

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4КВ - 06

Дипломний проєкт

здобувача освіти денного відділення
4 КВ 06. 001. 000 ДП

Голубченко Максима
Ігоровича

м. Одеса - 2023 р

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

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 КВ-06

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
КВ 06. 001. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря кінотеатру
«ІМАХ» на 300 посадкових місць

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

Дипломник _____ (Голубченко М.І.)

Керівник проекту _____ (Беркань І.В.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Кухарук А.А.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

До захисту допущено
Голова циклової комісії _____ (Беркань І.В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ _____ ” _____ 2023 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ДЕК _____ (Куриленко В.В.)

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: Голубченко Максим Ігорович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж та обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту: **Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря кінотеатру «ІМАХ» на 300 посадкових місць**

Стверджена наказом по коледжу від « 17 » 10 2022 р. № 235-А2- ОД
Вихідні дані для проекту: $t_{н}= +32\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{с.г.}=9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$
Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Вступ

1. Загальна частина

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

2. Технологічна частина

- 2.1 Характеристика комфортного стану повітря об'єкту завдання

3. Розрахунково-конструкторська частина

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

4. Організаційна частина

- 4.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря
- 4.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря

5. Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Використана література

Графічна частина

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

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціювання і вентиляції повітря

Графічний Аркуш 3. Технічне креслення обладнання

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	22 ÷ 23.05.2023
2. Технологічна частина	24 ÷ 25.05.2023
3. Розрахунково-конструкторська частина	26 ÷ 05.06.2023
4. Організаційна частина	06.06.2023
5. Аркуш 1, 2	07 ÷ 09.06.2023
6. Економічна частина	10 ÷ 12.06.2023
7. Аркуш 3	13.06.2023
8. Охорона праці	14.06.2023
Попередній захист	15.06.2023
Захист дипломного проекту	22 ÷ 30.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “13” вересня 2022 р.

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Беркань Іг.В.)

Вступ**1. Загальна частина**

1.1 Вихідні дані проєкту

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проєкту

2. Технологічна частина

2.1 Характеристика комфортного стану повітря об'єкту завдання

3. Розрахунково-конструкторська частина

3.1 Розрахункові дані проєкту

3.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання

3.3 Розрахунок вологовиділень об'єкту завдання

3.4 Зведена таблиця тепло і вологоприпливів об'єкту завдання

3.5 Побудова в d,h- діаграмі процесів обробки повітря

3.6 Визначення витрати повітря припливної установки

3.7 Розрахунок і вибір обладнання припливної установки

3.8 Розрахунок основного холодильного обладнання

4. Організаційна частина

4.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря

4.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря

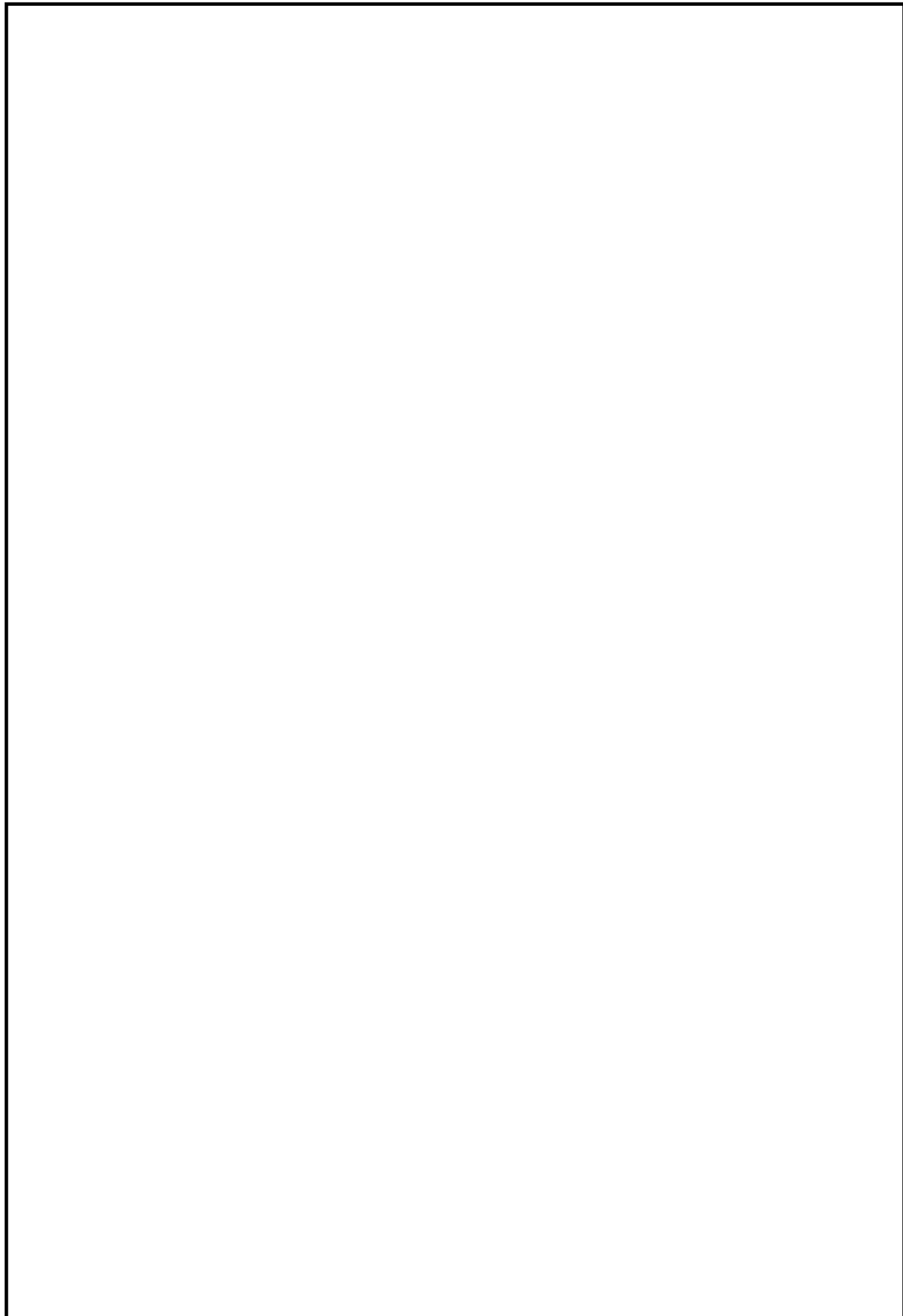
					КВ 06. 001. 000 ДП ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Голубченко М.			Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря кінотеатру «ІМАХ» на 300 посадкових місць	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Беркань Іг.						
Реценз.						ВСП «ОТФК ОНТУ», 2023		
Н. Контр.								

5. Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Використана література

					КВ 06. 001. 000 ДП ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Голубченко М.			Розробка системи кондиціювання і вентиляції повітря кінотеатру «ІМАХ» на 300 посадкових місць	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Беркань Іг.						
Реценз.						ВСП «ОТФК ОНТУ», 2023		
Н. Контр.								



					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектування вентиляції в кінотеатрах, з інженерної точки зору, складний і трудомісткий процес.

У залах для глядачів кінотеатрів в зоні розміщення глядачів, параметри повітря повинні бути забезпечені системою кондиціонування повітря або вентиляції відповідно до вимог згідно з даними СНиП. Кількість свіжого повітря на людину має бути не менше 20 куб.м / год, що подається переважно в нижню частину залу.

Для розрахунку вентиляції зали для глядачів береться кількість глядачів щодо стовідсоткового його заповнення.

Проблеми вентиляції в кінотеатрі найчастіше вирішується за допомогою приточно-витяжних систем. Припливно-витяжна установка може обслуговувати відразу кілька невеликих залів.

Роздільні системи припливно-витяжної вентиляції і кондиціонування повітря:

- глядацький зал;
- клубний комплекс;
- адміністративні приміщення;
- фойє;
- приміщення обслуговування сцени

Також, вентиляційні системи проектуються і монтується з урахуванням дизайну приміщень і естетичних міркувань, наприклад при підборі повітророзподільних дифузорів.

Широке поширення у практиці проектування систем вентиляції глядацьких залів із великою кількістю людей (кіноконцертні зали, зали театрів і опер, палаців спорту тощо.) знайшли так звані витісняючі системи вентиляції. Для таких приміщень характерні високі вимоги до комфорту глядачів. До акустичних характеристик цих залів, крім залів палаців спорту, також пред'являються особливі вимоги.

Рівень допустимого шуму, що лімітує шумові характеристики всіх елементів систем кондиціонування повітря, обмежений такими значеннями:

- концертні зали та опери – 25-30 дБ(А), час реверберації – 1,5 с;
- театри та кінотеатри – 30–35 дБ(А), час реверберації – 1 с;
- палаци спорту – 45–50 дБ(А), час реверберації – 2 с.

Відчуття температурного комфорту сидячих людей визначається різницею температур повітря на рівні голови та на рівні кісточок. Тому робоча зона обмежена висотою 0,1 м (човники) і 1,1 м (голова) від підлоги.

Регламентуються такі параметри у робочій зоні:

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- швидкість припливного повітря – $0,2 \div 0,25$ м/с;
- Зміна температури по висоті – $2 \div 3$ К;
- температура на висоті 0,1 м над підлогою – $+19 \div +21$ °С.

Людина не почуватиметься комфортно, якщо не подавати в зону дихання свіже повітря і не відводити від поверхні тіла тепло, що їм виділяється. Значною мірою потреба у свіжому повітрі та тепловиділенні людини залежать від активності її діяльності. Люди, які перебувають у стані спокою (відпочинку), виділяють повну/явну кількість тепла 100/72 Вт. При цьому потрібна кількість зовнішнього повітря має бути не менше ніж $20 \text{ м}^3 / \text{год}$.

Таблиця 1- Значення тепловиділень та необхідних витрат повітря

Умови тепловиділень (стан людини)	Повна кількість тепла, Вт	Витрата свіжого повітря, $\text{м}^3 / \text{год}$
сидячи, у стані спокою	100	29–36
сидячи, робота	130	36–43
стоячи, легка активність	170	90–108
стоячи, середня активність	200	108–126
стоячи, висока активність	300	126–144



Мал. 1

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані

Кінотеатр на 300 відвідувачів
5 працівників
3 приміщення
Вентиляція із системою кондиціонування й однією рециркуляцією.

