

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»

Група: БКВ - 04

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення
БКВ 04. 012. 000 ДП

Косенко Сергія
Едуардовича

м. Одеса - 2023 р.

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»
Група БКВ - 04

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

БКВ 04. 012. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря майстерень
кафедри Енергетичного машинобудування ВСП «ОТФК ОНТУ» площею
130 м² з ремонту герметичних компресорів

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

Дипломник _____ (Косенко С.Е.)

Керівник проекту _____ (Беркань Іг.В.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

До захисту допущено
Завідувач кафедри _____ (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: Косенко Сергій Едуардович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Системи кондиціонування і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту:

Стверджена наказом по коледжу від « 17 » 10 2022 р. № 235–А2- ОД

Вихідні дані для проекту: Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря майстерень кафедри Енергетичного машинобудування ВСП «ОТФК ОНТУ» площею 130 м² з ремонту герметичних компресорів

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

- 2.1 Розрахункові дані проекту
- 2.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання
- 2.3 Розрахунок вологовиділень об'єкту завдання
- 2.4 Зведена таблиця тепло і вологоприпливів об'єкту завдання
- 2.5 Визначення витрати повітря припливної установки
- 2.6 Побудова в d,h-діаграмі процесів обробки повітря
- 2.7 Розрахунок і вибір і обладнання припливної установки
- 2.8 Розрахунок основного холодильного обладнання
- 2.9 Розрахунок обладнання вентиляційної мережі

3. Організаційна частина

- 3.1 Вибір системи і приладів автоматичного регулювання системи кондиціонування 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 кондиціонування або холодопостачання

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціонування 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 _____ (Беркань Іг.В.)

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

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

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- 2.1 Розрахункові дані проєкту
- 2.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання
- 2.3 Розрахунок вологовиділень об'єкту завдання
- 2.4 Зведена таблиця тепло і вологоприпливів об'єкту завдання
- 2.5 Визначення витрати повітря припливної установки
- 2.6 Побудова в d,h-діаграмі процесів обробки повітря
- 2.7 Розрахунок і вибір і обладнання припливної установки
- 2.8 Розрахунок основного холодильного обладнання
- 2.9 Розрахунок обладнання вентиляційної мережі

3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

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

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6. ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инов. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	БКВ 04. 012. 000 ДП ПЗ				
						Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инов. № подл.	Разраб.	Косенко				Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря майстерень кафедри Енергетичного машинобудування ВСП «ОТФК ОНТУ» площею 130 м ² з ремонту герметичних компресорів	Лит.	Лист	Листов	
	Пров.	Беркань Іг								
	Н.контр. УТВ.									

ВСТУП

Вентиляція та кондиціонування – це комплекс систем, що призначені для організації повітрообміну у будівлі та забезпечення комфортних параметрів повітряного середовища.

Вентиляція та кондиціонування, як будь-які інші інженерні системи, вимагають розробки проектної документації. Монтаж систем вентиляції та кондиціонування без попереднього проекту може призвести до таких негативних наслідків як протяг, шум та високе енергоспоживання.

Кондиціонування – система, що створює та регулює в приміщеннях мікроклімат для забезпечення сприятливих для самопочуття людей умов або ведення технологічного процесу.

Системи кондиціонування розподіляють за такими основними ознаками:

- за призначенням: комфортні і технологічні
- залежно від області застосування: побутові, промислові та напівпромислові
- за способом підготовки і подачі повітря: центральні та місцеві

Побутові системи кондиціонування призначені для охолодження невеликих приміщень (до 80 кв.м.), промислові – більш потужні та використовуються у великих приміщеннях (понад 100 кв.м.), а також для центрального охолодження будівель. Існує проміжний клас систем кондиціонування – напівпромислові, що зазвичай застосовуються як у побуті (квартири, котеджі), так і на підприємствах.

Вентиляція – організований повітрообмін, що замінює повітря в приміщеннях зовнішнім, чистим, повітрям, з метою створення сприятливого для здоров'я людей середовища. Вентиляційні системи поділяють:

- за способом, що забезпечує рух повітря: природні та примусові
- за характером дії: припливні, витяжні та змішані
- за місцем обслуговування: загально обмінні та місцеві
- за призначенням: робочі та аварійні

Вентиляція як будь-яка інша інженерна система вимагає розробки проектної документації. Професійно виконаний проект гарантує якість виконання монтажних робіт. Помилки та неточності, допущені

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

при проектуванні вентиляції, можуть не тільки погіршити ефективність роботи системи, а й зробити її неможливою для експлуатації.

В адміністративних та громадських будівлях нині широко застосовуються місцево-центральні системи вентиляції і кондиціонування повітря з утилізацією теплоти вентиляційних викидів. Типова центральна припливно-витяжна установка розміщується, наприклад, в підвалі будівлі. Тип та кількість таких установок розраховується на оброблення нормативної витрати повітря для відповідних приміщень. Зовнішнє повітря через повітрозабірну шахту надходить на припливну установку, послідовно проходить через припливний фільтр, в якому очищується від пилу; рекуператор, в якому попередньо нагрівається за рахунок теплоти вентиляційних викидів в холодний період року. Подальша робота припливної камери залежить від періоду року: – в теплий період повітря охолоджується в повітроохолоджувачі; – в холодний період повітря після рекуператора догрівається в повітронагрівачі. Надалі повітря за допомогою припливного вентилятора через систему припливних повітропроводів подається до приміщення. Витяжне повітря в холодний період року з приміщення спрямовується у витяжну шахту і далі надходить на рекуператор, де охолоджується і викидається в атмосферу. Для компенсації надлишків теплоти та вологи в теплий період року у приміщенні встановлені фанкойли (кондиціонери-доводчики). Охолодження повітря в повітроохолоджувачі центрального кондиціонера і в фанкойлах здійснюється водою, яка охолоджується в холодильній станції (чілері), що розташована, наприклад, на даху будівлі. В холодний період року встановлені у приміщеннях фанкойли можуть бути використані для опалення цих приміщень.



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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист



Мал. майстерні кафедри Енергетичного машинобудування ВСП «ОТФК ОНТУ» площею 130 м² з ремонту герметичних компресорів

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані

Майстерні кафедри Енергетичного машинобудування ВСП «ОТФК ОНТУ» площею 130 м² з ремонту герметичних компресорів складаються з 5-ти приміщень:

Приміщення № 11 призначене для розбирання, збирання, промивання та перемотування електричних обмоток герметичних компресорів,

$t_{\text{повітря}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

Приміщення № 13 складальна ділянка, $t_{\text{повітря}} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

Приміщення № 14 призначене для проведення зварювальних робіт з $t_{\text{повітря}} = 24^{\circ}\text{C}$ та виділенням великої кількості теплоти;

Приміщення № 16 фарбувально-сушильний цех $t_{\text{повітря}} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

В майстерні працюють 15 здобувачів освіти під керівництвом майстра виробничого навчання.

Для міста Одеси:

розрахункова літня температура 32 °C

розрахункова зимова температура -18 °C

відносна літня вологість повітря 56%

відносна вологість повітря взимку 86 %

середньорічна температура 9.9 °C

географічна широта 48°

Підготовка повітря у виробничих приміщеннях.

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту.

Основою систем кондиціонування повітря є секції, в яких здійснюються очищення та термовологісна обробка повітря, що подається в приміщення, що обслуговуються, відповідно до технологічних або санітарно-гігієнічних норм.

До складу СКП входять пристрої, що здійснюють необхідну обробку повітря (фільтрацію, охолодження, підігрів, осушення, зволоження), транспортування його, роздачу в приміщення, що обслуговуються, джерела тепло- і холодопостачання, засоби автоматичного регулювання, контролю та управління, а також допоміжне обладнання.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Основне обладнання для обробки та переміщення повітря, як правило, компонується в одному агрегаті – кондиціонері. У різних СКП, крім того, застосовується допоміжне обладнання: місцеві підігрівачі, ежекційні та вентиляторні кондиціонери-доводчики, глушители аеродинамічного шуму.

Для підтримки заданого температурного режиму в приміщеннях застосовується система кондиціонування з підігрівом повітря і охолодженням його з одночасним осушенням за допомогою охолодженої води, яка готується в кожухотрубному випарнику холодильної хладонової установки одноступеневого стиснення.

Схема живлення – безнасосна, з нижньою подачею R-134a у випарник.

Вибір фреону R-134a як холодильного агента обумовлений хорошими термодинамічними властивостями, його високою об'ємною холодопродуктивністю та відносною екологічною безпекою, його застосування на території України не регламентовано до 2040 роком.

Проектом передбачена холодильна машина одноступеневого стиснення. До складу машини входять: компресорний агрегат з конденсатором водяного охолодження, кожухотрубний випарник, ресивер, фільтр-осушувач, регенеративний теплообмінник, щити арматурний та управління, терморегулюючі вентиля. Основне навантаження на холодильну установку складається з суми теплоприпливів через будівельні конструкції, з зовнішнім повітрям, від роботи обладнання, теплоприпливи при експлуатації об'єкта завдання. Вже давно доведено, що в приміщеннях, що кондиціонуються, продуктивність розумової та фізичної праці зростає майже в половину.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ	Лист

1.3 Обґрунтування вибору температурного режиму в приміщеннях.

Повітря - це те природне середовище, через яке відводиться більшість теплоти від людського організму. Процес тепло-і волого обміну між тілом людини та навколишнім середовищем відбувається безперервно і він суворо індивідуальний. Стан повітря при якому людина не відчуває якихось неприємних відчуттів, пов'язаних із навколишніми метеоумовами, називають комфортним мікрокліматом.

Ясно, що параметри комфортного мікроклімату різні не тільки для різних людей, але і для кожної людини в залежності від діяльності, що виконується ним, її одягу, пори року та ін.

Усереднені характеристики, що визначають комфортне повітря:
швидкість повітря

комфортний рівень 0,1 – 0,15 м/с

відчувається як протяг 0,35 м/с

не відчувається менше 0,08 м/с

температура повітря від 22,5 - 25,5 °С

відносна вологість повітря від 40% до 60%

Швидкість зміни температури повітря має перевищувати 2,2 °С/год

Швидкість зміни відносної вологості 20% / год

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

2. РОЗРАХУНКОВО - КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахункові данні

Розраховуючи теплоприпливи через внутрішні огорожі (стіни та перегородки), що відокремлюють одне приміщення від іншого, температура якого відома, замість температури зовнішнього повітря приймаю температуру даного приміщення.

При розрахунку тепло приток через внутрішні огорожі, що виходять у коридори, вестибюлі, тамбури, температурний напір приймаю як частину розрахункової різниці температур для зовнішніх стін: якщо ці приміщення повідомляються із зовнішнім повітрям і якщо не повідомляються.

Зовнішні стіни виконані зі звичайної силікатної, 250 x 125 x 65 на цементно-піщаному розчині, товщина стін 2,5 цегли (=645 мм, із внутрішньої сторони оброблені штукатуркою на цементно-піщаному розчині (=20 мм і будівельною сумішшю Alinex під фарбування (=10 мм.) Покриття (без дахове) - із залізобетонних пустотних плит (=220 мм), покритих теплоізоляцією TERPLEX 45-500 (=50 мм), гідроізоляція - шар пергаміну (=1 мм), поверх нього бетонна стяжка (=25 мм). Характеристика теплоізоляційного матеріалу TERPLEX 45-500 наведені в довідниках. Підлоги (на ґрунті) - залізобетонна пустотна плита (=220 мм), теплоізоляція - шар пінополістиролу TERPLEX 45-500 (=50 мм), гідроізоляція - шар пергаміну (=1 мм), бетонна стяжка - (=25 мм), бітумна мастика (=2 мм), поверх покладений керамограніт (у залах) або кахель (на кухні). Міждахове перекриття із залізобетонних пустотних плит (=220 мм). Передбачено додаткову стелю для монтажу повітропроводів висотою 50 мм. Внутрішні перегородки виконані із силікатної цегли. Товщина - 1 цегла (=260 мм), штукатурка цементно-піщаним розчином (=20 мм), обробка будівельною сумішшю Alinex під

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

фарбування (=10 мм). Заповнення світлового прорізу - двошарові склопакети в пластмасових плетіннях зі звичайного скла.

