

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

Спеціальність 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП «Кондиціонування і вентиляція  
повітря»

Група: 2 БКВ - 04

# **Дипломний проект**

**здобувача освіти денного відділення**

**БКВ04.018 000 ДП**

***МАЛІКОВА ДМИТРА***  
***СЕРГІЙОВИЧА***

**м. Одеса**  
**2023**

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

Спеціальність 142  
«Енергетичне машинобудування»  
ОП: «Кондиціонування і вентиляція  
повітря»  
Група 2БКВ – 04

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**БКВ 04. 018. 000 ДП**

До дипломного проекту на тему:

**Проект реконструкції системи кондиціонування та вентиляції  
повітря актовї зали ВСП Одеського технічного фахового коледжу  
Одеського національного технологічного університету.**

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

Дипломник \_\_\_\_\_ (Маліков Д.С.)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Селіванов А.П.)

**Консультанти:**

з економічної частини \_\_\_\_\_ (Кухарук А.А.)

з будівельної частини \_\_\_\_\_ (Волянська С.В.)

з охорони праці \_\_\_\_\_ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню  
вимог ЄСКД \_\_\_\_\_ (Волянська С.В.)

До захисту допущено  
Завідувач кафедру \_\_\_\_\_ (Хмельнюк М.Г.)

Завідуючий відділенням \_\_\_\_\_ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р. Протокол ЕК № \_\_\_\_\_  
Оцінка ЕК \_\_\_\_\_

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ Куриленко В.О.

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

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

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

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ**

Прізвище, ім'я та по батькові: \_\_\_\_\_ Маліков Дмитро Сергійович  
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»  
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»  
Освітня програма «Системи кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту: \_\_\_\_\_ Проект реконструкції системи кондиціювання та вентиляції повітря актової зали Одеського національного технологічного університету

Стверджена наказом по коледжу \_\_\_\_\_ від « 17 » 10 2022 р. № 235–А2- ОД  
Вихідні дані для проекту: \_\_\_\_\_ Температура навколишнього середовища 32 °С, відносна вологість 55%

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту  
**Вступ**

**1. Загальна частина**

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

**2. Розрахунково-конструкторська частина**

- 3.1 Розрахункові дані проекту
- 3.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання
- 3.3 Розрахунок вологовиділень об'єкту завдання
- 3.4 Зведена таблиця тепло і вологоприпливів об'єкту завдання
- 3.5 Визначення витрати повітря припливної установки
- 3.6 Побудова в d,h-діаграмі процесів обробки повітря
- 3.7 Розрахунок і вибір і обладнання припливної установки
- 3.8 Розрахунок основного холодильного обладнання
- 3.9 Розрахунок обладнання вентиляційної мережі

**3. Організаційна частина**

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

**4. Економічна частина**

**5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях**

**6. Використана література**

## Графічна частина

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

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціювання і вентиляції повітря

Графічний Аркуш 3. Технічне креслення обладнання

Графічний Аркуш 4. Технічне креслення обладнання

## Графік виконання проекту

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

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні кафедри енергетичного машинобудування

Протокол № 2 від “ 13” вересня 2022 р.

Завідувач кафедрою \_\_\_\_\_ (Хмельнюк М.Г.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Селіванов А.П.)





# ЗМІСТ

## Вступ

### 1 Основні вихідні дані

- 1.1. Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання. Характеристика будівельних конструкцій об'єкту.
- 1.2. Вихідні дані. Вибір параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря згідно ДБНУ.
- 1.3. Техніко – економічне обґрунтування вибору типу систем кондиціонування

### 2 Технологічна частина

2.1 Характеристика комфортного стану повітря

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму в приміщеннях

### 3 Розрахункова конструкторська частина

#### 3.1 Розрахункові дані

#### 3.2 Розрахунок теплоприпливів для літнього та зимового періоду

Теплоприпливи крізь огорожуючі конструкції, двері і вікна.

Теплоприпливи від сонячної радіації крізь огорожуючі конструкції

Теплоприпливи від інфільтрації повітря

Теплоприпливи від технологічного обладнання.

Теплоприпливи від людей

Теплоприпливи від повітря, що вентилюється.

#### 3.3 Розрахунок вологоприпливів для літнього та зимового періоду

Вологоприпливи від технології і обладнання.

Вологоприпливи від людей.

Вологоприпливи від повітря, що вентилюється та інфільтрації

#### 3.4 Система кондиціонування повітря з однією рециркуляцією повітря для літнього

та зимового періоду

Побудова в  $d, h$  – діаграмі тепло-вологісних процесів обробки повітря з однією рециркуляцією для теплого і холодного періоду

Розрахунок загальної витрати повітря

Розрахунок витрати припливного повітря

**БКВ04.018 000 ДП ПЗ**

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Разраб.	Маліков			
Пров.	Селіванов			
Н.контр.	Волянська			
Утв.	Беркань			

Проект реконструкції системи кондиціонування та вентиляції повітря актової зали Одеського національного технологічного університету

Лит. Лист Листов

ВСП ОТФК ОНАХТ  
гр.2БКВ-04

**Складання структурної схеми обробки повітря**

**Розрахунок кількості витрати теплоти (холоду) та вологи**

**3.5 Визначення навантаження на компресор і випарник**

**3.6 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки**

**3.7 Побудова циклу холодильної машини, зняття параметрів вузлових точок**

**3.8 Тепловий розрахунок і вибір компресора**

**3.9 Тепловий розрахунок і вибір конденсатора**

**3.10 Тепловий розрахунок і вибір випарника**

**3.11 Розрахунок і вибір допоміжного устаткування**

**4. Організаційна частина**

**5 Економічний розрахунок**

**6 Охорона праці та протипожежні заходи**

**7 Перелік використаних джерел**

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**БКВ04.018 000 ДП ПЗ**

Лист

## ВСТУП

Людство з давніх-давен прагнуло підвищити комфорт свого існування та праці. Тому ще на давньоєгипетських зображеннях ми можемо бачити перших фахівців в галузі кондиціонування повітря, які стоять із великим опахалом над відкритою судиною із водою. Кондиціонування, як засіб штучної обробки повітря до комфортного стану відомо більш, як шість тисяч років. Не варто стверджувати, що це – найдавніша професія, але вона завжди вважалась важливою.

За сучасними визначеннями, кондиціонування — це механічна вентиляція, яка забезпечує необхідний обмін повітря з автоматичним регулюванням температури та вологості повітря в приміщенні. За іншим визначенням – це створення і підтримка параметрів повітряного середовища (температури, відносної вологості, складу, швидкості руху і тиску повітря), найсприятливіших для роботи персоналу, обладнання і приладів. У більш вузькому значенні під кондиціонуванням повітря розуміють відведення зайвого тепла (теплонадлишків) з приміщень, з метою забезпечення теплового комфорту.

Кондиціонування сучасного типу має забезпечити повний цикл обробки повітря для забезпечення максимального комфорту праці та відпочинку у будь яку пору року, тому обладнання, зазвичай, має два основні режими: «літо» та «зима».

Для охолодження зовнішнього та рециркуляційного повітря мають використовуватись холодильні машини, що отримують штучний холод тим чи іншим способом. Для підігріву зовнішнього та рециркуляційного повітря має використовуватись тепловий насос, який по суті є такою самою енергетичною установкою, що й холодильна машина, тобто працює за зворотнім термодинамічним циклом. Оскільки питання кондиціонування повітря має використовувати як холодильний, так і тепловий ефекти, часто енергетичні установки систем створення штучного клімату називають теплофікаційними машинами.

					БКВ04.018.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Темою дипломного проекту передбачено проектуванн та оцінення ефективності системи кондиціювання та вентиляції повітря актової зали першого навчального корпусу Одеського технічного фахового коледжу Одеського національного

технологічного університету. Об'єкт завдання було побудовано у 1964 році із дотримання всіх норм відповідних СНіП СРСР. Приміщення актової зали мало штучну приточно-витяжну вентиляцію, залишки якої було виявлено при обстеженні об'єкту. Але під час реконструкції 1985-1990 років цю систему було маже повністю демонтовано. Таким чином, вже більше за чверть століття приміщення актової зали ОТК ОНАХТ експлуатується із порушеннями норм комфорту, які стали більш жорсткими та вибагливими, ніж під час будівництва першого навчального корпусу.



Для зменшення дії сонячної радіації та тепонадходжень у літній період, а також із метою зменшення впливу вітрового навантаження на огорожуючи конструкції будівлі, з метою укріплення складного рельєфу будівельної площадки та

організації природнього дренажу, по периметру актової зали було висаджено більше п'яти десятків пірамідальних тополь, які існують і сьогодні і створюють сприятливі умови, які дозволять зменшити потрібну потужність встановленого обладнання та підвищити економічну ефективність реконструкції системи вентиляції актової зали.

					<b>БКВ04.018.000 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Геометрична та технічна характеристика об'єкту завдання наведена у Загальній частині проекту. При попередньому аналізі можливих джерел отримання низько-потенційного тепла для роботи теплового насосу, розглядалась можливість застосування горизонтальних та вертикальних ґрунтових колекторів. Від такого способу отримання теплоти прийшлося відмовитись з двох основних причин: близькість ґрунтових вод, оскільки коледж знаходиться на березі природної балки, яку раніше називали Водяною, та у зв'язку з насиченістю території коледжу діючими комунікаціями (водопровід, каналізація, опалення, тощо).



Тепловий розрахунок об'єкту завдання значно полегшується тим, що об'єкт суворо зорієнтований сторонами світу і немає потреби у складних розрахунках зовнішніх тепло-надходжень у літній та зимовий періоди.

Економічна ефективність проекту буде оцінено шляхом визначення собівартості одиниці холоду, отриманого системою охолодження центрального кондиціонера, який передбачається встановити на даху актової зали ОТФК ОНТУ і який може бути використано у навчальних цілях для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування», які навчаються за освітньою програмою «Монтаж і обслуговування систем кондиціонування повітря та вентиляції» у якості лабораторного або наукового стенду.

					<b>БКВ04.018.000 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання сучасного ефективного обладнання довело всьому Світу, що системи клімат-контролю та штучної обробки повітря значно ефективніші, ніж класичні системи вентиляції та опалення, тому розробка даної тематики може знайти підтримку на державному рівні і є пріоритетною для розглядання господарською частиною Одеського технічного фахового коледжу ОНТУ.

					<b>БКВ04.018.000 ДППЗ</b>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкту завдання

У відповідності до державних будівельних норм, а саме Будинки та споруди навчальних закладів (ДБН В.2.2-3-97), приміщення та будинки актової зали мають відповідати таким вимогам.

Клубно-видовищні приміщення (Розділ 3 ДБН В.2.2-3-97)

3.70 При проектуванні клубно-видовищних приміщень навчальних закладів необхідно враховувати нормативні вимоги до будинків культурно-видовищного призначення та закладів дозвілля.

3.71 До складу клубно-видовищних приміщень входять: актовий зал з естрадою, артистичні, конференц-зали, фойє-танцювальний зал, клубні приміщення, студії естетичного виховання, кіноапаратна, складські приміщення, туалети.

3.72 Місткість актових залів в навчальних закладах повинна складати не менше:

- у початкових школах (1-4-й класи) - 1/2 контингенту учнів;
- у загальноосвітніх навчальних закладах II-III ступенів (5-11-й класи) та профтехучилищах - 1/3 контингенту учнів (в сільській місцевості - 1/2 контингенту учнів).

У вищих навчальних закладах кількість місць в актових залах належить приймати в залежності від розрахункової кількості студентів за таблицею 1.1.

Таблиця 1.1 Залежність кількості посадкових місць актової зали від загальної кількості студентів у навчальному закладі.

Приміщення	Розрахункова кількість студентів				
	До 2000	До 4000	До 6000	До 8000	10000 і більше
Актовий зал	700	900	1100	1300	1500

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ04.018.001 ДППЗ					

У навчальних комплексах місткість актового залу визначається умовами кооперованого використання і повинна бути не меншою місткості, необхідної за розрахунком для найбільшого навчального закладу, що входить до комплексу.

3.73 Площу актових залів з допоміжними приміщеннями та конференц-залів належить визначати за таблицею 1.2.

Таблиця 1.2 Потрібна площа актовій зали в залежності від кількості місць.

Приміщення	Площа на одне місце в залі (не менше), м <sup>2</sup>	
	у школах та профтех-училищах	у вищих навчальних закладах
Актовий зал	0,7	0,8
Актовий зал – лекційна аудиторія	1,0	-
Фойє (кулуари)	0,3	0,6
Естрада	0,3	0,2
Радіовузол, директорська	0,08	0,08
Комора меблів	0,02	0,02
Конференц зал місткістю до 150 місць:		
- з пюпітрами біля крісел		1,25
- без пюпітрів		1,1
Конференц зал місткістю більше 150 місць:		
- з пюпітрами біля крісел		1,1
- без пюпітрів		1,0

Планування та обладнання приміщень актового залу повинні забезпечувати можливість проведення конференцій, зборів, концертів, демонстрування фільмів та інших форм культурно-просвітницької та клубної роботи. Необхідність влаштування кабін синхронного перекладу визначається завданням на проектування.

3.74 Глибина естради (до стаціонарно встановленого кіноекрана або до задньої стінки естради) - не менше 6 м, для сільських однокомплектних шкіл - не менше 4 м. Перевищення рівня підлоги естради над рівнем підлоги залу повинно складати:

- для початкових шкіл - не більше 0,6 м;
- для інших навчальних закладів - 0,75-0,9 м.

					<b>БКВ04.018.001 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При естраді передбачаються артистичні (не менше двох приміщень по 12 м<sup>2</sup>), костюмерні (для зберігання і видачі костюмів - не менше 12 м<sup>2</sup>), санітарні вузли, інвентарна.

3.75 Склад та площі клубних приміщень визначаються завданням на проектування.

3.76 Склад та площі клубних приміщень вищих навчальних закладів культури та мистецтва, де ці приміщення є навчальними, розраховуються за навчальним планом і визначаються завданням на проектування.

Оскільки темою дипломного проекту передбачено створення системи кондиціонування та вентиляції повітря реально існуючого об'єкту, а саме актової зали Одеського технічного коледжу Одеської національної академії харчових технологій, необхідно охарактеризувати об'єкт завдання та класифікувати його, відповідно ДБН.

Актова зала ОТК ОНАХТ має 300 посадкових місць. При цьому площа актової зали без врахування допоміжних приміщень складає **213,2** м<sup>2</sup>. Із врахуванням допоміжних приміщень площа складає **276** м<sup>2</sup>. Естрада має 8,05 м завширшки та **5,9** м вглибину до несучої стіни. Висота естради від будівельного нуля (рівня чистої підлоги актової зали) **7,12** м. По двом сторонам від естради розташовані додаткові допоміжні (роздягальні) приміщення площею **6,7** м<sup>2</sup> кожне. Над ними другим ярусом аналогічною площею розташовані приміщення зберігання костюмів та реквізиту. Висота актової зали в загальному об'ємі складає **5,9** м, на сцені **6,2** м. з боку, протилежного естраді, розташовані додаткові приміщення актової зали загальною площею **38,1** м<sup>2</sup>. На другому ярусі цих приміщень розташовані приміщення кіно-операторської, де є залишки старої системи вентиляції та необхідні енергетичні комунікації, що дає можливість підключення нового обладнання до силової мережі.

Приміщення актової зали мають велику площу скління з південного боку будівлі. Висота вікон **4,7** м, ширина вікон **2,7** м, висота від полу зали до підвіконня **1,2** м.

					БКВ04.018.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція будівлі безкаркасна із стрічковим фундаментом. У якості будівельних матеріалів використані бетонні блоки та червона цегла. Крівля актової зали опирається на несучі зовнішні стіни та виконана з стандартних залізобетонних плит довжиною **12** м. глибина залігання фундаменту в **4,2** м відносно будівельного нуля.

Більша глибина залігання фундаменту використана за для компенсації розташування будівлі на схилі Водяної балки та з метою досягнення глибини залігання глини та суглинків, що мають несучу здатність та можуть витримати напругу від ваги будівлі та її вмісту.

Під всією площею першого навчального корпусу ОТФК ОНТУ розташовано підвальні приміщення, в яких розташовані складські приміщення, котельня та приміщення обслуговування комунікацій.

Оптимальним місцем для розташування нового обладнання для обробки повітря є дах актової зали ОТФК ОНТУ. Система повітророзподілу має розташуватись у бувшому приміщенні кіно-операторської, звідки повітропроводи мають розійтись до об'єктів споживання.