Місце розташування	місто Одеса
Для міста Одеси:	
розрахункова літня температура	32 ° С
розрахункова зимова температура	-18 ° С
відносна літня вологість повітря	56 %
відносна вологість повітря взимку	86 %
середньорічна температура	9.9 ° С
географічна широта	48 °

Підготовка повітря в глядацькому залі й виробничих приміщеннях

1.2 Призначення й технічна характеристика об'єкта завдання

Під системами кондиціонування повітря (СКП) розуміють пристрої, призначені для створення й автоматичної підтримки в приміщеннях необхідних параметрів (кондицій) повітряного середовища (температури, вологості, тиску, чистоти складу й швидкості руху) не залежно від зовнішніх (пори року, погоди) і внутрішніх (тепло-, волого- та газовитоку) факторів.

Основою систем кондиціонування повітря є секції, у яких здійснюються очищення й тепловологісна обробка повітря, що подається в обслуговують приміщення, що, відповідно до технологічних або санітарно-гігієнічних норм.

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

Схема подачі - безнасосна, з нижньою подачею R-134a у випарник. Проектом передбачена фреонова холодильна машина одноступінчастого стиску. До складу машини входять: компресорний агрегат, конденсатор повітряного охолодження, кожухотрубний випарник, ресивер, фільтр-осушувач, регенеративний теплообмінник, щити арматурний і керування, терморегулювальні

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вентилі. Головне навантаження на холодильну установку складаються із суми теплоприпливів: через конструкції, що обгороджують, від людей і технологічного устаткування, теплоприпливів при експлуатації.

Будинок кінотеатру виконаний за каркасною схемою зі стандартних залізобетонних конструкцій.

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

Основне устаткування для обробки й переміщення повітря, компонується в одному агрегаті - центральному кондиціонері. Крім того може застосовуватися допоміжне устаткування: місцеві підігрівники, ежекційні й вентиляторні кондиціонери-довідники, глушители аеродинамічного шуму.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика комфортного стану повітря

Сьогодні приділяється усе більше уваги до внутрішнього стану приміщень. При плануванні нового приміщення або реконструкції старого хочеться бути впевненими в тім, що все в новому приміщенні буде радісним і приємним, функціональним і зручним.

Повітря, як зовнішнє, так і внутрішнє, завжди містить певну кількість води. Її відсоток залежить від цілого ряду факторів. Шкідливий вплив підвищеної вологості може проявляється навіть у вигляді чорних плям цвілі. Однак, якщо вологість у приміщенні занадто низька, то повітря стає сухим, що також позначається на здоров'я - ніс людини або постійно «закладають», або в ньому створюється відчуття сверблячки. Іншим серйозним наслідком періодичного підвищення вологості приміщень є поступове руйнування будинків. Такий вплив вологості часто стає помітним не відразу, але воно, проте, є. Каркас стіни, особливо поблизу вікон і дах - дві області в конструкції будинків, найбільше сильно піддані негативному впливу надлишкової вологості повітря в приміщеннях.

У будь-якому будинку приміщення наповнені міриадами забруднююче повітря мікрочастинок. Менш відомим забруднювачем повітря є газ формальдегід, що виділяється в повітря із синтетичних килимів, пінополіуретанової ізоляції, матеріалів обробки приміщення, з меблів, штор і т.д.. Він внесений у список вірогідно канцерогенних речовин, має хронічну токсичність, негативно впливає на спадкоємну генетичну й хромосомну мутацію, дихальні шляхи, очі, шкірний покрив, репродуктивні органи.

У повітрі приміщення завжди втримуються у зваженому стані різні тверді частки й мікроорганізми, які заносяться в будинок людиною, а також проникають у нього з вентиляційних шахт, що втримуються в поганому стані, і повітроводів. Ці елементи також невидимі незброєним оком, а деякі з них є мікробами, які при збільшенні вологості повітря починають швидко розмножуватися. У погано провітрюваних приміщеннях ці мікроорганізми можуть викликати неприємний захід, почуття дискомфорту, легкого нездужання у вигляді приступів чихання, а те й приводити до появи різних бактеріальних інфекцій.

Останні із забруднювачів повітря побутових приміщень виявлені у виділеннях різного роду хімічних речовин, що використовуються в косметиці й шампунях, різних речовинах, що чистять, пестицидах й інших хімічних і біологічних агентах. Часте користування цими продуктами в погано

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

провітрюваних приміщеннях викликає алергійні реакції, подразнення й різні розлади дихальних шляхів.

Дійсний перелік забруднювачів повітря житлових приміщень наведений не для того, щоб викликати зайве занепокоєння. Однак у результаті відсутності циркуляції повітря, поганого провітрювання приміщень і недостатнього припливу свіжого повітря створюються умови, при яких ці шкідливі речовини можуть діяти на людину інтенсивно й масовано, являючи безпосередню загрозу його здоров'ю. Експерти ВОЗ прийшли до висновку, що «якість повітря, характерне для внутрішнього середовища різних будівель і споруджень, виявляється більше важливим для здоров'я людини і його благополуччя, чим якість повітря поза приміщенням».

Високоєфективні системи вентиляції, забезпечують приміщення повітрям дуже високої якості.

Для усунення проблем, пов'язаних з небезпекою для здоров'я людей, вологе, зіпсоване повітря повинно виводитися назовні й замінитися свіжим. Знову вступник повітря повинен проникати в усі приміщення так, щоб забезпечувалося його повне й ефективно провітрювання.

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 не повинна перевищувати 2,2 °С/ч, відносної вологості - 20 %/ч

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНКОВО - КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

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

При розрахунку теплоприпливи через внутрішні огороження, що виходять у коридори, вестибюлі, тамбури, температурний напір приймаю як частину розрахункової різниці температур для зовнішніх стін: $0,7(t_n - t_e)$, якщо ці приміщення повідомляються із зовнішнім повітрям й $0,6(t_n - t_e)$, якщо не повідомляються.

3.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання

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

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

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \quad (3.1)$$

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

Q_{1C} - теплоприпливи від сонячної радіації.

Теплоприпливи через огороження розраховуємо по формулі:

$$Q_{1T} = k_d F \theta * 10^{-3} = k_d F * (t_n - t_e) * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.2)$$

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_e - 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:

$$Q_{1C} = k_d F \Delta t_c * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.3)$$

де, k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, $\text{Вт/м}^2 \text{К}$

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КВ 06.001.003 ДП ПЗ

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

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі визначаємо по формулі:

$$K^{\circ} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}\right) + \frac{\delta_{uz}^{\circ}}{\lambda_{uz}}} \quad (3.4)$$

Товщина теплоізоляційного шару огороження камер охолодження визначається за формулою:

$$\delta_{uz}^{mp} = \lambda_{uz} * \left[\frac{1}{K_{mp}} - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right] \quad (3.5)$$

- 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.

Таблиця 3.1- Розрахунок теплоприпливів крізь огорожу глядацької зали №1

Площа зали 1800 м²

Висота стелі 10 м

Огороження	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	0,23	600	32	23	9	1,242	0	0	1,242
СВСх	0,23	300	32	23	9	0,621	0	0	0,621
СЗПд	0,23	600	32	23	9	1,242		0	1,242
СВЗх	0,23	300	32	23	9	0,621	0	0	0,621
покриття	0,27	1800	45	23	22	10,692	0	0	10,692
підлога	0,25	1800	24	24	0	0,000	0	0	0,000

14,418

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2-

Розрахунок теплоприпливів в апаратну
Площа апаратної 156 м²
Висота стелі 4 м

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	0,23	48	32	23	9	0,099	0	0	0,099
СВСх	0,23	52	23	23	0	0,000	0	0	0,000
СЗПд	0,23	48	23	23	0	0,000		0	0,000
СВЗх	0,23	52	32	23	9	0,108	0	0	0,108
покриття	0,27	156	23	23	0	0,000	0	0	0,000
підлога	0,25	156	23	23	0	0,000	0	0	0,000
									0,207

Таблиця 3.3- Розрахунок теплоприпливів в допоміжні приміщення
кінотеатру (адміністративні і розміщення обладнання центрального кондиціонера)
Площа приміщень 156 м²
Висота стелі 4 м

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	0,23	48	23	23	0	0,000	0	0	0,000
СВСх	0,23	52	23	23	0	0,000	0	0	0,000
СЗПд	0,23	48	32	23	9	0,099		0	0,099
СВЗх	0,23	52	32	23	9	0,108	0	0	0,108
покриття	0,27	156	23	23	0	0,000	0	0	0,000
підлога	0,25	156	23	23	0	0,000	0	0	0,000
									0,207

$$\Sigma = 14,832 \text{ кВт}$$

Теплоприпливи від сонячної радіації Q₁

Північна стіна 600*52= 31.2 кВт

Південна стіна 600*170=102 кВт

Східна і західна стіни: 300*200*2= 120 кВт

$$\Sigma = 253,2 \text{ кВт}$$

Приймаємо, що світла година доби близько 12 годин, що зменшує радіаційні надходження на 50 відсотків, $\Sigma = 126,6 \text{ кВт}$

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплоприпливи від вентиляції Q_2 .

визначаємо по формулі:

$$Q_{2np} = \frac{\Delta h \cdot M}{3600}, \text{кВт} \quad (3.6)$$

$$Q_2 = 25 \cdot 8 \cdot 1.06 \cdot 290 / 3600 = 16,1 \text{ кВт}$$

де: M - витрата повітря вентиляції, кг/с.

Δh - різниця питомих ентальпій відповідним початковим і кінцевим температурам повітря кДж/кг.

Експлуатаційні теплоприпливи Q_4

Експлуатаційні теплоприпливи визначаються, як сума теплоприпливів(кВт) окремих видів:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.7)$$

Теплоприплив від висвітлення q_1 (кВт) розраховуємо по формулі:

$$q_1 = AF \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.8)$$

де: A - теплота, виділювана джерелами висвітлення в одиницю часу на 1 м^2 площі підлоги, Вт/м $A = 4,7 \text{ Вт/м}$;

F - площа приміщення, м^2

$$q_1 = 4,7 \cdot (1800 + 156 \cdot 2) = 9,9 \text{ кВт}$$

Тепло припливи від перебування відвідувачів q_2 (кВт)

$$q_2 = 0,090 \cdot n \quad (3.9)$$

$$q_2 = 0,092 \cdot 300 = 27,14 \text{ кВт}$$

де: $0,090$ - тепловиділення однієї людини, кВт;

n - число відвідувачів – 300 чоловік.