Орієнтація головного фасаду - південь

Характер використовуваних приміщень – громадський. майстерні

Розрахункові параметри внутрішнього повітря приймаються відповідно до для даного типу приміщенні. Вони наведені в таблиці 3.1

Таблиця 2.1 - Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Приміщення	Температура, °С	Вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
1 поверх			
Приміщення №11 призначене для розбирання, збирання, промивання та перемотування електричних обмоток герметичних компресорів	24	50	0,2
Приміщення №13 Збиральна ділянка	24	50	0,2
Приміщення №14 призначене для проведення зварювальних робіт	24	50	0,2
Приміщення №16 фарбувальньо-сушильний ділянка	24	50	0,2

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

2.2 Розрахунок теплопритоків крізь огорожувальні конструкції

Визначимо кількість теплоти, яка входить до приміщень крізь огорожувальні конструкції.

Теплоприпливи через конструкції, що обгороджують, Q_1 визначаємо по формулі:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \quad (2.1)$$

де, Q_{1T} - теплоприпливи через стіни, перегородки, перекриття, підлоги

Q_{1C} - теплоприпливи від сонячної радіації.

Теплоприпливи через огороження розраховуємо по формулі:

$$Q_{1T} = k_D F \theta * 10^{-3} = k_D F * (t_n - t_e) * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (2.2)$$

де, $k_{од}$ - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження обумовлений при розрахунку товщини ізоляційного шару $\text{Вт/м}^2 * \text{К}$

F - площа поверхонь огороження, м^2

t_n - розрахункова температура повітря із зовнішньої сторони огороження, $^{\circ}\text{C}$

t_v - розрахункова температура повітря усередині охолоджуваного приміщення, $^{\circ}\text{C}$

Δt - розрахункова різниця температур (температурний напір), $^{\circ}\text{C}$

Теплоприплив від сонячної радіації визначаємо по формулі:

$$Q_{1C} = k_D F \Delta t_c * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (2.3)$$

де, k_D - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/м К

F - площа поверхні огороження, що опромінює сонцем, м^2

Δt_c - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору, $^{\circ}\text{C}$

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі визначаємо по формулі:

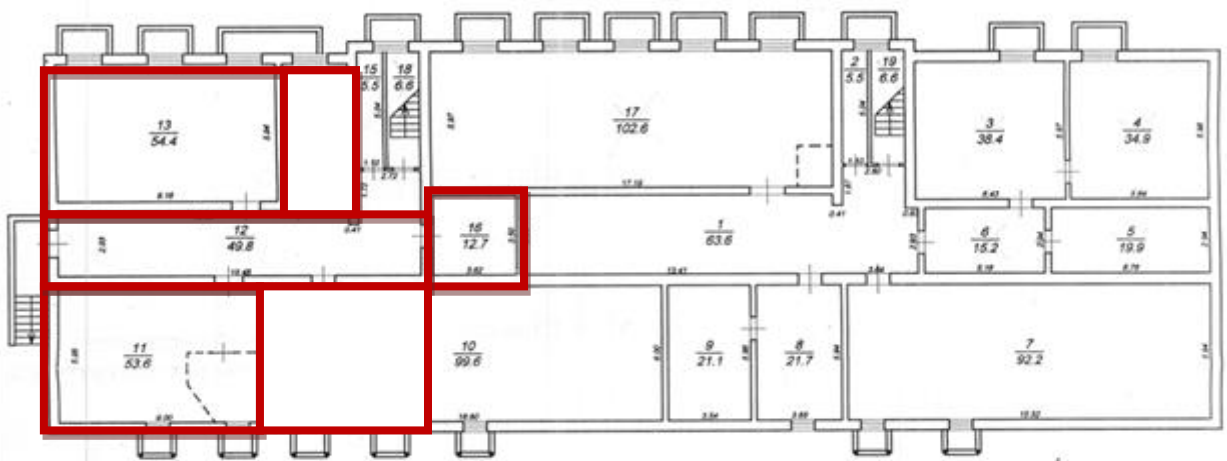
$$K^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}\right) + \frac{\delta_{uz}^{\partial}}{\lambda_{uz}}} \quad (2.4)$$

Товщина теплоізоляційного шару огороження камер охолодження визначається за формулою:

$$\delta_{uz}^{mp} = \lambda_{uz} * \left[\frac{1}{K_{mp}} - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right] \quad (2.5)$$

- де λ_z - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару й будівельних матеріалів, складових конструкцію огороження, Вт/м*К
- $K_{тр}$ - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, прийнятий залежно від характеру огороження й температур по обох сторони від нього, Вт/м²К
- α_n - коефіцієнт тепловіддачі із зовнішньої або більше теплої сторони огороження, Вт/м²К
- α_B - коефіцієнт тепловіддачі із внутрішньої або більше холодної сторони огороження, Вт/м²К
- δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження, м
- λ_i - коефіцієнт теплопровідності будівельних шарів конструкції, Вт/м К.

Пн



Півд Мал. 2.1

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Приміщення № 11 призначене для розбирання, збирання, промивання та перемотування електричних обмоток герметичних компресорів з $t_{\text{повітря}} = 24^{\circ}\text{C}$;

Приміщення № 13 збиральна ділянка, $t_{\text{повітря}} = 24^{\circ}\text{C}$;

Приміщення № 14 призначене для проведення зварювальних робіт з $t_{\text{повітря}} = 24^{\circ}\text{C}$ та виділенням великої кількості тепла;

Приміщення № 16 фарбувально-сушильний цех, $t_{\text{max повітря}} = 60^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 2.2- Розрахунок теплопритоків крізь стіни напівпідвального приміщення № 11

Огородження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	1,23	22,05	25,6	24	1,6	0,043	0	0	0,043
СВСх	1,23	14,7	25,6	24	1,6	0,029	0	0	0,029
СЗПд	1,23	22,05	32	24	8	0,217	4,9	0,132895	0,350
СВЗх	1,23	14,7	32	24	8	0,145	7,2	0,130183	0,275
покриття	0,27	54	25,6	24	1,6	0,023	0	0	0,023
підлога	0,25	54	24	24	0	0,000	0	0	0,000

0,720

Теплопритоки крізь огороження $Q_1=0,72$ кВт

Теплопритоки від сонячної радіації Q_1 крізь вікна

Вікна на південній стіні $3*0,300= 0,9$ кВт

$Q_1 \text{ зприм}=0,72+0,9= 1,62$ кВт

Взимку

Таблиця 2.3

Огородження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	1,03	22,05	25,6	24	1,6	0,036	0	0	0,036
СВСх	1,03	14,7	25,6	24	1,6	0,024	0	0	0,024
СЗПд	1,03	22,05	-18	24	-42	-0,954	4,9	0,111286	-0,843
СВЗх	1,03	14,7	-18	24	-42	-0,636	7,2	0,109015	-0,527
покриття	0,27	54	25,6	24	1,6	0,023	0	0	0,023
підлога	0,25	54	24	24	0	0,000	0	0	0,000
									-1,286

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Теплопритоки крізь огороження $Q_1 = -1,286$ кВт

Теплопритоки від сонячної радіації Q_1 крізь вікна

Вікна на південній стіні $3 \cdot 0,360 = 1,08$ кВт

$$Q_{1 \text{ прим}} = -1,286 + 1,08 = -0,276 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{літо}} = 1,4 + 1,3 + 1,62 = 4,32 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{зима}} = -1,19 - 0,196 - 0,276 = -1,66 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.4 Розрахунок теплопритоків крізь стіни напівпідвального приміщення № 13 збиральна ділянка $t_{\text{повітря}} = 24^\circ\text{C}$;

Огородження	К д	F	t н	t в	θ	Q 1т	t _c	Q 1с	Q 1
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВт	С	кВт	кВт
СВПн	1,23	22,05	32	24	8	0,217	0	0	0,217
СВСх	1,23	14,7	24	24	0	0,000	0	0	0,000
СЗПд	1,23	22,05	25,6	24	1,6	0,043	0	0	0,043
СВЗх	1,23	14,7	32	24	8	0,145	7,2	0,130183	0,275
покриття	1,47	54	32	24	8	0,635	0	0	0,635
підлога	0,25	54	24	24	0	0,000	0	0	0,000
									1,170

Теплопритоки крізь огороження $Q_1 = 1,17$ кВт

Теплопритоки від сонячної радіації Q_1 крізь вікна

Вікна на північній стіні $4,5 \cdot 0,052 = 0,234$ кВт

$$Q_{1 \text{ прим}}^{13} = 1,17 + 0,234 = 1,4 \text{ кВт}$$

Взимку

Таблиця 2.5

Огородження	К д	F	t н	t в	θ	Q 1т	t _c	Q 1с	Q 1
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВт	С	кВт	кВт
СВПн	1,03	22,05	-18	24	-42	-0,954	0	0	-0,954
СВСх	1,03	14,7	24	24	0	0,000	0	0	0,000
СЗПд	1,03	22,05	25,6	24	1,6	0,036	0	0	0,036
СВЗх	1,03	14,7	-18	24	-42	-0,636	7,2	0,109015	-0,527
покриття	0,27	54	25,6	24	1,6	0,023	0	0	0,023
підлога	0,25	54	24	24	0	0,000	0	0	0,000
									-1,421

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
------	------	----------	-------	------

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Теплопритоки від сонячної радіації Q^{13}_1 крізь вікна

Вікна на північній стіні $4,5 \cdot 0,052 = 0,234$ кВт

$Q^{13}_{1\text{прим}} = -1,42 + 0,234 = -1,19$ кВт

Розрахунок теплопритоків крізь стіни напівпідвального приміщення № 14 яке призначене для проведення зварювальних робіт з $t_{\text{повітря}} = 24^\circ\text{C}$ з виділенням великої кількості тепла

Таблиця 2.6

Огородження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	1,23	7,35	32	24	8	0,072	0	0	0,072
СВСх	1,23	14,7	25,6	24	1,6	0,029	0	0	0,029
СЗПд	1,23	7,35	25,6	24	1,6	0,014	0	0	0,014
СВЗх	1,23	14,7	24	24	0	0,000	0	0	0,000
покриття	0,25	18	25,6	24	1,6	0,007	0	0	0,007
підлога	0,25	18	24	24	0	0,000	0	0	0,000
									0,123

Теплопритоки крізь огороження $Q^{14}_1 = 1,23$ кВт

Теплопритоки від сонячної радіації Q_1 крізь вікна

Вікна на північній стіні $1,5 \cdot 0,052 = 0,078$ кВт

$Q_{1\text{прим}} = 1,23 + 0,078 = 1,3$ кВт

Взимку

Таблиця 2.7

Огородження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	1,03	7,35	-18	24	-42	-0,318	0	0	-0,318
СВСх	1,03	14,7	25,6	24	1,6	0,024	0	0	0,024
СЗПд	1,03	7,35	25,6	24	1,6	0,012	0	0	0,012
СВЗх	1,03	14,7	24	24	0	0,000	0	0	0,000
покриття	0,25	18	25,6	24	1,6	0,007	0	0	0,007
підлога	0,25	18	24	24	0	0,000	0	0	0,000
									-0,274

Теплопритоки крізь огороження $Q^{14}_1 = -0,274$ кВт

Теплопритоки від сонячної радіації Q_1 крізь вікна

Вікна на північній стіні $1,5 \cdot 0,052 = 0,078$ кВт

$Q_{1\text{прим}} = -0,274 + 0,078 = -0,196$ кВт

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ	Лист

Q₂ Теплопритоки від вентиляції

визначаємо за формулою:

$$Q_3 = M_{вз} * (i_n - i_в) \quad (2.6)$$

де: M - витрата повітря вентиляції, м³/ч.