Віддалене розташування обладнання дозволить уникнути впливу шуму на комфортне знаходження у приміщенні об'єкту завдання.

					БКВ04.018.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Вихідні дані.

Темою дипломного проекту передбачено розробка системи кондиціонування та вентиляції повітря актового залу ОТФК ОНТУ.

Об'єкт проектування знаходиться у м.Одесі у південній кліматичній зоні із наступними показниками параметрів навколишнього середовища:

- ✓ Географічна широта 48°;
- ✓ Середньорічна температура 9,9 °С;
- ✓ Розрахункова літня температура зовнішнього повітря 32 °С;
- ✓ Розрахункова літня відносна вологість зовнішнього повітря 55 %;
- ✓ Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря -18 °С;
- ✓ Розрахункова зимова відносна вологість зовнішнього повітря 81%;

Задачею системи кондиціонування та вентиляції є підтримка в об'ємі актового залу ОТК ОНАХТ параметрів комфорту, а саме:

- ✓ Для літнього періоду температура 22-24 °С та відносна вологість 50-55%;
- ✓ Для зимового періоду температура 18-20 °С та відносна вологість 50-55%.

Характеристики об'єкту завдання наведені у розділі 1.1 дипломного проекту.

					<b>БКВ04.018.001 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту.

Об'єктом проектування є система кондиціонування та вентиляції повітря актового залу Одеського технічного фахового коледжу Одеського національного технологічного університету.

Відповідно до попереднього дослідження об'єкту було розроблено технічне завдання, в якому до основних параметрів відноситься площа приміщень, що підлягають кондиціюванню 276 м<sup>2</sup>. Кубатура приміщень 1965 м<sup>3</sup>.

Параметри зовнішнього та внутрішнього повітря наведені у розділі 1.2.

У якості системи, що проектується, прийнято центральний кондиціонер секційного типу з встановленням на даху об'єкту проектування. Використовується частина рециркуляція повітря з приміщення актової зали із додаванням та обробкою зовнішнього свіжого повітря.

Для теплової обробки виконана система теплового насосу та використання електричних калориферів у якості фанкойлів. Для зволоження повітря у склад центрального кондиціонера включена зрошувальна камера із використанням водопровідної води. Для осушення повітря використовується секція послідовного підігріву та охолодження повітря до температури точки роси водяної пари.

Система працює у повністю автоматичному режимі. Регулювання продуктивності від 0 до 100%. При необхідності осушення повітря вмикається неузгодженість між вентиляторами для подовшення контакту між повітрям та холодною поверхнею випарника для випадання конденсату, що відводиться системою дренажування.

Центральні кондиціонери розташовуються поблизу обслуговуваних приміщень: на даху, як у розглянутому випадку (зовнішнє виконання агрегату). Підведення і відведення повітря в кондиціонер і по приміщеннях робиться повітропроводами. Центральні кондиціонери складаються з секцій, кожна з яких виконує певні функції: змішення потоків повітря, фільтрацію, нагрів, охолодження або осушення, зволоження. Для зменшення рівня шуму, що

					БКВ04.018.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поширюється за системою повітропроводів, в центральні кондиціонери вбудовуються шумоглушники. Кондиціонери будуються на базі уніфікованих типових секцій (модулів), які комплектуються в різних комбінаціях залежно від вимог технічного завдання.

Зовнішнє і рециркуляційне повітря поступають по повітряних каналах в камеру змішувача кондиціонера. Регулювання кількості повітря робиться повітряними заслінками, що складаються з паралельних пластмасових або металевих лопаток. Лопатки обертаються навколо своєї осі синхронно (механічний зв'язок) за допомогою електроприводу.

У системі може бути три заслінки: зовнішнього повітря, рециркуляційного повітря і повітря, що видаляється. Кут повороту лопаток кожної з трьох заслінок визначається необхідною кількістю свіжого і рециркуляційного повітря. Електропривод заслінок управляється командами від автоматичної системи регулювання кондиціонером.

Секція фільтрації призначена для очищення повітря від твердих, рідких або газоподібних домішок. Залежно від призначення приміщень, що обслуговуються кондиціонером, можуть застосовуватися фільтри грубого, тонкого або надтонкого очищення. Фільтри грубого очищення (клас EU1 - EU4 по Eurovent 4/5) застосовуються в системах кондиціонування з невисокими вимогами до чистоти повітря в приміщенні.

Це, як правило, технологічні приміщення. Фільтри тонкого очищення (клас EU5 - EU9) використовуються на другому ступені очищення після фільтрів грубого очищення. Використовуються при вентиляції і кондиціонуванні адміністративних будівель, готелів, лікарень. Надтонке очищення застосовується у фармацевтичній і напівпровідниковій промисловості. Фільтри грубого очищення, що затримують крупнозернистий пил, жирові пари, виготовляються з металізованої сітки.

У проектному варіанту встановлені фільтри грубого та тонкого очищення відповідного класу.

					<b>БКВ04.018.001 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Охолодження потоку повітря здійснюється в трубчастих теплообмінниках з обрешеченими трубами. Як холодагент використовується фреон R410A. Застосовується холодильна машина прямого випару, компресорно-конденсаторний блок якої встановлений на відкритому просторі для забезпечення охолодження конденсатора.

Випарник розташовується в холодильній секції. Регулювання холодопродуктивності в цьому випадку робиться за допомогою терморегулюючого вентиля і зміни продуктивності компресора.

У секції нагріву повітря використовуються електричні і фреонові нагрівачі. Електричні калорифери мають від однієї до чотирьох східців потужності. Електричний калорифер управляється по температурі потоку повітря, а також за величиною потоку : якщо об'єм повітря знизиться нижче допустимого значення, живляча напруга буде відключена.

Зволоження повітря здійснюється при безпосередньому контакті повітря з водою. При зволоженні повітря водою процес на  $d - h$  діаграмі йде по лінії  $h = \text{const}$  (адіабатичне зволоження). Застосовуються зрошувальні форсунки. Те, що розпиляло здійснюється за допомогою форсунок, що розпиляли, подання води здійснюється насосом.

Для виключення віднесення крапель води на виході секції зволоження встановлюється краплеуловлювач. Циркуляційний насос розміщений в піддоні для води, який одночасно виконує функцію місткості для води. У міру випару води залишки випарованої води періодично зливаються, а піддон заповнюється свіжою водою.

Рівень води регулюється поплавцем, що відкриває поживний трубопровід, а циркуляційна вода випускається кульовим клапаном на нагнітальній стороні насоса.

У центральних кондиціонерах обробляється повітря об'ємом від 1000 до 200000 м<sup>3</sup>/г. Швидкість руху потоку повітря в живому перерізі установки не повинна перевищувати 5 м/с. Рекомендована швидкість при нагріві і вентиляції - від 2,5 до 3 м/с, в режимі охолодження - від 2 до 2,5 м/с. При наладці особливу

					БКВ04.018.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

увагу необхідно приділяти установці і натягненню ременя вентилятора : шківні приводів мають бути строго паралельні, а прогин ременя не повинен перевищувати 10 мм при зусиллі натиску на ремінь посередині між шківними із зусиллям 10 кг (уточнюється по паспорту на ремінь).

Секція шумогасіння складається з шумопоглинаючих пластин, які виготовляються з мінеральної вати, посиленої скловолокнистим покриттям. Перед шумопоглинаючими пластинами встановлюють розсікачі повітря, вирівнюючих швидкість потоку в поперечному перерізі каналу. Там, де вимоги відносно рівня шуму високі, передбачають звукоізоляцію повітропроводів.

При виборі матеріалів для секцій шумогасіння необхідно враховувати, що в мінеральній ваті може відбуватися відшаровування волокон, а це небезпечно для здоров'я (ушкодження дихальних шляхів). Тому вибирають глушники, в яких прийняті заходи по виключенню цього явища (просочення, матеріал з еластичною захисною плівкою і так далі).

У проектному варіанті встановлено даховий центральний кондиціонер. Дахові кондиціонери (Roof Top) є холодильною машиною, конструктивно виконаною у вигляді моноблока, призначеного для установки на плоских покрівлях будівель. Якщо дах має нахил, то кондиціонер встановлюється на спеціальних рамах. Дахові кондиціонери (Roof Top) дозволяють одночасно здійснювати вентиляцію і регулювати температуру повітря в приміщенні. Свіже повітря забирається з вулиці через огорожні ґрати дахового кондиціонера. Рециркуляційний повітря забирається з приміщення за системою повітропроводів і подається в камеру змішувача, де змішується зі свіжим повітрям. Необхідне співвідношення свіжого і рециркуляційного повітря забезпечується зміною положення заслінок.

Дахові кондиціонери характеризуються:

- ✓ Широкий діапазоном мощностей- від 8 до 140кВт по холоду і теплу, і відповідно от1500до 25000м<sup>3</sup>/ч;
- ✓ Простотою монтажу і установки;
- ✓ Компактністю;

					<b>БКВ04.018.001 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ✓ Високою надійністю і економічністю в експлуатації;
- ✓ Єдиною системою автоматики, що дозволяє при завданні необхідної температури в приміщенні, автоматично вибирати режим роботи;
- ✓ Роботою з низькими шумовими характеристиками.

Дахові кондиціонери використовуються для охолодження великих приміщень : супермаркетів, ресторанів, спортивних та концертних залів, а також на промислових підприємствах.

Розроблений проект має такі техніко-економічні показники. Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи вентиляції і кондиціонування повітря для актової зали ВСП ОТФК ОНТУ з низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,84 грн. за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

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

Отже, проект системи вентиляції і кондиціонування повітря для актової зали ВСП ОТФК ОНТУ можна вважати доцільним та економічно вигідним.

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

Отже, проект системи кондиціонування повітря у актовому залі ОТК можна вважати доцільним та економічно вигідним.

					<b>БКВ04.018.001 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Засоби створення комфортного мікроклімату у приміщеннях громадських споруд.

Параметри мікроклімату при опаленні та вентиляції приміщень слід приймати відповідно до додатків Д та Е, положень ДСТУ Б EN 15251, ДСТУ Б EN ISO 7730 (окрім приміщень, для яких параметри мікроклімату встановлені іншими нормативними документами), вимог ГОСТ 12.1.005, а також згідно з санітарними нормами до мікроклімату виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6.042 і санітарно-епідеміологічними вимогами до внутрішнього повітря житлових, громадських та адміністративно-побутових будівель, а саме:

а) у холодний період року в зоні обслуговування житлових, громадських та адміністративно- побутових приміщень температуру та швидкість руху повітря приймають у межах оптимальних (підвищених оптимальних для відповідних приміщень) норм; допускається приймати температуру та швидкість руху повітря в межах допустимих норм у зоні обслуговування громадських та адміністративно-побутових приміщень з відсутніми місцями постійного перебування людей та в приміщеннях загального користування за межами квартир житлових будинків;

б) у холодний період у робочій зоні виробничих приміщень температуру та швидкість руху повітря приймають у межах оптимальних норм; на робочих місцях допускається приймати температуру та швидкість руху повітря в межах допустимих норм за неможливості забезпечення оптимальних норм через технологічні вимоги виробництва;

в) у теплий період року в зоні обслуговування та в робочій зоні громадських, адміністративно- побутових та виробничих приміщень швидкість руху повітря та температуру повітря приймають у межах допустимих норм за неможливості забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обгрунтованою недоцільністю; у виробничих приміщеннях з надлишками

					БКВ04.018.002 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплоти допускається приймати температуру повітря, яка дорівнює розрахунковій температурі зовнішнього повітря у теплий період року для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95 згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27, збільшеної не більше ніж на 4 °С та не більше максимально допустимої норми внутрішньої температури повітря. У теплий період року параметри мікроклімату не нормуються для приміщень:

- житлових будинків (крім приміщень з системами кондиціонування та охолодження повітря);

- громадських, адміністративно-побутових та виробничих будівель у періоди, коли їх не використовують, і у неробочий час за відсутності технологічних вимог до температурного режиму приміщень;

г) відносну вологість повітря допускається приймати у межах допустимих норм (за відсутністю спеціальних вимог); допускається приймати відносну вологість повітря до 75 % включно у кліматичних районах (природних зонах) з відносною вологістю зовнішнього повітря у липні, яка дорівнює або перевищує 75 % згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 (за відсутності вимог інших норм).

У теплий період року в приміщеннях з вентиляторами (загальними для приміщення або індивідуальними) та за можливості місцевого регулювання ними допускається збільшувати максимальну результуючу температуру повітря за рахунок підвищення швидкості руху повітря згідно з рисунком Д.5.

Якщо у теплий період року в робочій зоні або в зоні обслуговування неможливо забезпечити нормовану температуру через виробничі, технічні або економічні умови, то на постійних робочих місцях і місцях постійного перебування людей у приміщенні слід передбачати душування зовнішнім повітрям або застосовувати кондиціонування з охолодженням повітря.

Параметри мікроклімату приміщень при кондиціонуванні та охолодженні повітря (крім приміщень, для яких параметри мікроклімату встановлені іншими нормативними документами) слід приймати в межах оптимальних норм (підвищених оптимальних для відповідних приміщень) згідно з додатком Д, положеннями ДСТУ Б EN 15251 та ДСТУ Б EN ISO 7730 і санітарно-

					<b>БКВ04.018.002 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

епідеміологічними вимогами у зоні обслуговування житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщень і в межах оптимальних норм згідно з додатком Е і санітарними нормами до мікроклімату виробничих приміщень в робочій зоні виробничих приміщень, а також на робочих місцях виробничих приміщень, де виконуються роботи операторського типу, що зв'язані з нервово-емоційним напруженням (відносяться до категорії робіт Іа), згідно з ДСН 3.3.6.042 і ГОСТ 12.1.005.

Відносну вологість повітря в робочій зоні або в зоні обслуговування для теплого періоду року допускається передбачати за допустимими нормами замість оптимальних (за відсутності вимог інших норм) з урахуванням економічної доцільності та технічної можливості системи кондиціонування та охолодження повітря. За неможливості забезпечення нормованої відносної вологості повітря слід проектувати систему осушення або зволоження повітря.

У холодний період року в опалюваних приміщеннях (крім приміщень, для яких параметри повітря встановлені іншими нормативними документами) упродовж періоду їх невикористання у житлових будинках допускається, а у громадських, адміністративно-побутових та виробничих будівлях слід приймати температуру повітря нижчою не більше ніж на 4 °С від нормованої температури, але не нижче ніж 12 °С у житлових, громадських та адміністративно-побутових будівлях і не нижче ніж 5 °С у виробничих приміщеннях.

Відновлення нормованої температури слід забезпечувати до початку використання приміщення або до початку роботи.

Для виробничих приміщень із повністю автоматизованим технологічним обладнанням, що функціонує без присутності людей (крім чергового персоналу, який перебуває в спеціальному приміщенні та періодично виходить у виробниче приміщення для огляду та налагодження обладнання не більше ніж на дві години безперервно), за відсутності технологічних вимог до температурного режиму приміщення слід приймати:

					<b>БКВ04.018.002 ДППЗ</b>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

а) у холодний період року та для перехідних умов за відсутності надлишків теплоти - температуру повітря в приміщенні 10 °С, а за наявності надлишків теплоти - економічно доцільну та технічно можливу температуру;

б) у теплий період року за відсутності надлишків теплоти - температуру повітря в приміщенні, яка дорівнює температурі зовнішнього повітря, а за наявності надлишків теплоти - на 4 °С вище за температуру зовнішнього повітря для найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99 відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27, але не нижче ніж 29 °С, якщо при цьому не потребується підігрів повітря.

Відносна вологість та швидкість руху повітря у виробничих приміщеннях з повністю автоматизованим технологічним обладнанням за відсутності спеціальних вимог не нормуються.

У місцях проведення ремонтних (крім аварійних) робіт (тривалістю дві години та більше безперервно) треба передбачати підвищення температури повітря до 16 °С у холодний період року та зниження температури повітря до 25 °С у I-III та до 28 °С у IV та V кліматичних районах згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 у теплий період року за допомогою пересувних установок.

При розташуванні повітророзподільників у межах робочої зони або зони обслуговування приміщення швидкість руху температури повітря не нормуються на відстані 1 м від повітророзподільника.

У приміщеннях при променевому опаленні та нагріванні (у тому числі з газовими та електричними інфрачервоними випромінювачами) або охолодженні постійних робочих місць або місць постійного перебування людей температуру повітря слід приймати за розрахунком із забезпеченням температурних умов (результуючої температури), що еквівалентні нормованій температурі повітря в робочій зоні або в зоні обслуговування приміщення.