Теплоприплив від працюючих електроприладів q_3 (кВт) при розташуванні електроприладів в охолоджуваному приміщенні визначаємо по формулі:

$$q_3 = N_{\Sigma} \cdot 0,1 \quad (3.10)$$

де: N_{Σ} - сумарна потужність електроприладів, кВт

у попередніх розрахунках можна орієнтовно приймати $0,1 N_{\Sigma}$ кВт

$$q_3 = 0,1 \cdot 15 = 1,5 \text{ кВт}$$

$$Q_{2,4} = 16,1 + 9,9 + 27,14 + 1,5 = 54,64 \text{ кВт}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КВ 06.001.003 ДП ПЗ

3.3 Розраховуємо загальну кількість вологовитоків W

Вологоприпливи від людей:

$$W_l = w_{\text{чел}} n,$$

де, w - вологовиділення від одної людини, кг/с

n - кількість людей

$$W = 22.2 * 300 / 10^6 = 0.0067 \text{ кг/с}$$

Вологоприпливи від вентиляції повітря

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

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

$$W_{\text{вент}} = 25 * 1.06 * 300 * (16,7 - 8,5) * 10^{-3} / 3600 = 0,018 \text{ кг/с}$$

$$W_{\text{заг}} = 0,0247 \text{ кг/с}$$

3.4 Сумарні тепло- і вологоприпливи об'єкту завдання

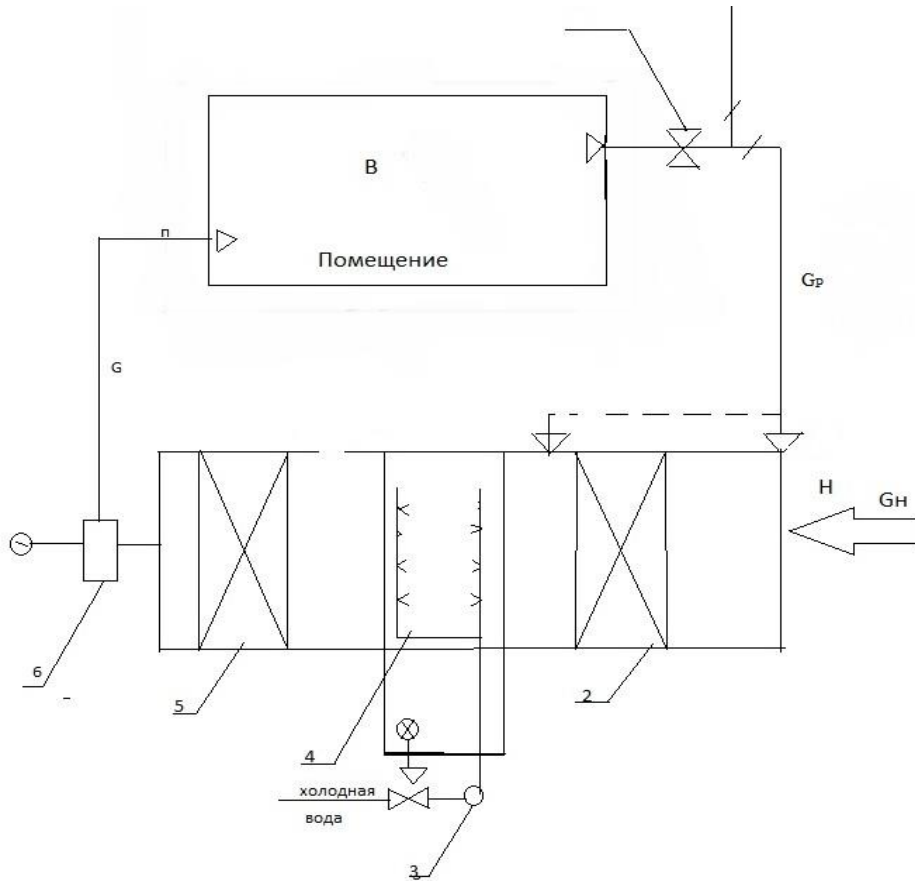
$$Q_{\text{общ}} = 14,8 + 126,6 + 54,64 = 196 \text{ кВт}$$

$$W_{\text{общ}} = 0,0247 \text{ кг/с}$$

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Система кондиюнування повітря з однією рециркуляцією

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



Мал.3.2

Система кондиюнування 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 кондиюнера

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.

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

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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.

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.

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

$$t_H = 32^\circ\text{C}; h_H = 75 \text{ кДж/кг}; t_P = 23^\circ\text{C}; h_P = 33,2 \text{ кДж/кг}; Q_H = 196 \text{ кВт};$$

$$M_{\text{води}} = 0,0247 \text{ кг/с}; t_B = 8^\circ\text{C}.$$

Послідовність побудови процесів обробки повітря:

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

2. Обчислюємо кутовий коефіцієнт лучачи процесу

$$\varepsilon = (196 / 0,0247) + 2435 = 10370 \text{ кДж/кг}.$$

3. На d, h - діаграмі через крапку Π проводимо промінь процесу до перетинання з температурою повітря, на ходимо крапку B , що відповідає параметрам рециркуляційного повітря:

$$\varphi_B = 57\%; h_B = 38,8 \text{ кДж/кг}; d_B = 8,9 \text{ г/кг}. t_B = 26^\circ\text{C}$$

4. Через крапку Π проводимо лінію $d_P = \text{const}$ до перетинання із кривій $\varphi_0 = 90\%$, знаходимо крапку O , що відповідає параметрам повітря, що виходить із камери зрошення: $t_0 = 12,8^\circ\text{C}$; $\varphi_0 = 90\%$; $h_0 = 35,2 \text{ кДж/кг}$ $d_0 = 8,5 \text{ г/кг}$. Від крапки Π униз по $d = \text{const}$ відкладаємо відрізок, рівний 1°C , що відповідає нагріванню повітря у вентиляторі і повітроводах, одержуємо крапку Π^1 , що відповідає параметрам повітря після повітрянагрівача другого підігріву: $t_{\Pi^1} = 22^\circ\text{C}$; $\varphi_{\Pi^1} = 52\%$; $h_{\Pi^1} = 44,0 \text{ кДж/кг}$.

5. Визначаємо, витрата повітря по формулі:

$$G = 196 / (53 - 45) = 24,5 \text{ кг/с} = \mathbf{88200 \text{ м}^3/\text{ч}} = 105840 \text{ кг/с}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КВ 06.001.003 ДП ПЗ

Температуру нагрітої води, °С, знаходимо по формулі:

$$t_{к.в} = t_{н.в} \pm \frac{h_{н} - h_{к}}{4,19\mu} \quad (3.15)$$

$$t_{к.в.} = 8,8 + (59,5-35)/4,19/2,4=10,44 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Витрату холоду (теплове навантаження на компресор), кВт, знаходимо по формулі:

$$Q_x = L \times \rho \times c \times (t_{к.в.} - t_{н.в.}) \quad (3.16)$$

$$Q_x = 58,8 \times 4,19 \times (10,44 - 8,8) = \mathbf{404 \text{ кВт}}$$

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

До складу центрального кондиціонера CVA-1-6- N-223A входить: блок фільтрів; повітрянагрівач першого підігріву (зима); камера змішування; зрошувальна (політропічна осушувальна) камера; повітрянагрівач другого підігріву; вентиляторна установка.

3.8 Розрахунок основного холодильного обладнання

Визначення навантаження на один компресор, що входить до складу одного центрального кондиціонера CVA-1-6- N-223A , $Q_x = 404 : 2 = 202 \text{ кВт}$

$$Q_0 = \frac{k \times Q_x}{b} \quad (3.17)$$

де, k – коефіцієнт, що враховує витрати робочого тіла в трубопроводах
 b – коефіцієнт робочого часу

$$Q_0 = \frac{1,12 \times 202}{0,9} = 251 \text{ кВт}$$

Вибір температурних режимів роботи холодильної машини

Температура кипіння розраховуємо по формулі:

$$t_0 = t_{\text{вих}} - 5^\circ\text{C} \quad (3.18)$$
$$t_0 = 9 - 5 = 4^\circ\text{C}$$

Температура конденсації розраховується по формулі:

$$t_k = t_{\text{наруж}} + 10^\circ\text{C} \quad (3.19)$$
$$t_k = 32 + 10 = 42^\circ\text{C}$$

Температура повітря, яка виходить з конденсатора, розраховується по формулі:

$$t_{w2} = t_k - (2 \div 5)^\circ\text{C} \quad (3.20)$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КВ 06.001.003 ДП ПЗ

$$t_{w2} = 42 - 4 = 38^{\circ}\text{C}$$

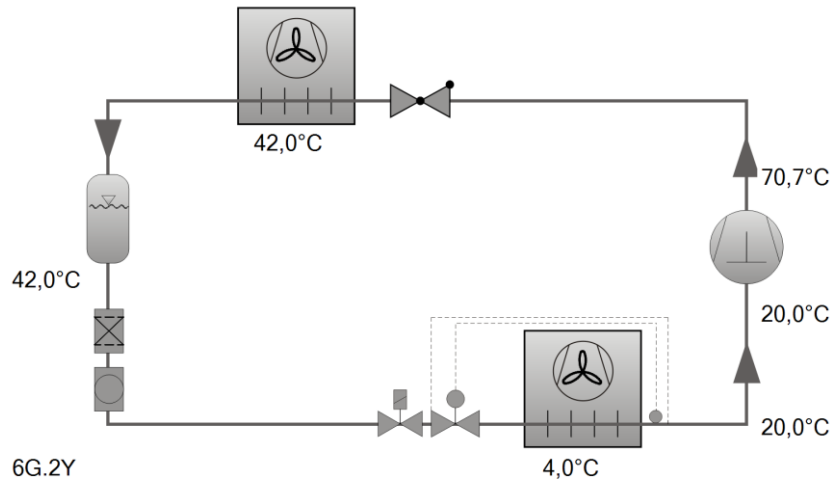
Температура повітря, яке входить в конденсатор, розраховується по формулі:

$$t_{w1} = t_{w2} - (3 \div 4)^{\circ}\text{C} \quad (3.21)$$

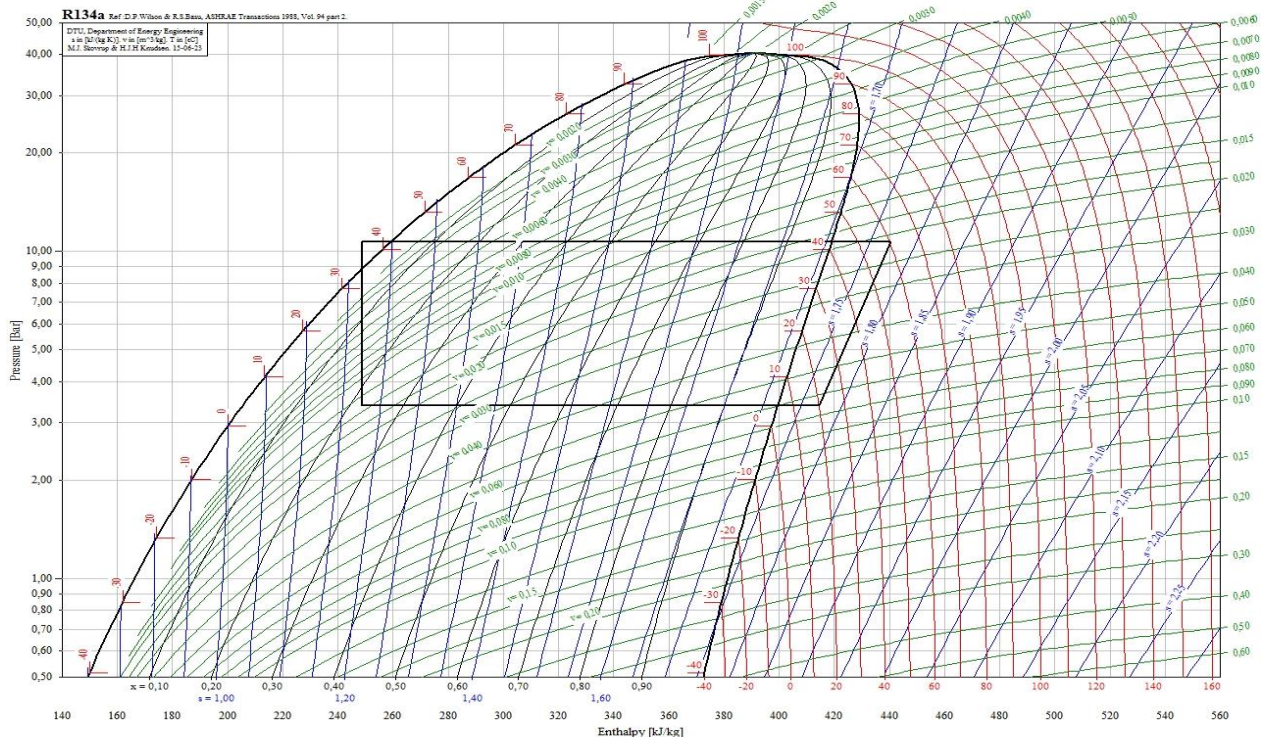
$$t_{w1} = 38 - 3 = 35^{\circ}\text{C}$$

Побудова циклів холодильної машини и зняття параметрів вузлових точок

- 1) схема холодильної машини;
- 2) цикл холодильної машини в $p-h$ -діаграмі



Мал. 3.5 Схема холодильної установки



Мал. 3.6 Одноступеневий цикл на температуру кипіння 4°C

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВ 06.001.003 ДП ПЗ

Арк.

Таблиця 3.4

Номер	Параметри			
	t, °C	P, МПа	h, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	V, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$
0	4	0,34	400	-
1`	10	0,34	405	0,066
1	20	0,34	415	-
2	60	1,2	440	-
3`	42	1,2	260	-
3	32	1,2	250	-
4	4	0,34	250	-

За допомогою програми BITZER розраховуємо та підбираємо компактний напівгерметичний гвинтовий компресор Bitzer CSH7693-90Y-40P на кожну систему центрального кондиціонера

Таблиця 3.5

Показники	Bitzer CSH7693-90Y-40P
Холодопродуктивність, кВт	233
Потрібна потужність двигуна, кВт	48
Кількість мастила BSE 170L(Standard), дм^3	15
Теоретична об'ємна холодопродуктивність КМ $V_{\text{км}} \text{ м}^3/\text{с}$	0,093
Вага, кг	535

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Украина | Русский | SI

Компактные винтовые компрессоры CS

Серии: CSH.6
Хладагент: R134a
Темп., используемая в: Темп. "точки росы"

Подбор компрессора

Холодопроизвод-сть: 251
модель компрессора: CSH7693-90Y
Вкл. предыдущие типы

Рабочая точка

Тиспарения SST: 4 °C
Тконденсации SCT: 42 °C

Условия функционирования

С экономайзером:
Темп. жидкости (после): 32 °C
Темп. всасываемых па: 20 °C
Полезный перегрев: 100 %
Дополнит. охлаждение: Автоматический
Макс. темп. нагнетания: Auto
Регулятор производ-сти: 100%

Электропитание

Частота питания: 50Hz
Напряжение питания: 380V/415V

Показать Общий обзор

CSH7693-90Y (100%)

42,0°C
32,0°C
4,0°C
68,8°C
20,0°C
20,0°C

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

в соответствии со стандартом EN 12900 (10K перегрев всасываемых паров, 0K переохлаждение жидкости, см. Тех. данные/Примечания)

Компрессор	CSH7693-90Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	233 kW
Холодопроизвод-сть*	211 kW
Произ-сть испарителя	233 kW
Потребл. мощность	48,0 kW
Ток (400V)	81,2 A
Напряжения питания	380-415V
Производительность конденсатора	281 m³/h
SOP/КПД	4,85
SOP/КПД*	4,39
Массов. расход LP	4920 kg/h
Массов. расход HP	4920 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Темп. жидкости	32,0 °C
Температура нагнетания без охлаждения	68,8 °C

Мал. 3.7 Технічна характеристика компрессора CSH7693-90Y-40P

Украина | Русский | SI

Компактные винтовые компрессоры CS

Серии: CSH.6
Хладагент: R134a
Темп., используемая в: Темп. "точки росы"

Подбор компрессора

Холодопроизвод-сть: 251
модель компрессора: CSH7693-90Y
Вкл. предыдущие типы

Рабочая точка

Тиспарения SST: 4 °C
Тконденсации SCT: 42 °C

Условия функционирования

С экономайзером:
Темп. жидкости (после): 32 °C
Темп. всасываемых па: 20 °C
Полезный перегрев: 100 %
Дополнит. охлаждение: Автоматический
Макс. темп. нагнетания: Auto
Регулятор производ-сти: 100%

Электропитание

Частота питания: 50Hz
Напряжение питания: 380V/415V

Показать Общий обзор

CSH7693-90Y (100%)

42,0°C
32,0°C
4,0°C
68,8°C
20,0°C
20,0°C

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

Технические данные CSH7693-90Y

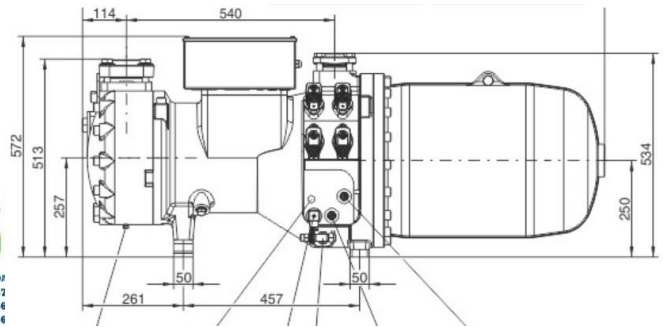
Технические параметры

Объемная произв-сть (2900об/мин 50 Гц)	336 m³/h
Объемная произв-сть (3500об/мин 60 Гц)	406 m³/h
Вес	535 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 28 bar
Присоединение линии всасывания	76 mm - 3 1/8"
Присоединение линии нагнетания	64 mm - 2 5/8"
Тип масла для R134a	BSE170L(Standard) / R134a tc>60°C: BSE170 (Option)

Параметры мотора

Напряжение мотора (др. по запросу)	380-415V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	160,0 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	423,0 A D / 686,0 A DD

Мал.3.8 Технічна характеристика компрессора CSH7693-90Y-40P



Мал. 3.9 Розміри компресора

Розрахунок і вибір конденсатора

Теплове навантаження $Q_{\text{конд}} = 450 \text{ кВт}$

Температура повітря на вході в конденсатор $t_{\text{в}} = 32 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура конденсації холодильного агента $t_{\text{к}} = 42 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Визначаємо середню логарифмічну різницю температур в апараті, $^{\circ}\text{C}$

$$\Theta_m = \frac{t_{n2} - t_{n1}}{2,31g \frac{t_{\text{к}} - t_{n1}}{t_{\text{к}} - t_{n2}}}; \quad (3.22)$$

де: t_{n1}, t_{n2} - температура повітря на вході й виході із КД, $^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{к}}$ - температура конденсації холодоагенту, $^{\circ}\text{C}$

$$\theta_m = \frac{42 - 32}{2,31g \frac{42 - 32}{42 - 39}} = 8,3\text{C}$$

Визначаємо тип конденсатора й основних розмірів, що характеризують поверхню теплообміну.

Необхідна площа теплообмінної поверхні конденсаторів (м^2)

$$F = \frac{Q_{\text{КД}}}{k * \theta} \quad (3.23)$$

де: $Q_{\text{КД}}$ - дійсний тепловий потік у КД, кВт

k - загальний коефіцієнт теплопередачі, $\text{кВт}/\text{м}^2 \text{K}$

Θ - середній температурний напір, $^{\circ}\text{C}$

$$F = \frac{450}{25 * 8,3} = 2169 \text{ м.кв.}$$

Приймаємо до установки 2 конденсатора повітряних, на кожен систему центрального кондиціонування. AlfaLaval, із площею внутрішньої теплообмінної поверхні $\Sigma F_{\text{вн}} = 1207 \text{ м}^2$,

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 3.6

Конденсатор	Дійсна площа зовнішньої поверхні, м ²	Внутрішній об'єм V, дм ³	Відстань між ламелями ℓ, мм	Кількість вентиляторів
ACS 904 C	1207	106	2.1	4

Конфигурация
 Стандартная
 Нестандартная

Термические данные
 Мощность: 450,00 kW
 Температура воздуха: 32,0 °C
 Темп. конденсации: 42,0 °C
 Разность температур: 10,0 °C
 Расх. воздуха: Высокий

Тип вычисления
 Расчет
 ACS
 Кол. устр-в: Автовыбор

Хладагент
 R134a

Тип и серия устройства
 ALFAGREEN
 ACS

Мотор
 2v-3Ph

Переключатель
 Нет

Материал ламели
 Al

Расстояние между ламелями (мм)
 2,1

Цикличность
 Многоциклн.:
 NC Q/NC
 Кол-во линий:

Уровень давл. звука
 дБ(A)

Дистанция
 10,0 m

Высота
 0 m

Результаты

Кол. устр-в	Модель	Мощность kW	Запас %	дБ(A)	Разл. дБ(A)	Расх. воздуха m3h
2	ACS904B	390,75	-13,2	63,0	+0,0	88374
2	ACS805B	425,07	-5,5	61,0	+0,0	105061
2	ACS904C	449,77	-0,1	63,0	+0,0	85031
2	ACS805C	494,15	+9,8	61,0	+0,0	99987

