

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Системи кондиціювання і
вентиляції повітря»

Група: БКВ - 05

Дипломний проєкт

**студента денного відділення
БКВ 05. 010. 000 ДП**

***Кузьменко Руслан
Олександрович***

м. Одеса - 2024 р.

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

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»
Група БКВ - 05

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
БКВ 05. 010. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Проект системи кондиціонування та вентиляції повітря для
виставкового центру площею 1040 кв. м у м. Одеса

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки
на 114 сторінках та графічного матеріалу на 5 аркушах.

Дипломник [підпис] (Кузьменко Р.О.)

Керівник проекту [підпис] (Трандафілов В.В.)

Консультанти:

з економічної частини [підпис] (Катан В.П.)

з будівельної частини [підпис] (Волянська С.В.)

з охорони праці [підпис] (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД [підпис] (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Завідувач кафедри [підпис] (Хмельнюк М.Г.)

Завідуючий відділенням [підпис] (Бригадир Л.Г.)

Захист "27" 06 2024 р. Протокол ЕК № 01 БКВ

Оцінка ЕК 4 (збор)

Секретар ЕК [підпис] (Хоцяновський С.Ю.)

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

Дата видачі завдання
«20» лютого 2024 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2024 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“20” лютого 2024 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

Прізвище, ім'я та по батькові: Кузьменко Руслан Олександрович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Системи кондиціонування і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту: Проект системи кондиціонування та вентиляції повітря для виставкового центру площею 1040 кв. м у м. Одеса

Стверджена наказом по коледжу від «02» 11 2023 р. № 244-А2-ОД
Вихідні данні для проекту: Виставковий центр площею 1040 кв. м у м. Одеса; Розрахункові літні параметри повітря категорії Б; Температура зовнішнього повітря – $t=28^{\circ}\text{C}$.

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту
Вступ

- 1 Техніко-економічне обґрунтування проекту
- 2 Тепловий розрахунок
- 3 Аеродинамічний розрахунок мережі повітроводів
- 4 Підбір устаткування
- 5 Розрахунок фільтра
- 6 Тепловий розрахунок компресора
- 7 Розрахунок повітряного конденсатора
- 8 Розрахунок повітрянагрівача
- 9 Розрахунок повітроохолоджувача
- 10 Розрахунок поверхневого зволожувача повітря
- 11 Акустичний розрахунок системи шумогасіння
- 12 Автоматизація системи кондиціонування повітря
- 13 Охорона праці
- 14 Економічний розрахунок
- 15 Цивільний захист

Література

Графічна частина

Графічний Аркуш 1. План виставкового центру.

Графічний Аркуш 2. Аксонометрична схема припливної вентиляції.

Графічний Аркуш 3. Аксонометрична схема витяжної вентиляції.

Графічний Аркуш 4. Обв'язка повітрянагрівача.

Графічний Аркуш 5. Обв'язка повітроохолоджувача.

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
Вступ	21.02-01.03.2024
1. Техніко-економічне обґрунтування проекту	01.03-20.03.2024
2. Тепловий розрахунок	20.03-10.04.2024
3. Аеродинамічний розрахунок мережі повітроводів	11.04-18.04.2024
4. Підбір устаткування	19.04-02.05.2024
5. Розрахунок фільтра	05.05-10.05.2024
6. Тепловий розрахунок компресора	12.05-15.05.2024
7. Розрахунок повітряного конденсатора	15.05-17.05.2024
8. Розрахунок повітрянагрівача	17.05-18.05.2024
9. Розрахунок повітроохолоджувача	18.05-19.05.2024
10. Розрахунок поверхневого зволожувача повітря	20.05-21.05.2024
11. Акустичний розрахунок системи шумогасіння	21.05-22.05.2024
12. Автоматизація системи кондиціонування повітря	22.05-23.05.2024
13. Охорона праці	23.05-27.05.2024
14. Економічний розрахунок	28.05-31.05.2024
15. Цивільний захист	28.05-31.05.2024
Література	01.06-03.06.2024
Підготовка графічної частини дипломного проекту	05.06-13.06.2024
Попередній захист	14.06.2024
Захист дипломного проекту	20-28.06.2024

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні кафедри енергетичного машинобудування

Протокол № 3 від "18" жовтня 2023 р.

Завідувач кафедру _____ (Хмельнюк М.Г.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Трандафілов В.В.)

Форма	Зона	Поз	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			БКВ 05. 010. 000 ДП	<u>Дипломний проект</u>		
A4	1		БКВ 05. 010.000 ДП ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Креслення</u>		
A1	1		БКВ 05.010. 01. ДП	План виставкового центру	1	
A1	2		БКВ 05.010. 02 ДП	АксонOMETрична схема припливної вентиляції	1	
A1	3		БКВ 05.010. 03. ДП	АксонOMETрична схема витяжної вентиляції	1	
A1	4		БКВ 05.010. 04. ДП	Обв'язка повітрянагрівача	1	
A1	5		БКВ 05.010. 05. ДП	Обв'язка повітроохолоджувача	1	

БКВ 05. 010. 000 ДП						
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		
Розробив	Кузьменко Р.					
Перевір.	Трандафілов					
Н. контр.	Волянська					
Затв.	Беркань					
Проект системи кондиціонування та вентиляції повітря для виставкового центру площею 1040 кв. м у м. Одеса				Літ.	Аркуш	Аркушів
				Н	Д	П
				ВСП «ОТФК ОНТУ», 2024		

РЕФЕРАТ

В кваліфікаційній роботі вирішено задачу розробки системи кондиціонування та вентиляції повітря для виставкового центру.

Будівля виставкового центру складається з одного поверху та розташована у м. Одеса. Площа виставкового центру складає 1040 кв.м. У холодний період року температурний режим $t_p=18-22^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря приміщення $\varphi_p=40-60\%$. У теплий період року температурний режим $t_p=22-24^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря приміщення $\varphi_p=40-60\%$. В якості холодильного агента було прийнято хладон R407C. Система кондиціонування спроектованого центру – централізована. Підібрано теплоізоляційну конструкцію на основі плит екструдованого полістиролу, і, виходячи з повного теплого навантаження приміщень, розраховано сумарні теплопритоки. За цими даними та проведенням тепловим розрахунком підібрані компресорні агрегати фірми Bitzer, теплообмінні апарати фірми Alfa-Laval.

Ключові слова: виставковий центр – температурний режим – чиллер-фанкойл – хладон

ABSTRACT

In the qualification work, the task of developing an air conditioning and ventilation system for the exhibition center was solved.

The building of the exhibition center consists of one floor and is located in Odesa. The area of the exhibition center is 1040 square meters. In the cold period of the year, the temperature regime is $t_p=18-22^{\circ}\text{C}$ and the relative humidity of the air in the room is $\varphi_p=40-60\%$. In the warm period of the year, the temperature regime is $t_p=22-24^{\circ}\text{C}$ and the relative humidity of air admixture $\varphi_p=40-60\%$. Refrigerant R407C was used. The air conditioning system of the designed center is centralized. A heat-insulating structure based on extruded polystyrene plates was selected, and based on the total heat load of the premises, the total heat inflows were calculated. Based on these data and the thermal calculation, Bitzer compressor units and Alfa-Laval heat exchangers were selected.

Keywords: exhibition center - temperature regime - chiller-fan coil - refrigeration

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		5

Зміст

		Стор.
	Вступ.....	7
1	Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	11
2	Тепловий розрахунок.....	13
2.1	Теплий період року.....	13
2.2	Холодний період року.....	26
3	Аеродинамічний розрахунок мережі повітроводів.....	31
4	Підбір устаткування.....	36
5	Розрахунок фільтра.....	37
6	Тепловий розрахунок компресора.....	40
7	Розрахунок повітряного конденсатора.....	45
8	Розрахунок повітронагрівача.....	51
9	Розрахунок повітроохолоджувача.....	56
10	Розрахунок поверхневого зволожувача повітря.....	61
11	Акустичний розрахунок системи шумогасіння.....	64
12	Автоматизація системи кондиціонування повітря.....	68
13	Охорона праці.....	77
14	Економічний розрахунок.....	92
15	Цивільний захист.....	105
	Література.....	113

ВСТУП

Під терміном системи кондиціювання повітря мається на увазі комплекс пристроїв, призначених для створення і автоматичної підтримки в обслуговуваних приміщеннях заданих величин параметрів повітряної середи. За визначенням О. Я. Кокоріна, установка кондиціювання повітря повинна забезпечувати «необхідні кондиції повітряної середи по тепло-вологістним якостях, чистоті, газовому складі і наявності запахів».

Кондиціювання повітря грає велику роль у виробництві, але не менш істотне значення має воно в справі організації здорових умов праці і побуту людини. Теплове відчуття людини значною мірою визначає його загальне самопочуття і працездатність. Тим часом, теплове відчуття при даному рівні фізичної або мускульної активності людини залежить від того, в якому ступені метеорологічний стан повітря відповідає цьому рівню активності. Техніка кондиціювання повітря володіє засобами, що забезпечують досягнення цієї відповідності.

Системи кондиціювання, як правило, забезпечуються засобами для очищення повітря від пилу, бактерій і запахів; підігрівання, зволоження і осушення його; переміщення, розподілу і автоматичного регулювання температури повітря, його відносної вологості, а інколи також і засобами регулювання газового складу і іонуотримання повітря.

Певний стан повітря є необхідним, а часто і вирішальною умовою для здійснення багатьох, особливо новітніх технологічних процесів.

Комплекс технічних засобів, за допомогою яких здійснюється кондиціювання повітря, називається системою кондиціювання повітря (СКП). У СКП входять устаткування для здійснення всіляких процесів обробки повітря, його переміщення і розподілу, джерела тепло- і холоднонаблення, засоби автоматичного регулювання, дистанційного керування і контролю, насоси і трубопроводи для тепло- і холодопостачання, місцеві підігрівачі, охолоджувачі, осушувачі і зволожувачі, а також допоміжне електроустаткування.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

СКП є основною, зазвичай регульованою системою, призначеною для комплексної підтримки заданих параметрів внутрішнього повітря, які забезпечують розрахункові і частка оптимальні умови в приміщеннях будівель і споруд. СКП може працювати спільно з опалюванням і вентиляцією, але зазвичай СКП бере на себе функції останніх і створює в будівлі або в його найбільш відповідальних приміщеннях необхідні кліматичні умови, як в холодний, так і в теплий період року.

Необхідність удосконалення СКП визначається також завданнями подальшої індустріалізації будівництва, що пов'язане із зведенням збірних будівель з великорозмірних елементів, підвищенням їх поверховості, зниженням ваги і матеріаломісткості, застосуванням сучасних матеріалів і оптимальних, рівноз ефективних в теплотехнічному відношенні, конструкцій, що захищають, з підвищеними теплоізоляційними властивостями. Вся сукупність об'ємно-планувальних і конструктивних вирішень будівлі і його систем забезпечення мікроклімату має бути направлена на реалізацію крупної проблеми нашого часу – створення сучасної будівлі з ефективним використанням енергії. В даний час розвиток СКП також в безпосередньому зв'язку з вирішенням наукових і технічних питань опалювання і вентиляції, теплового і повітряного режимів будівлі.

Завдання кондиціонування повітря в спортивних будівлях, універсальних магазинах, бібліотеках, музеях, в адміністративних будівлях, театрах і кінотеатрах полягає в забезпеченні санітарно-гігієнічних вимог до параметрів повітряної середовища, що забезпечують комфортне самопочуття людей і умову експлуатації самих будівель.

Рухливість повітря також робить істотний вплив на стан внутрішньої середовища приміщення: розподіл температур і вологості за об'ємом приміщення, наявність застійних зон і так далі

У діапазоні допустимих значень (0,1-0,4 м/с) швидкість руху повітря також впливає на теплове відчуття людей [3]. Для будь-якого поєднання температури, вологості і швидкості руху повітря можна знайти таку

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

температуру нерухомого і рухливого повітря, яка створює те ж теплове відчуття або володіє тією ж здатністю, що охолоджує.

Якщо людина не відчуває ні холоду, ні перегріву, ні руху повітря біля тіла, то метеорологічні умови навколишнього його середовища (з урахуванням температури поверхні огорож) вважаються в тепловому відношенні ідеальними.

Терморегуляція організму – це зменшення або збільшення потоку крові через шкірний покрив, а також посилення або гальмування обміну речовин (витрата енергії). В результаті теплогенерації і тепловтрат внутрішня температура людського тіла підтримується на рівні 36,6 - 36,8 °С. Завдяки автоматичній терморегуляції організм людини пристосовується до зміни параметрів навколишнього повітря. Проте ця терморегуляція ефективна лише при повільних і малих відхиленнях параметрів від нормальних для хорошого самопочуття. Тому комфортними, називаються такі умови, при яких параметри повітря знаходяться в деякому діапазоні коливань, що і викликає терморегуляцію.

Завдання кондиціонування повітря полягає в підтримці таких параметрів повітряної середовища, при яких кожна людина завдяки своїй індивідуальній системі автоматичної терморегуляції організму відчувала себе комфортно, тобто не помічав впливу цієї середовища. В даний час для задоволення потреб замовника в холодній воді в основному використовуються холодильні машини парокомпресійного типу. Процес охолодження в даних холодильних машинах базується на термічному ефекті зміни агрегатного стану хладагента, а для підтримки безперервності холодильного циклу використовується механічна енергія компресора. Не дивлячись на ряд достоїнств центральних СКП, треба відзначити, що крупні габарити і проведення складних монтажних будівельних робіт по установці кондиціонерів, прокладці повітряводів і трубопроводів часто приводять до неможливості застосування цих систем в існуючих будівлях, що реконструюються.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

Завдання кондиціювання повітря в спортивних будівлях, універсальних магазинах, бібліотеках, музеях, в адміністративних будівлях, театрах і кінотеатрах полягає в забезпеченні санітарно-гігієнічних вимог до параметрів повітряної середи, що забезпечують комфортне самопочуття людей і умову експлуатації самих будівель.

СКП великих громадських, адміністративних і виробничих будівель обслуговуються, як правило, комплексними автоматизованими системами управління. Автоматизована система кондиціювання підтримує задане положення повітря в приміщенні незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища (атмосферних умов). Основне устаткування системи кондиціювання для підготовки і переміщення повітря агрегується (компонується в єдиному корпусі) в апарат, званий кондиціонером.

Метою даного дипломного проекту є розробка СКП для будівлі виставкового центру, розташованого в м. Одеса.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

У даному розділі дається докладна характеристика проектованого варіанта. У даних розрахунках маємо вихідні дані, які необхідно підтримувати, апарати й машини, а також витрати на електроенергію на приводи вентилятора, електродвигуна, компресора, насосів для подачі холодильного агента й води, усе це вимагає необхідні грошові витрати. Знаючи ці витрати по апаратах і всі інші витрати, ми знаходимо шляхи зниження цих витрат, розглядаючи використання різних, більш ефективних апаратів і машин, а також режимів їх роботи, оптимізацію й автоматизацію даної системи, способу регулювання роботи системи кондиціонування повітря й холодильної машини в різні періоди року (теплий, холодний, перехідний) з різними режимами роботи, що при якісному підході до розрахунків і в пошуку варіантів, може дати економічний ефект (зниження витрат на систему, наступний монтаж, налагодження, експлуатацію, ремонт, а також енерговитратні) на 20% менше, чим типові проекти для аналогічних об'єктів і їх параметрів.

Система кондиціонування повітря необхідна для підтримки необхідних параметрів повітря в приміщенні, незалежних від зовнішніх впливів (температури, вологовмісті, випромінюванні) і внутрішніх (теплоприпливи від устаткування, від людей, освітлення), які б сприяли створенню мікроклімату в приміщенні, необхідного по санітарно-гігієнічних нормах для нормального функціонування людського організму [9].

Розглянутий об'єкт являє собою зал, пощею 1040 квадратних метра. У залі можуть знаходитися одразу 150 людей.

Проектована система кондиціонування повітря повинна забезпечувати комфортні умови для відвідувачів і робітників, що перебувають в приміщенні.

Для зменшення витрат на тепло й холод, будемо застосовувати рециркуляцію.

Застосовуючи фільтр для очищення повітря, слід установлювати його в

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

тих частинах кондиціонерів, через які проходить усе оброблюване повітря. Крім задоволення санітарно-гігієнічних вимог фільтрації повітря, як правило, окупається економією засобів на прибирання приміщень і зменшенням зношування технологічного устаткування.

Основні економічні вимоги до проекту полягають у наступному: мінімальна вартість устаткування й будівельно-монтажних робіт, тривалий термін служби, а звідси мінімальні амортизаційні відрахування, максимально можлива економія електроенергії, води, тепла й особливо дорогого холоду.

Для забезпечення необхідних параметрів повітря в приміщенні застосовують центральну систему кондиціонування повітря (ЦСКП). ЦСКП мають наступні переваги:

- можливістю ефективного підтримка заданої температури й відносної вологості повітря в приміщенні;
- зосередженням устаткування, що вимагає систематичного обслуговування й ремонту в малій кількості місць або навіть в одному місці;
- можливостями організації ефективного шумо й віброгасіння;
- не займають корисного обсягу приміщення, тому що розташовуються в основному в підвалі чи на даху.

ЦСКП у цьому випадку працює з рециркуляцією. Тому систему проектуємо з подачею змінних обсягів зовнішнього й рециркуляційного повітря. У цьому випадку для рециркуляції повітря у встановлюємо самостійний вентилятор. Розміщення в межах одного будинку СКП рекомендується для взаємозамінності поєднувати попарно по припливним і рециркуляційним повітряводам.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Керуючись нормами проектування, приймаємо наступні значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в приміщенні:

теплий період: $t_{\text{п}}=23$; $\varphi=60\%$, у залі КВЗ і в інших приміщеннях: $t_{\text{п}}=23^{\circ}\text{C}$;
 $\varphi_{\text{п}}=60\%$, $\omega=0,2\text{ м/с}$;

холодний період: $t_{\text{п}}=21$; $\varphi=40\%$, у залі КВЗ і в інших приміщеннях :
 $t_{\text{п}}=21^{\circ}\text{C}$; $\varphi_{\text{п}}=40\%$; $\omega=0,2\text{ м/с}$;

Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря визначається кліматичними умовами місцевості і призначенням СКП.

У нашому випадку, параметри зовнішнього повітря, повинні відповідати класу [Б]. Керуючись [1], приймаємо наступні параметри зовнішнього повітря:

теплий період року – $t=28^{\circ}\text{C}$; $h=56\text{ кДж/кг}$; $v=1\text{ м/с}$;

холодний період року – $t=-18^{\circ}\text{C}$; $h=-16\text{ кДж/кг}$; $v=5,7\text{ м/с}$;

2.1 Теплий період року

2.1.1 Визначаємо необхідну товщину термоізоляції стін і перекриттів:

Стіни виконані з:

Залізобетону $\delta=160\text{ мм}$; $\lambda=2,04\text{ Вт/(м}^2\text{К)}$,

Штукатурки(з обох боків) $\delta=2*25\text{ мм}$; $\lambda=0,81\text{ Вт/(м}^2\text{К)}$,

Пінополіуретану $\delta=110\text{ мм}$; $\lambda=0,05\text{ Вт/(м}^2\text{К)}$,

Тоді для стін коефіцієнт теплопередачі:

$$\hat{e}_{\text{н}0} = \left(\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{т}}} \right)^{-1}, \text{Вт/(м}^2\text{К)} \quad (2.1)$$

де: $\alpha_{\text{вн}}=7-10\text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ – коефіцієнт тепловіддачі від внутрішньої поверхні стіни до повітря в приміщенні;

δ_i та λ_i – товщина і коефіцієнт теплопровідності i -го шару огорожі;

$\alpha_{\text{т}}=23\text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

$$\hat{e}_{\text{н}0} = \left(\frac{1}{8} + \frac{0,025}{0,81} + \frac{0,11}{0,05} + \frac{0,16}{2,04} + \frac{0,025}{0,81} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 0,4 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}.$$

Покрівля виконана з наступних матеріалів:

Рубероїд $\delta=1\text{ мм}$; $\lambda=0,17\text{ Вт/(м}^2\text{К)}$,

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

З/б збірне перекриття $\delta=180$ мм; $\lambda=2,04$ Вт/(м²К),
 Пінополіуретану $\delta=120$ мм; $\lambda=0,05$ Вт/(м²К),
 Штукатурки $\delta=20$ мм; $\lambda=0,81$ Вт/(м²К),

$$\hat{e}_{ii\dot{e}\delta} = \left(\frac{1}{\alpha_{\dot{a}i}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\dot{a}i}} \right)^{-1}, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad (2.2)$$

$$\hat{e}_{ii\dot{e}\delta} = \left(\frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,18}{2,04} + \frac{0,012}{0,13} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 0,373, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

Перегородки виконані з:

Цегляної кладки $\delta=120$ мм; $\lambda=0,76$ Вт/(м²К),
 Штукатурки (з обох боків) $\delta=10$ мм; $\lambda=0,7$ Вт/(м²К),

$$\hat{e}_{i\dot{a}\delta-\dot{e}\dot{a}} = \left(\frac{1}{\alpha_{\dot{a}i}} + \frac{1}{\alpha_{\dot{a}i}} + \sum \frac{\delta_s}{\lambda_s} \right)^{-1}, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad (2.3)$$

$$\hat{e}_{i\dot{a}\delta-\dot{e}\dot{a}} = \left(\frac{1}{8} + \frac{0,12}{0,76} + 2 * \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{8} \right)^{-1} = 2,29 \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

Вибираємо коефіцієнт теплозасвоєння матеріалу S шару на межі розділення. Потім розраховуємо опір R, теплову інерцію шару огорожі D, теплову інерцію огорожі ΣD по формулах приведеним нижче:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2.4)$$

де: δ - товщина шару огорожі;

λ - теплопровідність матеріалу шару.

$$D = R \cdot S \quad (2.5)$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.1

2.1.2 Розрахунок теплоприливів через зовнішні огородження

Кількість теплоти, що поступає в приміщення через зовнішні стіни або перекриття площею $F_{\text{ст}}$, $F_{\text{перек.}}$ складається із середніх величин тепла вступник за рахунок конвективного теплообміну й тепла від сонячної радіації

$$Q_{\text{огр}} = Q_{\text{конв.}} + Q_{\text{с.р}} \quad (2.6)$$

облік тепла вступник від сонячної радіації може бути врахований у складової умовної температури тусл рівної:

$$t_{\text{усл}} = t_{\text{н.ср.}} + A_{\text{тн}} \cdot \theta_1 + \Delta t^{\text{с.р.}} \quad (2.7)$$

де $t_{\text{н.ср.}}$ - середня за добу температура повітря в самий спекотний місяць літа (параметри Б [1]);

$A_{\text{тн}}$ – амплітуда температурних коливань, при допущенні заміни дійсної зміни температури навколишнього середовища, гармонійними коливаннями, рівна половині середньодобового коливання температури повітря обумовленого по "додаткові 8" [1], тому що наведена в таблиці амплітуда температур, це різниця між мінімальною й максимальною добовою температурою;

$$A_{\text{тн}} = 11,3/2 = 5,65 \quad (2.8)$$

θ_1 – гармонические колебания с максимумом в 15 годин дня может бути описано:

$$\theta_1 = -\cos 2\pi (Z - \tau_{\text{дек}} - \tau_{\text{лето}} - \Delta\tau) / T, \quad (2.9)$$

де: Z час від 1 до 24 годин; $\tau_{\text{дек}}$ - декретний час, для України 2 години, $\tau_{\text{літо}}$ - літній час, для України 1 година; $\Delta\tau$ - поправка рівне 1 часу для місцевостей, розташованих на відстані більш 100км від морів і океанів [1];

$$\theta_1 = -\cos 2 * 3.14 * (9 - 2 - 1 - 1) / 24 = -0,26 - \text{північної стіни для 10 годин}$$

$$\theta_1 = -\cos 2 * 3.14 * (10 - 2 - 1 - 1) / 24 = -0,0008 - \text{західної стіни для 10 годин}$$

$$\theta_1 = -\cos 2 * 3.14 * (10 - 2 - 1 - 1) / 24 = -0,0008 - \text{західної стіни для 10 годин}$$

$$\theta_1 = -\cos 2 * 3.14 * (7 - 2 - 1 - 1) / 24 = -0,71 - \text{східна стіна для 7 годин}$$

$\Delta t^{\text{с.р.}}$ - температурна добавка, еквівалентна дії сонячної радіації.

Чисельно величина $\Delta t^{\text{с.р.}}$ дорівнює кількості тепла вступник на зовнішнє огороження від сонячної радіації с виправленням на коефіцієнт поглинання тепла ρ , що залежить від ступеня чорності поверхні, (кольору поверхні) ділене на коефіцієнт теплообміну на зовнішній поверхні,

										Арк.
										15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ					

$$t_{\text{усл}} = t_{\text{н.ср.}} + A_{\text{тн}} \cdot \theta_1 + \rho(J_{\text{пр}} + J_{\text{р}}) / \alpha_{\text{нар.}} \quad (2.12)$$

$$t_{\text{усл}} = 31 + 1 \cdot 5,65 + 4,62 = 41,27^{\circ}\text{C} \text{ – північна стіна для 7 і 20 годин;}$$

$$t_{\text{усл}} = 31 + 1 \cdot 5,65 + 17,56 = 54,21^{\circ}\text{C} \text{ – західна стіна для 18}$$

$$\text{годин; } t_{\text{усл}} = 31 + 1 \cdot 5,65 + 11,26 = 47,91^{\circ}\text{C} \text{ – південна стіна для 13 і 14}$$

$$\text{годин; } t_{\text{усл}} = 31 + 1 \cdot 5,65 + 17,56 = 54,21^{\circ}\text{C} \text{ – східна стіна для 9 годин;}$$

Розрахунки для іншого часу доби зведений у таблицю значень 2.2

Це вираження являє собою графік функції $t_{\text{усл}}$ від часу доби й орієнтації стіни. Зміна умовної температури, як і зміна зовнішньої температури, повторюється в часі з періодом $T=24$ години.