При променевому опаленні, а також нагріванні від поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, від закслених огорож тощо інтенсивність теплового опромінювання в зоні обслуговування або в робочій зоні приміщення (на робочих місцях) не повинна перевищувати 35 Вт/м<sup>2</sup> - при опроміненні 50 % та більше поверхні тіла, 70 Вт/м<sup>2</sup> - при

					<b>БКВ04.018.002 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опроміненні поверхні тіла від 25 % до 50 %, та 100 Вт/м<sup>2</sup> - при опроміненні не більше ніж 25 % поверхні тіла людини. За наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я тощо) допускається інтенсивність опромінення до 140 Вт/м<sup>2</sup>.

За наявності джерел з інтенсивністю 35 Вт/м<sup>2</sup> і більше результуюча температура на постійних робочих місцях або місцях постійного перебування людей не повинна перевищувати верхньої межі оптимальних норм, що встановлені для теплого періоду року; на непостійних робочих місцях - верхньої межі допустимих норм, що встановлені для постійних робочих місць у теплий період року; на місцях тимчасового перебування людей - верхньої межі допустимих норм, що встановлені для теплого періоду року в приміщенні.

У виробничих приміщеннях, де неможливо забезпечити на робочих місцях нормовану інтенсивність теплового опромінення працюючих до 140 Вт/м<sup>2</sup> через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, слід застосовувати душування робочих місць зовнішнім або охолодженим повітрям; температуру та швидкість руху повітря на робочому місці при повітряному душуванні слід приймати згідно з додатком К.

У приміщеннях для відпочинку робітників гарячих цехів слід приймати температуру повітря 20 °С у холодний період року і 23 °С - у теплий.

Концентрацію шкідливих речовин у повітрі робочої зони на робочих місцях у виробничих приміщеннях при розрахунку систем променевого опалення та нагрівання, систем вентиляції та кондиціонування слід приймати такою, що дорівнює гранично-допустимій концентрації (ГДК) у повітрі робочої зони відповідно до ГОСТ 12.1.005, а також згідно з нормативними документами органу санітарно-епідеміологічного нагляду.

Концентрацію шкідливих речовин у припливному повітрі на виході з повітророзподільних пристроїв слід приймати за розрахунком з урахуванням фонових концентрацій цих речовин у місцях розташування таких пристроїв, але не більше:

					<b>БКВ04.018.002 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а) 30 % від ГДК у повітрі робочої зони - для виробничих та адміністративно-побутових приміщень; у повітрі кабіни кранівника допускається приймати від 30 % до 100 % ГДК у повітрі робочої зони, визначеного згідно з ГОСТ 12.1.005;

б) ГДК в атмосферному повітрі населених пунктів згідно з ДСП 201 - при подачі його до житлових та громадських приміщень.

При проектуванні систем вентиляції, кондиціонування та охолодження повітря будівель у містах з населенням більше 100 тисяч, а також при розташуванні приймальних пристроїв зовнішнього повітря на південно-східному, південному або південно-західному фасадах будівлі рекомендується приймати температуру зовнішнього повітря в теплий період року до 3 °С більшою за розрахункову згідно з 5.13.

У холодний період року в приміщеннях з пічним опаленням допускається застосовувати параметри мікроклімату в межах допустимих норм згідно з додатками ДБН.

Системами опалення за температури зовнішнього повітря нижче, а системами кондиціонування та охолодження повітря - вище розрахункового значення допускається забезпечувати температуру внутрішнього повітря в межах допустимих норм; рекомендується - у межах оптимальних норм.

Вибухопожежобезпечні концентрації речовин у повітрі приміщень необхідно визначати при параметрах зовнішнього повітря, які встановлені для розрахунку систем вентиляції та кондиціонування.

При визначенні параметрів мікроклімату для проектування систем опалення, вентиляції, кондиціонування та охолодження повітря разом з цими Нормами слід також керуватися положеннями відповідних санітарно-епідеміологічних нормативів та будівельних норм з проектування окремих типів будівель (у тому числі спеціального призначення), якщо вони не погіршують вимог цих Норм.

					<b>БКВ04.018.002 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму.

Робота сучасних підприємств багатьох галузей промисловості немислима без створення в їхніх приміщеннях строго заданої температури, вологості й швидкості руху повітря. Актуальне також застосування кондиціонованого повітря в суспільних, громадських і житлових будинках, особливо в південних районах.

Кондиціонування повітря створює найкращі умови для самопочуття людини й сприяє значному росту продуктивності праці, а також поліпшенню якості продукції, що випускається (приблизно на 30%).

Відмінною рисою систем кондиціонування повітря (КП) є автоматизація керування в забезпеченні заданого температурно-вологісного режиму в приміщенні. Розходження між установками кондиціонування повітря і опалювання полягає в тому, що за допомогою як тих так і інших установок з приладами уволоження повітря можна створювати в приміщеннях необхідну температуру, вологість і чистоту повітря. Але при цьому у опалювально-вентиляційних установках не може бути здійснена підтримка температури в приміщеннях шляхом охолодження зовнішнього повітря, тому що відсутні холодильні Установки.

Установки КП - складна область техніки, їхня будова базується на різних галузях знання: гігієні, теплотехніки, аеродинаміці, холодильної техніки, автоматиці й ін. Вони складаються із пристроїв для нагрівання, зволоження, осушки й охолодження повітря, фільтрів для очищення повітря, вентиляції й електромоторів для переміщення повітря, мережі повітропроводів для розподілу повітря в приміщенні, генератора тепла для нагрівання теплоносія (пари або гарячої води); системи автоматичного регулювання температури й вологості повітря; холодильної установки для охолодження холодоносія - води, що подається в промивну камеру кондиціонера.

					БКВ04.018.002 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливо високі витрати в системах кондиціонування мають місце при одержанні штучного холоду. Тому КП варто застосовувати в тих випадках, коли неможливо забезпечити задані санітарно-технічні умови в приміщенні звичайними системами вентиляції й опалення. Системи КП у першу чергу доводиться влаштовувати в приміщеннях, де в літню пору необхідно підтримувати температуру повітря меншу температури зовнішнього повітря.

Задачею системи кондиціонування та вентиляції, відповідно до завдання на дипломне проектування є підтримка в об'ємі актового залу ОТФК ОНТУ параметрів комфорту, а саме:

- ✓ для літнього періоду температура 22-24 °С та відносна вологість 50-55%;
- ✓ для зимового періоду температура 18-20 °С та відносна вологість 50-55%.

					<b>БКВ04.018.002 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розрахункові дані.

Об'єктом проектування є система кондиціонування та вентиляції повітря актового залу Одеського технічного фахового коледжу Одеського національного технологічного університету.

Площа кондиціонованих приміщень 276 м<sup>2</sup>.

Об'єм приміщень актової зали 1965 м<sup>3</sup>.

Будівельні матеріали огорожуючи конструкцій: залізобетон, червона цегла.

Будівельні конструкції не теплоізовані.

Освітлення приміщення змішане.

Енергоспоживання – відповідно енергетичному паспорту приміщення.

Максимальна кількість людей, що одночасно знаходиться в приміщенні – 400.

Кількість днів роботи системи у піковому режимі на рік – 50.

Параметри внутрішнього повітря:

- ✓ Температура 22 °С
- ✓ Відносна вологість 55 %

Для громадських приміщень швидкість повітря не більше 0,25 м/с.

Розрахунки проведено з врахуванням заміни застарілих неенергоєфективних дерев'яних вікон на нові енергоєфективні.

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Планування об'єкту завдання.



Рис.3.1 Загальне планування актової зали ОТК ОНАХТ

Основна площа віконних отворів знаходиться з південного боку будівлі актової зали.

					БКВ04.018.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3 Властивості матеріалів будівельних конструкцій об'єкту завдання.

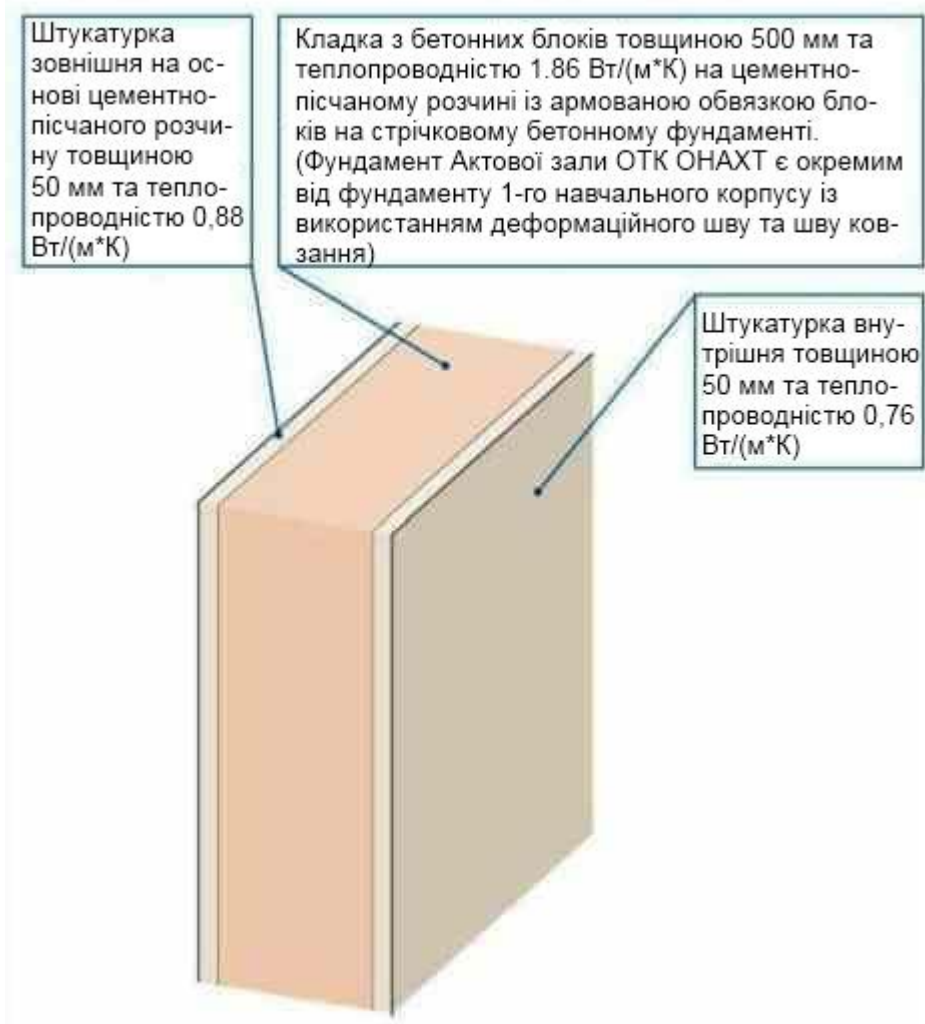


Рис.3.2 Конструкція зовнішніх стін будівлі актової зали ОТФК ОНТУ

Теплопровідність — здатність речовини переносити теплову енергію, а також кількісна оцінка цієї здатності: фізична величина, що характеризує інтенсивність теплообміну в речовині, яка дорівнює відношенню густини теплового потоку до градієнта температури.

Теплопровідність - це властивість тіл, яка полягає в передачі теплової енергії від більш нагрітих тіл до менш нагрітих тіл. Чим вище теплопровідність, тим швидше йде обмін між тілами. Чим нижче - тим довше стіни, підлога і стеля охолоджуються і нагріваються. Саме тому в будинках і котеджах, зведених з матеріалів з низькою теплопровідністю, взимку тепліше, а влітку прохолодніше. При будівельних розрахунках часто

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

користуються коефіцієнтом теплопровідності, який чисельно характеризує теплопровідність матеріалів. Також варто відзначити, щоб уникнути скупчування конденсату між стіною і утеплювачем, в силу різних показників теплопровідності матеріалів, потрібно дотримуватися простого правила - матеріал з маленькою теплопровідністю зовні, з високою всередині.

Причин, які впливають на теплопровідність властивість не так багато:

- ✓ Пористість. Порожнечі перешкоджають теплообміну, порушуючи однорідність матеріалу.
- ✓ Структура порожнин. Чим вони менші за розмірами і чим їх більше, тим вище опір до холоду та спеки.
- ✓ Вологостійкість матеріалу. Основне завдання в цьому випадку - не допустити промокання і насичення вологою конструкції внаслідок скупчення всередині конденсату. Вода чудово передає тепло, тому через водяний конденсат холод буде дуже швидко проникати в будівлю.

Коефіцієнти теплопередачі огорожуючи конструкцій наведені нижче в таблиці 3.1. Коефіцієнт теплопередачі є величина, зворотна до термічного опору огорожуючої конструкції. Термічний опір конструкції є сума відношень товщини будівельних шарів до коефіцієнтів їх теплопередачі.

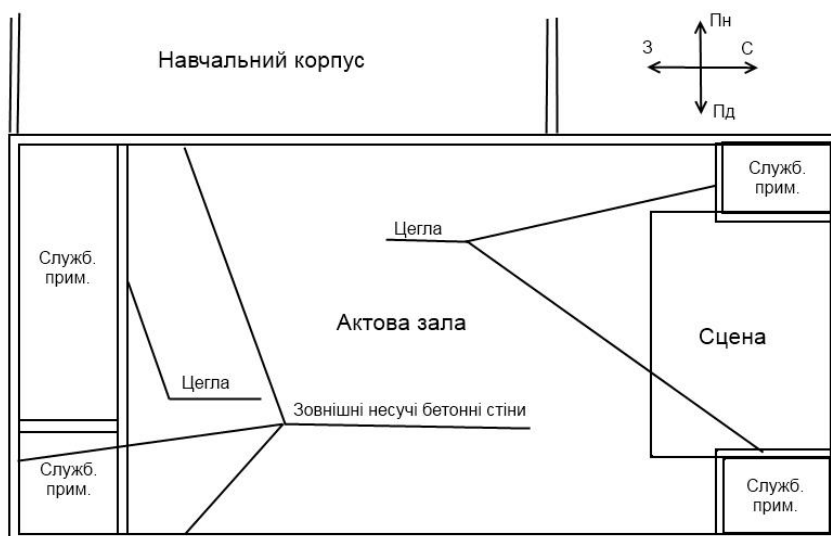


Рис.3.3 Матеріали внутрішніх і зовнішніх конструкцій

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт теплопередачі огороження розраховується таким чином:

$$\kappa_0^{\partial} = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right)}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (3.1)$$

де  $\alpha_3, \alpha_B$  - коефіцієнти теплопередачі відповідно зовнішньої і внутрішньої конструкцій,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$  - підсумковий термічний опір всіх шарів,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Результати розрахунків зведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Тип конструкцій та коефіцієнти теплопередачі огорожень.

Тип огороження	Будівельні шари	Термічний опір будівельного шару, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$		Дійсний коефіцієнт теплопередаче огороження, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$
			З внутрішнього боку	Із зовнішнього боку	
Зовнішня залізобетонна стіна	Зовнішній шар цементно-пісчаної штукатурки	0,051	6	23	1,703
	Кладка з бетонних блоків	0,269			
	Внутрішній шар з гіпсової штукатурки	0,057			
	РАЗОМ:	0,377			
Внутрішня цегляна стіна	Внутрішній шар з гіпсової штукатурки	0,057	6	6	1,766
	Цегляна кладка у пів цегли (120 мм)	0,119			
	Внутрішній шар з гіпсової штукатурки	0,057			
	РАЗОМ:	0,233			
Покриття	5 шарів гідроізолю на бітумній мастиці	0,040			

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

		Продовження таблиці 3.1			
Покриття	Стяжка з бетону по металевій сітці	0,022	6	23	2,036
	Засипка керамзитов. гравієм перемінним шаром	0,12			
	Цементно-пісчана підготовка	0,026			
	Пароізоляція (шар пергаменту)	-			
	Залізобетонна плита покриття	0,017			
	Декоративне облицювання	0,056			
	РАЗОМ:	0,281			
	Підлога	Паркетна дошка на клейовій мастиці			
Бетонна підготовка		0,043			
Плита перекриття підвального приміщення		0,039			
Штукатурка цементно-пісчана		0,020			
РАЗОМ:		0,152			

Конструкції огорожень не теплоізовані.

Оскільки температура та вологість у актовій залі та у всіх додаткових приміщеннях мають однакове значення та підтримуються одночасно, характеристики внутрішніх перегородок не розраховуються, тому що вони не приймають термодинамічної участі в процесі тепло переносу, тобто є частиною однієї системи.

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.4 Тепловий розрахунок об'єкту завдання.

Тепловий розрахунок проводиться з метою визначення теплового навантаження на тепловий агрегат системи кондиціонування в літній та зимовий пікові періоди.