Мал. 3.10 Підбір конденсатора повітряного

Тип оборудования	ALFAGREEN	
Модель	2 x ACS904C - T	
Требуемая мощность	450,00	kW
Запас	-0,1	%
Рассчитанная нагрузка	449,77	kW
Высота(над уровн. моря)	0	m
Электродвигатель	2v-3Ph	
Длина	7357	mm
Высота	1490 (V) / 1465 (H)	mm
Глубина	795 (V) / 1550 (H)	mm
Стандартный вес	849	kg
Тип расчета	Расчет / СТАНДАРТНЫЙ	
Переохладитель	Нет	
Линия	1	
NC	72	
Тепловые данные		
Хладагент	R134a	
Температура воздуха Вх/Вых	32,0 / 39,4	°C
Температура конденсации	42,0	°C
Разность температур	10,0	°C
Данные вентилятора (для 1 шт.)		
Расх. воздуха: Высокий	85031	m3h
Кол-во вентиляторов	4	-
Диаметр вентилятора	910	mm
Скорость вращения	860	1/min
Общий шум (10,0 m)	60,0	дБ(A)
Потребление энергии	6600	W
Напряжение	400(D)	V
Ток	14,00	A
Данные теплообменника		
Материал трубы	Cu	
Материал ламели	Al	
Расстояние м-ду ламелями	2,1	mm
Поверхность	1207,4	m2
Внутр. объем	106	dm3
Патрубки (Вх - Вых)	76 mm - 54 mm	
	Та же сторона	

Мал. 3.11 Технічні характеристики повітряного конденсатора

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КВ 06.001.003 ДП ПЗ



Мал. 3.12 Зовнішній вигляд конденсатора повітряного ACS 904 С

Тепловий розрахунок и підбор випарника

Площа теплообмінної поверхні випарника розраховуємо по формулі:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} = \frac{Q_{об}}{q_f} \quad (3.24)$$

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

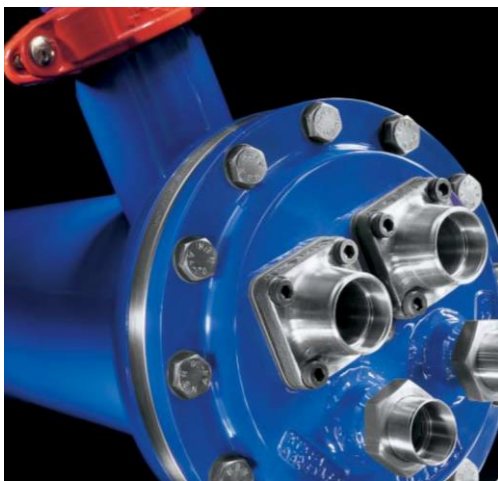
k – коефіцієнт теплопередачі прибора охладження $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$;

Δt – різниця температур між киплячим х/а и хладоносієм, °С.

q_f - удельный тепловой поток, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$.

$$F = \frac{404 * 1000}{6000} = 67.3 \text{ м}^2$$

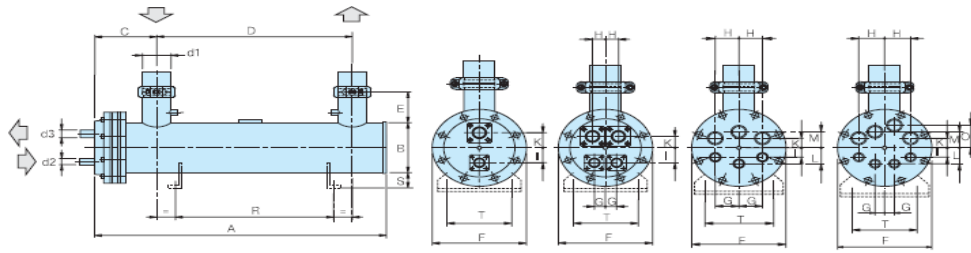
Підбираю два випарника фірми Alfa Laval **Dryplus-3 DxS** на кожную систему кондиціювання.



Мал. 3.13 Випарник Alfa Laval Dryplus-3 DxS

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КВ 06.001.003 ДП ПЗ



Модель		DKS 200	DXD 200	DKT 200	DKQ 200	DKS 240	DXD 240	DKT 240	DKQ 240
Размеры	A	мм	2320	2320	2312	2312	2620	2612	2612
	B	мм	219	219	219	219	219	219	219
	C	мм	200	200	192	192	200	200	192
	D	мм	2000	2000	2000	2000	2300	2300	2300
	E	мм	150	150	150	150	150	150	150
	F	мм	310	310	310	310	310	310	310
	G	мм	—	42	65	21	—	42	65
	H	мм	—	46	65	75	—	46	65
	K	мм	46	36	35	36	46	36	35
	I	мм	55	44	35	42	55	44	35
	L	мм	—	—	55	50	—	—	55
	M	мм	—	—	65	42	—	—	65
	O	мм	—	—	—	75	—	—	—
Опоры	R	мм	1600	1600	1600	1800	1800	1800	1800
	S	мм	80	80	80	80	80	80	80
	T	мм	260	260	260	260	260	260	260
Соединения	d1	—	J4	J4	J4	J4	J4	J4	J4
	d2	—	FA-35	RC-35	WA-22	WA-22	FA-35	RC-35	WA-22
	d3	—	FB-67	FA-54	WA-42	WA-35	FB-67	FA-54	WA-42
Объемы – Вес	V _{вп}	дм³	23,7	23,7	23,7	23,7	26,8	26,8	26,8
	V _{в/о}	дм³	49,3	49,3	49,3	49,3	56	56	56
	P	кг	157	157	157	157	175	175	175
Категория PED*			II	II	II	I	II	II	I

Мал. 3.14 Технічні характеристики випарника Dryplus-3 DхS

Розрахунок і вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер

(3.25)

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

де: V_{вип} - місткість випарної системи, м²

1,44 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення лінійного ресивера при нижній подачі х/а для режиму t₀ = 4 °C

Σ V _{в/о}	V _{лр}
0,0268	0,04

Підбираємо два лінійних ресивера місткістю по 40 дм³ для кожної холодильної системи.

Також для кожної холодильної системи підбираємо по одному регенеративному теплообміннику марки SLHE

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КВ 06.001.003 ДП ПЗ

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту і монтажу устаткування

Основними елементами центрального кондиціонера є:

Камера підготовки зовнішнього повітря яка складається з:

- а) повітрозабірних решіток;
 - б) камери обслуговування повітрозабору;
 - в) камери фільтрів, що встановлюються при особливих вимогах до очищення зовнішнього повітря від пилу;
 - г) камери обслуговування фільтрів;
 - д) секції калориферів першого підігріву, що встановлюються в залежності від кліматичних умов в кількості однієї, двох або трьох ступенів, розташованих послідовно по повітрю;
 - е) стулкових клапанів перед калориферами і в обхідних каналах літнього та зимового періодів;
 - ж) проміжної камери з утепленням клапаном для літнього обхідного каналу, яка встановлюється між першим ступенем калориферів і стулковими клапанами;
2. Перша камера змішання зовнішнього повітря з рециркуляційним повітрям, що поступає з рециркуляційного каналу.
 3. Промивна камера з піддоном, що служить для зволоження повітря в зимовий період і для охолодження і осушення його в літній період; в промивній камері встановлюються вхідний і вихідний краплевловлювачі і колектори з форсунками; в піддоні знаходиться фільтр для води.
 4. Друга камера змішання повітря, обробленого в промивній камері, з повітрям, що рециркулюється поступає з обхідного каналу.
 5. Стулчасті клапани, встановлені в рециркуляційному і в обхідному каналах.
 6. Камера фільтрів, що служить для очищення припливного повітря від пилу.
 7. Стулчасті клапани перед калориферами другого підігріву і в обхідному каналі над ними.
 8. Одна або дві секції калориферів другого підігріву.
 9. Колектор вентилятора.
 10. Відцентровий вентилятор з електродвигуном, клиноремінною передачею і пусковим стулчастим клапаном.

Калорифери першого підігріву в кожній камері забезпечують підігрів зовнішнього повітря для зовнішніх розрахункових температур не нижче –

35 °С. Залежно від необхідної різниці температур повітря після і до калориферів першого підігріву встановлюються три, дві або одна секція калориферів.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітрозбірники. При обробці системи кондиціонування повітря дверцята, що встановлюються в отворі для входу зовнішнього повітря, повністю відкриваються. При перервах в роботі дверцята повинні бути щільно закриті за допомогою спеціальних затворів щоб уникнути заморожування калориферів в зимову пору року.

Доцільно пристрій світловий або звуковий сигналізації, що вказує на необхідність закриття дверцят при зупинці вентилятора.

Камера обслуговування повітрозабору і проміжна камера призначені для забезпечення доступу обслуговуючого персоналу до дверцят повітрозабору і до поворотних клапанів, що встановлюються в каналі літнього періоду. Останній служить для пропуску збільшеної кількості зовнішнього повітря в літній і перехідний час року. При установці тільки одного ступеня калориферів першого підігріву проміжна камера не встановлюється. У цьому випадку канал літнього періоду закривається щитами з першої камери змішання. У камерах обслуговування повітрозабору встановлюються датчики, що реагують на зміну температури зовнішнього повітря.

При розробці типових кондиціонерів передбачалося використання для нагрівання зовнішнього повітря пластинчастих калориферів типу ГСТМ. В даний час слід застосовувати нові марки пластинчастих калориферів і, зокрема, при теплоносії гарячій воді - багатоходові пластинчасті калорифери.

У першій камері змішання відбувається змішання зовнішнього повітря з тим, що рециркулюється. На лицьовій стінці камери є двері, обхідні для доступу обслуговуючого персоналу всередину камери. До верхньої частини камери приєднується на фланцях канал повітря, що рециркулюється.

Зволоження повітря взимку і охолодження влітку здійснюється в промивної камері.

У другій камері змішання повітря, оброблений в промивної камері, змішується з повітрям, що рециркулюється. У цій камері при регулюванні температури повітря, що виходить з промивної камери, за методом точки роси встановлюються температурні датчики. Другі камери змішання, крім свого основного призначення використовуються також для обслуговування фільтрів. До верхньої частини камер приєднується на фланцях обхідний канал для повітря, що рециркулюється. На лицьових стінках є двері.

Для очищення повітря від пилу в кондиціонерах рекомендуються до застосування масляні або паперові касетні (осередкові) фільтри, що встановлюються в спеціальних камерах, що є однією із секцій кожного агрегату. Розташування осередків фільтрів вертикальне, а для масляних фільтрів - зигзагообразне в плані.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При очищенні тільки зовнішнього повітря камера фільтрів встановлюється: у разі застосування масляних фільтрів - між калориферами першого підігріву і першою камерою змішання, в разі застосування паперових фільтрів - між камерою обслуговування повітрязабору і камерою обслуговування фільтрів.

