

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж та обслуговування

систем кондиціонування і

вентиляції повітря»

Група: КВ - 05

Дипломний проект

студента денного відділення

КВ 05. 021. 000 ДП

ШСАРЦОВА АНДРІЯ
АНДРІЙОВИЧА

м. Одеса - 2022 р.

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
КВ 05. 021. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря зали засідань
площею 200 м2 на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя

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

Дипломник _____ (Пісарцов А.А.)

Керівник проекту _____ (Селіванов А.П.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Коробкіна О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД _____ (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Голова предметної комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

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

Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ Петушенко С.М.

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

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

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

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

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

Тема дипломного проекту: Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря зали засідань площею 200 м² на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя

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

Вихідні дані для проекту: температура літня 31 °С
відносна вологість повітря літня 60 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Вступ

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

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

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

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

3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

- 3.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря.
- 3.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

- 4.1 Вихідні дані
- 4.2 Розрахунок капітальних вкладень
- 4.3 Розрахунок цехових витрат
- 4.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду
- 4.5 Основні техніко-економічні показники

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Графічна частина:

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

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціонування

Графік виконання проекту

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

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 5 від “ 14” грудня 2021 р.

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Селіванов А.П.)

ЗМІСТ

стор.

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

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

КВ 05 021.000.ДП ПЗ									

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

					КВ 05.0021 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установки систем створення штучного клімату називають теплофікаційними машинами.

Темою дипломного проекту передбачено розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря зали засідань площею 200 м² на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя.

Запоріжжя (прослухати); до 1921 року — Олександрівськ) — місто в Україні, адміністративний центр Запорізької області. За кількістю населення — шосте місто країни (710 052 станом на 1 січня 2022 року).

Розташоване на головній водотранспортній магістралі України — річці Дніпро, у місці її перетину транспортно-комунікаційними коридорами, що з'єднують південь країни зі столицею України, західними та центральними областями України, Донбас із Криворіжжям.

Разом із навколишніми поселеннями утворює Запорізьку агломерацію. Є одним з найбільших адміністративних, індустріальних та культурних центрів півдня України з розвиненим машинобудуванням, чорною та кольоровою металургією, хімічною та будівельною промисловістю, річковим портом і важливим транзитним залізничним вузлом.

Відповідно до Зведеної схеми районного планування України, Запоріжжя займає важливе місце в регіональній системі розселення і виконує функції обласного, міжнародного і районного центрів, кожний з яких має свою зону міжселищного обслуговування. Отож, у зоні впливу Запоріжжя як обласного центра на території 2690 тис. га розташовано 14 міст, 23 селища міського типу, значна кількість сіл і мешкає понад 2 млн осіб. Очолювана Запоріжжям міжрайонна система розселення (приміська зона), вирізняється високим рівнем виробничо-господарського опанування території, високою цінністю сільськогосподарських земель і паго середовища.

Приміська зона охоплює Запорізький, Василівський та Пологівський район (до 17 липня 2020 року — ліквідовані Вільнянський, Орхівський, Кам'янсько-Дніпровський адміністративні райони Запорізької області), загальна площа яких становить 760 тис. га. Тут розташовано 5 міст, 6 селищ міського типу і

					КВ 05.0021 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приблизно 300 сільських населених пунктів. Загальна чисельність населення приміської зони становить приблизно 315 тис. осіб.

Особливістю міста Запоріжжя є те, що в ньому зосереджено приблизно 65 % продуктивних потужностей області й 43 % населення області.

27 червня 2014 року рішенням Запорізької міської ради прийнято остаточний звіт робочої групи з уточнення дати заснування міста і змінена офіційна дата заснування. Робоча група прийшла до висновку, що роком заснування міста є 952 рік на підставі трактату візантійського імператора Костянтина VII Порфієродного «Про управління імперією», як першої писемної згадки про існування городища на обох берегах Дніпра й острові Хортиця.

Площа міста Запоріжжя становить 33 099 га. Показник території на 1000 жителів — 39 га, що приблизно збігається з такими ж показниками по містах України (40 га) і міста такого ж рівня — Дніпра (33 га).

Понад 4 тис. га зайняті водними просторами (12,8 %), близько 8 тис. га займають промислові, комунально-складські об'єкти, спецтериторії, 17,6 % міських земель використовуються в сільському господарстві. Вільні міські землі, що становлять 1,6 % від усієї території міста Запоріжжя, роздроблені й дисперсно розташовані в плані міста.

В умовах континентального клімату комфортне перебування у громадських будівлях та приміщеннях, яким є об'єкт завдання, є кожноднєвною необхідністю.

					КВ 05.0021 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкту завдання

Зали засідань підпадають під ті ж самі норми, що й будівлі, споруди та приміщення актових залів навчальних закладів. 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	КВ 05 0021.001.ДП ПЗ					

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 ²	
	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.

					КВ 05 0021.001.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При естраді передбачаються артистичні (не менше двох приміщень по 12 м²), костюмерні (для зберігання і видачі костюмів - не менше 12 м²), 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 зали засідань на 150 місць площею 200 м², необхідно охарактеризувати об'єкт завдання та класифікувати його, відповідно ДБН.

Зал засідань має 150 посадкових місць. При цьому площа зали без врахування допоміжних приміщень складає **200 м²**.

Конструкція будівлі безкаркасна із стрічковим фундаментом. У якості будівельних матеріалів використані бетонні блоки та червона цегла. Крівля 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.

Для організації підвальних приміщень та системи безпечного виходу з них використана більша глибина залігання фундаменту, ніж нормативна..

Оптимальним місцем для розташування нового обладнання для обробки повітря є дах зали засідань. Система повітророзподілу має розташуватись у каналах стін, під підлогою амфітеатру та у конструкції фальш-стелі.

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

					КВ 05 0021.001.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Вихідні дані.

Темою дипломного проекту передбачено розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря зали засідань площею 200 м² на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя.

Об'єкт проектування знаходиться у м. Запоріжжя із такими показниками параметрів навколишнього середовища:

Місто Запоріжжя лежить у зоні континентального клімату, котрий характеризується теплим літом з малою кількістю опадів. Для літнього періоду характерні посушливі суховії, які в окремі роки бувають особливо сильні. Літо тепле, зазвичай починається в перших числах травня й триває до початку жовтня, охоплюючи період близько п'яти місяців. Найтепліший місяць — липень із середньою температурою 23,8 °С. Найхолодніший місяць — січень, із середньою температурою -2,7 °С. Зима помірно м'яка, часто спостерігається відсутність стійкого сніжного покриву. У середньому, висота снігового покриву становить 14 см, найбільша — 35 см.

Середньорічна температура +11,1 °С, середня температура в липні +23,8 °С, а в січні —2,7 °С.

Середня глибина промерзання ґрунту — 0,8 м, максимальна — близько 1 м.