#### Теплоприплив через конструкції огорожень.

Теплоприпливи через огороження розраховуємо за формулою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \quad (3.2)$$

$$Q_{1c} = k_d F \Delta t_c \cdot 10^{-3} \quad (3.3)$$

де  $\Delta t_c$  - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору року.

Теплоприпливи через огороження від різниці температур розраховуємо по формулі:

$$Q_{1T} = k_d F \theta \cdot 10^{-3} = k_d F (t_n - t_e) \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.4)$$

де  $k_d$  - коефіцієнт теплопередачі огороження, розрахований у розділі 3.3, Вт/(м<sup>2</sup>\*К);

F – площа відповідного типу огороження, м<sup>2</sup>;

$t_n$  – температура зовнішнього повітря, °С;

$t_{вн}$  – температура повітря у приміщенні, °С.

Сонячна складова, що потрапляє у приміщення крізь світлові отвори, розраховується відповідно норм ДБН з врахуванням коефіцієнту затемнення.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.2 для літнього періоду і таблицю 3.3 для зимового періоду.

На малюнку 3.4 зображене планування об'єкту завдання із орієнтацією сторонами світу та місцями розташування світлових отворів (вікон та дверей).

					БКВ04.018.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

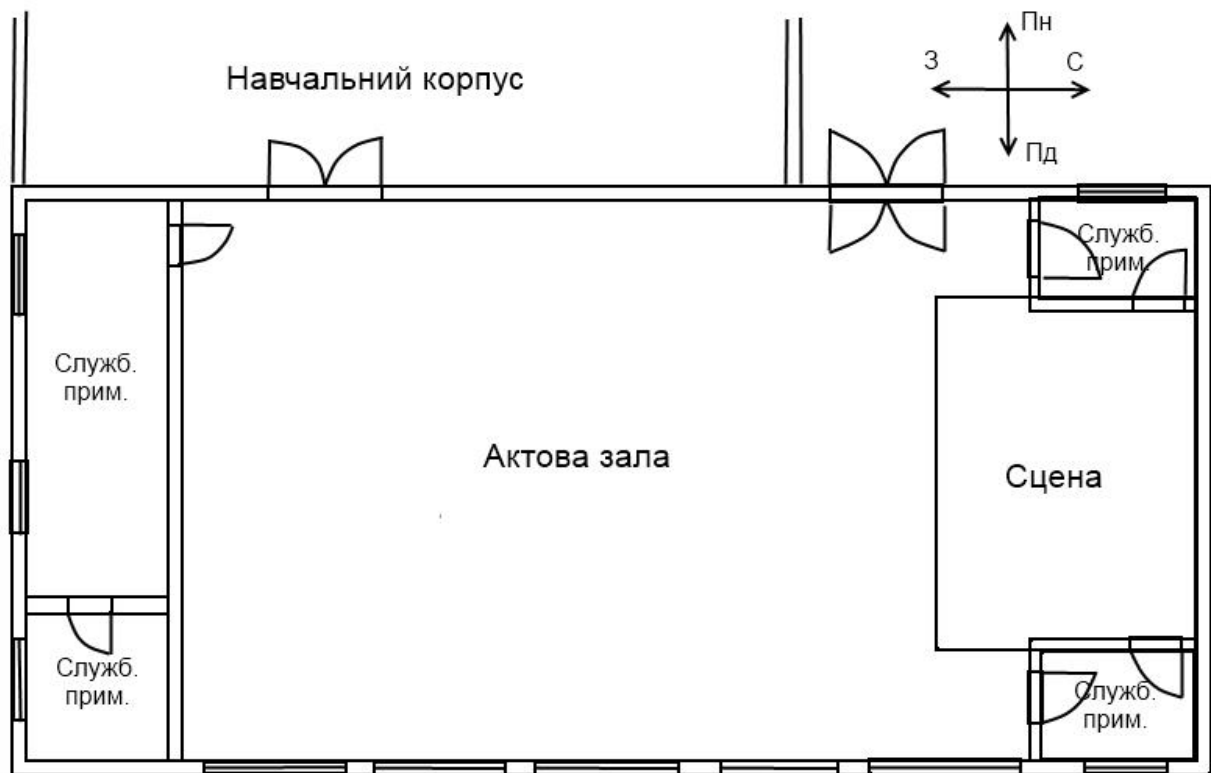


Рис.3.4 Планування приміщень актової зали ОТФК ОНТУ із розташуванням світлових отворів.

Таблиця 3.2 Теплонадходження через конструкції огорожень (літо)

Огородження	Масивні частини огороження								Світлові отвори огороження								Q1, кВт
	F, м <sup>2</sup>	Kд,	tн, °C	tвн, °C	Δtc, °C	Q1т, кВт	Q1с, кВт	F, м <sup>2</sup>	Kд, Вт/(м <sup>2</sup> *К)	tн, °C	tвн, °C	Qнор, кВт	τ	Q1т, кВт	Q1с, кВт		
СПнЗ	83,4	1,71	32	22	0	1,43	0	6,6	2,68	32	22	0,38	1	0,18	0	1,99	
СПнВ	166,7	1,766	22	22	0	0	0	3,3	2,68	22	22	0	0	0	0	0	
СЗЗ	120,1	1,71	32	22	11,7	2,054	2,402	9,9	2,68	32	22	3,198	1	0,265	0,310	8,220	
СПдЗ	192,25	1,71	32	22	7,6	3,287	2,498	66,75	2,68	32	22	20,025	1	1,789	1,359	28,952	
ССЗ	130	1,71	32	22	9,8	2,22	2,18	-	-	32	22	-	-	-	-	4,4	
Покриття	323,75	2,036	32	22	17,7	6,591	11,649	-	-	32	22	-	-	-	-	18,240	
Підлога	323,75	2,061	32	22	0	6,673	0	-	-	32	22	-	-	-	-	6,673	

Всього 68,475 кВт

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 3.3 Тепловтрати через конструкції огорожень (зима)

Огородження	Масивні частини огороження							Світлові отвори огороження							Q1, кВт	
	F, м <sup>2</sup>	Kд, Вт/(м <sup>2</sup> *К)	tвн, °С	tвн, °С	Δtс, °С	Q1т, кВт	Q1с, кВт	F, м <sup>2</sup>	Kд, Вт/(м <sup>2</sup> *К)	tвн, °С	tвн, °С	Qнор, кВт	τ	Q1т, кВт		Q1с, кВт
СПнЗ	83,4	1,71	-18	20	0	-5,58	0	6,6	2,68	-18	20	0	1	-0,67	0	-6,25
СПнВ	166,7	1,766	20	20	0	0	0	3,3	2,68	20	20	0	0	0	0	0
СЗЗ	120,1	1,71	-18	20	0	-7,81	0	9,9	2,68	-18	20	1,83	1	-1,01	0	-13,24
СПдЗ	192,25	1,71	-18	20	0	-12,49	0	66,75	2,68	-18	20	24,03	1	-6,79	0	4,75
ССЗ	130	1,71	-18	20	0	-8,45	0	-	-	-18	20	-	-	-	0	-8,45
Покриття	323,75	2,036	-18	20	0	-25,05	0	-	-	-18	20	-	-	-	0	-25,05
Підлога	323,75	2,061	-18	20	0	-25,36	0	-	-	-18	20	-	-	-	0	-25,36

Всього -73,6 кВт

Теплонадходження із вентиляційним зовнішнім повітрям.

Оскільки йдеться про приміщення із великою кількістю людей, необхідна система подавання свіжого повітря, з яким надходить деяка кількість тепла та вологи.

$$Q_3 = L_3 * \rho * (i_3 - i_{вн}), \text{ кВт} \quad (3.5)$$

де  $L_3$  - об'ємна витрата зовнішнього повітря, м<sup>3</sup>/с;

$\rho$  – щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$i_3, i_{вн}$  – ентальпія повітря при параметрах зовнішнього середовища та в приміщенні, кДж/кг.

$$L_3 = n * L_{тр}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.6)$$

де  $L_{тр}$  – потрібна кількість повітря, м<sup>3</sup>/с;

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

n – кількість людей у приміщенні.

За результатами розрахунків

$$L_3=400*0,0069=2,78 \text{ м}^3/\text{с}$$

влітку

$$Q_3 = 2,78 * 1,236 * (78 - 52) = 89,34 \text{ кВт}$$

взимку

$$Q_3 = 2,78 * 1,334 * (-18 - 50) = -252,18 \text{ кВт}$$

Теплонадходження від людей

$$Q_4 = n_{\text{л}} * q_{\text{л}}, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

де  $q_{\text{л}}$  – тепло надходження від одної людини

$$Q_4 = 400 * 0,172 = 68,8 \text{ кВт}$$

Експлуатаційні тепло припливи.

Даний тип теплоприпливів залежить від типу освітлювальних приладів, що встановлені в приміщенні та їх потужності. А також від умов експлуатації приміщення.

Приймаємо, що протягом роботи системи кондиціонування і вентиляції вікна і двері приміщень актової зали закриті і відчиняються тільки для входу-виходу глядачів на початку та наприкінці заходів.

Протягом поточної роботи актової зали приймається 20-відсоткове навантаження від експлуатаційної складової.

Коефіцієнт перетворення електроенергії, споживаної обладнанням актової зали, в теплову енергію складає 0,6.

Енергетичний паспорт актової зали наведено нижче.

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**УЗГОДЖЕНО:**  
 Заступник директора з АГР  
 В.В. Яремчук  
 „21” / 01 2013 р.

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
 Заступник директора з НВР  
 С.М. Петушенко  
 20 13 р.

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ

Актова зала

(назва та номер кабінету, лабораторії тощо)

### 1. Загальні дані

Найменування параметру	Згідно норм	Фактично
Площа, м <sup>2</sup>	275	275
Висота	7	7
Об'єм, м <sup>3</sup>	1925	1925
Напрямок сторони світла вікон	бульварний	південь, захід
Кількість секцій радіаторів опалення	220	142
Наявність водопроводу з каналізацією	—	—
Вентиляція	природна	природна
Матеріал з якого виготовлені вікна	енергозберігаючі	дерев'яні
Освітлення	штучне рівномірне	ЛДС, галогенні, лампи
Електромережа	однофазна з зазем.	однофазна з зазем.

### 2. Витрати електроенергії

Найменування електрообладнання та модель	Кількість		Потужність, кВт	Кількість годин роботи за добу	Кількість днів роботи за місяць	Витрати електроенергії кВт	
	Необхідна згідно норм	Фактична				за добу	за місяць
<b>1. Освітлення: ЛДС</b>	80	80	0,04	3	10	9,6	96
Галогенні, розж.	3; 18	3; 18	1,5; 108	3	10	13,5; 324	135; 3
<b>2. Електрообладнання:</b>							
ПК	1	1	0,3	3	10	0,9	90
Підсилювач	1	1	0,6	3	3	1,8	5,4
Пурв'ї мікшерний	1	1	0,2	3	3	0,6	1,8
Звукова апаратура	1	1	0,25	3	3	0,75	2,2
Допоміжне обладн.	1	1	0,3	3	3	0,9	2,7
Д. гайки			2	0,5	10	1	10
Одочувачем			2	3	10	6	60
<b>Всього:</b>						31,29	284

+ 70  
?

### 3. Витрати води

Найменування обладнання (умивальників тощо), які витрачають воду	Кількість		Норма витрати води за годину, м <sup>3</sup>	Кількість годин роботи за день	Кількість днів роботи за місяць	Витрати води, м <sup>3</sup>	
	Необхідна згідно норм	Фактична				За добу	За місяць
—	—	—	—	—	—	—	—
Всього:							

### 4. Узагальнені показники нормативних витрат по напрямку енергозбереження

Найменування обладнання	Витрати енергоресурсів	
	за добу	за місяць
<b>1 Електроенергія, кВт</b>		
1.1 Освітлення	26,34	263,4
1.2 Електрообладнання	4,95	21,15
<b>Всього електроенергії, кВт:</b>	<b>31,29</b>	<b>284,55</b>
<b>2 Холодна вода, м<sup>3</sup></b>	—	—

### 5. План заходів (поточний та перспективний) по енергозбереженню

№	Найменування заходів	Виконавець (посада та прізвище)	Термін виконання	Очікувана економія енергоресурсів		Відповідальний за виконання (посада та прізвище)	Примітка про виконання
				%	За добу		
1							

#### Енергетичний паспорт підготовлений та заповнений:

ЗОО КНДБОН  
(завідуючий кабінетом, лабораторією, майстернями тощо)  
Відповідальний за електрогосподарство

[Підпис]  
(підпис)  
В.В.В.

Сторигенко О.  
(ініціали та прізвище)  
С.С. Васильєв

Узгоджено:

Інженер з охорони праці

[Підпис]

М.І. Касаджик

**Примітка:** В навчальних кабінетах, лабораторіях, майстернях дозволяється користуватись обладнанням, який необхідний та використовується лише для проведення навчального процесу. Забороняється користуватись в приміщеннях коледжу електрообігрівальними приладами. Додаткове електрообладнання (кондиціонери, електрочайники, телевізори тощо) дозволяється використовувати з письмового дозволу заступника директора з адміністративно-господарської роботи.

Таким чином, теплове навантаження від електрообладнання актовї зали складає  $Q_5 = 0.6 * 32.79 = 19.67$  кВт

									Арк.
<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

### 3.5 Визначення навантаження на теплообмінне та компресорне обладнання.

Навантаження на компресорне та теплообмінне обладнання розраховується для літнього (таблиця 3.4) та зимового (таблиця 3.5) періодів роботи.

Таблиця 3.4 Теплове навантаження на компресорне та теплообмінне обладнання системи СКП в літній період

Приміщ. актової зали	Теплонадходження через огороження		Теплонадходження від вентиляції		Теплонадходження від людей		Експлуатаційні теплонадходження		Загальне теплове навантаження	
	ТО	КМ	ТО	КМ	ТО	КМ	ТО	КМ	ТО	КМ
	68,5	68,5	89,4	89,4	68,8	55,1	19,7	14,8	246,4	227,8
<b>Всього:</b>									246,4	227,8

Холодопродуктивність компресорів розраховуємо за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_k}{b} \quad (3.8)$$

Де  $k$  - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, апаратах холодильної установки.

$Q_k$  - сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння,

прийнята по зведеній таблиці теплопливів, кВт

$b$  - Коефіцієнт робочого часу.

