

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж та обслуговування

систем кондиціонування і

вентиляції повітря»

Група: КВ - 05

# **Дипломний проєкт**

**здобувача освіти денного відділення**  
**КВ 05. 025. 000 ДП**

**Крижанівського**  
**Олександра**  
**Анатолійовича**

**м. Одеса - 2022 р.**

Спеціальність 142  
«Енергетичне машинобудування»  
ОП: «Монтаж та обслуговування  
Систем кондиціонування і вентиляції  
повітря»  
Група 4 КВ - 05

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

### **КВ 05. 025. 000 ДП**

До дипломного проєкту на тему:

Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря для камери дозрівання та зберігання твердих сирів продуктивністю 2500 кг на добу, м. Чернігів.

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

Дипломник \_\_\_\_\_ (Крижанівський О.А.)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ (Ніколаєв В.І.)

#### **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 проєкту  
«01» липня 2022 р.

Затверджую  
Заступник директора з НВР  
\_\_\_\_\_ Беркань Іг.В.  
“ 30 ” грудня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУВАННЯ**

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

Тема дипломного проєкту: Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря для камери дозрівання та зберігання твердих сирів продуктивністю 2500 кг на добу, м. Чернігів.

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

Вихідні дані для проєкту: температура літня 31 °С  
відносна вологість повітря літня 68 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проєкту

**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 проєкту

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 проєкту	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 проєкту \_\_\_\_\_ (Ніколаєв В.І.)



# З М І С Т

Вступ

стр.

## 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

КВ 05. 025. 000 ДП ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Разраб.	Крижанівський			
Пров.	Ніколаєв			
Н.контр.	Волянська			
Утв.				

Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря для камери дозрівання та зберігання твердих сирів продуктивністю 2500 кг на добу, м. Чернігів.

Лит.	Лист	Листов
------	------	--------

ВСП «ОТФК ОНТУ»,  
2022 р.

### 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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## ВСТУП

Вентиляція - це організований повітрообмін, що здійснюється з метою створення у приміщенні допустимих параметрів повітряного середовища.

Кондиціонування повітря є вищим ступенем вентиляції, основною метою якого є створення та автоматичне підтримання у приміщенні оптимальних параметрів повітряного середовища.

Повітрообміном називається заміна забрудненого повітря, яке знаходиться в приміщенні, на чисте повітря.

Отже завданням вентиляції є боротьба зі шкідливостями, що надходять до приміщення.

Шкідливостями є надлишки (а також недостача) теплоти й вологи, пил, шкідливі пари й газу. Шкідливості до приміщення можуть надходити при виконанні технологічного процесу від його обладнання, а також із навколишнього середовища (пил, теплота, волога). Найбільш розповсюдженими шкідливостями є надлишки теплоти й вологи у теплий період року.

Кількість теплоти і вологи, що надходить до приміщення, визначає величину необхідного повітрообміну. Розрахунковим для визначення повітрообміну є період року.

У загальному випадку в приміщення можуть надходити теплота і волога від таких джерел:

- через огорожуючі конструкції приміщення; - через світлові отвори; - від технологічного обладнання;
- від виробів і матеріалів, що надходять до приміщення, температура яких значно відрізняється від температури повітря приміщення;
- від людей, що знаходяться у даному приміщенні.

З метою зниження нерівномірності температурного поля в зоні обслуговування приміщень прийнято регламентувати робочу різницю температур перепадом 2...4 °С і призначати її залежно від висоти приміщення (4...6 м). При встановленні робочої різниці температур необхідно також враховувати, що зі зменшенням її збільшується кількість повітря, яке вентилується, і зростають експлуатаційні витрати СКП та СВ.

При побудові комплексних процесів тепловологісної обробки повітря в I-d діаграмі для теплого і холодного періодів визначаються початкові й кінцеві стани повітря в кожному технологічному блоці. Це дозволяє

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

розраховувати конструктивні й режимні параметри технологічних блоків кондиціонерів.

Розрахунковим для визначення продуктивності за повітрям СКП є теплий період року.

Підтримання лише одного параметра (температури) повітря приміщення, що обслуговується, знижує експлуатаційні витрати, але погіршує якість мікроклімату.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист





піддають тепловій обробці в кондиціонері з однією рециркуляцією на протязі року розташування кондиціонерів по відношенню до обслуговуваних приміщень-центральний, який в теплий період року працює на охолодження зі зниженням ентальпії, а в холодний період року - тепловологісна обробка повітря - в нагріванні і зволоженні повітря в адіабатному режимі зволоження.

Подача повітря в приміщення за одиницю часу для розчину в ньому шкідливих виділень до гранично допустимих концентрацій, називається повітрообміном. В результаті розрахунку повітрообміну визначається продуктивність вентиляційних систем.

Параметри зовнішнього та внутрішнього повітря в різні періоди року різні. Кількість шкідливих виділень (тепла, вологи) також може змінюватися протягом року. Тому розрахунок повітрообміну при загальнообмінної вентиляції проводиться для періодів року: теплого, холодного. За розрахунковий повітрообмін приймається найбільша кількість повітря, отримане за двома періодами. За розрахунковим повітрообміном вибирають вентилятори, калорифери, фільтри.

Основними елементами центрального кондиціонера є:

1. Камера підготовки зовнішнього повітря яка складається з:

- а) повітрозабірних решіток;
- б) камери обслуговування повітрозабору;
- в) камери фільтрів, що встановлюються при особливих вимогах до очищення зовнішнього повітря від пилу;
- г) камери обслуговування фільтрів;
- д) секції калориферів першого підігріву, що встановлюються в залежності від кліматичних умов в кількості однієї, двох або трьох ступенів, розташованих послідовно по повітрю;
- е) стулкових клапанів перед калориферами і в обхідних каналах літнього та зимового періодів;
- ж) проміжної камери з утепленням клапаном для літнього обхідного каналу, яка встановлюється між першим ступенем калориферів і стулковими клапанами

Вибір фреону R-134a в якості холодильного агента обумовлений хорошими термодинамічними властивостями, його високою об'ємною холодопродуктивністю і відносною екологічної безпекою. R-134a відноситься до озонобезпечний хладонів. Проектом передбачена хладонова холодильна машина одноступінчастого стиснення. До її складу входять: компресорний агрегат, конденсатор повітряного охолодження, кожухотрубний випарник, ресивер, фільтр-осушувач, регенеративний теплообмінник, щити арматурний та управління,

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

теплорегулюючі вентиля. Основне навантаження на холодильну установку складається з суми теплоприпливів: крізь огороджувальні конструкції, від людей, від продукту зберігання, технологічного обладнання, теплоприпливів при експлуатації.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахункові дані

Ємність камер зберігання і дозрівання приймаємо з розрахунку термінів і технології . Приймаємо 40-добову продуктивності сирзаводу, тобто

$$E = \frac{2500 \cdot 40}{1000} = 100 \text{т.}$$

Будівельну площу камери дозрівання твердого сиру, укладеного на штабелі визначаємо за формулою:

$$F_{\sigma} = \frac{E}{q_v \cdot h_{\text{вн}} \cdot \beta}; \quad (2.1)$$

де  $E$  – місткість камери зберігання, тон;

$q_v$  - норма завантаження на  $1\text{м}^3$  вантажного об'єму камери, тон/ $\text{м}^3$ ;

$h_{\text{вн}}$  - вантажна висота штабелю, м;

$\beta$  - коефіцієнт використання будівельної площі камери, що враховує площу камери зайняту колонами, приладами охолодження, проходами.

$$F_{\sigma} = \frac{100}{0,4 \cdot 2,2 \cdot 0,7} = 162 \text{м}^2;$$

На діючому сирзаводі дійсна площа камер дозрівання сиру - 180 м. кв.

Згідно рекомендацій для камер відповідної площі суму теплоприпливів крізь огороження приймаємо рівною 1,5 кВт . Камери дозрівання мають однакову площу і температуру зберігання тому сумарні теплоприпливи крізь огороження  $\Sigma Q_1 = 1,3 \cdot 5 = 6,5$  кВт

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

Машинне відділення, F= 36м <sup>2</sup> , h=3,6 м	Камера № 1 t = + 12 °С F= 36 м <sup>2</sup>	Камера № 2 t = + 12 °С F= 36 м <sup>2</sup>	Камера № 3 t = + 12 °С F= 36 м <sup>2</sup>	Техно- логіч- ний цех  сир заводу
Автомобільна платформа				
Центральний кондиціонер F= 36м <sup>2</sup> , h=3,6 м	Камера № 4 t = + 12 °С F= 36 м <sup>2</sup>	Камера № 5 t = + 12 °С F= 36 м <sup>2</sup>	Камера № 6 t = + 2 °С F= 36 м <sup>2</sup>	

Мал. 2.1 Планування холодильника сирзаводу

1,2,3,4,5 - камера дозрівання сиру, t = + 12 °С

6- камера зберігання сиру, t = + 2 °С

автомобільна платформа

машинне відділення

службові приміщення

технологічний цех сирзаводу

### Теплоприпливи від вантажу при дозріванні

Дозрівання сирів – це складний біохімічний процес, досі ще добре не вивчений. Ферментативний розпад білка, розщеплення лактози мікрофлорою – основні компоненти цього процесу, що супроводжуються виділенням теплоти. Якість та вихід сиру в значній мірі залежать від організації відведення цієї теплоти під час дозрівання. Так зване кондиціонування повітря в холодильних камерах сирзаводів відбувається за допомогою приладів охолодження повітря та іншого обладнання. Для розрахунку системи кондиціонування повітря необхідною є інформація щодо теплового та матеріального балансів голівок сиру та повітря камери.