Δi - різницю питомих ентальпій повітря відповідних початкової та кінцевої температури кДж/кг.

$$Q_2 = 16 * 25 * 1,23 * (75 - 52) / 3600 = 3,14 \text{ кВт}$$

Q₄ Експлуатаційні теплопритоки

Експлуатаційні теплопритоки визначаються як сума теплоприток (кВт) окремих видів:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 \quad (2.7)$$

q₁ теплоприплив від освітлення (кВт) розраховуємо за формулою:

$$q_1 = F * A / 1000 \quad (2.8)$$

де, A - теплоти. виділяється джерелами освітлення в одиницю часу на 1 м² площі підлоги, Вт/м ;

F - площа камери, м²

A = 20 Вт/м.

$$q_1 = 130 * 20 / 1000 = 2.6 \text{ кВт}$$

q₂ теплоприплив від персоналу (кВт)

$$q_2 = 0,168 * n \quad (2.9)$$

$$q_2 = 0,168 * 16 = 2.7 \text{ кВт}$$

де, 0,068 - тепловиділення однієї людини, кВт;

n - кількість здобувачів освіти з викладачами, - 16 человек.

q₃-теплоприплив від працюючих електроприладів (кВт) при розташуванні електроприладів в приміщенні, що охолоджується, визначаємо за формулою:

$$q_3 = N_e * 0.1 \quad (2.10)$$

де, N_e - сумарна потужність електроприладів, кВт

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

у попередніх розрахунках можна орієнтовно приймати $0,1 \cdot n_e$ кВт

Чотири аудиторії оснащені турбіна 2 кВт, сварочник 2 кВт, дрель 1,5 кВт .

$$q_3 = 0,1 \cdot 5,5 = 0,55 \text{ кВт}$$

$$Q_4 = 0,55 + 2,7 + 2,6 = 5,85 \text{ кВт}$$

Розраховуємо кількість вологопотоків

$$W = 19,4 \cdot n = 19,4 \cdot 16 \cdot 10^{-6} = 0,0031 \text{ кг/с}$$

$$W_2 = 16 \cdot 25 \cdot 1,23 \cdot (15,6 - 8,9) / 3600 = 0,0009 \text{ кг/с}$$

3.4 Визначення сумарної кількості тепло- і волоприпливів об'єкту завдання

$$\Sigma Q_{\text{літо}}^{\text{загалом}} = 4,32 + 3,14 + 5,85 = 13,86 \text{ кВт}$$

$$\Sigma Q_{\text{зима}}^{\text{загалом}} = -1,66 + 5,85 = 4,19 \text{ кВт}$$

$$\Sigma W_{\text{літо}}^{\text{загал}} = 0,0031 + 0,0009 = 0,004 \text{ кг/с}$$

$$\Sigma W_{\text{зима}}^{\text{загал}} = 0,0031 \text{ кг/с}$$

2.5 Визначення витрати повітря припливної установки

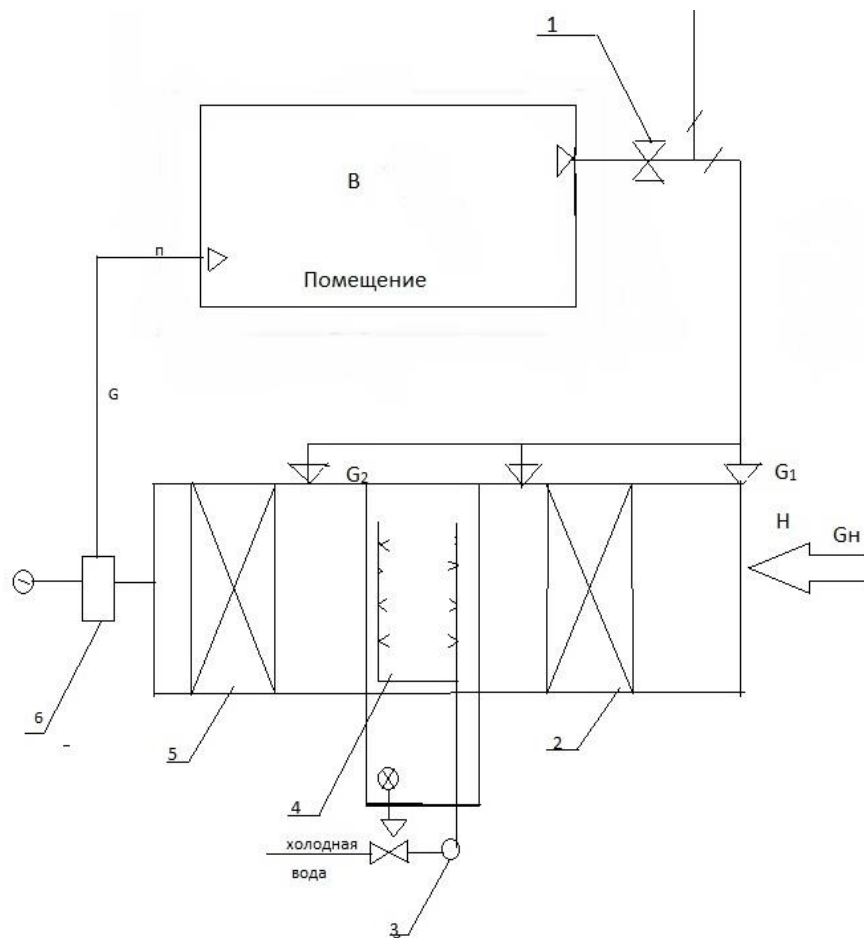
В даному проєкті застосовуємо систему кондиціонування повітря з двома рециркуляціями.

Система кондиціонування повітря з двома рециркуляціями відноситься до спеціальних схем, і її застосування має бути обґрунтовано. Така система забезпечує ще більшу економію тепла та холоду, ніж система з однією рециркуляцією. У більшості випадків відпадає необхідність у підігріві повітря в повітронагрівачі другого підігріву в теплий період року. Разом з тим потрібно більш глибоке охолодження повітря в камері зрошення, що не завжди можливо. Така схема не застосовується, коли продовження лінії, що з'єднує точки з параметрами рециркуляційного та параметрами припливного повітря, що не перетинається з кривою $\phi = 95\%$ або перетинає її в області негативних значень температур.

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

У холодний період суміш зовнішнього і рециркуляційного повітря нагрівається в повітрянагрівачі першого підігріву, обробляється в камері зрошення. Після камери зрошення додається ще частина рециркуляційного повітря (друга рециркуляція). Все повітря проходить через повітрянагрівач другого підігріву і вентилятором подається в приміщення, що обслуговується. У теплий період суміш зовнішнього повітря та повітря, що подається на першу рециркуляцію, обробляється в камері зрошення. Після обробки підмішується повітря другої рециркуляції з таким розрахунком, щоб відпадала необхідність у роботі повітрянагрівача другого підігріву.



Мал. 2.2

Схема системи кондиціонування повітря із застосуванням першої та другої рециркуляції: 1 - рециркуляційний вентилятор; 2 - повітрянагрівач 1-го підігріву; 3 – насос; 4 – камера зрошення; 5 - повітрянагрівач 2-го підігріву; 6 - вентиляційний агрегат кондиціонера

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

За величиною тепло- та вологонадлишків визначаємо за формулою кутовий коефіцієнт променя процесу ε у приміщенні:

$$\varepsilon = \Sigma Q / \Sigma W + (2500 - 2,38 * t_{\text{прит}}), \text{ кДж/кг} \quad (2.11)$$

$$\varepsilon = (13,860 / 0.004) + (2500 - 2,38 * 24) = 5910 \text{ кДж/кг.}$$

Визначаємо загальної витрату повітря за формулою:

$$G_{\text{пов}} = \Sigma Q / (c_p * (t_{\text{рец}} - t_{\text{прит}})) = 13,86 / (1,012 * (27 - 24)) = 4,56 \text{ кг/с}$$

2.6 Побудова на d,h –діаграмі процесів обробки повітря

Побудувати на d,h -діаграмі процес кондиціонування повітря для теплого періоду року при схемі його обробки з першою та другою рециркуляціями. Треба визначити витрати припливного та рециркуляційного повітря та витрату холоду для охолодження та осушення повітря.

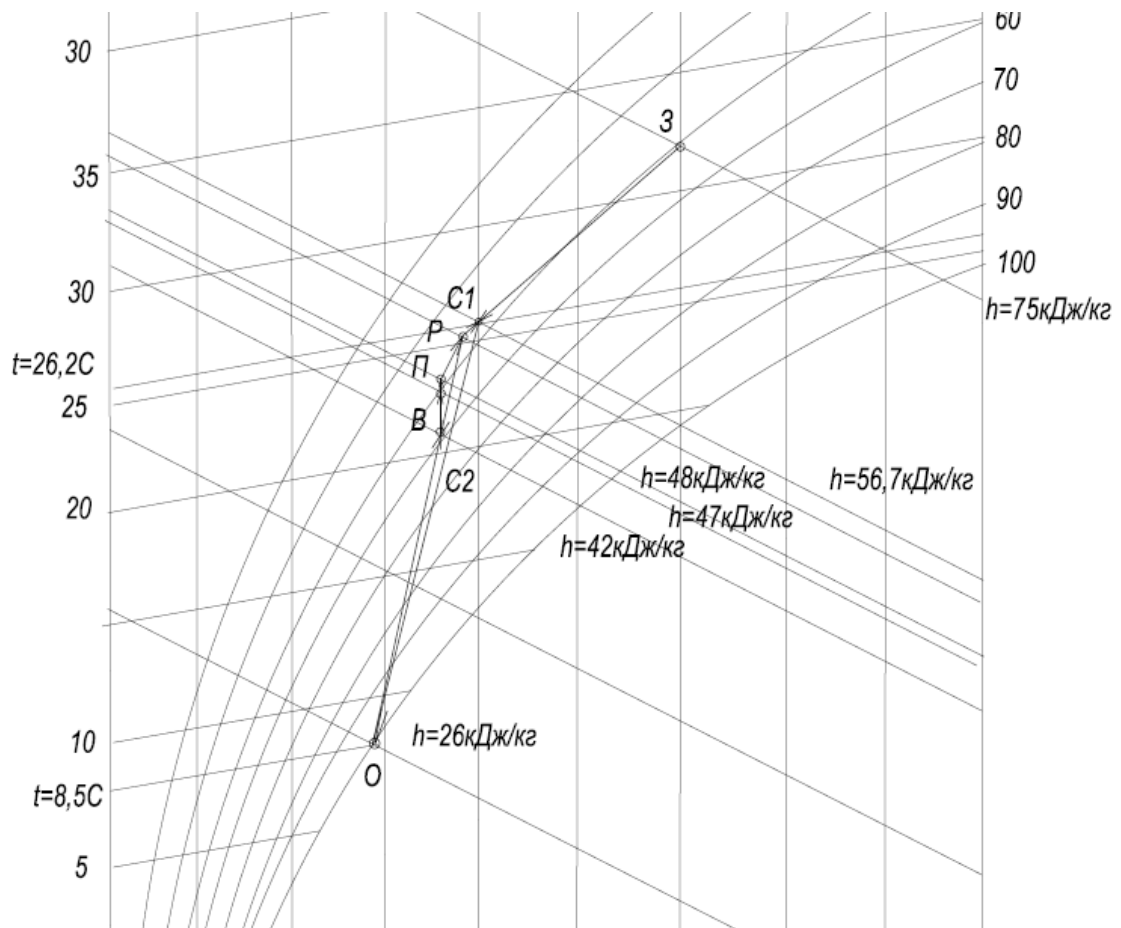
Будуємо на d,h-діаграмі процес кондиціонування повітря для теплого періоду року для приміщення майстерні з ремонту компресорів побутових холодильників при схемі обробки повітря з першою і другою рециркуляціями. Визначаємо витрати, кг/год, припливного повітря G_3 першої рециркуляції G_1 і другої рециркуляції G_2 , витрату холоду Q Вт, при наступних вихідних даних: $t_n = 32^\circ\text{C}$; $h_n = 75 \text{ кДж/кг}$; $t_{\text{пр}} = 24^\circ\text{C}$; $\varphi_{\text{пр}} = 50\%$; $Q_{\text{пр}} = 13860 \text{ Вт}$; $M_{\text{пр}} = 0.004 \text{ кг/с}$; $t_{\text{вих}} = 27^\circ\text{C}$, $t_{\text{води}} = 8,5^\circ\text{C}$.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист



Мал. 2.3

1. На d, h -діаграму наносимо точки 3 і B , що відповідають параметрам зовнішнього та внутрішнього повітря, кутовий коефіцієнт променя процесу ϵ у приміщенні дорівнює $\epsilon = 5910$ кДж/кг

2. Знаходимо положення точки O . Визначаємо параметри повітря, що пройшло обробку в зрошувальній камері, проводячи від точки C_1 пряму до перетину з кривою $\phi = 100\%$ у точці O , що відповідає температурі води $t_b = 8,5$ °С.

В результаті побудови маємо такі параметри основних точок процесу:

3: $t_n = 32$ °С, $\phi_n = 56\%$, $h_n = 75$ кДж/кг, $d_n = 16,5$ г/кг;

P: $t_{вих} = 27$ °С, $\phi_{вих} = 49\%$, $h_{вих} = 55$ кДж/кг, $d_{вих} = 11$ г/кг.

