаючи на великий діапазон витрат повітря від 820,26 м³/год до 64935,06 м³/год та необхідної холодильної потужності протягом року від 6,83 кВт до 79,36 кВт що демонструють графіки Рис. 2 та Рис. 3 є економічно недоцільним проводити розрахунок водогенератора на максимальні параметри 64935,06 м³/год. та 79,36 кВт.

Подальші розрахунки проводимо при умові, що температура повітря на виході з випарника дорівнює 5⁰С, оскільки при цій температурі в випарнику буде режим що супроводжується стіканням конденсата. При температурі 2⁰С та нижче цього режиму не буде.

Зміну потребу в холоді будемо регулювати за допомогою частотного перетворювача який буде змінювати частоту електричного струму, що подається на компресор. Зміна частоти електричного струму лінійно впливає на частоту обертання валу компресора. Допустима зміна частоти електричного струму для спіральних компресорів становить: від 30 Гц до 60Гц. При 50 Гц роботи буде 100% завантаженості обертів валу компресора, при 30Гц буде 60% завантаженості роботи валу компресора та при 60Гц буде 120% завантаженості роботи валу компресора відповідно так само буде змінюватися холодопродуктивність компресора.

З графіку Рис.2 приймаємо, що мінімально потрібна кількість холоду дорівнює 6,83кВт в серпні. Якщо при мінімальній потребі холоду 6,83кВт компресор буде завантажений на 60%, тоді 100% завантаженості компресора буде відповідати 11,4кВт, а при 120% завантаженості компресора 13,6кВт. Березень та квітень будуть місяцями коли компресор буде працювати майже на 100% своєї потужності, а 120% потужності компресора буде в січні та листопаді.

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Планування компановки установки

В цьому розділі відбувається планування розміщення компонентів установки.

При плануванні установки треба враховувати необхідність відбору повітря з навколишнього середовища. Далі повітря з навколишнього середовища має проходити через пластинчастий рекуператор з першим охолодженням далі у повітроохолоджувач каналний де воно охолоджується вдруге. Охолоджене повітря після повітроохолоджувача має повертатися до рекуператора для первинного охолодження. В кінці процесу холодне повітря має викидатися назовні (Рис. 4). Для зручності транспортування загальні габарити установки не повинні перевищувати 1800 мм x 900мм x 1300 мм, виходячи з цього на етапі планування прийняте рішення взяти переріз трубошляху 500 мм x 500мм.

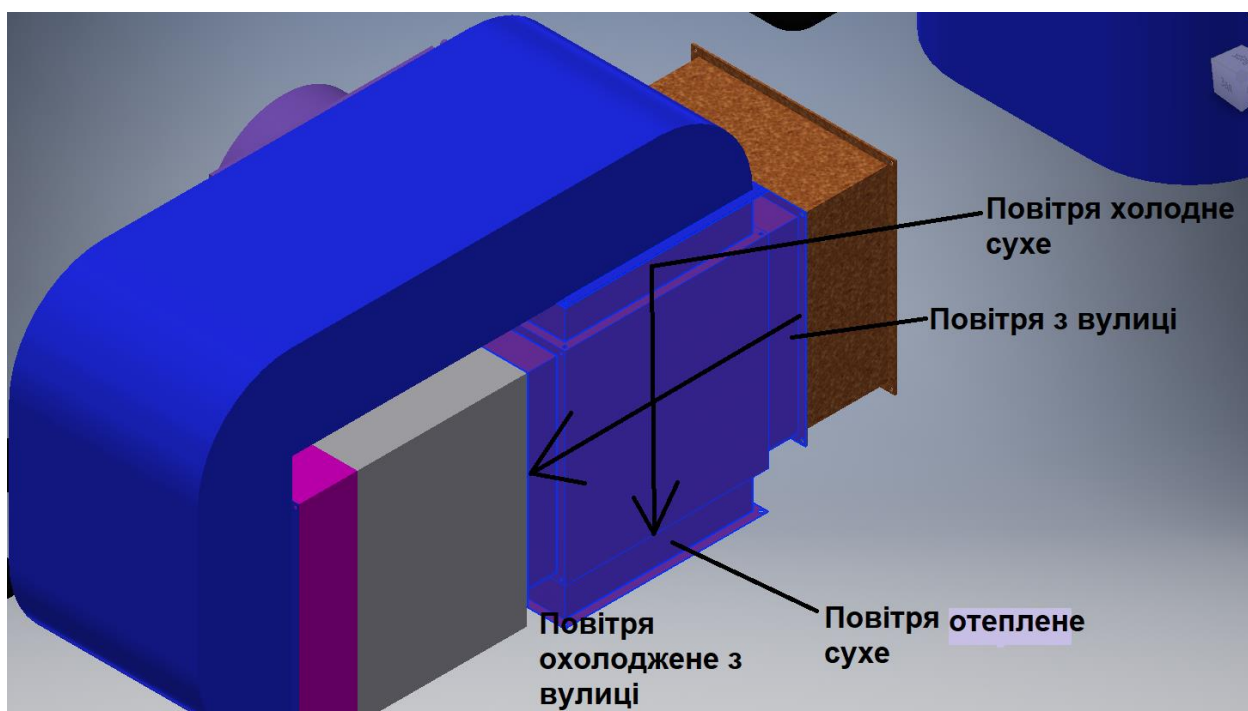


Рис. 4 Компановка установки

					00. КРБ. 142.008.027. ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Литовченко А.				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Бондар В. І.					22	83
Реценз.					ХМ – 4 – 4		
Н. контр.							
Затверд.	Петренко В. П.						
2. Планування компановки установки							

3. Тепловий розрахунок холодильного контуру

3.1. Тепловий розрахунок системи

Для теплового розрахунку приймаємо данні за квітень, тому що квітень приблизно на 40% холоду потребує більше ніж серпень з мініальною потребою у холоді, цю різницю можна буде скомпенсувати за допомогою частотника.

Температура конденсації

$$t_k = t_{н.с.} + 10$$

$$t_k = 14.5 + 10 = 24.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура кипіння для повітряного випарника

$$t_0 = t_{пов.} - 10 = 5 - 10 = -1$$

За діаграмою холодильного агенту R448A визначаємо тиски кипіння та конденсації(Табл. 9). Перевіряємо по співвідношенням тиків необхідність переходу на двоступене стискання.

$$p_k/p_0 = 10,88 / 4,15 = 2,6$$

Співвідношення менше 9, отже розрахункова схемою відповідає рис. 5.

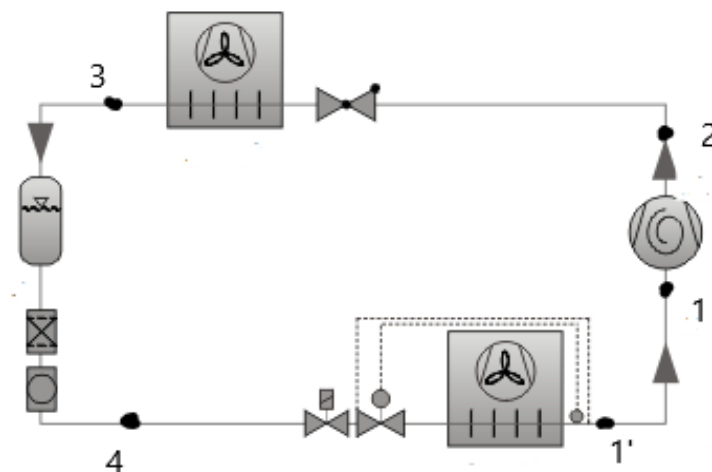


Рис. 5 Схема установки

					00. КРБ. 142.008.027. ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Литовченко А.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бондар В. І.				23	83
Реценз.					ХМ – 4 – 4		
Н. контр.							
Затверд.		Петренко В. П.					
3. Тепловий розрахунок холодильного контуру							

Температура рідкого холодоагенту на виході з конденсатору:

$$t_p = t_k - 2$$

$$t_p = 22.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температура холодоагенту на виході з випарника

$$t_{BC} = t_0 + 10$$

$$t_{BC} = -1 + 10 = 9^\circ\text{C}$$

Будуємо цикл холодильної установки Рис.6 та дозаповнюємо Табл.9.

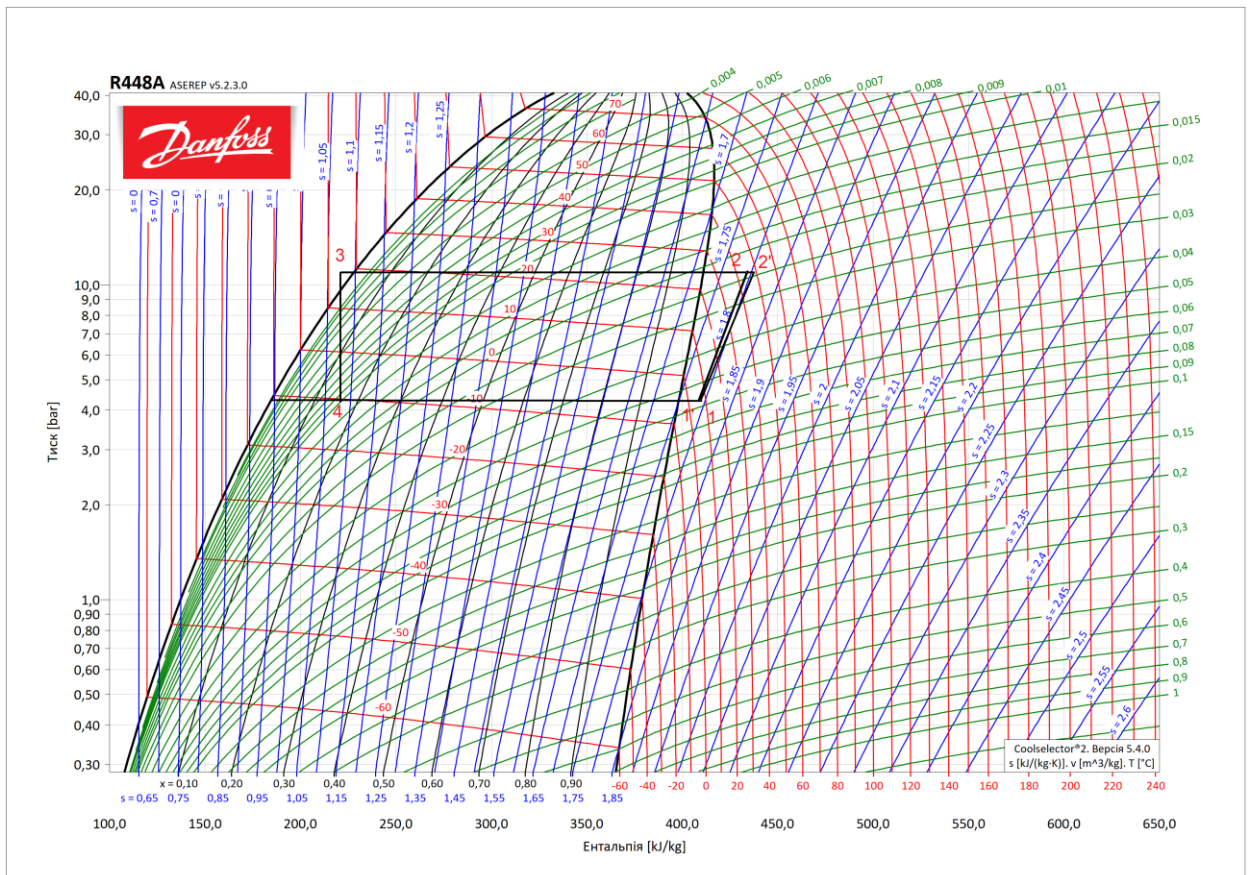


Рис. 6 Холод. цикл

Таблиця 9 – Параметри холодоагенти в характерних точках

	T, °C	P, бар	h, кДж/кг	v, м ³ /кг
1	9	4.15	411.5	0.059
1'	9	4.15	411.5	0.059
2	47	10.88	435.8	0.024
2'	50	10.88	437.6	0.024
3	15	11.9	221.6	-
4	-9.8	4.35	227.4	0.011

Визначаємо індикаторний ККД: Для визначення індикаторного ККД використовуємо емпіричну формулу Левіна.

$$\eta_i = \lambda_\omega + b \cdot t_0$$

де t_ω об'ємний коефіцієнт, що оцініє втрати, які пов'язані із підігрівом холодоагенту за рахунок теплообміну пари зі стінками циліндра.

$$t_\omega = T_0/T_k = 274/298,5 = 0,92$$

b – емпіричний коефіцієнт. Для ладованих компресорів = 0,0025

$$\eta_i = 0,92 + 0,0025 \cdot (-1) = 0,92$$

Розраховуємо реальну точку стискання $h_{2'}$

$$h_{2'} = \frac{w_h}{\eta_i} + h_1$$

питому теоретичну роботу компресора, кДж/кг,

$$w_h = h_2 - h_1$$

$$w_h = 435,8 - 411,5 = 24,3 \text{ кДж/кг}$$

$$h_{2'} = \frac{24,3}{0,92} + 411,25 = 437,6 \text{ кДж/кг}$$

Користуючись параметрами вузлових точок розраховують:

питому масову холодопродуктивність, кДж/кг,

$$q_0 = h_{1'} - h_4$$

$$q_0 = 411,5 - 227,4 = 184,1 \text{ кДж/кг}$$

питоме теоретичне теплове навантаження конденсатора, кДж/кг,

$$q_k = h_2 - h_3$$

$$q_k = 435,8 - 221,6 = 214,2 \text{ кДж/кг}$$

питоме реальне теплове навантаження конденсатора, кДж/кг,

$$q_k = h_{2'} - h_3$$

$$q_k = 437,6 - 221,6 = 215,4 \text{ кДж/кг}$$

масову витрату холодильного агента, кг/с,

$$m = Q_0/q_0$$

$$m = \frac{10,15}{184,1} = 0,055 \text{ кг/с}$$

Параметри точки 1 та точки 1' є однаковими, оскільки за рахунок маленької довжини лінії всмоктування теплонадходження в магістральному трубопроводі будуть мінімальними, а нагріву в компресорі за рахунок

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

нагріву пари, яка проходить через обмотку двигуна не враховуємо, оскільки ми не знаємо яким він буде.

Використовуючи програму підбору фірми INVOTECH підбираємо спіральний компресор модельного ряду MT. Вихідними даними є: частота обертання 50Hz, температура кипіння -1°C, температура конденсації +24.5°C, перегрів 10 °C, переохолодження 5 °C, холодопродуктивність 10.15кВт. Програма рекомендує взяти компресор YM60E1G-100 (Рис.7). Технічні характеристик наведені на Рис. 8.