Основним тепловим фактором процесу дозрівання сиру є інтенсивність виділення теплоти від сиру  $q_m$ , Вт/кг:

$$q_m = \frac{Q}{m}, \frac{Вт}{кг} \quad (2.2)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

де  $Q$  – загальна кількість теплоти, що виділяється в камеру за одиницю часу, Вт;  
 $m$  – маса сиру, що знаходиться в камері, кг.

Розрахунок  $q$  для голівки російського сиру наведених габаритів на протязі всього терміну дозрівання дав величину  $q_m = 3,06$  Вт/кг, яка може бути підставою для обґрунтування холодопродуктивності системи.

На жаль, відомостей про теплофізичні характеристики сиру практично немає, але можна використати значення ентальпії сиру за температур: 8, 10 та 12 °С (відповідно: 42,3; 47,7; 53,2 кДж/(кг·К)) і підрахувати теплоємність сиру  $c$  при  $t = 10$  °С:

$$c_{10} = h_{10} - h_8 = (47,7 - 42,3) / 2 = 2,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

Густину сиру беремо рівною 1080 кг/м<sup>3</sup>

Розподіл температур в поверхневому шарі є криволінійним, але для наближеного розрахунку беремо лінійний тобто  $\delta t = 0,5 \cdot \delta t_{\max}$ .

Максимальний перепад  $\delta t_{\max}$  на поверхні сиру беремо таким, що дорівнює перепаду температури повітря за межами пристінного шару, тобто  $\delta t_{\max} = 1$  К.

Величина  $\ell = 0,02 \dots 0,015$  мм, тобто цілком відчутну для організації раціонального ведення процесу дозрівання сиру.

Таким чином  $Q = 3,06 \cdot 9000 = 27540$  Вт = 27,54 кВт

### Експлуатаційні теплоприпливи

Експлуатаційні теплоприпливи знаходимо за формулою :

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_4; \quad (2.3)$$

Теплоприпливи від освітлення

$$q_1 = A F \cdot 10^{-3}; \quad (2.4)$$

де :  $A$  - кількість тепла, виділеного освітленням за одиницю часу на 1м<sup>2</sup> площі підлоги (Вт/м<sup>2</sup>);

$F$  - площа підлоги камери, (м<sup>2</sup>).

Теплоприпливи від перебування людей у камері

$$q_2 = 0,35 \cdot n; \quad (2.5)$$

де 0,35 – тепловиділення однієї людини при тяжкій фізичній праці,

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

( кВт);

n - кількість людей працюючих водному приміщені.

Теплоприпливи від відчиняння дверей:

$$q_4 = VF \cdot 10^{-3}; \quad (2.6)$$

де V – питомий приплив тепла від відчиняння дверей, (Вт/м<sup>2</sup>);

F - площа камери , м<sup>2</sup> .

Усі розрахунки експлуатаційних теплоприпливів зводимо до таблиці 2.1

Таблиця 2.1 Розрахунки експлуатаційних теплоприпливів до камери дозрівання сиру

№ камери	F м <sup>2</sup>	A Вт/м	n чел.	N э кВт	коэф	K Вт/м	q 1 кВт	q 2 кВт	q 3 кВт	q 4 кВт	Q 4 кВт
Камери 1,2,3	36	2,3	2	0	0,35	22	0,08	0,7	0	0,79	1,57
4,5											7,85

### Теплоприпливи від рециркуляції Q<sub>3</sub>

визначаємо за формулою:

$$Q_{зп.р.} = M_{пр} \Delta t \frac{10^3}{24 \cdot 3600}, \text{ кВт} \quad (2.7)$$

де: M - витрата повітря рециркуляції, 10% від об'єму камери, м<sup>3</sup>/ч.

Δt - різниця питомих ентальпій повітря відповідних початковій і кінцевій температура кДж/кг.

$$Q_3 = (36 \cdot 4,5 / 10) \cdot 5 \cdot (74,51 - 68,24) \cdot 1000 / 3600 / 24 = 5,88 \text{ кВт}$$

### Визначення вологоприпливів

Кількість вологи, що виділяється,  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ , визначається за формулою:

$$W_{л} = w \times n \quad W_{люди} = 20,8 \times 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.8)$$

$$W_{сир} = 35 \times 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

де:  $w$  – вологовиділення,  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ ,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$

$$W_{\text{сира}} = 35 \cdot 10^{-6} \times 180 = 6,3 \times 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$W_{\text{люд}} = 20,8 \times 2 = 4,1 \times 10^{-4} \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Вологоприпливи по приміщеннях,  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ , визначаються за формулою:

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{сира}} + W_{\text{люд}} \quad (2.9)$$

$$W_{\text{общ}} = 6,3 \times 10^{-3} + 0,41 \times 10^{-3} = 6,7 \times 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

## 2.2 Побудова процесу обробки повітря

Промінь тепловологісного процесу,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ , розраховується за формулою:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{я}}}{W} + r \quad (2.10)$$

де:  $Q_{\text{зп}}$ - теплоприпливи від зовнішнього повітря, кВт;

$$Q_{\text{я}} = 6,5 + 27,54 + 7,85 + 5,88 = 47,8 \text{ кВт}$$

$r$ - теплосодержание води,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$  ;

$W$ - вологоприпливи в приміщенні

$$\varepsilon_{\text{лето}} = \frac{47,8}{0,0067} + 2423,84 = 9558 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

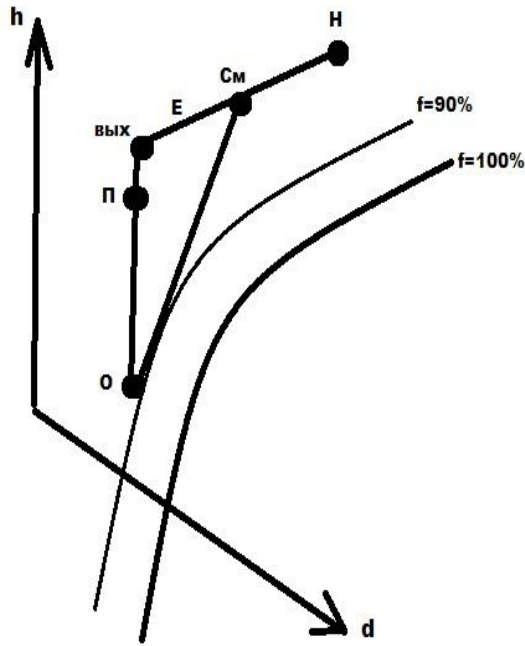
Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## Графічне зображення процесу обробки повітря в ЦК



Мал. 2.2

Деякі або всі точки на діаграмі:

П:  $t = 12^{\circ}\text{C}; f = 85\%; d = 7,4 \frac{\text{г}}{\text{кг}}; h = 31 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

Вых:  $t = 15^{\circ}\text{C}; f = 85\%; d = 9 \frac{\text{г}}{\text{кг}}; h = 36 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

См:  $t = 16,7^{\circ}\text{C}; f = 80\%; d = 9,55 \frac{\text{г}}{\text{кг}}; h = 41 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

О:  $t = 10^{\circ}\text{C}; f = 95\%; d = 7,4 \frac{\text{г}}{\text{кг}}; h = 29 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

Н:  $t = 32^{\circ}\text{C}; f = 55\%; d = 16,5 \frac{\text{г}}{\text{кг}}; i = 65 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

### 2.3 Розрахунок загальної витрати припливного повітря, що подається в камери

Кількість повітря, необхідне для кондиціонування приміщення,  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ , розраховується за формулою:

$$G_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{я}}}{C * t} \quad (2.11)$$

де:  $Q_{\text{я}} = 47,8 \text{ кВт}$

$C$  – теплоємність повітря,  $\text{кДж}/\text{кг} * \text{К}$ ;

$t$  - різниця зовнішнього та внутрішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

$$G_{пол} = \frac{47,92}{1,036 * 10} = 4,63 \frac{кг}{с} \text{ або } 16651,7 \text{ м}^3/\text{час}$$

Кількість зовнішнього повітря, домішують в центральному кондиціонері,  $\frac{кг}{с}$ , розраховується за формулою:

$$G_H = p \times G_{пол} \quad (2.12)$$

де: p – відсоток від загального обсягу повітря, що подається, %  
 $16651,7/5000=3,3$

$$G_H = 0,1 \times 4,63 = 0,463 \frac{кг}{с} \text{ або } 1389 \text{ м}^3/\text{час}$$