Проведемо заміну періодичних змін умовної температури гармонійними коливаннями з амплітудою $A_{t_{\text{усл}}}$ біля середнього значення рівного

$$t_{\text{усл}}^{\text{ср}} = t_{\text{н.ср.}} + \rho \cdot J_{\text{ср}} / \alpha_{\text{нар.}} \quad (2.13)$$

і запишемо зміну $t_{\text{усл}}$;

$$t_{\text{усл}}^{\text{ср}} = 31 + 0,4 \cdot 73 / 17,4 = 32,67^{\circ}\text{C} \text{ - північна стіна;}$$

$$t_{\text{усл}}^{\text{ср}} = 31 + 0,4 \cdot 184 / 17,4 = 35,23^{\circ}\text{C} \text{ - західна стіна;}$$

$$t_{\text{усл}}^{\text{ср}} = 31 + 0,4 \cdot 159 / 17,4 = 34,65^{\circ}\text{C} \text{ - південна стіна;}$$

$$t_{\text{усл}}^{\text{ср}} = 31 + 0,4 \cdot 184 / 17,4 = 35,23^{\circ}\text{C} \text{ - східна стіна;}$$

Розрахунки для іншого часу доби зведений у таблицю значень 2.2

$$t_{\text{усл}} = t_{\text{усл}}^{\text{ср}} + A_{t_{\text{усл}}} \cdot \theta_2, \quad (2.14)$$

де $A_{t_{\text{усл}}}$ - амплітуда коливань умовної температури рівна середньоарифметичному між $A_{t_{\text{усл}}}^{\text{max}}$ удень і $A_{t_{\text{усл}}}^{\text{max}}$ ніччю отримані при розрахунках $t_{\text{усл}}$;

$$A_{t_{\text{усл}}} = 6,9 \text{ - північна стіна;}$$

$$A_{t_{\text{усл}}} = 14,1 \text{ - західна стіна;}$$

$$A_{t_{\text{усл}}} = 10,9 \text{ - південна стіна;}$$

										Арк.
										17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

$t_{\text{усл}}=11,2$ - східна стіна;

$\theta_2 = \theta_1$ - для стін південної, південно-західної, західної північно-західної й північної орієнтації, θ_2 - для північно-східної, східної й південно-східної орієнтації повинне бути скоректоване на 3 години вперед (за результатами розрахунків) і може бути записане

$$\theta_1 = -\cos 2\pi (Z - \tau_{\text{дек}} - \tau_{\text{лето}} - \Delta\tau + 3) / T \quad (2.15)$$

де: Z - час від 1 до 24 годин.

$\theta_2 = -0,26$ - північна стіна;

$\theta_2 = -0,0008$ - західна стіна;

$\theta_2 = -0,0008$ - південна стіна;

$\theta_2 = -\cos(2 * 3,14 * (7 - 2 - 1 - 1 + 3) / 24) = 0,003$ - східна стіна;

$t_{\text{усл}} = 32,67 + 6,9 * (-0,26) = 30,87^\circ\text{C}$ - північна стіна;

$t_{\text{усл}} = 35,23 + 14,1 * (-0,0008) = 35,21^\circ\text{C}$ - західна стіна;

$t_{\text{усл}} = 34,65 + 10,9 * (-0,0008) = 34,64^\circ\text{C}$ - південна стіна;

$t_{\text{усл}} = 35,23 + 11,2 * 0,003 = 35,196^\circ\text{C}$ - східна стіна;

Розрахунки для іншого часу доби зведений у таблицю значень 2.2

Кількість тепла вступник на зовнішню поверхню огороження, при мінливій умовній температурі й постійній температурі приміщення, може бути записане в наступному виді:

$$q_{\text{нар}} = (t_{\text{усл}} - t_{\text{в}}) / R_0 \quad (2.16)$$

де R_0 - термічний опір огороження

$$R_0 = 1 / \alpha_{\text{нар}} + \Sigma(\delta / \lambda) + 1 / \alpha_{\text{вн}} \quad (2.17)$$

Середнє за добу надходження тепла через огороження можна записати наступним вираженням:

$$R_0 = 1 / 17 + 0,025 / 0,81 + 0,11 / 0,05 + 0,16 / 2,04 + 0,025 / 0,81 + 1 / 8,0 = 2,52 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		18

$$q_{cp} = (t_{усл.}^{cp} - t_b) / R_0 \quad (2.18)$$

$$q_{cp} = (32,67 - 23) / 2,52 = 3,83 \text{ Вт} - \text{ для північної стіни};$$

$$q_{cp} = (35,23 - 23) / 2,52 = 4,85 \text{ Вт} - \text{ для західної стіни};$$

$$q_{cp} = (34,65 - 23) / 2,52 = 4,62 \text{ Вт} - \text{ для південної стіни};$$

$$q_{cp} = (35,23 - 23) / 2,52 = 4,85 \text{ Вт} - \text{ для східної стіни};$$

$q_{нар} = (32,67 + 6,9 * (-\cos^2 * 3,14 * (16 - 2 - 1 - 1) / 24) - 23) / 2,52 = 6,58 \text{ Вт}$ - для північної стіни - максимум (наступає в 16 годин);

$q_{нар} = (35,23 + 14,1 * (-\cos^2 * 3,14 * (16 - 2 - 1 - 1) / 24) - 23) / 2,52 = 10,4 \text{ Вт}$ - для західної стіни - максимум (наступає в 16 годин);

$q_{нар} = (34,65 + 10,9 * (-\cos^2 * 3,14 * (16 - 2 - 1 - 1) / 24) - 23) / 2,52 = 8,9 \text{ Вт}$ - для південної стіни - максимум (наступає в 16 годин);

$q_{нар} = (35,23 + 11,2 * (-\cos(2 * 3,14 * (13 - 2 - 1 - 1 + 3) / 24) - 23) / 2,52 = 6,58 \text{ Вт}$ - для східної стіни - максимум настає в 13 годин);

Розрахунки для іншого часу доби зведений у таблицю значень 2.2

Амплітуда коливань температури At_x у товщі огороження зменшується в міру видалення від зовнішньої поверхні. На внутрішній поверхні огороження величина амплітуди температури At_{τ}^{BH} буде в ν раз менше амплітуди температури повітря біля зовнішньої поверхні $At_{усл}$;

$$At_{\tau}^{BH} = At_{усл} / \nu; \quad (2.19)$$

де ν - показник затухання амплітуди коливань температури зовнішнього повітря $At_{усл}$ до коливань температури на внутрішній поверхні огороження At_{τ}^{BH} залежний від теплофізичних властивостей матеріалів огороження й чисельно рівний:

$$\nu = 2^{\Sigma D} (0,83 + 3 \cdot \Sigma R / \Sigma D) (0,85 + 0,15 \cdot S_2 / S_1) \quad (2.20)$$

$$\nu = 2^{2,41} * (0,83 + 3 * 2,52 / 2,41) * (0,85 + 0,15 * 0,42 / 18,95) = 17,99$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

$$\Sigma R=0,025/0,81+0,11/0,05+0,16/2,04+0,025/0,81=2,52\text{м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$$

$$\Sigma D=2,2*0,42+0,08*18,95=2,41 \text{ б/р};$$

$$At_{\tau}^{\text{BH}}=6,9/17,99=0,383\text{- північна стіна};$$

$$At_{\tau}^{\text{BH}}=14,1/17,99=0,783 \text{ - західна стіна};$$

$$At_{\tau}^{\text{BH}}=10,9/17,99=0,605\text{- південна стіна};$$

$$At_{\tau}^{\text{BH}}=11,2/17,99=0,622\text{- східна стіна};$$

де S_1, S_2 - коефіцієнти теплотасвоєння матеріалів основних шарів, теплоізоляційного й конструкційного з нумерацією по ходу теплової хвилі;

$$\Sigma R=R_1+R_2\text{- сума термічних опорів основних шарів огороження};$$

$\Sigma D=R_1 \cdot S_1+R_2 \cdot S_2$ - сумарна теплова інерція основних шарів огороження.

Кількість тепла проникаючого у приміщення через масивні огороження залежить від температури внутрішньої поверхні огорожень $t_{\tau,\text{BH}}$, а його зміна в часі від амплітуди коливання цієї внутрішньої температури At_{τ}^{BH} . Таким чином, можна записати вираження для визначення кількості тепла, що надходить у приміщення:

$$q^{\text{BH}} = \alpha_{\text{BH}}(t_{\tau}^{\text{BH}}_{\text{cp}} + At_{\tau}^{\text{BH}} \cdot \theta_{\text{BH}} - t_{\text{в}}) \quad (2.21)$$

де $t_{\tau}^{\text{BH}}_{\text{cp}}$ - середня температура внутрішньої поверхні стіни обумовлена через середній тепловий потік (11) і коефіцієнт тепловіддачі α_{BH} на внутрішній поверхні вертикального огороження,

$$t_{\tau}^{\text{BH}}_{\text{cp}} = q_{\text{cp}} / \alpha_{\text{BH}} + t_{\text{в}} \quad (2.22)$$

$$t_{\tau}^{\text{BH}}_{\text{cp}} = 3,83/8,0 + 23 = 22,61^{\circ}\text{C} \text{ - для північної стіни};$$

$$t_{\tau}^{\text{BH}}_{\text{cp}} = 4,85/8,0 + 23 = 22,61^{\circ}\text{C} \text{ - для західної стіни};$$

$$t_{\tau}^{\text{BH}}_{\text{cp}} = 4,62/8,0 + 23 = 22,61^{\circ}\text{C} \text{ - для південної стіни};$$

$$t_{\tau}^{\text{BH}}_{\text{cp}} = 4,85/8,0 + 23 = 22,61^{\circ}\text{C} \text{ - для східної стіни};$$

At_{τ}^{BH} - амплітуда коливань температури на внутрішній поверхні ;

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		20

$\theta_{вн}$ - гармонійні коливання температури на внутрішній поверхні огороження з максимумом, з урахуванням запізнювання відносно θ_2 на величину ε , що залежить від теплової інерції, D і чисельно рівної

$$\varepsilon = 2,7 \cdot D - 0,4 \quad (2.23)$$

Вираження для $\theta_{вн}$ можна записати:

$$\theta_{вн} = -\cos 2\pi (Z - \tau_{дек} - \tau_{лето} - \Delta\tau - \varepsilon) / T \quad (2.24)$$

де : Z час від 1 до 24 годин.

$\Theta_{вн} = (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (10 - 2 - 1 - 1 - 6,11) / 24)) = -1$ - північна стіна 10 год. (мах навантаження);

$\Theta_{вн} = (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (10 - 2 - 1 - 1 - 6,11) / 24)) = -1$ - західна стіна (10 год. мах навантаження);

$\Theta_{вн} = (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (10 - 2 - 1 - 1 - 6,11) / 24)) = -1$ - південна стіна (10 год. мах навантаження);

$\Theta_{вн} = (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (7 - 2 - 1 - 1 - 6,11) / 24)) = -0,686$ - східна стіна (7 год. мах навантаження);

$$\varepsilon = 2,7 \cdot 2,41 - 0,4 = 6,11;$$

$q_{вн} = 3,8 + 2,7 \cdot (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (10 - 2 - 1 - 1 + 6,11) / 24)) / 148 = 4$ Вт - для північної стіни в 10 годин(мах);

$q_{вн} = 4,8 + 5,6 \cdot (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (10 - 2 - 1 - 1 + 6,11) / 24)) / 148 = 5$ Вт - для західної стіни в 10 годин(мах);

$q_{вн} = 4,6 + 4,3 \cdot (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (10 - 2 - 1 - 1 + 6,11) / 24)) / 148 = 5$ Вт - для південної стіни в 10 годин(мах);

$q_{вн} = 4,8 + 4,4 \cdot (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (7 - 2 - 1 - 1 + 6,11 + 3) / 24)) / 148 = 5$ Вт - для східної стіни в

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		21

7 годин(max);

Розрахунки для іншого часу доби зведений у таблицю значень 2.2

З урахуванням вищевикладеного, вираз для визначення кількості тепла, що надходить через вертикальні масивні зовнішні огороження можна представити в наступному вигляді:

$$Q = F \cdot [(1/R_0(t_{н.ср.} + \rho \cdot J_{ср} / \alpha_{нар} - t_{в}) + \alpha_{вн} \cdot A t_{усл} \cdot \theta_{вн} / v] \quad (2.25)$$

$Q = (46,26 \cdot 4,2) \cdot [1/2,52(31 + 0,4 \cdot 73/17-23) + 8 \cdot 6,9 \cdot (-1) / 17,99] = 749$ Вт- для північної стіни в 10 годин.

$Q = ((13,98 + 16,42 + 6,25) \cdot 4,2) \cdot [1/2,52(31 + 0,4 \cdot 184/17-23) + 8 \cdot 14,1 \cdot (-1) / 17,99] = 752$ Вт- для західної стіни в 10 годин.

$Q = (46,26 \cdot 4,2) \cdot [1/2,52(31 + 0,4 \cdot 159/17-23) + 8 \cdot 10,9 \cdot (-1) / 17,99] = 903,3$ Вт- для південної стіни в 10 годин.

$Q = ((13,98 + 16,42 + 6,25) \cdot 4,2) \cdot [1/2,52(31 + 0,4 \cdot 184/17-23) + 8 \cdot 11,2 \cdot (-0,686) / 17,99] = 750,9$ Вт- для східної стіни в 7 годин.

Розрахунки для іншого часу доби зведений у таблицю значень 2.2

2.1.3 Розрахункок теплопрпливів через покрівлю

Кількість тепла вступник на зовнішню поверхню огороження, при мінливій умовній температурі й постійній температурі приміщення, може бути записане в наступному вигляді:

$$q_{нар} = 1/R_0(t_{усл} - t_{в}) \quad (2.26)$$

де R_0 - термічний опір огороження

$$R_0 = 1/\alpha_{нар} + \Sigma(\delta/\lambda) + 1/\alpha_{вн} \quad (2.27)$$

Середнє за добу надходження тепла через огороження можна записати наступним виразом:

$$q_{ср.} = 1/R_0(t_{усл.ср} - t_{в}) \quad (2.28)$$

$$q_{ср.} = 1/2,73 \cdot (57,12 - 23) = 12,5 \text{ Вт}$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

$$t_{\text{усл}}^{\text{ср}} = t_{\text{н.ср.}} + \rho \cdot J_{\text{ср}} / \alpha_{\text{нар}} \quad (2.29)$$

$$t_{\text{усл}}^{\text{ср}} = 31 + 0,9 \cdot 328 / 11,3 = 57,12^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{усл}} = t_{\text{н.ср.}} + A_{\text{гн}} \cdot \theta_1 + \rho (J_{\text{пр}} + J_{\text{р}}) / \alpha_{\text{нар}} \quad (2.30)$$

$$t_{\text{усл}} = 31 + 0,5 \cdot 11,3 \cdot 1 + 0,9 \cdot 814 / 11,3 = 96,9^{\circ}\text{C} \text{ - в 15 годин (максимум)}$$

$$\theta_2 = -\cos 2\pi (Z - \tau_{\text{дек}} - \tau_{\text{лето}} - \Delta\tau + 3) / T \quad (2.31)$$

$$\theta_2 = (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (15 - 2 - 1 - 1 + 3) / 24)) = 0,866$$

$$q_{\text{нар}} = 1/2,73 \cdot (96,9 - 23) = 27,07 \text{ Вт - в 15 годин (максимум)}$$

$$q_{\text{вн}} = 12,5 + 14,6 \cdot (-\cos(2 \cdot 3,14 \cdot (22 - 2 - 1 - 1 - 6,84 + 1) / 24)) / 177 = 13 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{кр}} = F \cdot q_{\text{вн}} \text{ Вт}; \quad (2.32)$$

$$Q_{\text{кр}} = 1075,25 \cdot 13 = 13517 \text{ Вт - в 22 години (максимум).}$$

2.1.4 Теплоприливи від устаткування

$$Q_{\text{уст.}} = q \cdot n; \text{ Вт} \quad (2.33)$$

q - кількість тепловиделень від 1 прибора; Вт

n - кількість устаткування;

$$Q_{\text{уст.}} = 200 \cdot 20 = 4000; \text{ Вт}$$

2.1.5 Теплонадходження від людей

$n_{\text{люд}} = 350$ чол. - кількість чоловік, що одночасно знаходяться в залі KB3;

$$Q_{\text{єрä}}^{\text{ïäí}} = n_{\text{єрä}} \cdot q_{\text{ïë}} \quad (2.34)$$

де: $q_{\text{пол}}$ - тепловиділення від однієї людини, Вт

$$Q_{\text{ë}} = 350 \cdot 148 = 51800 \text{ Åð};$$

Визначаємо явні і приховані тепловиділення від людей:

$$Q_{\text{єрä}}^{\text{ïðð}} = n \cdot q_{\text{єрä}}^{\text{ïðð}}, \text{ Åð} \quad (2.35)$$

$$Q_{\text{ë}}^{\text{ïðð}} = 350 \cdot 28,6 = 10010 \text{ Åð}$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

$$Q_{\text{вп}}^{\text{в}} = Q_{\text{вп}}^{\text{в}} - Q_{\text{вп}}^{\text{в}}, \text{Вт} \quad (2.36)$$

$$Q_{\text{в}}^{\text{в}} = 51800 - 10010 = 41790 \text{ Вт}$$

2.1.6 Теплоприпливи від штучного освітлення

$q_{\text{осв}}$ - тепловиділення від освітлення на 1 м² площі підлоги, Вт/м²·лк;

F - площа підлоги, м²;

Z - освітленість (400 лк) - для адміністративних будівель по [2].

Приймаємо люмінесцентні лампи прямого світла.

$$Q_{\text{шт.осв.}} = q_{\text{осв}} \cdot F \cdot Z, \text{Вт} \quad (2.37)$$

$$Q_{\text{вп.вп.}} = 0.056 \cdot 1075 \cdot 25 \cdot 400 = 24085,6 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{вп}} = Q_{\text{вп}} + Q_{\text{вп}} + Q_{\text{вп}} + Q_{\text{вп}}, \text{Вт} \quad (2.38)$$

$$Q_{\text{вп}} = 72435,2 + 24085,6 = 96520,8 \text{ Вт}$$

2.1.7 Розраховуємо вологовиділення від людей, що знаходяться в приміщенні

$$W = n \cdot W_{\text{люд.}}, \text{кг/с} \quad (2.39)$$

n - кількість людей

$n = 350$ чоловік

$W_{\text{л}}$ - вологовиділення від однієї людини.

$w_{\text{л}} = 0.0000236$ кг/с – вологовиділення від однієї людини. [8];

$$W = 350 \cdot 0.0000236 = 8,26 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с};$$

2.1.8 Влаговиділення від вологого прибирання:

$$W_{\text{вл.у.}} = \sigma F_n (d_{\text{в}} - d_{\text{в}}) \cdot 0.1, \text{кг/с} \quad (2.40)$$

де σ - коефіцієнт влагообміну, кг/(м²·с)

$$\sigma = \frac{\alpha}{c_{\text{п}}^{\text{в}}} = \frac{\alpha}{c_{\text{п}}^{\text{с.в.}} + c_{\text{п}}^{\text{п}} \cdot d_{\text{сп}}}, \text{кг/(м}^2\text{·с)} \quad (2.41)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		24

$$\sigma = \frac{8}{1,006 \cdot 10^3 + 1,86 \cdot (7+18)/2} = 0,00795 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}),$$

де: c_p - ізобарна теплоємність, (кДж/кг·К);

d_B, d''_B - вологовміст повітря при заданій відносній вологості i на лінії насичення;

$$Q_{\text{ае.о.}}^{\text{нєд}} = r \cdot W_{\text{ае.о.}} \quad (2.42)$$

$$Q_{\text{ае.о.}}^{\text{нєд}} = r \cdot W_{\text{ае.о.}} = 2465,5 \cdot 10^3 \cdot 9,4 \cdot 10^{-3} = 23175,7 \text{ (Вт)},$$

де: r - прихована теплота пароутворення

$$r = r_0 - 2,3 \cdot t_w^M, \text{ кДж/кг} \quad (2.43)$$

$$r = 2500 - 2,3 \cdot 15 = 2465,5 \text{ (кДж/кг)}$$

(t_w^M - температура повітря в приміщенні по вологовому термометру).

$$W_{\text{ае.о.}} = 0,00795 \cdot 1075,25 \cdot (18-7) \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 0,0094 = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$$

$$W_{\text{пол}} = W_l + W_{\text{в.л.у.}}, \text{ кг/с} \quad (2.44)$$

$$W_{\text{ііє}} = 0,826 \cdot 10^{-2} + 0,94 \cdot 10^{-2} = 1,766 \cdot 10^{-2} \text{ кг/с}$$

2.1.9 Визначаємо тепловогогісну характеристику:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{пол}}}{W_{\text{пол}}}, \quad (2.45)$$

$$\varepsilon = \frac{96,520}{1,766 \cdot 10^{-2}} = 5465 \text{ кДж/кг}$$

2.1.10 Визначаємо загальні приховану і явну теплоту:

$$Q_{\text{нєд}} = Q_{\text{нєд}}^{\text{є}} + Q_{\text{нєд}}^{\text{аіє.іє}} \quad (2.46)$$

$$Q_{\text{нєд}} = 10010 + 23175,7 = 33185,7 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{явн}} = Q_{\text{пол}} - Q_{\text{скр}}, \text{ Вт} \quad (2.47)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

$$Q_{\dot{y}\dot{a}\dot{i}} = 96520,8 - 33185,7 = 63335,1 \text{ Вт}$$

Приймаємо $\Delta t_p = 6^\circ\text{C}$;

$$G_1 = \frac{Q_{\dot{r}\dot{i}\dot{e}}}{h_a - h_r} \hat{e}\tilde{a}/\tilde{n} \quad (2.48)$$

$$G_1 = \frac{96,520}{41 - 31} = 9,52 \text{ кг/с},$$

$$G_2 = \frac{Q_{\dot{y}\dot{a}\dot{i}}}{c_p \Delta t_p} \hat{e}\tilde{a}/\tilde{n} \quad (2.49)$$

$$G_2 = \frac{63,335}{1,02 \cdot 6} = 10,31 \text{ кг/с}$$

$$c_p = 1,006 + 1,8d, \text{ кДж} \quad (2.50)$$

$$c_p = 1,006 + 1,8 \cdot 10,5 \cdot 10^{-3} = 1,02 \text{ кДж}$$

$$G_3 = \frac{W_{\dot{r}\dot{i}\dot{e}}}{d_a - d_r} \hat{e}\tilde{a}/\tilde{n} \quad (2.51)$$

$$G_3 = \frac{1,766 \cdot 10^{-2}}{(10,8 - 9) \cdot 10^{-3}} = 9,81 \text{ кг/с}.$$

Приймаємо $G = 10,31 \text{ кг/с}$

2.2 Холодний період року

Вихідні дані:

$t = -18^\circ\text{C}$

$h = -16 \text{ кДж/кг}$

$G_x = G_r = 10,31 \text{ кг/с}$

2.2.1 Теплонадходження від людей

$$Q_{\dot{e}}^c = Q_{\dot{e}}^{\dot{e}} = 51800 \text{ Вт} \quad (2.52)$$

2.2.2 Теплонадходження від освітлення

$$Q_{\dot{i}\dot{n}\dot{a}}^c = Q_{\dot{i}\dot{n}\dot{a}}^{\dot{e}} + Q_{\dot{i}\dot{n}\dot{a}}^i \text{ Вт} \quad (2.53)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

$$Q_{i\bar{n}\bar{a}}^c = 24086.2 + 500 = 24586.2 \text{ Вт}$$

2.2.3 Теплоприливи через огородження

$$Q_{i\bar{a}\bar{b}} = Q_{\bar{n}\bar{b}} + Q_{i\bar{a}\bar{b}} \text{ Вт} \quad (2.54)$$

$$Q_{i\bar{a}\bar{b}} = -10122,82 + (-14246,525) = -24369,35 \text{ Вт}$$

Основні й додаткові втрати теплоти слід визначати підсумовуючи втрати теплоти через окремі конструкції, що обгороджують, Q, Вт, з округленням до 10 Вт для приміщень по формулі:

$$Q_{\bar{n}\bar{b}} = 1/R_{0\bar{n}\bar{b}} \cdot F_{\bar{n}\bar{b}} \cdot (t_i - t_{\bar{a}}) \cdot (1 + q_{\bar{a}\bar{i}\bar{a}}) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.55)$$

$$Q_{\bar{n}\bar{b}} = 1/2.51 \cdot 697.164 \cdot (-23 - 21) \cdot (1 + 0.1) \cdot 0.75 = -10122.82 \text{ Вт}$$

де:

R_0 - опір теплопередачі, огорожуючої конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Опір теплопередачі конструкції слід визначати по [2] (крім підлог на ґрунті);

$F_{\text{ст}}$ - площа стін, м^2 ;

$t_{\text{н}} - t_{\text{в}}$ - різниця температур зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, °C ;

n - коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні конструкцій, що обгороджують, стосовно зовнішнього повітря по. $n=0,75$; [2].