The screenshot shows the 'InvoTech selection of compressor system' software. The interface includes a menu bar (File, Settings, Interface Style, Help) and several configuration panels. The 'Refrigerant' is set to R448A and the 'Application' is Refrigeration MT. The 'Evaporating Temperature' is -1.0°C and the 'Condensing Temperature' is 24.5°C. The 'Current Selected Compressor' is YM60E1G-100. A 'Performance' table is displayed with the following data:

Operating Conditions		-1 / 24,5°C
Compressor	YM60E1G-100	
Refrigeration Capacity(kW)	10,02	
Power Input(kW)	1,94	
COP(kW/kW)	5,16	
Current(A)	4,05	
Mass Flow(kg/h)	196,46	
Heat Rejection(kW)	11,96	

Рис. 7 Вікно програми підбору компресора

Invotech Selection Software

REFRIGERANT R448A

Operation Conditions :

Evaporating Temperature(°C): -1,0

Condensing Temperature(°C): 24,5

Liquid subcooling: 0,0

Suction Superheat: 10,0

Required Capacity(Kw): 10,15

Compressor Selected: YM60E1G-100

PERFORMANCE AT SPECIFIED OPERATING POINT

Capacity (KW) 10,02

Power Input (KW) 1,94

COP 5,16

Current (A) 4,05

COMPRESSOR MECHANICAL AND PHYSICAL DATA

Length/Width/Height (mm) 239/239/418

Weight (kg) 31

Stub Suction (inch) 7/8

Stub Discharge (inch) 1/2

Base mounting (hole dia) 190X190(8.5)

Oil type POE

Initial charge of oil quantity (L) 1.4

Recharge of oil quantity (L) 1.25

High Side PS Max., (MPa) 3.2

Low Side PS Max., (MPa) 2.0

Displacement(m³/h) 10.01

COMPRESSOR ELECTRICAL DATA

Electricity 380V/50Hz/3P

Standard Conditions -6.7/48.9/11.1/0

Normal Power (HP) 3.5

Normal Capacity (W) 6317

Normal Power input(W) 2941

Normal COP(W/W) 2.15

Normal Current(A) 5.8

Locked Rotor Current(A) 60

Maximum operating current(A) 8.6

Рис.8 Характеристики компрессора

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КРБ 142.008.027. ПЗ

Архив

27

3.2. Повірковий тепловий розрахунок системи

Наша установка передбачає нагрів води для джакузі, максимальна температура води в джакузі дорівнює 40 °С. Передбачаємо нагрів води в пластинчастому конденсаторі. Проводимо повірковий розрахунок для схеми з рідинним конденсатором.

Температура конденсації

$$t_k = t_{Т.д.} + 10$$

$$t_k = 40 + 10 = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Використовуючи програму підбору фірми INVOTECH обираємо наш компресор YM60-E1G-100 та перевіряємо його холодопродуктивність за температурі конденсації +50°C (Рис. 9).

The screenshot shows the InvoTech software interface for compressor selection. The interface includes a menu bar (File, Settings, Interface Style, Help) and several input fields for refrigerant (R448A), application (Refrigeration MT), and evaporating temperature (-1.0°C). The selected compressor model is YM60E1G-100. A table displays operating conditions and performance metrics.

Operating Conditions	
Operating Conditions	-1 / 50°C
Compressor	YM60E1G-100
Refrigeration Capacity(kW)	7,83
Power Input(kW)	3,12
COP(kW/kW)	2,51
Current(A)	5,68
Mass Flow(kg/h)	185,53
Heat Rejection(kW)	10,95

Рис. 9 Вікно програми підбору компресора

Invotech Selection Software

REFRIGERANT R448A

Operation Conditions :

Evaporating Temperature(°C): -1,0
 Condensing Temperature(°C): 50,0
 Liquid subcooling: 5,0
 Suction Superheat: 10,0

Required Capacity(Kw):

Compressor Selected: YM60E1G-100

PERFORMANCE AT SPECIFIED OPERATING POINT

Capacity (KW)	7,83
Power Input (KW)	3,12
COP	2,51
Current (A)	5,68

COMPRESSOR MECHANICAL AND PHYSICAL DATA

Length/Width/Height (mm)	239/239/418
Weight (kg)	31
Stub Suction (inch)	7/8
Stub Discharge (inch)	1/2
Base mounting (hole dia)	190X190(8.5)
Oil type	POE
Initial charge of oil quantity (L)	1.4
Recharge of oil quantity (L)	1.25
High Side PS Max., (MPa)	3.2
Low Side PS Max., (MPa)	2.0
Displacement(m³/h)	10.01

COMPRESSOR ELECTRICAL DATA

Electricity	380V/50Hz/3P
Standard Conditions	-6.7/48.9/11.1/0
Normal Power (HP)	3.5
Normal Capacity (W)	6317
Normal Power input(W)	2941
Normal COP(W/W)	2.15
Normal Current(A)	5.8
Locked Rotor Current(A)	60
Maximum operating current(A)	8.6

Рис.10 Характеристики компрессора

4. Вибір обладнання

4.1 Підбор випарника

Враховучи що у нас надто виликий перепад температур робимо індивідуальне замовлення випарника. Це є нестандарти замовленням тому було звернено до фірми-виробника теплообмінників Фірма-виробнику були задані витрати повітря 1560 м³/год, тепла потужність 7,2 кВт, температуру конд +24.5⁰С та переріз 500x500 мм. За вказаними параметрами фірма виробник ССК запропонувала повітроохолоджувач каналний фреоновий С-ФКО-50-50 (Рис. 11).


TO: BOΦ243.9-050-050-10-25-10-2-421-1 DN15			
Offer No.: -			
Note: -			
Date: 17.10.2023			
DX Espansion coil - technical data			
Coil code: BOΦ243.9-050-050-10-25-10-2-422-1		Ø Manifold [mm]: 16/22	
Tubes spacing [mm]	50,00		
Rows spacing [mm]	25,00		
Capacity [kW]	7,1	Sensible heat factor	0,71
Exchanger surface [m ²]	47	Number of tubes	10
Tubes diameter [mm]	12,00	Fin spacing [mm]	2,5
Tube material	Cu		
Tubes thickness [mm]	0,32		
Fins material	Al		
Fins thickness [mm]	0,12		
Volume [dm ³]	5,1		
Weight [Kg]	17,5		
Heat transfer coefficient			
U [W/m ² K]	22,92		
DTML	6,55		
Air side			
Air flow [m ³ /h]	1560	Altitude [m]	0
Entering speed [m/s]	1,73	Pressure [Bar]	1,0133
Entering air temperature DB [°C]	14,5		
Relative Humidity [%]	68		
Specific humidity [g/Kg]	6,97		
Entering air temperature WB [°C]	11,30		
Enthalpy [KJ/kg]	32,11		
Leaving air temperature DB [°C]	5,0		
Relative Humidity [%]	100		
Specific humidity [g/Kg]	5,38		
Leaving air temperature WB [°C]	5,0		
Enthalpy [KJ/kg]	18,5		
Air DP [Pa]	69,1		
Condensate [l/h]	2,97		
he [W/m ² K]	73,60	Fin efficiency	0,74
Fluid side			
Refrigerant	R448A		
Fluid flow [kg/h]	203		

Рис. 11 Характеристики випарника

					00. КРБ. 142.008.027. ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Литовченко А.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бондар В. І.				30	83
Реценз.					ХМ – 4 – 4		
Н. контр.							
Затверд.		Петренко В. П.					

4.2 Вибір повітряного конденсатора

Теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_k = 10,02 + 1,94 = 11,96 \text{ кВт}$$

Різниця температур:

$$\Delta t = t_{к.} - t_{вх} = 19,5^\circ\text{C}$$

Основне рівняння теплопередачі: $Q = K \times F \times \Delta t$;

В якості конденсатора обираю повітряний теплообмінний апарат фірми Gao Xiang. Використовуючи каталог підбор обладнання обираємо конденсатор повітряного охолодження Gao Xiang FNH-10/27

$$K = 23,31 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Тоді необхідна площа теплообмінної поверхні:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{11,96 \cdot 10^3}{13,67 \cdot 23,31} = 27 \text{ м}^2$$

Бренд	Gao Xiang
Повітропродуктивність	3000 м3/год
Діаметр вентилятора	400 мм
Кількість вентиляторів	1
живлення	380 В/3 фази
Площа поверхні, м. кв.	27 м2
Розміри	590 ? 240 ? 470 мм
З'єднання	19/16 мм (вхід/вихід)
Країна бренду	Китай
Фреон	R22, R134a, R404a, R407c, R448a
Холодопродуктивність при tкп. -8С, tкам. - 0С (SC2)	9,61 кВт

Рис.12 Характеристики конденсатора

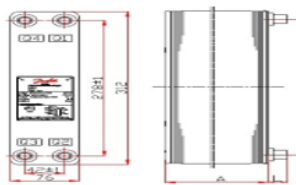
4.3. Пластинчастий конденсатор

Установка передбачає нагрів води для джакузі (максимальна температура +40⁰С), встановлюємо пластинчастий конденсатор. Для підбору використано програму Danfoss HEXSelector. Задана теплопродуктивність 10.02 кВт, температура конденсації +50⁰С, нагрів води в конденсаторі 5К. Програма запропонувала модель теплообмінника D22-26 з параметрами, які наведені на рис. 13 та рис. 14.

Danfoss HEXSelector 1.3.29		Date		14.03.2024		4977-240314114929	
Customer		Date		14.03.2024			
Reference		Danfoss ref					
Calculated Parameters							
Flow Type		Unit	Side 1	CounterCurrent	Side 2		
Heat Load		kW	11,00				
Inlet Temperature		°C	85,0			35,0	
Dew temperature		°C	50,0				
Condensing bubble temperature		°C	49,4				
Subcooling		K	2,00				
Outlet Temperature		°C	44,4			40,0	
Mass Flow Rate		kg/s	0,08			0,53	
Volumetric Flow Rate		L/min				31,81	
Fluid Condensed		kg/s	0,08				
Max. Pressure drop		kPa	50,00			50,00	
Abs. Saturation Pressure		bar(a)	22,4				
Specifications							
HEX Type		Unit	Side 1	D22-26	Side 2		
Grouping				1*12M/1*13M			
Effective Area		m²	0,50				
Surface Margin		%	9,05				
HTC (Available/Required)		W/m².K	2155/1976				
Heat flux		kW/m²	21,83				
Reynolds number						1635	
Pressure drop		kPa	2,27			44,76	
- in Channel		kPa	2,38			39,48	
- in Port		kPa	0,10			5,28	
- in Distributor		kPa	0,00				
Channel Velocity		m/s	0,37			0,57	
Port Velocity		m/s	0,24			2,08	
Shear Stress		Pa	4,25			71,01	
Latent heat		kJ/kg	138,08			0,00	
Port diameter		mm	18			18	
Properties of Fluid							
Fluid		Unit	Side 1	R448A	Side 2	Water	
Reference temperature		°C	47,2			37,5	
Liquid		Liquid Viscosity	mPa.s	0,0994		0,6884	
		Liquid Density	kg/m³	988,2043		993,8648	
		Liquid Heat Capacity	kJ/kg.K	1,8349		4,1755	
		Liquid Thermal Conductivity	W/m.K	0,0680		0,6236	
Gas		Vapor viscosity	mPa.s	0,0145			
		Vapor density	kg/m³	100,4631			
		Vapor heat capacity	kJ/kg.K	1,5611			
		Vapor conductivity	W/m.K	0,0189			

Рис. 13 Параметри пластинчастого конденсатора

D22-26



Number of Plates	26
A(mm)	38,9
L(mm)	20,0
Weight, empty	1,75
Volume	Q1 Q2: 0,273 / Q3 Q4: 0,252
Maximum Design Pressure (HEXSele)	30,0
Design Temperature(Min./Max.) (HE)	-190,0 / +200,0
Solder connections(Max.)	Q3/H3: 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8 Q4/H4: 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8
External threaded(Max.)	Q1/H1&Q2/H2: 1/2, 3/4

Рис. 14 Параметри пластинчастого конденсатора

4.4 Ресивер

Для підбору лінійного ресивера розраховуємо об'єм рідини, який знаходиться в ресивері.

$$V_p = V_v \cdot 0.8 \cdot 1.2$$

де V_v це максимальний об'єм рідини, який знаходиться в випарнику, 0.8 - реальний коефіцієнт наповненості випарника, 1.2 - це реальний коефіцієнт наповненості ресивера.

$$V_p = 5.1 \cdot 0.8 \cdot 1.2 = 4.9 \text{ дм}^3$$

Встановлюємо TAIPULAI RSPC-433. З'єднання під пайку та вентиль роталук діаметром 3/8". Робочий тиск – 35 бар. Максимально допустимий тиск у мастиловіддільнику – 190 бар, ємністю 5 літри.

4.5. Розрахунок трубопроводів та додаткового обладнання.

Для цього етапу підбору обладнання застосована програма Coolselector2.

4.5.1. Всмоктувальний трубопровід

Підбір обладнання відбувається при холодопродуктивності 10.15 кВт, температурі кипіння $-1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, температурі конденсації $+24.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Відповідно до компоновки установки потрібні 1 мідний відвід 90 DIN-EN 35, мідний перехідник 35x22, сітчастий фільтр DCRH 0487-F NS 22, 2 мідний відвід 90 DIN-EN 22 та 0.7 м. мідної труби DIN-EN 22 (Рис. 15-16).

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

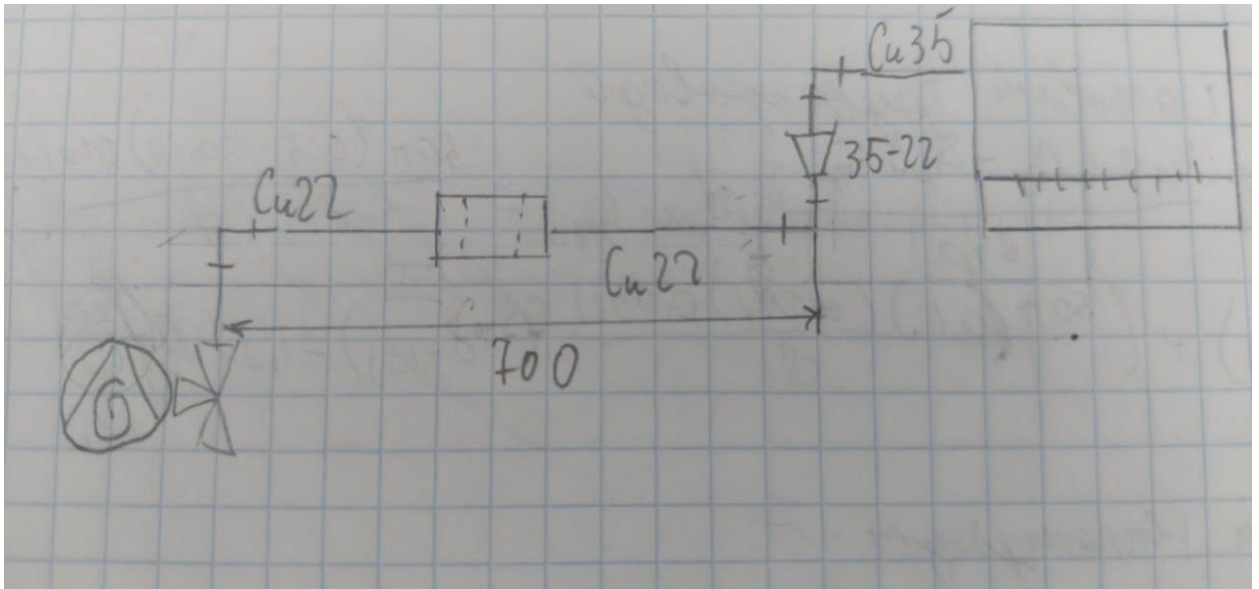


Рис. 15 Гідравлічна схема всмоктувального трубопроводу



Рис. 16 Програма підбору всмоктувальний трубопровід

Детальні технічні характеристики ділянок наведені у додатку 1. Втрати у всмокутувальному трубопроводі у температурному еквіваленті дорівнюють 0,1 °С.