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_k}{b} = (1,05 \cdot 227,8) / 0,65 = 367,9 \text{ кВт}$$

Таблиця 3.5 Теплове навантаження на компресорне та теплообмінне обладнання системи СКП в зимовий період

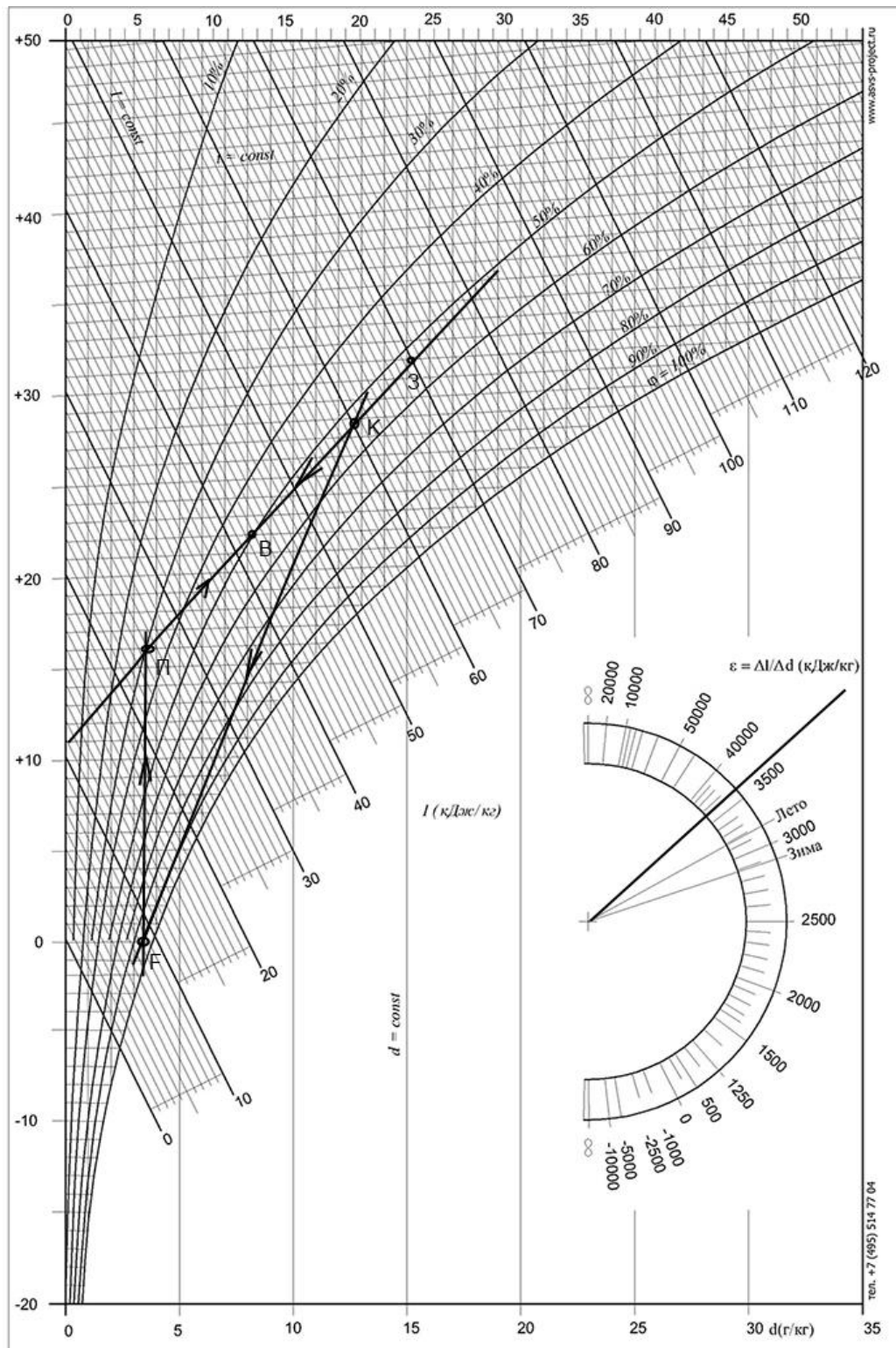
Приміщ. актової зали	Теплонадходження через огороження		Теплонадходження від вентиляції		Теплонадходження від людей		Експлуатаційні теплонадходження		Загальне теплове навантаження	
	ТО	КМ	ТО	КМ	ТО	КМ	ТО	КМ	ТО	КМ
	-73,6	-73,6	-252,2	-252,2	68,8	55,1	19,7	14,8	-237,3	-255,9
<b>Всього:</b>									-237,3	-255,9

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_k}{b} = (1,05 \cdot 255,9) / 0,65 = 413,4 \text{ кВт}$$

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

### 3.6 Визначення потрібної продуктивності системи вентиляції приміщення об'єкту завдання.

Потрібна продуктивність системи кондиціонування повітря розраховується, як різниця між загальною продуктивність по повітрю, що циркулює у приміщенні та кількістю повітря, що домішується у склад суміші.



				<b>БКВ04.018.003 ДПЗ</b>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У теплий період року з метою економії холоду зовнішнє повітря змішується з більше холодним внутрішнім повітрям. Суміш очищається у фільтрі, прохолоджується й осушується, а потім, при необхідності, нагрівається в каналному повітронагрівачі другого.

У холодний період з метою економії теплоти до складу системи вентиляції приєднується рекуператор.

Побудова на H,d -діаграмі зміни стану повітря в кондиціонері з першою рециркуляцією для теплого періоду року вихідних даних:

$t_n = 32^\circ\text{C}$ ;  $h_n = 54,8$  кДж/кг;  $t_p = 24^\circ\text{C}$ ;  $h_p = 45,8$  кДж/кг;  $Q_n = 84310$  Вт;  $M_{gH} = 0,00346$  кг/с;  $t_w = 15^\circ\text{C}$ .

Обчислюємо кутовий коефіцієнт проміня процесу

$$\epsilon = 84,31 / 0,00346 = 24367 \text{ кДж/кг.}$$

Визначаємо, витрата повітря по відомій формулі:

$$G = 3,6 * 84310 / (45,8 - 34,7) = 14384 \text{ кг/ч.}$$

					БКВ04.018.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.7 Розрахунок надходження вологи до приміщення об'єкту завдання

Для підприємств по переробці м'яса кількість вологоприпливів можна приймати по питомому навантаженні на 1 м<sup>2</sup> пола. Так, для приміщень по переробці сушарок ковбас  $\varpi_m = (30 \div 50) 10^{-6}$  кг/(м<sup>2</sup> \* с)

Волого припливи з зовнішнім повітрям, вступним в приміщення без попередньої тепло-вологісної обробки, визначаємо за формулою:

$$W_{вз} = L_{вз} \rho (d_n - d_v) 10^{-3} \quad (3.9)$$

$$W_{вз} = 2,782 \times 1,24 (15,8 - 7) \times 10^{-3} = 0,0304 \text{ кг/с}$$

де  $L_{вз}$  - об'ємна витрата повітря, м<sup>3</sup>/с

$\rho$  - щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>

$d_n - d_v$  - вологовміст зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, г/кг

Волого припливи від людей, кількість вологи, яка виділяється від людей розраховуємо за формулою:

$$W_{л} = \varpi_{чел} * n \quad (3.10)$$

$$W_{л} = 20,8 \times 400 = 62,4 \times 10^{-6} = 0,00832 \text{ кг/с}$$

де  $\varpi_{чел}$  - волого виділення одної людини, кг/с

$n$  - число людей в приміщенні

Якщо в приміщенні є тепло відділенням  $\Sigma Q$  і волого відділенням  $\Sigma W$  вимкнути установку кондиціювання повітря, то його параметри будуть змінюватися. Так, в теплий період року температура, вологість і ентальпія повітря почнуть збільшуватись, і він із стану, характеризуваного точкою В на і - d діаграмі вологого повітря, перейде в стан В1. Процес цієї зміни на і - d діаграмі зображується прямою лінією, що проходить через точку В під кутом, відповідним величині тепло вологого відношення  $\epsilon_p$  по рівнянню

$$\epsilon_p = \frac{\Sigma Q_0}{\Sigma W} \quad (3.11)$$

де  $\Sigma Q_0$  - сумарний приплив теплоти, кВт

					БКВ04.018.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Sigma W$  - сумарний волого приплив, кг/с

$$\varepsilon_{\text{п}}=367,9/0,0387=9502$$

Об'ємна витрата повітря, яку необхідно подати в кондиціонуєму камеру, визначаємо по формулі:

$$L = \frac{\Sigma Q_{\text{п}}}{\rho(i_{\text{в}}-i_{\text{п}})} = \frac{\Sigma Q_{\text{я}}}{\rho c \Delta t_{\text{р}}} \quad (3.12)$$

$$L = \frac{\Sigma Q_{\text{п}}}{\rho(i_{\text{в}}-i_{\text{п}})} = \frac{367,9}{1,24*1,005*10}=29,52 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$L = \frac{\Sigma Q_{\text{п}}}{\rho(i_{\text{в}}-i_{\text{п}})} = \frac{413,4}{1,36*1,005*38}=7,96 \text{ м}^3/\text{с}$$

де  $\rho$  – щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>

$c$  – питома теплоємність повітря, кДж/кг

$\Delta t_{\text{р}}$  – допустима різниця температур, °С

$i_{\text{п}}, i_{\text{в}}$  – питома ентальпія припливного і внутрішнього повітря, кДж/кг

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.8 Визначення температурних режимів роботи установки.

Робочий режим холодильної установки характеризується температурами кипіння, конденсації, переохолодження, усмоктування. Значення цих параметрів вибираю з обліком, що проектувана установка - хладонова

Температура кипіння

$$t_o = t_{\text{вод хол}} - (2-4) ^\circ\text{C} \quad (3.17)$$

$$t_{o1} = 8 - 4 = 4^\circ\text{C}$$

Температура конденсації

$$t_k = t_{\text{в2}} + (10-15) ^\circ\text{C} \quad (3.18)$$

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

Температура усмоктування

$$t_{\text{вс}} = t_o + (15 - 20) ^\circ\text{C} \quad (3.19)$$

$$t_{\text{вс1}} = 4 + 20 = 24^\circ\text{C}$$

Температура переохолодження холодоагенту визначається з рівняння теплового балансу РТО

$$h_3 = h_{3'} - (h_1 - h_{1'}) = 259 - (418 - 399) = 240 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$t_{\text{про1}} = 4^\circ\text{C}$$

$$t_3 = 29^\circ\text{C}$$

					БКВ04.018.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.9 Побудова циклу енергетичної установки. Визначення параметрів вузлових точок в режимі холодильної машини та теплового насосу.

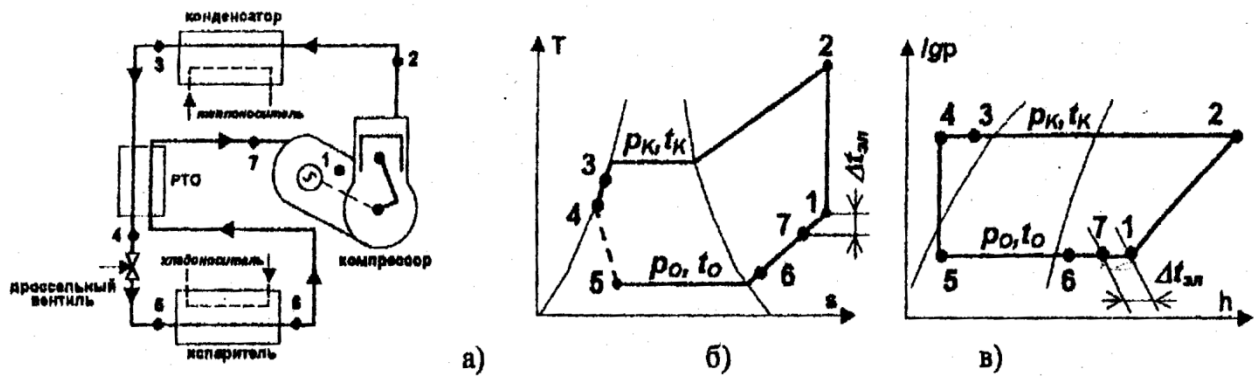


Рис.3.8 Схема (а) і цикл (б, в) роботи енергетичної установки системи кондиціонування повітря актовї зали ОТФК ОНТУ.

В якості робочої речовини використовується фреон R410A

Таблиця 3.6 Параметри вузлових точок циклу в режимі «літо»

	0	1	2	3	4	5	6	7
P, МПа	0,9	0,9	2,68	2,68	2,68	0,9	0,9	0,9
t, °C	4	30	89	42	35	4	10	25
i, кДж/кг	425	450	485	275	240	240	430	440
v, м <sup>3</sup> /кг	-	0,034	0,0125	-	-	-	-	-

Таблиця 3.7 Параметри вузлових точок циклу в режимі «зима»

	0	1	2	3	4	5	6	7
P, МПа	0,29	0,29	1,95	1,95	1,95	0,29	0,29	0,29
t, °C	-30	0	92	30	23	-30	-25	-5
i, кДж/кг	405	429	495	218	230	230	410	420
v, м <sup>3</sup> /кг	-	0,125	0,0175	-	-	-	-	-

### 3.10 Тепловий розрахунок і добір компресорного обладнання.

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_o = i_1 - i_4 \quad (3.20)$$

Масова витрата пари

$$M_d = Q_o / q_o \quad (3.21)$$

де  $Q_o$  - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт  
Дійсна об'ємна подача

$$V_d = m_d v_1 \quad (3.22)$$

де  $v_1$  - питомий обсяг усмоктуваного пари, м<sup>3</sup>/кг  
Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_i \lambda_{\omega 1} \quad (3.23)$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} - c \left( \frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} \right) \quad (3.24)$$

$$\lambda_{\omega'} = T_o / T_k \quad (3.25)$$

Теоретична об'ємна подача

$$V_T = V_d / \lambda \quad (3.26)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність в робочих умовах:

$$q_v = q_o / v_1 \quad (3.27)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність в стандартних умовах:

$$q_{v \text{ ст}} = q_{o \text{ ст}} / v_1' \text{ ст.} \quad (3.28)$$

Коефіцієнт подачі компресору в стандартних умовах:

$$\lambda_{\text{ст}} = \lambda_{i \text{ ст}} \lambda_{\omega' \text{ ст.}} \quad (3.29)$$

Стандартна холодопродуктивність:

					БКВ04.018.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{o \text{ ст.}} = Q_o q_{v \text{ ст.}} \lambda_{\text{ст.}} / (q_v \lambda) \quad (3.30)$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = m_d (i_2 - i_1') \quad (3.31)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_i = \lambda_{\omega}' + b t_o \quad (3.32)$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (3.33)$$

Потужність тертя:

$$N_{\text{тр}} = V_{\text{т}} P_{\text{тр}} \quad (3.34)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} \quad (3.35)$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{\text{дв}} = (1,1 \div 1,12) N_e / \eta_{\text{п}} \quad (3.36)$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт:

$$\varepsilon_e = Q_o / N_e \quad (3.37)$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_k = m_d (i_2 - i_3) \quad (3.38)$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.8

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.8 Тепловий розрахунок і добір компресора

Параметр	Одиниці вимірювання	Режим «літо»	Режим «зима»
Питома масова холодопродуктивність	кДж/кг	165	180
Питома об'ємна холодопродуктивність	кДж/м <sup>3</sup>	4852,9	1440
Питома адіабатна робота стискання	кДж/кг	35	90
Питоме навантаження на конденсатор	кДж/кг	210	277
Масова витрата холодоагенту	кг/с	2,229	2,297
Дійсна об'ємна подача компресора	м <sup>3</sup> /с	0,0758	0,287
Коефіцієнт впливу «мертвого» простору		0,945	0,846
Коефіцієнт впливу неадіабатності стискання		0,835	0,716
Коефіцієнт подачі компресора		0,789	0,606
Теоретичний об'єм, описаний поршнями компресора	м <sup>3</sup> /с	0,0961	0,474
Адіабатна потужність компресора	кВт	78,04	89,4
Індикаторний ККД компресора		0,845	0,641
Індикаторна потужність компресора	кВт	92,388	96,8
Потужність, що витрачається на тертя	кВт	3,84	5,4
Ефективна потужність	кВт	96,23	101,1
Електрична потужність	кВт	100,24	104,5
ККД РТО		0,652	0,363
Холодильний коефіцієнт дійсного циклу		4,714	2
Холодильний коефіцієнт циклу Карно		7,289	4,05
Ступінь перетворення		0,647	0,494
Потрібна холодопродуктивність	кВт	367,9	413,4
Навантаження на конденсатор	кВт	460,3	510,2

Добір обладнання проводять для найбільш несприятливих умов.

Приймається два компресори 8FE-70-40P

Ступени регулювання продуктивності 100%

Холодопроизвод-сть 210 kW

Произв-сть испарителя 191,5 kW

Потребл. мощность 53,9 kW

Ток (400V) 100,9 A

Напряжения питания 380-420V

Производительность конденсатора 265 kW

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СОР/КПД 3,55

СОР/КПД \* 3,51

Массов. расход 3964 kg/h

Режим эксплуатации Стандарт

Температура нагнетания без охлаждения 107,5 °С

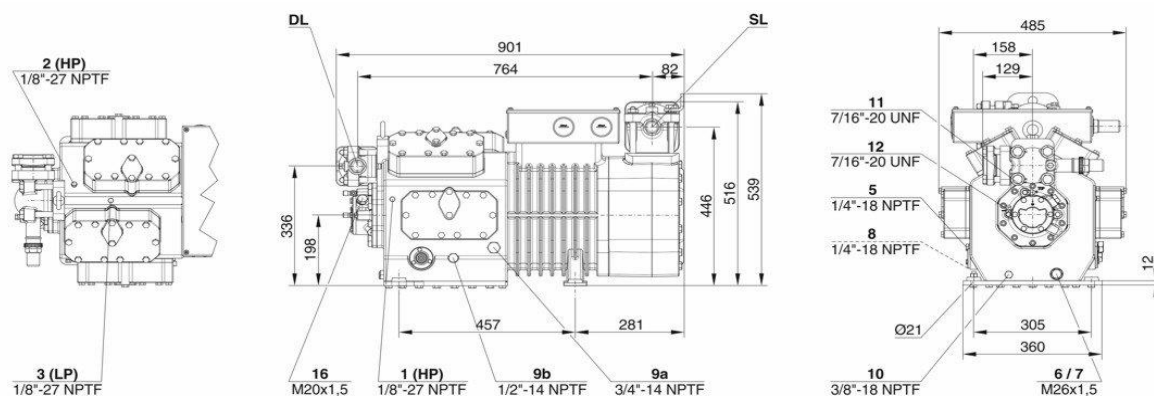


Рис.3.9 Компрессор 8FE-70-40P

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц) 221 m<sup>3</sup>/h

Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня 8 x 82 mm x 60 mm

Вес 374 kg

Макс. избыточное давление (НД/ВД) 19 / 28 bar

Присоединение линии всасывания 76 mm - 3 1/8"

Присоединение линии нагнетания 54 mm - 2 1/8"

Тип масла для BSE32(Standard)

Версия мотора 1

Напряжение мотора (др. по запросу) 380-420V -50Hz

Максимальный рабочий ток 139.0 A

Соотношение обмоток 60/40

Пусковой ток (ротор заблокирован) 401.0 A D / 590.0 A DD

					БКВ04.018.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мах. энергопотребление 78,0 kW

Защита мотора SE-B2

Класс защиты IP54 (Standard)

Антивибрационные демпферы Standard

Заправка масла 5,0 dm<sup>3</sup>

Датчик температуры нагнетания Option

Регулирование производительности 100-75-50% (Option)

Плавное регулирование производи-сти 100-50% (Option)

Подогреватель масла в картере 140 W (Option)

Контроль давления масла MP54 (Option), Delta-PII (Option)

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 3.11 Тепловий розрахунок і добір конденсаторного обладнання.