**Вологопріпливи із зовнішнім повітрям,  $\frac{кг}{с}$  ,**

визначається за формулою:

$$W_{в.н.} = G_H \times \rho (d_H - d_B) \quad (2.13)$$

де:  $\rho$  - щільність повітря,  $\frac{кг}{м^3}$  ;

$d_H - d_B$  – різницю вологовмісту зовнішнього і внутрішнього повітря,  $\frac{кгДж}{кг}$

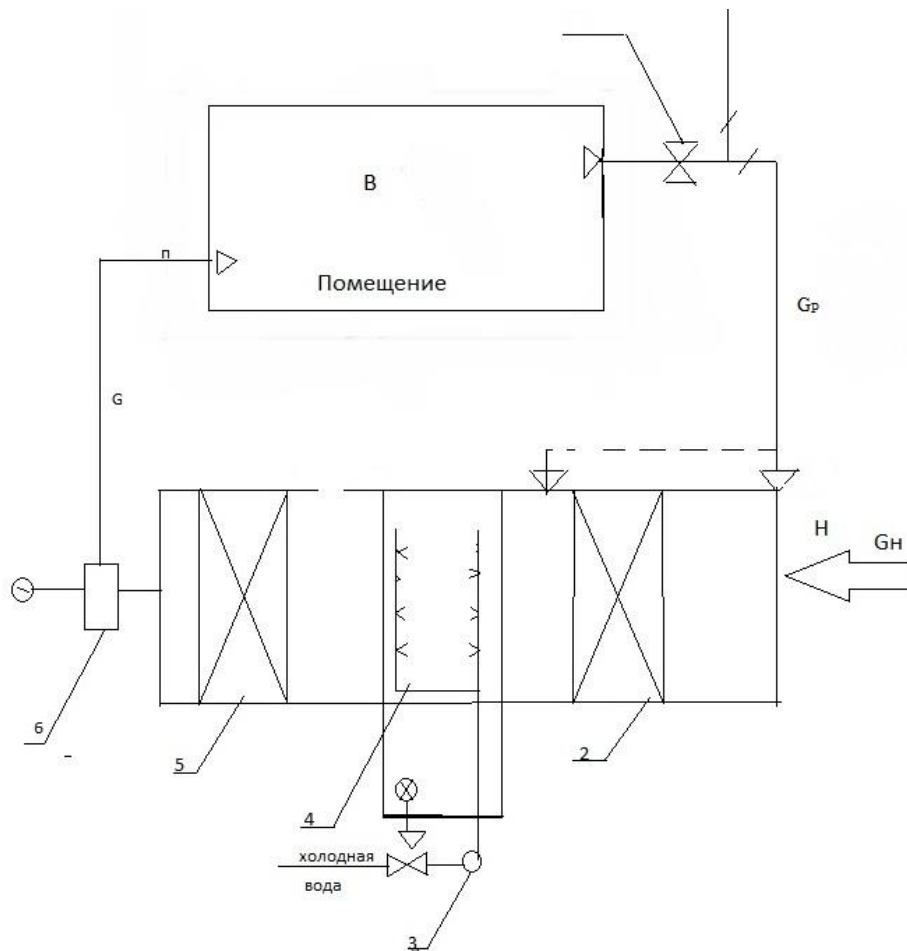
$$W_{в.н.} = 0,463 \times 1,18 (16,5 - 10) = 3,55 * 10^{-3} \frac{кг}{с}$$

## 2.4 Складання структурної схеми системи кондиціонування повітря з однією рециркуляцією

В системі кондиціонування повітря з одного рециркуляцією застосовують, як правило, подачу рециркуляційного повітря перед повітрянагрівачем першого підігріву.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист



Мал. 2.3

Система кондиціонування повітря з застосуванням першої рециркуляції: 1 - рециркуляційний вентилятор; 2 - повітрянагрівач 1-го підігріву; 3 -насос; 4 - камера зрошення; 5 - повітрянагрівач 2-го підігріву; 6 - вентиляційний агрегат кондиціонера

У теплий період року з метою економії холоду зовнішнє повітря змішується з більш холодним внутрішнім повітрям. Суміш очищається у фільтрі, охолоджується і осушується в камері зрошення, а потім, при необхідності, нагрівається в повітрянагрівачі другого підігріву. Оброблене повітря подається в обслуговуване приміщення з параметрами припливного повітря. У приміщенні проточне повітря асимілює тепло- і вологондлишки, його параметри зрівнюються з параметрами внутрішнього повітря. Частина

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

повітря, що видаляється з приміщення, повертається на рециркуляцію, залишок видаляється назовні.

У холодний період з метою економії теплоти суміш теплового повітря приміщення і холодного зовнішнього очищається у фільтрі - і перегрівається в повітрянагрівачі першого підігріву, обробляється в камері зрошення, підігрівається в повітрянагрівачі другого підігріву до необхідних параметрів повітря та поступає в приміщення.

Кількість зовнішнього повітря  $G_n$ , кг / год, Для спрощення розрахунків першій-ліпшій нагоді завдань умовного прийнято  $G_n = 0,6 G_0$ , де  $G_0$  витрата повітря, що проходить через камеру зрошення, кг / год

За кількістю повітря  $\frac{кг}{с}$ , що подається в камери зберігання і озрівання підбираємо центральний кондиціонер:

$$G_{пол} = 4,63 \frac{кг}{с} або 16651,7 \frac{м^3}{годину}$$

Підбираю центральний кондиціонер КЦК 16 продуктивністю 16000  $\frac{м^3}{час}$

Типоразмерный ряд	1.6	3.15	5	6.3	8	10	12.5	16
Номинальная воздухопроизводительность, м <sup>3</sup> /ч	1600	3150	5000	6300	8000	10000	12500	16000

мал. 2.4

Таблица 2.3

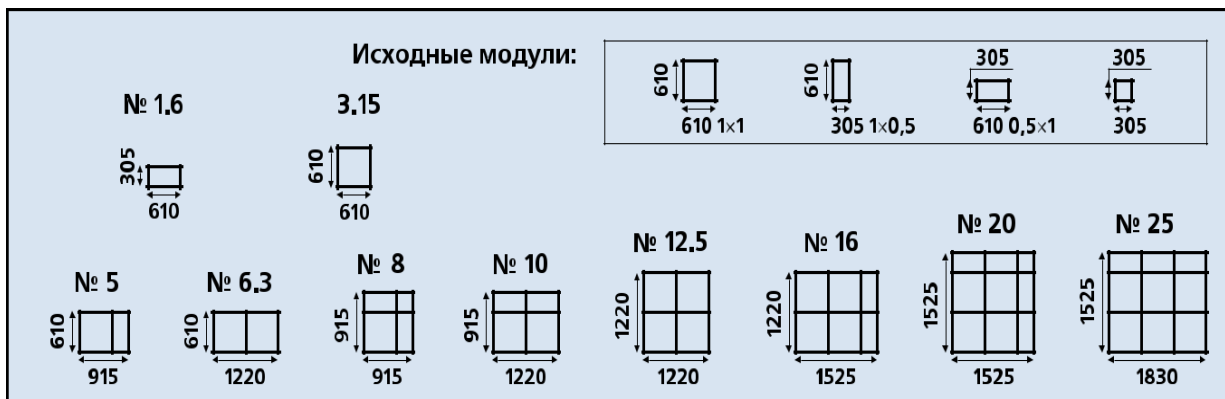
Характеристика КЦК-16

Показник	КЦК 12000
Діаметр робочого колеса, дм	63
Статичний тиск, Па	50-1500
Частота обертання колеса, об / хв	1500-3000
Швидкість потоку в прохідному перерізі, м / с	4-5

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

Установча потужність, кВт	2-3
Продуктивність, тис. м <sup>3</sup> / год	10,6-16



мал. 2.5

## 2.5 Розрахунок обладнання системи кондиціювання і вентиляції повітря

### Політропічна зрошувальна камера

Визначити питому ентальпію,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ , за формулою:

$$h_{\text{нас}} = 9,42 + 1,97 \cdot t_{\text{н.в.}} = 9,42 + 1,97 \cdot 7 = 23,21 \quad (2.14)$$

де:  $t_{\text{н.в.}}$  = температура води, що подається в зрошувальній камері, °С

Обчислюємо параметр  $a$ , що характеризує конструктивні і гідродинамічні особливості камери за формулою:

$$a = \frac{h_{\text{н}} - h_{\text{к}}}{(h_{\text{н}} - h_{\text{нас}})(1 + 0,000716(h_{\text{н}} - h_{\text{нас}}) + 0,00351(54 - h_{\text{нас}}))} \quad (2.15)$$

$$a = \frac{56 - 29}{(56 - 23,21)(1 + 0,000716(56 - 23,21) + 0,00351(54 - 23,21))} = 0,743$$