Камери масляних фільтрів можуть встановлюватися для очищення всього обсягу повітря, що подається кондиціонерами. У цьому випадку канал літнього періоду закривається утепленими щитами з першої камери змішання. У камерах обслуговування повітрязабору встановлюються датчики, що реагують на зміну температури зовнішнього повітря.

Габарити паперових фільтрів не дозволяють застосувати таку ж компоновку, тому камера фільтрів повинна встановлюватися окремо від кондиціонера.

Калорифери другого підігріву встановлюються після камери фільтрів і служать для нагріву повітря, що надходить з камери змішування. Залежно від необхідної температури припливного повітря можуть бути встановлені одна або дві ступені калориферів. Установка двох ступенів може застосовуватися в тому випадку, коли система в зимову пору року здійснює функції повітряного опалення та повинна повністю відшкодовувати теплові втрати приміщення, що обслуговується.

Для регулювання кількості і розподілу повітря на окремих стадіях його обробки встановлюються стулчасті клапани.

Здвоєний стулковий клапан калориферів першого підігріву, що встановлюється перед останньою по ходу повітря щаблем калориферів, має дві групи стулок: верхню групу - в обході калориферів і нижню - перед калорифером. Обидві групи стулок мають загальний привід, що дозволяє встановлювати їх у взаємно зворотних положеннях - одна група закривається, а інша відкривається.

Для підтримки постійним кількості зовнішнього повітря в разі зміни кількості рециркулюемого повітря, що надходить в промивну камеру, за клапаном обхідного каналу зимового періоду повинен бути встановлений одно- або двостулковий додатковий клапан. Цей клапан повинен мати окремий, привід з виконуючим механізмом.

Стулковий клапан каналу літнього періоду призначений для регулювання збільшеної кількості зовнішнього повітря в літній і перехідний періоди. Цей клапан має самостійний привід і монтується в одній загальній рамі зі здвоєним стулчастим клапаном калориферів першого підігріву.

Здвоєний стулковий клапан калориферів другого підігріву встановлюється перед калориферами другого підігріву і за своїм устроєм подібний клапану калориферів першого підігріву.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стулковий клапан обхідного каналу повітря, що рециркулюється має дві групи стулок, що встановлюються під кутом 90 °. Одна група стулок розташовується в відгалуженні канали, що служить для подачі повітря, що рециркулює в обхід промивної камери, інша - в відгалуженні канали для пропуску повітря, що рециркулюється через промивну камеру. Кожна група приводиться в дію окремим виконавчим механізмом.

Стулковий клапан вентилятора встановлюється за вихлопним отвором вентилятора. Цей клапан призначений для закриття вихлопного отвору вентилятора в момент пуску. Крім того, клапан може бути використаний для регулювання загальної кількості що подається в приміщення повітря або вручну, або автоматично при наявності регулятора витрати або тиску. У разі застосування вентиляторів з напрямних апаратом необхідність в установці цього клапана відпадає.

Стулкові клапани калориферів і каналу повітря, що рециркулюється забезпечені регулювальними пристроями на приводі, що дозволяють встановлювати різний початковий кут відкриття стулок для зрівнювання опорі обходу і калориферів.

Промивна камера має два ряди форсунок з напрямком розпилення води назустріч руху повітря. Камера збирається з окремих елементів - бічних стінок, кришок, люка, піддону, колекторів тощо. На лицьовій стінці монтується вікно-люк з розмірами лазу в світлі 400 * 500 мм. До стельового листу камери кріпиться герметичний світильник з плафоном.

Піддон промивної камери зварюється з листового заліза і з'єднується фланцями з каркасом. Для запобігання виносу водяних крапель на вході повітря в камеру і на виході його з камери встановлюються краплєвловлювачі.

До піддону промивної камери приєднуються наступні трубопроводи:

- а) подають труби, що приєднуються до фланців двох горизонтальних колекторів, встановлених в піддоні;
- б) поворотна труба (до насоса);
- в) переливна труба (в бак);
- г) водопровідна труба з кульовим краном;
- д) спускна труба.

Дно піддона має ухил до спускний трубі. У піддоні, в місці приєднання поворотної труби, встановлюються сітчасті фільтри для води. До двох горизонтальних колекторів в піддоні приєднуються вертикальні колектори з форсунками.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря

Для забезпечення потрібного повітрообміну та створення необхідного мікроклімату в приміщеннях застосовують різноманітні комплекти вентиляційного обладнання, які за призначенням поділяють на три групи: припливні, витяжні та комбіновані. Найбільшого розповсюдження набули витяжні системи вентиляції, які видаляють відпрацьоване повітря з приміщення разом із шкідливими домішками (аміак, сірководень, вуглекислий газ, надлишкова волога).

Приплив свіжого повітря здійснюється через спеціальні шахти, вікна, двері, що спрощує систему вентиляції.

Типовим є проект вентиляційного обладнання "Клімат-4М", який залежно від номера осевого вентилятора поділяється на "Клімат-45М" з вентиляторами ВО-Ф-5,6А та "Клімат-47М" з вентиляторами ВО-Ф-7ДА.

Кількість вентиляторів у комплекті залежить від розрахункової подачі повітря і може коливатися від 6 до 24. Крім вентиляторів, до комплекту входять автоматичні вимикачі АЕ2016 для кожного вентилятора та станція керування ТСУ-2-КЛУЗ.

Станція керування забезпечує плавне регулювання частоти обертання асинхронних електродвигунів витяжних вентиляторів з метою автоматичного підтримання температури повітря у навчальних приміщеннях. Номінальний струм станції - 63 А, діапазон регулювання вихідної напруги - 6: 1, відхилення температури від заданого значення, що викликає зміну вихідної напруги від мінімального до найбільшого значення, дорівнює 4°C. Система керування споживає не більш ніж 40 Вт.

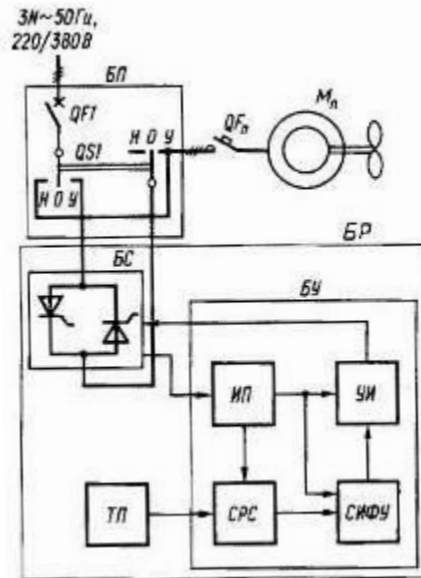
Пристрій ТСУ-2-КЛУЗ ("Кліматика-1") являє собою тиристорний регулятор напруги з цифровою системою керування на інтегральних мікросхемах, який забезпечує плавну зміну вихідної напруги за принципом фазового регулювання залежно від значення температури повітря в приміщенні. Передбачено ручний та автоматичний режими керування. Пристрій складається із 2 ящиків: блока регулятора, до якого входить силовий блок та блок керування, і блока перемикача. Останній виконує функції обвідного пристрою, а також захисту пристрою від коротких замикань. При положенні перемикача режиму роботи "Н" - некерований режим напруга подається на електродвигуни, обминаючи пристрій регулювання. У положенні "Р" - регульований режим двигуни одержують живлення з блока тиристорів.

Блок регулятора конструктивно виконаний у вигляді ящика одностороннього обслуговування. Особливістю конструкції ящика є те, що силові тиристори змонтовані на одному груповому охолоджувачі з застосуванням спеціальних діелектричних прокладок з високою теплопровідністю.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У силовому блоці встановлені шість силових тиристорів, захисні ДС-ланцюжки, трансформатори системи керування, вузол захисту від перенапруги. Блок керування складається з двох друкованих плат та панелі керування. На панелі керування розміщені основні органи керування та сигналізації: резистор та блок перемикачів діапазонів "Установка температури"; блок перемикачів "Датчики" та "Ручне", положення "1", "2" якого відповідають кількості під'єднаних термоперетворювачів (датчиків) в автоматичному режимі роботи, а положення "Ручне" - ручному режиму роботи пристрою; резистор "Мінімальна напруга", резистор та лампа "Аварійне відхилення температури", резистор "Ручне керування".

Датчиками температури є термоперетворювачі типу ТСМ (до 2 шт.), що ввімкнені паралельно і розподілені по довжині приміщення.



Мал. 4.1 Функціональна схема пристрою "Кліматика-1"

Функціональна схема пристрою наведена на мал.1, де прийняті такі позначення: БР - блок регулятора, БП - блок перемикача, ТП - термоперетворювачі, БС - блок силовий, БУ - блок керування, ИП - джерело живлення, СРС - система регулювання та сигналізації, СИФУ - система імпульсно-фазового керування, УИ - підсилювач імпульсів.

Силовий блок складається з трьох пар тиристорів типу Т123-250-9-41, що ввімкнені зустрічно-паралельно. Для захисту тиристорів від перенапруг мережі та комутаційних перенапруг у силовому блоці є спеціальний вузол захисту, що складається з ДС-кіл та варисторів. Тут же встановлений трансформатор живлення системи керування та синхронізації імпульсів керування з фазами мережі живлення.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КВ 06.001.003 ДП ПЗ

Структурна схема системи регулювання та сигналізації наведена на мал. 4.2. Вона включає вимірювальний міст, в одно з коло якого ввімкнені термоперетворювачі. Для балансування моста в разі під'єднання різної кількості термоперетворювачів, а також для забезпечення постійного значення чутливості мосту при різній кількості термоперетворювачів за рахунок підтримання постійного значення напруги живлення моста служить вузол Д. Програматором температури УТ є перемикач діапазону та резистор "Установлення температури". Програматор дозволяє виконувати установлення температури від 0°C до 40°C. Для забезпечення точності установлення програматор побудований за таким принципом: резистором в б здійснюється встановлення температури від 0 до 10°C. Діапазон зміни температур задається блоком перемикачів (чотири перемикачі з позначками "0°C", "10°C", "20°C", "30°C"). Установлення температури визначається сумою величин положення резистора та позиції перемикача. З вимірювального моста знімається сигнал розбалансу, пропорційний величині відхилення температури в приміщенні від встановленого значення, який підсилюється підсилювачем У1. Підсилений сигнал з виходу У1 надходить на вхід підсумовуючого підсилювача У2, де складається з сигналом базової напруги, що надходить від джерела 15 В і відповідає рівню вихідної напруги при врівноваженому мості (сигнал "Норма"). Це приблизно відповідає середній швидкості обертання вентиляторів і забезпечує оптимальну роботу пристрою при позитивному та негативному відхиленнях температури від встановленого значення.