II': $t'_{пр} = 24$ °С, $\phi_{пр} = 50\%$, $h_{пр} = 48$ кДж/кг $d_{пр} = 9$ г/кг;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

B: $t_B = 23^\circ\text{C}$, $\phi_B = 53\%$, $h_B = 47 \text{ кДж/кг}$, $d_B = 9 \text{ г/кг}$;

O: $t_o = 8,5^\circ\text{C}$, $\phi_o = 100\%$, $h_o = 26 \text{ кДж/кг}$, $d_o = 7 \text{ г/кг}$;

3. Визначаємо витрату припливного повітря за формулою:

$$G_{\text{загал}} = 13,86 / (55 - 46,5) = 1,6 \text{ кг/с.}$$

4. Знаходимо за формулою витрати зовнішнього повітря:

$$G_H = 16 * 25 * 1,23 / 3600 = 0,137 \text{ кг/с.}$$

5. Визначаємо витрату повітря першої рециркуляції за формулою:

$$G_1 = 1,56 - 0,137 = 1,423 \text{ кг/с.}$$

6. За формулою визначаємо питому ентальпію суміші зовнішнього повітря та повітря першої рециркуляції:

$$h_c = (1,423 * 55 + 0,137 * 75) / 1,56 = 56,7 \text{ кДж / кг.}$$

$t_c = 27,6^\circ\text{C}$, $\phi_c = 50\%$, $h_c = 56,7 \text{ кДж/кг}$, $d_c = 11,5 \text{ г/кг}$;

7. Відкладаємо на діаграмі стан води якою зрошується повітря та з'єднуємо точку змішування з точкою холодної води. З точки П спускаємо пряму лінію $d_{\text{п}} = \text{const}$ до перетину з прямою **C₁-O**. В місті перетину ставимо точку суміші другої рециркуляції **C₂**.

З побудови знаходимо параметри стану повітря **$t_{c2} = 18,6^\circ\text{C}$,**

$\phi_c = 70\%$, $h_c = 42 \text{ кДж/кг}$, $d_c = 9 \text{ г/кг}$

8. За формулою знаходимо витрату повітря, що пройшло через зрошувальну камеру:

$$G_o = 1,6 - 0,038 = 1,56 \text{ кг/с} = 5600 \text{ кг/год} = 4565,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Підбираю центральний кондиціонер фірми **Ventus N-TYPE** продуктивність по повітряю **5 000 м³/год**

9. Визначаємо за формулою витрата холоду **Q_x**, **Вт**, для охолодження **Q_x = 1,56 * (56,7 - 26) = 47892 Вт** та осушення повітря:

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

Изм.					Лист					№ докум.					Подп.					Дата					Лист				



Мал. 2.4 Приточно-витяжна установка VentusN-TYP

2.7 Розрахунок і вибір обладнання припливної установки

Розрахунок параметрів повітря та води політропічної осушувальної камери

Знаходимо питому ентальпію, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, при температурі води початкової $t_{\text{н.в.}} = 8,5^\circ\text{C}$ по формулі:

$$h_{\text{нас}} = 9,42 + 1,97 \cdot t_{\text{н.в.}}$$

$$h_{\text{нас}} = 9,42 + 1,97 \cdot 8,5 = 26,16 \text{ кДж/кг}$$

где: $t_{\text{н.в.}}$ = температура води, яка подається в зрошувальну камеру, $^\circ\text{C}$

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

$$a = \frac{h_{\text{н}} - h_{\text{к}}}{(h_{\text{н}} - h_{\text{нас}})(1 + 0,000716(h_{\text{н}} - h_{\text{нас}}) + 0,00351(54 - h_{\text{нас}}))} \quad (3.11)$$

$$a = \frac{57 - 33}{(57 - 26,16)(1 + 0,000716(56 - 26,16) + 0,00351(54 - 26,16))} = 0,72$$

Коефіцієнт зрошення, $\frac{\text{кг}}{\text{кг}}$, знаходимо по формулі:

$$\mu = 0,294 \exp(2,99a) \quad (2.12)$$

$$\mu = 0,294 \exp(2,99 \times 0,72) = 2,42 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

Коефіцієнт ефективності зрошувальної камери обчислюємо по формулі:

$$E_{\text{пол}} = 1 - \exp(-1,19\mu^2) \quad (2.13)$$

$$E_{\text{пол}} = 1 - \exp(-1,19 \times 2,42^2) = 0,9994$$

Масовий виток води в ЗК, $\frac{\text{кг}}{\text{час}}$, знаходимо по формулі:

$$G_{\text{в}} = G_{\text{повітря}} \times \mu \quad (2.14)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

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

ρ – густина насиченого повітря, $\frac{кг}{м^3}$;

$$G_B = 1,6 \times 2,42 = 3,87 \frac{кг}{с}$$

$$g = G_B / n = 3,87 / 54 = 0,072 \text{ кг/с}$$

$$p = 0,73 \cdot 10^3 \cdot g^2$$

$$p = 0,73 \cdot 1000 \cdot 0,072^2 = 3,78 \text{ кПа}$$

Температуру нагрітої води, $^{\circ}C$, знаходимо по формулі:

$$t_{к.в.} = t_{н.в.} \pm \frac{h_H - h_K}{4,19 \mu} \quad (2.15)$$

$$t_{к.в.} = 8,5 + (59,5 - 35) / 4,19 / 2,42 = 10,91 \text{ }^{\circ}C$$

Витрата холода (теплове навантаження на компресор), кВт, знаходимо по формулі:

$$Q_x = G_B \times 4,19 \times (t_{к.в.} - t_{н.в.}) \quad (2.16)$$

$$Q_x = 3,87 \times (10,91 - 8,5) \times 4,19 = 39 \text{ кВт}$$

Кількість тепла відведеного від повітря співпадає з кількістю тепла відведеного від води в зрошувальній камері.

2.8 Розрахунок основного холодильного обладнання

Визначення навантаження на компресор та випарник
Розрахункова холодопродуктивність для підбору компресора:

$$Q_o = \frac{\Sigma Q_{км} \cdot k}{b}, \text{ кВт} \quad (2.17)$$

$$Q_o = \frac{39 \cdot 1,05}{0,85} = 48,2 \text{ кВт}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

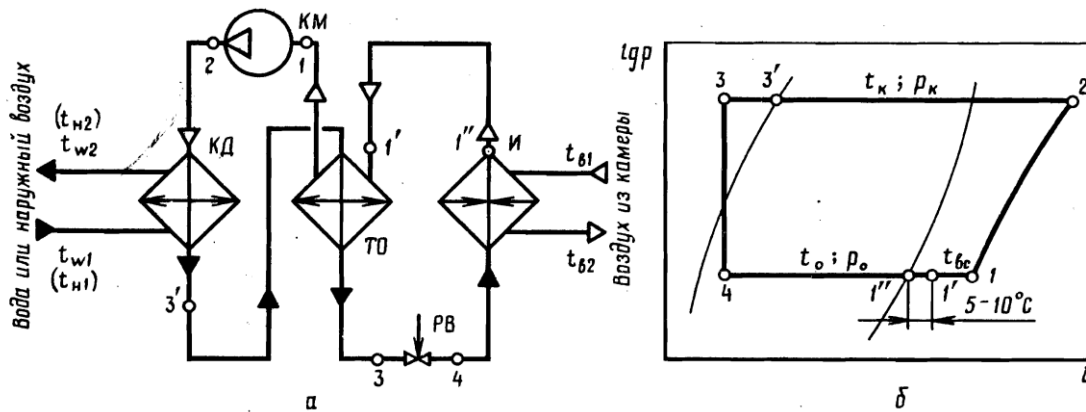
Лист

Побудова циклу холодильної машини, зняття параметрів вузлових точок

Таблиця 2.8

Режим	P_0 МПа	P_k МПа	P_k P_0	Вибір схеми
$t = 4\text{ C}$	0,3376	0,8868	2,62	одноступеневе стиснення

Зображення схеми і циклу одноступеневого тиску в діаграмі $p-h$



Мал. 2.5

Таблиця 2.9

Параметри вузлових точок циклу хладонової холодильної машини

№ точки	Температура $^{\circ}\text{C}$	Тиск МПа	Ентальпія кДж/кг	Питомий об'єм $\text{м}^3/\text{кг}$
1//	4	0,3376	399	
1'	9	0,3376	405	

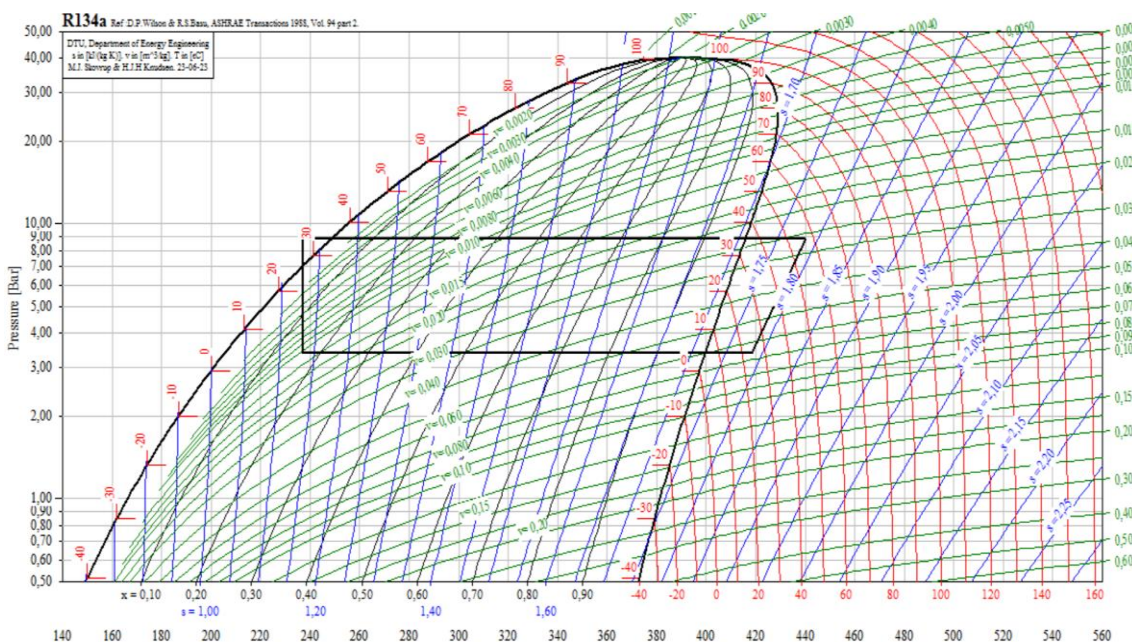
Ив. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Ив. № дубл.	
Подп. и дата	

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

1	24	0,3376	417	0,0663
2	57	0,8868	440	
3'	35	0,8868	249	
3	27	0,8868	237	
4	4	0,3376	237	



Мал. 2.6

Тепловий розрахунок і вибір одноступеневого компресору

Знаходимо холодопродуктивність q (в кДж) 1 кг холодоагенту

$$q_o = i_{1''} - i_4 \quad (2.23)$$

Розраховуємо масову витрату пари - масову продуктивність компресору

$$M_{mp} = \frac{Q_o}{q_o}, \text{ кг/с} \quad (2.24)$$

Знаходимо об'ємну подачу компресору (в м³/с)

$$Vq = M_{mp} v_1 \quad (2.25)$$

где: v_1 - питомий об'єм всмоктуємої пари, м³/кг

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Знаходимо необхідну теоретичну об'ємну продуктивність компресору
(в м³/с)

$$V = \frac{Vq}{\lambda} \quad (2.26)$$

где: λ - коефіцієнт подачі компресору з розрахунку відношення тисків P_k / P_o

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega'} \quad (2.27)$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} - c * \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} \right) \quad (2.28)$$

$$\lambda_{\omega'} = \frac{T_o}{T_k} \quad (2.29)$$

Підбираємо компресор марки Bitzer **4HE - 18Y**

Дійсна масова витрата х/а компресору

$$\Sigma M_{км} = \frac{\lambda * \Sigma V_{км}}{\nu_1} \quad (2.30)$$

Сумарна холодопродуктивність

$$\Sigma Q_o = \Sigma M * q_o \quad (2.31)$$

Знаходимо дійсну (адіабатну) потужність компресору (в кВт)

$$N_T = \Sigma M_{км} * (i_2 - i_1) \quad (2.32)$$

Знаходимо індикаторну потужність, затрачену на стиск пари, (в кВт)

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i} \quad (2.33)$$

где: η_i - індикаторний КПД,

Знаходимо ефективну потужність на валу компресору (кВт)

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{мех}} \quad (2.34)$$

где: $\eta_{мех}$ - механічний КПД компресора

Розраховуємо електричну потужність електродвигуна компресору

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ	Лист

$$N_{эл} = \frac{N_e}{\eta_{эл}} \quad (2.35)$$

где: η - КПД электродвигуна компресору

Розраховуємо тепловий потік Q (в кВт) в конденсаторі :