коefficient зрошення,  $\frac{\text{кг}}{\text{кг}}$ , визначаємо за формулою:

$$\mu = 0,294 \exp(2,99a) \quad (2.16)$$

$$\mu = 0,294 \exp(2,99 \times 0,743) = 2,707 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

Коефіцієнт ефективності зрошувальної камери визначаємо за формулою:

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	-------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист
------	------	----------	-------	------	---------------------	------

$$E_{\text{пол}} = 1 - \exp(-1,19M^2) \quad (2.17)$$

$$E_{\text{пол}} = 1 - \exp(-1,19 \times 2,707^2) = 0,9984$$

Масова витрата води в ОК,  $\frac{\text{кг}}{\text{час}}$ , визначаємо за формулою:

$$G_B = L \times \rho \times \mu \quad (2.18)$$

де:  $L$  - витрата повітря,  $\frac{\text{м}^3}{\text{час}}$  ;

$\rho$  – щільність насиченого повітря,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  ;

$$G_B = 16651 \times 1,18 \times 2,707 = 53188 \frac{\text{кг}}{\text{час}}$$

Температуру нагрітої води,  $^{\circ}\text{C}$ , визначаємо за формулою:

$$t_{K.B} = t_{H.B} \frac{h_H - h_K}{4,19\mu} \quad (2.19)$$

$$t_{K.B} = 7 * \frac{41 - 29}{4,19 \times 2,707} = 7,4^{\circ}\text{C}$$

Приймаємо до складу КЦК-16 зрошувальну політропічну камеру в комплекті з водяним насосом марки К80-65-160 потужністю 7,5 кВт

## 2.6 Розрахунок блоку холодозабезпечення системи кондиціонування об'єкта завдання. Визначення навантаження на компресор і випарник холодильної установки

Витрата холоду (теплове навантаження на компресори), кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_x = L \times \rho (t_{K.B} - t_{H.B}) \quad (2.20)$$

$$Q_x = 14,7 \times 4,19 (7,4 - 7) = 24,8 \text{ кВт}$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

Холодопродуктивність компресора, кВт, розраховується за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \times Q_x}{b} \quad (2.21)$$

де:  $k$  – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах

$b$  – коефіцієнт робочого часу

$$Q_0 = \frac{1,12 \times 24.8}{0,9} = 30.86 \text{ кВт}$$

### Вибір температурних режимів роботи холодильної машини

Температура кипіння розраховується за формулою:

$$t_o = t_{\text{вих}} - 5^\circ\text{C} \quad (2.22)$$

$$t_o = 7 - 5 = 2^\circ\text{C}$$

Температура конденсації розраховується за формулою:

$$t_k = t_{\text{наруж}} + 10^\circ\text{C} \quad (2.23)$$

$$t_k = 32 + 10 = 42^\circ\text{C}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## 2.7 Побудова циклів холодильної машини і зняття параметрів вузлових точок

Одноступеневий цикл на температуру кипіння 2°C

Таблиця 2.4

№	Параметри			
	t, °C	P, МПа	h, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	V, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$
0	2	0,315	400	-
1`	10	0,315	405	-
1	27	0,315	421.5	0.0725
2	69.3	10.7	450	-
3`	42	10.7	260	-
3	26.8	10.7	223	-
4	2	0,315	223	-

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## 2.8 Тепловий розрахунок основного і допоміжного обладнання холодильної установки

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ , розраховується за формулою:

$$q_o = h_0 - h_4 \quad (2.24)$$

$$q_o = 400 - 223 = 177 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Масова витрата пара,  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ , розраховується за формулою:

$$M_d = \frac{Q_o}{q_o} \quad (2.25)$$

$$M_d = \frac{30.86}{177} = 0,174 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

де:  $Q_o$  – навантаження на компресор з урахуванням витрат, кВт.

Дійсна об'ємна подача,  $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ , розраховується за формулою

$$V_d = m_d \times v_1 \quad (2.26)$$

$$V_d = 0,174 \times 0,072 = 0,0125 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де:  $v_1$  – питомий обсяг усмоктуваного пару,  $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$ .

Коефіцієнт подачі компресора розраховується за формулою:

$$\lambda = \lambda_c \times \lambda_{\omega 1} \quad (2.27)$$

$$\lambda = 0,927 \times 0,812 = 0,753$$

Коефіцієнт впливу мертвого простору на роботу компресора розраховується за формулою:

$$\lambda_c = 1 - c \left[ \left( \frac{P_{np}}{P_o} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right] \quad (2.28)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

$$\lambda_c = 1 - 0.03 \left[ \left( \frac{1.2}{0.34} \right)^{1/4} - 1 \right] = 0.927$$

Коефіцієнт невидимого витрати компресора розраховується за формулою:

$$\lambda_\omega = \frac{T_o + \theta}{\alpha T_k + \beta \theta} \quad (2.29)$$

где:  $\theta = T_1 - T_o = 293 - 275 = 18 \text{ K}^\circ$ ;  $\alpha = 1.12$ ;  $\beta = 0.5$

$$\lambda_\omega = \frac{275 + 18}{1.12 * 315 + 0.5 * 18} = 0.812$$

Теоретична об'ємна подача,  $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ , розраховується за формулою:

$$V_T = \frac{V_\partial}{\lambda} \quad (2.30)$$

$$V_T = \frac{0.023}{0.753} = 0.0127 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Підбираю 1 компресор 4PES-15Y з сумарною теоретичною подачею  $0.0135 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$

Питома об'ємна холодопродуктивність в робочих умовах,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ , розраховується за формулою:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1} \quad (2.31)$$

$$q_v = 177 / 0.0127 = 13937 \frac{\text{кДж}}{\text{м}}$$

Адіабатне потужність, кВт, розраховується за формулою:

$$N_a = m_d \times (h_2 - h_1) \quad (2.32)$$

$$N_a = 0.132 \times (450 - 421) = 3.8 \text{ кВт}$$

Індикаторний ККД розраховується за формулою:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

$$\eta_i = \lambda_{\omega} + b \times t_o, \quad b = 0,001 \quad (2.33)$$

$$\eta_i = 0,812 + 0,0025 \times 4 = 0,816$$

Індикаторна потужність, кВт, розраховується за формулою:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} \quad (2.34)$$

$$N_i = \frac{3,8}{0,816} = 4,69 \text{ кВт}$$

Потужність тертя, кВт, розраховується за формулою:

$$N_{тр} = V_T \times P_{тр}, \quad P_{тр} = 40 \text{ Н} \quad (2.35)$$

$$N_{тр} = 0,099 \times 40 = 3,96 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність, кВт, розраховується за формулою:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (2.36)$$

$$N_e = 4,69 + 3,96 = 8,65 \text{ кВт}$$

Потужність на валу двигуна, кВт, розраховується за формулою:

$$N_{дв} = (1,1 \div 1,12) \times \frac{N_e}{\eta_n} \quad (2.37)$$

$$N_{дв} = 1,1 \times \frac{8,65}{0,96} = 9,91 \text{ кВт}$$

Ефективна питома холодопродуктивність, і холодильний коефіцієнт розраховується за формулою:

$$\varepsilon_e = \frac{Q_o}{N_e} \quad (2.38)$$

$$\varepsilon_e = \frac{177}{5,3} = 17,86$$

Тепловий потік в конденсаторі, кВт, розраховується за формулою:

$$Q_k = m_d \times (h_2 - h_3) \quad (2.39)$$

$$Q_k = 0,132 (440 - 260) = 144 + 9,91 = 33,7 \text{ кВт}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

Полугерметичные поршневые компрессоры

Режим: Охлаждение и конди

Хладагент: R134a

Темп., используемая в: Темп. "точки росы"

тип компрессора: Одиночный компрес

Серии: Стандарт

Версия мотора: все

Подбор компрессора

Холодопроизвод-сть: 26,8

модель компрессора: 4PES-15Y

Вкл. предыдущие типы

Рабочая точка

Тисларения SST: -2 °C

Тконденсации SCT: 42 °C

Условия функционирования

Перехлде (после конденс): 26,8 K

Темп. всасываемых паров: 10 °C

Полезный перегрев: 100 %

Режим эксплуатации: Авто

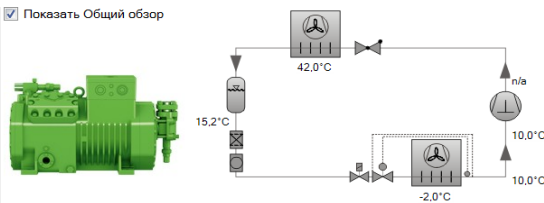
Регулирование производительности

без

Внешний ЧИ: 0 Hz

CR II: Auto

Ступенчатое: 100%



Результат | Пределы | Технические данные | Размеры | Информация | Документация | Обучения

**Технические данные** 4PES-15Y

**Технические параметры**

Объемная произ-сть (1450 об/мин 50Гц)	48,50 м3/ч
Объемная произ-сть(1750 об/мин 60Гц)	58,53 м3/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 65 mm x 42 mm
Вес	142 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	42 mm - 1 5/8"
Присоединение линии нагнетания	28 mm - 1 1/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2(Option)