Площа поверхні конденсатора, що передає тепло

$$F = \frac{Q_k}{k \theta_m}$$

де  $Q_k$  - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$k$  - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м<sup>2</sup> К

$\theta_m$  - середня логарифмічна різниця температур між конденсуючимся X/A й охолоджуючим середовищем, °С

Середня логарифмічна різниця температур

$$\theta_m = \frac{t_{в2} - t_{в1}}{2,3 \lg \frac{t_k - t_{в1}}{t_k - t_{в2}}}$$

де  $t_{в1}, t_{в2}$  – температури повітря на вході і на виході з конденсатора, °С

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.9

Таблиця 3.9 Тепловий розрахунок і добір конденсаторного обладнання.

Конденсатор		GCHC RD 080. 1/23-56-0 183 169M <sup>(1)</sup>	
<b>Мощность:</b>	260.0 kW	<b>Хладагент:</b>	
Объемн. расход возд.:	120527 m <sup>3</sup> /h	Т горячего газа:	97.0 °С
Воздух на входе:	32.0 °С	Температура конденсации:	42.9 °С
Высота надур. моря:	0 m	Т выхода конденсата:	41.2 °С
Вентиляторы (EC):	6 шт. 3~400V 50-60Hz	Об. расход гор. Газы:	70.83 m <sup>3</sup> /h
Технические характеристики вент. узла:		Уровень звукового давления:	56 dB(A) <sup>(3)</sup>
Скор. вращ.:	1045 min <sup>-1</sup>	на расстоянии:	10.0 m
Мощность (эл.):	2.66 kW	Уровень звуковой мощности:	88 dB(A)
Потребл. ток:	3.60 A <sup>(5)</sup>	ErP:	Compliant <sup>(4)</sup>
Общее потребл. эл. энергии:	14.20 kW	класс энергетич. эффективности:	E (2014)
Корпус:	Оцинк. сталь, RAL 7035	Трубы:	microox / Алюминий <sup>(6)</sup>
Площадь пов-ти:	266.6 m <sup>2</sup>	Оребрение:	Алюминий <sup>(6)</sup>
Объем труб:	15.9 l	Подключения (на один аппарат):	Медь <sup>(6)</sup>
Шаг оребрения:	—	Вход:	2 x 42.0 * 1.60 mm
Нходов:	1	Выход:	2 x 42.0 * 1.60 mm
Вес (пустой):	561 kg <sup>(7)</sup>	Распределители:	—
Макс. рабочее давление:	32.0 bar	PED classification:	Категория I, module A <sup>(8)</sup>
<b>Размеры</b>			
L =	3600 mm		
W =	2096 mm		
H =	1170 mm		
H1 =	675 mm		
L1 =	3497 mm		
W1 =	2056 mm		
D =	13 mm		




Внимание: схема и размеры распространяются не на все комплектующие!

Кількість конденсаторів 2 шт.

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.11 Схематичне зображення дахового кондиціонера RoofTop

Зовнішній вигляд кондиціонера показано на малюнку 3.12



Рис. 3.12 Зовнішній вигляд дахового кондиціонера фірми Lennox типу RoofTop марки FLEXY™ FC/FH/FG/FD

Технічні характеристики обладнання приведено у таблиці 3.10

Таблиця 3.10 Технічні характеристики дахового кондиціонера

<b>FLEXY™ FC/FH/FG/FD</b>	
Холодопроизводительность брутто (температура наружного воздуха 35°C, температура на входе 27°C, относительная влажность по Eurovent 47%), кВт	230
Холодопроизводительность брутто (температура наружного воздуха 32°C, температура на входе 26°C, относительная влажность 60%), кВт	285
Холодильный коэффициент COP брутто (температура наружного воздуха 35°C, температура на входе 27°C, относительная влажность 47%)	2,1
Холодильный коэффициент COP брутто (температура наружного воздуха 32°C, температура на входе 26°C, относительная влажность 60%)	2,4
Потребляемая мощность при предельных эксплуатационных характеристиках, кВт	80
Теплопроизводительность нетто (температура наружного воздуха 7°C, температура на входе 20°C), кВт	173,2
Холодильный коэффициент COP нетто (температура наружного воздуха 7°C, температура на входе 20°C)	3
Теплопроизводительность газового модуля, кВт- S/H(1)	120/180
Теплопроизводительность электрического воздушонагревателя, кВт- S/H(1)	36/72
Теплопроизводительность водяного воздушонагревателя (температура воздуха на входе 20°C, температура воды 90/70 °C), кВт- S/H(1)	162/287
Количество компрессоров/ Количество контуров, шт.	4/4
Компрессор, тип	4SZ185
Масса хладагента в контуре, кг	11
Макс. температура наружного воздуха в режиме охлаждения, °C	40
Номинальный расход воздуха при 150 Па, м <sup>3</sup> /ч	33000
Мин. расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	24000
Макс. расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	36000
Уровень звукового давления на расстоянии 10м, дБА	64
Уровень звуковой мощности на выходе внутреннего блока, дБА	94

					<b>БКВ04.018.003 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 4.1 Автоматизація енергоустановки об'єкту завдання.

У схемі автоматизації передбачається взаємодія різних приладів автоматичного регулювання, захисту, пускових пристроїв і сигналізації.

Схема автоматизації забезпечує незалежність взаємодії приладів, максимально можливу простоту,

зручність налагодження приладів, їхнього обслуговування, заміни й ремонту.

Регулювання заповнення камерних приладів охолодження здійснюється підтримкою заданого перегріву плавною зміною подачі рідини за допомогою ТРВ.

Установлені в камерах реле температури періодично відкривають і закривають соленоїдні вентиля на лінії подачі рідкого холодоагенту, що перебувають перед ТРВ. Після ТРВ встановлюють спеціальний розподільник рідини РЖ.

Температура в камері схову регулюється пуском і зупинкою компресора від реле температури випарника РТ, що управляє котушкою магнітного пускача П.

Для захисту компресора від перегріву в кожусі його встановлюють реле температури РТК, що при 85-95 0С розмикає свої контакти й зупиняє компресор.

Для захисту мережі від короткого замикання й електродвигуна від токовищ перевантаження в силовому ланцюзі встановлений автомат АВ. Він же служить кнопковим рубильником.

При 12-кратному перевантаженні відключення відбувається майже миттєво. При тривалому перевантаженні спрацьовує тепловий захист автомата. Для повторного включення автомата типу АП50 потрібно через 10-15 хвилин після спрацьовування натиснути на кнопку.

Для відтавання випарника в реле температури РТ типу РТХО є кнопка. При натисканні кнопки відключається соленоїд, що живить рідким холодильним агентом повітроохолоджувачі камери в якій виробляється

					БКВ04.018.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відтайка. Поки температура випарника не підвищиться на 4-6 0С, тобто відбудеться відтавання інею. Тільки тоді соленоїд відкривається. Кожна камера комплектується індивідуальним РТХО.

У проекті підбрані машини з водяним охолодженням конденсатора, регулювання тиску в конденсаторі відбувається автоматично.

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 4.2 Організація монтажних робіт та експлуатації обладнання.

Монтаж холодильного встаткування - це комплекс робіт з його налагодження, пуску й експлуатації.

Розрізняють три різних способи проведення механічних робіт: державний, підрядний і змішаний.

До початку монтажних робіт проводять організаційно-технічну підготовку, у яку входить: одержання від замовника проектно-технічної документації, розробка й твердження проекту організації монтажних робіт, одержання від замовника встаткування відповідно до проекту.

Проектно-технічна документація складається із креслень

генерального плану з підземними й наземними комунікаціями, транспортними шляхами, креслень холодильної установки, холодильних камер, трубопроводів і т.д.

Холодильні машини продуктивністю до 20 кВт

поставляються заводами-виготовлювачами у вигляді компресорно-конденсаторного агрегату й випарно-регулюючого агрегатів із щитами керування й сигналізації в повністю зібраному виді. Внутрішні порожнини машин й апаратів після промивання й осушки випробовують на герметичність і заповнюють сухим інертним газом. Поставляють агрегати із закритими запірними вентилями й запломбованими штуцерами. Після прибуття встаткування на місце монтажу агрегати встановлюють на фундаменти, виверяють за рівнем, закріплюють болтами. Навішують і закріплюють охолодні прилади, установлюють і закріплюють допоміжні апарати, підганяють по місцю й монтують рідинні, газові, допоміжні трубопроводи. Потім установлюють щити керування й сигналізації, монтують електропривод до компресора, підключають до щитів прилади

					БКВ04.018.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоматики. По закінченні монтажу систему випробовують на щільність надлишковим тиском, вакуумуванням і хладоном. Після випробувань систему заправляють маслом і хладоном. Перед пуском установки проводиться настроювання приладів автоматики на розрахунковий режим. Якщо результати випробувань позитивні, становлять акт про передачу холодильної установки в експлуатацію.

Ремонт устаткування - це відновлення його працездатності, втраченої в процесі експлуатації.

Ремонт будь-якого встаткування полягає в розбиранні, очищенні, дефектації вузлів і деталей.

Система планово-попереджувальних ремонтів передбачає зупинку машини на ремонт через певне число годин експлуатації. Ця система містить у собі: періодичне виконання технічних оглядів і перевірок частин холодильної установки в строки, установлені правилами технічної експлуатації холодильних машин; виконання профілактичних і ремонтних робіт до наступного планового ремонту.

Для холодильних компресорів і механізмів прийняті поточний, середній і капітальний ремонти.

Поточний ремонт передбачає мінімальний обсяг робіт і пов'язаний із заміною або відновленням швидкозношуваних деталей. Проводиться звичайно один раз в 1,5 -2 роки. До категорії поточного ремонту відносять профілактичний ремонт, що включає технічний відхід, перебирання механізмів, устаткування, заміну зношених частин запасними.

Середній ремонт полягає у відновленні його експлуатаційних характеристик шляхом ремонту або заміни зношених деталей з обов'язковою перевіркою технічного стану інших складових частин й усуненням виявлених несправностей.

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Капітальний ремонт передбачає повне відновлення його надійності шляхом розбирання, дефектації, заміни або ремонту всіх складових частин, комплексної перевірки, регулювання й випробування об'єкта. Його виконують один раз в 5-6 років.

Середній і капітальний ремонт об'єкта можна виконати тільки із залученням спеціалізованих організацій.

Експлуатація холодильної установки містить у собі створення й підтримка нормативних температурно-вологісних режимів в охолоджуваних приміщеннях, забезпечення технологічних процесів за умови безпечної й надійної роботи встаткування.

Обслуговування холодильної установки містить у собі наступні операції: пуск, зупинка, регулювання режиму роботи, усунення несправностей у роботі, проведення дрібного поточного ремонту встаткування, спостереження за системою автоматизації, ведення обліку роботи холодильної установки.

Особливості експлуатації фреонових установок обумовлені специфічними властивостями фреонів.

Якщо компресор фреонової установки працює короткочасно, тиск нагнітання й усмоктування низьке, то причиною цього є утворення крижаних пробок у ТРВ, недостатня поглинальна здатність осушувача.

У цьому випадку необхідно встановити додатковий осушувальний патрон і включити його на 14-16 годин.

Якщо при несправних заглушках волога потрапила у випарні батареї, то простим способом її видалення є продувка

батареї сухим повітрям, азотом або фреоном. Як поглинач вологи використовується силікагель із зернами розміром 3,6-6 мм.

					БКВ04.018.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо компресор фреонової установки працює з короткочасними зупинками, а тиск на високій і низькій стороні нормальне, то допускаються пропуски в клапанах через прокладку голівки блоку або допускаються значні перевищення теплоприпливів.

Часто при експлуатації холодильних установок має місце повна або часткова втрата фреону із системи.

У цьому випадку агрегат не включається, тиск нагнітання й усмоктування біля нуля; зміювики випарника не покриваються інеєм. Іноді спостерігається втрата фреону з термобаллона, капілярної трубки. У цьому випадку шляхом настроювання ТРВ не дається збільшити подачу рідкого фреону у випарну систему. Необхідно відремонтувати силову частину й замінити капілярну трубку.

Коли прохідний розтин рідинного зміювика теплообмінника зменшено при виготовленні або забруднено настільки, що не вдається домогтися необхідної холодопродуктивності, а компресор сильно розігрівається через зниження тиску кипіння, потрібно довести прохідний розтин зміювика до нормативного.

На проектованому холодильнику передбачається примусова циркуляція повітря через випарник. При порушенні нормальної роботи вентилятора може різко погіршитися теплопередача від повітря до випарника й температура в холодильній камері збільшиться. У цьому випадку рідкий фреон у випарнику майже не випаровується, він може потрапити в циліндр компресора й викликати гідравлічний удар.

Вологий хід компресора може мати місце, коли ТРВ сильно відкритий внаслідок неправильного положення клапана на сідлі. При цьому стінки компресора покриваються інеєм, тиск усмоктування підвищується, а тиск нагнітання залишається постійним. Варто перекрити подачу холодильного агента на камеру, вручну за допомогою спеціального

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гвинта, розташованого в нижній частині ТРВ підняти сідло й повернути в колишнє положення, відновивши подачу рідкого холодильного агента, простежити за нормальним відкриттям ТРВ.

При обслуговуванні фреонової установки вентиля відкривають або закривають тільки за допомогою маховика даного вентиля. По закінченні операції закривають вузол сальника спеціальним ковпаком. У рідинну лінію фреону повинен бути включений фреоновий фільтр. Фільтр перемикають тільки при його очищенні. Після заповнення системи фреоном, а також після ремонту окремих вузлів й апаратів у рідинну лінію включають фреоновий осушувач на 10-12 частину. На всіх вентилях, що перебувають у закритому стані, вивішують таблички з написом "Вентиль закритий".

Всі несправності неаварійного характеру, які неможливо усунути при роботі машини, фіксують у журналі для того, щоб усунути їх при першій зупинці машини.

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 4.3 Охорона навколишнього середовища.

Після подолання озонової кризи кінця XX століття потепління клімату, очевидно, стане основною глобальною екологічною проблемою XXI століття, породженою діяльністю людини. Останнє сторіччя мілленіума виявилось самим теплим,

дані вимірів показали, що за цей період температура підвищилася на 0,6 0,2 0C.

Аналіз цих змін за допомогою різних математичних моделей дозволив з досить великою часткою впевненості затверджувати, що спостережуване за останні 100 років глобальне потепління обумовлене головним чином дією антропогенних факторів - ростом емісії вуглекислого й інших парникових газів.

Крім росту приземної температури з'явилися й інші ознаки глобального потепління, такі, як танення арктичних льодів, руйнування шельфового льоду Антарктики. зменшення крижаного щита Гренландії, що останні 5 років скоротився на 250 км<sup>3</sup>.

Важливою ознакою зміни клімату є спостережуване зниження температури на 5 0C у стратосфері на висоті 50 км і на 30 0C у мезосфері на висоті 70 км. У цих областях атмосфери парниковий ефект не підвищує, а знижує температуру.

Все це свідчить про те, що сьогодні проблема глобального потепління виходить на перше місце, відтіснивши проблему збереження озонового шару на другий план.

Для холодильної промисловості це питання має особливе значення, оскільки "створення холоду" в умовах глобального потепління неминуче зажадає нових значних витрат.

У той же час сама холодильна промисловість, що використовує холодоагенти, що володіють парниковими властивостями, буде сприяти потеплінню клімату.