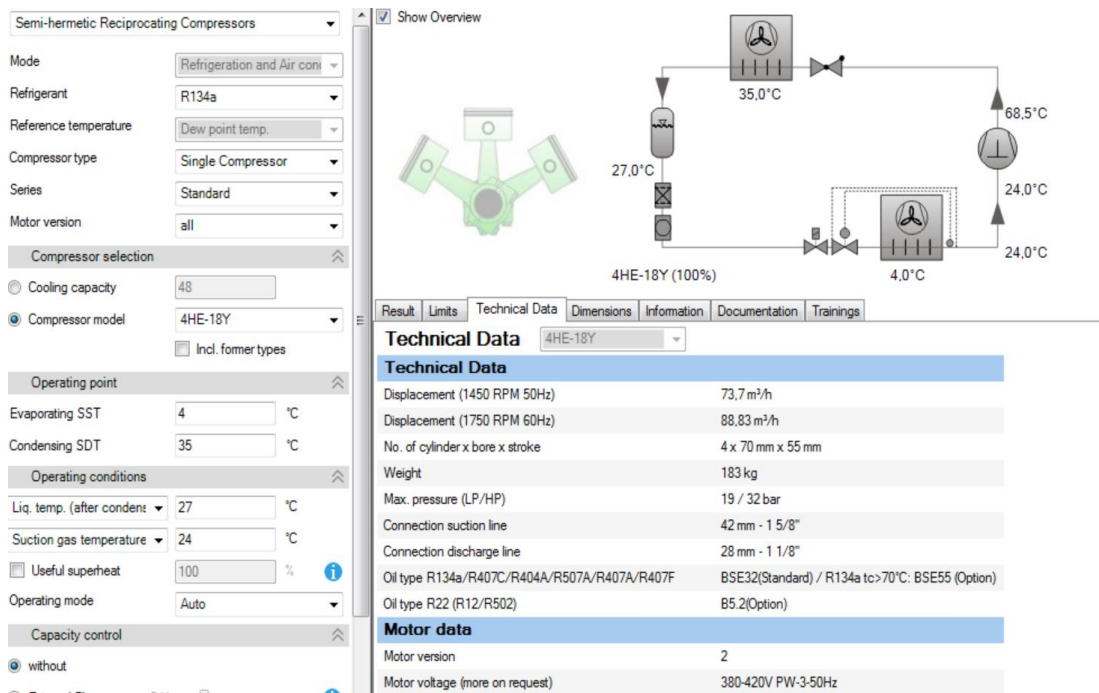
$$Q = Q_o + N_i \quad (2.26)$$

Усі розрахунки заносимо у таблицю

Таблиця 2.10

Компресор Bitzer 4HE - 18Y

режим	q_o	Q_o	M_T	V_D	V_T	λ	Марка	кол	$\Sigma V_{км}$	$\Sigma M_{км}$	$\Sigma Q_{км}$	N_T	N_i	N_e	$N_{эл}$	$Q_{кд}$
t =	кДж/кг	кВт	кг/с	м/с	м/с		КМ	шт.	м/с			кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
4	180	48,2	0,268	0,018	0,020	0,87	4HE	1	0,020	0,269	48,4	6,18	8,25	10,06	11,83	56,7
							18Y-40P									



Мал. 2.7

Розрахунок та вибір конденсатору

Теплове навантаження - 56.7 кВт

Температура води на вході в конденсатор $t_{в1} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Температура води на виході з конденсатору $t_{в2} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$

Температура конденсації холодильного агента $t_k = 35 \text{ }^\circ\text{C}$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ	Лист

Розраховуємо середню логарифмічну різницю температур в апараті, °С

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,31 \lg \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}; \quad (2.27)$$

где: t_{w1}, t_{w2} - температура води на вході и виході из КД, °С

t_k - температура конденсації холодоагенту, °С

$$\theta_m = \frac{32 - 29}{2,31 \lg \frac{35 - 29}{35 - 32}} = 4,33 \text{C}$$

Знаходимо тип конденсатору и основні розміри поверхні теплообміну.

Приймаємо: конденсатор кожухотрубний, горизонтальний,
у проміжтрубному просторі – R-134a, в трубах – вода.

Потребуєма площа теплопередающей поверхні конденсаторов (m^2)

$$F = \frac{Q_{кд}}{k * \theta} \quad (2.28)$$

де: $Q_{кд}$ - дійсний тепловий потік в КД, кВт

k - загальний коефіцієнт теплопередачі, кВт/ m^2K

θ - середній температурний потік, °С

$Q_{кд}$	k	θ	F
56,7	1,2	4,33	10,91

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Water-cooled Condensers

Series: Standard
 Refrigerant: R134a
 Cooling agent: Water
 Concentration in water: 0

Condenser selection

Condenser capacity: 56,7
 Condenser type: K813H
 Passes no.: 4

Operating point

Condensing temperature: 35 °C
 Water inlet temp.: 29 °C
 Volume flow: 11,257 m³/h

Operating conditions

Liq. subc. (in condenser): 1 K
 Fouling factor: 0,00004 m²K/W

show overview

K813H (100%)

Result Limits Technical Data Dimensions Information Documentation

Fluid velocity > 2.0 m/s. Be aware of erosion risks.

Condenser type: K813H
 Passes no.: 4
 Condenser Capacity: 56,7 kW
 Allowed max. capacity: 131,1 kW
 Condensing SDT: 35,0 °C
 Water outlet temp.: 33,4 °C
 Volume flow: 11,26 m³/h
 Vol. flow min.: 2,27 m³/h
 Vol. flow max.: 11,35 m³/h
 Fluid velocity: 2,48 m/s
 Pressure drop: 0,61 bar

Мал. 2.8

Приймаємо конденсатор Bitzer K 813 H , с площею внутрішньої теплопередаючої поверхні $\Sigma F_{BH} = 12 \text{ м}^2$,

Об'ємна витрата охолодженої води

$$V_{\text{вод}} = \frac{\sum Q_{\text{КД}}}{c_{\text{в}} * \rho_{\text{в}} * \Delta t}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.29)$$

где: $c_{\text{в}}$ - питома теплоємність води, $c = 4,19 \text{ кДж/кгК}$

$\rho_{\text{в}}$ - щільність води, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

Δt - подогрів води в конденсаторі , °C

$Q_{\text{КД}}$	$c_{\text{в}}$	$\rho_{\text{в}}$	Δt	$V_{\text{вод}}$
56,7	4,19	1000	3	0,0045

$\text{м}^3/\text{с} = 4.5 \text{ л/с}$

$$V_{\text{вод}} = \frac{56.7}{4,19 \cdot 1000 \cdot 3} = 0,0045 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Приймаємо два водяних насоса К8/18 з витратою 3,0 л/с

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 2.11

Технічна характеристика водяних насосів

Центробіжні насоси	Витрата л/с	Повний напор, м	К П Д	Потужність електродвигуна, кВт
К 8/18	3,0	17	58	1,5

Тепловий розрахунок та вибір випарювача

Розраховуємо площу теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_0}{k \cdot \Theta_m}; \quad (2.30)$$

где Q_0 – теплове навантаження на випарювач, кВт

$$Q_0 = 48.2 \text{ кВт}$$

 k – коефіцієнт теплопередачі випарювача, Вт/м²К; Θ_m – середнєарифметичний температурний напор, °С

Среднєарифметичний температурний напор, (°С) знаходимо по формуле :

$$\Theta_m = \frac{t_{s1} + t_{s2}}{2} - t_o; \quad (2.31)$$

где t_{s1}, t_{s2} -- температури розсолу на вході та на виході з випарювачі, °С; t_o -- температура кипіння, °С.

t_{s1}	t_{s2}	t_o	Θ_m
7,5	9,5	4	4,5

Приймаємо в якості холодоносія-воду

Площадь теплопередаючої поверхні випарювача знаходимо

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

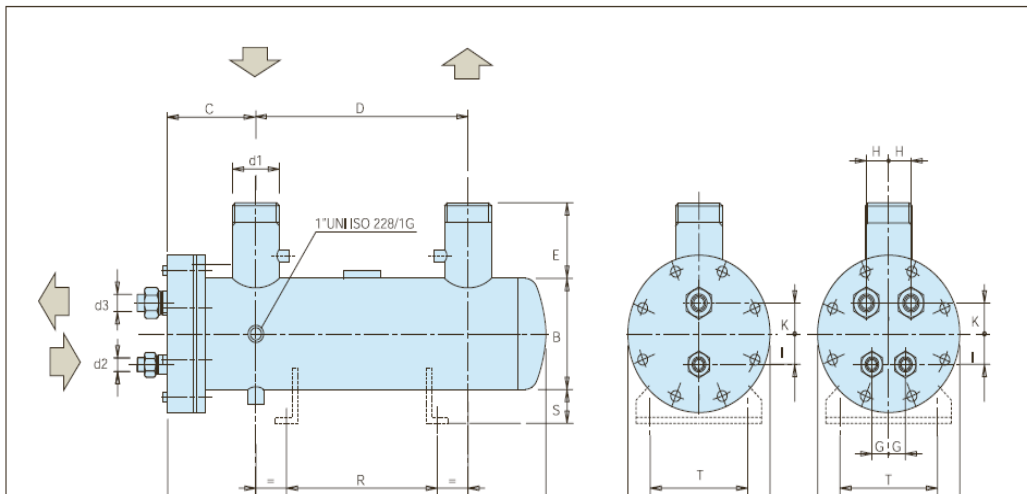
БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Q_0	k	θ	F
48,2	1,2	4,5	8,93

Підбираємо випарювач DRYPLUS DXS 47

Номинальные условия	Модель	DXS18	DXS28	DXS35 DXD35	DXS47 DXD47
Хладагент: R407c Т _ж рассола = 12°C Т _ж рассола = 7°C (8 °C для DXS 18/28) Т _к = 45,26 °C Т _{исп} = 2,75 °C ΔТ _{паросо} = 3K; ΔТ _{испар} = 5K Смазочное масло ISO68	Q _H [кВт]	18,6	28,2	35,1	47
	W _H [м³/ч]	4	6	6	8
	W _M [м³/ч]	6,3	8	10	11,4
	Δр _H [бар]	0,16	0,29	0,27	0,41



Модель			DXS 18	DXS 28	DXS 35	DXD 35	DXS 47	DXD 47
Размеры	A	мм	887	1037	1257	1257	1407	1407
	B	мм	140	140	140	140	140	140
	C	мм	97	97	107	107	107	107
	D	мм	690	840	1040	1040	1190	1190
	E	мм	130	130	130	130	130	130
	F	мм	195	195	195	195	195	195
	G	мм	-	-	-	30	-	30
	H	мм	-	-	-	35	-	35
	K	мм	30	30	30	30	30	30
	J	мм	32	32	32	30	32	30
	L	мм	-	-	-	-	-	-
	M	мм	-	-	-	-	-	-
	O	мм	-	-	-	-	-	-
Опоры	R	мм	550	650	800	800	950	950
	S	мм	60	60	60	60	60	60
	T	мм	160	160	160	160	160	160
Соединения	d1	-	T11	T11	T2	T2	T2	T2
	d2	-	RB-22	RB-22	RB-22	RA-16	RB-22	RA-16
	d3	-	RC-35	RC-35	RC-35	RC-28	RC-35	RC-28
Объемы – Вес	V _л	дм³	3,5	4,2	5	5	11	5,7
	V _{H2O}	дм³	6,7	7,9	9,5	9,5	11	11
	P	кг	33	37	42	42	45	45
Категория PED*			I	I	I	I	I	I

Мал. 2.9

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Розрахунок і вибір допоміжного обладнання.