$q_{\text{доб}}$ - додаткові втрати теплоти в долях від основних втрат; $q_{\text{доб}}=0,1$. [2]

$$Q_{i\bar{a}\bar{b}} = 1/R_{0i\bar{a}\bar{b}} \cdot F_{i\bar{a}\bar{b}} \cdot (t_i - t_{\bar{a}}) \cdot (1 + q_{\bar{a}\bar{i}\bar{a}}) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.56)$$

$$Q_{\bar{n}\bar{b}} = 1/2.73 \cdot 1075,25 \cdot (-23 - 21) \cdot (1 + 0.1) \cdot 0.75 = -14246.525 \text{ Вт}$$

де: $F_{\text{пер}}$ - площа перекриття, м^2

$t_{\text{нк}} - t_{\text{в}}$ - різниця температур зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, °C ;

2.2.4 Загальний теплоприлив і вологоприлив:

$$Q_{i\bar{i}\bar{e}} = Q_{\bar{e}} + Q_{i\bar{n}\bar{a}} + Q_{i\bar{a}\bar{b}} + 0.4Q_{i\bar{a}\bar{b}}, \text{ Вт} \quad (2.57)$$

$$Q_{i\bar{i}\bar{e}} = 51800 + 24586.2 + 4000 + 0.4 \cdot (-24369.35) = 70638.462 \text{ Вт}$$

$$W_{i\bar{i}\bar{e}}^c = W_{i\bar{i}\bar{e}}^e = 1.766 \cdot 10^{-2} \text{ кг/с} \quad (2.58)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

$$\Delta h_p = \frac{Q_{пол}^3}{G}, \text{ кДж/кг} \quad (2.59)$$

$$\Delta h_p = \frac{70.638}{10,43} = 6.77 \text{ кДж/кг}$$

$$\varepsilon = \frac{Q_{пол}^3}{W_{пол}}, \text{ кДж/кг} \quad (2.60)$$

$$\varepsilon = \frac{70.638}{1.766 \cdot 10^{-2}} = 4000 \text{ кДж/кг}$$

$$G_x = G_T = 10,31 \text{ кг/с}; \quad (2.61)$$

$$L_{i \dot{e} i} = G_{i \dot{e} i} \cdot \frac{3600}{\rho} = 10,31 \cdot \frac{3600}{1,2} = 30930 \text{ м}^3/\text{год}; \quad (2.62)$$

$$L_{i \dot{a} \dot{o}} = \frac{G_{\dot{n} \dot{a} i} \cdot F_{i \dot{a} \dot{u}}}{F_{\dot{z} \dot{a} \dot{e}}} = \frac{20 \cdot 1075,25}{3} = 7168,36 \text{ м}^3/\text{год}; \quad (2.63)$$

$$L_{\dot{o} \dot{a} \dot{o}} = L_{i \dot{e} i} - L_{i \dot{a} \dot{o}} = 30930 - 7168,36 = 23761,64 \text{ м}^3/\text{год}; \quad (2.64)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

Таблиця 2.1: Характеристика конструкцій приміщення, що захищають

№	Конструкція і матеріал	Щільність γ , кг/м ³	Товщина δ , м	Коефіцієнти			
				Питома тепло-проводність λ , Вт/(мК)	Тепло-засвоєння S , Вт/(м ² К)	Термічний опір R , (м ² К/Вт)	Тепло-ва інерція D
I.	Зовнішня стіна						
1.	штукатурка	1800	0,025	0,81	9,7	0,0308	0,299
2.	Пінополіуретан	80	0,110	0,05	0,42	2,2	0,924
3.	Залізобетон	2200	0,160	2,04	18,95	0,0784	1,486
4.	штукатурка	1800	0,025	0,81	9,7	0,0308	0,299
II.	Покрівля						
1	Рубероїд	600	0,001	0,17	3,53	0,0058	0,020
2.	Пінополіуретан	80	0,120	0,05	0,42	2,4	1,008
3.	З/б збірне перекриття	2200	0,18	2,04	18,95	0,082	1,67
4.	штукатурка	1800	0,02	0,81	9,7	0,0246	0,238
III	Внутрішні перегородки						
1.	штукатурка	1600	0,01	0,7	9,7	0,0143	0,139
2.	Цегляна кладка	1800	0,12	0,76	8,48	0,16	1,34
3.	штукатурка	1600	0,01	0,7	9,7	0,0143	0,139

Таблиця 2.2: Розрахунки теплонадходжень через вертикальні (стіни).

Время	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ΣJ C						53	201	183	101	94	86	81	80	80	81	86	94	101	183	201	53			
ΣJ СВ						89	272	570	564	439	252	118	91	87	86	84	80	72	59	35	8			
ΣJ В						106	459	691	764	729	589	389	203	87	81	79	78	72	59	34	6			
ΣJ ЮВ						12	187	402	575	648	636	556	448	285	135	88	81	74	58	35	6			
ΣJ Ю						7	36	73	127	247	358	445	490	490	445	358	247	127	73	36	7			
ΣJ ЮЗ						6	36	58	74	81	88	135	295	448	556	636	648	575	502	187	12			
ΣJ З						6	34	59	72	78	79	81	87	203	389	589	729	764	691	459	106			
ΣJ СЗ						8	35	59	72	80	84	86	87	91	118	252	439	564	570	272	89			
tuсл-tусл.ср (C)	-5,7	-6,6	-7,1	-7,3	-7,1	-5,4	-1,1	-0,3	-0,8	0,5	1,8	3,0	4,2	5,1	5,6	5,9	5,9	5,5	6,5	5,8	1,0	-1,7	-3,1	-4,5
tuсл-tусл.ср (СВ)	-6,9	-7,8	-8,3	-8,5	-8,3	-5,7	-0,6	7,4	8,6	7,2	4,4	2,7	3,2	4,0	4,6	4,7	4,4	3,7	2,5	0,8	-1,2	-2,9	-4,3	-5,7
tuсл-tусл.ср (В)	-8,2	-9,1	-9,7	-9,9	-9,7	-6,7	2,3	8,8	11,9	12,5	10,8	7,5	4,4	2,7	3,1	3,2	3,0	2,3	1,1	-0,6	-2,6	-4,2	-5,7	-7,1
tuсл-tусл.ср (ЮВ)	-8,1	-9,0	-9,5	-9,7	-9,5	-8,7	-3,8	2,3	7,7	10,8	12,0	11,5	10,2	7,4	4,5	3,6	3,3	2,5	1,3	-0,4	-2,5	-4,1	-5,5	-6,9
tuсл1 (Ю)	-7,7	-8,5	-9,1	-9,3	-9,1	-8,4	-6,8	-4,8	-2,2	2,0	6,0	9,4	11,6	12,5	12,0	10,2	7,5	4,2	2,0	0,0	-2,0	-3,7	-5,1	-6,5
tuсл-tусл.ср (ЮЗ)	-8,1	-9,0	-9,5	-9,7	-9,5	-8,8	-7,2	-5,6	-3,8	-2,2	-0,6	1,9	6,7	11,1	14,2	16,2	16,3	14,0	11,5	3,1	-2,3	-4,1	-5,5	-6,9
tuсл-tусл.ср (З)	-8,2	-9,1	-9,7	-9,9	-9,7	-9,0	-7,4	-5,7	-4,0	-2,4	-1,0	0,5	1,8	5,3	10,2	15,0	18,0	18,2	15,7	9,1	-0,3	-4,2	-5,7	-7,1
tuсл-tусл.ср (СЗ)	-6,9	-7,8	-8,3	-8,5	-8,3	-7,6	-6,1	-4,3	-2,7	-1,0	0,5	1,9	3,1	4,1	5,3	8,6	12,7	15,0	14,2	6,2	0,6	-2,9	-4,3	-5,7

qнар (C)	1,90	1,46	1,18	1,09	1,18	1,46	1,90	2,46	3,13	3,84	4,55	5,21	5,78	6,21	6,49	6,58	6,49	6,21	5,78	5,21	4,55	3,84	3,13	2,46
qнар (СВ)	0,9	1,0	1,4	1,9	2,6	3,4	4,3	5,2	6,0	6,7	7,3	7,6	7,7	7,6	7,3	6,7	6,0	5,2	4,3	3,4	2,6	1,9	1,4	1,0
qнар (В)	0,4	0,6	1,0	1,7	2,6	3,7	4,8	6,0	7,1	8,0	8,7	9,1	9,3	9,1	8,7	8,0	7,1	6,0	4,8	3,7	2,6	1,7	1,0	0,6
qнар (ЮВ)	0,5	0,6	1,1	1,7	2,6	3,7	4,8	5,9	6,9	7,8	8,5	8,9	9,1	8,9	8,5	7,8	6,9	5,9	4,8	3,7	2,6	1,7	1,1	0,6
qнар (Ю)	1,6	0,9	0,4	0,3	0,4	0,9	1,6	2,5	3,5	4,6	5,7	6,8	7,7	8,4	8,8	8,9	8,8	8,4	7,7	6,8	5,7	4,6	3,5	2,5
qнар (ЮЗ)	1,1	0,3	-0,2	-0,4	-0,2	0,3	1,1	2,2	3,5	4,8	6,1	7,4	8,4	9,2	9,8	9,9	9,8	9,2	8,4	7,4	6,1	4,8	3,5	2,2
qнар (З)	0,9	0,0	-0,5	-0,7	-0,5	0,0	0,9	2,1	3,4	4,8	6,3	7,6	8,8	9,7	10,2	10,4	10,2	9,7	8,8	7,6	6,3	4,8	3,4	2,1
qнар (СЗ)	1,0	0,3	-0,2	-0,3	-0,2	0,3	1,0	2,0	3,1	4,3	5,5	6,6	7,6	8,3	8,8	9,0	8,8	8,3	7,6	6,6	5,5	4,3	3,1	2,0

qвн(C)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
qвн(СВ)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
qвн(В)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
qвн(ЮВ)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
qвн(Ю)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
qвн(ЮЗ)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
qвн(З)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
qвн(СЗ)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Розрахунки теплонадходжень через горизонтальні поверхні (плоский дах).

Время.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Количества тепла ΣJ (прямой и рассеяной) солнечной радиации, поступающей на вертикальную стену, Вт/м². (Поправка на 1 час, летнее времени для 48° с.ш.)						29	147	293	455	611	719	814	866	866	814	719	611	455	293	147	29			
Солн. рад ΣJ																								
tuсл =	27,0	26,1	25,5	25,4	25,5	28,4	38,7	51,5	65,8	79,7	89,7	98,7	104,0	104,9	101,3	93,9	85,1	72,1	58,3	45,5	34,8	31,0	29,5	28,2
tuсл-tусл.ср =	-30,1	-31,0	-31,6	-31,8	-31,6	-28,7	-18,4	-5,6	8,7	22,5	32,6	41,5	46,8	47,7	44,2	36,8	28,0	15,0	1,2	-11,6	-22,4	-26,1	-27,6	-28,9
	Atусл = 39,8															Aq = 14,6			qсред = 12,5					
tuсл1 =	22,7	18,7	17,4	18,7	22,7	29,0	37,2	46,8	57,1	67,4	77,0	85,2	91,6	95,5	96,9	95,5	91,6	85,2	77,0	67,4	57,1	46,8	37,2	29,0
qнар-вн =	-0,1	-1,6	-2,1	-1,6	-0,1	2,2	5,2	8,7	12,5	16,3	19,8	22,8	25,1	26,5	27,0	26,5	25,1	22,8	19,8	16,3	12,5	8,7	5,2	2,2
qнар-qср =	-12,6	-14,1	-14,6	-14,1	-12,6	-10,3	-7,3	-3,8	0,0	3,8	7,3	10,3	12,6	14,1	14,6	14,1	12,6	10,3	7,3	3,8	0,0	-3,8	-7,3	-10,3
qвн =	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13

3 АЕРОДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНКИ МЕРЕЖІ ПОВІТРЯВОДІВ

Припливно - витяжна система повітрярозподілення в більшості випадків досить громіздка. Методика їх розрахунків зводиться до визначення перетинів повітряводів і втрат напору, як по окремих ділянках, так і в гілках.

Мета аеродинамічного розрахунку системи повітрярозподілення:

- Вибір діаметрів для круглих воздуховодов чи розмірів перетину для прямокутних воздуховодов;
- Визначення втрат тиску в системах, включаючи усмоктувальний і нагнітальний повітряводи;

При розрахунках систем повітрярозподілення потрібне виконання наступних умов:

- діаметри повітряводів (розміри перетинів) повинні бути стандартними;
- втрати напору в будь-якій гілках повинні бути нижче маємого;
- швидкість повітря у повітряводах повинна бути в рекомендованих 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 системі, що розраховується, задаємося наступними вихідними даними:

- максимальна швидкість, що допускається на окремих ділянках, повітря;
- конфігурація мережі й форма перетинів повітряводів;
- матеріал повітряводів;
- витрата повітря й довжини ділянок;
- характеристика повітрявода (кінцевий, магістральний);
- задані коефіцієнти місцевих опорів на ділянках без обліку коефіцієнта місцевих опорів трійників і хрестовин. Вичерчуємо в аксонометрії

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ				

аксонометричну схему магістрального повітрявода й розбиваємо його на ділянки.

Для комфортного кондиціювання швидкість у магістральному повітряводі приймаємо до 8м/с [2].

Для ділянки повітрявода №1

3.1 Необхідна площа перетину повітряводів

$$F = \frac{L}{v} \text{ м}^2; \quad (3.1)$$

де: $v = 6,0$ м/с – попередньо задана швидкість повітря в магістралі

L – витрата повітря на даній ділянці, м³/с;

$$F = \frac{1935}{6.0 * 3600} = 0,0895 \text{ м}^2;$$

Приймаємо повітрявод прямокутного перетину 300 × 300 мм

$$F_{\Gamma} = 0,09 \text{ м}^2$$

3.2 Уточнюємо швидкість у повітряводі:

$$v = \frac{L}{F} \cdot \eta \quad (3.2)$$

$$v = \frac{30930}{0,09 * 3600} = 5,97 \text{ м/с}$$

Для повітряводів прямокутного перетину за розрахункову величину ухвалюється еквівалентний діаметр, при яким втрати тиску в круглому повітряводі при тій же швидкості повітря дорівнюють втратам у прямокутному вповітряводі.

3.3 Значення еквівалентних діаметрів визначаємо по формулі:

$$d_{\text{екв}} = \frac{2AB}{A+B} \quad (3.3)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		32

де А, В – розміри сторін прямокутного повітрявода, м;

$$d_{\text{yêà}} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 0,3}{0,3 + 0,3} = 0,3 \text{ м};$$

3.4 Коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{0.3164}{\left(v \cdot \frac{d_{\text{эв}}}{\nu}\right)^{0.25}} \quad (3.4)$$

$$\lambda = \frac{0.3164}{\left(5,97 * \frac{0,3}{1.6 \cdot 10^{-5}}\right)^{0.25}} = 0,173$$

3.5 Коефіцієнт місцевих опорів

- коліно $\xi = 0.33[5]$;
- конфузор $\xi = 0.04[5]$;
- хрестовина $\xi = 3.0[5]$;
- трійник $\xi = 1.5[5]$;

3.6 Втрати тиску

$$\Delta P = \left(1 \cdot \frac{\lambda}{d_{\text{эв}}} + \sum \xi\right) \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \quad (\text{Па}) \quad (3.5)$$

$$\Delta P = \left(1 \cdot \frac{0,0173}{1,2} + 6,12\right) \cdot \frac{1,2 \cdot 5,97^2}{2} = 133,06 \text{ Па}$$

Розрахунок інших гілок магістралі зведений у таблицю 3.1

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

Таблиця 3.1 Розрахункові дані гілок магістралі

Перша гілка: витяжна;

	G, м ³ /ч	F, м ²	F _В , м ²	V, м/с	A×B, мм	d _{ЭКВ} , м ²	λ	ΔP, Па
1	1935	0,0895	0,09	5,97	300×300	0,3	0,0173	133,06
2	3870	0,179	0,18	5,97	300×600	0,4	0,0161	98,02
3	7740	0,358	0,36	5,97	600×600	0,6	0,0145	97,67
4	9675	0,448	0,48	5,59	600×800	0,68	0,0143	85,78
5	1935	0,0895	0,09	5,97	300×300	0,3	0,0173	107,16
6	3870	0,179	0,18	5,97	300×600	0,4	0,016	105,93
7	5805	0,268	0,0,27	5,97	450×600	0,514	0,0151	97,78
8	1935	0,0895	0,09	5,97	300×300	0,3	0,0173	67,147
9	3870	0,179	0,18	5,97	300×600	0,4	0,0161	65,91
10	5805	0,28	0,27	5,97	450×600	0,514	0,015	64,83
11	1935	0,895	0,09	5,97	300×300	0,3	0,0173	65,43
12	1935	0,895	0,09	5,97	300×300	0,3	0,0173	42,108
13	3870	0,179	0,18	5,97	300×600	0,4	0,0161	40,88
14	5805	0,268	0,27	5,97	450×600	0,514	0,151	39,79

Друга гілка: припливна;

	G, м ³ /ч	F, м ²	F _В , м ²	V, м/с	A×B, мм	d _{ЭКВ} , м ²	λ	ΔP, Па
1	1935	0,0895	0, 09	5,97	300×300	0,3	0,0173	154,88
2	3870	0,179	0,18	5,97	300×600	0,4	0,0161	153,66
3	5805	0,268	0,27	5,97	450×600	0,514	0,0151	152,57
4	7740	0,358	0,36	5,97	600×600	0,6	0,0145	144,54
5	9675	0,448	0,48	5,59	600×800	0,685	0,0143	126,22
6	1935	0,0895	0,09	5,97	300×300	0,3	0,0173	139,26

	G, м ³ /ч	F, м ²	F _B , м ²	V, м/с	A×B, мм	d _{ЭКВ} , м ²	λ	ΔP, Па
7	3870	0,179	0,18	5,97	300×600	0,4	0,0161	138,03
8	5805	0,268	0,27	5,97	450×600	0,514	0,0151	136,95
9	1935	0,0895	0,09	5,97	300×300	0,3	0,0173	113,37
10	3870	0,179	0,18	5,97	300×600	0,4	0,0161	112,14
11	5805	0,268	0,27	5,97	450×600	0,514	0,0151	111,05
12	1935	0,0895	0,09	5,97	300×300	0,3	0,0173	68,00
13	3870	0,179	0,18	5,97	300×600	0,4	0,0161	66,77
14	5805	0,268	0,27	5,97	450×600	0,514	0,0151	65,68
15	7740	0,358	0,36	5,97	600×600	0,6	0,0145	64,72
16	1935	0,0895	0,09	5,97	300×300	0,3	0,0173	33,33

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4 ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ

Масова витрата повітря, що вентилює, з обліком протечки в мережі повітряводів:

$$G = G_1 \cdot 1.04 \text{ кг/год}, \quad (4.1)$$

$$G = 10,31 \cdot 1.04 = 10,6 \text{ кг/год}$$

де G_1 – масова витрата повітря, що подається в приміщення.

Розрахуємо корисну продуктивність кондиціонера:

$$L_{\text{кд}} = \frac{3600 \cdot \sum G}{\rho}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.2)$$

$$L_{\text{еä}} = \frac{3600 \cdot 10,6}{1.2} = 31300 \text{ м}^3/\text{год}$$

З каталогів фірми «ВЕЗА» вибираємо модель кондиціонера КЦКП -31,5, з номінальною витратою повітря 31500 м³/ч.

З каталогів фірми LENNOX вибираємо модель компресорно-конденсаторного блоку AIRCUBE KSCK 112D, холодопродуктивністю 112 кВт.

З каталогів фірми «Арктос» підбираємо вентиляційні решітки (припливні й витяжні) – 4АПР 600х600 (31 шт.).

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5 РОЗРАХУНКИ ПОВІТРЯНОГО ФІЛЬТРА

У припливних агрегатах першими по ходу повітря встановлюються повітряні фільтри, що дозволяє захистити поверхню наступних технологічних блоків від забруднення пилом.

Робота повітряних фільтрів характеризується наступними показниками: ефективністю очищення, пилеємністю, питомим повітряним навантаженням.

У кишенькових фільтрів поверхня фільтруючого матеріалу збільшена шляхом його кишенькового розташування. Це дозволяє значно збільшити фронтальний перетин і поверхня фільтра для проходження через нього повітря, що очищається. Розвиток фільтруючої поверхні дає можливість понизити питомі повітряні навантаження на фільтр.

У якості фільтрувального матеріалу в кишенькових фільтрах застосовуються полотна із гнучких зв'язаних волокон або матеріал з голкопробивними отворами.

Для очищення повітря від пилу вибираємо фільтр типу ФР, призначений для очищення повітря від атмосферного й технологічного пилу при середньорічній запиленості $1 \dot{a} / \dot{v}^3$ [8] і короточасної запиленості до $10 \dot{a} / \dot{v}^3$ [8].

На каркас, закріплені в корпусі фільтра, укладається у вигляді глибоких складок чистої фільтруючий матеріал, поверх якого укладають прокладне полотно. Ефективність очищення повітря $\Xi=80\%$ [6].

Повітряне питоме навантаження на фронтальний перетин фільтра:

$$q_o = 10000 \dot{v}^3 / \dot{v}^2, [8]$$

Початковий аеродинамічний опір фільтра $P_n = 153 \text{ Па}$ [6].

Початкову концентрацію пилу в повітрі приймаємо $\tilde{N}_i = 0,5 \dot{a} / \dot{v}^3$ [6].

(для приміщень гранична запиленість повітря $0,75 \dot{a} / \dot{v}^3$ з максимальним розміром часток 3 мкм)[6].

5.1 Розрахунковий обсяг повітря, що проходить через фільтр

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	37

$$L_n = 30930 \text{ л}^3 / \text{дн};$$

5.2 Визначимо необхідну площу фільтра

$$F_{\phi} = \frac{L_n}{q_{\phi}} \text{ м}^2, \quad (5.1)$$

$$F_{\phi} = \frac{30930}{10000} = 3,093 \text{ м}^2,$$

5.3 Питома пилеємність фільтра

$$\Delta q = 10^{-5} \cdot C_i \cdot Y \cdot q_{\phi} \frac{\tilde{a}}{\text{л}^3 \cdot \text{дн}}, \quad (5.2)$$

$$\Delta q = 10^{-5} \cdot 0,5 \cdot 80 \cdot 1000 = 4 \frac{\tilde{a}}{\text{л}^3 \cdot \text{дн}},$$

5.4 Час безперервної роботи фільтра ($\dot{V} = 1060 \frac{\text{л}}{\text{дн}}$) [6].

$$\tau = \frac{\dot{V}}{\Delta q}, \quad (5.3)$$

$$\tau = \frac{1060}{4} = 265 \text{ дн},$$

(26,5 днів по 10 годин на добу).

З метою повторного використання об'ємних, нетканих фільтрів їх фільтруючі властивості відновлюють способом відмивання у воді й наступним сушінням підігрітим повітрям.

Фільтруючий матеріал регенерують не менш трьох разів [5].

5.5 Термін служби матеріалу складе

$$\tau = \tau \cdot 3 = 26,5 \cdot 3 = 80 \text{ дн} \quad (5.4)$$

5.6 Задаємося кінцевим опором фільтра

$$D_e = (3-5) D_i = 3 \cdot 153 = 459 \text{ л} \cdot \text{дн} \quad (5.5)$$

5.7 Розрахуємо підвищення тиску у фільтрі

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38

$$D_o = D_e - D_i = 459 - 153 = 306 \text{ l} \cdot \text{s} \quad (5.6)$$

За результатами розрахунків вибираємо фільтр для кондиціонера КЦКП-31,5 марки ФР.

5.8 Живий перетин фільтра

$$F_o = 1,980 \cdot 1,960 = 3,88 \text{ l}^2, \quad (5.7)$$

Площа фільтруючого матеріалу більше площі живого перетину фільтра в 6 разів [5] і становить $F_i = 23,3 \text{ l}^2$.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		39

6 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК КОМПРЕСОРА

Вихідними даними для розрахунків холодильної машини є кількість холоду, яку вона повинна виробити для СКП, а також режим роботи.

Для роботи холодильної машини використовуємо фреон R407C, який має досить гарні термодинамічні властивості.

Режим роботи холодильної установки визначається температурою кипіння холодильного агента (t_o) і температурою конденсації (t_k) [12].

6.1 Температура кипіння:

$$t_o = t_{\text{пов}} - \Delta t_o, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6.1)$$

$$t_o = 10 - 4 = 6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Приймаємо $\Delta t_o = 4^\circ\text{C}$ – розрахункова різниця температур для поверхневих випарників [12].

6.2 Температура конденсації визначається по емпіричній залежності:

$$t_k = t_H + (8 \dots 15) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6.2)$$

$t_H = 31^\circ\text{C}$ – температура зовнішнього повітря.

$$t_k = 31 + 10 = 41 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6.3 Задаємося переохолодженням рідкого холодильного агента в конденсаторі [12]:

$$\Delta t_k = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6.4 Визначаємо температуру в крапці 3:

$$t_3 = t_k - \Delta t_k, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6.3)$$

$$t_3 = 41 - 5 = 36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6.5 Задаємося перегрівом пари холодильного агента в обмотках ел. двигуна компресора: $\Delta t_{\text{вс}} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ [9].

Перегрів у випарнику - $\Delta t_o = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ [9].