За умовами забезпеченості вологою територія міста належить до посушливої зони. Середньорічна кількість опадів становить 443 мм, а випаровування з поверхні суходолу — 480 мм, з водної поверхні — 850 мм. При цьому влітку часто спостерігаються зливи, що сильно розмивають поверхню ґрунту.

Відносна вологість повітря о 13 годині становить 60 %, найменша — 40 % — спостерігається в липні — серпні.

Переважні напрямки вітру в теплий період — північний і північно-східний, у холодний період — північно-східний і східний. Середня швидкість вітру становить 3,8 м/сек, посилюючись до 4,2 м/сек на околицях міста. Максимальна швидкість вітру, до 28 м/сек, спостерігається один раз на 15–20 років.

					КВ 05 0021.001.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щороку, у середньому, місто вкрито туманом 45 днів на рік. Найбільше число туманів — 60 на рік.

Задачею системи кондиціонування та вентиляції є підтримка в об'ємі зали засідань 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%.

					КВ 05 0021.001.ДП ПЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту.

Об'єктом проектування є система кондиціонування та вентиляції повітря зали засідань.

Відповідно до попереднього дослідження об'єкту було розроблено технічне завдання, в якому до основних параметрів відноситься площа приміщень, що підлягають кондиціонуванню 200 м². Кубатура приміщень 1965 м³.

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 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 поширюється за системою повітропроводів, в центральні кондиціонери

					КВ 05 0021.001.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

Охолодження потоку повітря здійснюється в трубчастих теплообмінниках з обрешченими трубами. Як холодагент використовується фреон R410A.

					КВ 05 0021.001.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 м³/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 увагу необхідно приділяти установці і натягненню ременя вентилятора : шківні приводів мають бути строго паралельні, а прогин ременя не повинен

					КВ 05 0021.001.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевищувати 10 мм при зусиллі натиску на ремінь посередині між шківками із зусиллям 10 кг (уточнюється по паспорту на ремінь).

Секція шумогасіння складається з шумопоглинаючих пластин, які виготовляються з мінеральної вати, посиленої скловолонистим 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:

- ✓ Широким діапазоном мощностей- від 8 до 140кВт по холоду і теплу, і відповідно от1500до 25000м³/ч;
- ✓ Простотою монтажу і установки;
- ✓ Компактністю;
- ✓ Високою надійністю і економічністю в експлуатації;

					КВ 05 0021.001.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ✓ 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.

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність СКВ зали засідань площею 200 м² на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя. низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,695 грн за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

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

Отже, проект СКВ зали засідань площею 200 м² на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя можна вважати доцільним та економічно вигідним.

					КВ 05 0021.001.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахункові дані.

Об'єктом проектування є система кондиціонування та вентиляції повітря зали засідань.

Площа кондиціонованих приміщень 200 м².

Об'єм приміщень актової зали 1965 м³.

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 – 200.

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.

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Планування об'єкту завдання.



					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Властивості матеріалів будівельних конструкцій об'єкту завдання.

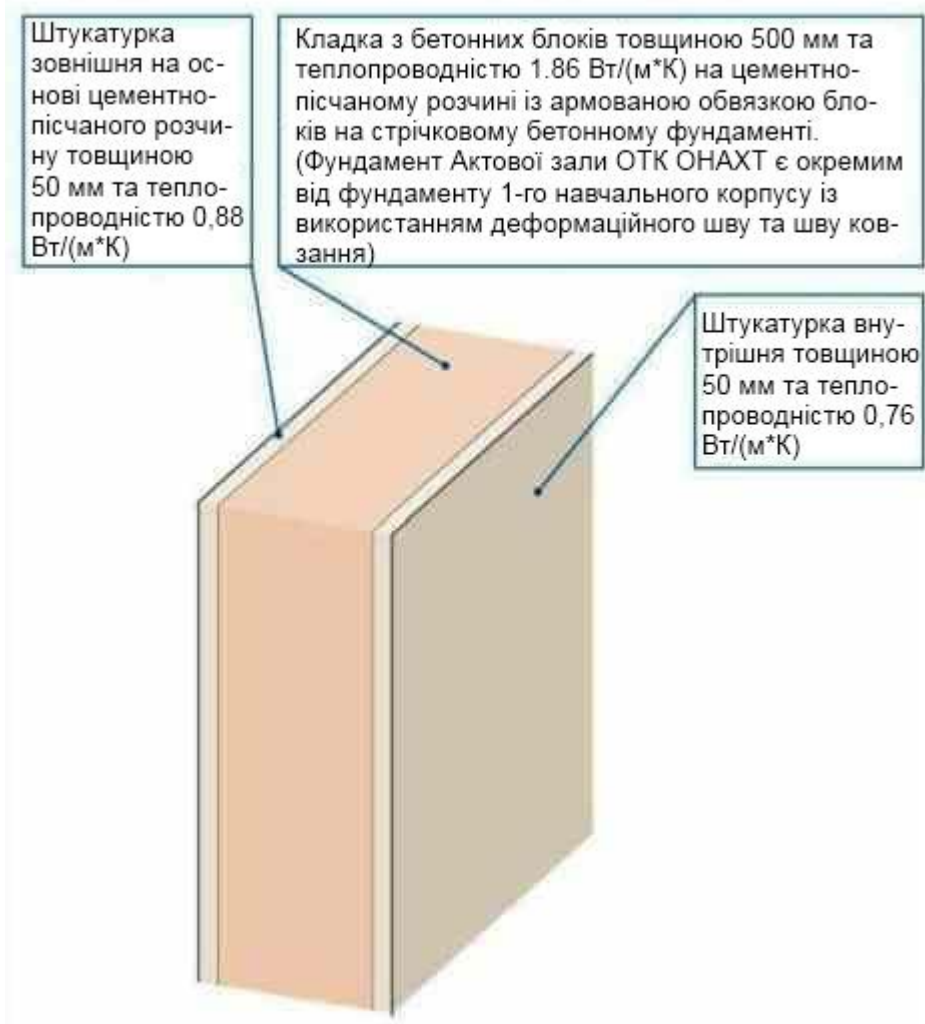


Рис.3.2 Конструкція зовнішніх стін будівлі актової зали ОТК ОНАХТ

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

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	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.

Коефіцієнт теплопередачі огороження розраховується таким чином:

$$k_0^o = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right)}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (2.1)$$

де α_3, α_B - коефіцієнти теплопередачі відповідно зовнішньої і внутрішньої конструкцій, Вт/(м²к);

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ - підсумковий термічний опір всіх шарів, м²к/Вт

Конструкції огорожень не теплоізовані.

Оскільки температура та вологість у залі засідань 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.

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 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:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \quad (2.2)$$

$$Q_{1c} = k_d F \Delta t_c \cdot 10^{-3} \quad (2.3)$$

де Δt_c - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору року.