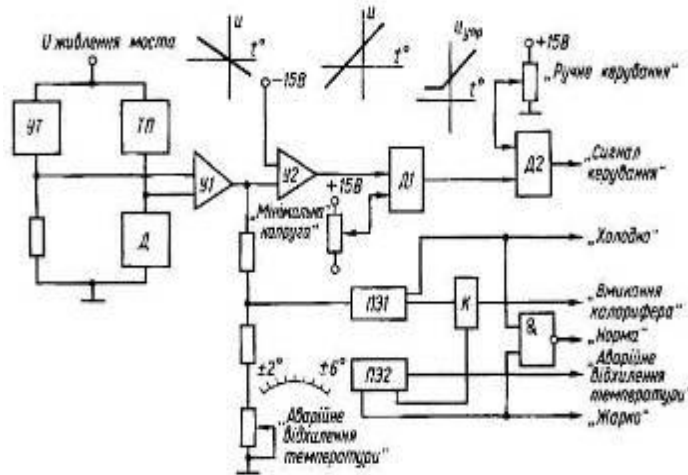


Рис. 4.2. Структурна схема системи регулювання та сигналізації

Схема сигналізації "Жарко", "Норма", "Холодно", а також "Аварійне відхилення температури" виконана на порогових елементах ПЗ1 та ПЗ2 та світлодіодах.

При негативному відхиленні температури від встановленого значення більше заданого загоряється світлодіод "Холодно", одержує живлення котушка реле К, яке

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КВ 06.001.003 ДП ПЗ

вимикає лампу "Аварійне відхилення температури" та дає команду на введення в дію додаткових джерел тепла (наприклад, електрокалорифера). Режим комутації реле К: 36 В, 0,3 А постійного або змінного струмів. При підвищенні температури на 2 ± 1 С сигналізація "Аварійне відхилення температури" та додаткові джерела тепла вимикаються, загоряється світлодіод "Норма".

При позитивному відхиленні температури вище норми спрацьовує сигналізація "Аварійне відхилення температури" та загоряється світлодіод "Жарко". Величина допустимого відхилення температури в межах від $\pm 2^\circ\text{C}$ до $\pm 6^\circ\text{C}$ може бути задана відповідним резистором.

Система імпульсно-фазового керування СИФУ складається: з вузлів синхронізації, імпульсно-фазового керування та захисту. Вузол синхронізації, побудований на транзисторних ключах, узгоджує імпульси з фазними напругами мережі.

Вузол імпульсно-фазового керування включає аналого-імпульсний перетворювач, чотирирозрядні лічильники, генератор частотного заповнення імпульсів та підсилювачів - розподільників імпульсів. Аналого-імпульсний перетворювач - це генератор імпульсів, який виробляє послідовно короткочасні імпульси, період чергування яких відповідає величині сигналу керування. Вихідні імпульси генератора надходять на лічильні входи лічильників.

При кожному переході синхронізуючої напруги через нуль лічильники повертаються у вихідне положення, після чого знову починають підраховувати імпульси, що надходять від генератора. Тривалість імпульсу дорівнює 180 електричних градусів. Сформований сигнал у вигляді певної кількості імпульсів надходить на керуючі електроди силових тиристорів, завдяки чому змінюється фаза їх відкриття і вихідна напруга (фазове керування).

Вузол захисту виконує функції захисту при зворотній черговості фаз мережі, а також при обриві однієї з фаз шляхом зняття імпульсів керування. Спрацювання вузла захисту супроводжується світловою сигналізацією (гасне світло діод "Ввімкнено").

Для забезпечення можливості пуску двигунів вентиляторів у режимі малих швидкостей, коли вихідна напруга пристрою менше напруги, необхідної для запуску, передбачений вузол, який формує при вмиканні пристрою імпульс керування, що в свою чергу викликає короткочасне збільшення вихідної напруги до величини, достатньої для запуску електровентиляторів.

Контроль роботи системи керування можна здійснити, вимірюючи рівень та форму сигналу в контрольних точках пристрою, які задані в інструкції. Це дозволяє за допомогою осцилографа провести діагностику та необхідний ремонт. Перевагою станції керування "Кліматика-1" є також те, що блок керування розміщений на

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальній платі, яка з'єднана з іншими блоками через штепсельний роз'єм і може бути легко замінена.

Модернізована тиристорна станція керування типу ТСУ-ЗКЛУЗ призначена для роботи в системі "Клімат-4М" і виконує ті самі функції. Основна її відмінність - застосування в системі керування мікро-ЕОМ, що відносить дану станцію до продукції особливої складності. Пристрій забезпечує чотири режими роботи: ручний, програмування, автоматичний та "Обвод".

У режимі програмування здійснюється ввід у постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗУ) даних настроювання, які визначають роботу в автоматичному режимі.

В автоматичному режимі виконується регулювання частоти обертання електровентиляторів у функції температури повітря в приміщенні.

У режимі "Обвод" здійснюється вимикання силового блока тиристорів та панелі керування, а під'єднання навантаження до мережі виконується через автоматичні вимикачі. Пристрій у режимі програмного керування може здійснювати зміну заданої температури в приміщенні до 90 діб, що забезпечує температурний режим протягом циклу вирощування молодняка, коли відповідно до його росту температура утримання зменшується.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Вхідні дані

Таблиця 5.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1	Найменування об'єкту	Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря кінотеатру «ІМАХ» на 300 посадкових місць
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодоагент	R-134a
4	Марка масла	BSE-170L
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	15.0
10	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0,8
11	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	4,30
12	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	356,0
13	Ціна 1 кг масла, грн.	1330,0

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Холодопродуктивність, кВт	t ₀ °С	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна, грн.
1	Центральний кондиціонер	CVA-1-8- N-223A	2				107700
2	Компресор	CSH769 3-90Y-40P	2	233	4	48	491554
3	Конденсатор (4 вентилятора)	ACDS 904 C	2			4×6	11000
4	Випарник	Dryplus-3 DxS240	2				12603
5	Регенеративний теплообмінник	PT-150	2				5300
6	Лінійний ресивер	40 дм ³	2				1200

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_M = C_H \cdot K_H,$$

(5.1)

де C_H – ціна одиниці обладнання, грн.

K_H – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_M = 107700 \cdot 2 + 983108 \cdot 1 + 11000 \cdot 2 + 12603 \cdot 2 + 5300 \cdot 2 + 1200 \cdot 2 = 1304143 \text{ грн.}$$

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 5.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт.	Ціна за 1 обладнання, грн.	Сумарна вартість, грн.
1	Центральний кондиціонер	CVA-1-8-N-223A	2	107700	215400
2	Компресор	OSK 7471-K	2	491554	983108
3	Конденсатор (4 вентиляторів)	ACDS 904 C	2	11000	22000
4	Випарник	Dryplus-3 DxS240	2	12603	25 206
5	Регенеративний теплообмінник	PT-150	2	5300	10 600
6	Лінійний ресивер	40 дм ³	2	1200	2400
7	Разом сумарна вартість основного обладнання	–	–	–	1043314
8	Вартість іншого обладнання	–	–	–	104331,4
9	Витрати на монтаж і транспорт	–	–	–	156497,1
10	Загальна вартість	–	–	–	1304143

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

$$K_B = C_{бд} + C_{заг}^{об}, \quad (5.2)$$

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_B = 0 + 1304143 = 1304143$$

5.3 Розрахунок цехових витрат

5.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

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

$$Q_{\text{ст}} = \sum (Q_0 \cdot K_{\text{л}} \cdot 19440), \quad (5.3)$$

де Q_0 – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

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

$$Q_{\text{ст}} = 233 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 19440 = 4529520 \text{ тис. кДж}$$

5.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

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

Розрахунки проводяться у таблиці 5.4

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
1. Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\sum Q_0$	466
2. Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	q_a	0,8
3. Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	K_p	1,05
4. Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	356,0
5. Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
6. Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.} = \sum Q_0 \cdot q_a \cdot K_p \cdot Z_{x.a.} \cdot K_{x.a.}$	160255,5
7. Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	m	15
8. Кількість компресорів, шт	n	2

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_B	1,2
10.Кількість разів змін масла за рік	R	–
11.Середня ціна 1 кг мастила, грн;	Z_M	1330,0
12.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	K_M	1,14
13. Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=m \cdot n \cdot K_B \cdot R \cdot Z_M \cdot K_M}$	54583,2
14.Разом:	$C_p = C_{x.a} + C_M$	214838,7
15.Інші витрати (5%)	$C_i = C_p \cdot 5/100$	10741,94
16.Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	225580,6

5.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховується у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок споживання силових електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Ном.потужність, кВт	Коеф. використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба електроенергії, кВт.год	Витрати на силову електроенергію в грн
	Вихідні дані		Wh.	Кв.об.	Куст.	Чрік	$W_{заг} = Wh \cdot K_{в.об} \cdot K_{у.}$ Чрік	$C_w = W_{заг} \cdot C_e$
1	Компресор	CSH769 3-90Y-40P	48	0,85	2	5400	440640	1894752
2	Конденсатор (4 вентилятора)	ACDS 904 C	24	0,7	2	3000	100800	433440
	Всього	–	72	–	4	–	–	2328192

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{заг} \cdot C_e$$

(5.4)

де C_e – ціна 1кВт електроенергії, грн.