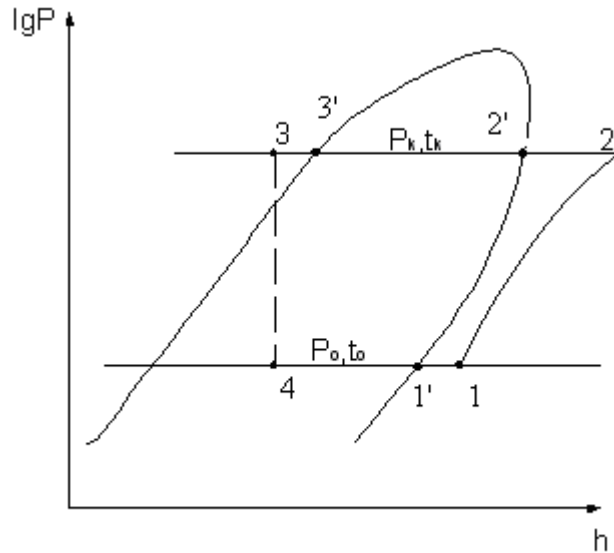
6.6 Визначаємо температуру в крапці 1:

$$t_1 = t_o + \Delta t_{\text{вс}} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6.4)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$t_1 = 6 + 10 = 16^\circ\text{C}.$$

6.7 Побудуємо цикл в $\lg p$ - h діаграмі й визначимо параметри крапок процесів [12].



Таблиця 6.1 Параметри вузлових крапок

	Р, Бар	$t, ^\circ\text{C}$	h, кДж/кг	$v, \text{м}^3/\text{кг}$
1	5,7	16	423	0,043
2	16,5	57	450	
3	18	35	258	
4	6,7	6	258	
1'	5,7	6	418	
2'	16,5	41	433	
3'	18	41	268	

6.8 Зробимо тепловий розрахунок:

6.8.1 Питома холодопродуктивність:

$$q_0 = h_1 - h_4, \text{кДж} / \text{кг} \quad (6.5)$$

$$q_0 = 423 - 258 = 165 \text{ кДж} / \text{кг}$$

6.8.2 Питоме тепло конденсації:

$$q_k = h_2 - h_3, \text{кДж} / \text{кг} \quad (6.6)$$

$$q_e = 450 - 258 = 192 \text{ кДж} / \text{кг}$$

6.8.3 Питома об'ємна холодопродуктивність:

$$q_v = \frac{q_0}{v_1}, \text{кДж} / \text{м}^3 \quad (6.11)$$

$$q_v = \frac{165}{0,043} = 3837,21 \text{ кДж} / \text{м}^3$$

6.8.4 Питома адиабатна робота стиску:

$$l_a = h_2 - h_1, \text{кДж} / \text{кг} \quad (6.12)$$

$$l_a = 450 - 423 = 27 \text{ кДж} / \text{кг}$$

6.8.5 Масова витрата холодильного агента:

$$M_a = \frac{Q_0}{q_0}, \text{кг} / \text{с} \quad (6.13)$$

$$\dot{m}_a = \frac{97}{165} = 0,588 \text{ кг} / \text{с}$$

6.8.6 Адиабатна потужність компресора:

$$N_a = M_a \cdot l_a, \text{кВт} \quad (6.14)$$

$$N_a = 0,588 \cdot 27 = 15,88 \text{ кВт}$$

6.8.7 Дійсний обсяг:

$$V_d = M_a \cdot V_1, \text{м}^3 / \text{с} \quad (6.15)$$

$$V_d = 0,588 \cdot 0,043 = 0,025 \text{ м}^3 / \text{с}$$

6.8.8 Коефіцієнт враховуючий вплив мертвого простору:

$$\lambda_c = 0,92 - 0,02 \cdot \left(\left[\frac{P_k}{P_0} \right] - 1 \right) \quad (6.15)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		42

$$\lambda_{\tilde{n}} = 0,92 - 0,02 \cdot \left(\left[\frac{41}{6} \right] - 1 \right) = 0,803$$

6.8.9 Коефіцієнт враховуючий об'ємні втрати в компресорі:

$$\lambda_w = \frac{T_0}{T_K} \quad (6.16)$$

$$\lambda_w = \frac{279}{314} = 0.888$$

6.8.10 Коефіцієнт подачі поршневого компресора:

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w \quad (6.18)$$

$$\lambda = 0.803 \cdot 0.888 = 0.714$$

6.8.11 Обсяг описаний поршнями компресора:

$$V_h = \frac{V_d}{\lambda}, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (6.14)$$

$$V_h = \frac{0.025}{0.714} = 0.035 \text{ м}^3 / \tilde{n}$$

6.8.12 Ефективний ККД:

$$\eta = \lambda_w + b \cdot t_0 \quad (6.15)$$

$$\eta = 0.888 + 0.001 \cdot 6 = 0.894$$

6.8.13 Електрична потужність компресора:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta}, \text{ кВт} \quad (6.16)$$

$$N_i = \frac{15,88}{0.894} = 17,76 \text{ кВт}$$

6.8.14 Потужність тертя в циліндрах:

$$N_{mp} = V_h \cdot P_{mp}, \text{ кВт} \quad (6.17)$$

$$N_{\delta\delta} = 0.035 \cdot 40 = 1,4 \text{ кВт}$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

6.8.15 Ефективна потужність компресора:

$$N_e = N_i + N_{mp}, \text{ кВт} \quad (6.18)$$

$$N_e = 17,76 + 1,4 = 19,16 \text{ кВт}$$

6.8.16 Дійсний коефіцієнт перетворення:

$$COP_\delta = \frac{Q_0}{N_e} \quad (6.19)$$

$$\tilde{COP}_\delta = \frac{97}{19,16} = 5,06$$

6.8.17 Коефіцієнт перетворення Карно:

$$COP_k = \frac{T_0}{T_k - T_0} \quad (6.20)$$

$$\tilde{COP}_k = \frac{279}{314 - 279} = 7,97$$

6.8.18 Дійсний ступінь термодинамічної досконалості :

$$CTC_\delta = \frac{COP_\delta}{COP_k} \quad (6.21)$$

$$\tilde{CTC}_\delta = \frac{5,06}{7,97} = 0,64$$

7 РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНОГО КОНДЕНСАТОРА

Конденсатор служить для передачі теплоти робочої речовини охолодному середовищу або джерелу теплоти високої температури. По роду охолодного середовища конденсатори можна розділити на дві великі групи: з водяним і повітряним охолодженням. У даному розрахунках застосовується конденсатор з повітряним охолодженням. Завдання теплового розрахунків полягає у визначенні площі теплопередаючої поверхні апарата і його основних геометричних розмірів.

Конденсатор повітряний, трубчасто-ребристий типу.

Вихідні дані для розрахунків:

$$Q_k = Q_o + N_{\text{екВТ}} \quad (7.1)$$

$$Q_k = 97 + 19,16 = 116,16 \text{ кВт};$$

де: Q_o - холодопродуктивність, кВт;

$N_{\text{е}}$ - ефективна потужність, кВт.

$t_n = 31^\circ\text{C}$; $h = 57,4 \text{ кДж/кг}$ – параметри зовнішнього середовища.

Температура конденсації визначається по емпіричній залежності[7]:

$$t_k = t_n + (8 \dots 15) \text{ }^\circ\text{C} \quad (7.2)$$

$t_n = 31^\circ\text{C}$ – температура зовнішнього повітря.

$$t_k = 31 + 10 = 41 \text{ }^\circ\text{C}$$

Температура повітря на вході в конденсатор $t_{\text{вх}} = 31 \text{ }^\circ\text{C}$.

Приймаємо нагрівання повітря в конденсаторі $\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ [7].

$$t_{\text{ввых}} = t_{\text{вх}} + \Delta t, \text{ }^\circ\text{C} \quad (7.3)$$

$$t_{\text{ввых}} = 31 + 5 = 36 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{ср}} = (31 + 36) / 2 = 33,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Повітряний конденсатор виконаний з мідних труб $d_n * \delta = 15 * 1,5 \text{ мм}$ із алюмінієвим оребренням.

Тип пучка труб – шаховий.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Крок труб по фронту та по ходу повітря однаковий $S_1 = S_2 = 34$ мм.

Ребро: матеріал ребра – алюміній $\lambda_p = 200$ Вт/м*к [18];

Крок ребра $S_p = 3,5$ мм

Висота ребра $h_p = 0,785$ м

Ширина ребра $B_p = 0,037$ м

Товщина ребра $\delta_p = 0,0003$ м.

7.1 Середньологарифмічний температурний напір:

$$\Theta_m = \frac{t_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}} - t_{\dot{a}\dot{o}}}{\ln \frac{t_k - t_{\dot{a}\dot{o}}}{t_k - t_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}}}} = \frac{36 - 31}{\ln \frac{41 - 31}{41 - 36}} = 7,21^\circ\text{C} \quad (7.4)$$

7.2 Площа теплопередаючої поверхні труби довжиною 1 м:

7.2.1 Внутрішня:

$$F_{\text{вн1}} = \pi * d_{\text{вн}} * M^2; \quad (7.5)$$

$$F_{\text{вн1}} = 3,14 * 0,0135 = 4,24 * 10^{-2} \text{ м}^2;$$

7.2.2 Зовнішня несуча поверхня труби:

$$F_o = \pi * d_o * M^2; \quad (7.6)$$

$$F_o = 3,14 * 0,015 = 4,71 * 10^{-2} \text{ м}^2;$$

7.2.3 Повна зовнішня поверхня ребер і міжреберних ділянок:

$$F_{\text{н1}} = F_{\text{р1}} + F_{\text{мр1}} = 1/S_p * [2 * (S_1 * S_2 - \pi * d_o / 4) + (S_p - \delta_p) * \pi * d_o] M^2; \quad (7.7)$$

$$F_{\text{н1}} = 1/3,5 * 10^{-3} * [2 * (0,034 * 0,034 - 3,14 * 0,0152 / 4) + (0,0035 - 0,0003) * 3,14 * 0,015] = 0,603 \text{ м}^2;$$

7.3 Коефіцієнт оребрення:

$$\beta = F_{\text{н}} / F_{\text{вн}} \quad (7.8)$$

$$\beta = 0,603 / 4,24 * 10^{-2} = 14,22$$

7.4 Зовнішній ступінь оребрення:

$$\phi_{\text{н}} = F_{\text{н}} / F_o \quad (7.9)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		46

$$\varphi_H = 0,603/4,71 \cdot 10^{-2} = 12,8$$

7.5 Конвективний коефіцієнт тепловіддачі від повітря до зовнішньої поверхні визначимо по рівнянню:

$$Nu = 0.178 \cdot Re^{0.6} \cdot (L/d_{\text{ЭКВ}})^{-0.14} \quad (7.10)$$

де: $d_{\text{ЭКВ}}$ – еквівалентний діаметр;

$$d_{\text{ЭКВ}} = (2 \cdot (S_1 - d_o) \cdot (S_p - \delta_p)) / (S_1 - d_o) + (S_p - \delta_p) \text{ мм}; \quad (7.11)$$

$$d_{\text{ЭКВ}} = (2 \cdot (34 - 15) \cdot (3.5 - 0.3)) / (34 - 15) + (3.5 - 0.3) = 5.48 \text{ мм};$$

$L = S_1 = 34$ мм – ширина ребра, рівна кроку труб S [14].

7.6 При середній температурі повітря в апарату визначимо параметри повітря:

$$t_{\text{в.ср}} = t_k - \theta_M \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7.12)$$

$$t_{\text{в.ср}} = 41 - 7,21 = 33,79 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\lambda_{\text{в}} = 0,0266$ Вт/м*к; - питома теплопровідність [5];

$\nu_{\text{в}} = 16,7 \cdot 10^{-6}$ м²с – кінематична в'язкість [5].

$\rho_{\text{в}} = 1,16$ кг/м³ – щільність повітря [5];

Приймаємо швидкість повітря $\omega = 5$ м/с [14].

7.7 Критерій Рейнольдса:

$$Re = (\omega \cdot d_{\text{ЭКВ}}) / \nu \quad (7.13)$$

$$Re = 5 \cdot 5.48 \cdot 10^{-3} / 16.7 \cdot 10^{-6} = 1641$$

$$\alpha_{\text{в}} = 0.178 \cdot (\lambda_{\text{в}} / d_{\text{ЭКВ}}) \cdot Re^{0.6} \cdot (L / d_{\text{ЭКВ}})^{-0.14} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \quad (7.14)$$

$$\alpha_{\text{в}} = 0.178 \cdot (0.266 / 5.48 \cdot 10^{-3}) \cdot 1641 \cdot 10^{-6} \cdot (34 / 5.48)^{-0.14} = 56.9 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К};$$

7.8 Коефіцієнт ефективності ребра:

$$E = th(m \cdot h') / m \cdot h' \quad (7.15)$$

$$E = th(43.55 \cdot 0.0053) / 43.55 \cdot 0.0053 = 0.98$$

$$h' = d_o / 2 \cdot (\rho - 1) \cdot (1 + 0.805 \cdot \lg \rho) \text{ м} \quad (7.16)$$

$$h' = 0.015 / 2 \cdot (1.61 - 1) \cdot (1 + 0.805 \cdot \lg 1.61) = 0.0053 \text{ м}$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

$$m = \sqrt{2} * \alpha_B / \lambda_p * \delta_p \quad (7.17)$$

$$m = \sqrt{2} * 56.9 / 200 * 0.0003 = 43.55$$

7.9 Коефіцієнт тепловіддачі, наведений а внутрішньої поверхні труби:

$$\alpha_{пр.вн} = \alpha_B * ((F_{p1} / F_{вн1}) * E + F_{mp1} / F_{вн1}) \text{ Вт/м}^2 * \text{К}; \quad (7.18)$$

$$\alpha_{пр.вн} = 56.9 * ((0.5596 / 4,24 * 10^{-2}) * 0.98 + 4.31 * 10^{-2} / 4,24 * 10^{-2}) = 793.8 \text{ Вт/м}^2 * \text{К};$$

7.10 Рівняння для щільності теплового потоку від внутрішньої поверхні стінки труби до повітря:

$$q_B = \alpha_{пр.вн} * \theta_B \text{ Вт/м}^2; \quad (7.19)$$

$$q_B = 793,8 * \theta_B, \text{ Вт/м}^2;$$

$\theta_B = t_{ст} - t_B$ – температурний напір між стінкою труби й повітрям [7].

7.11 Рівняння для щільності теплового потоку від R407C до внутрішньої поверхні труби:

$$q_o = \alpha_a * \theta_a, \text{ Вт/м}^2; \quad (7.20)$$

7.12 Для визначення коефіцієнта тепловіддачі, що конденсується в горизонтальній трубі R407C застосуємо формулу:

$$\alpha_a = 0,72 * \sqrt[4]{g * r * \rho^2 * \lambda^3 / \mu} * \theta_a * d_{вн} \quad (7.21)$$

$$\alpha_a = 0,72 * \sqrt[4]{9,81 * 161,6 * 11492 * 0,07813 / 1,09 * 10^{-4} * 0,0135} * 103 * \theta_a = 3673,4 * \theta_a^{0,75};$$

$r = 161.6 \text{ кДж/кг}$ – схована теплота паротворення R 407C при $t_k = 41^\circ\text{C}$ [17];

$\rho = 1149 \text{ кг/м}^3$ – щільність рідкого R 407C [17];

$\lambda = 0,0781 \text{ Вт/м} * \text{К}$ – теплопровідність рідкого R 407C [17];

$\mu = 1,09 * 10^{-4} \text{ Па} * \text{с}$ – динамічна в'язкість R 407C [17];

7.13 Визначимо питому щільність теплового потоку :

θ	1	2	3	4
$q_B = 793,8 * \theta_B$	793.8	1592	2382	3184
$q_a = 3673,4 * \theta_a^{0,75}$	3673.4	6177.2	-	-

Для робочої крапки знаходимо за графіком [7]:

$\theta^a=1,82$ гради; $\theta_b=5,41$ гради; $q_{вн}=4550$ Вт/м²; $\theta_m=7,21$ гради;

7.14 Коефіцієнт тепловіддачі R407C:

$$\alpha_a = q_{вн} / \theta_a \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}; \quad (7.22)$$

$$\alpha_a = 4550 / 1,82 = 2500 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К};$$

7.15 Коефіцієнт тепловіддачі, віднесений до внутрішньої поверхні:

$$K_{вн} = q_{вн} / \theta_m \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}; \quad (7.23)$$

$$K_{вн} = 4550 / 7,21 = 631,1 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К};$$

7.16 Коефіцієнт тепловіддачі, віднесений до зовнішньої поверхні труби:

$$K_H = K_{вн} / \beta \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}; \quad (7.24)$$

$$K_H = 631,1 / 14,22 = 44,37 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К};$$

7.17 Площа зовнішньої поверхні конденсатора:

$$F_H = Q_k / q_{вн} \cdot \beta \text{м}^2; \quad (7.25)$$

$$F_H = (116\ 160 / 4550) \cdot 14,22 = 230,02 \text{ м}^2;$$

7.18 Загальна довжина труб у конденсаторі:

$$L = F_H / F_{H1} \text{м}; \quad (7.26)$$

$$L = 230,02 / 0,603 = 230,02 / 0,603 = 381,5 \text{ м};$$

7.19 Витрата повітря:

$$G_b = Q_k / C_p \cdot (t_{ввых} - t_{вх}) \text{кг/с}; \quad (7.27)$$

$$G_b = 116,16 / 1,024 \cdot (36 - 31) = 14,33 \text{ кг/с};$$

C_p – теплоємність вологого повітря;

$$C_p = 1,005 + 1,89 \cdot d \text{кДж/кг} \cdot \text{К}; \quad (7.28)$$

$$C_p = 1,005 + 1,86 \cdot 10,0 \cdot 10^{-3} = 1,024 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К};$$

$d=10,0$ г/кг – вологовміст повітря при $t_{в,ср}=33,5$ °C[5];

7.20 Площа живого перетину 1м оребреної труби:

$$f_{ж1} = (S_1 - d_o) \cdot (S_p - \delta_p) / S_p \text{м}^2; \quad (7.29)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		49

$$f_{ж1}=(34-15)*(3.5-0.3)/3.5*10^{-3}=0,0174 \text{ м}^2;$$

7.21 Площа живого перетину конденсатора:

$$f_{ж} = G_B / \omega * \rho_B \text{ м}^2; \quad (7.30)$$

$$f_{ж} = 14,33 / 5 / 1,16 = 2,47 \text{ м}^2;$$

7.22 Довжина труб в одному ряді:

$$l = f_{ж} / f_{ж1} \text{ м}; \quad (7.31)$$

$$l = 2,47 / 0,0174 = 141,99 \text{ м};$$

Приймаємо $l = 142 \text{ м}$;

7.23 Число рядів по ходу повітря:

$$Z = L / l \text{ шт.} \quad (7.32)$$

$$Z = 381,5 / 142 = 2,686 \text{ шт.}$$

З обліком 10% запасу теплообмінної поверхні ухвалюємо $Z = 3 [7]$;

7.24 Аеродинамічний опір шахового пучка труб із пластинчастим оребренням:

$$\Delta p = 0,233 * Z * (\omega * \rho)^{1,8} * (s_1 / S_p - \delta_p)^{0,47} \text{ Па}; \quad (7.33)$$

$$\Delta p = 0,233 * 3 * (5 * 1,16)^{1,8} * (34 / 3,5 - 0,3)^{0,47} = 49,46 \text{ Па} \approx 50 \text{ Па.}$$

7.25 Загальна площа зовнішньої поверхні конденсатора:

$$F = Z * l * f_{н1} \text{ м}^2; \quad (7.34)$$

$$F = 3 * 142 * 0,603 = 256,878 \text{ м}^2 \approx 257 \text{ м}^2.$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		50

8 РОЗРАХУНОК ПОВІТРОНАГРІВАЧА

По трубках теплообмінника для нагрівання повітря проходить гаряча вода, а з боку зовнішньої поверхні рухається повітряний потік, зумовлений роботою вентиляторів. Ефективність тепловіддачі з боку потоку гарячої води стінці труби значно вище, чим тепловіддача від зовнішньої поверхні до потоку повітря. Для інтенсифікації тепловіддачі з боку зовнішньої поверхні труби застосовується конструктивний метод розвитку зовнішньої поверхні тепловіддачі до повітря методом зовнішнього оребрення трубок [12].

Вихідні дані для розрахунків:

$L_B=7168,4 \text{ м}^3/\text{год}$ – об'ємна витрата повітря через повітронагрівач;

$G_B=10,31 \text{ кг/с}$ – масову витрату повітря через повітронагрівач;

$t_{B1}=-18^\circ\text{C}$ – початкова температура повітря;

$t_{B2}=10^\circ\text{C}$ – кінцева температура повітря;

$t_{w1}=80^\circ\text{C}$ – початкова температура води;

$t_{w2}=50^\circ\text{C}$ – кінцева температура води;

$\delta_p=0.0003\text{м}$ – товщина ребра;

$S_p=0.0023\text{м}$ – крок ребра;

$d_H=0.01\text{м}$ – зовнішній діаметр трубки;

$d_{BH}=0.008\text{м}$ – внутрішній діаметр трубки;

$S_1=0.025\text{м}$ – крок труби по висоті повітроохолоджувача;

$S_2=0.0216\text{м}$ – крок труби по ходу повітря;

$H=1.98\text{м}$ – висота повітроохолоджувача;

$B=1,96\text{м}$ – ширина повітроохолоджувача;

$n = \frac{1}{S} = \frac{1}{0.025} \approx 48 \text{ шт.}$ - кількість трубок по висоті.

Основною метою теплового розрахунків нагрівача повітря при його проектуванні є визначення необхідної поверхні теплообміну для забезпечення заданої продуктивності й компонування цієї поверхні.

8.1 Коефіцієнт живого перетину:

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		51

$$k_f = \frac{(S_1 - d_H)(S_p - \delta_p)}{S_1 \cdot S_p} \quad (8.1)$$

$$k_f = \frac{(0.025 - 0.01)(0.0023 - 0.0003)}{0.025 \cdot 0.00023} = 0,52$$

8.2 Швидкість повітря у фронтальному й вузькому перетинах:

$\omega_{B.H.} = 3..6 \text{ м/с}$ [7], приймаємо $\omega_{B.H.} = 4 \text{ м/с}$;

$$\omega_{B.H.} = k_f \cdot \omega_B \quad (8.2)$$

Звідси: $\omega_B = 4/0,52 = 7,68 \text{ м/с}$;

8.3 Теплове навантаження повітряонагрівача:

$$Q'_{BH} = G_B \cdot C_{BL} \cdot (t_{B2} - t_{B1}), \text{ кВт} \quad (8.3)$$

$$Q'_{Af} = 10,31 \cdot 1.03 \cdot (10 - (-23)) = 350,5 \text{ кВт}$$

де: C_{BL} - середня теплоємність вологого повітря може бути прийнята

від 1.0..1.05 кДж/(кг*к) [6];

8.4 Необхідна витрата води:

$$G_W = \frac{Q'_{BH}}{C_W \cdot (t_{W1} - t_{W2})}, \text{ кг/с} \quad (8.4)$$

$$G_W = \frac{350,5}{4.2 \cdot (80 - 50)} = 2,78 \text{ кг/с}$$

де: G_W - середня теплоємність води, $G_W = 4.2 \text{ кДж/(кг*к)}$ [11].