Теплоприпливи через огороження від різниці температур розраховуємо по формулі:

$$Q_{1T} = k_d F \theta \cdot 10^{-3} = k_d F (t_n - t_e) \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (2.4)$$

де k_d - коефіцієнт теплопередачі огороження, розрахований у розділі 3.3, Вт/(м²*К);

F – площа відповідного типу огороження, м²;

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 2.2 для літнього періоду і таблицю 2.3 для зимового періоду.

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

$$Q_3 = L_3 * \rho * (i_3 - i_{вн}), \text{ кВт} \quad (2.5)$$

де L_3 - об'ємна витрата зовнішнього повітря, $\text{м}^3/\text{с}$;

ρ - щільність повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$;

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

$$L_3 = n * L_{тр}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.6)$$

де $L_{тр}$ - потрібна кількість повітря, $\text{м}^3/\text{с}$;

n - кількість людей у приміщенні.

За результатами розрахунків

$$L_3 = 200 * 0,0069 = 1,38 \text{ м}^3/\text{с}$$

влітку

$$Q_3 = 1,38 * 1,236 * (78 - 52) = 44,35 \text{ кВт}$$

Теплонадходження від людей

$$Q_4 = n_l * q_l, \text{ кВт} \quad (2.7)$$

де q_l - тепло надходження від одної людини

$$Q_4 = 200 * 0,172 = 34,4 \text{ кВт}$$

Експлуатаційні теплоприпливи.

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 зали закриті і відчиняються тільки для входу-виходу глядачів на початку та наприкінці заходів.

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

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

Таким чином, теплове навантаження від електрообладнання зали засідань складає $Q_5=0.6*30=18$ кВт

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Визначення навантаження на теплообмінне та компресорне обладнання.

Навантаження на компресорне та теплообмінне обладнання розраховується для літнього періоду роботи.

Сумарні тепло надходження зформовані на стадії видачі технічного завдання на проектування та становлять близько 200 кВт

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 теплоприпливів, кВт

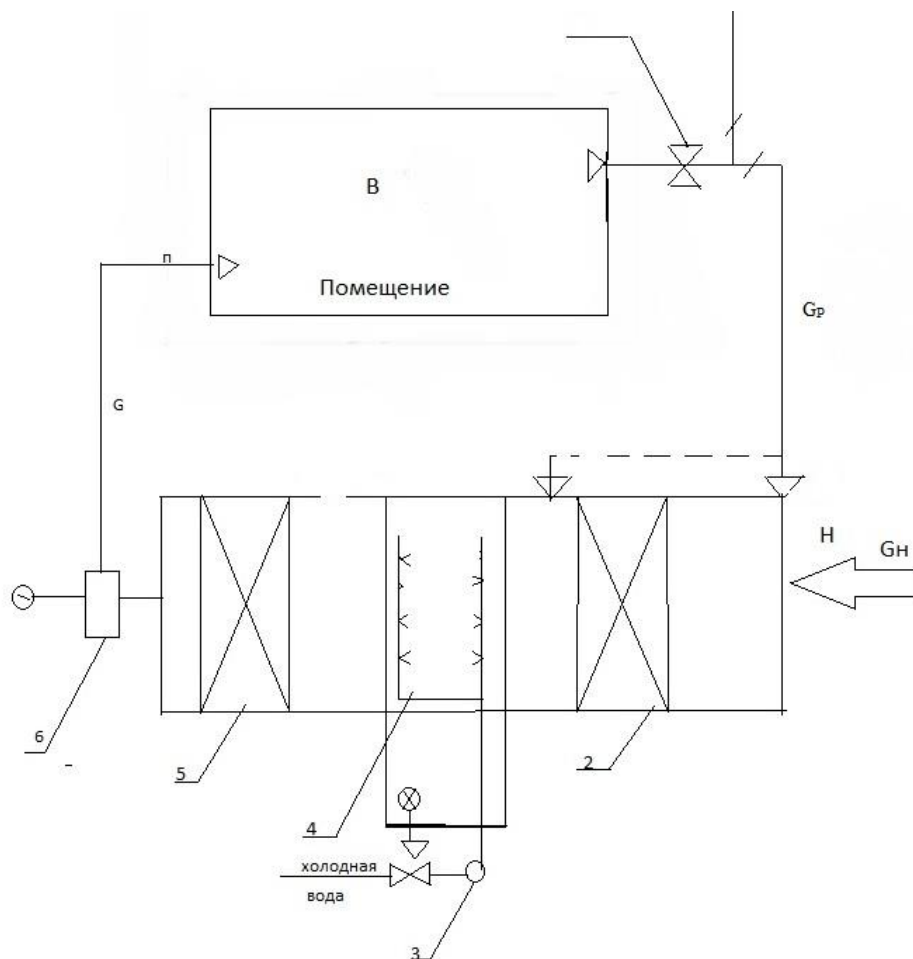
b - Коефіцієнт робочого часу.

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_k}{b} = (1,05 \cdot 200) / 0,65 = 323 \text{ кВт}$$

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Визначення потрібної продуктивності системи вентиляції приміщення об'єкту завдання.

Системи кондиціонування повітря з однією рециркуляцією застосовують, як правило, подачу рециркуляційного повітря перед повітрянагрівачем першого підігріву.



Мал.2.5 Система кондиціонування повітря із застосуванням першої рециркуляції: 1 - рециркуляційний вентилятор; 2 - повітрянагрівач 1-го підігріву; 3 -насос; 4 - камера зрошення; 5 - повітрянагрівач 2-го підігріву; 6 - вентиляційний агрегат кондиціонера

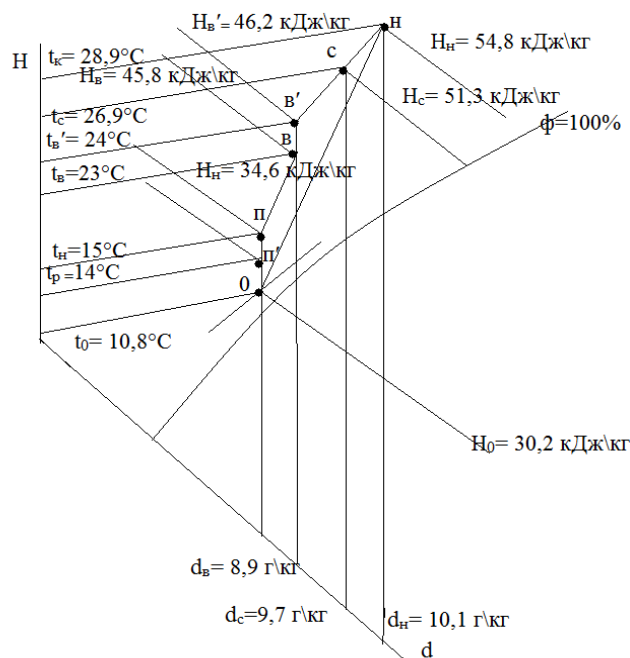
У теплий період року з метою економії холоду зовнішнє повітря змішується з більше холодним внутрішнім повітрям. Суміш очищається у фільтрі, прохолоджується й осушується в камері зрошення, а потім, при необхідності, нагрівається в повітрянагрівачі другого підігріву. Оброблене повітря подається в обслуговує, що, з параметрами приточного повітря. У приміщенні приточний повітря асимілює тепло- і вологоприпливи, його параметри зрівнюються з параметрами внутрішнього повітря.