Лінійний ресивер

$$V_{лр} = \frac{0.6 * V_{исп}}{0.5} * 1,2 = 1,44 * V_{исп} \quad (2.32)$$

где: $V_{исп}$ - об'єм випарної системи, м³

1,44 - коефіцієнт норми заповнення лінійного ресиверу при нижній подаче х/а для $t_0 = 4$ °С

$\Sigma V_{в/о}$	$V_{лр}$
0,011	0,02

Підбираємо лінійний ресивер ємністю 20 дм³,

Теплообмінники

Теплообмінники підбираються по площі теплообмінної поверхні змієвика

(2.33)

$$F_{m.o.} = \frac{Q_{m.o.}}{k \cdot \theta}$$

$$\theta = t_{ср.ж} - t_{ср.п} = (35+27)/2 - (24+9)/2 = 14,25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Теплове навантаження на теплообмінника, кВт

$$Q_{T.O.} = m \cdot (h_3 - h_{3'}) = m \cdot (h_{1'} - h_1) \quad (2.34)$$

$$Q_{T.O._{t_0=-10}} = 0,269 * (249 - 247) = 0,269 * (417 - 405) = 3.2 \text{ кВт}$$

$$F_{m.o.} = \frac{3.2 \times 10^3}{290 \cdot 14.5} = 0,76 \text{ м}^2$$

Підбираємо теплообмінник марки SLHE-5

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 2.12 Технічна характеристика теплообмінників

Модель	Номінальна продуктивність, кВт	Діаметр патрубків (рідина), дюйм	Діаметр патрубків (газ)	Діаметр трубок, дюйм	Кількість Трубок, шт	Сумарний Прохідний перетин Газовий трубок, см ²	Об'єм рідини, л	Максимальний робочий тиск, бар
SLHE-5	3,68	5/8	1 3/8	5/8	5	3,9	0,28	27,8

Разрахунок и підбір градирні

Градирню підбираємо по площі поперекового перетину, яку знаходимо по формулі:

$$F_{n.c.} = \frac{Q_k}{q_f}; m^2; \quad (2.35)$$

где: Q_k – теплова навантаження на градирню, кВт;

q_f - питома теплова навантаження на 1 м² поперекового перетину насадки в градирні

q_f	$Q_{гр}$	$F_{пс}$
60	56,7	0,95

По площі поперекового перетину підбираємо градирню марки ГПВ-40М з площею теплообмінної поверхні $F=0,96 m^2$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

2.9 Проектування та розрахунок вентиляційної мережі

Припливно-витяжна система повітророзподілення в більшості випадків досить громіздка. Розрахунок зводимо до визначення перетинів повітроводів і втрат напору, як по окремих ділянках, так і в галузях.

Ціль аеродинамічного розрахунку системи повітророзподілення:

1) Вибір діаметрів для круглих повітровідів і розмірів перетину для прямокутних повітровідів ;

2) Визначення втрат тиску в системах, включаючи усмоктувальний і нагнітальний повітровіди.

При розрахунку систем повітророзподілення виконуємо наступні умови:

- діаметри повітроводу (розміри перетинів) повинні бути стандартними;
- втрати напору в будь-якій галузі повинні бути нижче розташовуваного;
- швидкість повітря у повітроводах повинна бути в рекомендуючих межах;
- швидкість повітря в магістральних ділянках у напрямку руху повітря повинна зменшуватися;
- діаметр будь-якої збірної ділянки повинен бути більше або дорівнює діаметру підходящих до нього відгалужень.

По кожній розраховуваній системі задаємося наступними вихідними даними:

- максимальна швидкість повітря, що допускає на окремих ділянках;
- конфігурація мережі й форма перетинів повітроводу;
- матеріал повітровода;
- витрата повітря й довжини ділянок;
- характеристик повітровода (кінцевий, магістральний);
- задані коефіцієнти місцевих опорів на ділянках без обліку коефіцієнта місцевих опорів трійників і хрестовин.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Вичерчуємо в аксонометрії аксонометричну схему магістрального повітроводу й розбиваємо його на ділянки.

Розрахунок мережі повітроводів для системи П1
де П1 - лінія приточної магістралі в торгову залу,

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

$$L=G \cdot 3600 / \rho , \quad (2.36)$$

де $\rho = 1,23 \text{ кг/ м}^3$ - щільність повітря.

Для системи корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$$L_1 = 12,59 \cdot 3600 / 1,23 = 36848 \text{ м}^3/\text{год}, \quad \text{літо}$$

$$L_1 = 12 \cdot 3600 / 1,4 = 30857 \text{ м}^3/\text{год}, \quad \text{зима}$$

так як мережа повітроводів в аудиторії ділиться на дві рівні та паралельні гілки. Поєднуємо між собою аудиторії таким чином щоб загальний об'єм повітря був приблизно однаковим. Це надасть можливість по магістралям утримувати однакову швидкість повітря.

I ділянка – 11 площа 53,6 м²

II ділянка - 12 площа 49,8 м²

III ділянка – 13 площа 54,4 м²

IV ділянка - 14 площа 18,2 м²

V ділянка - 16 площа 12,7 м²

З врахуванням втрат із-за нещільності в системі розподілення повітря устаткування підбираємо по наступних об'ємних витратах:

$$L_1^n = 1,05 \cdot L_1, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (2.37)$$

$$L_1^n = 1,05 \cdot L_1, \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$L_{\text{зима}} = 1,05 \cdot 30857 = 32400 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$L_{\text{літо}} = 1,05 \cdot 36848 = 38690 \text{ м}^3/\text{год}$$

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Для ділянки №І повітроводу магістрального знаходимо витрату повітря

$$L_{\text{участок 1}} = L/6 = 38690/2 = 6448 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (2.38)$$

Потім цю витрату ділимо на шість повітророзподілювачів по ділянках.

$$L_{\text{отвору}} = L_{\text{ділянки}}/6 = 6448/6 = 1075 \text{ м}^3/\text{год}$$

Задаємо швидкістю повітря $v=5 \text{ м/с}$

Знаходимо діаметр повітроводу:

$$d = (L / (3600 \cdot 0,785 \cdot v))^{0,5} \quad (2.39)$$

$$d = (1075 / (3600 \cdot 0,785 \cdot 5))^{0,5} = 0,275 \text{ м}$$

Приймаємо повітропровід діаметром: $d=0,35 \text{ м}$

Знайдемо площу перетину:

$$F = (\pi d^2) / 4 \quad (2.40)$$

$$F = (3,14 \cdot 0,35^2) / 4 = 0,096 \text{ м}^2$$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в. факт.}} = L / (F \cdot 3600) \quad (2.41)$$

$$V_{\text{в. факт.}} = 1075 / (0,096 \cdot 3600) = 3,1 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$Re = \frac{v_{\text{в. факт.}} \cdot d_{\text{екв.}}}{\nu} = (3,1 \cdot 0,35) / 0,0000156 = 69707 \quad (2.42)$$

$$\text{де } d_{\text{екв}} = d,$$

ν - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним

$$\nu = 15,6 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right).$$

Коефіцієнт опору для розвиненого турбулентного руху визначається як:

$$\lambda = 0,3164 / Re^{0,25} = 0,3164 / 69707^{0,25} = 0,0194 \quad (2.43)$$

Динамічний натиск розраховуємо по формулі:

$$\Delta p_{\text{дин.}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{в. факт.}}^2}{2} = (1,2 \cdot 3,1^2) / 2 = 5,76 \quad (2.44)$$

Величину параметра R визначимо:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{экв.}}} \cdot \Delta p_{\text{дин.}} = (0,0194/0,35) \cdot 12,48 = 0,691 \quad (2.45)$$

Втрати тиску по довжині воздуховодів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l = 0,691 \cdot 6 \cdot 1,2 = 4,98 \quad (2.46)$$

Втрати тиску на ділянках в місцях місцевих опорів визначаються:

$$\Delta p_{\xi} = \xi \cdot \Delta p_{\text{дин.}} + \Delta p_{\text{решетки}} = 13,2 \quad (2.47)$$

Коефіцієнти місцевих опорів:

- коліно $\xi = 0,24$;
- конфузор $\xi = 0,25$.

Т.ч. втрати на ділянці підсумовуються, і визначається сумарне падіння тиску:

$$\Delta P_{\text{уч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_{\xi} = 4,98 + 13,2 = 18,1 \quad (2.48)$$

Використовуючи вказівки за розрахунком і практичним вживанням розподільників повітря компанії "Арктос,,.

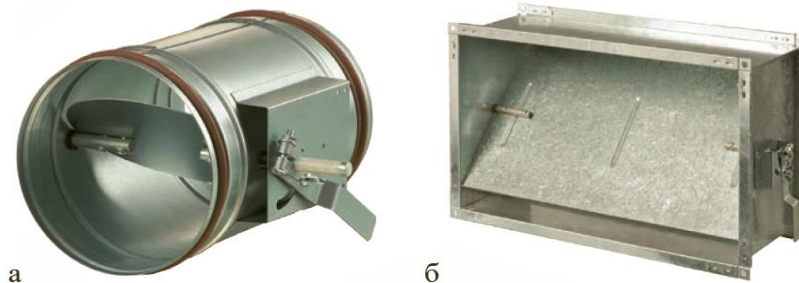


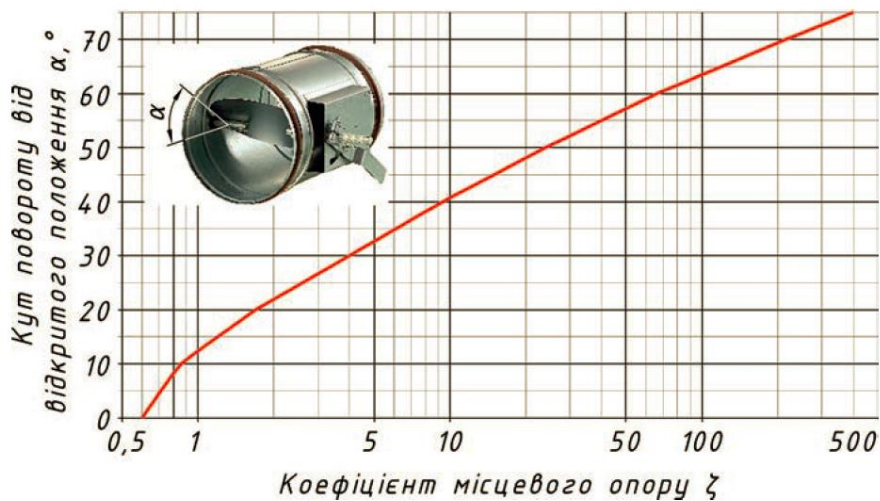
Рис. 58. Дросель-клапан ВЕНТС КР:
а – круглого перерізу; б – прямокутного перерізу

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

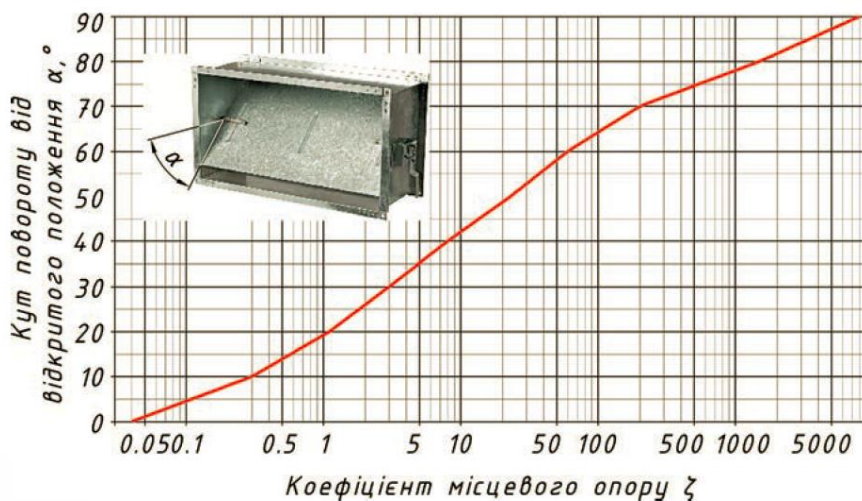
Лист



З врахуванням початкових даних визначимо типорозмір і вид розподільника повітря для системи П1. Приймаємо розподільник повітря марки **1ДКФ 355**, розміром $d=0,4$, у якого площа живого січення дорівнює $f=0,1256 \text{ м}^2$. При рівні звукової потужності: $L_A \leq 25 \text{ дБ}$, далекобійність струменя приточування $L_{\text{струменя}} = 4,8-11,9 \text{ м}$ в залежності від необхідної швидкості в приміщенні v від $0,5-0,2$ відповідно. Падіння повного тиску через який складає: $\Delta p = 16,2 \text{ Па}$.

Коефіцієнт місцевого опору ζ

а



б

Розрахунки інших ділянок мережі повітроводів зведені в таблиці.