4.5.2. Нагнітальний трубопровід.

Підбір обладнання відбувається при холодопродуктивності 10.15 кВт, температурі кипіння -1 °С, температурі конденсації +24.5°С.

Відповідно до компоновки установки потрібні 1 соленоїдний вентиль GBC 12s v2 (Рис. 17-18).

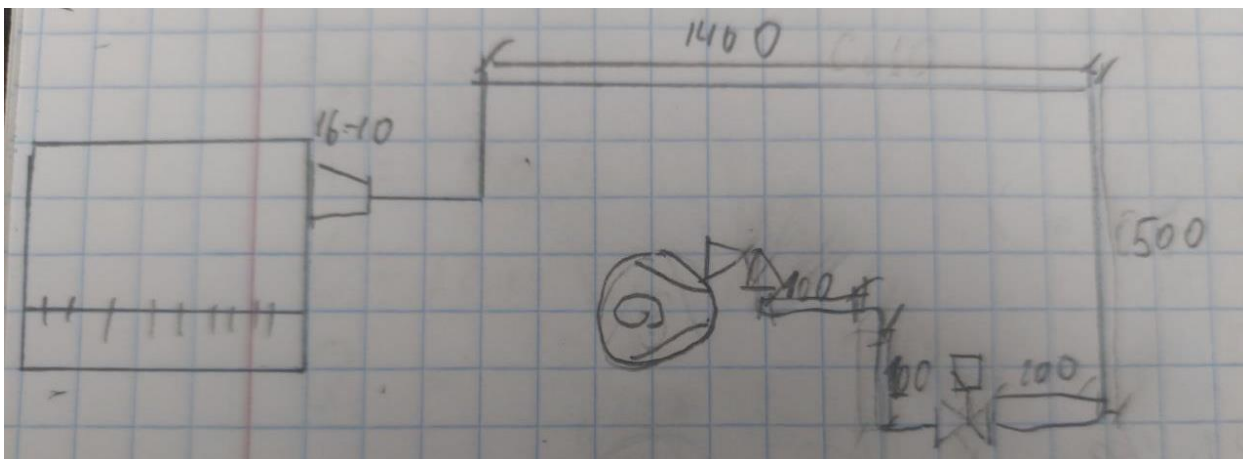


Рис. 17 Гідрравлічна схема Нагнітального трубопроводу

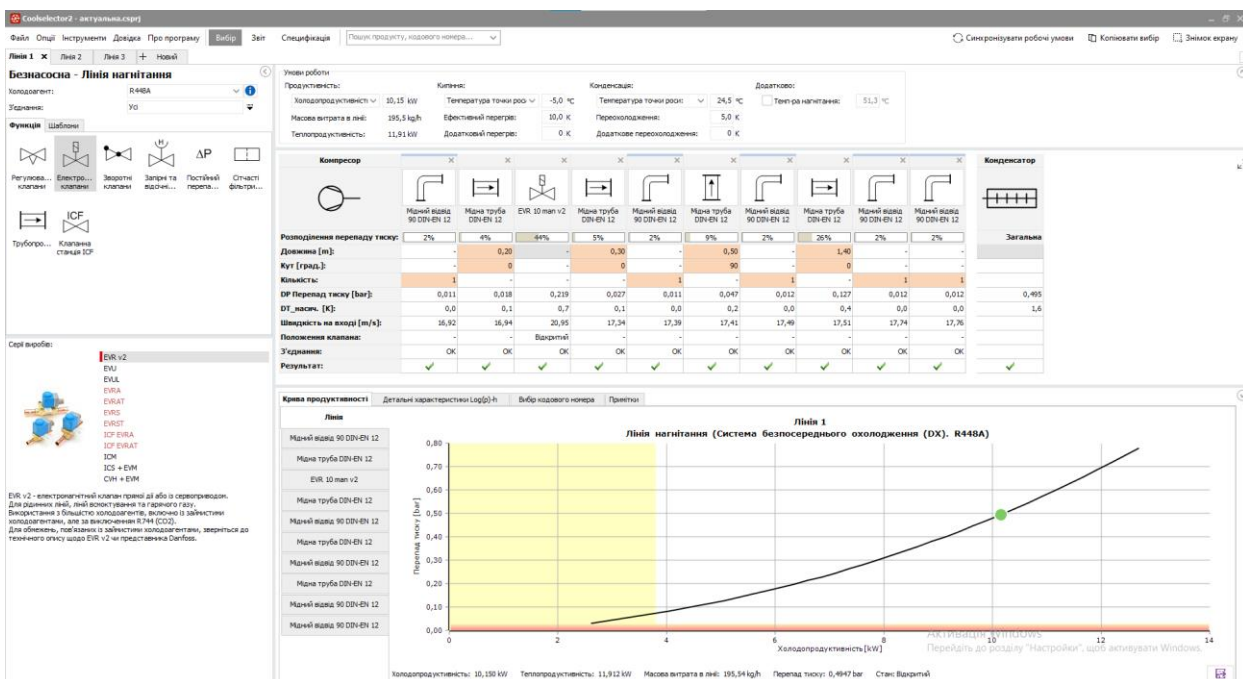


Рис. 18 Програма підбору нагнітальний трубопровід

Детальні технічні характеристики ділянок наведені у додатку 2. Втрати у нагнітальному трубопроводі у температурному еквіваленті дорівнюють 1,6 °C.

4.5.3. Трубопровід рідкого ХА на виході з конденсатора.

Підбір обладнання відбувається при холодопродуктивності 10.15 кВт, температурі кипіння -1°C , температурі конденсації $+24.5^{\circ}\text{C}$.

Відповідно до компоновки установки потрібні 2 запірних клапана GBC 10s v2, 1 фільтр-осушувач DCL 033, 1 оглядове скло SGP 10s (Рис. 19-20).

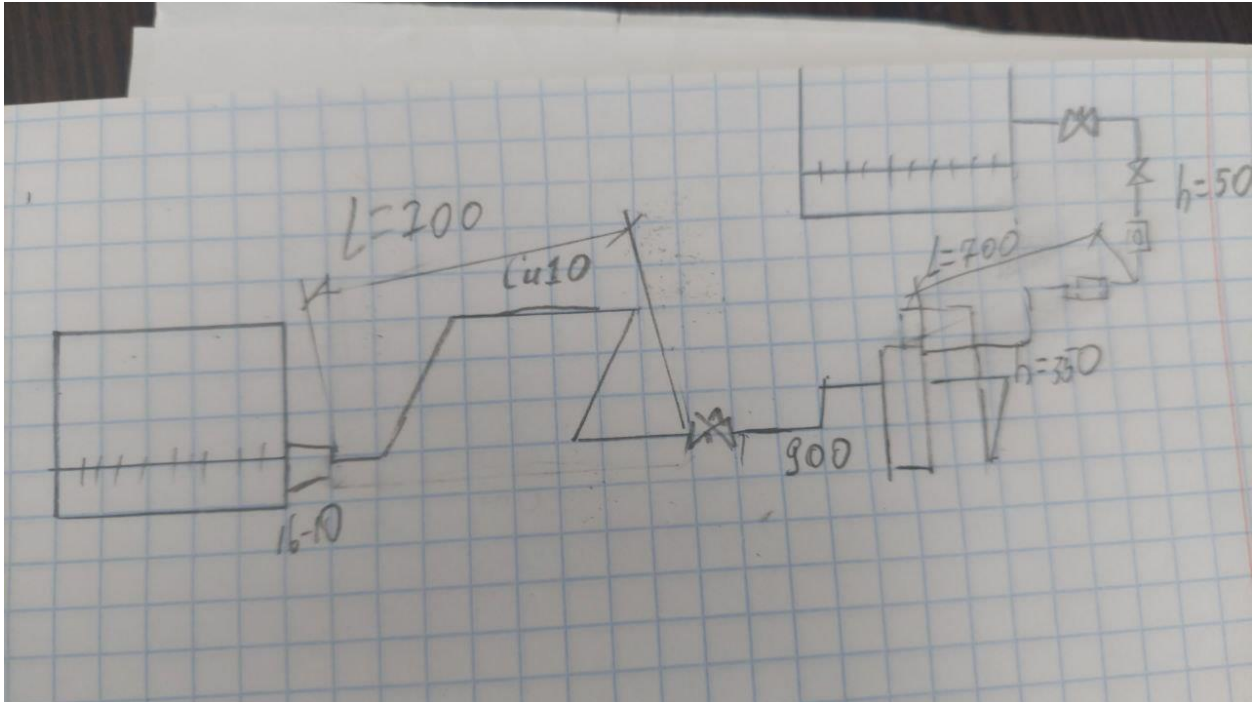


Рис. 19 Гідравлічна схема трубопроводу рідкого ХА

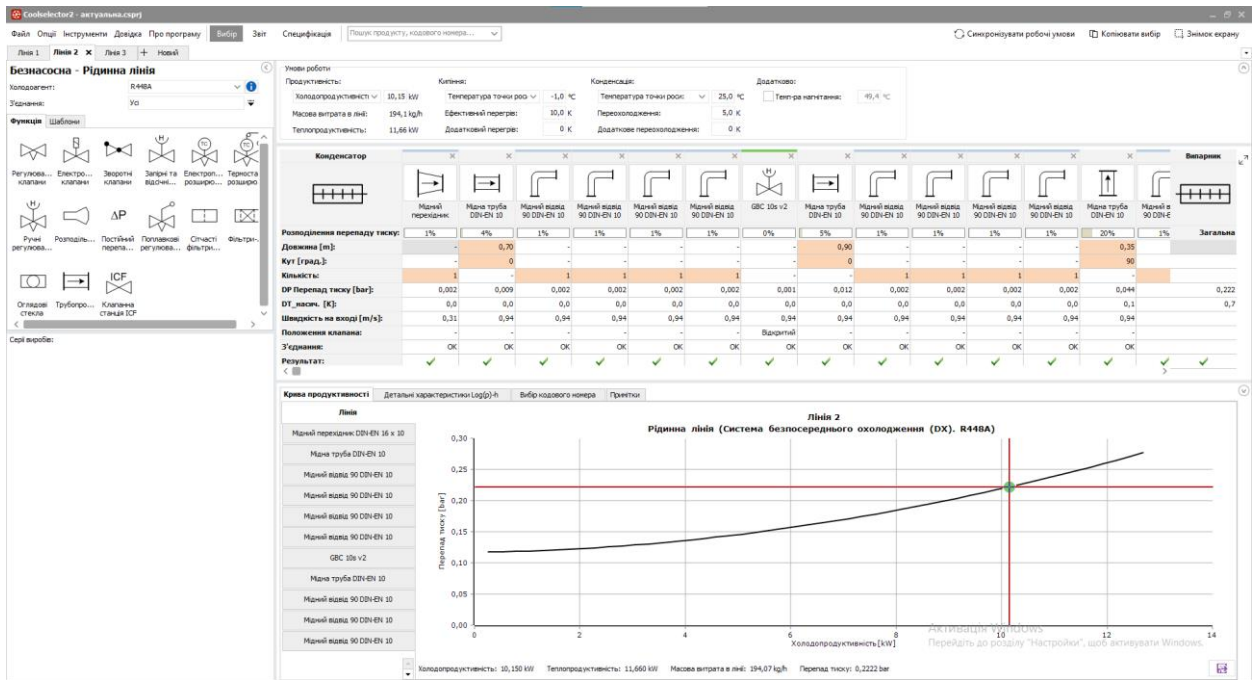


Рис. 20 Програма підбору трубопроводу рідинного ХА

Детальні технічні характеристики ділянок наведені у додатку 3. Втрати у трубопроводі рідинного ХА у температурному еквіваленті дорівнюють 0,7 °С.

5. Розрахунок повітряного контуру

Повітряний контур буде складатися з фільтру очистки повітря, рекуператора, випарника, краплевлловлювача, вентилятор, системи повітроводів. Загальна витрати повітря для розрахункового місяця складають 1560 м³/год.

5.1. Вибір повітряного фільтру

Приймаємо переріз повітряного потоку фільтру рівним перерізу випарника, тобто 500 x 500 мм. Фільтр повинен забезпечувати очистку припливного повітря від великих елементів забруднення. Приймаємо клас очистки повітря G4. За каталогом фірми ССК обираємо фільтр каналний прямокутний моделі С-ФКР. За каталогом фірми ССК нема фільтра з перерізом 500 x 500 мм, прийнято рішення встановити два фільтра з перерізом 500x250 мм С-ФКР-50-25 з панельним фільтром (Рис. 21). Для розрахунку аеродинамічних характеристики приймаємо витрату рівної 50% від загальної необхідної 780 м³/год. (рис. 22). Габаритні параметри зазначені на рис. 23.