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частина повітря, що видаляє із приміщення, повертається на рециркуляцію, іншу кількість віддаляється назовні.

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

Кількість зовнішнього повітря G_H , кг/год, Для спрощення розрахунків у всіх варіантах завдань умовно прийнята $G_H = 0,6 G_0$, де G_0 — витрата повітря, що проходить через камеру зрошення, кг/год



Мал.2.6 Схема обробки повітря в літній період

Побудуємо на h,d -діаграмі процес кондиціонування повітря в теплий період року при схемі його обробки з однією рециркуляцією для приміщення суспільного будинку. Визначимо витрати припливного G , кг/ч, і рециркуляційного повітря G_p , кг/ч, витрати теплоти Q , Вт, і холоду Q Вт, а також кількість води, що сконденсувалася, M , кг/ч, при наступних умовах.

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Побудова на N, 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; $M_{gHl} = 0,00346$ кг/с; $t_b = 15^\circ\text{C}$.

Побудова:

1. На N, d -діаграму наносимо крапки N , B , що відповідають параметрам зовнішнього й внутрішнього повітря .

2. Обчислюємо кутовий коефіцієнт проміня процесу

$\varepsilon = 84,31 / 0,00346 = 24367$ кДж/кг.

3. На d, h -діаграмі через крапку B проводимо промінь процесу

до перетинання з температурою припливного повітря $t_n = 15^\circ\text{C}$, на-
ходимо крапку Π , що відповідає параметрам припливного повітря:

$\varphi = 72\%$; $h = 34,7$ кДж/кг; $d_n = 7,8$ г/кг.

4. Через крапку Π проводимо лінію $d_n = \text{const}$ до перетинання із

кривій $\varphi = 95\%$, знаходимо крапку O , що відповідає параметрам

повітря, що виходить із камери зрошення: $h_0 = 10,8^\circ\text{C}$; $\varphi_{\text{про}} = 95\%$; $h_0 = 30,2$ кДж/кг $d_0 = 7,8$ г/кг. Від крапки Π униз по $d = \text{const}$ відкладаємо відрізок, рівний 1°C , що відповідає нагріванню повітря у вентиляторі й воздуховодах, одержуємо крапку Π' , що відповідає параметрам повітря після повітрянагрівача другого підігріву: $t = 14^\circ\text{C}$; $\varphi = 77\%$; $h_{\Pi'} = 33,8$ кДж/кг.

5. Визначаємо, витрата повітря по відомій формулі:

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

6. На $N-d$ -діаграмі знаходимо крапку B' , що відповідає параметрам, рециркуляційного повітря при $d = d_b = 8,9$ г/кг,

$t + 1^\circ\text{C} = 24^\circ\text{C}$; $h = 46,2$ кДж/кг.

7. Розрахуємо теплове навантаження повітрянагрівача другого підігріву

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_z = 0,278 * 14384 * (33,8 - 30,2) = 14396 \text{ Вт.}$$

8. Визначаємо кількість зовнішнього повітря при $G_H = 0,6 \text{ ГП}$

$$G_H = 0,6 * 14384 = 8630 \text{ кг/ч.}$$

9. Знаходимо кількість рециркуляційного повітря

$$G_p = 14384 - 8630 = 5754 \text{ кг/ч}$$

10. Розрахуємо питому ентальпію суміші рециркуляційного й зовнішнього повітря

$$h_c = (5754 * 46,2 + 8630 * 54,8) / 14384 = 51,36 \text{ кДж/кг.}''$$

Визначаємо інші параметри по d,h-діаграмі: $t_c = 26,9^\circ\text{C}$; $\phi_c = 55\%$; $d_c = 9,7 \text{ г/кг.}$

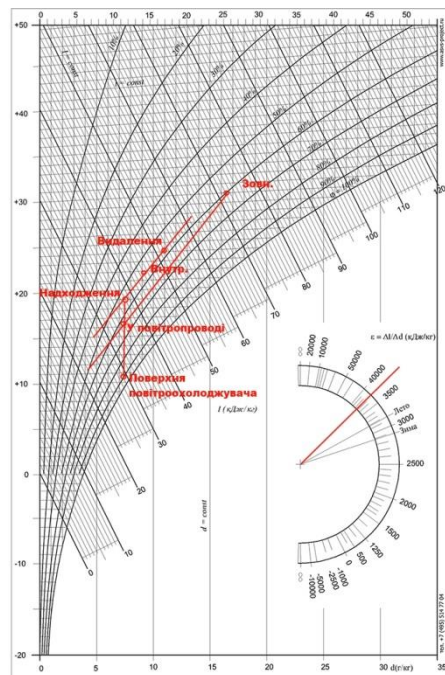
11. Обчислюємо потребу в холоді камери зрошення

$$Q_x = 0,278 * 14384 * (51,3 - 30,2) = 84374 \text{ Вт.}$$

12. Кількість води, що конденсується в камері зрошення,

$$M_o = 14384 (9,7 - 7,8) 10^{-3} = 22,66 \text{ кг/ч.}$$

Кутовий коефіцієнт процесу складає 19780 та після побудови діаграми обробки повітря можна стверджувати, що додаткове зрошення повітря не потрібне.



					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Розрахунок надходження вологи до приміщення об'єкту завдання

Для підприємств по переробці м'яса кількість вологоприпливів можна приймати по питомому навантаженні на 1 м² пола. Так, для приміщень по переробці сушарок ковбас $\varpi_m = (30 \div 50) 10^{-6}$ кг/(м² * с)

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

$$W_{вз} = L_{вз} \rho (d_n - d_v) 10^{-3} \quad (2.9)$$

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

де $L_{вз}$ - об'ємна витрата повітря, м³/с

ρ - щільність повітря, кг/м³

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

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

$$W_{л} = \varpi_{чел} * n \quad (2.10)$$

$$W_{л} = 20,8 \times 200 = 41,6 \times 10^{-6} = 0,00416 \text{ кг/с}$$

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

n - число людей в приміщенні

Якщо в приміщенні є тепло відділенням ΣQ і волого відділенням ΣW 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 ϵ_p по рівнянню

$$\epsilon_p = \frac{\Sigma Q_0}{\Sigma W} \quad (2.11)$$

де ΣQ_0 - сумарний приплив теплоти, кВт

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ΣW - сумарний волого приплив, кг/с

$$\epsilon_{\text{п}}=19780$$

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

$$L = \frac{\Sigma Q_{\text{п}}}{\rho(i_{\text{в}}-i_{\text{п}})} = \frac{\Sigma Q_{\text{я}}}{\rho c \Delta t_{\text{р}}} \quad (2.12)$$

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

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

де ρ – щільність повітря, кг/м³

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

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8 Визначення температурних режимів роботи установки.