Витяжка														
№	l, м	Lp,	fр, м ²	dтеор,	dдейст,	Fдейст,	Jд,	R,	bш	ΔPтр,	Sz	Z	ΔP,	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

		м ³ /ч		м	м	м ²	м/с	Па/ м		Па			Па
Розрахункова магістраль													
1	2,84	958	0,0532	0,260	0,280	0,0616	4,32	0,9	1,051	2,686	0,5	11,71	14,39
2	0,66	1208	0,0671	0,292	0,315	0,0779	4,31	0,81	1,051	0,562	2	13,13	13,69
3	2,34	1238	0,0688	0,296	0,315	0,0779	4,41	0,81	1,052	1,994	0,5	12,19	14,18
4	0,66	1488	0,0827	0,325	0,355	0,0990	4,18	0,69	1,051	0,479	2	12,47	12,95
5	2,34	1518	0,0843	0,328	0,355	0,0990	4,26	0,69	1,052	1,699	0,5	11,39	13,09
6	0,66	1768	0,0982	0,354	0,355	0,0990	4,96	0,72	1,056	0,502	2	16,78	17,28
7	4,48	1888	0,1049	0,366	0,400	0,1257	4,17	0,48	1,051	2,260	2	12,45	14,71
8	1,52	2182	0,1212	0,393	0,400	0,1257	4,82	0,51	1,056	0,819	0,5	14,46	15,28
													122,1

Вибір пилевих фільтрів

В зв'язку з великою витратою повітря та задля упрощення заміни фільтрів підбираємо фільтри на кожен окрему гілку повітроводів з витратою повітря у повітроводі 6141 м³/год

Необхідну поверхню фільтру знаходимо, м² :

$$F_{\phi} = L / q_{\phi} \quad F_{\phi} = 6141 / 6000 = 1,024 \text{ м}^2$$

q_{ϕ} - питома навантаження фільтруючої поверхні, м³/(м²·год);

L - часовий расход воздуха, м³/ч.

Підбираємо чотири фільтри ячeyковi сiтчатi Е.В. Река моделi М

попереднє утримання пилу - до 5 мг/м³;

норма питомої навантаження - 6000 м³/(м²·год);

ступiнь очистки за вiсом - 70-97%;

опiр фiльтру - 8 кгс/м².

Вибір вентиляторів

Вибір вентиляторів відбувається по витраті і тиску які відтворює вентилятор.

1. Вибір вентилятора для притокової схеми і системи витяжки

$$L_{\text{вент}} = K_{\text{подс}} * L_{\text{сист}}$$

$K_{\text{подс}}$ - коефіцієнт, враховуючий підсос та виток повітря з системи.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Витяжка $L_{\text{вент}} = K_{\text{подс}} * L_{\text{сист}} = 36868 * 1,15 = 42398 \text{ м}^3/\text{год}$

Подача $L_{\text{вент}} = K_{\text{подс}} * L_{\text{сист}} = 36868 * 1,1 = 40555 \text{ м}^3/\text{год}$

2. Тиск вентилятора

$$\Delta P_{\text{вент}} = 1,1 \cdot \Delta P_h$$

1,1 - коефіцієнт, враховуючий 10% запасу тиску на невраховані збитки

ΔP_h - загальні витрати тиску у системі, Па

$$\Delta P_h = \Delta P_{\text{сист}} + \Delta P_{\text{конд}} + \Delta P_{\text{фільтр}}$$

$\Delta P_{\text{сист}}$ - витрата тиску в системі повітроводів, Па

Подача: $\Delta P_{\text{сист}} = 327,42 \text{ Па}$

Витяжка: $\Delta P_{\text{сист}} = 122,11 \text{ Па}$

$\Delta P_{\text{конд}}$ - витрата тиску в центральному кондиціонері, Па,

$$\Delta P_{\text{конд}} = 3,8 * 98 = 375,4 \text{ Па}$$

$\Delta P_{\text{фільтр}}$ - потери давления в фильтрах, Па , $\Delta P_{\text{фільтр}} = 8 * 9,8 * 2 = 156,8 \text{ Па}$

Подача: $\Delta P_h = 327,42 + 375,4 + 156,8 = 859,62 \text{ Па}$

Витяжка: $\Delta P_h = 122,11 + 156,8 = 278,98 \text{ Па}$

Подача: $\Delta P_{\text{вент}} = 859,62 \text{ Па} = 87,7 \text{ кгс}/\text{м}^2$

Витяжка: $\Delta P_{\text{сист}} = 122,11 \text{ кгс}/\text{м}^2$

3. Потужність на валу електродвигуна, кВт

$$N_e = L_{\text{вент}} * \Delta P_{\text{вент}} / (3600 * \eta_{\text{п}} * \eta_{\text{в}} * \eta_{\text{р.п}})$$

$\eta_{\text{п}} = 0,96$ – ККД підшипників;

$\eta_{\text{в}} = 0,78$ - ККД вентилятора;

$\eta_{\text{р.п}} = 0,95$ - ККД реміної передачі.

Подача: $N_e = 42398 * 859,62 / 3600 / 0,96 / 0,78 / 0,95 / 1000 = 14,23 \text{ кВт}$

Витяжка: $N_e = 40555 * 122,11 / 3600 / 0,96 / 0,78 / 0,95 / 1000 = 1,934 \text{ кВт}$

4. Установочная мощность электродвигателя, кВт

$$N_y = K * N_e$$

$K_3 = 1,1$ - коефіцієнт запаса.

Витяжка: $N_y = 1,1 * 14,23 = 15,65 \text{ кВт}$

Приточка: $N_y = 1,1 * 1,934 = 2,13 \text{ кВт}$

Для вибору вентилятору використовуємо графік [7, стр. 138-139].

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Вентилятор для системы витяжки:

- центробіжний вентилятор №7 А7-1а;
- схема виконання - 1;
- частота оберту двигунів вентилятора - $n_3 = 950$ об/мин;
- потужність електродвигуна - $N_y = 18$ кВт;
- тип ЭД - А 02-41-6;
- частота обертів ЭД - $n_3 = 950$ об/мин.

Вентилятор для системы притока:

- центробіжний вентилятор №8 А8-1а;
- схема виконання - 6;
- частота обертів валу вентилятора - $n_3 = 494$ об/мин;
- потужність електродвигуна - $N_y = 2,2$ кВт;
- тип ЭД - А 02-21-4;
- частота обертів ЭД - $n_3 = 1410$ об/мин.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Вхідні дані

Таблиця 4.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1	Найменування об'єкту	Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря майстерень кафедри Енергетичного машинобудування ВСП «ОТФК ОНТУ» площею 130 м ² з ремонту герметичних компресорів
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодоагент	R-134a
4	Марка масла	BSE
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	2,0
10	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0,3
11	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	4,30
12	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	675,0
13	Ціна 1 кг масла, грн.	1355,0

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Холодопродуктивність, кВт	t ₀ °С	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна, грн.
1	Центральний кондиціонер	VTS Clima CV-A1-L/N-223A/8-1	1			5000 м ³ /год	95300
2	Компресор	4H-8.2Y	1	48.2	4	11.8	98372
3	Конденсатор	K373H	1				42765
4	Насос водяний	K8/18	2			1.5	9576
5	Випарник	DRYPL US DXS 28	1				37433
6	Теплообмінник	SLHE-5	1				16646
7	Вентиляторна секція приточна	A8-1a	1			2,2	2366
8	Вентиляторна секція витяжна	A7-1a	1			18	1167
9	Фільтри ячеюкові сітчасті		4				2900
10	Розподільник повітря	1ДКФ 355	4				1650
11	Градирня	ГПВ-80	1			3,0	49000

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

4.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_m = C_n \cdot K_n,$$

(4.1)

де C_n – ціна одиниці обладнання, грн.

K_n – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_m = 95300 \cdot 1 + 98372 \cdot 1 + 42765 \cdot 1 + 9576 \cdot 2 + 37433 \cdot 1 + 16646 \cdot 1 + 2366 \cdot 1 + 1167 \cdot 1 + 2900 \cdot 4 + 1650 \cdot 4 + 49000 \cdot 1 = 380401$$

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	Центральний кондиціонер	VTS Clima CV-A1-L/N-223A/8-1	1	95300	95300
2	Компресор	4H-8.2Y	1	98372	98372
3	Конденсатор	K373H	1	42765	42765
4	Насос водяний	K8/18	2	9576	19152
5	Випарник	DRYPLUS DXS 28	1	37433	37433
6	Теплообмінник	SLHE-5	1	16646	16646
7	Вентиляторна секція приточна	A8-1a	1	2366	2366
8	Вентиляторна секція витяжна	A7-1a	1	1167	1167
9	фільтри ячеюві сітчасті	–	4	2900	11600

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

10	Розподільник повітря	1ДКФ 355	4	1650	6600
11	Градирня	ГПВ-80	1	49000	49000
12	Разом сумарна вартість обладнання	—	—	—	380401
13	Вартість іншого обладнання	—	—	—	38040,1
14	Витрати на монтаж і транспорт	—	—	—	57060,15
12	Загальна вартість	—	—	—	441261,3

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

$$K_B = C_{бд} + C_{заг}^{об},$$

(4.2)

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

$$K_B = 0 + 441261,3 = 441261,3 \text{ грн.}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 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:

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

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.

$$Q_{ст} = 48,2 \cdot 0,5 \cdot 19440 = 468504 \text{ тис. кДж}$$

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,	$\sum Q_0$	48,2

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ	Лист

кВт		
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.	$Z_{x.a.}$	675,0
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.}=\Sigma Q_0*q_a *K_p*Z_{x.a.}*K_{x.a.}$	19643
7.Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	m	2
8.Кількість компресорів, шт	n	1
9.Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_b	1,2
10.Кількість разів змін масла за рік	R	–

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.	$C_{M=m*n*K_b*R *Z_M.*K_M.}$	3253,14
14.Разом:	$C_p = C_{x.a.}+ C_M$	22896,14
15.Інші витрати (5%)	$C_i=C_p*5/100$	1144,81
16.Усього:	$C_{д.м} = C_p+ C_i$	24041

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	$W_{заг}=Wh.* Кв.об*Ку.*$	$C_w=W_{заг}* Це$

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

							Чрiк	
1	Компресор	4Н-8.2У	11,8	0,85	1	5400	54162	232897
2	Насос водяний	К8/18	1,5	0,7	2	3000	6300	27090
3	Вентиляторна секція приточна	А8-1а	2,2	0,7	1	3000	4620	19866
4	Вентиляторна секція витяжна	А7-1а	18	0,7	1	3000	37800	162540
5	Градирня	ГПВ-80	3,0	0,7	1	3000	6300	27090
	Всього	–	83,03	–	4	–	–	236586

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{\text{заг}} \cdot C_e$$

(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.

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:

$$T_{cl} = \frac{3П}{Г},$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

(4.5)

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

Г – кількість годин роботи у місяць.

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

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:

$$T_{c6} = T_{cl} \cdot TK_6,$$

(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:

$$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K,$$

(4.7)

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:

$$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$$

(4.8) де T_{ϕ} – тарифний фонд зарплати, грн.;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

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

$$\sum D = T_{\phi} \cdot \frac{25}{100}$$

(4.9)

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D = \frac{T_{\phi} \cdot d}{100}$$

(4.10)

де d – відсоток додаткового фонду (10%);

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$$

(4.11)

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

$$B_c = \frac{P_{\phi} \cdot p}{100}$$

(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_{ϕ} - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$, грн	32353,2

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

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

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

Продовження таблиці 4.6

Д - 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_{ϕ} - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	40441,5
D_{ϕ} - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100$, грн	3235,3
P_{ϕ} - 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

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

4.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ	Лист

формулою:

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{C_{\text{ст}}}{Q_{\text{ст}}}$$

(4.13)

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

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

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{366774}{468504} = 0,78 \text{ грн.}$$

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	24041	0,05
2	Зарплата виробничих працівників	43677	0,09
3	Відрахування від зарплати	9609	0,02
4	Електроенергія силова	236586	0,50
5	Цехові витрати (ЗПвир.прац.*(0,2)	8735,4	0,02
6	Амортизація обладнання(10%)	44126,1	0,09
7	Разом цехова собівартість (Cст)	366774	0,78

4.5. Основні техніко-економічні показники проекту

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

					БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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 майстерень кафедри Енергетичного машинобудування ВСП «ОТФК ОНТУ» площею 130 м ² з ремонту герметичних компресорів
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодильний агент	R-134a
4	Марка масла	BSE-32
5	Ступінь автоматизації	повна
6	Сума капіталовкладень, грн	441261,3
7	Холодопродуктивність компресорів, кВт	48,2
8	Кількість компресорів, шт.	1
9	Річний виробіток холоду, тис. кДж.	468504
10	Цехова собівартість, грн.	366774
11	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,78
12	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи вентиляції і кондиціонування повітря для майстерень кафедри «Енергетичного машинобудування» ВСП «ОТФК ОНТУ» площею 130 м² з ремонту герметичних компресорів з низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,78 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 майстерень кафедри Енергетичного машинобудування ВСП «ОТФК ОНТУ» площею 130 м² з ремонту герметичних компресорів можна вважати доцільним та економічно вигідним.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Законодавчими актами, що визначають основні положення про охорону праці, є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти. До загальних законів належать Конституція України, закони України «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», Кодекс Законів про працю України тощо.