					БКВ04.018.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цей час у світі відбувається холодильна революція. Монреальський протокол 1987 р. і Киотское угода 1997 р. занесли старі, а потім і нові холодоагенти в розряд регульованих парникових газів. Холодильний мир розділюється на ті, хто ратує за застосування натуральних холодоагентів (аміак, диоксид вуглецю, вуглеводні й суміші), незважаючи на їхні недоліки, і тих, хто залишається, вірний хімічним холодоагентам - фторированным вуглеводням.

Прискорення темпів технологічного прогресу на нашій планеті зумовлює посилення впливу людей на природу, що призводить до якісної зміни співвідношення сил між суспільством і природою. Водночас природні ресурси є основою життя і розвитку людського суспільства і джерелом задоволення потреб.

Сама людина – це частиночка природи і своєю життєдіяльністю масштабно впливає на природне середовище. Змінами, які вносить людина в навколишнє середовище, вона змушує його служити своїм цілям і господарює над природою. Це істотно відрізняє людину від інших представників живого світу, які також користуються навколишнім середовищем, але впливають на нього лише в міру своєї присутності. На сучасному етапі все людство поставлене перед фактором існування незворотних процесів в природі, виникнення нових шляхів перетворення і переміщення енергії і речовин.

Цей процес посилюється розвитком виробничих сил і збільшенням маси речовин, що залучаються в господарський обіг. Через це в навколишнє середовище надходить все більше й більше різноманітних речовин, які йому чужі, а часом токсичні. Значна частина з них не включається в природний кругообіг, накопичується в біосфері і зумовлює небажані екологічні наслідки. Відомо, що екологія - це наука взаємовідносин між живими організмами і сферою їх перебування, тому наслідки промислової і господарської діяльності людства можуть завдати непоправні збитки біосфері і велику шкоду людині.

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забруднюючі речовини, що потрапляють в природне середовище здатні переміщуватись на досить великі відстані, а закономірність цих процесів вивчена ще недостатньо. Ці речовини мігрують у великих кількостях в контурах окремих складових біосфери. Так в атмосфері вони переносяться повітряними течіями. Ступінь їх розсіювання формується швидкістю і напрямом переміщення повітряних мас і залежить від метеорологічних умов. потрапивши у воду, забруднюючі речовини окиснюються мікроорганізмами або адсорбуються частинками речовин, які є у воді.

В обох випадках рівень переміщення забруднюючих речовин у гідросфері залежить від багатьох гідрогеологічних особливостей водного об'єкту. Процеси руйнування і масопереносу здійснюють міграцію забруднюючих речовин в ґрунті.

Великомасштабні нагромадження промислових відходів зумовлюють високий рівень забруднення літосфери, гідросфери, атмосфери, спричиняють підвищення захворюваності людей і тварин, зникнення окремих видів рослин і тварин, загибель деяких унікальних природних територіальних комплексів, прискорення корозії металів, зниження врожайності сільськогосподарських культур і продуктивності тварин, погіршення багатьох властивостей екологічних систем, прискорення і нерациональне використання ресурсів і енергії, радіоактивне забруднення навколишнього середовища.

В історії є багато прикладів, які свідчать, що регіональні екологічні зміни призводили до утворення пустель, знищення лісів, засолення ґрунтів, створення мертвого ландшафту. Масове техногенне знищення лісів на планеті зумовлює глибокі зміни у водному режимі в цілому, посилює процеси ерозії ґрунтів, призводить до замулення річок і озер, засухи та нехватки прісної води, спричиняє руйнуючі повені. В епоху інтенсивного техногенного землеробства оранка земель, споживання земель, вирубка лісів, будівництво іригаційних систем докорінно змінили характер ландшафтів в

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місяцях перебування людей. Проте розвиток промисловості вимагає все більшого включення в господарський обіг таких природних ресурсів, як корисні копалини, вода, земля, ліс, продукти морів і океанів, тваринного і рослинного світів тощо. Експлуатація природних ресурсів, яка постійно інтенсифікується, вже призвела і надалі призводить до їх вичерпання.

Уже сьогодні існують дуже забруднені водоймища, ґрунти, повітря, що негативно впливають на стан економіки, становлять істотну загрозу здоров'ю людей. Планетарна біохімічна сила досягла нині значних розмірів. Сьогодні вже не існує на нашій планеті куточків, в яких би не був присутній вплив в тій чи іншій мірі техногенної діяльності людини. Навіть в Антарктиді і Арктиці відмічені радіоактивні опади, продукти згорання, отрутохімікати. Внаслідок незбалансованої антропогенної дії в біосфері планети зникли зони біохімічної і енергетичної рівноваги.

Охорона навколишнього середовища, як поняття, охоплює широке коло проблем і насамперед профілактика забруднення повітря і води шкідливими промисловими викидами, продуктами життєдіяльності людини, радіоактивними і отруйними хімічними речовинами, шкідливими наслідками використання мінеральних і органічних добрив, пестицидів і гербіцидів, регуляцію чисельності земних видів тварин, екологічну оцінку наслідків використання ресурсів, а також боротьбу з ерозією ґрунтів. Найбільшу безпеку для біосфери являють відходи техногенного виробництва і побуту, кількість яких різко збільшується з розвитком промисловості і зростанням населення.

Забруднення природного середовища газоподібними, рідкими та твердими відходами викликає його деградацію, завдає шкоди здоров'ю населення і сьогодні залишається гострою екологічною проблемою, яка має пріоритетне соціальне та економічне значення.

Найбільший вплив на забруднення навколишнього середовища здійснюють підприємства металургійного комплексу, енергетики, паливної, хімічної, нафтохімічної та вугільної промисловості.

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шкідливі викиди промислових підприємств та інших джерел забруднення негативно впливають не тільки на навколишнє середовище, але і, в деяких випадках, на стан технічного обладнання і технологічні процеси. Наприклад, осадження пилу на ізоляторах електропередач утворює електропровідний шар, що значно знижує дію ізоляторів.

Практично для всіх виробничих і побутових вод в Україні характерними є низький рівень очищення. Так в 1995 році при скиді в р. Дніпро з 7,4 км<sup>3</sup> стічних вод потрапило 5,4 км<sup>3</sup> нормально очищених, а 2,0 км<sup>3</sup> неочищених стоків. В світі збільшується теплове забруднення води, особливо атомними і тепловими електростанціями, внаслідок чого у водоймищах відбуваються різні біологічні процеси, в тому числі так зване "цвітіння води", яке змінює властивості води, негативно впливає на життєдіяльність риб. Великої шкоди гідросфері завдає поховання без належного контролю токсичних і вибуховонебезпечних відходів, а також забруднення водоймищ нафтопродуктами.

В деяких океанах є плями нафтопродуктів діаметром 500 км. Наявність нафти у воді згубно діє на екосистеми. Щорічне надходження нафтопродуктів у води океану становить понад 10 млн. т. Нафтова плівка на поверхні води змінює тепломасообмін енергією, вологою і газами між водою і атмосферою. За наявності плівки випаровування води з поверхні водоймища зменшується вдвічі, що впливає на погодні умови.

Одним із важких металів, що сильно забруднює водоймище і шкідливо впливає на все живе, є ртуть. Ртуть, яка надходить у воду, використовується бактеріями. З ними вона потрапляє у їжу риб, а потім до організму людини. Ртутне забруднення водоймищ нині є дуже поширеним.

Основними джерелами забруднення ртуттю є промислові підприємства, які скидають у водоймища неочищені викиди фарб і етилену. Багато видів сучасних виробництв характеризуються утворенням токсичних рідких і твердих відходів, для яких немає задовільних технологій очищення або знезаражування і тому вони потребують тривалої ізоляції від біосфери,

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хоча забезпечити таку ізоляцію дуже важко. Медициною встановлено, що надмірне забруднення повітря є однією з головних причин збільшення кількості легеневих і ракових захворювань на сухоту дітей та відхилення їхньої психіки.

Газоподібні викиди в більшості галузей промисловості очищаються від забруднюючих речовин на 90 ... 95% (промисловість будівельних матеріалів, хімічна та нафтохімічна промисловості).

Але в електроенергетиці і кольоровій металургії очищення знижується до 83 ... 84 %, а в нафтодобувній і газовій – до 3 ... 4 %. Промислові підприємства і транспорт щорічно викидають в атмосферу 1 млрд. тонн аерозолів і газів, стільки ж сажі. У великих містах планети відбувається сильне забруднення атмосфери інертним пилом і шкідливими пилоподібними викидами, яких нині налічується понад 200 видів. Найбільш небезпечним і поширеним є забруднення атмосфери оксидами азоту, сполуками свинцю і деякими іншими речовинами, що надходять в повітря з автомобільними газами. Досить складним, але істотно помітним для планети, є механізм дії на навколишнє середовище фреонів, які широко використовуються в холодильній техніці. Фреони, які вивільнилися і досягли шарів атмосфери, руйнуються ультрафіолетовими променями. Атоми хлору, що виділяються при цьому, взаємодіють з азотом і зменшують його вміст в стратосфері. Але саме азот поглинає велику частину ультрафіолетового випромінювання. Крім того фреони не дають змоги розсіюватись інфрачервоним променям в космосі, що може вплинути на клімат Землі.

Підвищений вміст вуглекислого газу в атмосфері призводить до того, що Земля засвоює більше сонячної енергії. Це в сукупності з викидами теплоти від господарської діяльності людства призводить до потепління клімату планети. Така дія техногенезу на думку вчених-кліматологів призведе в кінці ХХІ сторіччя до підвищення температури на Землі на 3–5° С. при цьому розпочнеться танення льодовиків північного і південного

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полюсів, що в свою чергу, призведе до підвищення рівня води в світовому океані і затоплення великих площ поверхні Землі.

Кислотні дощі - одна із найтяжчих форм забруднення навколишнього середовища, страшна хвороба біосфери. Вони утворюються внаслідок горіння палива. Через це в атмосфері утворюються слабкі розчини сірчаної і азотної кислот. Кислотні дощі підвищують кислотність водного середовища, призводячи його до кристалічного стану. Проникнення в ґрунт таких вод веде до зміни його структури, згубно впливає на мікроорганізми, розчиняє природні мінерали і цим самим забирають у рослин їх джерело живлення. Кислотні дощі за допомогою повітряних течій переміщуються з однієї країни в другу.

Забруднення атмосфери промисловістю, транспортом і теплогенеруючими установками призвело до захворювань багатьох порід дерев. Істинною катастрофою для планети стала ерозія ґрунтів, що є наслідком невдалого сільсько- і лісогосподарування. Кожну добу в світі гине від ерозії 110 га ґрунтів, що обробляються, а на відновлення родючого шару ґрунтів товщиною 2 см необхідно до 1000 років, і достатньо одного дощу, щоб його зруйнувати.

Нераціональна агротехніка, меліорація, застосування великої кількості хімічних сполук, розорюваність великих площ в сільському господарстві нанесли велику шкоду не тільки стану ґрунтів, але і всім живим істотам, що опинились в зоні їх діяльності, Екологічно кризовий стан України посилюється безвідповідальним ставленням керівників міністерств, відомств, підприємств різних форм власності, виконавчої влади на місцях, контролюючих державних органів, прорахунками у використанні природних ресурсів, відсутністю дійових екологічних важелів для ресурсозбереження і охорони природи. Цьому сприяють прорахунки в розміщенні виробничих сил держави, реальних повноважень у місцевих органів влади щодо контролю по використанню природних ресурсів.

					<b>БКВ04.018.004 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз екологічної ситуації засвідчує, що головну загрозу являє не науково-технічний прогрес, а відсутність механізму регулювання відносин суспільства з природним середовищем і виробництвом, що призводить до небажаних змін природного середовища і нерационального використання природних ресурсів.

					БКВ04.018.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Вхідні дані

Таблиця 4.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1	Найменування об'єкту	Реконструкція системи кондиціонування та вентиляції повітря актових залі ВСП ОТФК ОНТУ
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодоагент	фреон R-410a
4	Марка масла	BSE32(Standard)
5	Наявність градирні	—
6	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	440
7	Ступінь автоматизації	повна
8	Кількість змін праці	—
9	Витрати масла на 1 компресор, кг	5
10	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0,5
11	Кількість зарядженого фреону на 1 компресор, кг	35
12	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	4,30
13	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	408,0
14	Ціна 1 кг масла, грн.	1355,0
15	Тип системи кондиціонування у вихідному варіанті	Центральний + вентиляційна система
16	Тип альтернативної системи	Даховий кондиціонер типу Rooftop

					БКВ04.018.005 ДППЗ	Акр.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Холодопродуктивність, кВт	$t_0$ °C	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна, грн.
1	Даховий кондиціонер фірми Lennox типу RoofTop	FLEXY ™ FC/FH/F G/FD	2	210	4	80	278174

					<b>БКВ04.018.005 ДППЗ</b>	Акр.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

## 4.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_M = C_H \cdot K_H, \quad (4.1)$$

де  $C_H$  – ціна одиниці обладнання, грн.

$K_H$  – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_M = 278174 \cdot 2 = 556348 \text{ грн.}$$

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 4.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт.	Ціна за 1 обладнання, грн.	Сумарна вартість, грн.
1	Даховий кондиціонер фірми Lennox типу RoofTop	FLEXY™ FC/FH/FG/FD	2	278174	556348
2	Разом сумарна вартість обладнання				556348
3	Вартість іншого обладнання				55634,8
4	Витрати на монтаж і транспорт				83452,2
5	Загальна вартість				695435

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

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

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

$$K_B = 0 + 695435 = 695435 \text{ грн.}$$

					БКВ04.018.005 ДППЗ	Акр.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.3 Розрахунок цехових витрат

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

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

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

де  $Q_0$  – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

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

$$Q_{ст} = 210 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 19440 = 4082400 \text{ тис. кДж}$$

### 4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

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

Розрахунки проводяться у таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\sum Q_0$	420
2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	$q_a$	0,5
3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	$K_p$	1,05
4. Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	408,0
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.} = \sum Q_0 \cdot q_a \cdot K_p \cdot Z_{x.a.} \cdot K_{x.a.}$	121716
7.Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	$m$	5
8.Кількість компресорів, шт	$n$	2
9.Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	$K_b$	1,2
10.Кількість разів змін масла за рік	$R$	–

					<b>БКВ04.018.005 ДПІЗ</b>	Акр.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.4

11.Середня ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M$	1355,0
12.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_M$	1,14
13. Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=m \cdot n \cdot K_B \cdot R \cdot Z_M \cdot K_M}$	18536,4
14.Разом:	$C_p = C_{x.a} + C_M$	140252,4
15.Інші витрати (5%)	$C_i = C_p \cdot 5/100$	7012,6
16.Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	147265

### 4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергію

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

Таблиця 4.5 – Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Ном.п отуж ність, кВт	Коеф. викори стання обладнання	Кільк ість устат куван ня	Фонд робочо го часу, годин	Загальна потреба електроен ергії, кВт.год	Витрати на силову електроен ергію в грн
	Вихідні дані		Wh.	Кв.об.	Куст.	Чрік	$W_{заг} = Wh \cdot K_{в.об} \cdot K_{у.}$ Чрік	$C_w = W_{заг} \cdot C_e$
1	Даховий кондиціонер фірми Lennox типу RoofTop	FLEXY тм FC/FH/F G/FD	80	0,85	2	5400	734400	3157920
	Всього	—	80	—	2	—	—	3157920

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

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

де  $C_e$  – ціна 1кВт електроенергії, грн.

### 4.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

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

					<b>БКВ04.018.005 ДППЗ</b>	Акр.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

#### 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:

$$T_{c1} = \frac{ЗП}{Г}, \quad (4.5)$$

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

Г – кількість годин роботи у місяць.

$$T_{c1} = \frac{6700}{164} = 40,85 \text{ грн.}$$

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

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

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

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$T_{c6} = T_{c1} \cdot TK_6, \quad (4.6)$$

де ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу.

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

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

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою:

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

де  $T_c$  – середня годинна тарифна ставка, грн.;

$E_{\phi}$  – ефективний фонд робочого часу, годин;

K – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

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

де  $T_{\phi}$  – тарифний фонд зарплати, грн.;

					<b>БКВ04.018.005 ДППЗ</b>	Акр.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

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

де  $d$  – відсоток додаткового фонду (10%);

Річний фонд розраховується за формулою:

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

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

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

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

Розрахунки заносяться у таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок фонду оплати праці

Назва показника	Формула	Розрахунок
$T_c$ – середня годинна тарифна ставка, грн	$T_c$	73,53
ЕФ – ефективний фонд робочого часу, годин.	Еф	440
К – кількість працівників компресорного цеху	К	1
$T_{\phi}$ - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$ , грн	32353,2
$D$ - сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (25% від тарифного фонду заробітної плати).	$\sum D = T_{\phi} \cdot 25/100$ , грн	8088,3
$O_{\phi}$ - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	40441,5
$D_{\phi}$ - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d)/100$ , грн	3235,3
$P_{\phi}$ - річний фонд	$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$ , грн.	43677
$B_c$ - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_{\phi} \cdot p)/100$ , грн	9609

					<b>БКВ04.018.005 ДПІЗ</b>	Акр.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

#### 4.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду

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

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

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

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

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

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{3436749,90}{4082400} = 0,84 \text{ грн.}$$

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

Усі розрахунки заносяться у таблицю.