8.5 Середня швидкість руху води в трубках:

$$\omega_W = \frac{G_W}{0.785 \cdot \rho_W \cdot d_{BH}^2 \cdot Z} \quad (8.5)$$

де: ρ_W - щільність води, $\rho_W = 1000 \text{ кг/м}^3$ [11];

Z – кількість трубок, у які підводить вода $Z = 48$.

$$\omega_W = \frac{2,78}{0.785 \cdot 1000 \cdot 0.008^2 \cdot 48} = 1,153 \text{ м/с};$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

8.6 Визначимо коефіцієнт тепловіддачі від поверхні до повітря:

$$\alpha_H = 0.25 \frac{\lambda_B}{d_H} \cdot \text{Re}_B^{0.56}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (8.6)$$

$$\text{Re}_B = \frac{\omega_B \cdot d_{\text{э}}}{\gamma_B} \quad (8.7)$$

$$d_{\text{э}} = \frac{2(S_1 - d_H)(S_p - \delta_p)}{(S_1 - d_H) + (S_p - \delta_p)}, \text{ м} \quad (8.8)$$

$$d_{\text{э}} = \frac{2(0.025 - 0.01)(0.0023 - 0.0003)}{(0.025 - 0.01) + (0.0023 - 0.0003)} = 0.0035 \text{ м}$$

$$\text{Re}_A = \frac{4 \cdot 0,0035}{0,556 \cdot 10^{-6}} = 25179$$

$$\alpha_f = 0,25 \frac{0,025}{0,01} \cdot 25179^{0.56} = 182 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

8.7 Коефіцієнт тепловіддачі від води до поверхні:

$$\alpha_W = B \frac{\omega_W^{0.8}}{d_{BH}^{0.2}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (8.9)$$

$$B = 1430 + 22,1 \cdot t_w \quad (8.10)$$

$$B = 1430 + 22,1 \cdot 65 = 2866,5$$

$$\alpha_w = 2866,5 \cdot \frac{1,152^{0.8}}{0,01^{0.2}} = 8067,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

8.8 Ефективність ребра:

$$E_p = \frac{th(h_p \cdot \sqrt{B})}{h_p \cdot \sqrt{B}} \quad (8.11)$$

$$B = \frac{2 \cdot \alpha_H}{\delta_p \cdot \lambda_p}, \text{ м}^2 \quad (8.12)$$

$$B = \frac{2 \cdot 182}{0.0003 \cdot 45} = 26962$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53

$$\dot{A}_\delta = \frac{th(0,0102 \cdot \sqrt{26962})}{0,0102 \cdot \sqrt{26962}} = 0,56$$

8.9 Коефіцієнт оребрення:

$$\beta = \beta' \frac{d_H}{d_{BH}} \quad (8.13)$$

де: β - ступінь оребрення, $\beta' = 13,5$ [7].

$$\beta = 16,9;$$

8.10 Коефіцієнт теплопередачі:

$$k_H = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H \cdot E_H} + \frac{\beta}{\alpha_W}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \quad (8.14)$$

$$k_i = \frac{1}{\frac{1}{182 \cdot 0,56} + \frac{16,9}{8067,8}} = 83,98 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

8.11 Температурний напір:

$$\theta_H = \frac{(t_{W1} - t_{B2}) - (t_{W2} - t_{B1})}{2,31 \lg \frac{t_{W1} - t_{B2}}{t_{W2} - t_{B1}}}, \text{ }^\circ\text{C} \quad (8.15)$$

$$\theta_i = \frac{(80 - 10) - (50 - (-23))}{2,31 \lg \frac{80 - 10}{50 - (-23)}} = 71,57 \text{ }^\circ\text{C}$$

8.12 Необхідна поверхня теплообміну:

$$F'_H = \frac{10^3 \cdot Q'_{BH}}{k_H \cdot \theta_H}, \text{ м}^2 \quad (8.16)$$

$$F'_i = \frac{10^3 \cdot 350,5}{83,98 \cdot 71,57} = 58,31 \text{ м}^2$$

8.13 Число рядів трубок по ходу повітря:

$$n_2 = n_2' = \frac{F'_H}{\pi \cdot d_H \cdot B \cdot n_1 \cdot \beta'} \quad (8.17)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		54

$$F_H = \pi \cdot d_H \cdot B \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot \beta', \text{ м}^2 \quad (8.18)$$

$$F_H = 3.14 \cdot 0.01 \cdot 1,96 \cdot 48 \cdot 2 \cdot 13.5 = 79,76 \text{ м}^2$$

$$n_2 = n_2' = \frac{58,31}{3.14 \cdot 0.01 \cdot 1,96 \cdot 48 \cdot 13.5} = 1,46 \approx 2$$

8.14 Повне теплозняття:

$$Q_{BH} = \frac{(t_{W1} - t_{B1})}{\frac{A}{A-1} \cdot \frac{E_H}{C_{BL} \cdot G_B} + \frac{1}{2C_W \cdot G_W} + \frac{d_H \cdot \beta' \cdot 10^3}{\alpha_W \cdot F_H \cdot d_{BH}}}, \text{ кВт} \quad (8.19)$$

$$A = e^{\frac{\alpha_B \cdot F_H}{10^3 \cdot C_{BL} \cdot G_B}} \quad (8.20)$$

$$A = e^{\frac{182 \cdot 79,76}{10^3 \cdot 1.03 \cdot 10,31}} = 3,92$$

$$Q_{BH} = \frac{(80 - (-23))}{\frac{3,92}{3,92-1} \cdot \frac{0,56}{1.03 \cdot 10,31} + \frac{1}{2 \cdot 4,2 \cdot 2,78} + \frac{0,01 \cdot 13,5 \cdot 10^3}{8067,8 \cdot 79,76 \cdot 0,0008}} = 304,04 \text{ кВт}$$

8.15 Уточнюємо температури t_{B2} і t_{W2} :

$$t_{B2} = t_{B1} + \frac{Q_{BH}}{C_{BL} \cdot G_B}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (8.21)$$

$$t_{A2} = -23 + \frac{304,04}{1.03 \cdot 10,31} = 9,62 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{W2} = t_{W1} - \frac{Q_{BH}}{C_W \cdot G_W}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (8.22)$$

$$t_{W2} = 80 - \frac{304,04}{4,2 \cdot 2,78} = 53,96 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		55

9 РОЗРАХУНКИ ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА

Вихідні дані для розрахунків:

$t_{в1}=25,5$ °С – початкова температура повітря;

$h_{в1}=52$ кДж/кг – початкова ентальпія повітря;

$t_{в2}=17$ °С – кінцева температура повітря;

$G_{в}=10,31$ кг/с – витрата повітря через повітроохолоджувач;

$Q_0=96.52$ кВт – кількість тепла;

$W_0=0.017$ кг/с – кількість вологи;

$\delta_p=0.0003$ м – товщина ребра;

$S_p=0.0023$ м – крок ребра;

$d_n=0.01$ м – зовнішній діаметр трубки;

$d_{вн}=0.008$ м – внутрішній діаметр трубки;

$h_p=0,0102$ м – висота ребра;

$S_1=0.025$ м – крок труби по висоті повітроохолоджувача;

$S_2=0.0216$ м – крок труби по ходу повітря;

$H=1,98$ м – висота повітроохолоджувача;

$B=1.96$ м – ширина повітроохолоджувача;

$n = \frac{1}{S} = \frac{1}{0.025} \approx 48$ шт. – кількість ребер.

Основною метою теплового розрахунків охолоджувача повітря при його проектуванні є визначення необхідної поверхні теплообміну для забезпечення заданої холодопродуктивності (теплового навантаження) і компонування цієї поверхні[12].

9.1 Коефіцієнт живого перетину:

$$k_f = \frac{(S_1 - d_n)(S_p - \delta_p)}{S_1 \cdot S_p} \quad (9.1)$$

$$k_f = \frac{(0.025 - 0.01)(0.0023 - 0.0003)}{0.025 \cdot 0.00023} = 0.52$$

9.2 Швидкість повітря у фронтальному й вузькому перетинах:

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		56

$\omega_{B.H.} = 1.5 \cdot 3 \text{ м/с}$ [7], приймаємо $\omega_{B.H.} = 3 \text{ м/с}$;

$$\omega_{B.H.} = k_f \cdot \omega_B \quad (9.2)$$

Звідси $\omega_B = 5,77 \text{ м/с}$;

9.3 Площа фронтального перетину:

$$f'_B = \frac{G_B}{\gamma_B \cdot \omega_{B.H.}}, \text{ м}^2 \quad (9.3)$$

де: γ_B - щільність повітря при початкових параметрах;

$$f'_B = \frac{10,31}{1,05 \cdot 3} = 3,27 \text{ м}^2$$

9.4 Ентальпія повітря на виході з повітроохолоджувача:

$$h_{B2} = h_{B1} - \frac{Q_0}{G_B}, \text{ кДж/кг} \quad (9.4)$$

$$h_{B2} = 52 - \frac{96,52}{10,31} = 42,63 \text{ кДж/кг}$$

9.5 Знаходимо коефіцієнт вологи випадіння:

$$\xi_h = \frac{h_{B1} - h_{B2}}{C_{B1} (t_{B1} - t_{B2})} \quad (9.5)$$

де: C_{B1} - теплоємність повітря, знаходиться по середній температурі:

$C_{B1} = 1,0061 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$ [6];

$t_{B.c.p} = 0,5(t_{B1} + t_{B2})$;

$t_{B.c.p} = 0,5(25,5^0 + 17^0) = 21,25^0 \text{ C}$,

$$\xi_i = \frac{52 - 42,63}{1,0061(25,5 - 17)} = 1,1$$

9.6 Температурний напір:

$$\theta_h = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2,31 \lg \frac{t_{B1} - t_h}{t_{B2} - t_h}}, ^0 \text{ C} \quad (9.6)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		57

$$\theta_i = \frac{25,5-17}{2,3 \lg \frac{25,5-10}{17-10}} = 10,7^{\circ}\text{C}$$

9.7 Необхідна поверхня теплообміну:

$$F_n = \frac{10^3 \cdot Q_0}{\alpha_n \cdot \xi_n \cdot \theta_n}, \text{м}^2 \quad (9.7)$$

$$F_i = \frac{10^3 \cdot 96,52}{40 \cdot 1,1 \cdot 10,7} = 205 \text{ м}^2$$

9.8 Коефіцієнт ефективності ребра:

$$E_p = \frac{th(h_p \cdot \sqrt{B})}{h_p \cdot \sqrt{B}} \quad (9.8)$$

$$B = \frac{2 \cdot \alpha_n \cdot \xi}{\delta_p \cdot \lambda_n}, \text{м}^2 \quad (9.10)$$

$$\hat{A} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 1,1}{0,0003 \cdot 45} = 6518,51 \text{ м}^2$$

$$\hat{A}_\delta = \frac{th(0,0102 \cdot \sqrt{6518,51})}{0,0102 \cdot \sqrt{6518,51}} = 0,822$$

9.9 Коефіцієнт ефективності ребристої поверхні:

$$E_n = \frac{t_g - t_n}{t_g - t_T} \quad (9.11)$$

$$E_n = 0,64$$

9.10 Питоме теплове навантаження на внутрішню поверхню повітроохолоджувача:

$$q_{Fa} = \beta \cdot \alpha_n \cdot \xi \cdot \theta_n, \text{Вт/м}^2 \quad (9.12)$$

де: β - ступінь оребрення, $\beta = 16,9$;

$$q_{Fa} = 16,9 \cdot 40 \cdot 1,1 \cdot 10,7 = 7956,52 \text{ Вт/м}^2$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		58

9.11 Температура кипіння фреону:

$$t_0 = 6^{\circ}\text{C}$$

9.12 Температура конденсації:

$$t_{\bar{e}} = 31 + 10 = 41^{\circ}\text{N}$$

$$t_1 = t_0 + 10 = 6 + 10 = 16^{\circ}\text{C}$$

$$t_3 = t_{\bar{e}} - 5 = 41 - 5 = 36^{\circ}\text{N}$$

9.13 Витрата фреону:

$$G_0 = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{Q_0}{(h_1 - h_4)}, \text{ кг/с} \quad (9.13)$$

$$G_0 = \frac{96,52}{(424 - 250)} = 0,55 \text{ кг/с}$$

9.14 Оптимальна масова швидкість фреону:

$$\omega_a \rho_a = 19,3 \cdot q_{Fa}^{0,24}, \text{ кг/м}^2\text{с} \quad (9.14)$$

$$\omega_a \rho_a = 19,3 \cdot 7956,52^{0,24} = 166,62 \text{ кг/м}^2\text{с}$$

9.15 Витрата фреону через трубку:

$$G_a = 0,785 \cdot d_{\text{вн}}^2 \cdot \omega_a \rho_a, \text{ кг/с} \quad (9.15)$$

$$G_a = 0,785 \cdot 0,01^2 \cdot 166,62 = 0,013 \text{ кг/с}$$

9.16 Коефіцієнт тепловіддачі від трубок до киплячого фреону:

$$\alpha_a = A \cdot q_{Fa}^{0,6} \cdot (\omega_a \rho_a)^{0,2} \cdot d_{\text{вн}}^{-0,2}, \text{ Вт/м}^2 \quad (9.16)$$

$$\alpha_a = 5,83 \cdot 7956,52^{0,6} \cdot (166,62)^{0,2} \cdot 0,008^{-0,2} = 9328,88 \text{ Вт/м}^2$$

9.17 Повний температурний напір:

$$\theta = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2,31 \lg \frac{t_{B1} - t_0}{t_{B2} - t_0}} \quad (9.16)$$

$$\theta = \frac{25 - 17}{2,31 \lg \frac{25 - 6}{17 - 6}} = 14,6$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		59

9.18 Коефіцієнт теплопередачі:

$$k_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i \cdot \xi_i \cdot E_i} + \frac{1}{\alpha_a} \cdot \beta}, \text{ Вт/м}^2\text{К} \quad (9.17)$$

$$k_i = \frac{1}{\frac{1}{40 \cdot 1,1 \cdot 0,64} + \frac{1}{9328,88} \cdot 16,9} = 26,8 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

9.19 Знаходимо необхідну поверхню теплообміну:

$$F_H = \frac{Q_0}{10^{-3} \cdot k_H \cdot \theta}, \text{ м}^2 \quad (9.18)$$

$$F_i = \frac{96,52}{10^{-3} \cdot 26,8 \cdot 14,6} = 246,67 \text{ м}^2$$

9.20 Поверхня теплообміну одного ряду трубок:

$$F_{H1} = \pi \cdot d_H \cdot L \cdot n_1 \cdot \beta', \text{ м}^2 \quad (9.19)$$

$$F_{i1} = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 1,98 \cdot 13,5 \cdot 48 = 40,29 \text{ м}^2$$

9.21 Число рядів трубок по ходу повітря:

$$n_2 = n_2' = \frac{F_H}{F_{H1}}, \text{ рядів} \quad (9.20)$$

$$n_2 = n_2' = \frac{246,67}{40,29} = 6,22 = 7 \text{ рядів}$$

9.22 Уточнюємо повну поверхню теплообміну:

$$F_{H1} = \pi \cdot d_H \cdot B \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot \beta', \text{ м}^2 \quad (9.21)$$

$$F_{i1} = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 1,96 \cdot 13,5 \cdot 48 \cdot 7 = 279,16 \text{ м}^2$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

10 РОЗРАХУНОК ПОВЕРХНЕВОГО ЗВОЛОЖУВАЧА ПОВІТРЯ

Тепловологісна характеристика приміщення визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{h_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} - h_{\Gamma}^{\text{ВХ}}}{d_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} - d_{\Gamma}^{\text{ВХ}}} \quad (10.1)$$

Коефіцієнт випаровування:

$$\beta = \frac{Sh \cdot D}{L}, \quad (10.2)$$

де Sh – Критерій Шервуда; D – коефіцієнт дифузії; L – характерний розмір.

Щільність повітря:

$$\rho_{\text{В}} = \frac{353}{\left(273 + \frac{t_{\Gamma}^{\text{ВХ}} + t_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}}{2}\right)}. \quad (10.3)$$

Парціальний тиск повітря на вході:

$$p_{\Gamma}^{\text{ВХ}} = \frac{d_{\Gamma}^{\text{ВХ}} \cdot 100}{0,622 + d_{\Gamma}^{\text{ВХ}}}. \quad (10.4)$$

Парціальний тиск повітря на виході:

$$p_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} = \frac{d_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} \cdot 100}{0,622 + d_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}}. \quad (10.5)$$

Необхідна кількість води, що випаровується:

$$G_{\text{И}} = G_{\Gamma} \cdot (d_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} - d_{\Gamma}^{\text{ВХ}}). \quad (10.6)$$

Поперечний перетин насадки:

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

$$F = \frac{G_r}{\rho_r \cdot v} \quad (10.7)$$

«Живий» перетин насадки визначається у залежності від типу:

$$F_{ж.с} = (0,3 \dots 0,9) \cdot F. \quad (10.8)$$

Використовують тепловологісну характеристику ε , розраховують потрібну температуру води t_w , та парціальний тиск на лінії насичення P_n .

Площа насадки для забезпечення заданих умов:

$$F = \frac{3600 \cdot G_{и}}{\beta \cdot (P_{п} - \frac{P_{ВХ} - P_{ВЫХ}}{2})} \quad (10.9)$$

Об'єм насадки:

$$V_H = \frac{F_H}{F_v} \quad (10.10)$$

де F_v – питома площа поверхні насадки, m^2/m^3 .

Таблиця 10.1 Вихідні умови для визначення оптимальних характеристик досліджених типорозмірів зволожувачів

Параметри	Значення
Температура повітря на вході, °С	30
Вологовміст повітря на вході, кг/кг	0,01
Ентальпія повітря на вході, кДж/кг	55,77
Відносна вологість повітря на вході, %	0,345
Парціальний тиск повітря на вході, кПа	1,58

Таблиця 10.2 Рекомендуемі характеристики насадок для питомої витрати повітря $G_r = 0,1$ кг/с

Параметри	Тип насадки						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Об'єм насадки, м ³	0,031	0,026	0,029	0,034	0,028	0,114	0,110
Глибина насадки, м	1,26	1,1	1,23	1,14	1,19	4,84	4,3
Площа каналу повітряводу, м ²	2,37E-02	2,37E-02	2,37E-02	2,37E-02	2,37E-02	2,37E-02	2,37E-02
Швидкість руху повітря, м/с	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Початкова температура води, °С	22	22	22	22	22	22	22
Кількість води, кг	0,895	1,231	0,999	1,281	1,38	0,729	0,659
Кількість води на 1 м ² насадки, кг	0,057	0,073	0,063	0,074	0,087	0,046	0,044
Час випаровування води, ч	0,834	1,12	0,925	1,06	1,27	0,675	0,614
Аеродинамічний супротив, Па	75,2	77,1	76,1	76,9	78,5	19,4	19,2

Таблиця 10.3 Типорозміри секції зволоження повітря в складі СКП

Номінальна продуктивність, м ³ /ч	Об'єм насадки, м ³						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
500	0,049	0,048	0,049	0,048	0,048	0,195	0,195
1000	0,097	0,095	0,096	0,093	0,093	0,379	0,379
2000	0,196	0,192	0,196	0,184	0,189	0,769	0,769
5000	0,489	0,478	0,487	0,466	0,473	1,920	1,920
7000	0,690	0,662	0,680	0,650	0,659	2,680	2,680
10000	0,981	0,955	0,972	0,943	0,943	3,820	3,820
12000	1,180	1,140	1,170	1,140	1,130	4,590	4,590
15000	1,480	1,430	1,460	1,420	1,410	5,740	5,740
20000	1,970	1,890	1,950	1,790	1,880	7,660	7,660

Сформировано сводні дані для типорозмірів модулів секції зволоження, в залежності від продуктивності системи кондиціонування повітря для кожного із типів насадок при заданих початкових параметрах, табл. 10.3.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ		Арк.
							63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			

11 АКУСТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ШУМОГАСІННЯ

Джерелом аеродинамічного шуму є вентиляторні установки, тому в системах кондиціонування повітря й вентиляції на нагнітальній і усмоктувальних сторонах системи повітрярозподілення найчастіше встановлюються шумоглушники. Спектр аеродинамічного шуму – вентиляторних установок полягає майже із усіх частот діапазону від 63 до 8000 Гц. Акустичний розрахунок системи повітрярозподілення проводиться по кожній октавній смузі. По кожній октаві частот визначається довжина глушника. У проект ухвалюється максимальна розрахункова його довжина.

Ціль акустичного розрахунків:

1. визначити шум, створюваний вентилятором і генеруючий по шляху руху повітряного потоку в різних елементах мережі повітрярозподілення;
2. розрахувати зниження рівня звукової потужності в мережі;
3. розрахувати довжину обраного типу шумоглушника.

Методика розрахунків:

11.1 Загальний рівень звукової потужності аеродинамічного шуму вентилятора для усмоктувальної сторони

$$L_{p.общ.} = \bar{L} + 25lg \cdot 0.1 \cdot H + 10lg \cdot Q + \sigma; \text{ дБ}, \quad (11.1)$$

де: \bar{L} – критерій гучності, що залежить від типу й конструкції вентилятора, (дБ);

Q – об'ємна витрата вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$;

H – повний тиск створюване вентилятором, $\text{кгс}/\text{м}^2$;

σ - виправлення на режим роботи вентилятора дБ.

$$L_{p.общ.} = 48 + 25lg \cdot 0,1 \cdot 668 + 10lg \cdot 4,77 + 2 = 69,8 \text{ дБ}.$$

11.2 Визначаємо активні рівні звукової потужності шуму вентилятора, випромінюваної в мережу

$$L_{p.в.} = L_{p.общ.} - \Delta L_1 + \Delta L_2, \text{ дБ}, \quad (11.2)$$

де: ΔL_1 - виправлення, що враховує розподіл звукової потужності вентилятора

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		64

по октавних смугах, дБ;

ΔL_2 - виправлення, що враховує вплив приєднання вентилятора до мережі повітряводів, дБ.

$$L_{p.B}^{63} = 69,8 - 11 + 7,5 = 66,3, \text{ дБ};$$

$$L_{p.B}^{125} = 69,8 - 7 + 3 = 65,8, \text{ дБ};$$

$$L_{p.B}^{250} = 69,8 - 5 + 1 = 65,8, \text{ дБ};$$

$$L_{p.B}^{500} = 69,8 - 6 + 0 = 63,8, \text{ дБ};$$

$$L_{p.B}^{1000} = 69,8 - 9 + 0 = 60,8, \text{ дБ};$$

$$L_{p.B}^{2000} = 69,8 - 16 + 0 = 53,8, \text{ дБ};$$

$$L_{p.B}^{4000} = 69,8 - 21 + 0 = 48,8, \text{ дБ};$$

$$L_{p.B}^{8000} = 69,8 - 26 + 0 = 43,8, \text{ дБ}.$$

10.3 Октавні рівні звукового тиску, створюваного одним джерелом шуму

$$L = 10 \lg V - \Delta - 6, \text{ дБ}, \quad (11.3)$$

де: V – постійна приміщення із джерелом шуму в розглянутій октавній смузі [8];

Δ - виправлення на розташування джерела шуму.

У цьому випадку $\Delta = 0$, тому що джерело шуму розташоване вище робочої зони [8];

$$V = \mu \cdot V_{1000}, \text{ м}^2, \quad (11.4)$$

де: V_{1000} – постійна приміщення на частоті 1000 Гц;

μ - постійний частотний множник.

$$V = 0,5 \cdot 700 = 350 \text{ м}^2,$$

$$L_T = 10 \lg 350 - 0 - 6 = 19,5, \text{ дБ},$$

$$L_{и.ш.п.} = 10 \lg n + 5, \text{ дБ}, \quad (11.5)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де: n – загальне число прийнятих у розрахунках джерел шуму.

$$\Delta L_{\text{гл.тр.}} = L_{\text{р.общ.}} - L_{\text{р.в.}} - L_{\text{п}} + L_{\text{и.ш.п.}}, \text{дБ.} \quad (11.6)$$

Результати розрахунків для кожної середньгеометричної частоти октавних смуг приводимо в таблиці 11.1

Таблиця 11.1 Розрахункові дані для кожної середньгеометричної частоти

визначаєма величина	Среднегеометрична частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
\bar{L}	48	48	48	48	48	48	48	48
ΔL_1	11	7	5	6	9	16	21	26
ΔL_2	7,5	3	1	0	0	0	0	0
$L_{\text{р.общ.}}$	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8	69,8
$L_{\text{р.в.}}$	66,3	65,8	65,8	63,8	60,8	53,8	48,8	43,8
$L_{\text{п}}$	19,44	19,44	19,44	19,44	19,44	19,44	19,44	19,44
$L_{\text{и.ш.п.}}$	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
$\Delta L_{\text{гл.тр.}}$	31,13	39,13	49,13	54,13	59,13	64,13	62,13	64,0

11.4 Кількість пластинчастих шумоглушників

$$n_m = \frac{L_{\text{тр.}}}{E}, \quad (11.7)$$

де: E – ефективність прийнятого шумоглушника.

$$n_i = \frac{64,13}{15} = 4,3 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість пластин 5 шт.

$$L_{\text{е.ш.п.}} = 10 \lg 5 + 5 = 23,5, \text{дБ.}$$

10.5 Гідрравлічний опір шумоглушника

$$\Delta H = \left(\zeta + \lambda \cdot \frac{L}{d_{\text{глуш.}}} \right) \cdot \frac{\rho V^2}{2}, \text{кПа;} \quad (11.8)$$

де: ζ - сумарний коефіцієнт місцевого опору, віднесений до швидкості повітря

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		66

в живому перетині глушника, %;

λ - коефіцієнт тертя, Вт/м²;

L – довжина глушителя, м;

ρ - щільність повітря, кг/м³;

$d_{гг}$ - гідравлічний діаметр каналу пластинчастого глушителя, м.

$$d_{гг} = \frac{2AH}{A + H}, \text{ м}, \quad (11.9)$$

де: A - відстань між пластинами, м;

H - висота глушителя, м.

$$d_{гг} = \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 1,4}{0,4 + 1,4} = 0,62 \text{ м.}$$

$$\Delta H = (0,64 + 0,03 \cdot \frac{2}{0,57}) \cdot \frac{1,26 \cdot 6,85^2}{2} = 22, \text{ } \acute{e}\grave{I} \text{ } \grave{a};$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		67

12 АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Процес підготовки повітря перед подачею його в кондиціоноване приміщення являє собою сукупність технологічних операцій і називається технологією кондиціонування повітря. Технологія тепло- вологісної обробки кондиціонованого повітря визначається початковими параметрами повітря, що подається в кондиціонер, і необхідними (що задаються) параметрами повітря в приміщенні.

В техніці кондиціонування застосовують кількісне і якісне регулювання. При кількісному регулюванні необхідний стан повітря досягається шляхом зміни витрати повітря при постійних його параметрах. Кількісне регулювання застосовується в багатозональних системах, а в однозональних - якісне. Для одержання оптимальних параметрів СКП використовуються обоє зазначені методи. Підтримка температури здійснюється по датчиках, розташовуваних у приміщенні, що обслуговується. Непряме регулювання вологості приточного повітря здійснюється терморегуляторами без прямого виміру вологості. Недивлячись на те, що СКП с рециркуляцією повітря енергетично ефективна, її застосування має обмеження по санітарно-гігієнічних нормах. У даному дипломному проекті представлена система центрального кондиціонера з рециркуляцією повітря. З метою зменшення втрат тепла (холоду) частина повітря, що віддаляється, надходить у камеру змішення (КЗ), де змішується зі свіжим припливним повітрям. Температура змішаного повітря визначається температурою зовнішнього повітря, що й видаляється, а також їх кількістю.