					00. КРБ. 142.008.027. ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Литовченко А.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бондар В. І.				36	83
Реценз.					ХМ – 4 – 4		
Н. контр.							
Затверд.		Петренко В. П.					
5. Розрахунок повітряного контуру							

ТИПОРОЗМІР	Розміри, мм					Кількість кишень	Маса кг, не більше
	В	Н	L				
			панельний фільтр		кишеньковий фільтр		
			G4	G4, F5, F6	F7, F8, F9		
C-ФКР-40-20	400	200				3	11,5
C-ФКР-50-25	500	250				5	13,5
C-ФКР-50-30	500	300				5	14,0
C-ФКР-60-30	600	300				6	15,5
C-ФКР-60-35	600	350	240	500	740	6	16,1
C-ФКР-70-40	700	400				6	18,1
C-ФКР-80-50	800	500				7	20,7
C-ФКР-90-50	900	500				7	22,2
C-ФКР-100-50	1000	500				8	23,7



Рис. 21 Параметри фільтру

АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

З ПАНЕЛЬНИМ ФІЛЬТРОМ

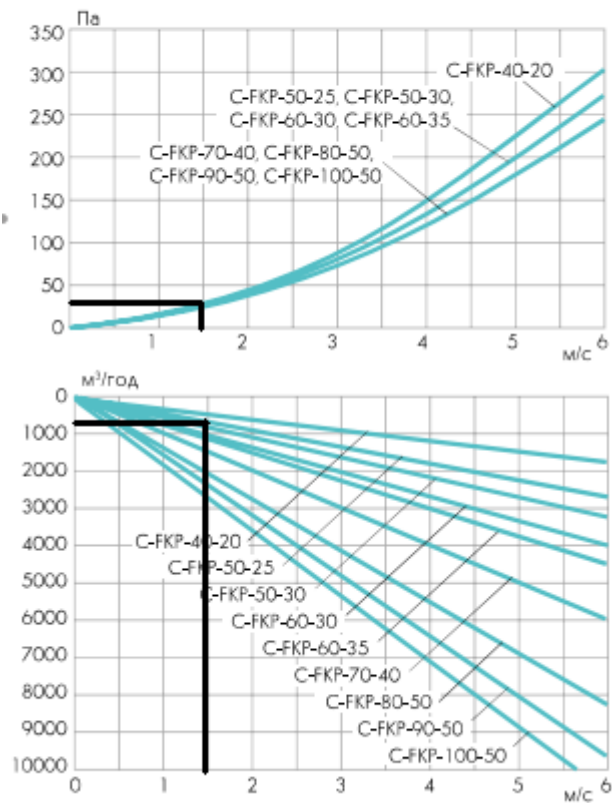


Рис. 22 Напір фільтру

З рис. 22 випливає, що напір цього фільтру дорівнює 35 Па.

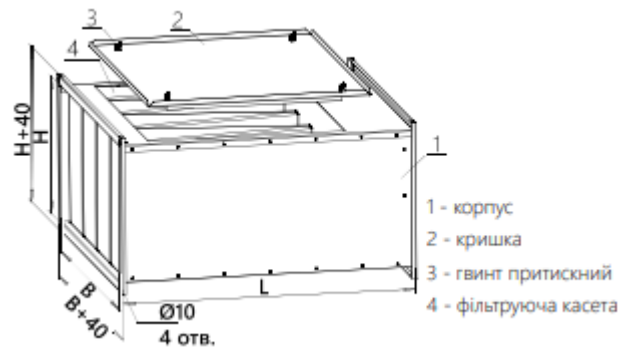


Рис. 23 Розміри фільтру

5.2 Розрахунок пластинчастого рекуператора

Приймаємо переріз повітряного потоку рекуператора рівним перерізу випранику 500 x 500 мм. Витрата повітря що по теплому, що по холодній стороні рівна 1560 м³/год.

За детальним розрахунком пластинчастого рекуператора звернулися до фірми виробника ССК, розрахунок рекуператора проводимо за літнім періодом. Фірмі були задана витрата повітря 1560 м³/год, температури повітря +5 °С та +14,5. °С. Фірма виробник надає пропозицію рекуператор С-РКТ Р-50-50 (Рис. 24-25)

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

		Свіже повітря		Витяжне повітря	
		Вхід	Вихід 1	Вхід	Вихід 1
Висота	м	0			
Атмосферний тиск	Батько	101325			
Стандартна об'ємна витрата повітря	М ³ /год	1560		1560	
Масова витрата повітря	кг/год	1872	1872	1872	1872
Температура	°С	5.0	9.4	14.5	10.5
Відносна вологість	%	97.0	71.9	68.2	87.2
Температура по вологому термометру	°С	4.8	7.0	11,3	9.4
Абсолютна вологість	г/кг	5.25	5.25	6.98	6.85
густина	кг/м ³	1.26	1.25	1.22	1.24
Ентальпія	кДж/кг	18.20	22.64	32.24	27.79
Втрата тиску	Батько	97		99	
Стандартна втрата тиску	Батько	101		102	
Температурна ефективність у сухому стані	%	44.8			
Вік температурної ефективності	%	46.1			
Температурна ефективність у сухому стані	%	44.8			
Вік температурної ефективності	%	46.1			
Конденсація	кг/год	0.1			

Рис. 24 Параметри рекуператора

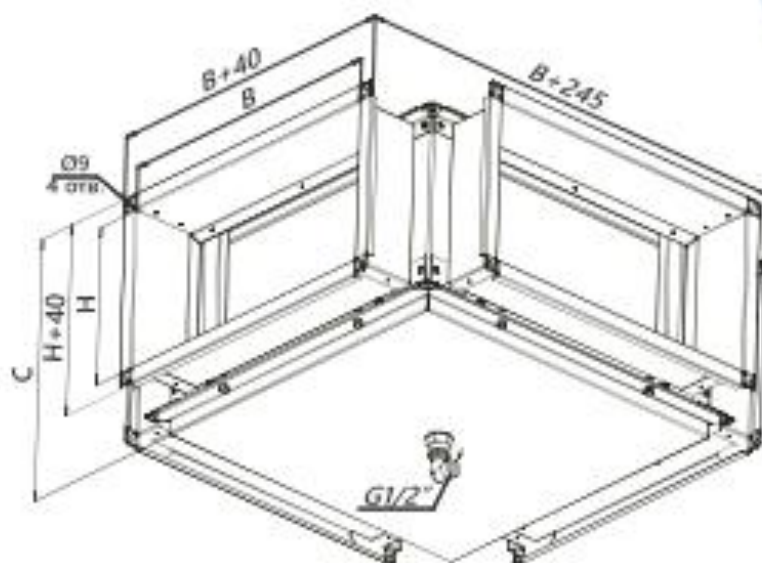


Рис. 25 Розміри рекуператора

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КРБ 142.008.027. ПЗ

Аркуш

41

5.3 Підбір краплевловлювача

Приймаємо переріз краплевловлювача рівним перерізу випранику 500 x 500 мм. Краплевловлювача підбираємо за перерізом 500x500 мм. За каталогом фірми ССК ставимо два С-КР-50-25. Характеристики краплевловлювача, та креслення зазначені у рис. 26-27 відповідно.

ТИПОРОЗМІР	Розміри, мм				Маса кг, не більше
	В	Н	В1	Н1	
С-КР-40-20	506	285	420	220	7,3
С-КР-50-25	606	335	520	270	8,3
С-КР-50-30	606	385	520	320	9,5
С-КР-60-30	706	385	620	320	10,3
С-КР-60-35	706	435	620	370	11,5
С-КР-70-40	806	485	720	420	13,3
С-КР-80-50	911	585	820	520	15,5
С-КР-90-50	1011	585	920	520	16,5
С-КР-100-50	1111	585	1020	520	18,5

Рис. 26 Параметри краплевловлювача

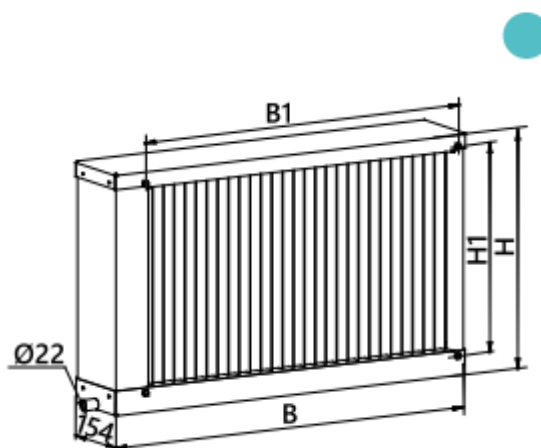


Рис. 27 Розміри краплевловлювача

Напором краплевловлювача нехтуємо через його мізерність

5.4 Моделювання повітряпроводу

Для зменшення габаритних та конструктивних розмірів приймаємо схему Рис. 28

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

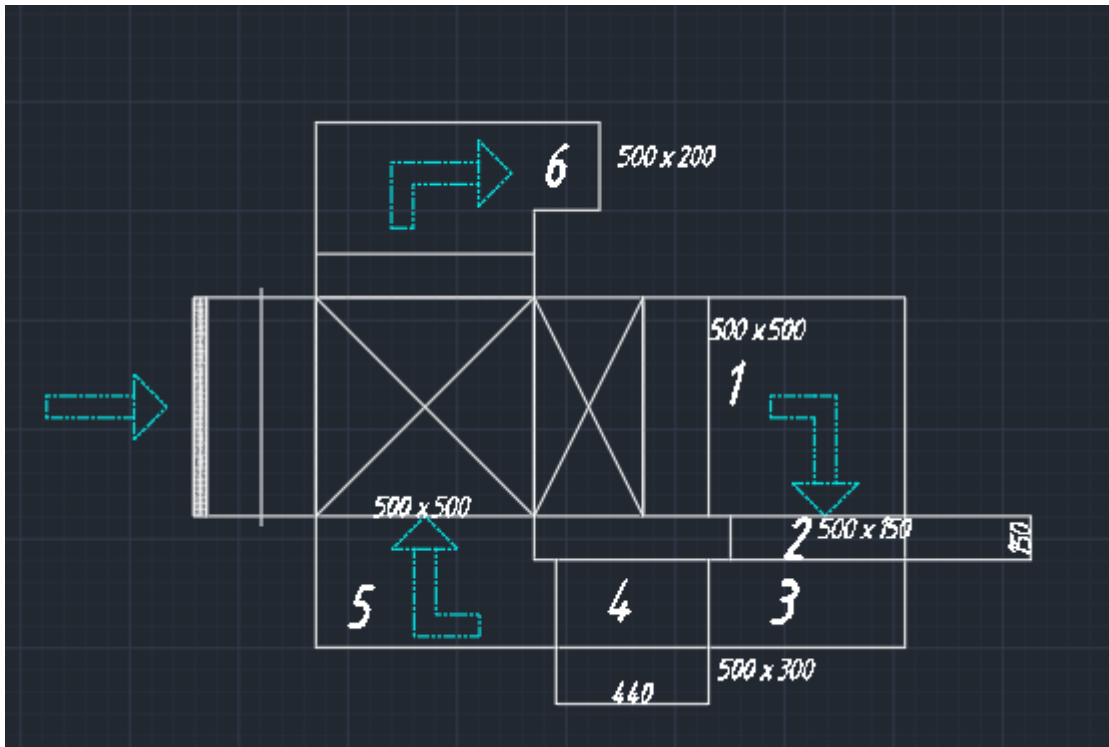


Рис. 28 Ділянки та їх перерізи повітряного контуру

5.5 Розрахунок аеродинамічних втрат

Для визначення місцевих напорів необхідно знати швидкість повітря на ділянках. Напір повітря на ділянці 1.

$$\Delta p_1 = \frac{\rho \omega_1^2}{2} \cdot (\xi_1 + \xi_2)$$

де $\frac{\rho \omega_1^2}{2}$ – динамічний тиск потоку, ξ_1 – поворот на 90 градусів (1,2), ξ_2 – звуження потоку (0,4).

Для визначення швидкості потоку повітря треба знати витрату повітря та площа перерізу трубопроводу.

$V = 1560 \text{ м}^3/\text{год}$ – витрата повітря

$S_1 = 0.5 \times 0.5 = 0.25 \text{ м}^2$

Швидкість потоку:

$$\omega_1 = \frac{V}{S_1 \cdot 3600} = \frac{1560}{0.25 \cdot 3600} = 1.73 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Отже напір на ділянці 1 буде дорівнювати:

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$\Delta p_1 = \frac{1,29 \cdot 1,73^2}{2} \cdot (1,2 + 0,4) = 3,1 \text{ Па}$$

Для спрощення розрахунків модефікуємо рівнянн попереднє рівняння до загального виду.

Напір повітря на ділянці 2.

$$\Delta p_2 = \frac{\lambda_{\text{тр}} \rho \omega_2^2}{d} l$$

де S_2 -переріз ділянки 2 (0.075 м²), l-довжина прямої ділянки (0,15 м), $\lambda_{\text{тр}}$ - коефіцієнт тертя

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left(\frac{k}{d} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25}$$

де k-шорсткість труб (0,06), Re-число Рейнольдса (2300), d-0.325 м.

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left(\frac{0,06}{0,325} + \frac{64}{2300} \right) = 0,023$$

$$\Delta p_2 = \frac{\lambda_{\text{тр}} \rho \omega_2^2}{d} l = \frac{0,023 \cdot 1,29 \cdot 5,7^2}{0,325} \cdot 0,15 = 0,2 \text{ Па}$$

Напір повітря на ділянці 3.

$$\Delta p_3 = \frac{\rho \left(\frac{v}{S_3 \cdot 3600} \right)^2}{2} \cdot 1,2 = \frac{1,29 \left(\frac{1560}{0,15 \cdot 3600} \right)^2}{2} \cdot 1,2 = 6,5 \text{ Па}$$

де S_3 -переріз ділянки

Напір повітря на ділянці 4.

$$\Delta p_4 = \frac{\lambda_{\text{тр}} \rho \omega_4^2}{d} l$$

де S_2 -переріз ділянки 2 (0.075 м²), l-довжина прямої ділянки (0,15 м), $\lambda_{\text{тр}}$ -коефіцієнт тертя

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left(\frac{k}{d} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25}$$

де k-шорсткість труб (0,06), Re-число Рейнольдса (2300), d-0.4 м.