Таблиця 4.7 – Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн.	
		На річний виробіток холоду	На одиницю холоду, грн.
1	Допоміжні матеріали	147265	0,04
2	Зарплата виробничих працівників	43677	0,01
3	Відрахування від зарплати	9609	0,00
4	Електроенергія силова	3157920	0,77
5	Цехові витрати (ЗПвир.прац.*(0,2))	8735,4	0,00
6	Амортизація обладнання (10%)	69543,5	0,02
7	Разом цехова собівартість (C <sub>ст</sub> )	3436749,90	0,84

					<b>БКВ04.018.005 ДПІЗ</b>	Акр.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.5. Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря актових зали ВСП ОТФК ОНТУ
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодильний агент	R-134a
4	Марка масла	BSE-32
5	Ступінь автоматизації	повна
6	Сума капіталовкладень, грн	695435
7	Холодопродуктивність компресорів, кВт	420
8	Кількість компресорів, шт.	2
9	Річний виробіток холоду, тис. кДж.	4082400
10	Цехова собівартість, грн.	3436749,90
11	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,84
12	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

					БКВ04.018.005 ДППЗ	Акр.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи вентиляції і кондиціонування повітря для актової зали ВСП ОТФК ОНТУ з низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,84 грн. за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

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

Отже, проєкт системи вентиляції і кондиціонування повітря для актової зали ВСП ОТФК ОНТУ можна вважати доцільним та економічно вигідним.

					<b>БКВ04.018.005 ДППЗ</b>	Акр.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

# 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

## Вступ

Життя й здоров'я громадянина – це найвища цінність держави, саме тому питання безпеки та гігієни праці в процесі трудової діяльності ніколи не втрачає актуальності.

Належна організація охорони праці, яка відповідає вимогам нормативно-правових актів, є основним заходом профілактики та запобігання виробничому травматизму й професійній захворюваності.

Темою дипломного проекту являється проект реконструкції системи кондиціонування та вентиляції повітря актові зали.

Одним із головних завдань є збільшення продуктивності праці, поліпшення якості виробів, досягнення високих економічних показників. Все це нерозривно пов'язане з умовами праці, розробкою та впровадженням заходів до попередження впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників. Тому у даному розділі дипломного проекту приведено основні вимоги до систем вентиляції та кондиціонування повітря в приміщенні.

### 6.1 Вимоги до систем вентиляції та кондиціонування.

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

Інтенсивність повітрообміну регламентується встановленими стандартами для кожного типу об'єктів окремо. Правильно підібрана система вентиляції і кондиціонування повітря дозволяє виключити використання окремих блоків – охолоджувачів або нагрівачів-кондиціонерів, спліт-систем. Замість них встановлюється рекупераційне обладнання, вбудоване безпосередньо в загальну мережу, що не вимагає окремого обслуговування і розміщення.

					БКВ04.018.006 ДПІЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 6.2 Небезпека від кондиціонерів і методи її усунення.

Установки для кондиціонування повітря використовують в приватних будинках, офісах, допоміжних приміщень тощо. З кожним роком кількість продаж кондиціонерів невпинно зростає, що зумовлене низкою причин, такими як ціни, зниження яких зробило кондиціонери більш доступними широкому загалу; більш проста система керування і монтажу, в порівнянні із першими установками і, на решті бажання зробити своє житло, офіс, робоче приміщення більш комфортним.

Поряд з цим, в засобах масової інформації час від часу з'являються публікації, в яких серйозно обговорюються питання безпечності для здоров'я людини систем кондиціонування повітря. Ці питання умовно можна розділити на дві групи: перша – небезпека кондиціонерів, пов'язана із їх конструкційними та функціональними особливостями (розподіл повітряного потоку; витік холодоагенту; шум; ступінь очищення повітря; утворення та відведення конденсату; розповсюдження патогенних мікроорганізмів через центральні системи кондиціонування); друга – небезпека, пов'язана із людським чинником, тобто із тим наскільки правильно людина експлуатує дану установку (правильне використання режимів роботи, професійний монтаж і обслуговування, вчасне очищення фільтрів і т.д.).

У випадку використання кондиціонера, варто пам'ятати, що мікроклімат у приміщенні залежить не тільки від його конструкції, але і дій людини, яка ним керує.

Розглянемо, які ж саме небезпеки приховуються за некоректним використанням систем кондиціонування повітря.

*Недостатній рівень очищення повітря.* У сучасних апаратах встановлена багаторівнева система очищення повітря, що здатна усунути і сигаретний дим, а також затримує пилові частки мікроскопічних розмірів.

Необхідно пам'ятати, що сам кондиціонер що не може забезпечити чистоту повітря. Обов'язково необхідно хоча б один раз на день провітрювати приміщення, насичуючи його киснем. Необхідно також вчасно очищати фільтри кондиціонерів. В будь-якому приміщенні очищення основного фільтру необхідно

					<b>БКВ04.018.006 ДПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

проводити не рідше одного разу на місяць, а також перед початком сезону рекомендується викликати спеціалістів для сервісної підготовки кондиціонера з перевіркою фільтрів.

*Різкі перепади температури*. Потік кондиційованого повітря не повинен бути занадто холодним: важливо не налаштувати термостат на температури, які є набагато нижчими за ту, яка є на даний момент у приміщенні, щоб різниця між температурою зовні і всередині приміщення не була занадто великою (за вказівками, температура, яка підтримується кондиціонером не повинна бути нижчою за температуру зовні більше ніж на 5 – 6°C). Не рекомендується охолоджувати приміщення нижче 24°C, так як це може призвести до переохолодження і застуди.

Перепади температури є шкідливими для респіраторного апарату людини, тому, що надмірний холод є причиною свого роду блокування системи природного захисту дихальних шляхів, провокуючи зменшення вироблення слизу і паралічу м'язів в'язного епітелію, що вкриває носову порожнину, і функцією якого є видалення мікроорганізмів, що присутні у вдихуваному повітрі.

Через це є ризик підхопити класичну застудну хворобу, що включає застуду, біль у горлі, бронхіт і більше того є ризик мігрені, кривошії, болів в суглобах, м'язах і т.ін. Усе це може мати місце у випадку використання кондиціонеру у форсованому режимі нагрівання або охолодження, або ж частого переходу з кондиціонованого приміщення на вулицю і навпаки

Не зважаючи на те, що функціональні можливості сучасних кондиціонерів дозволяють вийти на прийнятну температуру дуже швидко за рахунок турборежиму, робити цього не варто. Крім того, що це створить різкий перепад температур, повітря у такий момент буде рухатись швидше, а це підвищить небезпеку підхопити застуду.

*Шум від працюючого кондиціонера*. Будь-які електричні прилади, в тому числі і установки для кондиціювання повітря, в яких здійснюється обертання і рух механізмів, не можуть працювати абсолютно безшумно. Для зниження рівня

					<b>БКВ04.018.006 ДПІЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

шуму в конструкції сучасних кондиціонерів реалізована новітня система шумозаглушення. Зовнішні блоки багатьох сучасних систем мають рівень шуму набагато нижчий, ніж це передбачено санітарними нормами.

*“Протяги від кондиціонерів”*. Як відомо, кондиціонер не допомагає провітрювати приміщення. Він працює тільки з тим повітрям, що вже є всередині приміщення. Щоб повітря в кімнаті не застоювалось, деякі сучасні моделі генерують плавні повітряні потоки, які, не створюючи ніякого протягу, за спеціальними схемами перемішують повітряне середовище. Дифузор, що рухається і жалюзі можуть відхиляти струмінь повітря до 120 градусів у будь-якому напрямку. Одне натискання на кнопку пульта дистанційного керування, – і прохолода буде рівномірно розподілятися по кімнаті без будь-якого протягу.

*Витік холодоагенту (фреону)*. Нормований витік фреону (приблизно 6 – 8% на рік) відбувається завжди – наслідок з’єднання між блокового трубопроводу шляхом розвальцьовування. Для компенсації цього витоку кондиціонер необхідно позаправляти фреоном кожні 1,5 – 2 роки. Якщо дозаправлення не проводити більше двох років, то кількість фреону в системі впаде нижче допустимого рівня, що позначиться на роботі компресора (наступає перегрів) і кондиціонера в цілому.

Першими ознаками зменшення кількості холодоагенту в системі є утворення інею або льоду на штуцерних з’єднаннях зовнішнього блоку (місце приєднання мідних трубок), і так само недостатнє охолодження повітря в приміщенні.

Всі фреони – є галогенопохідними метану ( $CH_4$ ) і етану ( $C_2H_6$ ), які одержують шляхом заміщення атомів Гідрогену атомами Хлору (Cl) і Флуору (F). Від кількості заміщених атомів Гідрогену залежать фізичні властивості фреону: зі зменшенням кількості атомів Гідрогену зростає стабільність речовини і знижується її горючість. Разом з тим, зі збільшенням кількості атомів Хлору зростає токсичність і озоноруйнуюча здатність холодоагенту

Шкоду, якої завдають фреони озоновому шару оцінюється величиною озоноруйнуючого потенціалу, який для озонобезпечних фреонів дорівнює “0” (R-

					<b>БКВ04.018.006 ДПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

410A, R-407C, R-134A) і для озоноруйнуючих – від 1 (R-12) до 13 (R-10, R-110). Найбільш поширеним був фреон R-12, як тимчасова альтернатива йому був вибраний R-22 (озоноруйнуючий потенціал рівний 0,05).

У більшості Європейських країн використання озоноруйнуючих фреонів заборонено (в Україні така заборона передбачена з 2014 року).

Нові моделі, що поставляються з Європи, працюють тільки на озонобезпечних фреонах R-410A, R-407C. На відмінну від традиційних холодоагентів, ці фреони є сумішами різних фреонів, кожний із яких відповідає за забезпечення певних властивостей. Водночас вони є менш зручними в експлуатації. Так, до складу R-407C входять три фреони : 23% R-32 (збільшує продуктивність), 25% R-125 (виключає можливість спалаху) і 52% R-134A (визначає робочий тиск в контурі холодоагенту). Така суміш не є ізотропною, тому у разі витoku холодоагенту, його фракції випаровуються нерівномірно і оптимальний склад суміші змінюється. Таким чином, у випадку розгерметизації холодильного контуру кондиціонер не можна просто дозаправити ; залишки холодоагенту необхідно злити і замінити новим. Для видаленого із кондиціонерів фреону необхідна спеціальна утилізація. У разі її відсутності, фреон потрапить до атмосфери. І хоча для озонового шару він є безпечним, зате належить до одного із сильних “ парникових газів.

### **6.3 Системи вентиляції та кондиціонування**

Це системи які забезпечують процес видалення відпрацьованого повітря і заміни його зовнішнім з автоматичним підтриманням в закритих приміщеннях всіх або окремих параметрів повітря (температури, відносної вологості, чистоти, швидкості руху повітря, перепаду тиску) з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей, ведення технологічного процесу, забезпечення збереження цінностей.

Промислова вентиляція включає такі етапи, як настройка систем вентиляції, балансування систем вентиляції, настройка перепадів тиску між приміщеннями.

					<b>БКВ04.018.006 ДПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Наявність детального проекту дозволяє гарантувати надійність системи вентиляції і кондиціонування, а також відповідність параметрів її роботи технологічного процесу. На етапі проектування враховуються вимоги GMP, ISO, BO3, вимоги національних стандартів до систем вентиляції, які забезпечують чисті лікарські приміщення, приміщень мікробіологічних лабораторій, дослідницьких лабораторій, лабораторій ЗКЯ, допоміжних приміщень, складів та ін.

Задачею вентиляції є забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов у виробничих та допоміжних приміщеннях.

В окремих випадках для скорочення експлуатаційних витрат на нагрівання повітря застосовують системи вентиляції з частковою *рециркуляцією* (до свіжого повітря підмішується повітря, вилучене із приміщення).

При загальнообмінній вентиляції необхідні параметри повітря підтримуються у всьому об'ємі приміщення. Таку систему доцільно застосовувати, коли шкідливі речовини виділяються рівномірно по всьому приміщенню.

У виробничих приміщеннях, у яких можливо раптове надходження великої кількості шкідливих речовин, передбачається влаштування аварійної вентиляції.

При проектуванні вентиляції необхідно дотримувати ряду вимог:

1. Обсяг припливу повітря  $L_{\text{п}}$  у приміщення повинний відповідати обсягу витяжки  $L_{\text{в}}$ . Різниця між цими обсягами не повинна перевищувати 10-15%.
- 2 При організації повітрообміну необхідно свіже повітря подавати в ті частини приміщення, де концентрація шкідливих речовин мінімальна, а видаляти повітря необхідно з найбільш забруднених зон. Якщо щільність шкідливих газів нижче щільності повітря, то видалення забрудненого повітря виконується з верхньої частини приміщення, при видаленні шкідливих речовин із щільністю більшою — з нижньої зони.
- 3 Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрів, шум, вібрація, пожежовибухонебезпека).
- 4 Система вентиляції повинна бути надійною в експлуатації і економічною .

					<b>БКВ04.018.006 ДППЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

*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 згідно ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень) та ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ (Воздух рабочей зоны).

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.

#### **6.4 Паспортизація вентиляційних систем**

Паспорт системи вентиляції - це документ, який підтверджує відповідність даної системи всім заявленим експлуатаційним параметрам і проекту системи вентиляції і кондиціонування, а також вимогам пожежної безпеки та іншим нормативним вимогам. Складається він після проведення монтажу, налагодження та здачі вентиляційної установки в експлуатацію та є обов'язковим заключним етапом в установці системи вентиляції.

Паспорт системи вентиляції свідчить про реальний стан системи і відображає всі її технічні та експлуатаційні характеристики.

					<b>БКВ04.018.006 ДППЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 7. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди», К:Держбуд України, 1999 р, 61 с
2. ДБН В.2.2-13-2003 «Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди», К: ДКУ з будівництва і архітектури, 2004 р, 105 с
3. ДБН В.2.2-16-2005 «Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади», К: Держбуд України, 2005р, 133 с
4. ДБН В.2.2-3-97 «Будинки та споруди навчальних закладів», К: Держкоммістобудування України, 1997 р, 101 с
5. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», К: Мін.Регіон. розвитку, 2013р, 149 с
6. О.Я. Кокорин, «Современные системы кондиционирования воздуха», М: ИФМ, 2003 р, 272 с
7. Г.В. Нимич, В.А.Михайлов, Е.С.Бондарь, «Современные системы вентиляции и кондиционирования», К: ІВІК, 2003 р, 626 с
8. Е.В.Стефанов «Вентиляция и кондиционирование воздуха», С-Пб:АВОК Северо-запад, 2005 р, 403 с
9. Б.К. Явнель Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989-315с.
- 10.В.К. Якобсон Малые холодильные машины – Из-во “Пищевая промышленность”, 1977.
- 11.Кондрашова Н.Г. , Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки.- М.: Высшая школа, 1980.
- 12.Кошкин Н.М. и др. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. – Л., Машиностроение, 1976.
- 13.Мальгин Ю.В., Мальгина Е.В., Суедов В.П. Холодильные машины и установки.- М.:Пищевая промышленность, 1980.
- 14.Крылов Ю.С. Пирог П.И. и др. Проектирование холодильников – М.: Пищевая промышленность, 1972.
- 15.Проектирование холодильных сооружений. Справочник холодильная техника. – М.:Пищевая промышленность 1978.
- 16.Закон України “Про охорону праці”.
- 17.Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 04.04.1994р., №30.
- 18.Закон України “Про пожежну безпеку”.
- 19.Самойлов А.И., Игнатъев В.П.“Охрана труда при обслуживании холодильных установок”, , М.,1989г.
- 20.Купчик М.П.. Гандзюк М.П., ”Основи охорони праці”, К., 2000р.
- 21.Журнали “Холодильная техника”, “Холод”, “Холодильное дело”.

					БКВ04.018.007 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		