Регулювання кількості змішаного й припливного повітря производится за допомогою трьох заслінок: припливної (ПЗ), витяжної (ВЗ) і рециркуляційної (РЗ). Заслінки в припливному і витяжному каналах повинні працювати синфазно, а в рециркуляційному каналі - протифазно щодо витяжної й припливної. Це дозволяє реалізувати будь-який ступінь рециркуляції від 0 до 100 %. При повністю відкритих припливної і витяжної заслінках і повністю

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		68

закритої рециркуляційній заслінці система перетворюється в прямоточну (ступінь рециркуляції 0 %). При повністю закритих припливній і витяжній заслінках і повністю відкритої рециркуляційної заслінці ступінь рециркуляції складе 100 %.

Загальна витрата повітря $G_{об}$ визначають по розрахунковій кількості,

необхідному для асиміляції тепло- і вологозбитків. Мінімальна кількість зовнішнього повітря $G_{н}$ визначається розрахунками для асиміляції шкідливих парів і газів або забезпечення санітарних норм. Тоді маса рециркуляційного повітря $G_{р}$ визначиться як $G_{р} = G_{об} - G_{н}$.

У холодний період зовнішнє повітря $G_{н}$ підігрівається у повітрянагрівачі першого підігріву, змішується з рециркуляційним, отримана суміш підігрівається в повітрянагрівачі ВН2, потім у камері зрошеннязнає адіабатичному зволоженню й доводить до точки стану припливу. Послідовність обробки повітря наступна: $H \rightarrow T1 + V_y \rightarrow C \rightarrow T2 \rightarrow П \rightarrow В$.

Вологовміст повітря регулюється терморегулятором, датчик якого встановлений після камери зрошення.

Адiabатне зволоження доводить вологовміст повітря до стану крапки П.

Максимальна теплопродуктивність повітрянагрівача першогопідігріву:

$$Q_{T1} = G_{н} \cdot (h_{T1} - h_{н}),$$

а повітрянагрівача другого підігріву:

$$Q_{T2} = G_{об} \cdot (h_{T2} - h_{кc}).$$

У міру переміщення крапки Н убік ізоентальпи h_{T1} зменшується потужність нагрівача першого підігріву ВН1. У момент, коли крапка Н виявиться на лінії h_{T1} потреба у ВН1 відпадає. Стан повітря від $h_{н}$ до h_{T1} називається холодним режимом.

Зменшення потужності підігрівника ВН1 до нуля є сигнал до переходу на перехідний режим. У цей період зовнішнє повітря змішується з видаляємим, суміш підігрівається нагрівачем ВН2, після чого зазнає адіабатному зволоженню в камері зрошення до стану крапки П. Вологовміст

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

припливного повітря регулюється терморегулятором, датчик якого розташований після камери зрошення.

Якщо ентальпія зовнішнього повітря стає вище ентальпії рециркуляційного, те доцільно змішувати зовнішнє повітряс рециркуляційним. Далі суміш зазнає політропного охолодження із крапки C_{ny} до крапки П за допомогою охолодження холодильною машиною.

У цьому режимі послідовність обробки повітря наступна:

$$H_{л} + У = C_{ny} \rightarrow П \rightarrow В.$$

Температура повітря, що подається в кондиціонер контролюється реле температури. У приміщеннях датчик температури регулює задану температуру повітря й побічно - вологість повітря.

До подачі в приміщення проводиться попередня підготовка повітря. Далі повітря подається в приміщення для асиміляції тепла й вологи. При цьому в кожне приміщення подається різна кількість повітря, змінюване системою автоматичного регулювання по датчиках, розташованих у приміщеннях.

У цій системі необхідно управляти вхідними й вихідними заслінками в кожному приміщенні, незалежно від стану заслінок в інших приміщеннях, причому припливні й витяжні заслінки повинні управлятися синхронно. Необхідно управляти також швидкістю вентиляторів, трьохходовими клапанами, водяним насосом і т.д. , двигунів вентиляторів від перегріву й загоряння.

У центральному (загальному) каналі повітря підігрівається або охолоджується до певної температури й потім надходить у приміщення. У кожному приміщенні є датчик температури. Залежно від різниці між необхідною температурою в приміщенні й реальною температурою, обмірюваної датчиком, пристрій керування повинен встановлювати в необхідне положення вхідні й вихідні заслінки, змінюючи цим витрату повітря, що проходить через кожне приміщення.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

У випадку, якщо більшість заслінок закрийється, тиск у загальному каналі при незмінній продуктивності вентиляторів зросте, що приведе до неприпустимого збільшення швидкості потоку повітря через інші заслінки й виникненню акустичного шуму (свисту). Для виключення такої ситуації в загальних приточному і витяжному каналах установлені датчики статичного тиску.

По сигналах від цих датчиків змінюється швидкість обертання вентиляторів, завдяки чому тиск у каналі підтримується на постійному рівні й, отже, швидкість потоку повітря через будь-яку кількість відкритих у цей момент заслінок залишається незмінною.

Циркуляційний насос забезпечує постійну (незалежно від положення трьохходового клапана) швидкість циркуляції теплоносія через калорифер, а трьохходовий клапан регулює кількість теплоносія, що надходить для цієї мети в калорифер, пропускаючи при необхідності частина теплоносія по байпасній лінії повз нього.

Витрата повітря в приточно- витяжних системах забезпечується зміною продуктивності припливно- витяжних вентиляторів. Якщо при низькій температурі зовнішнього повітря повної потужності калорифера для підтримки заданої температури недостатньо, то знижується продуктивність (швидкість обертання) вентиляторів. Слід пам'ятати, що при зниженні швидкості обертання вентиляторів кількість, надходячого у приміщення повітря може не відповідати вимогам санітарних норм. Однак, це дозволяє забезпечити роботу каналного кондиціонера. У літній період у випадку роботи на охолодження при високій (вище розрахункової) температурі зовнішнього повітря.

Контроль запиленості фільтра оцінюється падінням тиску на ньому, яке вимірюється диференціальним датчиком тиску. Датчик вимірює різницю тисків повітря до й після фільтра.

Припустиме падіння тиску на фільтрі вказується в його паспорті

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

(звичайно 150-300 Па)[8]. Це значення встановлюють при налагодженні системи на диференціальному датчику тиску. Коли падіння тиску досягає значення уставки, від датчика надходить сигнал про граничну запиленість фільтра й необхідність його обслуговування або заміни. Якщо протягом 24 годин після видачі сигналу граничної запиленості фільтр не буде очищений або замінений, відбудеться аварійна зупинка системи.

Аналогічні датчики встановлюються на вентиляторах. Якщо вийде з ладу вентилятор або ремінь приводу вентилятора, то система буде зупинена в аварійному режимі.

Система автоматичного керування установкою центрального кондиціонування повинна виконувати наступні функції:

1. керуючі (включення, вимикання, затримки);
2. захисні (відключення при аваріях, попередження ушкоджень установки);
3. регулюючі (підтримка комфортних умов при мінімальних експлуатаційних витратах).

Керуючі функції забезпечують виконання закладених алгоритмів нормального функціонування системи. До них ставляться функції:

1. послідовність пуску;
2. послідовність зупину;
3. резервуючі й доповнюючі.

Послідовність пуску

Для забезпечення нормального пуску кондиціонера необхідно дотримувати наступної послідовності:

Попереднє відкриття повітряних заслінок

Попереднє відкриття повітряних заслінок до пуску вентиляторів виконується у зв'язку з тим, що не всі заслінки в закритому стані можуть витримати перепад тисків, створюваний вентилятором, а час повного відкриття заслінки електроприводом доходить до 2 хв [8]. Вхідна напруга керування електроприводом може бути 0-10 В [8] (пропорційне позиційне керування при

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		72

плавним регулюванні) або ~24 В (~220 В) - двопозиційне керування (відкрите - закрите).

Рознесення моментів запуску електродвигунів

Асинхронні електродвигуни мають більші пускові струми. Так, компресори холодильних машин мають пускові струми, в 7-8 раз перевищуючі робоче (до 100 А)[10]. Якщо одночасно запустити вентилятори, холодильні машини й інші приводи, то через велике навантаження на електричну мережу будинку сильно впаде напруга, і електродвигуни можуть не запуститися. Тому запуск електродвигунів необхідно розносити за часом.

Послідовність зупинки

Затримка вимикання холодильної машини

При вимиканні холодильної машини холодильний агент зосередиться у самому холоднім місці холодильного контуру, тобто у випарнику. При наступному пуску можливий гідроудар. Тому перед вимиканням компресора спочатку закривається клапан, установлений перед випарником, а потім при досягненні тиску усмоктування 2,0-2,5 бар, компресор вимикається [12]. Разом із затримкою вимикання компресора проводиться затримка вимикання приточного вентилятора.

Затримка закриття повітряних заслінок

Повітряні заслінки закриваються повністю тільки після зупинки вентиляторів. Тому що вентилятори зупиняються із затримкою, те й повітряні заслінки закриваються із затримкою.

До захисних функцій відносяться:

1. захист при виході з ладу вентиляторів або приводу вентилятора;
2. захист при підвищенні перепаду тиску на фільтрах (засмічення фільтрів);
3. захист холодильної машини при відхиленні від припустимих значень живлячого напруги, тисків, температур, струмів;

Основні контрольовані параметри СКП:

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		73

1. температура повітря й теплоносія (холодоносія) на вході й на виході пристроїв;
2. температура зовнішнього повітря й у контрольних точках приміщення;
3. тиск тепло- і холодоносія до й після обладнань, де тиск змінює своє значення;
4. витрата теплоти, споживаної системи опалення й вентиляції;

Необхідність дистанційного контролю й реєстрації основних параметрів визначається технологічними вимогами.

Датчики слід розміщати в характерних точках в зоні що обслуговується (робочої) в приміщенні, у місцях, де вони не підпадають під вплив нагрітих або охолоджених поверхонь або струменів приточного повітря. Допускається установка датчиків у повітряводах, якщо параметри в них не відрізняються від параметрів повітря в приміщенні або відрізняються на постійну величину.

Якщо відсутні спеціальні технологічні вимоги до точності, то точність підтримки в точках установки датчиків повинна бути ± 1 °C по температурі й ± 7 % по відносній вологості [6].

Вимоги, обумовлені конкретними об'єктами формулюються на основі алгоритмів функціонування й керування СКП. При цьому вибір алгоритму керування визначається двома основними якістьми: точністю й економічністю керування. Перша якість визначає вибір оптимального закону керування, друге - оптимальної програми керування. Інші показники, такі як надійність, вартість і т.д. накладаються як обмеження на обраний критерій оптимальності перших двох факторів. І якщо визначення оптимального закону керування проводиться фахівцем з автоматизації, то визначення оптимальної програми керування повинне вестися спільно фахівцями з кондиціонування й вентиляції й фахівцями з автоматизації. При такому підході враховуються як вимоги до системи автоматизації, так і до автоматизованого об'єкту. На практиці більш поширене роздільне проектування з видачею технічного завдання або вихідних даних на автоматизацію.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		74

У цих документах звичайно обмовляється:

1. діапазон зміни впливів;
2. задані параметри стану повітря й вимоги до точності їх підтримки;
3. вимоги до підтримки параметрів повітря в приміщеннях, що обслуговуються, у неробочий час;
4. функціональна схема об'єкта з технічними характеристиками обраних апаратів і обладнань тепловлажностной обробки повітря;
5. дані про розрахункові максимальні й мінімальні тепловологістні навантаження об'єкта, режимах тепловологообробки повітря й умови переходу від одного режиму до іншого;
6. графіки або діапазони зміни навантажень протягом доби, робочого тижня, місяця й т.п.

Ці дані необхідні для реалізації програмного керування СКП у зазначені періоди з метою економії електроенергії, витрат тепла й холоду.

На підставі описаних вимог і вихідних даних проводиться вибір технічних засобів автоматики й розробляється технічна документація на систему автоматизації.

Система автоматичного керування працює в такий спосіб. Вибір способу керування проводиться поворотом перемикача в положення "ручне" або "автоматичне", а вибір режиму роботи - перемикачем поворотом його в положення "зима" або "літо".

Ручне місцеве керування електродвигуном припливного вентилятора проводиться кнопками "Стоп" і "Пуск" через магнітний пускач; Включення - вимикання електродвигунавентилятора сигналізується лампою НЛ "Вентилятор включений", установленної на щиті автоматизації.

Вмикання й вимикання приточної камери в автоматичному режимі роботи проводиться кнопками "Стоп" і "Пуск", розташованими на щиті автоматизації, через проміжні реле. При цьому перед включенням вентилятора проміжні реле забезпечує примусове відкриття клапана на теплоносії, а після

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		75

включення вентилятора проміжне реле підключає контур регулювання температури приточного повітря й захист від замерзання, а також відкриває прийомний клапан зовнішнє повітря.

Підтримка температури приточного повітря здійснюється регулятором температури з термисторним датчиком, установленим у припливному повітряводі; керуючий сигнал через релейно-імпульсний переривник подається на виконавчий механізм клапана на теплоносієві.

Захист повітрянагрівачів від замерзання забезпечується датчиком - реле температури теплоносія, чутливий елемент якого встановлений у трубопроводі теплоносія відразу за першою по ходу повітря секцією підігріву, і датчиком- реле температури повітря чутливий елемент якого встановлений у повітряході між прийомним клапаном зовнішнього повітря й повітрянагрівачем. У випадку небезпеки замерзання через проміжне реле проводяться відключення електродвигуна припливного вентилятора, відкриття клапана на теплоносії й включення сигналізації, а також закриття прийомного клапана зовнішнього повітря. Виникнення небезпеки замерзання сигналізується лампою НЛ "Небезпека замерзання" і звуковим сигналом.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

13 ОХОРОНА ПРАЦІ

13.1 Фреони і їх вплив на людину

Фреони (інша їхня назва - хлорфторуглероды) являє собою безбарвні гази або рідини, без заходу, як правило, добре розчинні в органічних розчинниках, а також у багатьох мастилах і практично нерозчинні у воді. Фреони - це суміш метану й етана, у яких атоми водню заміщаються атомами фтору й хлору.

Завдяки своїм термодинамічним властивостям, фреони знайшли широке практичне застосування як холодоносії в холодильних машинах, у кондиціонерах, у парфумерії й медицині для створення аерозолів. Усі холодоагенти, використовувані в побутових приладах, є негорючими й нешкідливими для людей речовинами. Крім використання як холодоносіїв, фреони застосовують у якості пропелантов, для гасіння пожеж (наприклад, фреон 13B1). У промисловості найчастіше використовуються фреони R-12, R-22, R-134a, R-407C, R-410A [17].

Склад R407C: R32 – 23%; R125 –25%; R134a –52% [17];

Токсичність R407C:

практично нешкідливий при вдиханні пари.

при термічній розкладанні під дією високої температури виділяє токсичні речовини.

при влученні на шкіру в рідкій фазі можливі обмороження.

По шкалі "шкідливості" фреонів Хладон R407 (Фреон R407C) ставиться до речовин А1 групи небезпеки[17].

13.2 Розміщення венткамер

Слід зазначити, що розміщення венткамер за межами відсіку, що обслуговується, допускається тільки в будинках I і II ступені вогнестійкості.

Загальні прийомні обладнання зовнішнього повітря, а також загальні пристрої для викиду повітря для систем загальнообмінної вентиляції пожежні відсіки, що обслуговують різні, допускається проектувати при наступних умовах:- системи не обслуговують приміщення категорій А, Б и В1, склади

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

категорій А, Б, В1 і В2, а також устаткування систем місцевих відсосів вибухонебезпечних сумішей[15];

- на повітряводах припливних систем загальнообмінної вентиляції в місцях перетинання ними конструкцій, що обгороджують, венткамери встановлюються протипожежні клапани, якщо установки зазначених систем розміщуються в одному приміщенні;

- протипожежні клапани встановлюються перед клапанами зовнішнього повітря всіх припливних установок, якщо ці установки розміщуються в різних венткамерах.

Аналогічно при дотриманні наведених вище заходів допускається передбачати загальні обладнання викиду витяжного повітря для систем загальнообмінної вентиляції, що обслуговують різні пожежні відсіки. У межах одного пожежного відсіку допускається проектувати загальні обладнання викиду повітря для витяжних систем загальнообмінної вентиляції й витяжних систем противодимної вентиляції при наступних умовах:

- витяжні системи загальнообмінної вентиляції не обслуговують приміщення категорій А, Б и В1, склади категорій А, Б, В1 і В2, а також устаткування систем місцевих відсосів вибухонебезпечних сумішей;

- на повітряводах витяжних систем загальнообмінної вентиляції (у місцях приєднання їх до вибросної шахти) встановлюються протипожежні нормально відкриті клапани.

У [8]регламентуються умови прокладки транзитних повітряводів у межах одного пожежного відсіку й за межами пожежного відсіку, що обслуговується: зазначені нормовані межі вогнестійкості транзитних воздуховодов і протипожежних клапанів.

Заходи пожежної безпеки людей вимагають серйозного проектного пророблення систем протипожежного захисту.

13.3 Класифікація приміщень

13.3.1 Класи вибухонебезпечних зон

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		78

Вибухонебезпечна зона - це приміщення або обмежений простір у приміщенні або зовнішній установці, у якому є або можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші.

Якщо обсяг вибухонебезпечної суміші, що звертається в технологічному процесі, перевищує 5 % вільного обсягу приміщення або якщо при запаленні вибухонебезпечної суміші розвивається надлишковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа, то вибухонебезпечною зоною вважається весь обсяг цього приміщення. При меншому обсязі або при меншому тиску вибуху вибухонебезпечною зоною вважається простір у межах до 5 м по горизонталі й вертикалі від технологічного апарата [15].

13.3.2 Клас вибухонебезпечної зони, згідно з яким виконуються вибір і розміщення електроустановок, в залежності від частоти і тривалості присутнього вибухонебезпечного середовища визначається технологами разом з електриками проектної або експлуатаційної організації.

Клас вибухонебезпечних зон характерних виробництв та категорія і група вибухонебезпечної суміші повинні відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв з вибухопожежонебезпеки.

Газо-, пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні - вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22[15].

Даний об'єкт належить до 2 класу вибухонебезпечних зон.

Вибухонебезпечна зона класу 2 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок. Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газо-, пароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		79

13.3.3 Класи пожежонебезпечних зон

Пожежонебезпечною зоною називається простір усередині й поза приміщенням, у межах якого постійно або періодично є в обігу горючі (спаленні) речовини й у якім вони можуть перебувати при нормальному технологічному процесі або при його порушеннях.

Розрізняють 4 класу пожежонебезпечних зон: П-I; П-II; П.- ПА; П-III [15].

Даний об'єкт належить до П-III класу пожежонебезпечних зон так як розташований поза приміщеннями, що містять горючі матеріали.

П-III - розташовані поза приміщеннями, що містять горючі матеріали. Зони класу П-III розташовані поза приміщенням зон, у яких є в обігу горючі рідини або тверді горючі речовини.

13.3.4 Категорії приміщень і будинків по пожежобезпеці

Для правильного вибору заходів щодо пожежного захисту необхідно встановити категорію пожежної небезпеки будинку (спорудження). Залежно від категорії пожежної небезпеки будинку (спорудження) і необхідної площі поверхів установлюють ступінь вогнестійкості будинку (спорудження), кількість поверхів, довжину шляху евакуації, і т.д.

Категорії приміщень і будинків (або частин будинків між протипожежними стінами - пожежних відсіків) виробничого й складського призначення по вибухопожежної і пожежної небезпеки встановлюють залежно від кількості й пожежовибухонебезпечних властивостей, що перебувають у них речовин і матеріалів.

Приміщення й будинку відповідно до норм технологічного проектування підрозділяються на категорії А, Б, В, Г и Д [15].

Данна споруда належить до категорії Д так як використовують негорючі речовини й матеріали в холодному стані.

Д - використовують негорючі речовини й матеріали в холодному стані. Допускається відносити до категорії Д приміщення, у яких перебувають горючі рідини в системах змащення, охолодження й гідроприводу

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		80

встаткування не більш 60 кг в одиниці встаткування при тиску не більш 0,2 МПа, кабельні електроподводки до встаткування, окремі предмети меблів на робочих місцях.

Категорія вибухопожежоної і пожежної небезпеки приміщень і будинків визначається для найбільш несприятливого відносно пожежі або вибуху періоду, виходячи з виду приміщення, що перебувають в апаратах і, горючих речовин і матеріалів, їх кількості й пожароопасных властивостей, особливостей технологічних процесів.

13.4 Організація безпечної експлуатації електроустановок.

Керівник підприємства зобов'язано забезпечити зміст, експлуатацію й обслуговування електроустановок відповідно до вимог діючих нормативних документів. Для цього він зобов'язаний:

- призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електрогосподарства із числа ІТП, що мають електротехнічну підготовку й минулих перевірку знань у встановленому порядку;
- забезпечити необхідна кількість електротехнічних працівників;
- затвердити Положення про енергетичну службу підприємства, а також посадові інструкції й інструкції з охорони праці;
- установити такий порядок щоб працівники, на яких покладені обов'язки по обслуговуванню електроустановок вели ретельні спостереження за дорученим і встаткуванням;
- забезпечити перевірку знань працівників у встановлений термін;
- забезпечити проведення протиаварійних і профілактичних випробувань і вимірів електроустановок;
- забезпечити проведення технічного огляду електроустановок.

13.5 Класифікація приміщень по ступеню небезпеки поразки людей електричним струмом

Визначають відносно небезпеки поразки людей електричним струмом наступні класи приміщень[15]:

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		81

1. Приміщення без підвищеної небезпеки, у яких відсутні умови, що створюють підвищену або особливу небезпеку.

2. Приміщення з підвищеною небезпекою їх, що характеризуються наявністю однієї з наступних умов, що створюють підвищену небезпеку:

3. Особливо небезпечні приміщення, що характеризуються наявністю однієї з наступних умов, що створюють особливу небезпеку:

4. Території розміщення зовнішніх електроустановок. Відносно небезпеки поразки людей електричним струмом ці території прирівнюються до особливо небезпечних приміщень.

Даний об'єкт належить до 1 класу приміщень по ступеню небезпеки поразки людей електричним струмом.

13.6 Класифікація електротехнічного й електронного устаткування по способу захисту від поразки електричним струмом

Поділ на класи відбиває не рівень безпеки встаткування, а лише вказує на те, яким способом здійснюється захист від поразки електричним струмом.

13.6.1 Устаткування класу

Устаткування, у якому захист від поразки електричним струмом забезпечується основною ізоляцією, при цьому відсутнє електричне з'єднання відкритих провідних частин, якщо такі є, із захисним провідником стаціонарної проводки. При пробі основної ізоляції захист повинна забезпечуватися навколишнім середовищем (повітря, ізоляція підлоги й т.п.).

13.6.2 Устаткування класу I

Устаткування, у якому захист від поразки електричним струмом забезпечується основною ізоляцією й з'єднанням відкритих провідних частин, доступних дотику, із захисним провідником стаціонарної проводки. У цьому випадку відкриті провідні частини, доступні дотику, не можуть виявитися під напругою при ушкодженні ізоляції після спрацювання відповідного захисту.

13.6.3 Устаткування класу II

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		82

Устаткування, у якому захист від поразки електричним струмом забезпечується застосуванням подвійної або посиленої ізоляції.

В устаткуванні класу II відсутні засоби захисного заземлення й захисні властивості навколишнього середовища не використовуються в якості заходу забезпечення безпеки.

13.6.4 Устаткування класу III

Устаткування, у якому захист від поразки електричним струмом заснована на живленні від джерела безпечної наднизької напруги й у якому не виникають напруги вище безпечної наднизької напруги.

На даному об'єкті використовується устаткування класу II.

13.7 Пожежна профілактика

Процес горіння

Горіння - швидкоминуча реакція окиснення, що супроводжується виділенням тепла й (звичайно) світла. Хімічна реакція горіння завжди є складною й складається з ряду елементарних хімічних перетворень.

Причинами вибухів і пожеж можуть бути не тільки халатний і недбалий обіг з відкритим вогнем, але й помилки в проектуванні, порушення технологічного процесу, несправність, перевантаження або неправильне обладнання електричних мереж, виробничого встаткування, розряди статичної електрики, несправність установок і систем.

13.7.1 Пожежна автоматична сигналізація

Пожежна сигналізація є важливим заходом запобігання великих пожеж. При відсутності пожежної сигналізації від моменту виявлення пожежі до виклику пожежних підрозділів проходить великий проміжок часу, що в більшості випадків приводить до повного охоплення приміщення полум'ям. Основне завдання автоматичної пожежної сигналізації - виявлення початкової стадії пожежі, передача повідомлення про місце й часу його виникнення й при необхідності включення автоматичних систем пожежогасіння.

У цей час найбільш часто використовують теплові, димові, світлові й звукові пожежні повідомлювачі.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		83

Запобігання розвитку пожежі здійснюється не тільки від швидкості його виявлення, але й від вибору засобів способів пожежогасіння.

13.7.2 Засоби гасіння пожеж

Для придушення процесу горіння можна знижувати зміст горючого компонента, окиснювача (кисню повітря), знижувати температуру процесу або збільшувати енергію активації реакції горіння.

Автоматичні стаціонарні установки пожежогасіння залежно від використовуваних вогнегасільних речовин підрозділяють на водяні, пінні, газові й порошкові. Найбільш широке поширення одержали установки водяного й пінного гасіння двох типів спринклерні й дренчерные.

На об'єкті використовуються сплинкерна система гасіння пожеж.