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

Температура кипіння

$$t_o = t_{\text{вод хол}} - (2-4) ^\circ\text{C} \quad (2.13)$$

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

Температура конденсації

$$t_k = t_{\text{в2}} + (10-15) ^\circ\text{C} \quad (2.14)$$

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

Температура усмоктування

$$t_{\text{вс}} = t_0 + (15 - 20) ^\circ\text{C} \quad (2.15)$$

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

Температура переохолодження холодоагенту визначається з рівняння теплового балансу РТО

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

$$t_{\text{про1}} = 4^\circ\text{C}$$

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

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

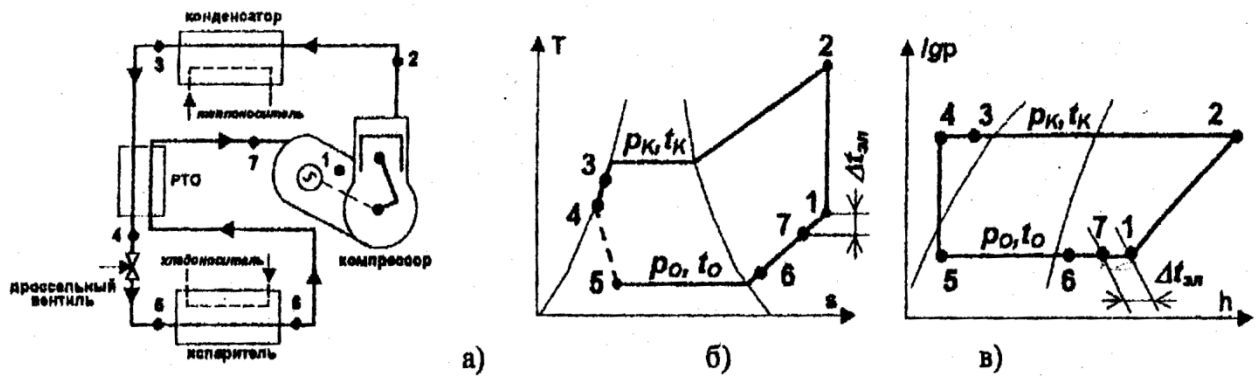


Рис.2.8 Схема (а) і цикл (б, в) роботи енергетичної установки системи кондиціонування повітря актовї зали ОТК ОНАХТ.

В якості робочої речовини використовується фреон R410A

Таблиця 2.6 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 ³ /кг	-	0,034	0,0125	-	-	-	-	-

2.10 Тепловий розрахунок і добір компресорного обладнання.

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_o = i_1 - i_4 \quad (2.20)$$

Масова витрата пару

$$M_d = Q_o / q_o \quad (2.21)$$

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

$$V_d = m_d v_1 \quad (2.22)$$

де v_1 - питомий обсяг усмоктуваного пару, м³/кг
Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_i \lambda_{\omega 1} \quad (2.23)$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} - c \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} \right) \quad (2.24)$$

$$\lambda_{\omega'} = T_o / T_k \quad (2.25)$$

Теоретична об'ємна подача

$$V_T = V_d / \lambda \quad (2.26)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність в робочих умовах:

$$q_v = q_o / v_1 \quad (2.27)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність в стандартних умовах:

$$q_{v \text{ ст}} = q_{o \text{ ст}} / v_1' \text{ ст.} \quad (2.28)$$

Коефіцієнт подачі компресору в стандартних умовах:

$$\lambda_{\text{ст}} = \lambda_{i \text{ ст}} \lambda_{\omega' \text{ ст.}} \quad (2.29)$$

Стандартна холодопродуктивність:

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{o \text{ ст.}} = Q_o q_{v \text{ ст.}} \lambda_{\text{ст.}} / (q_v \lambda) \quad (2.30)$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = m_d (i_2 - i_1') \quad (2.31)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_i = \lambda_{\omega}' + b t_o \quad (2.32)$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (2.33)$$

Потужність тертя:

$$N_{\text{тр}} = V_{\text{т}} P_{\text{тр}} \quad (2.34)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} \quad (2.35)$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{\text{дв}} = (1,1 \div 1,12) N_e / \eta_{\text{п}} \quad (2.36)$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт:

$$\varepsilon_e = Q_o / N_e \quad (2.37)$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_k = m_d (i_2 - i_3) \quad (2.38)$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.8

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 Тепловий розрахунок і добір компресора

Параметр	Одиниці вимірювання	Режим «літо»
Питома масова холодопродуктивність	кДж/кг	165
Питома об'ємна холодопродуктивність	кДж/м ³	4852,9
Питома адіабатна робота стискання	кДж/кг	35
Питоме навантаження на конденсатор	кДж/кг	210
Масова витрата холодоагенту	кг/с	2,229
Дійсна об'ємна подача компресора	м ³ /с	0,0758
Коефіцієнт впливу «мертвого» простору		0,945
Коефіцієнт впливу неадіабатності стискання		0,835
Коефіцієнт подачі компресора		0,789
Теоретичний об'єм, описаний поршнями компресора	м ³ /с	0,0961
Адіабатна потужність компресора	кВт	78,04
Індикаторний ККД компресора		0,845
Індикаторна потужність компресора	кВт	92,388
Потужність, що витрачається на тертя	кВт	3,84
Ефективна потужність	кВт	96,23
Електрична потужність	кВт	100,24
ККД РТО		0,652
Холодильний коефіцієнт дійсного циклу		4,714
Холодильний коефіцієнт циклу Карно		7,289
Ступінь перетворення		0,647
Потрібна холодопродуктивність	кВт	323
Навантаження на конденсатор	кВт	400

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.11 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/м² К

θ_m - середня логарифмічна різниця температур між конденсуючимся Х/А 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.

Мощность:	260.0 kW	Хладагент:	
Объемн. расход возд.:	120527 m ³ /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 (ЕС):	6 шт. 3~400V 50-60Hz	Об. расход гор. Газа:	70.83 m ³ /h
Технические характеристики вент. узла:		Уровень звукового давления:	56 dB(A) ⁽³⁾
Скор. вращ.:	1045 min ⁻¹	на расстоянии:	10.0 m
Мощность (эл.):	2.66 kW	Уровень звуковой мощности:	88 dB(A)
Потребл. ток:	3.60 A ⁽⁵⁾	ErP:	Compliant ⁽⁴⁾
Общее потребл. эл. энергии:	14.20 kW	класс энергетич. эффективности:	E (2014)
Корпус:	Оцинк. сталь, RAL 7035	Трубы:	microox / Алюминий ⁽⁶⁾
Площадь пов-ти:	266.6 m ²	Оребрение:	Алюминий ⁽⁸⁾
Объем труб:	15.9 l	Подключения (на один аппарат):	Медь ⁽⁶⁾
Шаг оребрения:	-	Вход:	2 x 42.0 * 1.60 mm
Нходов:	1	Выход:	2 x 42.0 * 1.60 mm
Вес (пустой):	561 kg ⁽⁷⁾	Распределители:	-
Макс. рабочее давление:	32.0 bar	PEД classification:	Категория I, module A ⁽⁸⁾

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.12 Тепловий розрахунок і добір основного випарника системи.