5.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

5.3.5 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:

$$T_{cl} = \frac{ЗП}{Г},$$

(5.5)

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:

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

(5.6)

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:

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

(5.7)

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де T_c – середня годинна тарифна ставка, грн.;

E_ϕ – ефективний фонд робочого часу, годин;

K – кількість працівників компресорного цеху.

$$T_\phi = 73,53 \cdot 440 \cdot 1 = 32353,2 \text{ грн.}$$

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

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

(5.8) де T_ϕ – тарифний фонд зарплати, грн.

$$O_\phi = 32353,2 + 8088,3 = 40441,5 \text{ грн.}$$

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

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

(5.9)

$$\sum D = 32353,2 \cdot \frac{25}{100} = 8088,3 \text{ грн.}$$

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

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

(5.10)

де d – відсоток додаткового фонду (10%)

$$D = \frac{32353,2 \cdot 10}{100} = 3235,3 \text{ грн.}$$

Річний фонд розраховується за формулою:

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

(5.11)

$$P_\phi = 40441,5 + 3235,3 = 43676,8$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

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

(5.12)

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$B_c = \frac{43676,8 \cdot 22}{100} = 9609$$

Розрахунки заносяться у таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок фонду оплати праці

Назва показника	Формула	Розрахунок
T_c – середня годинна тарифна ставка, грн	T_c	73,53
$E\Phi$ – ефективний фонд робочого часу, годин.	$E\Phi$	440
K – кількість працівників компресорного цеху	K	1
T_ϕ - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_\phi = T_c \cdot E_\phi \cdot K$, грн	32353,2
D - сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (25% від тарифного фонду заробітної плати).	$\sum D = T_\phi \cdot 25/100$, грн	8088,3
O_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.	43676,8
B_c - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_\phi \cdot p)/100$, грн	9609

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду

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

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

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{C_{\text{ст}}}{Q_{\text{ст}}} \quad (5.13)$$

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

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

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{2746208}{4529520} = 0,61 \text{ грн.}$$

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 5.7 – Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн.	
		На річний виробіток холоду	На одиницю холоду, грн.
1	Допоміжні матеріали	225580,6	0,05
2	Зарплата виробничих працівників	43676,8	0,01
3	Відрахування від зарплати	9609	0,002
4	Електроенергія силова	2328192	0,51
5	Цехові витрати (ЗПвир.прац.*(0,2)	8735,4	0,001
6	Амортизація обладнання(10%)	130414,3	0,03
7	Разом цехова собівартість (Сст)	2746208	0,61

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5. Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 5.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Розробка системи кондиціонування і вентиляції кінотеатру «ІМАХ» на 300 посадкових місць
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодильний агент	R-134a
4	Марка масла	BSE-170L
5	Ступінь автоматизації	повна
6	Сума капіталовкладень, грн	1304143
7	Холодопродуктивність компресорів, кВт	466
8	Кількість компресорів, шт.	2
9	Річний виробіток холоду, тис. кДж.	4529520
10	Цехова собівартість, грн.	2746208
11	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,61
12	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ:

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи вентиляції і кондиціонування повітря для кінотеатру «ІМАХ» на 300 посадкових місць з низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,61 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 кінотеатру «ІМАХ» на 300 посадкових місць можна вважати доцільним та економічно вигідним.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Необхідно, щоб людина працювала в сприятливих умовах, які сприяють розвитку всіх її здібностей і забезпечують високу продуктивність праці.

Темою дипломного проекту являється розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря кінотеатру на 300 посадкових місць

6.1 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників, що впливають на працівника.

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

Чкщо вентиляція виконана з порушенням процесу і норма експлуатації (порушення повітряного й теплового балансу у приміщення), такими факторами можуть бути:

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

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2 Розробка заходів з охорони праці

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

- монтаж вентиляційних систем повинен виконуватися відповідно до проекту системи вентиляції і виключати нещільності у повітроводах, їх з'єднаннях, перекосях у гнучких вставках тощо;
- до експлуатації допускаються вентиляційні системи, які пройшли передпускові випробування та мають інструкції, технічний

Тому у даному розділі дипломного проекту приведено основні вимоги до систем вентиляції та кондиціонування повітря в приміщенні.

Системи вентиляції і кондиціонування повітря – це необхідні компоненти систем життєзабезпечення в комерційних, громадських просторах. Вони відповідають за очищення, зволоження, формування комфортного мікроклімату в приміщенні, забезпечують усунення неприємних запахів. Інтенсивність повітрообміну регламентується встановленими стандартами для кожного типу об'єктів окремо. Найбільш розумним рішенням стає монтаж системи, в якій опалення, вентиляція і кондиціонування будуть суміщені

6.3 Системи вентиляції та кондиціонування

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

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

Наявність детального проекту дозволяє гарантувати надійність системи вентиляції і кондиціонування, а також відповідність параметрів роботи технологічного процесу. надійність системи вентиляції і кондиціонування, а також відповідність параметрів роботи технологічного процесу. На етапі проектування враховуються вимоги GMP, ISO, ВОЗ, вимоги національних стандартів до систем вентиляції..

Задачею вентиляції є забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов в приміщенні..

Вентиляцією називають організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу на його місце свіжого.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проектуванні вентиляції необхідно дотримувати ряду вимог:

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

Монтаж вентиляції в адміністративних будівлях повинен забезпечити такі умови:

- Комфорт для співробітників ;
- Захист від шуму з вулиці (кондиціонування приміщень можна здійснювати, не відкриваючи вікон);

Крім того, в приміщення потрапляє пил з вулиці, а також пух і пилок під час цвітіння дерев, що особливо важливо для алергіків. Повітря, що подається в приміщення за рахунок системи вентиляції, очищене за допомогою спеціальних захисних фільтрів.

У добре вентильованому приміщенні може знаходитись велика кількість співробітників без будь-якого дискомфорту, так як сперте повітря не утворюється. Підтримка мікроклімату на належному рівні (температури і вологості повітря) забезпечують належні умови праці, що сприятливо позначається на виробничому процесі.

Для очищення повітря, що подається в приміщення вентиляційними системами, встановлюють волокнисті фільтри з негорючих матеріалів або масляні фільтри з Замасліватель з температурою спалаху не нижче 130 ° С.

З негорючих матеріалів виконують шумоглушители для систем вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалення, а також теплову ізоляцію поверхонь вентиляційного обладнання, кондиціонерів і повітроводів для приміщень категорій А і Б, поверхонь обладнання і повітроводів, розташованих на горищах і в підвалах загального призначення.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вентиляційні камери, циклони, фільтри, повітроводи повинні регулярно очищатися від горючого пилу, відходів виробництва, жирових відкладень пожежобезпечними засобами. Перевірка й очищення вентиляційного обладнання повинні проводитися за графіком, затвердженим адміністрацією об'єкта. Результати огляду обов'язково заносяться до спеціального журналу.

Паспортизація вентиляційних систем

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

Паспортизація систем вентиляції включає в себе вивчення проектної документації, огляд вентиляційних установок, повітропроводів та інших елементів системи, результатів проведення аеродинамічних випробувань, виявлення дефектів монтажу.

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

Під час експлуатації вентиляційних систем забороняється:

- відключати або знімати вогнезатримні пристрої;
- випалювати накопичені в повітроводах, зонтах жирові відкладення та інші горючі речовини;
- закривати витяжні канали, отвори й решітки;
- залишати двері вентиляційних камер відчиненими, зберігати в камерах різні матеріали, устаткування тощо.

6.4 Кондиціонування повітря

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

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

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Методи регулювання параметрів повітряного середовища є невід'ємною частиною загальнодержавного підходу до керування навколишнім середовищем відповідно до стандарту ДСТУ ISO 14001-97 (Системи управління навколишнім середовищем . Київ. Держстандарт України).

Методи керування якістю повітряного середовища можуть бути класифіковані за рівнем значимості:

- ◆ *глобальний* — «безвідходні» і передові технології, нові види палива й енергії, нові типи двигунів , міжнародне квотування викидів різних інгредієнтів, міжнародні угоди в галузі екологічного аудиту й ін.;

- ◆ *регіональний* — організаційно-планувальні (вибір території і розташування промислових об'єктів); організаційно - економічні (ліцензування діяльності, регіональне квотування викидів, установа плати за викиди, штрафні санкції, страхування екологічних ризиків, пільги); нормативно-правові (установлення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у повітряному середовищі, установа гранично допустимих викидів на джерелах викидів, нормування технологічних викидів, вимоги по інвентаризації викидів); вибір технологій, палива, застосування ефективних методів очищення й уловлювання забруднюючих речовин;

- ◆ *підприємства* – зниження викидів у джерелі утворення (технологічні методи, вибір устаткування і рівень його обслуговування, автоматизація технологічних процесів, придушення шкідливих речовин у зоні утворення, герметизація устаткування, уловлювання забрудненого повітря й ефективне очищення його, вентиляція, контроль якості повітряного середовища, відбір персоналу і контроль стану його здоров'я);

- ◆ *на робочому місці* – герметизація (локалізація) робочого місця і створення в ній нормальних параметрів повітряного середовища , застосування засобів індивідуального захисту, організаційні методи роботи.

Успіх функціонування системи керування параметрами повітряного середовища, що діє на людину, залежить від ефективності всіх її ієрархічних і функціональних рівнів. Однак, для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на атмосферу є організація

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КВ 06.001.003 ДП ПЗ

- навішування вогнегасників на кронштейни, розміщення їх у тумбах або пожежних шафах повинне забезпечувати можливість прочитання маркувальних написів на корпусі.

Експлуатація та технічне обслуговування вогнегасників повинно здійснюватися відповідно до вимог Правил експлуатації вогнегасників (НАПБ Б.01.008-2004).

Пожежні крани повинні розміщуватись у вбудованих або навісних шафах, які мають отвори для провітрювання і пристосовані для опломбування та візуального огляду їх без розкривання. На дверцятах пожежних шаф із зовнішнього боку повинні бути вказані після літерного індексу пожежного крану «ПК» порядковий номер крана та номер телефону для виклику пожежної охорони.

Кожен пожежний кран має бути укомплектований пожежним рукавом однакового з ним діаметра та стволом, кнопкою дистанційного запуску пожежних насосів (за наявності таких кранів), а також важелем для полегшення відкривання вентиля. Пожежний рукав необхідно утримувати сухим, складеним в «гармошку» або подвійну скатку, приєднаним до крана та ствола і не рідше одного разу на шість місяців перекантовувати. Використання пожежних рукаві для господарських та інших потреб, не пов'язаних з пожежогасінням, не допускається

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Г. Хмельнюк, О.С. Подмазко, І.О. Подмазко "Холодильні установки та сфери їх використання" підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484с., 2014.
2. Холодильні установки, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інш.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, Київ, "Либідь", 1995.
3. Холодильні установки. Проектування: Учебный посібникк / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. та ін. – Одеса: Друк, 2008. - том 1 – 3.
4. І.Г.Чумак, В.П.Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інші. "Холодильні установки" Одеса, "Рефпринтінфо" 2003. 531с;
5. Липа А.И. Кондиционирование воздуха. Основы теории. Современные технологи обработки воздуха. Изд. Второе, перераб., доп., Одесса: ОГАХ, издательство ВМВ, 2010.- 607 с., ил.
6. Липа А.І., Жихарева Н.В., Піщанська Н.О. Кондиціонування повітря. Посібник до виконання лабораторних робіт, 2013.
7. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
8. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок.- 3-е изд, перераб. и доп.- М.: ВО "Агропромиздат", 1987
9. Справочник. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.
10. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение",1976.
11. Самойлов А.И., Игнатьев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
12. Канторович В.И. Гиль И. М. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.
13. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова Применение холода в пищевой промышленности, 1979
14. Панин Б.Г. Основы теплотехники, отопление, вентиляция, сушка и охлаждение: Учебник. - М.: Легкая индустрия, 1980. – 384 с., ил.

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

16. Журналы "Холодильная техника", "Холод", 2020 - 2022 г

Інформаційні ресурси

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

					КВ 06.001.003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		