Темою дипломного проекту передбачено розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря майстерень.

5.1 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища

Створення комфортних умов у приміщеннях навчальних закладів, особливо влітку, є важливим питанням. У багатьох країнах світу, зокрема в Європі, встановлення кондиціонерів у навчальних закладах є стандартом і нормою, що допомагає забезпечити комфортні умови для навчання.

5.1.1 Вимоги до приміщення

Приміщення лабораторії повинно відповідати вимогам ДБН2.2-3-97 «Будинки та споруди навчальних закладів».

Відповідно санітарним нормам, об'єм навчального приміщення на 1 здобувача освіти повинна складати не менше 20 м³, а площа приміщення – не менше 6,0 м². Висота навчальних приміщень має бути не менше 3,3 м, ширина виходів з приміщень має бути не менше 1м, висота 2,2м. Стіни приміщень повинні бути пофарбовані фарбами, які відповідають вимогам технічної естетики і санітарним вимогам. Підлоги приміщень повинні бути зносостійкими, теплими, легко очищуватися від бруду.

Навчальні будівлі повинні бути забезпечені водою для господарсько-питного та технологічного призначення. Якість води повинна задовольняти вимоги ГОСТу 2874-82 ССБТ «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством». Для дотримання санітарно-гігієнічного режиму в навчальних приміщеннях передбачена наявність вмивальників, передбачені побутові приміщення – гардеробні, туалети, приміщення для прийому їжі. Загальні санітарні вимоги до побутових приміщень визначаються СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания». Допоміжні приміщення

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

різного призначення розташовують в одній будівлі та в місцях з найменшим впливом небезпечних і шкідливих чинників. Використання побутових приміщень не за призначенням недопустимо.

Основні вимоги до параметрів мікроклімату викладені в ДБН Ст. 2.2-3-97 " Будинки і споруди. Навчальні заклади ", ДСанПіН 5.5.2.008-01 "Влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу."а положення ДБН Ст. 2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування " встановлюють вимоги до вентиляційних систем та обладнання. Виконання положень цих норм допоможе не тільки забезпечити якісний повітрообмін в приміщеннях, але і уникнути в подальшому багатьох питань і зауважень від різних інспекцій.

5.1.2 Вентиляція приміщень

Стан повітря в приміщення називають мікрокліматом, який визначається за такими параметрами: температурою повітря, відносною вологістю, рухливістю повітря та тепловим випромінюванням. Відповідно до Санітарних правил влаштування і утримання навчальних закладів у приміщенні лабораторії повинна підтримуватися температура повітря 17-20⁰С, і відносна вологість – 40-60%, швидкість руху повітря – 0,1-0,2 м/с.

Для підтримки необхідної температури й вологості робоче приміщення оснащено системами опалення й вентиляції Як засіб нормування стану мікроклімату в приміщенні використовують вентиляцію. Проектом передбачено використовувати переважно природну вентиляцію навчального приміщення. Крім того, можна використовувати систему кондиціонування повітря

При проектуванні систем вентиляції приміщень коледжів, технікумів є свої нюанси для кожного типу навчального закладу. Як правило, це пов'язано з конструктивними особливостями будівель і розташування у них приміщень різного призначення..

Передбачають окремі системи припливу і витяжки для наступних груп приміщень:

- Навчальні кабінети, аудиторії;
- Спортивні зали;
- Їдальні, буфети;
- Лабораторії;
- Санвузли.

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

					БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Показники, за якими можна визначити розраховану систему вентиляції. Можна виділити три основних критерії:

- Показник якості повітря. При достатньому припливу свіжого, очищеного повітря, нагрітого в холодний період і охолодженого в теплий знижується концентрація CO₂, здобувачам освіти легше зосередитись на навчальному процесі.
- Показник комфортності. В основному, в ході навчального процесу і студенти, і викладачі перебувають у малорухомому стані тривалий час. Оптимально підібране поєднання температури, вологості і рухливості повітря в приміщенні – головні критерії гарного самопочуття.
- Показник шуму Вентиляційні системи навчальних закладів, а особливо в початкових майстернях повинні бути малошумними. Застосування обладнання з низькою частотою обертання, шумоізоляція повітроводів і дотримання швидкісних режимів руху повітря в повітроводах дозволить максимально знизити шум.

5.1.3 Кондиціонування приміщення

Кондиціонування повітря — це створення і автоматична підтримка у приміщеннях незалежно від зовнішніх умов постійних або змінних за відповідною програмою температури» вологості, найбільш придатних для людини та нормального проходження технологічного процесу.



Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, який називається системою кондиціонування повітря (СКП). До складу СКП входять технічні засоби забору повітря, підготовки, тобто надання необхідних властивостей (фільтри, теплообмінники зволожувачі чи

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ	Лист

осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) та його розподілу, а також засоби холодо- та теплопостачання, автоматики, дистанційного керування та контролю.

Центральні СКП постачаються ззовні холодом (який доставляється холодною водою чи холодоагентом), теплом (яке доставляється гарячою водою, парою або електроенергією) та електричною енергією для приводу електродвигунів вентиляторів, насосів та ін. Центральні СКП розташовані за межами обслуговуваних приміщень та кондиціонують одне велике приміщення, декілька зон такого приміщення.

Центральні СКП облаштовуються центральними неавтономними кондиціонерами, які виготовляються за базовими (типовими) схемами компонування обладнання та їх модифікаціями.

Центральні СКП мають наступні переваги:

- Ефективна підтримка заданої температури та відносної вологості повітря в приміщенні;
- Зосередження обладнання, яке потребує систематичного обслуговування та ремонту, як правило, в одному місці (підсобному приміщенні, технічному поверсі і т.д.);
- Можливості забезпечення ефективного шумо – та вібропоглинання.

З допомогою центральних СКП, за умови належної акустичної обробки повітропроводів, облаштування глушників шуму та поглиначів вібрації, можливо досягнути найнижчих рівнів шуму.

5.1.4 Освітлення

Стан освітлення приміщень відіграє важливу роль для виконання всіх робіт, проведення навчальних занять, а також для попередження травматизму і повинен відповідати СНіП II-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування»

Проектом передбачено використовувати сполучене освітлення, де одночасно поєднується природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється через вікна в зовнішніх стінах. Штучне освітлення подається за допомогою ламп для загального освітлення всього приміщення, а також місцеве - для освітлення пристрою. Використовувати лише одне місцеве освітлення без загального категорично забороняється.

Світловий потік сонячного світла повинен падати зліва від учнів. Найменша загальна штучна освітленість горизонтальних поверхонь на рівні

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

0,8 м від підлоги повинна бути для навчальних кабінетів не нижча за 150 лк при лампах розжарювання і 300лк при люмінесцентних лампах.

5.1.5 Техніка безпеки.

Загальні вимоги безпеки виробничого устаткування визначені ГОСТ 12.2.003-91.

Рухомі частини устаткування, які являють собою небезпеку, необхідно огороджувати. Елементи устаткування, з якими можуть контактувати студенти, не повинні мати гострих країв, кутів, а також нерівних, гарячих чи переохолоджених поверхонь. Конструкція устаткування повинна забезпечувати захист людини від ураження електричним струмом, а також запобігати накопиченню зарядів статичної електрики в небезпечних кількостях.

Відповідно до ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность. Общие требования» електробезпечність людини повинна забезпечуватися конструкцією електроустановок, технічними засобами і засобами захисту, організаційними і технічними заходами

Основні технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи установки включають: ізоляцію струмовідних частин, недоступність струмовідних частин, заземлення тощо.

Устаткування повинно бути оснащено засобами сигналізації в вигляді надписів, кольору, автоматичної зупинки та вимкнення від джерел енергії.

Стан заземлення та ізоляції електричних мереж, електроприладів і електрообладнання відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) перевіряють щороку.

Прокладання, закріплення, ремонт і приєднання проводів до споживачів і мережі виконують тільки при знятій напрузі. У місцях, де можливе механічне пошкодження проводів, кабелів, їх додатково захищають діелектричними засобами.

При експлуатації холодильного прибору потрібно дотримуватися загальних правил електробезпеки при користуванні електроприборами. Перед включенням холодильного прибору потрібно перевірити справність розетки, вилки і шнуру живлення на відсутність порушень ізоляції. В процесі експлуатації холодильного прибору не можна допускати пошкодження шнура живлення і порушення його контактів в вилці. Для заміни потрібно використовувати спеціальний шнур, одержаний в виробника або в спеціалізованій майстерні. При виявленні

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

					БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

признаків погіршення ізоляції електрообладнання (пощипування при доторканні до металевих частин) потрібно негайно відключити холодильний прибор від електромережі. Не рідше одного разу в рік за допомогою сухої м'якої щітки або пилососу потрібно очищувати від пилу елементи конструкції, які розміщені позаду холодильного прибору, попередньо витягнув із розетки вилку шнура живлення.

Забороняється підключення холодильного прибору до електромережі з невикористанням подовжувачого шнура, пере хідника, допоміжної розетки. При необхідності заміни шнура живлення на шнур іншої довжини, потрібно звернутися до майстерні по сервісному обслуговуванню.

5.2 Пожежна безпека.

Забезпечення пожежної безпеки – невід'ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людини і навколишнього природного середовища. Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція України та закон України «Про пожежну безпеку» та інші закони України.

Згідно Закону України «Про пожежну безпеку» забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною діяльності посадових осіб, працівників закладу.

Основними причинами пожежі є: необережне поводження з вогнем, незадовільний стан електротехнічних установок і невиконання правил їх експлуатації, несправність виробничого обладнання і порушення режимів технологічних процесів, порушення правил пожежної безпеки

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 повітроводам.

Відповідно до протипожежних норм, кожне підприємство обладнують пожежним водопроводом. Основними елементами устаткування водяного пожежогасіння є пожежні гідранти (ПГ), пожежні крани (ПК), пожежні рукави.

В будівлях пожежні крани встановлюють в коридорах, на майданчиках сходових кліток. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом і розміщений у відповідних ящиках, які знаходяться на висоті 1.35 м від полу.

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

					БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У навчальних приміщеннях це головним чином вуглекислотні вогнегасники (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) або порошкові (ОП-1, «Спутник», ОП-5) достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

Будівлі укомплектовані пожежними щитами з набором інструментів, біля щитів – бочки з водою, ящики з піском.

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивіщується на видному місці у основного виходу із приміщення.

Инд. № подл.	Подп. и дата																	
	Инд. № дубл.																	
Инд. № подл.	Взам. инв. №																	
	Подп. и дата																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Лист</td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ	Лист	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
					БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ	Лист												
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата														

7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5.-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
2. Липа А.И. Основы теории и современные технологии обработки воздуха. –Одесса 2003: ОГАХ, 225 с.
3. Погорелов А.И. Тепломассообмен. – Одесса:Черноморье,1999. – 123 с.
4. Морозюк Т.В. М80 Теория холодильных машин и тепловых насосов. – Одесса: Студия << Негоциант >>, 2006. – 712 с. (с приложением).
5. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. - 223 с.: ил.
6. Голубков Б.Н. Проектирование и эксплуатация установок кондиционирования воздуха и отопления .М.: Энергоатомиздат, 1988. – 190 с.: ил.
7. М.Г. Хмельнюк, О.Сгф. Подмазко, І.О. Подмазко "Холодильні установки та сфери їх використання" підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484с., 2014.
8. Холодильні установки, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інші.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, Київ, "Либідь", 1995.
9. Холодильні установки. Проектування: Учбовий посібникк / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. та ін. – Одеса: Друк, 2008. - том 1 – 3.
10. І.Г.Чумак, В.П.Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інші. "Холодильні установки" Одеса, "Рефпринтінфо" 2003. 531с;
11. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильная техника.
Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ.
"Машиностроение",1976.
12. Самойлов А.И., Игнатъев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
13. Канторович В.И. Гиль И. М. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.

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

					БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

14. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова Применение холода в пищевой промышленности, 1979
15. Журналы "Холодильная техника", "Холод", 2020 - 2022 г
16. Закон України "Про підприємства в Україні" // Відомості Верховної ради України.-1992.-№24.с

Інформаційні ресурси

1. www.wika.ua
2. www.teplostart.com.ua
3. www.danfoss.ua
4. www.siemens.com
5. www.infrost.com.ua

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 04. 012. 006 ДП ПЗ

Лист