За потрібною тепло- та холодопродуктивністю вибираємо два дахові кондиціонери фірми Lennox. Цей виробник розробив модель дахового кондиціонера (RoofTop) із зовнішнім розташуванням компресорного агрегату, що дозволяє змінювати продуктивність кондиціонера в залежності від дійсних кліматичних умов в об'єкті проектування.

Принцип дії Lennox RoofTop показано на малюнку 3.10

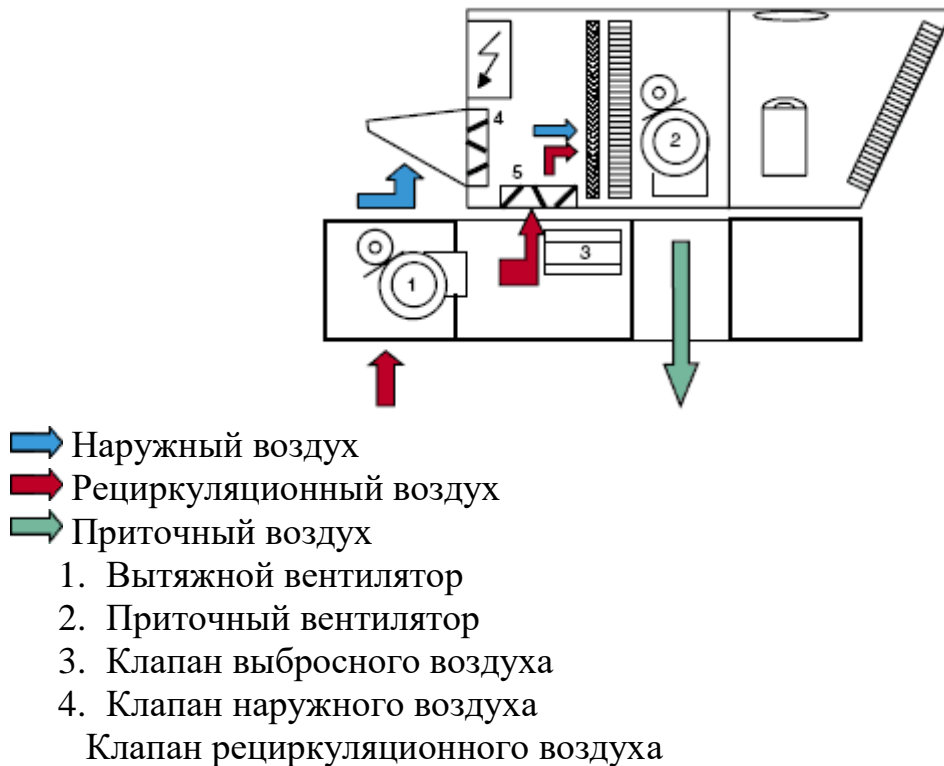
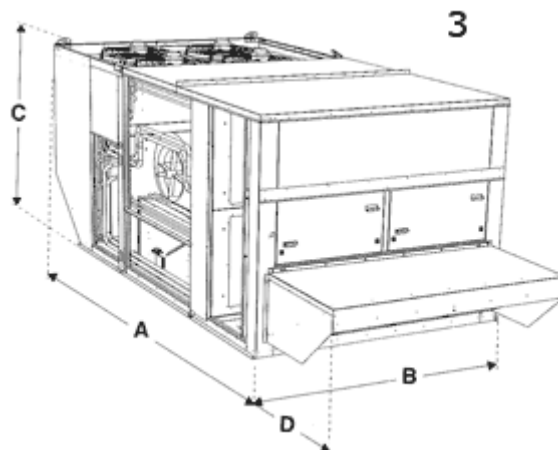


Рис. 2.10 Принцип дії кондиціонера типу RoofTop

Схематичне зображення RoofTop показано на малюнку 2.11



					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 2.11 Схематичне зображення дахового кондиціонера RoofTop

Зовнішній вигляд кондиціонера показано на малюнку 2.12



Рис. 2.12 Зовнішній вигляд дахового кондиціонера фірми Lennox типу RoofTop марки FLEXY™ FC/FH/FG/FD

Технічні характеристики обладнання приведено у таблиці 2.10

Таблиця 2.10 Технічні характеристики дахового кондиціонера

FLEXY™ FC/FH/FG/FD	
Холодопроизводительность брутто(темп. нар. возд. 35°C, темп. на входе 27°C, отн. по Euroventвлажность 47%), кВт	230
Холодопроизводительность брутто (темп. нар. возд. 32°C, темп. на входе 26°C, отн.влажность 60%), кВт	285
Холодильный коэффициент COP брутто (темп. нар. возд. 35°C, темп. на входе 27°C, отн. влажность 47%)	2,1
Холодильный коэффициент COP брутто (темп. нар. возд. 32°C, темп. на входе 26°C, отн. влажность 60%)	2,4
Потребляемая мощность при предельных эксплуатационных характеристиках, кВт	80
Теплопроизводительность нетто (темп. нар. возд. 7°C, темп. на входе 20°C), кВт	173,2
Холодильный коэффициент COP нетто (темп. нар. возд. 7°C, темп. на входе 20°C)	3
Теплопроизводительность газового модуля, кВт- S/H(1)	120/180
Теплопроизводительность электрического воздухонагревателя, кВт- S/H(1)	36/72
Теплопроизводительность водяного воздухонагревателя (темп. возд. на входе 20°C, темп. 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 ³ /ч	33000
Мин. расход воздуха, м ³ /ч	24000
Макс. расход воздуха, м ³ /ч	36000
Уровень звукового давления на расстоянии 10м, дБА	64
Уровень звуковой мощности на выходе внутреннего блока, дБА	94

					КВ 05 021.002.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 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 вентилі 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

					КВ 05 021.003. ДП ПЗ	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.

					КВ 05 021.003. ДП ПЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.2 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

					КВ 05 021.003. ДП ПЗ	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.

					КВ 05 021.003. ДП ПЗ	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.

					КВ 05 021.003. ДП ПЗ	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

					КВ 05 021.003. ДП ПЗ	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.

					КВ 05 021.003. ДП ПЗ	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	СКВ зали засідань площею 200 м ² на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя.
2.	Система охолодження	безпосередня
3.	Холодоагент	R-410a
4.	Марка масла	BSE32(Standard)
5.	Наявність градирні	-
6.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	400
7.	Ступінь автоматизації	Повна
8.	Кількість змін праці	-
9.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	5.0
10.	Витрати фреону на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0.3
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	1.76
12.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	375
13.	Ціна 1 кг мастила, грн.	280

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54 026 004 ДП ПЗ	Лист

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Сумарна холодопродуктивність, кВт	t ₀ °С	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн.
1	Центральний кондиціонер	Lennox RoofTop FLEXYF C/FH/FG/FD	2		5;-25	80-173.2	132000
2	Компресор	8FE-70-40P	2	210	5;-25	53.9	82000
3	Фанкойл	Electrolux EFB - 16 Bll.	2			0.69	8300

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 026 004 ДП ПЗ	Лист

4.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

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

де C_H – ціна одиниці обладнання, грн.