**Параметры мотора**

Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	28.2 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	81.0 A Y / 132.0 A YY
Мак. энергопотребление	16,0 kW

**Комплект поставки**

Защита мотора	SE-B1, CM-RC-01(Option)
Класс защиты	IP66
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	2,60 dm³

Мал. 2.6

Таблица 2.5 Технічні характеристики одноступінчатого компресора

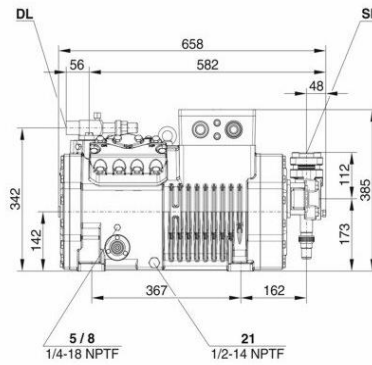
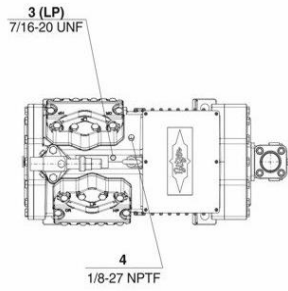
Показник	Компрессор Bitzer 4PES-15Y-40P
Холодопродуктивність, кВт	26,9
Споживана потужність, кВт	6,33
Кількість масла Option BSE 55, дм3	2,6
Теоретична об'ємна холодопродуктивність КМ V <sub>КМ</sub> м3 / с	0,0135
Вага, кг	142
Габаритні розміри:	
Довжина, мм	670
Висота, мм	385
Ширина, мм	306

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист



Мал. 2.7

### Тепловий розрахунок і підбір конденсаторів

Площа поверхні конденсатора, яка передає тепло, розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \times \theta_m} \quad (2.40)$$

$$F = \frac{33,7 * 1000}{62 \times 6,56} = 82,86 \text{ м}^2$$

де:  $Q_k$  – сумарний тепловий потік в КД від всіх груп компресорів, кВт;

$k$  – коефіцієнт теплопередачі конденсатора,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}$ ;

$\theta_m$  – середня логарифмічна різниця температур між  $x / a$ , що конденсується і охолоджуючої середовищем,  $^{\circ}\text{C}$ ,

$$\theta_m = \frac{38 - 32}{2,3 \lg \frac{42 - 32}{42 - 38}} = 6,56^{\circ}\text{C}$$

Підбираю конденсатор Alfa-laval ACS502B з площею внутрішньої теплопередаючої поверхні 84,3  $\text{м}^2$ .

Таблиця 2.6 Характеристики конденсатора

Марка	ACS502B
Площею внутрішньої теплопередаючої поверхні, $\text{м}^2$	84,3
Вентилятори	2 x 500

Підп. и дата	
Инь. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инь. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

Внутрішній об'єм труб, дм <sup>3</sup>	13
Довжина, мм	2042
Глибина, мм	530
Ширина, мм	830
Вхідний патрубок, мм	35
Вихідний патрубок, мм	28
маса, кг	106

### Тепловий розрахунок і підбір випарника

Площа теплообмінної поверхні випарника розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} = \frac{Q_{об}}{q_f} \quad (2.41)$$

де:  $Q_{об}$  – сумарне навантаження на випарник, обумовлена розрахунком, кВт;

$k$  – коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження  $\frac{Вт}{м^2К}$  ;

$\Delta t$  – Різниця температур між киплячим / а іхладоносителем, °С.

$q_f$  – питомий тепловий потік, =  $1160 \div 1750 \frac{Вт}{м^2}$  .

$$F = \frac{23,45 * 10^3}{1500} = 15,6 м^2$$

Підбираю випарник ИТР- 18 з площею внутрішньої теплообмінної поверхні 18 м<sup>2</sup>

Таблиця 2.7

Характеристики випарника

Марка	ИТР- 18
Площа зовнішньої теплообмінної поверхні, м <sup>2</sup>	18
Габаритні розміри, мм	
Діаметр кожуха, мм	350
число труб	76
Число горизонтальних рядів труб	6

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

Довжина кожуха, мм	1400
Діаметр всмоктувального штуцера, мм	50
Діаметр рідинного штуцера, мм	20
Діаметр розсолу штуцера, мм	40
Маса, кг	575

### Лінійний ресивер

$$V_{лр} = \frac{0.6 * V_{исп}}{0.5} * 1,2 = 1,44 * V_{исп} \quad (2.42)$$

де  $V_{исп}$  - місткість випарювальної системи ИТР- 18 = 0,014 м<sup>3</sup>

1,44 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення лінійного ресивера при нижній подачі х / а для режиму  $t_0 = +2$  °С

$$V_{лр} = 1,44 * 0,014 = 0,0202$$

Підбираємо лінійний ресивер місткістю 20 дм<sup>3</sup>,

### Теплообмінники

Теплообмінники підбираються по площі теплообмінної поверхні змійовика

$$F_{m.o.} = \frac{Q_{m.o.} * 10^3}{q_F * \Theta_m} \cdot M^2 \quad (2.43)$$

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт

$$Q_{T.o.} = m \cdot (h_3 - h_{3'}) = m \cdot (h_{1'} - h_1) \quad (2.44)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

$$Q_{+4} = 0,132 * (260 - 250) = 1,32 \text{ кВт}$$

$$F_{m.o.} = \frac{1,32 \times 10^3}{250 \cdot 25} = 0,21 \text{ м}^2$$

Підбираємо регенеративний теплообмінник марки SLHE 2 продуктивністю 1,47 кВт

Таблиця 2.8

Потужність, кВт	1,47
Діаметр трубок, дюйм	1 3/8
Об'єм рідини, л	0,06
Максимальний тиск, бар	27,8
Габаритні розміри, мм	
Довжина	318
діаметр	28,2

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## 3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

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

#### Установка Центральних кондиціонерів.

Центральні кондиціонери: це кліматичний комплекси, здатні охолоджувати, зволожувати повітря і забезпечувати вентиляцію приміщень площею від 500 кв. м. Установка центральних кондиціонерів проводиться всередині будівлі, в спеціальному підсобному (експлуатаційному приміщенні) або підвалі. Центральний кондиціонер працює тільки в парі з холодильною машиною: на базі чиллер-центральний кондиціонер (це так звані «кондиціонери на воді»), для роботи яких потрібно не фреон, а вода (або рідина - етиленгліколь) або на базі компресорно-конденсаторний блок - центральний кондиціонер, які працюють на холодоагенті (фреон).

#### Основні види робіт по установці промислових кондиціонерів:

1. Монтаж фреонової траси;
2. Монтаж повітроводів;
3. Монтаж трубопроводів;
4. Монтаж дренажної системи;
5. Електромонтажні роботи.

Варто зазначити, що монтаж такого обладнання як промисловий кондиціонер потребує попереднього виїзду фахівця на об'єкт. Для правильного і грамотного підбору техніки даного типу, а також її установки, необхідно ознайомитися з умовами і характеристиками будівлі. Вартість установки промислових кондиціонерів, визначаються виходячи з складності виконуваних робіт, після огляду об'єкта і проведення необхідних розрахунків за всіма видами робіт, необхідних при установці.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

Робота центрального кондиціонера не автономна, вона забезпечується за рахунок зовнішнього джерела холоду або тепла, наприклад, [чиллера](#), [системи опалення](#), компресорно-конденсаторного блоку, бойлера.

Кондиціонер призначений для кількох процесів одночасно: кондиціонування [вентиляція](#), очищення і [зволоження](#) повітря. Завдяки централізованій системі, повітря рівномірно розподіляється по всій площі приміщення.

### Складові блоки центрального кондиціонера:

**Кондиціонери** центрального типу виробляються у вигляді набору модулів, які відповідають за певну функцію:

#### Секція нагріву

Нагрівання повітря здійснюється за допомогою водяного або електричного [нагрівачів](#). При встановленні водяного нагрівача потрібно підведення гарячої води.

#### Секція охолодження

Дана секція являє собою теплообмінник, водяного або фреонового типу. Відповідно, в якості холодоагенту використовується рідина або [фреон](#). Для монтажу теплообмінника фреонового типу додатково потрібна установка компресорно-конденсаторного блоку.

#### Вентиляційна секція

Дана секція використовується для здійснення процесу подачі повітря у приміщення. У зв'язку з тим, що [вентилятори відцентрового типу](#) мають високу продуктивність, у більшості випадків саме їх використовують у системі центрального кондиціонування. Вентилятор може бути встановлений на виході з [кондиціонера](#).

#### Звукоізолююча секція

Секція обладнана шумопоглинаючими вставками. Дані елементи виконані з шару мінеральної вати і скловолкна.

Так, шум створений [вентилятором](#) швидко поглинається і не поширюється.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## Секція зволоження

Цей процес може здійснюватися за допомогою [парового зволожувача](#). Щоб уникнути потрапляння в приміщення конденсату, рекомендовано встановлювати крапельловлювачі.