Спринклерна установка - найбільш ефективний засіб гасіння звичайних горючих матеріалів у початковій стадії розвитку пожежі. Спринклерні установки включаються в роботу автоматично при підвищенні температури в обсязі, що захищається, вище заданого межі. Уся система складається із трубопроводів, що прокладаються під стелею приміщення й спринклерних зрошувачів, розташовуваних на трубопроводах із заданою відстанню друг від друга.

Спринклерна установка спрацьовує над вогнищем пожежі, а дренчерная зрошує водою весь об'єкт, що захищається.

Вогнегасники є одним з найбільш ефективних первинних засобів пожежогасіння. Залежно від, що заряджається речовини вогнегасники підрозділяються на п'ять видів: водні, пінні, вуглекислотні, порошкові, хладоновые.

13.8 Виробнича санітарі

Основним завданням виробничої санітарії є вивчення причин, умов і виробничих факторів, що негативно впливають на здоров'я працюючих, підготовка заходів, спрямованих на попередження професійних захворювань, оздоровлення умов праці й підвищення його продуктивності. Відповідно до системи стандартів безпеки праці (ССБП) умови праці характеризуються

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		84

відсутністю або наявністю небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Небезпечним вважається фактор, вплив якого на працюючого може привести до травми, шкідливих - до захворювань. Обидві категорії небезпечних виробничих факторів можна підрозділити на чотири групи:

фізичні, до яких ставляться шум, пил, вібрація, жара, холод і ін.

Хімічні, які можуть викликати гострі й хронічні отруєння й ін.;

біологічні, що є причиною інфекційних захворювань.

психофізіологічні, які можуть викликати фізичні й нервові перевантаження

Залежно від ступеня впливу перерахованих факторів на працюючих будівельні роботи класифікують як важкі, шкідливі, особливо важкі й особливо шкідливі.

13.8.1 Температурний режим повітряного середовища робочих місць

Температурний режим повітряного середовища робочих місць у виробничих приміщеннях повинен відповідати вимогам діючих будівельних норм і правил.

Температура повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинна бути в межах від +17 до +22°C при легкій роботі й від +13 до +18°C при важкій роботі[15].

13.8.2 Виробниче освітлення. Норми освітленості приміщень і робочих місць

Освітлення має важливе санітарно-гігієнічне значення. Зі збільшенням ступеня освітленості підвищується продуктивність праці (іноді на 15 % і більш) і якість робіт, знижується виробничий травматизм і аварійність.

Висвітлення може бути природнім, штучним або змішаним. Штучне висвітлення підрозділяється на робоче, аварійне й охоронне, загальне й місцеве.

Найбільш сприятливим для здоров'я людини є природне висвітлення. Залежно від призначення приміщень і виду виконуваної роботи нормована освітленість приміщень може бути від 5 до 5000 лк[15]. Кращими джерелами

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		85

штучного світла є люмінесцентні лампи. При відключенні мережі для тимчасового висвітлення робочих місць можна використовувати аварійне висвітлення.

На данному об'єкті використовуються лампи ЛБ 80.

13.9 Перша медична допомога

При обмороженні, викликаному влученням рідкого фреону на шкіру: обережно розтирати обморожену ділянку стерильною ватяною кулькою або марлевою серветкою до появи чутливості й почервоніння шкіри;

після відновлення кровообігу й чутливості обтерти обморожене місце спиртом і накласти пов'язку із чистого бинта;

якщо на тілі утворилися пухирці, то шкіру не розтирати, а накрити обморожене місце пов'язкою із чистого бинта й направити потерпілого до лікаря;

при великих ураженнях обморожені місця не торкати, накласти стерильну пов'язку й негайно направити потерпілого до лікаря.

При влученні фреону в очі промити очі струменем води кімнатної температури під невеликим тиском, закапати в очі стерильне вазелінове масло; негайно звернутися до лікаря.

У приміщенні фреонової рефрижераторної установки повинна знаходитися аптечка для надання першої долікарської допомоги потерпілому, містить нашатирний спирт, соду харчову, мазь Вишневського або пенициллинову мазь, йод, бинт, вату, темні захисні окуляри "консерви", кисневу подушку з киснем.

13.10 Розрахункова частина

13.10.1. Освітлення:

Розрахувати систему штучного освітлення для приміщення вентиляційної камери.

Вихідні дані:

Довжина $L=9400$ мм;

Ширина $B=5150$ мм;

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$H_p=4450$ мм; - висота стель;

$H_p=1500$ мм; - висота від підлоги до робочої зони;

Розраховуємо площу приміщення:

$$S=L*B_m^2; \quad (13.1)$$

$$S = 9,4*5,15=48,41 \text{ м}^2;$$

Вибираємо тип джерела світла - люмінесцентні лампи;

Визначаємо висоту світильника над робочою зоною:

$$H_{\text{раб}} = H - h_{\text{раб}}\text{м}; \quad (13.2)$$

$$H_{\text{раб}}=4,450 - 1,5=2,95 \text{ м};$$

Визначаємо відстань між центрами світильників:

$L_k/H_{\text{раб}}=1,4$ - постійний коефіцієнт для люмінесцентних світильників; [16].

$$L_k=1,4* H_{\text{раб}}\text{м}; \quad (13.3)$$

$$L_k=1,4*2,95=4,13 \text{ м};$$

Визначаємо приблизне число світильників:

$$N=S/L_k^2 \text{ шт.}; \quad (13.4)$$

$$N = 48.41/17,057=2,83 \text{ шт.};$$

Ухвалюємо число світильників = 3 шт;

Визначаємо світловий потік світильників:

$$\Phi_{\text{л}}=(100*E_n*S*Z*K)/N*\eta_{\text{лм}}; \quad (13.5)$$

$$\Phi_{\text{л}}=(100*300*48.41*1.1*1.4)/3*41=18183.27 \text{ лм};$$

$E_n=300$ лк - нормаосвітлення; [16].

$Z=1,1$ - коэф. нерівномірності висвітлення; [16].

$K=1,4$ - коэф. запасу; [16].

N - число ламп;

$\eta=41\%$ - коэф. використання світлового потоку ламп; [16].

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ухвалюємо до установки лампи ЛБ 80 у кількості 4 шт. кожна з яких має світловий потік рівний 4320 лм;[16].

$$\Phi_{л}=4320*4=17280 \text{ лм.} \quad (13.6)$$

Визначаємо відхилення світлового потоку:

$$\Delta\Phi = [\Phi_{л} - \Phi_{л} / \Phi_{л}] * 100\% \quad (13.7)$$

$$\Delta\Phi = [(18183-17280)/18183]*100\%=4.96\%;$$

Рекомендується для виробничих приміщень відхилення світлового потоку в наступному діапазоні -10%...+20%[16].

Визначаємо потужність усієї системи висвітлення:

$$P=N*n*P_{л}, \text{Вт}; \quad (13.8)$$

$$P= 3*4*80=960 \text{ Вт};$$

де: N - число світильників;

n - число ламп;

$P_{л}$ - потужність однієї лампи;

13.10.2 Пожежобезпека:

13.10.2.1 Розрахувати кількість вогнегасників з вуглекислотою для приміщень наступного обсягу $V=215,42 \text{ м}^3$;

Розраховуємо кількість газового складу вуглекислоти:

$$G_{г}=1,25*G_{в}*V_{п}*K_{у}, \text{кг}; \quad (13.9)$$

$$G_{г}=1.25*0.7*215.42*1.5=282.75 \text{ кг};$$

$G_{в}=0,7 \text{ кг/м}^3$ - концентрація газового складу вуглекислоти; [15]

$K_{у}=1...2$ - коэф. враховуючий особливість газообміну проникнення вуглекислоти через щілини, нещільності; [15]

Розраховуємо кількість балонів:

$$N_{б}^{\text{расч}}=G_{г}/(V_{б}*ρ*α_{п}) \quad (13.10)$$

$$N_{б}^{\text{расч}}=282,75/(40*0,625*1)=11,31 \text{ шт};$$

$V_{б}=40 \text{ л}$ - обсяг 1- го балона; [15]

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$\rho=0,625$ кг/л - щільність способу гасіння; [15]

$\alpha_n=1$ - коэф. наповнення балона (100%);[15]

ухвалюємо число балонів =12 шт.;

13.10.2.2 Розрахувати кількість водяних сплинкерних розеток для приміщення венткамери $S=48.41$ м²;

Розраховуємо кількість розеток:

$$n=S/S'\text{шт.}; \quad (13.11)$$

$$n =48.41/12=4.03 \text{ шт.};$$

$S=48,41$ м² - площа приміщення;

$S'=12$ м² - площа зрошувана однієї розеткою; [15].

n - кількість розеток;

приймаємо кількість розеток = 4 шт.;

Визначаємо витрату води на пожежогасіння:

$$G=n*G_p*(3600/1000)\text{м}^3/\text{год}; \quad (13.12)$$

$$G =4*30*(3600/1000)=432 \text{ м}^3/\text{год};$$

$G_p=30$ м³/год - витрата через 1 розетку; [15]

13.10.2.3 Вентиляція:

Розрахувати продуктивність системи вентиляції в приміщенні із заданими параметрами з обліком максимального розташування робочих місць з устаткуванням.

Вихідні дані:

Довжина $L=9400$ мм;Ширина $B=5150$ мм;

$H_p=4450$ мм; - висота стель;

Обсяг приміщення:

$$V=L*B*H_p,\text{м}^3; \quad (13.13)$$

$$V =9.4*5.15*4.45=215.42 \text{ м}^3;$$

Визначаємо витрату повітря при потраплянні в приміщення надлишків тепла:

$$L=\Sigma Q/[C_{\text{повіт}}*\rho_{\text{повіт}}*(t_{\text{уд}}-t_{\text{пр}})];(12.14)$$

						Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	

ΣQ - сумарне тепло;

У приміщенні 1 людина і 1 установка центрального кондиціонера;

Теплоємність повітря $C_{\text{повіт}} = 1$ кДж/кг; [6]

Щільність $\rho_{\text{повіт}} = 1,2$ кг/м³; [6]

$t_{\text{уд}} = 24^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{пр}} = 20^{\circ}\text{C}$; $\Delta t = 4^{\circ}\text{C}$;

$$Q_{\text{осн}} = V_{\text{пом}} * 20; \quad (13.15)$$

$$Q_{\text{осн}} = 215,42 * 20 = 4308,4 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{обор}} = n * q_{\text{ц.к.}} \text{ Вт}; \quad (13.16)$$

$$Q_{\text{обор}} = 1 * 2000 = 2000 \text{ Вт};$$

$q_{\text{л}} = 170$ Вт; [6]

$$Q_{\text{люд}} = n * q_{\text{л}} \text{ Вт}; \quad (13.17)$$

$$Q_{\text{люд}} = 1 * 170 = 170 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{осв}} = S_{\text{пом}} * 10, \text{ Вт}; \quad (13.18)$$

$$Q_{\text{осв}} = 48,41 * 10 = 484,1 \text{ Вт};$$

$$L = (4308,1 + 2000 + 170 + 484,1) / 1 * 1,2 * (24 - 20) = 6,96 / 4,8 = 1,45 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$L = 1,45 * 3600 = 5235 \text{ м}^3/\text{год};$$

Потужність електродвигуна вентилятора:

$$N = (K * L * H * 10^{-6}) / (3,6 * \eta_{\text{вент}} * \eta_{\text{прив.}}), \text{ кВт}; \quad (13.19)$$

$K = 1,05 \dots 1,5$ - коэф. запасу; [16]

$H = 300$ Па; - опір; [16]

$\eta_{\text{вент}} = 0,6$; [16]; $\eta_{\text{прив.}} = 0,95$; [16]

$$N = (1,2 * 5235 * 300 * 10^{-6}) / (3,6 * 0,6 * 0,95) = 0,92 \text{ кВт};$$

13.11 Висновок:

У цій частині дипломного проекту були викладені вимоги до об'єкта виходячи з вимог по охороні праці. Створені умови повинні забезпечити комфортні умови в розважальному комплексі. Були проведені розрахунки вентиляційної системи, розрахунки оптимального освітлення виробничого

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

приміщення, а також розрахована система пожежогасіння кількість сплинкерних розеток і вогнегасників. Дотримання умов, що визначає оптимальні параметри дозволить зберегти гарну працездатність персоналу протягом усього робочого дня, підвищить як у кількісному, так і в якісному відносінах продуктивність їх праці, а також відобразиться на створенні комфортних умов для відвідувачів.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		91

14 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

14.1 Економічне обґрунтування проекту.

Система кондиціонування повітря вимагає створення досить складних устроїв, що істотно впливають на вартість будівництва й експлуатаційні видатки. У зв'язку із цим техніко-економічна оцінка СКП завжди становить інтерес для замовника. Така оцінка виконується не тільки в процесі проектування, але й на перед проектної стадії, що особливо важливо для вибору того або іншого варіанта системи або для рішення питання про доцільність устрою СКП у тих випадках, коли будівельні норми вимагають обґрунтування для проектування усередині будинку повітряного середовища з оптимальними параметрами.

Метою проекту системи кондиціонування повітря (СКП) є:

Підвищення комфортності праці персоналу а також відвідувачів комплексу.

За допомогою спроектованої СКП можна створити, автоматично підтримувати та регулювати задані параметри мікроклімату приміщень. При цьому чим більше коло підтримки і регулювання параметрів, чим більше їх наближеність до оптимальних сполучень, тим складніше та дорожче обслуговуючий процес.

Основні економічні вимоги до проекту укладаються в наступному: мінімальна вартість устаткування й будівельно-монтажних робіт, тривалий термін служби, максимально можлива економія електроенергії, води, тепла й особливо дорогого холоду.

СКП комфортного призначення розраховуються на підтримку параметрів повітря в кондиціонованих приміщеннях, оптимальних для самопочуття людей, що перебувають у них. Параметри визначаються умовами тепло- і вологообміну, які, у свою чергу залежать від характеру виконавчої ними роботи, нервової напруги, одягу, а також температури, вологості й швидкості руху навколишнього повітря й інших факторів.

При виборі параметрів повітря в приміщенні необхідно враховувати, що

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		92

вартість устаткування й експлуатація СКП не виправдано збільшиться, якщо обрані значення температури й відносної вологості будуть завищені для холодного періоду року й занижені для теплого.

У дипломному проєкті передбачається спроектувати систему кондиціонування в логістичному центрі м. Одеса із центральним кондиціонером з рециркуляцією.

У даному розрахунку ми маємо вихідні дані, які необхідно підтримувати, апарати й машини, а також витрати на електроенергію на приводи вентилятора, електродвигуна, компресора, насосів для подачі холодильного агента й води, все це вимагає необхідні грошові витрати. Знаючи ці витрати по апаратах і всі інші витрати, ми знаходимо шляхи зниження цих витрат, розглядаючи використання різних, більше ефективних апаратів і машин, а також режимів їхньої роботи, оптимізацію й автоматизацію даної системи, способу регулювання роботи системи кондиціонування повітря (теплий, перехідний) з різними режимами роботи, що при якісному підході до розрахунків і в пошуку варіантів, може дати економічний ефект (зниження витрат на систему, наступний монтаж, налагодження, експлуатацію, ремонт, а також енерговитрати) на 20% менше, ніж типові проєкти для аналогічних об'єктів і їхніх параметрів.

Система кондиціонування повітря необхідна для підтримки необхідних параметрів повітря в приміщенні, незалежних від зовнішніх впливів (температури, вологовмісті, випромінюванні) і внутрішніх (теплоприпливи від устаткування, від людей, освітлення), які б сприяли створенню мікроклімату в приміщенні, необхідного по санітарно-гігієнічних нормах для нормального функціонування людського організму.

Проектована система кондиціонування повітря повинна забезпечувати комфортні умови для людей, що знаходяться в розважальному комплексі.

Капітальні вкладення на створення СКП складаються з витрат, пов'язаних з придбанням устаткування, вартості виробничої площі, на якій воно розміщується, витрат на будівельні й монтажні роботи.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

14.2 Визначення мети й результатів проекту.

14.2.1 Цілями створення даного проекту є:

1. автоматизація проектування СКП у логістичному центрі;
2. здійснення легкого доступу до системи кондиціонування;

Організаційне обґрунтування проекту.

14.2.2 Класифікаційна оцінка проекту:

- клас - монопроект, тому що проект орієнтований на певне середовище застосування;

- тип - техніко - економічний, тому що характеризується показниками швидкості, продуктивності, зниженням собівартості, збільшенням продуктивності роботи;

- вид - комбінований, тому що містить дослідницький, інноваційний і ін. види;

- тривалість - короткостроковий, тому що створюється за порівняно малі строки;

- по ступені складності СКП комплексу може бути віднесений до 3-її групи складності ;

рівень - локальний:

14.3 Фактори впливу на проект

Навколишнє середовище проекту - сукупність зовнішніх і внутрішніх факторів, що роблять вплив на проект:

Внутрішні фактори: помилки проектування, недолік матеріалів, зміни технології (поява нових технологій кондиціонування, більше раціональних).

Зовнішні фактори: соціальні (зміни в перевагах), політичні (політичні реформи, зміна влади й т.д.).

Проект не відокремлений від навколишніх умов, тому необхідно заздалегідь вивчити об'єкт і його навколишнє середовище .

Результатом готового проекту буде розроблена програма, що здійснює розробку СКП.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		94

Таблиця 14.1 Життєвий цикл проекту

Етапи виконання проекту	Орієнтовані строки
Постановка завдань	7 днів
Визначення складу	5 днів
Збір необхідної інформації для проекту	6 днів
Аналіз інформації	14 днів
Вибір коштів	3 дні
Розробка загального опису процесу	7 днів
Розробка структури програми	7 днів
Аеродинамічний розрахунок	20 днів
Підбор обладнання	10 днів
Комплексне налагодження завдань	7 днів
Експериментальна експлуатація	6 днів
Оформлення документації	14 днів
Впровадження	3 дні

14.4 Життєвий цикл проекту.

Життєвий цикл проекту - послідовність фаз проекту, що задається виходячи з потреб керування проектом.

Будь-який проект проходить через певні етапи у своєму розвитку. Стадії життєвого циклу проекту можуть різнитися залежно від сфери діяльності й прийнятої системи організації робіт. Однак, у кожного проекту можна виділити початкову (передінвестиційну) стадію, стадію реалізації проекту й стадію завершення робіт із проекту. Це може здатися очевидним, але поняття життєвого циклу проекту є одним з найважливіших для керівника проекту, оскільки саме поточна стадія визначає завдання й види діяльності,

використовувані методики й інструментальні засоби.

Життєвий цикл проекту має 4 фази:

1. формулювання проекту,
2. планування,
3. здійснення,
4. завершення.

1. Формулювання проекту. Цей етап має на увазі функцію ініціації проекту. На цьому етапі ідея проекту знаходить "текстуальне" втілення, проводиться вивчення проблеми і пошук джерел фінансування. Ефективне дослідження теми й фондів допоможе спланувати виконання проекту і його бюджет.

До фази формулювання проекту відноситься: постановка завдань; визначення складу.

2. Планування. Планування в тому або іншому виді проводиться в перебігу всього строку реалізації проекту. На самому початку життєвого циклу проекту звичайно розробляється неофіційний попередній план - грубе представлення про те, що буде потрібно виконати у випадку реалізації проекту. Розв'язок про фінансування проекту в значній мірі ґрунтується на оцінках попереднього плану. Формальне й детальне планування проекту починається після ухвалення рішення про його реалізацію. Визначаються ключові крапки проекту, формулюються завдання і їх взаємна залежність. Як правило план проекту не залишається незмінним, і в міру здійснення проекту зазнає постійному коректуванню з урахуванням поточної ситуації.

До фази планування проекту відноситься: Збір необхідної інформації для проекту; Аналіз інформації; Вибір коштів; Розробка загального опису процесу; Розробка структури програми;

3. Здійснення. Після твердження формального плану на керівника проекту лягає завдання по його реалізації. У міру здійснення проекту керівник повинен постійно контролювати хід робіт. Контроль полягає в зборі

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

фактичних даних про хід робіт і порівняння їх із плановими. На практиці відхилення між

плановими й фактичними показниками трапляються завжди. Тому, завданням

керівника є аналіз можливого впливу відхилень у виконаних обсягах робіт на хід реалізації проекту в цілому й у виробленні відповідних управлінських розв'язків.

До фази здійснення проекту відноситься: Аеродинамічний розрахунок; Підбор обладнання; Комплексне налагодження завдань.

4. Завершення. Проект закінчується коли минає його строк і досягнуті поставлені перед ним мети. Іноді закінчення проекту буває раптовим і передчасним, як у тих випадках, коли ухвалюється розв'язок припинити проект до його завершення за графіком . Як б то ні було, але коли проект закінчується, його керівник повинен виконати ряд заходів, що завершують проект. Їхній конкретний набір залежить від характеру самого проекту. Якщо в проекті використовувалося встаткування, треба зробити його інвентаризацію й, можливо, передати його для нового застосування. У випадку підрядних проектів треба визначити, чи задовольняють результати умовам підряду або контракту. Особливу увагу керівник проекту повинен звернути на підготовку заключного звіту.

До фази завершення проекту відноситься: Експериментальна експлуатація; Оформлення документації; Впровадження.

14.5 Маркетингове обґрунтування проекту.

Споживачі відрізняються один від одного по різних параметрах, їхньої потреби, ресурси, звички, культура, відповідно, відрізняються і їхні споживчі інтереси й можливості. Тому може бути проведене сегментування ринку - це групування покупців залежно від прийнятого критерію. У цей час, на ринку кондиціонування й системи вентиляції й опалення України склалася важка обстановка. Вона обумовлена, з одного боку, наявністю добре розробленого встаткування для забезпечення комфортних умов кондиціонування всіх відомих

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		97

світових фірм, таких як: „Вега” , „Sistemaer” , „Clivet” , з іншого боку,

відсутністю законів, що захищають авторські права розроблювачів. Все це в

цілому не сприяє розвитку вітчизняних фірм. Але залишається певний сектор

ринку, у якому є можливість для роботи. Це виробництво апаратів, холодильних машин і т.д.

Для забезпечення необхідних параметрів повітря в приміщенні застосовують центральну систему кондиціонування повітря . ЦСКП мають наступні переваги:

- можливістю ефективно підтримка заданої температури й відносної вологості повітря в приміщенні;
- зосередженням обладнання, що вимагає систематичного обслуговування й ремонту в малій кількості місць або навіть в одному місці;
- можливостями організації ефективного шумо й віброгасіння;
- не займають корисного обсягу приміщення, тому що розташовуються в основному в підвалі чи на даху.

За допомогою СКП приналежній акустичній обробці повітряводів, обладнання глушителей шуму й гасителей вібрацій можна досягти найбільш низьких рівнів шуму в приміщеннях і обслуговувати так само, як радіо й телевізійних студій.

Центральні системи мають деякі недоліки. Основним, з яких є необхідність проведення складних монтажних-будівельних робіт з установки кондиціонерів, прокладки повітряводів і трубопроводів, внаслідок чого застосування ЦСКП в існуючих будинках іноді стає неможливо. При центральних системах з розгалуженими повітряводами ускладнюється акустична ізоляція одних приміщень від інших і стає також гнучким регулюванням температури й вологості в окремих приміщеннях.

ЦСКП у цьому випадку працює з рециркуляцією. По цьому систему проектуємо з подачею змінних обсягів зовнішнього й рециркуляційного

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

повітря. У цьому випадку для рециркуляції повітря ухвалюють самостійний вентилятор. Розміщення в межах одного будинку СКП рекомендується для взаємозамінності поєднувати попарно по припливним і рециркуляційним повітряводах. Зрошувальні форсуночні камери є досить економічними й ефективними тепломасообмінними апаратами. До переваг зрошувальних камер відносяться:

- велика техніко-економічна універсальність ;
- висока термодинамічна ефективність процесів обробки повітря водою;
- порівняльна простота конструкції, мала маса й незначна вартість;
- високий ступінь стандартизації вузлів і деталей;
- порівняно малий аеродинамічний опір.

На ряді із цим камери зрошення мають рядом недоліків, такими як можливість засмічення форсунок; можливість розмноження бактерій у воді, а також віднесення солей тимчасової твердості, що втримується у воді в кондиціоноване приміщення. Зрошувальні камери мають більші габарити, є необхідність у допоміжних водяних баках, водяних насосах і іншому встаткуванні. Істотним недоліком є підвищена витрата енергії на подачу й розпил води.

Проектована система кондиціонування повітря повинна забезпечувати комфортні умови для робітників і відвідувачів, що перебувають у розважальному комплексі.

Для зменшення витрат на тепло й холод, будемо застосовувати рециркуляцію. Нерідке застосування поверхневих повітроохолоджувачів дозволяє заощаджувати холод і тепло, тому що з їхньою допомогою процес охолодження й осушки повітря до заданого граничного вологовмісту можна закінчити практично при будь-якій відносній вологості повітря, у той час, як обробка повітря в камерах зрошення закінчується при високій відносній вологості для зниження останньої потрібен вторинний підігрів повітря.

Застосовуючи фільтр для очищення повітря, слід установлювати його в тих частинах кондиціонерів, через які проходить усе оброблюване повітря.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		99

Крім задоволення санітарно-гігієнічних вимог фільтрації повітря, як правило, економією засобів на прбєрання приміщень і зменшенням зношування технологічного встаткування, що перебуває в комплексі.

14.6 Економічний розрахунок витрат

14.6.1 Розрахунки капітальних витрат:

Капітальні вкладення - це одноразові витрати на створення системи кондиціювання повітря.