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left(\frac{0,06}{0,325} + \frac{64}{2300} \right) = 0,023$$

$$\Delta p_4 = \frac{\lambda_{\text{тр}} \rho \omega_4^2}{d} l = \frac{0,023 \cdot 1,29 \cdot 2,8^2}{0,325} \cdot 0,44 = 0,16 \text{ Па}$$

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

Напір повітря на ділянці 5.

$$\Delta p_5 = \frac{\rho \left(\frac{v}{S_5 \cdot 3600} \right)^2}{2} \cdot 1,2 = \frac{1,29 \left(\frac{1560}{0,25 \cdot 3600} \right)^2}{2} \cdot 1,2 = 2,3 \text{ Па}$$

де S_5 -переріз ділянки

Напір повітря на ділянці 6.

$$\Delta p_6 = \frac{\rho \left(\frac{v}{S_6 \cdot 3600} \right)^2}{2} \cdot (1,2 + 0,4) = \frac{1,29 \left(\frac{1560}{0,1 \cdot 3600} \right)^2}{2} \cdot (1,2 + 0,4) = 19,3 \text{ Па}$$

де S_6 -переріз ділянки

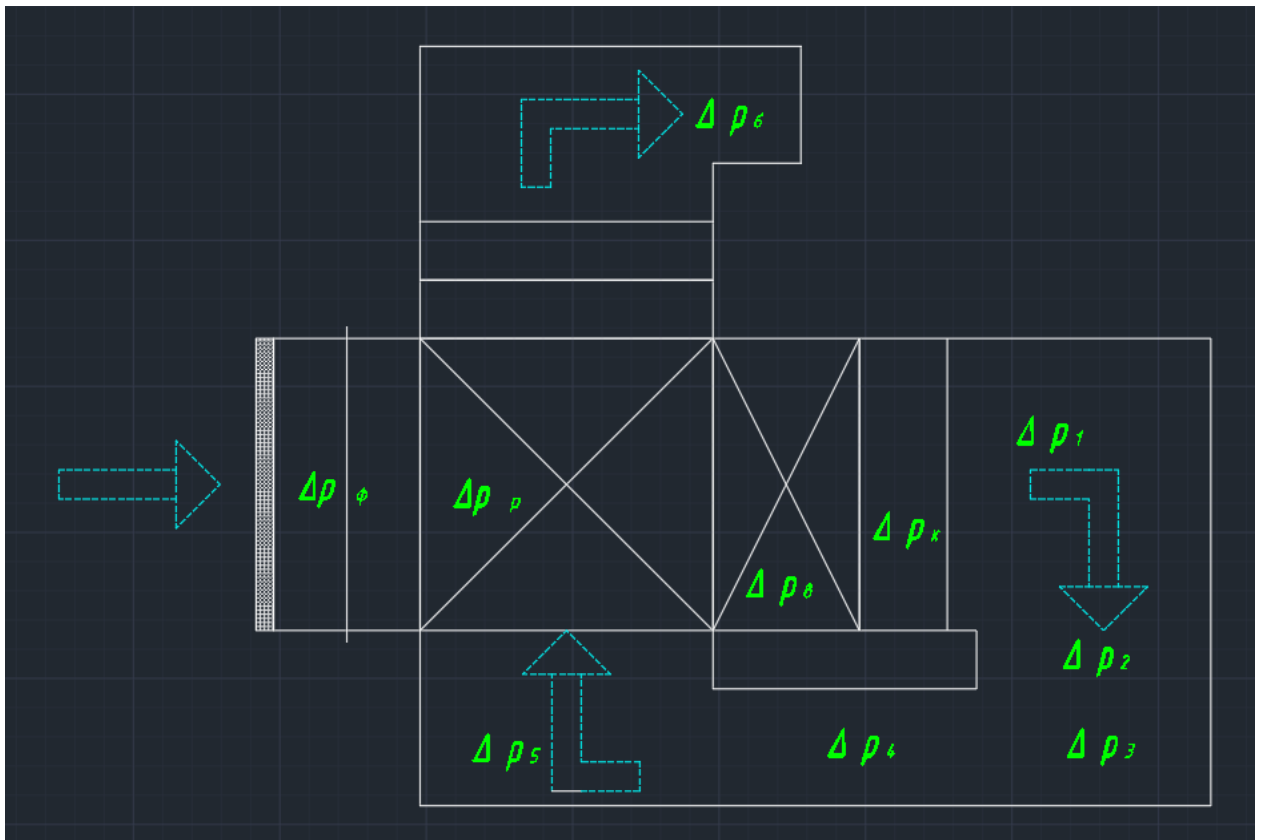


Рис29. Потоки повітря та місцеві опори

Загальні втрати тиску будуть дорівнювати сумі всіх втрат тисків на ділянках.

$$\Delta p = \Delta p_\phi + \Delta p_\rho + (\Delta p_\nu + \Delta p_\kappa) + \Delta p_1 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5 + \Delta p_6 + \Delta p_p$$

$$\Delta p = 35 + 97 + 69,1 + 3,1 + 0,2 + 6,5 + 0,16 + 2,3 + 19,7 + 97 = 330 \text{ Па}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

5.6. Підбір вентилятора

Робоча точка А максимально наближена до характеристики С-KVARK P-50-30 , тому його обираємо(рис30).

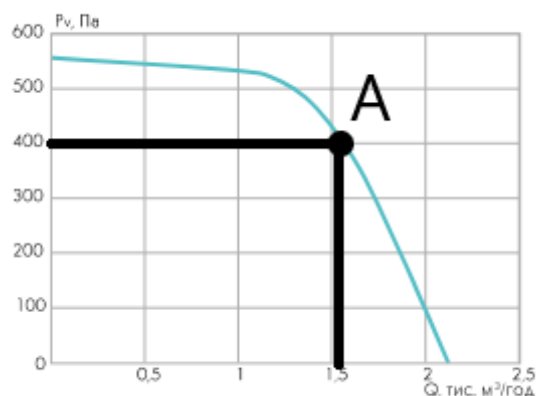


Рис. 30 Підбір по ефективності

За гідравлічних характеристик підбираємо за каталогом фірми ССК вентилятор каналний квадратний .С-KVARK P-50-30 (Рис. 31).

• Технічні характеристики

Частота обертання двигуна, мін ⁻¹	3000
Установча потужність двигуна, кВт	0,55
Номинальний струм, А	1,4
Коригований рівень звукового тиску, дБ(А) на вході	68,0
Коригований рівень звукового тиску, дБ(А) на виході	68,0
Коригований рівень звукового тиску, дБ(А) до оточення	55,0
Діаметр робочого колеса	25
Число полюсів електродвигуна	2
Напруга живлення електродвигунів,	380
Температурний діапазон перемішуваного середовища	від - 30 ° С до + 40 ° С
Допустимий вміст пилу та інших твердих домішок у повітряному середовищі не більше, г/м³	0,1
Клас захисту IP	54

Рис. 31 Характеристики вентилятора

6. Розробка рами

Вся установка має закрплюватися на рамі для зручної експлуатації.

Прийнято рішення розробки рами яка буде складатися з трьох ярусів кожен з яких буде нести певні елементи установки.

Габаритні розміри визначенні спираючись на побажання замовника, для зручного транспортування. За цих розрахунків необхідна рама розміром: 1800*900*1300мм.

Рама буде виготовлена з металевих квадратних труб 30*30мм.

Планування рами та розміщення елементів відбувається графічним способом.

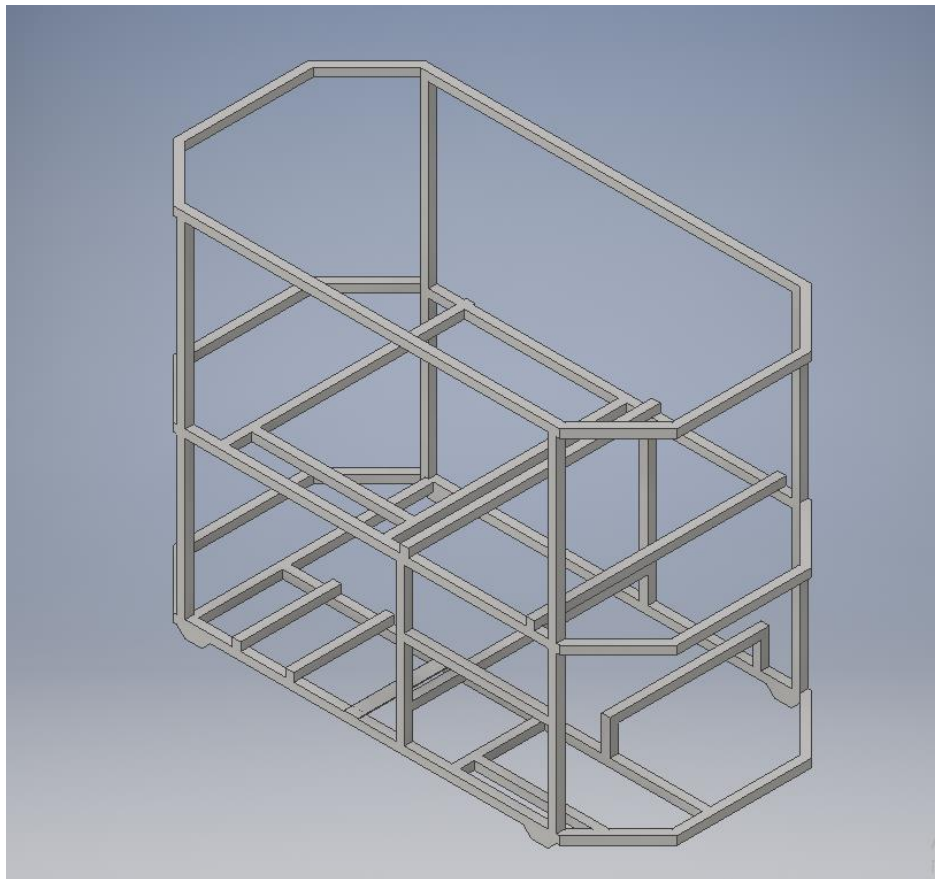


Рис.32 Вигляд рами

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	6. Розробка рами		
Розроб.		Литовченко А.					
Перевір.		Бондар В. І.					
Реценз.							
Н. контр.							
Затверд.		Петренко В. П.			Літ.	Арк.	Аркушів
					47	83	
					ХМ – 4 – 4		

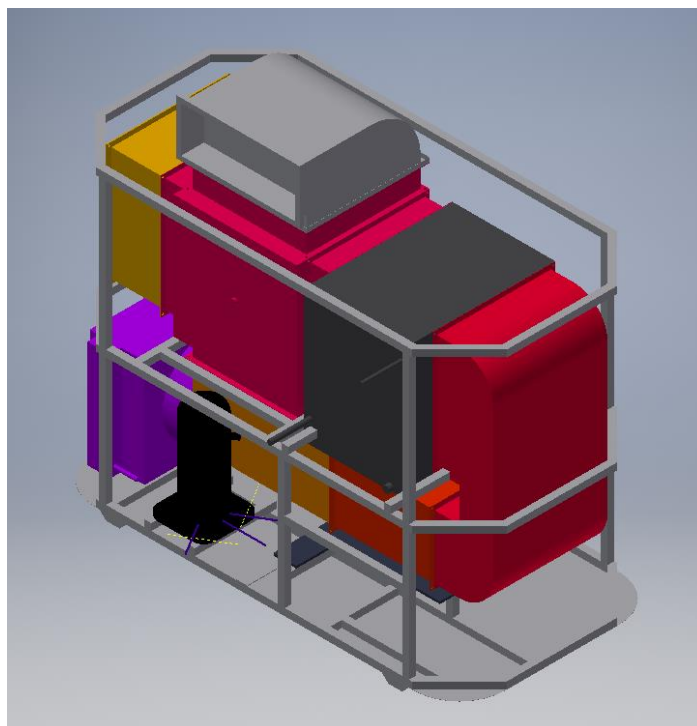


Рис. 33 Вигляд рами з установкою

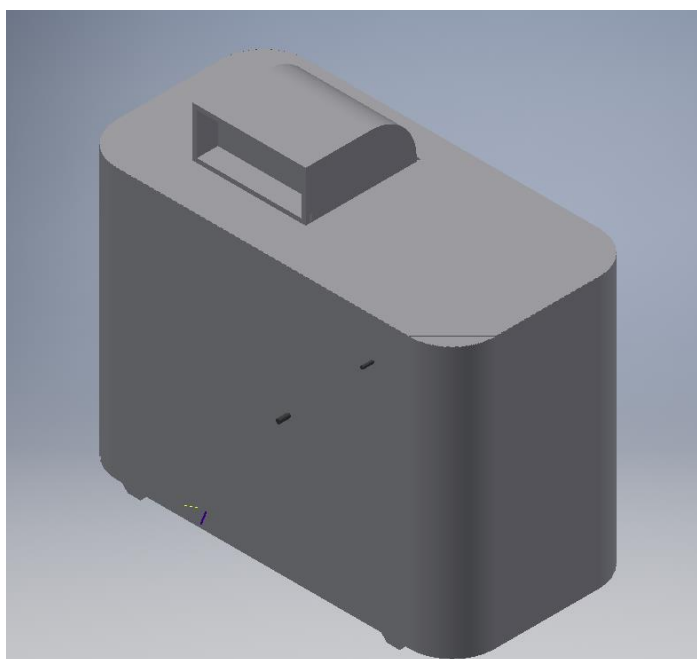


Рис 34. Зовнішній вигляд установки

7. Техніко-економічні показники

Мета економічного розрахунку полягає у визначенні вартості будівництва холодильника, вартості холодильного обладнання, витрат на використання енергії, витрат по оплаті праці виробничого персоналу, визначення амортизаційних відрахувань, визначення основних показників ефективності проекту.

При проектуванні холодильної установки виконуються наступні роботи:

- вибір та придбання обладнання;
- будівництво повітряного контуру;
- будівництво холодильного контуру;

7.1. Визначення кількості холоду

Оскільки у нас тільки 1 установка з 1 компресором, то кількість холоду дорівнює 10,15 кВт

$$Q_{\text{роб}} = 10,15 \text{ кВт}$$

7.2. Специфікація обладнання

У Таблиця 10 -замовна специфікація на холодильне обладнання.

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Литовченко А.			7. Техніко-економічні показники	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бондар В. І.					49	83
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В. П.						

Таблиця 10-Замовна специфікація

№	Товар	Кіл-сть	Од.	Ціна без ПДВ	ПДВ	Сума з ПДВ
1	Компресор спіральний InvoTech YM 60E1S-100	1	шт	19 862,25	20%	23 834,70
2	Вентиль ROTALOCK TAIPULAI RV10 (7/8", 1-1/4"-12UNF)	1	шт	601,46	20%	721,75
3	Вентиль ROTALOCK 3/4"-16UNF+1/2"ODS	1	шт	503,55	20%	604,26
4	Теплообмінник FNH-10/27 (1xØ400; 590x240x470↑мм)	1	шт	10 626,77	20%	12752,12
5	Вентилятор осьовий MaEr 4E-400-S - YDWF74L47P4-470N-400 (220В/50Гц, 4Р, IP54,всас)	1	шт	2 424,50	20%	2 909,40
6	Теплообмінник D22-20 (STDPG)	1	шт	6 788,90	20%	8146,68
7	Ресивер вертикальний TAIPULAI RSPC- 433 (3/8", 4л., с вентилем)	1	шт	1 412,74	20%	1 695,29
8	Фільтр-осушувач HONGSEN DFS- 083S (3/8", пайка, 137 мм., 42 Бар)	1	шт	237,79	20%	285,35
9	EPB E24V24f, 12-12 ODF, нержбінний, з котушкою	1	шт	4 555,55	20%	5 466,66
10	Кабель екранізований з'єднувальний кабель з роз'ємом для EPB	1	шт	664,40	20%	797,28
11	Індикатор вологості HONGSEN SGN- 3/8 ODF (3/8", пайка, 45 Бар)	1	шт	246,18	20%	295,42
12	Соленоїдний вентиль HONGSEN HV10M4T з котушкою 220 В (пайка 1/2", 2,2м³/ч, 45 Бар)	2	шт	1 102,22	20%	1322,66
13	Перехід мідний HAILIANG HLE22RCF__ - 12 x 10 мм (1 муфта) (EN 1254-1)	2	шт	11,19	20%	13,43
14	Гайка накладна 1/2"	6	шт	44,76	20%	53,71
15	Кульовий вентиль HONGSEN GBC-10V з клапаном (3/8", 5,7м³/ч, 45 Бар)	1	шт	520,34	20%	624,41
16	Кульовий вентиль HONGSEN GBC-22V з клапаном (7/8", 28,2м³/ч, 45 Бар)	1	шт	850,44	20%	1020,53
17	Електроустаткування	1	шт	24375,67	20%	29 250,80
18	Рама та зовнішнє облицювання	1	шт	10000	20	12000,00

Всього: 131 045,26
У тому числі
ПДВ: 21 840,88

00. КРБ 142.008.027. ПЗ

7.3. Витрата на оплату електроенергії

Річне споживання електроенергії дорівнює

$$W = \Sigma N_e \cdot K_c \cdot n, \text{кВт} \cdot \text{год}$$

де N_e -номінальна потужність двигуна, K_c -коефіцієнт використання, n - час роботи.