## Секція фільтрації

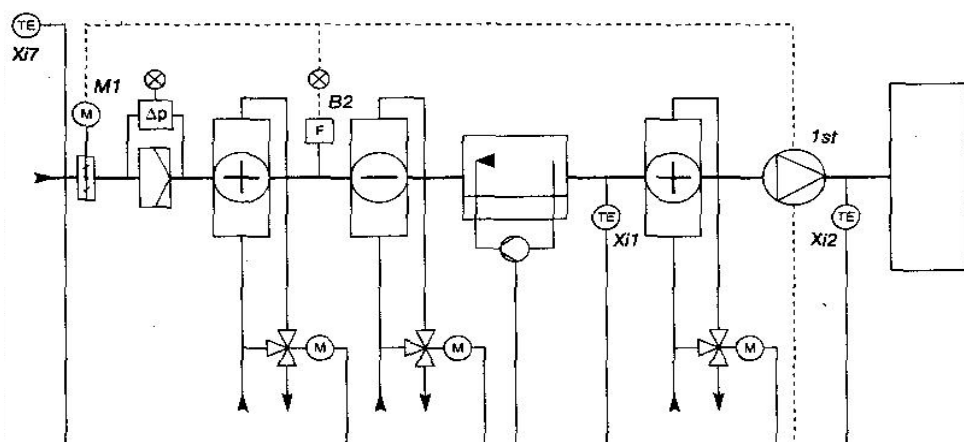
Завдяки фільтрам затримується понад 70% пилу і мікроалергенів, що містяться в повітрі. У випадку забруднення всі [фільтри](#) легко можна замінити. За необхідності можливе встановлення подвійної системи фільтрації. Для автоматичного контролю стану фільтрів додатково встановлюється дифманометр, який дозволяє своєчасно визначити відсоток засміченості фільтрів і зробити заміну.

## Теплові утилізатори

З метою економії енергії в кондиціонерах використовуються [рекуператори](#), що дозволяють відновлювати тепло з повітря, що знаходиться в приміщенні. Можливе також встановлення теплоутилізаторів. Існує кілька видів теплових утилізаторів:

- перехресні теплообмінники,
- обертові теплообмінники,
- системи з проміжним теплоносієм.

## 3.2 Автоматизація системи кондиціювання і вентиляції повітря



Мал.3.1

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

Узимку зовнішнє повітря, пройшовши вхідну заслонку, після очищення в секції фільтрації надходить на теплообмінник першого підігріву, де нагрівається до заданої температури. Вона виміряється датчиком, підключеним до входу. Потім повітря зволожується в камері зрошення. Насос цієї камери одержує команду на включення через релейний вихід щита керування. Зволожений і нагрітий до заданої температури повітря надходить на теплообмінник другого підігріву, де нагрівається до величини, установленної регулятором температури. Установка цієї температури варіюється залежно від температури зовнішнього повітря. Реальна температура приточного повітря виміряється датчиком, підключеним до входу регулятора.

Улітку перший підігрів не працює, а також через високу вологість не використовується камера зрошення. Камера зрошування може використовуватися з метою осушення повітря з умови подачі води при температурі нижче температури за зволоженим термометром. Підтримка необхідної вологості в режимі осушення забезпечується послідовним охолодженням і нагріванням (у теплообміннику другого підігріву). Необхідна температура після охолоджувача підтримується по датчикові температури, підключеному до входу регулятора, а температура приточного повітря - по датчикові, підключеному до входу.

Крім регулятора в щиті встановлена релейна автоматика, що забезпечує захист від заморожування по термостату і погодженість у роботі повітряної заслонки і вентилятора.

Дифманометр на фільтрі сигналізує про його засмічення; сигналізація передбачена також при спрацьовуванні системи захисту від заморожування. Обидва види сигналізації - світлові.

Для забезпечення роботи охолоджувача передбачене підключення чиллера, у якому є захист від замерзання по сигналах від датчика температури на виході із чиллера й тепловий захист компресора. Фреоновий контур захищений по низькому й високому тискові. При спрацьовуванні захисту чиллер автоматично відключається й може бути запущений після усунення неполадок.

Для надійної й безпечної експлуатації блоку холодозабезпечення схема автоматизації забезпечує:

1. захист від небезпечних режимів роботи;
2. регулювання основних робочих параметрів;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

3. сигналізацію.

Захист від небезпечних режимів роботи здійснюється по:

1. низькому тиску усмоктування не менш 0,5 МПа
2. високій температурі нагнітання не більш 100-120 °С
3. високому тиску нагнітання не більш 1,6 Мпа, (1,25 від номінального)
4. перепаду тиску масла ( у картері КМ і після маслососа) – не менш 3,5 атм ( 0,7 від номінального)
5. перегріву обмоток двигуна

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Вихідні дані

Таблиця 4.1 Вихідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	СКП для камер дозрівання та зберігання твердих сирів
2.	Система охолодження	безпосередня
3.	Холодоагент	R-134a
4.	Марка масла	Option BSE 55
5.	Наявність градирні	-
6.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	1808
7.	Ступінь автоматизації	Повна
8.	Кількість змін праці	<b>1</b>
9.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	2.6
10.	Витрати фреону на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0.3
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	2.49
12.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	375
13.	Ціна 1 кг мастила, грн.	280

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Сумарна холодопродуктивність, кВт	t <sub>0</sub> °С	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн.
1	Центральний кондиционер	КЦК-16	1			2.5	52000
2	Компресор	4PES-15Y	2	30.86	2	6.33	62000
3	конденсатор	Alfa-laval ACS502 B	1			0.5*2	18300
4	Водяний насос	K80-65-160	1			7.5	8000
5	випарник	ИТР-18	1				6500
6	Лін.ресивер	20дм	1				3000
7	Теплообмінник	SLHE 2	1			1.47	4500

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## 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.

$$C_M = 52000 \cdot 1 = 52000$$

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	Центральний кондиционер	КЦК-16	1	52000	52000
2	Компресор	4PES-15Y	2	62000	124000
3	конденсатор	Alfa-laval ACS502B	1	18300	18300
4	Водяний насос	K80-65-160	1	8000	8000
5	випарник	ИТР-18	1	6500	6500
6	Лін.ресивер	20дм	1	3000	3000
7	Теплообмінник	SLHE 2	1	4500	4500
8	Разом сумарна вартість основного обладнання				216300
9	Вартість іншого обладнання (10%)				21630
10	Розрахункова вартість				237930
11	Витрати на монтаж і транспорт (15%)				35690
12	Загальна вартість				273620

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

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

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

$$K_B = 0 + 273620 = 273620$$

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

### 4.3 Розрахунок цехових витрат

#### 4.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

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

$$Q_{\text{ст}} = \sum (Q_0 \cdot K_l \cdot 19440), \quad (4.3.)$$

$$Q_{\text{ст}2} = 30.86 \cdot 0,5 \cdot 19440 = 299\,959 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{\text{ст. заг}} = 299\,959 \text{ тис. кДж}$$

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:

#### 4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи фреоном( або аміаком), змащуючим мастилом.

Розрахунки проводяться у таблиці 4.4

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 4.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\Sigma Q_0$	30.86
Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	$q_a$	0,3
Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	$K_p$	1,05
Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	375
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1.14
Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.} = \Sigma Q_0 * q_a * K_p * Z_{x.a.} * K_{x.a.}$	3622
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	$M$	2,6
Кількість компресорів, шт;	$N$	2
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	$K_\theta$	1,2
Кількість разів змін масла за рік	$R$	1
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M.$	280
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_M.$	1,14
Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=m * n * K_B * R * Z_M. * K_M.}$	1991,8
Разом:	$C_p = C_{x.a.} + C_M$	5613,8
Інші витрати (5%)	$C_i = C_p * 5/100$	449,1
<b>Усього:</b>	$C_{д.м} = C_p + C_i$	6062,9

### 4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

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

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

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.	Чрік	$W_{заг} = Wh \cdot K_{в.об.} \cdot K_{уст.} \cdot \text{Чрік}$	$C_w = W_{заг} \cdot \text{Це}$
1	Центральний кондиционер	КЦК-16	2,5	0,85	1	5400	11475	-
2	Компресор	4PES-15Y	6,33	0,85	2	5400	58109	-
3	конденсатор	Alfa-laval ACS502B	0,5*2	0,85	1	5400	4590	-
4	Водяний насос	K80-65-160	7,5	0,6	1	3000	13500	-
5	Теплообмінник	SLHE 2	1,47	0,6	1	3000	2646	-
6	Разом	X	X	X	6	X	90 320	164 382

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{заг} \cdot \text{Це}, \text{ грн} \quad (4.4)$$

Це- ціна 1кВт електроенергії , грн(1.82 грн за 1кВт.годину)

#### 4.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

З урахуванням повної автоматизації обладнання приймаємо 1 працівника за тарифною ставкою 6 розряду для обслуговування холодильної установки з річним фондом робочого часу -1808 годин.