K_H – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_M = 132000 \cdot 2 = 264000$$

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 4.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт.	Ціна за 1 обладнання, грн.	Сумарна вартість, грн
1	Центральний кондиціонер	Lennox RoofTop FLEXYFC/FH/FG/FD	2	132000	264000
2	Компресор	8FE-70-40P	2	82000	164000
3	Фанкойл	Electrolux EFB - 16 BII	2	8300	16600
4	Разом сумарна вартість основного обладнання				444600
5	Вартість іншого обладнання (10%)				44460
6	Розрахункова вартість				489060
7	Витрати на монтаж і транспорт (15%)				66690
8	Загальна вартість				555750

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

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

$$K_B = 0 + 555750 = 555750$$

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 026 004 ДП ПЗ	Лист

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 :

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

$$Q_{ст 5} = 210 \cdot 0,38 \cdot 9720 = 775 \ 656 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст -25} = 210 \cdot 1,3 \cdot 9720 = 2 \ 653 \ 560 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст .заг} = 3 \ 429 \ 216 \text{ тис. кДж}$$

де Q_0 – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

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

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

MX 54 026 004 ДП ПЗ

4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

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

Розрахунки проводяться у таблиці 4.4

Таблиця 4.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	ΣQ_0	255.25
2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	q_a	0,3
3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	K_p	1,05
4. Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	375
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1.14
6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.}=\Sigma Q_0*q_a *K_p*Z_{x.a.}*K_{x.a.}$	30 332,7
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	M	5
Кількість компресорів, шт;	N	2
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_g	1,2
Кількість разів змін масла за рік	R	1
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M.$	280
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_M.$	1,14
Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=m * n * K_B * R * Z_M. * K_M.}$	3 830
Разом:	$C_p = C_{x.a.} + C_M$	34 162
Інші витрати (5%)	$C_i = C_p * 5 / 100$	1 708
Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	35 870

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

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

MX 54 026 004 ДП ПЗ

Лист

4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергію

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

Таблиця 4.5-Розрахунок споживання силовій електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номінальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба в електроенергії, кВт.годин	Витрати на силову електроенергію в грн,
	Вихідні дані табл. 4.2		Wh.	Кв.об..	Куст.	Чрік	$W_{заг} = Wh \cdot K_{в.об.} \cdot K_{уст.}$	$C_w = W_{заг} \cdot C_{е}$
1	Центральний кондиціонер	Lennox RoofTop FLEXYFC /FH/FG/FD	126.6	0,65	2	5400	888 732	1 564 168
2	Компресор	8FE-70-40P	53.9	0,65	2	5400	378 378	665 945
3	Фанкойл	Electrolux EFB - 16 ВІІ.	0.69	0,6	2	3000	2484	4371
4	Разом	X	X	X	6	X	-	2 234 484

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

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

$C_{е}$ - ціна 1кВт електроенергії , грн(1.76 грн за 1кВт.годину)

MX 54 026 004 ДП ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

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

4.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

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

4.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

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

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$Tc1 = ЗП / Г, \text{ грн} \quad (4.5)$$
$$Tc1 = 6500 / 164.58 \text{ год} = 40,621 \text{ грн}$$

де:

Зп – мінімальна заробітна платня, встановлена державою, грн.

Г – кількість годин роботи у місяць.

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

6500 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн

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

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

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$Tc6 = Tc1 * ТК6, \text{ грн} \quad (4.6)$$

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

$$Tc(6p) = Tc(1p) * ТК, \text{ грн} \quad (4.7)$$

MX 54 026 004 ДП ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

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

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки 6 розряду

$$T_c(6p) = 40.62 \cdot 1.80 = 71.21 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою

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

де: T_c – середня годинна тарифна ставка, грн

E_ϕ – ефективний фонд робочого часу, годин

K – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

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

де: T_ϕ – тарифний фонд зарплати, грн;

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

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

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

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

де: d – процент додаткового фонду(10%)

Річний фонд розраховується за формулою:

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

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

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

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

Розрахунки заносяться у таблицю 4.6.

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 026 004 ДП ПЗ	Лист

Таблиця 4.6. Розрахунок фонду оплати праці виробничого персоналу

Назва показника	Формула	Розрахунок
Тс – середня годинна тарифна ставка, грн	Тс	72,21
ЕФ – ефективний фонд робочого часу, годин;(365-108-13-18)*8=1808	Еф	440
К – кількість працівників компресорного цеху	К	1
Тф - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$, грн	31772,4
Д - сума доплат за умови праці та нічний час, грн.(45% від тарифного фонду заробітної плати).	$\sum D = T_{\phi} \cdot 25 / 100$, грн	7943,1
Оф - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	39715,5
Дф - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100$, грн	3177,24
Рф - річний фонд	$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$, грн.	42892,74
Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_{\phi} \cdot p) / 100$, грн	9436,4028

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54 026 004 ДП ПЗ	Лист

4.4 Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

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

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

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

$$C_{ст.1000 кДж} = 2\,382\,546,2 / 3\,429\,216 = 0,695 \text{ грн}$$

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

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

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

Усі розрахунки заносяться у таблицю.

Таблиця 4.7 -Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн.	
		На річний виробіток холоду	На одиницю холоду, грн.
1	Допоміжні матеріали(Сд.м.-таб.2.4)	35 870	0,0082
2	Зарплата виробничих працівників	42892	0,012
3	Відчислення від зарплати	9436	0,0047
4	Електроенергія силова	2 234 484	0,652
5	Цехові витрати(ЗПвир.прац.*(0.1)	4289	0,0016
6	Амортизація обладнання(10%)	55575	0,017
7	Разом цехова собівартість (Сст)	2 382 546,2	0,695

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 026 004 ДП ПЗ	Лист

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	СКВ зали засідань площею 200 м ² на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя.
2	Система охолодження	Хладонова
4	Холодильний агент	R-410a
5	Марка масла	BSE32(Standard)
6	Ступінь автоматизації	Повна
7	Сума капіталовкладень, грн	555 750
8	Холодопродуктивність компресорів , кВт	210
9	Кількість компресорів, шт.	2
10	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	3 429 216
11	Цехова собівартість, грн.	2 382 546,2
12	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,695
13	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

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

MX 54 026 004 ДП ПЗ

Лист

Висновки до розділу 4

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність СКВ зали засідань площею 200 м² на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя. Низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,695 грн за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

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

Отже, проект СКВ зали засідань площею 200 м² на 150 посадкових місць, м. Запоріжжя можна вважати доцільним та економічно вигідним.