Перелік приладів , які потребують електроенергії та їхні споживання наведені у табл. 11.

Табл. 11-Витрати електроенергії

№	Назва обладнання	Номінальна потужність, кВт	Час роботи, год.	Кіл-сть	Спожита електроенергія,кВт/р
1	Компресор	1,94	7300	1	14162
2	Вентилятор конденсатора	0,07	7300	1	511
3	Вентилятор випарника	0,55	7300	1	4015
				Разом	18688

Тариф для населення за електроенергією складає 4,32 грн/кВт год, витрати на оплату електроенергії

$$18688 \cdot 4,32 = 80732,16 \text{ грн/р}$$

7.4. Витрата на мастило та його поповнення

Холодильна машина, а саме компресор потребує заправки мастилом, а за рік заміна мастила.

Для доповнення кількості мастила мастила компресор YM60E1G-100 необхідно 1,25 л.

Витрати на доповнення мастила при ціні мастила 500 грн/л. дорівнюють

$$1,25 \cdot 500 = 625 \text{ грн}$$

7.5. Витрата на заробітну плату

Заробітня платня включає в себе оплату сервісу кожного місяця, а саме перевірка/заміна водяних, повітряних фільтрів, заміна мастила та інші роботи з обслуговування установки. Ці витрати встановлюємо на рівні 1000 грн. на місяць.

7.6. Амортизація установки

Амортизаційні відрахування на установку складають 22%

$$80732,16 \cdot 0,22 = 17761,08 \text{ грн}$$

7.7. Витрата на на поточні роботи

Витрати на поточні роботи складають 50% від амортизаційних витрат.

$$17761,08 \cdot 0,5 = 8880,54 \text{ грн}$$

7.8. Загальні затрати

Табл. 12-Розрахунок витрат

Електроенергія	80732.16 грн.
Амортизація	17761.08 грн.
Поточні роботи	8880.54 грн.
Заробітна плата	1000 грн.
Мастило	625 грн.
Разом	108998.78 грн.

Розраховуємо ціну одного кіловату холоду.

$$\frac{108998.78}{10.05 \cdot 20 \cdot 365} = 1.48 \text{ грн./ кВт} \cdot \text{год}$$

8. Охорона праці

8.1. Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном

Як свідчить статистика нещасних випадків, проблема створення нешкідливих і безпечних умов праці в Україні існує вже давно: 15-20 років тому на виробництві загинуло близько 4000 осіб – більш ніж в 1,6 рази більше, ніж зараз. Приховування цієї гіркої правди секретами, що панували в системі, породило самовдоволення і недбалість тих, чий рішення залежали від неї. І сьогодні ймовірність травматизму і професійних захворювань у нас в 5-8 разів вище, ніж в інших розвинених країнах Європейського Союзу. Стан охорони праці залишається незадовільним. Проблема виробничого травматизму дуже серйозна-щороку близько 5 мільйонів людей отримують травми на виробництві, з яких 1,5 тисячі людей помирають, а понад 3,5 тисячі людей страждають від професійних захворювань. Щорічно через втрату працездатності втрачається 2,5-3 мільйони робочих днів, а середня тяжкість кожної травми досягає 25 днів непрацездатності. Однак ці показники не дають достатньо об'єктивної картини, оскільки слід пам'ятати, що виробництво систематично скорочується..

Крім соціального захисту, Охорона праці, безсумнівно, має велике економічне значення - це також висока продуктивність праці, зниження витрат на лікарняний, компенсація за важкі і шкідливі умови праці і т.д. за розрахунками німецької ділової ради, наслідки нещасних випадків обходяться в 10 разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх запобігання. В Україні ця різниця ще більша, враховуючи невеликі витрати на заходи з охорони праці. Експерти Міжнародної організації праці (МОП) підраховали

	наступне,				00. КРБ. 142.008.027. ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Литовченко А.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бондар В. І.				53	83
Реценз.					ХМ – 4 – 4		
Н. контр.							
Затверд.		Петренко В. П.					

Що економічні витрати, пов'язані з аваріями, становлять 1% світового валового національного продукту. Близько 7500 мільйонів людей на рік можуть фінансувати ці витрати. Технічний прогрес завжди залишається в тіні. Його супроводжують техногенні катастрофи. Згідно зі статистикою МОП, число нещасних випадків на виробництві в усьому світі неухильно зростає і в даний час досягає приблизно 12 500 мільйонів на рік. Рівень травматизму і професійних захворювань в країнах, що розвиваються значно вище, ніж в розвинених. Так, в країнах Європейського Союзу щорічно близько 1000 мільйонів людей стають жертвами нещасних випадків і професійних захворювань..Майже 8000 з них помирають. В Україні в середньому 140-180 осіб щодня отримують травми на виробництві, з яких 20 стають інвалідами і 4-5 помирають.

Статистичні дані свідчать, що:

- кожні 3 хвилини внаслідок виробничої травми чи професійного захворювання у світі помирає одна людина;
- в Україні внаслідок травм кожні 5 годин помирає одна людина; - кожної секунди у світі на виробництві травмується 4 людини;
- в Україні кожні 8 хвилин травмується одна людина;
- кожного місяця у світі на виробництві травмується така кількість людей, яка дорівнює населенню Парижа.

Міжнародне бюро праці встановило, що в середньому на 100 000 працівників у світі щорічно припадає 6 нещасних випадків зі смертельними наслідками. В Україні цей показник майже в 2 рази вищий.

Однак слід зазначити, що показники стану охорони парку істотно відрізняються в залежності від окремих галузей промисловості. У нашій країні вугільна промисловість дуже травматична. Так, на кожні 100 мільйонів тонн видобутого вугілля гине в середньому 5 шахтарів. У США цей показник в 100 разів нижче, а в Україні - в 3,8 рази. На думку зарубіжних експертів, які проводили дослідження в Україні в рамках програми МОП, велика кількість

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

нешасних випадків зі смертельними наслідками пояснюється п'ятьма основними причинами: охорона праці; нездатність належним чином управляти станом безпеки на робочому місці і дотримуватися встановлених стандартів. Недостатнє забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Повільне впровадження засобів колективної безпеки на підприємствах. Уніфікація засобів виробництва (в деяких галузях до 80%).

8.2 Основні терміни та визначення в галузі охорони праці.

Охорона праці, як і всяка інша наука має свої визначення і поняття. Загальні визначення і формулювання викладені у ГОСТ і ССБТ та у державних стандартах України ДСТУ 2293-93 "Охорона праці.

Терміни та визначення", ДСТУ 3038-95 "Гігієна. Терміни та визначення основних понять" та інших стандартах даються визначення основних понять та термінів в галузі охорони праці.

1 Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувальнопрофілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

2 Безпека праці - це стан умов праці при якому відсутня дія на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

3 Умови праці — сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі її професійної діяльності.

4 Правила безпеки - система організаційних заходів і технічних засобів, які попереджають дію на працюючих небезпечних виробничих факторів.

5 Безпека виробничого процесу це властивість виробничого процесу зберігати відповідність вимогам безпеки праці в умовах, які встановлені нормативно-технічною документацією.

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

6 Тяжкість праці це характеристика трудової діяльності людини, яка визначає ступінь залучення до роботи м'язів і відображає фізіологічні затрати внаслідок переважаючого фізичного перевантаження.

7 Напруженість праці характеристика трудового процесу, що відображає переважаюче навантаження на центральну нервову систему.

8 Професійні захворювання - технологічний стан людини, зумовлений роботою і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів.

9 Виробнича санітарія - система організаційних заходів і технічних засобів, які попереджують або зменшують дію на працюючих шкідливих виробничих факторів.

10 Гігієна праці - комплекс заходів і засобів щодо збереження здоров'я працівників, профілактика несприятливого впливу виробничого середовища і трудового процесу.

11 Санітарно-захисна зона — функціональна територія між межами промислових об'єктів і територією, яка призначена для зменшення несприятливого впливу виробничих факторів на здоров'я населення.

12 Професійний відбір сукупність заходів, метою яких є відбір осіб для виконання певного виду трудової діяльності за їх професійними знаннями, анатомічно - фізіологічними і психологічними особливостями, а також за станом здоров'я.

13 Здорові умови життя — умови навколишнього середовища, праці та побуту, які забезпечують збереження та поліпшення здоров'я населення.

14 Санітарна характеристика умов праці - об'єктивні дані стану виробничого середовища і трудового процесу за висновком на їх відповідність гігієнічним вимогам і нормативам.

15 Гігієнічний норматив характеризує оптимальний чи допустимий рівень фізичних, хімічних, біологічних факторів навколишнього та виробничого середовищ.

16 Засоби захисту працюючого - засоби, застосування яких попереджає або знижує дію на працюючого небезпечних або шкідливих виробничих факторів.

17 Нещасний випадок - випадок дії на працюючого небезпечного виробничого фактору при виконанні ним трудових обов'язків або завдань керівника.

18 Машина - сукупність технічних засобів, які використовуються людиною в процесі трудової діяльності.

19 Оператор - людина, яка здійснює трудову діяльність в взаємодії з предметом праці та зовнішнього середовища за допомогою інформаційної моделі та органів управління.

20 Шкідливий виробничий фактор — виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника.

21 Небезпечний виробничий фактор — виробничий фактор, дія якого за певних умов може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника.

З рештою термінів, визначень, понять ознайомимося під час вивчення дисципліни.

8.3. Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників

Всі зміни, які відбуваються в житті і роботі сільських жителів, призводять до багатофакторних і неоднорідних навантажень. За останні роки професійна захворюваність в Україні зросла з 1,5 до 10 000 на 1,2 працівника, а кількість постраждалих збільшилася більш ніж в 1,9 рази. До 30% працівників сільського господарства знаходяться в умовах підвищеного рівня шуму під час роботи, вібрації — до 20%, високої запиленості — до 17%, загазованості — до 13%, високої температури повітря — до 10%. Навіть при

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

використанні сучасних тракторів і самохідної сільськогосподарської техніки повітря в робочій зоні забруднене пилом, вихлопними газами, частинками пестицидів і мінеральних добрив. У приміщеннях для утримання худоби рівень шуму перевищує допустимий на 3-10 дБ, швидкість руху повітря - в 1,2 - 1,6 рази, а вміст аміаку-до 5 разів,

Концентрація пилу в повітрі в 3-10 разів вища, вміст антибіотиків у повітрі в 5-7 разів використовується як стимулятор росту, а кількість мікроорганізмів коливається від 2 до 100 мільйонів. на 1 м³ повітря.

Негативний вплив шкідливих факторів навколишнього середовища на здоров'я працівників і викликані ними професійні захворювання можна розділити на 5 груп:

1. Захворювання, викликані фізичними факторами (нагрівання чи охолодження, мікроклімат, шум, вібрація та ін.).
2. Захворювання, викликані дією хімічних факторів органічного пилу.
3. Захворювання, викликані дією біологічних факторів.
4. Захворювання під дією психофізіологічних шкідливих факторів (фізичного навантаження, а також одноманітних, часто повторювальних рухів, вимушеної пози).
5. Захворювання шкіри алергійного і не алергійного характеру.

До групи фізичних факторів відносяться:

- рухомі машини та механізми;
- незахищені рухомі елементи виробничого обладнання, пересувні виробни, заготовки, матеріали;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів; підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму, вібрації, інфрашумових коливань, ультразвуку;
- підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні та його різка зміна;

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

- підвищена або знижена вологість повітря, його рухомість, іонізація повітря;
- підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні;
- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики, електромагнітних випромінювань;
- підвищена напруженість електричного і магнітного поля;
- відсутність або недостача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла, занижена контрастність;
- пряма та віддзеркалена блискіть;
- підвищена пульсація світлового потоку,
- підвищений рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації.