Підп. и дата	
Инь. № дубл.	
Инь. №	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инь. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

### 4.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

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

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$T_{c1} = ЗП / Г, \text{ грн} \quad (4.5)$$

$$T_{c1} = 6500 / 164.58 \text{ год} = 40,621 \text{ грн}$$

де:

Зп – мінімальна заробітна платня, встановлена державою, грн.

Г – кількість годин роботи у місяць.

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.10.2022 по 31.14.2022 (Див. <https://www.golovbukh.ua/article/ru/9085-chasovye-tarifnye-stavki-v>) дорівнює 6500грн.

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:

$$T_{c6} = T_{c1} * TK_6, \text{ грн} \quad (4.6)$$

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

$$T_{c(6p)} = T_{c(1p)} * TK, \text{ грн} \quad (4.7)$$

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки 6 розряду

$$T_{c(6p)} = 40.62 * 1.80 = 71.21 \text{ грн.}$$

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

$E_{\phi}$  – 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:  $T_{\phi}$  – тарифний фонд зарплати, грн;

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

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

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100, \text{ грн} \quad (4.11)$$

де:  $d$  – процент додаткового фонду(10%)

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}, \text{ грн.} \quad (4.1)$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

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

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
$T_c$ – середня годинна тарифна ставка, грн	$T_c$	72,21
$E_{\phi}$ – ефективний фонд робочого часу, годин;(365-108-13-18)*8=1808	$E_{\phi}$	1808
$K$ – кількість працівників компресорного цеху	$K$	1
$T_{\phi}$ - тарифний фонд	$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$ , грн	128747

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

заробітної плати виробничого персоналу		
Д - сума доплат за умови праці та нічний час, грн.(45% від тарифного фонду заробітної плати).	$\sum D = T_{\phi} \cdot 45/100$ , грн	57936,15
Оф - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	186683,15
Дф - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d)/100$ , грн	18668,315
Рф - річний фонд	$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$ , грн.	205351,5
Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_{\phi} \cdot p)/100$ , грн	45177

#### 4.4 Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

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

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

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

$$C_{ст.1000 кДж} = 468\,870 / 299\,959 = 1.56 \text{ грн}$$

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.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

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(Сд.м.-таб.2.4)	6062,9	0,02
2	Зарплата виробничих працівників	205351,5	0.68
3	Відчислення від зарплати	45177	0,15
4	Електроенергія силова	164 382,	0,548
5	Цехові витрати( ЗПвир.прац.*(0.1)	20535,15	0,068
6	Амортизація обладнання(10%)	27362	0,09
7	Разом цехова собівартість (Сст)	468 870	1.56

#### 4.5. Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	СКП для камер дозрівання та зберігання твердих сирів
2	Система охолодження	Безпосередня
4	Холодильний агент	R-134a
5	Марка масла	Option BSE 55)
6	Ступінь автоматизації	Повна
7	Сума капіталовкладень, грн	273620
8	Холодопродуктивність компресорів , кВт	30.86
9	Кількість компресорів, шт.	2

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

10	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	229959
11	Цехова собівартість, грн.	468 870
12	Собівартість одиниці холоду, грн..	1.56
13	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність СКП для камер дозрівання та зберігання твердих сирів низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (1.56 грн 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 для камер дозрівання та зберігання твердих сирів можна вважати доцільним та економічно вигідним.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

# 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

## Вступ

Основною задачею науки охорона праці є широкий науковий аналіз умов праці, технологічних процесів, організації виробництва, навколишнього середовища з метою виявлення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, виникнення можливих аварійних ситуацій. На підставі такого аналізу розробляються заходи та засоби щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, створення здорових і безпечних умов праці.

Створення безпечних і нешкідливих умов праці на виробництві вимагає значних матеріальних витрат, впровадження знань і рішень науково-дослідних робіт в галузі охорони праці.

В дипломному розділі дипломного проекту розглядається питання розробки системи кондиціонування і вентиляції повітря для камери дозрівання та зберігання твердих сирів продуктивністю 2500 тон на добу.

### 5.1 Основні вимоги до систем вентиляції

При проектуванні вентиляції необхідно дотримувати ряду вимог:

- Обсяг припливу повітря у приміщення повинний відповідати обсягу витяжки.
- При організації повітрообміну необхідно свіже повітря подавати в ті частини приміщення, де концентрація шкідливих речовин мінімальна, а видаляти повітря необхідно з найбільш забруднених зон.
- Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрів, шум, вібрація, пожежовибухонебезпека).
- Система вентиляції повинна бути надійною в експлуатації і економічною.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

Природна та штучна вентиляції повинні відповідати наступним санітарно-гігієнічним вимогам: створювати в робочій зоні приміщень нормовані параметри повітряного середовища; не вносити в приміщення забруднене повітря ззовні або шляхом засмокування забрудненого повітря з суміжних приміщень; не створювати на робочих місцях протягів чи різкого охолодження; бути доступними для управління та ремонту під час експлуатації; не створювати під час експлуатації додаткових незручностей, бути економічними, вибухопожежобезпечними, не заважати використовувати технологічні операції, не створювати перешкоди внутрицеховому транспорту, не впливати на якість продукції.

### Кондиціонування повітря

Кондиціонування повітря — це створення автоматичного підтримування в приміщенні, незалежно від зовнішніх умов (постійних чи таких, що змінюються), по визначеній програмі температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря. У відповідності з вимогами для конкретних приміщень повітря нагрівають або охолоджують, зволожують або висушують, очищають від забруднюючих речовин або піддають дезінфекції, дезодорації, озонуванню.

Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при розрахункових параметрах зовнішнього повітря для теплого і холодного періодів року.

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів — системою кондиціонування повітря (СКП). В склад СКП входять: прилади приготування, переміщення та розподілу повітря, засоби автоматики, дистанційного керування та контролю. Технічні засоби СКП повністю або частково агрегатуються в апараті — кондиціонер

Установки для кондиціонування повітря можуть бути центральними, які обслуговують декілька приміщень або будинок, місцевими, які обслуговують

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

невеликі приміщення. Також існують розробки кондиціонерів, які розташовуються на окремих робочих місцях.

## 5.2 Безпека влаштування та експлуатації вентиляційних систем

Вентиляційні системи (чи системи кондиціонування повітря) у процесі експлуатації можуть бути джерелами шкідливих і небезпечних факторів для людини.

Якщо вентиляція виконана з порушенням процесу, норм експлуатації (порушення повітряного й теплового балансу у приміщенні), такими факторами можуть бути:

- незадовільні параметри мікроклімату, зокрема температури і швидкості руху повітря, що може викликати застудні захворювання, переохолодження та перегрів організму людини;
- нещільності у повітроводах, фланцевих з'єднаннях, несвоєчасне очищення повітроводів, що транспортують шкідливі пари, гази й пил, спричиняють забруднення повітряного середовища у виробничому приміщенні;
- аеродинамічний шум, який створюється працюючими вентиляторами, поширюється по повітроводах і проникає крізь припливні й витяжні ґрати у приміщення;
- нерівноважні силові впливи, які виникають при роботі вентиляторів, поширюються у вигляді пружних коливань по конструктивних елементах будівель, таких, наприклад, як перекриття, що викликає їх вібрацію, яка також шкідливо впливає на людину;
- вентиляційні системи, призначені для транспортування горючих газів, парів та пилу, які здатні запалюватися чи вибухати й розповсюджувати пожежу за цими системами на весь будинок. Джерелами запалювання можуть бути: іскріння при роботі електродвигунів і при дотику лопаток вентилятора до корпусу, samozapalювання пилу, статична електрика та ін.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

Забезпечення безпечного улаштування та експлуатації вентиляційних систем досягається шляхом дотримання вимог, основними з яких є:

- монтаж вентиляційних систем (обладнання, повітроводи) має виконуватися відповідно до проекту вентиляції й виключати нещільності у повітроводах, їх з'єднаннях, перекосях у гнучких вставках тощо;
- до експлуатації допускаються вентиляційні системи, які пройшли передпускові випробування та мають інструкції, технічний паспорт, журнал ремонту та експлуатації;
- вентиляційні системи у комплексі з технологічними заходами мають забезпечувати нормативні параметри мікроклімату й чистоту повітряного середовища у виробничих приміщеннях;
- загальнообмінна вентиляція, а також місцева передбачаються окремо для кожного приміщення, яке належить до категорії вибухопожежонебезпечних;
- системи аварійної витяжної вентиляції обладнуються вентиляторами з електродвигунами у вибухобезпечному виконанні;
- видалення зарядів статичної електрики досягається пристроєм заземлення вентиляційного обладнання й повітроводів;
- повітря, у якому є вибухонебезпечний пил, має проходити очищення до того, як воно надійде у вентилятор;
- захист від поширення вогню вентиляційною системою досягається за допомогою швидкодіючих заслінок, шиберів, відсікачів вогню тощо.