Ивв. № подл.	Подп. и дата	Взам. ивв. №	Ивв. № дубл.	Подп. и дата	Ивв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 026 004 ДП ПЗ	Лист
ГОСТ 2.104-68 Форма 2а											Копировал	Формат А4

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

Питання охорони праці людини необхідно вирішувати на всіх стадіях трудового процесу, незалежно від професійної діяльності.

Забезпечення безпечних і здорових умов праці в значній мірі залежить від правильної оцінки небезпечних шкідливих виробничих факторів. Однакові по складності зміни в організмі людини можуть бути викликані різними причинами.

Це можуть бути фактори виробничого середовища, надмірне фізичне і розумове навантаження, нервово-емоційна напруга, а також різне сполучення цих причин

У даному розділі дипломного проекту розглядається питання створення безпечних і здорових умов праці при розробці системи кондиціонування і вентиляції повітря зали засідань площею 220м²

Аналіз умов праці показує, що на працівників також можуть негативно впливати наступні фізичні та психофізіологічні фактори

5.1 Приміщення для вентиляційного устаткування

Робітники, які працюють з вентиляційними системами, повинні бути забезпечені захисними засобами згідно з ГОСТ 12.4.011, ГОСТ 12.4.103.

До робіт з монтажу, пусконаладки та ремонту вентиляційних систем допускаються працівники, які відповідно до чинного законодавства уклали трудовий договір з підприємством, мають відповідну професійну підготовку, пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці та пройшли медичний огляд.

Контроль за виконанням вимог безпеки праці здійснюється адміністрацією підприємства та спеціалістами служби охорони праці, враховуючи положення НПАОП 0.00-4.12, НПАОП Б.02.005 та НАПБ Б.06.001.

5.2 Вимоги безпеки під час експлуатації систем вентиляції

Конструкція обладнання повинна забезпечувати безпечну роботу в разі дотримання вимог експлуатаційної документації, в яких повинно бути встановлено перелік неполадок, через які забороняється його подальша експлуатація.

					КВ 05 021.005.ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Наявність в конструкції обладнання гострих країв та кутів, які можуть стати джерелом травматизму людей під час його експлуатації та ремонту, не допускається.

Обертіві частини обладнання згідно з ГОСТ 12.2.062 повинні мати захисні огорожі, пофарбовані у сигнальний колір згідно з ГОСТ 12.4.026. Повинен бути позначений напрям обертання.

Рівні шуму, створювані обладнанням та вентиляційною системою на робочих місцях, не повинні перевищувати значень, встановлених ДСТУ 2867.

Рівні вібрації обладнання та вентиляційних систем під час роботи не повинні перевищувати значень, встановлених ГОСТ 12.1.012.

В конструкції обладнання застосування матеріалів, що містять азбест, недопускається.

Під час експлуатації підйимально-транспортних механізмів, які керуються з підлоги, необхідно передбачити вільні проходи для працівників, які здійснюють керування

У разі неможливості або недоцільності установаження огорож робочих місць на висоті працівники повинні бути забезпечені запобіжними поясами. Місця закріплення карабіна запобіжного пояса повинні бути яскраво пофарбовані і заздалегідь вказані виконавцям робіт.



Під час проведення робіт на висоті 1,3 м і більше необхідно обладнати риштаки, підмостки та інші пристрої відповідно до вимог Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті,

					КВ 05 021.005.ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 27.03.2007 N 62 (z0573-07), зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 04.06.2007 за N 573/13840 (НПАОП 0.00-1.15-07).



Не дозволяється захарашувати робочі місця, проходи, проїзди матеріалами і відходами виробництва; тимчасове зберігання матеріалів і відходів виробництва дозволяється тільки на спеціально відведених майданчиках з можливістю механізованого транспортування і вивезення за межі майданчика або цеху (установки).

На підприємствах у процесі експлуатації вентиляційних установок необхідно систематично перевіряти стан повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень і його відповідність чинним санітарним нормам.

Під час експлуатації систем вентиляції забороняється відключати або знімати вогнеперепинувальні пристрої.

Під час аварійної зупинки вентилятора, коли відключення технологічного устаткування або зупинка процесу виробництва неможливі, вентиляційна система повинна бути

					КВ 05 021.005.ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

забезпечена резервним вентилятором, який автоматично вмикається при зупинці основного вентилятора.

Вогнеперепинувальні пристрої, пристрої блокування систем вентиляції з системами пожежної сигналізації та системами пожежогасіння, а також автоматичні пристрої відключення вентиляції у разі пожежі повинні бути у справному робочому стані і перевірятися не рідше одного разу на півроку.

Вентиляційні камери, майданчики та інші місця установлення вентиляційного обладнання повинні мати електричне освітлення відповідно до вимог державних будівельних норм "Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення" (ДБН В.2.5-28-2006).

На всіх регулювальних і запірних пристроях (на пульті управління і маховику) повинні бути нанесені позначення "Відкрито", "Закрито".

Двері вентиляційних камер повинні щільно закриватися і замикатися. Приміщення вентиляційних камер, майданчики і канали не дозволяється захаращувати сторонніми предметами, матеріалами, устаткуванням тощо. Ключі від вентиляційних камер зберігаються в уповноваженої особи.

На двері вентиляційної камери наносять напис, який влючас: позначення "Стороннім вхід заборонено";

Зупинка систем вентиляції проводиться після закінчення роботи. Спочатку відключаються припливні системи, потім витяжні.

Вентиляційні системи не повинні збільшувати вибухову і пожежну небезпеку, не повинні сприяти розповсюдженню вибуху, пожежі і продуктів згорання в інші приміщення і будівлі (споруди). На випадок виникнення пожежі необхідно передбачати в приміщеннях, які обладнані установками автоматичного пожежо-

					КВ 05 021.005.ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

гасіння чи автоматичної пожежної сигналізації, автоматичного, а в інших приміщеннях - ручного вимикання вентиляційних систем, які обслуговують ці будівлі або приміщення, крім систем подачі повітря в тамбур-шлюзи приміщень категорії А і Б згідно з планом ліквідації аварії.

5.3 Безпека використання холодоагенту.

Робочою речовиною вибрано холодоагент R-410A.



Всі фреони – є галогенопохідними метану (CH_4) і етану (C_2H_6), які одержують шляхом заміщення атомів Гідрогену атомами Хлору (Cl) і Флуору (F). Наприклад у фреоні R-22 (CHF_2Cl) один атом Гідрогену заміщений атомом Хлором і два – атомами Флуору. 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

Фреон R410a один з найбезпечніших і стабільних фреонів. Він здатен зберігати високу стабільність складу, навіть якщо стався витік або була проведена перезаправка кондиціонера. Окрім того, він не займається при будь-яких температурах та має мінімальний вплив на озоновий шар.

					КВ 05 021.005.ДП ПЗ	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”.

					КВ 05.021.006. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