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
						59
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

№ п/п	Найменування шкідливостей	ГДК мг/м ³	№ п/п	Найменування шкідливостей	ГДК мг/м ³
	ГАЗ І ПАРА			Пил	
1	Оксиди азоту (NO ₂ , NO)	2,0	1	Зерновий	4,0
2	Акролеїн	0,2	2	Вапняковий	6,0
3	Амілацетат	100,0	3	Борошняний	6,0
4	Аміак	20,0	4	Крохмальний	6,0
5	Сірчаний ангідрид	1,0	5	Цукровий	10,0
6	Бензин і керосин (в перерахунку на С)	300,0	6	Рослинний з домішкою двооксиду кремнію, %:	
7	Ацетон	200,0		- більше 10 % (зерновий)	2,0
8	Бензол	5,0		- від 2,0 до 10,0 %	4,0
9	Двооксид хлору	0,1		- менше 2 %	6,0
10	Дихлоретан	10,0	7	Вугільний:	
11	Ксилол	50,0		- коксовий і сланцевий	6,0
12	Скипидар (в перерахунку на С)	300,0		- із вмістом двооксиду кремнію менше 2%	10,0
14	Оцтова кислота	5,0	ГДК газів, пари, пилу і рівня забруднення повітря визначаються в гравіметричних показниках (мг/м³), тобто за складом ваги шкідливої речовини в 1 м³ повітря. Робочою зоною є простір висотою до 2,0 м над рівнем ґрунту або площадки, на якій розміщені місця постійного або тимчасового перебування працюючих. Під постійним розуміють місце, на якому працюючий знаходиться більшу частину (понад 50% або більше 2,0 год. безперервно) свого робочого часу.		
15	Металева ртуть	0,01			
16	Сірководень	10,0			
17	Кальцинована сода	2,0			
18	Сірчана кислота	1,0			
19	Метилловий спирт (метанол)	5,0			
20	Етиловий спирт	1000			
21	Толуол	50,0			
22	Уайт-спірит (в перерах. на С)	300,0			
23	Окис вуглецю	20,0			
24	Двооксид вуглецю	9000			

До групи хімічних факторів відносяться такі підгрупи:

а) за характером впливу на організм людини - загальнотоксичні, що діють на центральну нервову систему, кров і кровотворні органи (сірководень, ароматичні вуглеводи, окис вуглецю, бензол, наркотики, алкоголь, кофеїн і т.д.). - дратівливі, тобто діючі на слизові оболонки очей, носа, верхніх дихальних шляхів і легенів, шкіри (пари лугів і кислот, оксиди азоту, аміак, безводна сірчана кислота і т.д.); подальша дія цієї речовини, що викликає підвищення чутливості до них, після відносно нетривалого впливу

на організм призводить до швидкий розвиток реакцій, що викликають шкірні захворювання, астматичні явища, захворювання крові (ртуть, альдегіди, ароматичні нітро -, нітросо - і аміносполуки).- мутагенні, що викликають порушення генетики клітин, що впливають на їх потомство (сполуки ртуті і свинцю, окис етилену));;

б) по шляху проникнення в організм людини - через дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт, шкіряний покрив. За характером поведінки до групи психофізіологічних шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що виникають в результаті психічного перенапруження, монотонності роботи і емоційних факторів, відносяться фізичні (статичні, динамічні токсичні речовини і субстанції, які вступають в контакт з організмом людини при порушенні вимог безпеки). Це речовина, яка може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я, виявлені сучасними методами, як на роботі, так і в подальшому житті у нинішнього і наступного покоління.

Шкідливі (токсичні) речовини, використовувані на виробництвах з неправильною організацією праці, виробництва і певними профілактичними заходами, надають шкідливий вплив на здоров'я людини, а гострі або хронічні загострені форми захворювання виникають при короткочасному впливі високих концентрацій шкідливих речовин на організм, при тривалому впливі концентрації шкідливих речовин в організмі. речовини, які можуть накопичуватися в організмі.

Отруєння шкідливими речовинами можливо тільки в тому випадку, якщо концентрація в повітрі робочої зони перевищує гранично допустиму концентрацію шкідливих речовин (ГДК). ГДК-це концентрація, яка не викликає захворювань або відхилень від норми у працівників як на роботі, так і в поточному і подальшому житті наступних поколінь, під час їх повсякденної роботи (за винятком вихідних) протягом змін і протягом усього їх трудового стажу. У таблиці 1 наведені гранично допустимі концентрації шкідливих газів, парів і пилу в повітрі робочих зон промислових об'єктів. У

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

кожній виробничому середовищі на організм людини одночасно діють кілька шкідливих факторів, що компенсують один одного або накладаються один на одного, що може негативно позначитися на здоров'ї людини. Правильно організований, гігієнічний трудовий процес повинен виключати вплив шкідливих факторів на працівників.

8.4. Організація роботи служби охорони праці

- Робота служби охорони праці компанії повинна здійснюватися відповідно до плану роботи і графіком наукових досліджень, затвердженими роботодавцем. Служба охорони праці взаємодіє з іншими структурними підрозділами, службами, фахівцями підприємств, представниками профспілок та, за їх відсутності, уповноваженими працівниками з питань охорони праці.

Громадський контроль за станом охорони праці в організації.

Для громадського контролю за дотриманням законодавства про охорону праці на підприємстві обираються уповноважені працівники трудового колективу з питань охорони праці. Діяльність уповноважених здійснюється на основі Типових правил і положень про роботу уповноважених з питань охорони праці, розроблених і затверджених на загальних зборах трудового колективу. Уповноважений з охорони праці обирається простою більшістю голосів на загальних зборах колективу.

Уповноваженим співробітником не може бути співробітник, який відповідно до своїх посадових обов'язків несе відповідальність за організацію безпечних і нешкідливих умов праці (бригадир, начальник дільниці). Комітет з охорони праці відповідає за забезпечення того, щоб роботодавці могли вільно перевіряти дотримання вимог охорони праці на підприємстві та усувати порушення нормативних правових актів з охорони праці.

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

Якщо Комісія з охорони праці вважатиме, що превентивні заходи, вжиті роботодавцем, недостатні, вона може звернутися за допомогою до державного органу нагляду за охороною праці.

Крім того, уповноважена особа бере участь у підтвердженні того факту, що у разі відмови від дорученої роботи із зазначених причин виникає ситуація, небезпечна для життя та здоров'я працівника. Уповноваженій особі з питань охорони праці надається право запропонувати притягнути до відповідальності працівника, який порушує правила охорони праці.

8.5. Комісія з питань охорони праці підприємства.

На підприємстві з метою забезпечення пропорційної участі працівників у вирішенні будь – яких питань безпеки, гігієни праці та виробничо середовища за рішенням трудового колективу може створюватися Комісія з питань охорони праці підприємства у відповідності з Законом України “Про охорону праці” (ст.16). ця комісія створюється на підприємствах, в організаціях, господарствах з кількістю працюючих 50 і більше чоловік, незалежно від власності та видів господарської діяльності. Комісія є постійно діючим консультативно - дорадчим органом трудового колективу та власника або уповноваженого ним органу і створюються з метою залучення представників власника та трудового колективу (безпосередніх виконавців робіт, представників профспілок) до співробітництва у галузі управління охороною праці на підприємстві, узгодженого вирішення питань, що виникають у цій сфері.

Комісія складається з представників роботодавця та професійної спілки, а також уповноваженої найманими працівниками особи, спеціалістів з безпеки, гігієни праці та інших служб підприємства відповідно до типового положення, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці. Рішення про доцільність створення комісії, її кількісний та персональний склад, строк

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

повноважень приймається трудовим колективом на загальних зборах (конференції) за поданням власника, органу трудового колективу та профспілкового комітету. Загальні збори затверджують Положення про комісію з питань охорони праці підприємства, яке розробляється за участю сторін на основі Типового положення. Комісія формується на засадах рівного представництва осіб від власника та трудового колективу. До складу комісії від власника включаються спеціалісти з безпеки і гігієни праці, виробничої, юридичної та інших служб підприємства, від трудового колективу – рекомендуються працівники усіх професій, уповноважені трудових колективів з питань охорони праці, представники профспілки. Комісія у своїй діяльності керується законодавством про працю, міжгалузевими і галузевими нормативними актами з охорони праці, а також Положення про комісію з питань охорони праці підприємства.

Основними завданнями комісії є: - захист законних прав та інтенсивності працівників у сфері охорони праці; - підготовка, на основі аналізу стану безпеки та умов праці на виробництві, рекомендацій власнику та працівниками щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань практичної реалізації принципів державної політики в області охорони праці на підприємстві; - узгодження, шляхом двосторонніх консультацій, позицій сторін у вирішенні практичних питань у сфері охорони праці з метою забезпечення поєднання інтересів держави, власника та трудового колективу, кожного працівника, запобігання конфліктам; - вироблення пропозицій щодо включення до колективного договору окремих питань з охорони праці та використання коштів фонду охорони праці підприємства. Комісія має право: - звертатися до власника або до уповноваженого ним органу, самоврядування трудового колективу, профспілкового комітету з пропозиціями щодо регулювання відносин у сфері охорон праці; - створювати робочі групи з числа членів комісії для вироблення узгоджених з колективом питань охорони праці з залученням до їх складу на договірній основі за погодженням сторін відповідних фахівців,

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

експертів, інспекторів державного нагляду за охороною праці; - одержувати від окремих працівників, служб підприємства, профспілкового комітету інформацію, необхідну для виконання функцій і завдань, передбачених Типовим положенням; - встановлювати ступінь вини потерпілого та винуватця (в т.ч. і власника) нещасного випадку в порядку, що визначається трудовим колективом за поданням власника та профспілкового комітету, при вирішенні питання про розмір одноразової допомоги, коли нещасний випадок стався в наслідок невиконання потерпілим вимог нормативних актів про охорону праці і факт наявності його вини встановлено комісією по розслідуванню нещасних випадків; - здійснювати контроль за дотриманням вимог законодавства з питань охорони праці безпосередньо на робочих місцях, забезпечення працюючих засобами колективного та індивідуального захисту, миючими та знешкоджуючими засобами, лікувально – профілактичним харчування, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою підсоленою водою та станом використання санітарно – побутових приміщень; - найомитись з будь – якими матеріалами з питань охорони праці, аналізувати стан умов і безпеки праці на підприємстві.

Виконання відповідних програм і колективних договорів: - вільного доступу на всі дільниці виробництва і обговорення з працюючими питань охорони праці.

Комісія може делегувати своїх представників для участі: - у розв'язуванні разом з представниками державного нагляду за охороною праці конфліктів, пов'язаних з відмовою працівника виконувати доручену роботу з мотивів небезпечної для його здоров'я чи життя виробничої ситуації на підприємстві, де відсутня профспілкова організація; - в обговоренні питань охорони праці власником або уповноваженим ним органом, профспілковим комітетом чи органом самоврядування трудового колективу (за погодженням з цим органами).

Члени комісії виконують свої обов'язки, як правило, на громадських засадах. При залученні до окремих перевірок, проведенні навчання вони

						00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			66

можуть звільнитися від основної роботи на передбачений колективним договором термін із збереженням за ними середнього заробітку.

Комісія здійснює свою діяльність на основі планів, що розробляють на квартал, півріччя чи рік і затверджуються нею.

Рішення комісії оформляється протоколами і мають рекомендаційний характер, впроваджуються у життя наказами власника. При незгоді власника з рекомендаціями

Комісії він дає аргументовану відповідь. Комісія не менше одного разу на рік звітує про свою роботу на загальних зборах (конференції) трудового колективу.

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
						67
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

- 1) Метод. рекомендації: до проведення практ. занять для здобувачів освітнього ступ. «Бакалавр» спец. 142 «Енергетичне машинобудування», освітньо-професійної програми «Холодильні техніка та технології» ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: О.Ю. Пилипенко, А.П. Францішко. – К.: НУХТ, 2021. – 58 с.
- 2) Петренко В.П. Теплотехнологічні процеси та установки, курс лекцій до вивчення дисципліни для студентів напрямів підготовки 6.050601 "Теплоенергетика" та 6.050604 "Енергомашинобудування". - К.: НУХТ, 2013. - 118 с.
- 3) Холодильні машини [Електронний ресурс]: метод. рекомендації до вивч. дисц. та викон. контрольної роботи для студ. освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» ден. та заоч. форм навчання/уклад. А.В.Форсюк. – К.: НУХТ, 2016. – 37с.
- 4) Петренко В.П. Теплотехнологічні проеси та установки, курс лекій до вивчення дисципліни для студентів напрямів підготовки 6.050601 «Теплоенергетика» та 6.050604 «Енергомашинобудування».-К.: НУХТ, 2013. – 118 с.
- 5) Форсюк А.В. Холодильні машини [Електронний ресурс]: курс лекцій (частина III. Допоміжне обладнання холодильних машин) для здобувачів освітнього ступеня “бакалавр” спеціальності 142 “Енергетичне машинобудування” освітньо-професійної програми “Холодильні машини і установки” ден. та заоч. форм навч. / А.В.Форсюк. – К.: НУХТ, 2019. – Ч III. – К.: НУХТ, 2019.– 54 с.
- 6) Холодильні машини: [Електронний ресурс] метод. рекомендації до викон. курсового проекту на тему: “Проект комплексної холодильної машини” для студ. освітнього ступеня “Бакалавр” спеціальності 142 “Енергетичне машинобудування” денної та заоч. форм навчання /уклад. А.В.Форсюк. – К.: НУХТ, 2018. – 26 с.

					00. КРБ 142.008.027. ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

Додатки

Додаток 1

Coolselector2

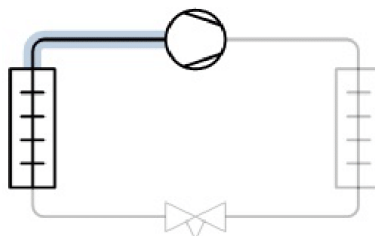


Лінія 3

Умови роботи

Холодоагент:	R448A	Холодопродуктивність:	10,15 kW
Масова витрата в лінії:	194,1 kg/h	Теплопродуктивність:	11,66 kW
Температура точки роси на лінії кипі	-1,0 °C	Температура точки роси на лінії конде	25,0 °C
Тиск кипіння:	4,985 bar	Тиск конденсації:	11,17 bar
Середня температура кипіння:	-3,7 °C	Переохолодження:	5,0 K
Ефективний перегрів:	10,0 K	Додаткове переохолодження:	0 K
Додатковий перегрів:	0 K		
Темп-ра нагнітання:	49,4 °C		


Система і лінія: Безнасосна - Лінія всмоктування




Загальна кількість ліній

Перепад тиску	0,015 bar
Падіння тем-ри насичення	0,1 K


Положення 1. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 35

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,000 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	3,09 m/s
	З'єднання	ОК


Положення 2. Трубопроводи: Мідний перехідник DIN-EN 35 x 22

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,003 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	3,28 m/s
	З'єднання	ОК


Положення 3. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 22

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,001 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	8,41 m/s
	З'єднання	OK


Положення 4. Фільтр: DCRH 0487-F NS 22

	Перепад тиску	0,005 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	6,77 m/s
	З'єднання	OK

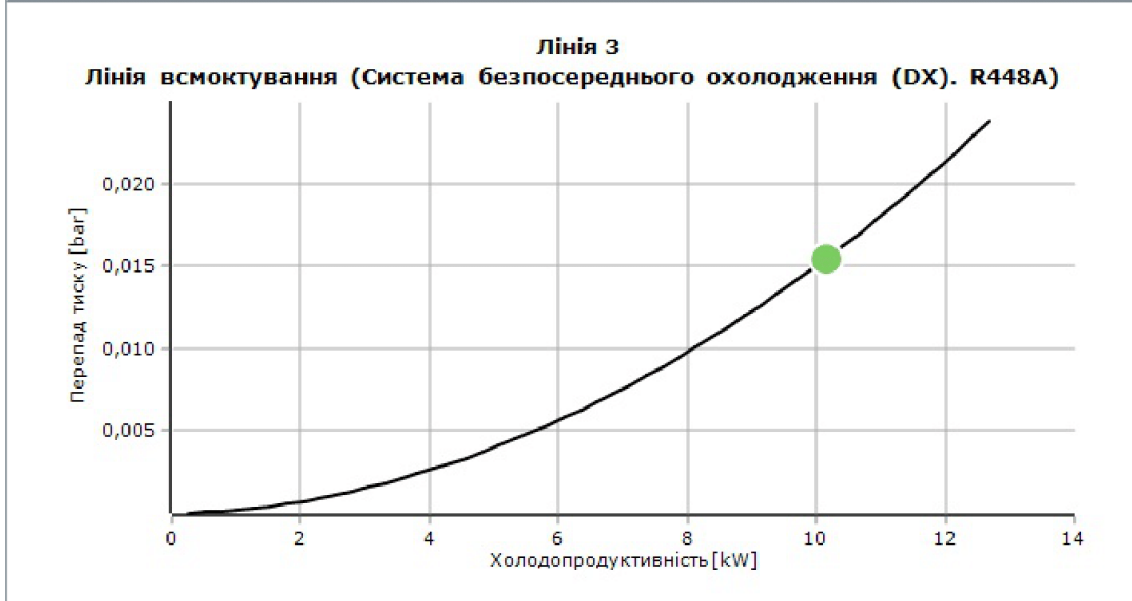
Положення 5. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 22