- на випадок виникнення пожежі має бути передбачена можливість швидкого відключення вентиляційних систем у приміщеннях чи будинках згідно з планом ліквідації аварій.

Зниження шуму та вібрацій вентиляційних агрегатів (вентилятор та електродвигун) досягається жорстким кріпленням їх на металевій рамі та установкою на віброізолятори, покриттям кожухів вентиляторів і повітроводів вібропоглинаючим матеріалом (спеціальні мастики), застосуванням гнучких

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

елементів (м'яких вставок) між елементами вентиляційної мережі, використанням глушників шуму, що обладнуються у повітроводах

**Головні завдання вентиляційної системи:**

- видалення надлишку теплоти, вологи, шкідливих та інших речовин з метою забезпечення допустимих параметрів повітря (температури, вологості, чистоти і рухливості);
- підтримання в приміщенні гранично допустимих концентрацій горючих газів, парів і пилу.

**Головні завдання системи кондиціонування:**

- забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей, ведення технологічного процесу;
- забезпечення збереження цінностей;
- подовження терміну експлуатації будівлі без капітального ремонту.

Саме тому правильно організовані системи вентиляції та кондиціонування (далі – системи) обов'язкові на будь-яких підприємствах, в офісах. Вибір таких систем обумовлений розміром приміщень, їхнім призначенням, наявністю вентиляційних каналів та іншими особливостями.



Загальнообмінні системи розроблюються ще на етапі проектування будівлі, цим займаються фахівці забудовника чи окремі спеціалізовані організації. Вентилятори та кондиціонери для місцевого використання можна встановлювати за потреби в процесі експлуатації приміщень.

**5.3 Пожежна безпека**

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

При виділенні горючих газів або пилу в приміщеннях зкороточасним перебуванням людей системи забезпечують повітрообмін, при якому концентрація вибухонебезпечних речовин у повітрі приміщення не перевищує гранично допустиму вибухобезпечну концентрацію. У приміщеннях категорій А і Б системи вентиляції та кондиціонування повітря запобігають поширенню вибухонебезпечних і шкідливих речовин через дверні та технологічні отвори, а також нещільність в будівельних огорожувальних конструкціях. За допомогою витяжних систем місцевої вентиляції уловлюються горючі пари, гази, пил і виробничі відходи від місць їх виділення, що дозволяє запобігти накопичення горючих речовин у приміщенні

Системи вентиляції запобігають утворенню вибухонебезпечних сумішей в приміщеннях при аварії технологічного обладнання з інтенсивним виділенням вибухонебезпечних парів або газів

Основні протипожежні вимоги до систем вентиляції та кондиціонування повітря направлені на запобігання утворенню вибухонебезпечного середовища, обмеження кількості горючих елементів і матеріалів, запобігання утворенню в займистою середовищі джерел запалювання, обмеження розповсюдження пожежі по воздуховодам.

Попередження утворення вибухонебезпечного середовища в приміщеннях категорій А і Б досягається застосуванням робочої та аварійної вентиляції, а також конструктивними рішеннями. Витрата повітря, який необхідно подавати в приміщення для забезпечення гранично допустимої вибухобезпечної концентрації парів і газів, визначають розрахунком на основі кількості речовин, що надходять у приміщення.

Матеріал для виготовлення повітроводів, колекторів, фільтрів і шумоглушителей для вентиляційних систем вибирають залежно від характеру переміщуваного середовища з урахуванням вимог пожежної безпеки. Вогнезахисна обробка повітроводів і систем вентиляції

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист



Повітроводи виготовляють з негорючих матеріалів при прокладці їх у приміщеннях і складах категорій А, Б і В, приміщеннях житлових, громадських та адміністративно-побутових, в технічних поверхах, горищах і підвалах загального призначення, в приміщеннях для розміщення вентиляційного обладнання, а також при переміщенні по воздуховодам повітря з температурою 80 ° С і більше або вибухонебезпечних і пожежонебезпечних сумішей. Повітропроводи з важкогорючих матеріалів допускається передбачати для систем вентиляції одноповерхових житлових, громадських та адміністративно-побутових будівель (крім приміщень з масовим перебуванням людей), а також для приміщень категорій Г і Д (крім колекторів і транзитних ділянок).

Вентиляційні системи для воздухотранзита піддаються обробці декількома способами. До них відносяться фарбування стінок повітропроводів спеціальною вогнезахисною фарбою що спучується (аналогічно заходам захисту метала), а також спеціалізоване обгортання вентиляційних коробок негорючими матеріалами, вогнетривкими плитами і матами. Крім цих способів пропонується додатковий захист у вигляді використання спеціально розроблених матеріалів для вогнезахисту, до яких відносяться "ЗОШ", "Фиброгейн", "Тізол" та інші.

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

					Лист
КВ 05.025.000 ДП ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	



Вентиляційні системи, вкрай важливі для забезпечення максимально ефективної евакуації всіх людей, які працюють або проживають в спорудженні. Системи антідиму при задимленні видаляють шкідливі для людини продукти горіння, подаючи в приміщення замість них чисте повітря, придатне для дихання. Особливістю конструкції систем повітроводів або димовідводів є їх дуже висока протяжність по всій будівлі від місця відбору повітря і викиду продуктів горіння до точок подачі чистого повітря і відбору забрудненого в кожному приміщенні.

Нерідко буває так, що пожежа виникає одночасно в кількох місцях, коридорах, приміщеннях. При цьому важливим є забезпечення доставки чистого повітря в потрібні зони по вентиляційній системі, цілісність якої і стійкість до впливу критично високої температури необхідно забезпечити в першу чергу.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

## 6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Г. Хмельнюк, О.С. Подмазко, І.О. Подмазко "Холодильні установки та сфери їх використання" підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484с., 2014.
- 2 Холодильні установки, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інш.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, Київ, "Либідь", 1995.
3. Холодильні установки. Проектування: Учбовий посібник / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. та ін. – Одеса: Друк, 2008. - том 1 – 3.
4. І.Г.Чумак, В.П.Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інші. "Холодильні установки" Одеса, "Рефпринтінфо" 2003. 531с;
5. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
6. Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина Холодильно-компрессорные машины и установки.
7. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок.- 3-е изд, перераб. и доп.- М.: ВО "Агропромиздат", 1987
8. Справочник. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.
9. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение",1976.
10. Самойлов А.И., Игнатъев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
11. Канторович В.И. Гиль И. М. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.
12. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова Применение холода в пищевой промышленности, 1979
13. Журнали "Холодильная техника", "Холод", 2020 - 2021 г
14. Закон України "Про підприємства в Україні" // Відомості Верховної ради України.-1992.-№24.с
15. ДБНУ Опалення, вентиляція та кондиціонування ДБН В.2.5-67: 2013
16. Липа А.И. Кондиционирование воздуха. Основы теории. Современные

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КВ 05.025.000 ДП ПЗ	Лист

технологии обработки воздуха. Изд. Второе, перераб., доп., Одесса: ОГАХ, издательство ВМВ, 2010.- 607 с., ил.

17. Липа А.І., Жихарева Н.В., Піщанська Н.О. Кондиціонування повітря.

Посібник до виконання лабораторних робіт, 2013.

18. Аверкин А.Г. Примеры и задачи по курсу «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»: Учеб. Пособие.- 2 –е изд., испр. И доп. – М.:

Издательство АСВ, 2003, - 126 с.

19. Сборник задач по расчету систем кондиционирования микроклимата зданий. Под общей редакцией канд.техн. наук доц. Э.В. Сазонова: Учеб. Пособие. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. – 296 с.

20. Б.Г. Основы теплотехники, отопление, вентиляция, сушка и охлаждение: Учебник. - М.: Легкая индустрия, 1980. – 384 с., ил.

21. Тоурцев С.И., Цветков Ю.Н. Влажный воздух. Состав и свойства.

Санкт-Петербург 1998 г.

22. Стефанов Е.В. «Вентиляция и кондиционирование воздуха» 2005 АВОК СЕВЕРО ЗАПАД

23. В.Н. Богословский «Теплофизические основы расчетов систем кондиционирования воздуха» М. «Высшая школа» 1982 г.

24. В.И. Полушкин, О.Н. Русак и др. «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» Санкт-Петербург «Профессия» 2002 г.

25. В.Н.Богословский, О.Я. Кокорин, А.В. Петров, «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение» М. «Стройиздат» 1985 г.

26. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. 4-е изд. перер. и дополн. Москва, 1992

27. Богданов С. Н., Бурцев С.И., Иванов О. П., Куприянова А. В. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ.

Справочник. Изд. 4-е

28. h,d –діаграма вологого повітря

29. Журнали "Холодильна техніка", "Холод", 2020-2021 г

### Інформаційні ресурси

1. [www.wika.ua](http://www.wika.ua)

2. [www.teplostart.com.ua](http://www.teplostart.com.ua) 3. [www.danfoss.ua](http://www.danfoss.ua)

4. [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

5. [www.infrost.com.ua](http://www.infrost.com.ua)

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

КВ 05.025.000 ДП ПЗ

Лист