	Довжина	0,70 m
	Кут	0 град.
	Перепад тиску	0,004 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	8,42 m/s
	З'єднання	OK

Положення 6. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 22

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,001 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	8,43 m/s
	З'єднання	OK

Крива продуктивності



Додаток 2

Coolselector2



Інформація про проект

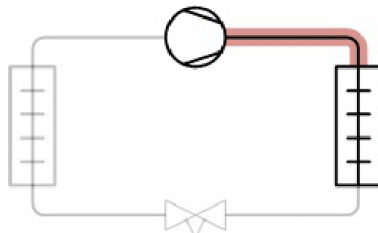
Ім'я проекту:	
Коментарі:	
Створений:	
Coolselector2 версія:	5.4.7. База даних: 112
Надруковано:	7 Червень 2024 р.
Налаштування, які використовуються:	Всі сфери застосувань

Лінія 1

Умови роботи

Холодоагент:	R448A	Холодопродуктивність:	10,15 kW
Масова витрата в лінії:	195,5 kg/h	Теплопродуктивність:	11,91 kW
Температура точки роси на лінії кипі:	-5,0 °C	Температура точки роси на лінії конде:	24,5 °C
Тиск кипіння:	4,336 bar	Тиск конденсації:	11,02 bar
Середня температура кипіння:	-7,7 °C	Переохолодження:	5,0 K
Ефективний перегрів:	10,0 K	Додаткове переохолодження:	0 K
Додатковий перегрів:	0 K		
Темп-ра нагнітання:	51,3 °C		


Система і лінія: Безнасосна - Лінія нагнітання



Загальна кількість ліній

Перепад тиску	0,495 bar
Падіння тем-ри насичення	1,6 K

Положення 1. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 12

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,011 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	16,92 m/s
	З'єднання	ОК

Coolselector2



Положення 2. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 12



Довжина	0,20 m
Кут	0 град.
Перепад тиску	0,018 bar
Падіння тем-ри насичення	0,1 K
Швидкість на вході	16,94 m/s
З'єднання	OK

Положення 3. Електромагнітний клапан: EVR 10 man v2



Перепад тиску	0,219 bar
Падіння тем-ри насичення	0,7 K
Швидкість на вході	20,95 m/s
Положення клапана	Відкритий
З'єднання	OK

Вибраний кодовий номер для EVR 10 man v2:

EVR 10: 032L1188

Положення 4. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 12



Довжина	0,30 m
Кут	0 град.
Перепад тиску	0,027 bar
Падіння тем-ри насичення	0,1 K
Швидкість на вході	17,34 m/s
З'єднання	OK

Положення 5. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 12



Кількість	1
Перепад тиску	0,011 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	17,39 m/s
З'єднання	OK

Положення 6. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 12



Довжина	0,50 m
Кут	90 град.
Перепад тиску	0,047 bar
Падіння тем-ри насичення	0,2 K
Швидкість на вході	17,41 m/s
З'єднання	OK

Положення 7. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 12


Кількість	1
Перепад тиску	0,012 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	17,49 m/s
З'єднання	OK

Положення 8. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 12

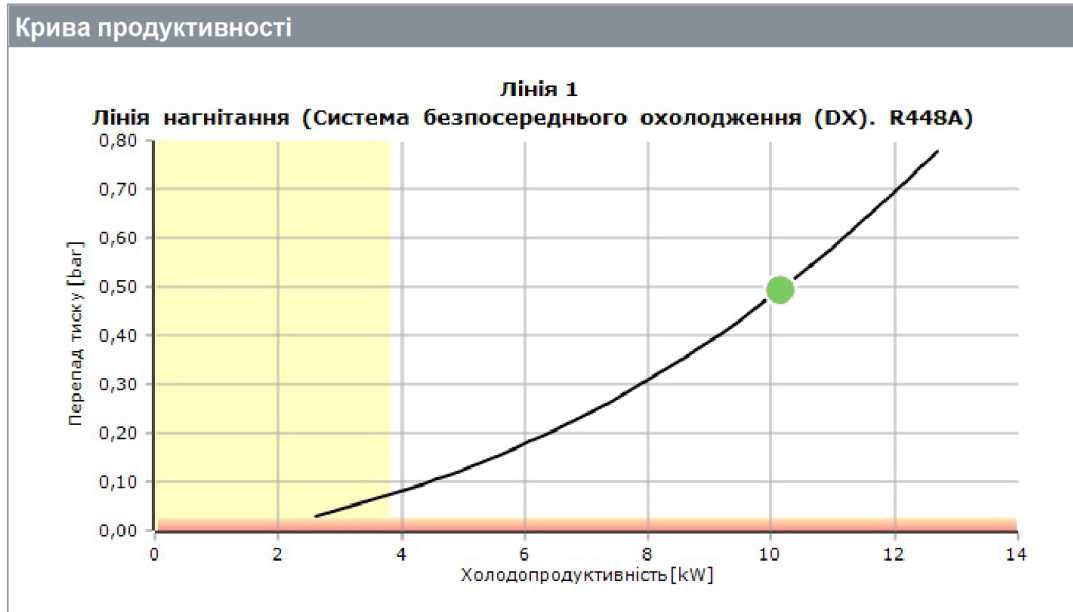

Довжина	1,40 m
Кут	0 град.
Перепад тиску	0,127 bar
Падіння тем-ри насичення	0,4 K
Швидкість на вході	17,51 m/s
З'єднання	OK

Положення 9. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 12


Кількість	1
Перепад тиску	0,012 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	17,74 m/s
З'єднання	OK

Положення 10. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 12


Кількість	1
Перепад тиску	0,012 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	17,76 m/s
З'єднання	OK

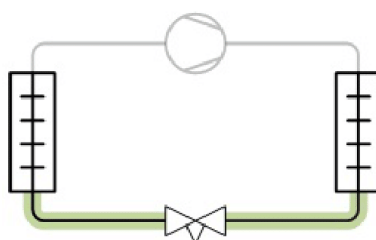


Лінія 2

Умови роботи

Холодоагент:	R448A	Холодопродуктивність:	10,15 kW
Масова витрата в лінії:	194,1 kg/h	Теплопродуктивність:	11,66 kW
Температура точки роси на лінії кипі	-1,0 °C	Температура точки роси на лінії конде	25,0 °C
Тиск кипіння:	4,985 bar	Тиск конденсації:	11,17 bar
Середня температура кипіння:	-3,7 °C	Переохолодження:	5,0 K
Ефективний перегрів:	10,0 K	Додаткове переохолодження:	0 K
Додатковий перегрів:	0 K		
Темп-ра нагнітання:	49,4 °C		


Система і лінія: Безнасосна - Рідинна лінія




Загальна кількість ліній

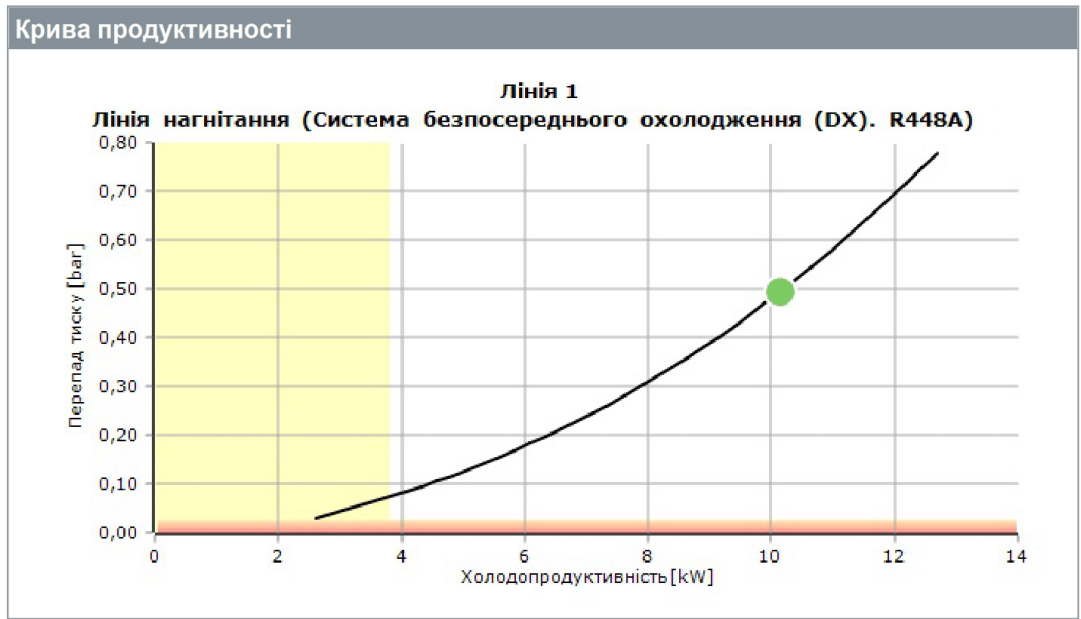
Перепад тиску	0,222 bar
Падіння тем-ри насичення	0,7 K

Положення 1. Трубопроводи: Мідний перехідник DIN-EN 16 x 10

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,002 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	0,31 m/s
	З'єднання	OK

Положення 2. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 10

	Довжина	0,70 m
	Кут	0 град.
	Перепад тиску	0,009 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	0,94 m/s
	З'єднання	OK



Coolselector2

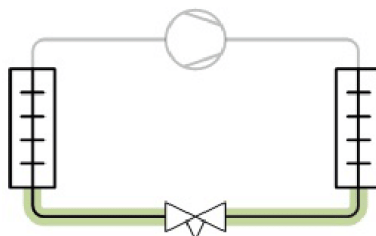


Лінія 2

Умови роботи

Холодоагент:	R448A	Холодопродуктивність:	10,15 kW
Масова витрата в лінії:	194,1 kg/h	Теплопродуктивність:	11,66 kW
Температура точки роси на лінії кипі	-1,0 °C	Температура точки роси на лінії конде	25,0 °C
Тиск кипіння:	4,985 bar	Тиск конденсації:	11,17 bar
Середня температура кипіння:	-3,7 °C	Переохолодження:	5,0 K
Ефективний перегрів:	10,0 K	Додаткове переохолодження:	0 K
Додатковий перегрів:	0 K		
Темп-ра нагнітання:	49,4 °C		

Система і лінія: Безнасосна - Рідинна лінія



Загальна кількість ліній

Перепад тиску	0,222 bar
Падіння тем-ри насичення	0,7 K

Положення 1. Трубопроводи: Мідний перехідник DIN-EN 16 x 10



Кількість	1
Перепад тиску	0,002 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,31 m/s
З'єднання	OK

Положення 2. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 10



Довжина	0,70 m
Кут	0 град.
Перепад тиску	0,009 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	OK

Положення 3. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10


Кількість	1
Перепад тиску	0,002 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	OK

Положення 4. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10


Кількість	1
Перепад тиску	0,002 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	OK

Положення 5. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10


Кількість	1
Перепад тиску	0,002 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	OK

Положення 6. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10



Кількість	1
Перепад тиску	0,002 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	OK

Положення 7. Запірний клапан: GBC 10s v2



Перепад тиску	0,001 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
Положення клапана	Відкритий
З'єднання	OK

Вибраний кодовий номер для GBC 10s v2:
GBC 10s: 009L7021


Положення 8. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 10

	Довжина	0,90 m
	Кут	0 град.
	Перепад тиску	0,012 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	0,94 m/s
	З'єднання	OK


Положення 9. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,002 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	0,94 m/s
	З'єднання	OK


Положення 10. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,002 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	0,94 m/s
	З'єднання	OK

Положення 11. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,002 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	0,94 m/s
	З'єднання	OK

Положення 12. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10

	Кількість	1
	Перепад тиску	0,002 bar
	Падіння тем-ри насичення	0,0 K
	Швидкість на вході	0,94 m/s
	З'єднання	OK

Положення 13. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 10


Довжина	0,35 m
Кут	90 град.
Перепад тиску	0,044 bar
Падіння тем-ри насичення	0,1 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	ОК

Положення 14. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10


Кількість	1
Перепад тиску	0,002 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	ОК

Положення 15. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10


Кількість	1
Перепад тиску	0,002 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	ОК

Положення 16. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 10


Довжина	0,40 m
Кут	0 град.
Перепад тиску	0,005 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	ОК

Положення 17. Фільтр-осушувач: DCL 033


Перепад тиску	0,030 bar
Падіння тем-ри насичення	0,1 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
Положення клапана	Відкритий
З'єднання	ОК

Вибраний кодовий номер для DCL 033:
DCL: 023Z4503

Положення 18. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 10


Довжина	0,10 m
Кут	0 град.
Перепад тиску	0,001 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	ОК

Положення 19. Трубопроводи: Мідний відвід 45 DIN-EN 10


Кількість	1
Перепад тиску	0,001 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	ОК

Положення 20. Трубопроводи: Мідний відвід 90 DIN-EN 10


Кількість	1
Перепад тиску	0,002 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	ОК

Положення 21. Трубопроводи: Мідна труба DIN-EN 10


Довжина	0,70 m
Кут	90 град.
Перепад тиску	0,088 bar
Падіння тем-ри насичення	0,3 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	ОК

Положення 22. Оглядове скло: SGP 10s


Перепад тиску	0,011 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
З'єднання	ОК

Вибраний кодовий номер для SGP 10s:

SGP 10 X:

014L0080. Може бути не доступним в вашій країні

Положення 23. Запірний клапан: GBC 10s v2


Перепад тиску	0,001 bar
Падіння тем-ри насичення	0,0 K
Швидкість на вході	0,94 m/s
Положення клапана	Відкритий
З'єднання	ОК

Вибраний кодовий номер для GBC 10s v2:
GBC 10s: 009L7021

Крива продуктивності