Капітальні вкладення на обладнання включають:

$$K_{об} = K_{вар} + K_{т} + K_{м} + K_{пр} + K_{буд}, \text{ грн} \quad (14.1)$$

де $K_{вар}$ - вартість устаткування, грн;

$K_{т}$ - транспортні витрати (можна прийняти 10% від загальної вартості устаткування);

$K_{м}$ - витрати на монтажні роботи (можна прийняти 20% від вартості устаткування) ;

$K_{пр}$ - вартість проектних робіт можна прийняти 15% від вартості устаткування.

$K_{буд}$ - капітальні вкладення на будівництво;

$$K_{буд} = C_{п} * F, \text{ грн;} \quad (14.2)$$

$C_{п}$ - питома вартість будівельних робіт, грн/м²;

F - площа, займана обладнанням (включаючи проходи для обслуговування), м²;

$$K_{буд} = 100 * 48,41 = 4841 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків зводяться в таблицю 13.2

14.6.2 Розрахунки експлуатаційних витрат:

14.6.2.1 Вартість річної витрати допоміжних матеріалів:

$$C_{м} = C_{м1} + C_{м2}, \text{ грн;} \quad (14.3)$$

де $C_{м1}$ - вартість річної витрати хладагента на поповнення системи, грн;

$C_{м2}$ - вартість, що витрачається за рік фільтруючого матеріалу, грн.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$C_{M1}=0,1 \cdot V \cdot C_{x.a}, \text{грн}; \quad (14.4)$$

Де: 0,1-10% від обсягу заповнення системи;

V- обсяг хладагента , що заправляється в систему ,кг;

$C_{x.a}$ - вартість 1 кг хладона ,грн;

$$C_{M1}=0,1 \cdot 10 \cdot 232,3=232,3 \text{грн.};$$

$$C_{M2}=\frac{\tau \cdot F \cdot C_{\text{м}}}{t_{\text{cp}}}, \text{ грн.}; \quad (14.5)$$

Де: τ - тривалість роботи фільтра за рік годин;

F- робоча поверхня фільтруючого матеріалу, м^2 ;

$C_{\text{м}}$ - вартість 1 м^2 фільтруючого матеріалу, грн;

t_{cp} - тривалість роботи фільтруючого матеріалу, годин;

$$C_{M2}=\frac{3650 \cdot 23,3 \cdot 14}{1920} = 620,12 \text{ грн};$$

$$C_{\text{м}}=232,3+620,12=852,42 \text{ грн};$$

14.6.2.2 Вартість річної витрати електроенергії:

$$C_e=0,7N_y \cdot T_e \cdot C_e, \text{грн}; \quad (14.6)$$

N_y - сумарна встановлена потужність , кВт;

T_e - кількість годин роботи за рік , год/рік;

C_e - плата за 1 кВт/год споживаної електроенергії , грн/кВт;

0,7 - середнє значення коефіцієнта використання потужності;

$$N_y= N_{\text{уст.1}} + N_{\text{уст.2}} \quad (14.7)$$

$N_{\text{уст}}$ - потужність установки , кВт;

$$N_e=18,5+31,2 =49,7 \text{ кВт};$$

$$C_e=0,7 \cdot 0,3 \cdot 49,7 \cdot 4380=45 \text{ 714 грн};$$

14.6.2.3 Вартість річних витрат на воду:

$$C_B=B \cdot t_y \cdot C_B \cdot 10^{-3}; \quad (14.8)$$

B - витрата води на підживлення, $\text{м}^3/\text{год}$;

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		101

t_3 - кількість годин роботи в режимі зволоження;

C_B - ціна 1 м³ води.

$$C_B = 288 \cdot 8760 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 3785 \text{ грн};$$

14.6.2.4 Вартість річних витрат на сервісне обслуговування кондиціонерів:

Кондиціонер вимагає обов'язкового сервісного обслуговування, яке проводиться два рази на рік. Вартість обслуговування установки й плановий ремонт становить 5 - 7% від вартості устаткування. Сума річних витрат на сервіс складе 23 809 грн.

14.6.2.5 Амортизаційні відрахування:

Амортизаційні відрахування складають 20% від вартості обладнання:

$$C_a = 0,2 \cdot 476\,180 = 95\,236 \text{ грн.} \quad (14.9)$$

Інші відрахування приймаємо 3% від суми експлуатаційних витрат:

$$C_{пр.} = 0,03 \cdot 47\,566,5 = 428,1 \text{ грн.} \quad (14.10)$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 14.3

14.6.3 Розрахунки строку окупності капітальних вкладень

Після того як була встановлена система кондиціонування повітря працездатність робітників збільшилася, поменшала частота захворювання. У зв'язку із цим і збільшився прибуток центру. Вона склала 230000 грн. Отже, строк окупності капітальних вкладень складе:

$$T = \frac{K}{\Pi}, \text{ років}; \quad (14.11)$$

де: K - капітальні витрати, грн.;

Π - збільшення прибутку, грн.;

$$T = \frac{695\,300}{230000} = 3,02 \approx 3 \text{ роки};$$

13.6.4 Економічна ефективність СКП :

$$e = \frac{\dot{I}}{\dot{E}}; \quad (14.12)$$

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		102

$$e = \frac{230000}{695300} = 0,33;$$

Таблиця 14.2 Розрахунки капітальних вкладень

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн	Одиниці виміру	Кількість одиниць	Загальна вартість обладнання, грн
«ВЕЗА» КЦКП-31,5	105500	шт.	1	105 500
ККБ LENNOX AIRCUBE KSKK 112D	328000	шт.	1	328 000
Бляшані повітряводи	180	м.	186	33 480
Повітророзподільні решітки	575	шт.	16	9 200
Усього вартість обладнання				476 180
Транспортні витрати				47 618
Витрати на монтажні роботи				95 236
Вартість проектних робіт				71 427
Вартість будівельних робіт				4841
УСЬОГО капітальних вкладень				695 300

Таблиця 14.3 Розрахунки експлуатаційних витрат

Найменування статей витрат	Величина
Допоміжні витрати, грн/рік	852,42
Вартість річної витрати електроенергії, грн/рік	45 714
Вартість річних витрат на сервісне обслуговування й ремонт, грн/рік	23 809
Амортизаційні відрахування, грн/рік	95 236

Інші витрати, грн/рік	428,1
УСЬОГО експлуатаційні витрати, грн/рік	166 040

Таблиця 14.4 Показники економічного проекту

ПОКАЗНИКИ	Проект
Продуктивність по повітрю, м ³ /год.	31 000
Холодопродуктивність, кВт	112
Встановлена потужність, кВт	49,7
Капітальні вкладення, грн.	695 300
Споживання електроенергії, кВт*г/рік	217686
Річні експлуатаційні витрати, грн.	166 040
Економічна ефективність СКП	0,33
Строк окупності капітальних вкладень, рік	3

15 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Підвищення стійкості об'єкту логістичного центру в умовах надзвичайної ситуації.

15.1 Вступ

Надзвичайна ситуація - обстановка на об'єкті або на певній території, склавшася в результаті аварій, катастроф, стихійних і екологічних нещасть, епідемій, які можуть привести або вже привели до значного збитку, людських жертв і порушенню умов життєдіяльності.

Надзвичайні ситуації за походженням поділяють на такі: Надзвичайні ситуації природного характеру; небезпечне природне явище; надзвичайні ситуації техногенного характеру; потенційно небезпечний об'єкт; аварія; катастрофа; надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру; надзвичайні ситуації воєнного характеру.

Стійкість роботи об'єкта – це здатність його в надзвичайних ситуаціях випускати продукцію у запланованому обсязі, необхідної номенклатури і відповідної якості, а у випадку впливу на об'єкт уражаючих факторів, стихійних лих та виробничих аварій – у мінімально короткі строки відновити своє виробництво. Залежить вона від таких основних факторів: розміщення об'єкта відносно великих міст, об'єктів атомної енергетики, хімічної промисловості, гідротехнічних споруд, військових об'єктів та ін.; природно-кліматичних умов, технології виробництва; надійності захисту працюючих, населення від впливу уражаючих факторів, наслідків стихійних лих і виробничих аварій, катастроф; надійності системи постачання об'єкта всім необхідним для виробництва продукції (поливом, мастилом, електроенергією, газом, водою, запасними частинами, технікою та ін.); здатності інженерно-технічного комплексу протистояти надзвичайним ситуаціям; стійкості управління виробництвом і ЦЗ, психологічної підготовленості керівного складу, спеціалістів і населення до дій в екстремальних умовах; навченості керівного складу ЦЗ об'єкта і населення правильно виконувати комплекс заходів цивільного захисту; масштабів і ступеня вражаючої дії стихійного

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		105

лиха, виробничої аварії, катастрофи чи зброї і підготовленість об'єкта до ведення рятувальних та інших невідкладних робіт для відновлення порушеного виробництва. Дані фактори визначають і основні вимоги стійкості роботи об'єктів у надзвичайних ситуаціях та шляхи її підвищення.

Більш підготовленими до стійкої роботи будуть ті об'єкти, які реально оцінять фактори, їх несприятливий вплив на виробництво і розроблять відповідні заходи. Зачасне ведення організаційних, агрохімічних, агротехнічних, інженерно-технічних, та інших заходів максимально знизить результати впливу уражаючих факторів мирного і воєнного часу і створить сприятливі умови для швидкої ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

15.2 Основні напрямки підвищення стійкості роботи розважального комплексу в надзвичайних ситуаціях.

На основні вивчення факторів, які впливають на стійкість роботи об'єктів, і оцінки стійкості елементів проти уражаючих факторів ядерної, хімічної і біологічної зброї, стихійних лих і виробничих аварій, необхідно завчасно організувати і провести організаційні, інженерно-технічні й технологічні заходи для підвищення стійкості роботи.

Здійснення організаційних заходів передбачає завчасну підготовку всіх структур цивільного захисту, служб і формувань до надзвичайних ситуацій.

Вжиттям технологічних заходів підвищується стійкість роботи об'єктів шляхом змінювання технологічних процесів, режимів, можливих в умовах надзвичайних ситуацій.

Інженерно-технічні заходи мають забезпечити підвищену стійкість виробничих споруд, технологічних ліній, устаткування, комунікацій об'єкта до впливу уражаючих факторів під час надзвичайних ситуацій.

При проведенні цих заходів необхідно врахувати конкретні умови об'єкта народного господарства. Проте є загальні організаційні інженерно-технічні заходи, які мають проводитись на всіх об'єктах.

15.2.1 Забезпечення захисту людей та їх життєдіяльності в умовах надзвичайної ситуації.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		106

Для повноцінного захисту людей необхідно створити на об'єкті надійну систему оповіщення про загрозу нападу противника, радіоактивного забруднення, хімічного і біологічного зараження, стихійного лиха і аварії. Організувати розвідки і спостереження за радіоактивним забрудненням, хімічним і біологічним зараженням; гідрометеорологічне спостереження за рівнем води, напрямком і швидкістю вітру, рухом і поширенням хмари радіоактивного забруднення, СДЯВ і ОР.

А також необхідно виконати наступні заходи:

- 1) Створити фонд захисних споруд ЦО, запасів засобів індивідуального захисту і забезпечення своєчасної видачі їх.
- 2) Провести завчасну підготовку до масової санітарної обробки населення і зневаження одягу, організація взаємодії з установами охорони здоров'я для медичного обслуговування населення у надзвичайних ситуаціях.
- 3) Організувати підготовку до евакуації населення, розміщеного в зонах можливих руйнувань і катастрофічного затоплення. Провести завчасну підготовку місць евакуації, організацію прийому евакуйованого населення на територію населених пунктів.
- 4) Забезпечити постачання населення продуктами харчування, питною водою, предметами першої необхідності; комунальне побутове обслуговування з урахуванням проведення евакуаційних заходів, забезпечення захисту продовольчих запасів.
- 5) Організувати навчання персоналу способам захисту, надавання першої допомоги, практичним діям в умовах надзвичайних ситуацій, морально-психологічна підготовка населення для виживання.
- 6) Забезпечити чіткої інформацією про обстановку та правила дій і поведінки населення в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

15.2.2 Захист цінного й унікального устаткування на об'єкті.

Захистити цінне і унікальне устаткування у розважальному комплексі досягається завдяки проведенню інженерно-технічних заходів. Щоб зменшити

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		107

небезпеку пошкодження і руйнування цінного і унікального устаткування, техніки з програмним керуванням, та іншого устаткування.

Варіантами такого захисту є розміщення зазначеного устаткування в заглиблених приміщеннях а також використання спеціальних захисних пристосувань, закріплення устаткування на фундаментах, застосування контрфорсів для підвищення стійкості проти перекидання обладнання.

15.2.3 Підвищення стійкості мереж комунального господарства.

Для забезпечення стійкості роботи об'єкту розважального комплексу необхідно провести інженерно-технічні заходи на мережах комунального господарства з метою захисту джерел тепла із заглибленням у ґрунт комунікацій. Котельні слід розміщувати в спеціальному окремо розміщеному приміщенні.

Якщо об'єкт одержує тепло з міської теплоцентралі, необхідно провести заходи для забезпечення стійкості трубопроводів і роздільних пристроїв, підведених до об'єкта.

Теплова мережа має будуватися за кільцевою системою з прокладанням труб у спеціальних каналах зі з'єднанням паралельних ділянок. Для відключення пошкоджених ділянок мають бути встановлені запірно-регулюючі засувки, вентиля та ін. ці пристосування необхідно розміщувати в оглядових колодязях, на території, що не завалюється при руйнуванні будівель.

Система каналізації має будуватись окремо: одна для дощових, друга для промислових і господарських вод. На об'єкті має бути не менше двох видів з

підключенням до міських каналізаційних колекторів, а також виводи і колодязі з аварійними засувками на об'єктових колекторах з інтервалом 50 м на території, що не завалюється, для аварійного скидання неочищеної водив найближчі штучні природні заглиблення.

15.2.4 Забезпечення стійкості роботи паливно-енергетичного комплексу і водопостачання.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		108

Для забезпечення стійкості комплексу необхідно створити резерв енергетичних потужностей за рахунок автономних пересувних електростанцій, а також місцевих джерел електроенергії. Підготовка автономних електростанцій до роботи за спеціальним режимом (графіком) для забезпечення технологічних процесів, для яких неможливі тривалі перерви в електропостачанні.

З метою попередження аварій на електричних мережах необхідно установити автоматичну систему відключення при виникненні перенапруги. Повітряні лінії електропостачання замінити підземно-кабельні.

Необхідно створити необхідні запаси (резерви) паливно-мастильних матеріалів та інших видів палива й організація їх безпечного зберігання.

Щоб не допустити зупинки комплексу через дефіцит палива, необхідно підготуватись для роботи на різних видах палива: нафта, вугілля, газ.

Для підвищення стійкості забезпечення водою слід провести такі заходи. Необхідно створити основні і резервні джерела водопостачання. Як резервне джерело краще мати артезіанську свердловину, яку необхідно підключати до системи водопостачання. Крім того, воду можна брати з близько розміщеної природної водойми або спорудити штучну водойму чи резервуари з обладнанням пристроїв для збору і перекачування води.

Всі ділянки водопостачання повинні бути заглиблені в ґрунт з обладнанням пожежних гідрантів і пристроїв для відключення пошкоджених ділянок. Локальні мережі водопостачання окремих великих підприємств варто з'єднати із загальноміською системою водопостачання в єдине кільце.

Підвищенню стійкості забезпечення водою на об'єкті сприяє подавання води безпосередньо в мережу поза водонапірними баштами, спорудження обвідних ліній для подання води поза пошкодженими спорудами. Необхідне завчасне вжиття заходів захисту водо джерел, водопровідних споруд, свердловин і шахтних колодязів від забруднення радіоактивними речовинами, зараження хімічними і біологічними засобами.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		109

15.2.5 Стійкість роботи автотранспортної та іншої техніки, технологічного обладнання і механізмів. Провести організацію своєчасного оповіщення гаража, технічного парку, їх керівників, водіїв, механізаторів про загрозу надзвичайної ситуації.

Організувати підготовку автотранспортної техніки до проведення робіт в умовах радіоактивного забруднення, хімічного, біологічного зараження і світломаскування. Забезпечити пристосування і використання всіх видів транспортних засобів для евакуації людей і перевезення потерпілих.

Провести розробку заходів з метою пристосування автотранспортної, іншої техніки для виконання завдань ЦО.

Провести розробку пристосувань і технологічних процесів для потужностей тракторів і автомобілів з метою приведення в дію електрогенераторів і технологічного обладнання, насосів для подачі води до місця споживання зі свердловин, відкритих водойм і шахтних колодязів.

Забезпечити підготовку всієї техніки для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у надзвичайних умовах мирного і воєнного часу.

15.2.6 Забезпечення стійкої роботи об'єкта в умовах надзвичайної ситуації. Для забезпечення нормальної роботи розважального комплексу необхідні електроенергія, паливо, та інші матеріально-технічні засоби. Забезпечення об'єкту цими ресурсами дасть можливість працювати в надзвичайних умовах мирного та воєнного часу. Тому повинні проводитись такі заходи, які б забезпечили стійкість постачання і сприяли підвищенню захисту мережі електро-, водо-, газопостачання, транспортних комунікацій і джерел постачання всім необхідним для забезпечення функціонування галузей господарства в надзвичайних умовах.

З метою попередження аварій на електричних мережах необхідно встановити автоматичну систему відключення перенапруги. Повітряні лінії електропостачання слід замінити на підземно кабельні.

Для безперебійного забезпечення газом, газові мережі необхідно підводити до об'єкта з двох напрямків, які мають бути з'єднані в єдине кільце

						Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	

з обладнанням для можливого дистанційного автоматичного управління й у разі необхідності відключення пошкоджених ділянок.

Запас резервних матеріалів необхідно розраховувати на такі строки роботи комплексу за які можливе відновлення регулярного постачання.

15.2.7 Забезпечення збереження й відновлення будівель і споруд.

Для забезпечення стійкості споруд необхідно оцінити можливі ступені руйнування будівель і споруд розважального комплексу. Визначити обсяг невідкладних ремонтних робіт, потреби в будівельних матеріалах.

Провести розрахунок сил і засобів для проведення невідкладних ремонтних та інших робіт по забезпеченню їх стійкості.

Необхідно створити і підготувати формування для ремонтно-відновних, будівельних та інших робіт на об'єкті. При будівництві нових будівель і захисних споруд врахувати вимоги ЦО. Розробка комплексу протипожежних заходів, які включали б можливість виникнення масових пожеж.

15.2.8 Забезпечення надійності системи управління та зв'язку.

Організувати захищений пункт управління, оснащення його засобами зв'язку, які б дали можливість швидко доводити сигнали ЦО при виникненні надзвичайної ситуації до всіх підрозділів.

Розробити документи, які регламентують чіткі дії персоналу для забезпечення сталої роботи об'єкта в надзвичайних умовах. Підготовка необхідного резерву кадрів спеціалістів, механізаторів і керівних працівників для зміни тим, які будуть мобілізовані. Провести планування збору даних про обстановку, передачу команд і розпоряджень в умовах впливу на об'єкт уражаючих факторів. Організувати використання радіо засобів, телефонного

зв'язку, посильних для зв'язку з віддаленими населеними пунктами, підрозділами, а також з колонами евакуйованого населення, що перебувають у дорозі, і відповідальними особами, які супроводжують під час евакуації. Забезпечити дублювання ліній і каналів зв'язку. Для підтримання на високому рівні ЦО регулярно проводити підготовку спеціалістів, проводити об'єктові тренування і командні навчання.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		111

Розробка й планування заходів, що є економічно обґрунтованим, щодо стійкості роботи об'єкта залежить всебічного вивчення умов які мають скластися під час надзвичайної ситуації . вивчення ступеня їх впливу на діяльність розважального комплексу будь-якої форми приналежності й власності дозволяє значно скоротити витрати на строки підвищення стійкості роботи в надзвичайних ситуаціях, а це в свою чергу підвищує життєздатність комплексу.

Усі фахівці ОГД повинні володіти методикою оцінки стійкості об'єкта і на основі висновків визначити необхідні заходи з підвищення його стійкості.

15.3 Висновок :

Проведений аналіз розділу дозволяє зробити наступний висновок, що основними заходами розв'язання задач підвищення стійкості роботи об'єкту логістичного центру в умовах надзвичайної ситуації є:

1. надійний захист людей та їх життєдіяльності.
2. підвищення стійкості матеріально-технічного постачання;
3. підвищення стійкості будівель і побудов споруди і захист цінного устаткування;
4. підвищення стійкості управління і автоматизації устаткування об'єкту досягається шляхом посилення його найбільш слабких елементів, а також створенням запасів цих елементів;
5. підготовка до відновлення діяльності після надзвичайної ситуації.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

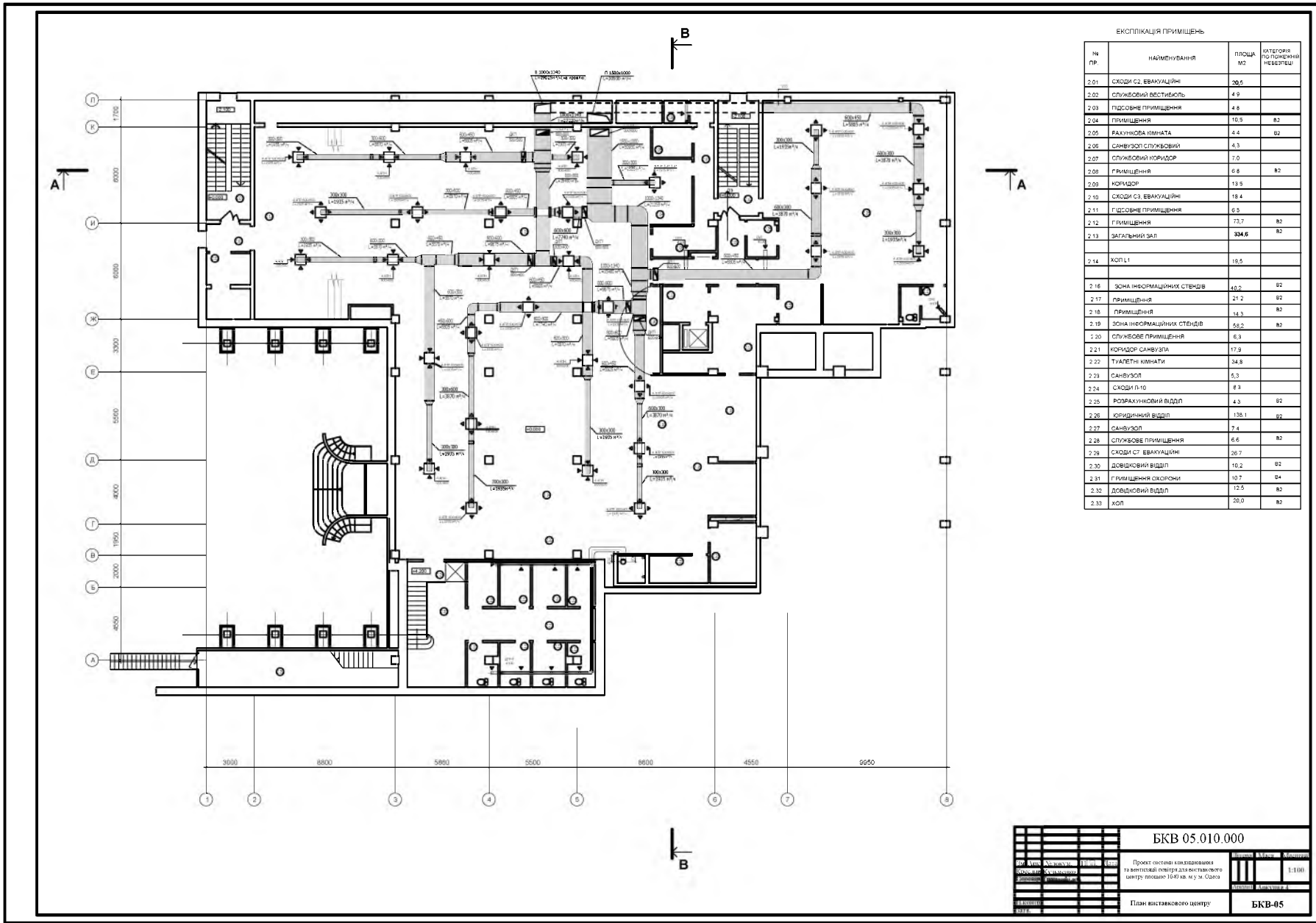
ЛІТЕРАТУРА

- 1) Сніп 2.04.05-91;
- 2) Сніп П-3-79;
- 3) Кошкин А.М, Баркалов Б.В, Мошкин У.І, Васильків П.С. Строительные нормы й правила П-33-75. Частина П. - Москва: Стройиздат, 1976. -107з
- 4) Биків А.В. Різні області застосування холоду. -Москва: Агропромиздат, 1985. - 207с.
- 5) Ладыженский Р.М. Кондиціювання повітря. -Москва: Пищепромиздат, 1957. - Изд.2. 441с.
- 6) Липа А.І. Основи теорії й сучасні технології обробки повітря. -Одеса 2003: ОДАХ, 175 с.
- 7) Баркалов Б.В, Карпис Е.Е. Кондиціювання повітря в житлових і суспільних будинках. - Москва: Стройиздат, 1971. -265с.
- 8) Пеклов А.А, Степанов Т.А Кондиціювання повітря. -Київ: Вища школа, 1978. - 328 с.
- 9) Биків А.В. Теплообмінні апарати, прилади автоматизації й випробування холодильних машин. - Москва: Легка промисловість, 1984. - 246 с.
- 10) Староверов І.Г. Вентиляція й кондиціювання повітря. -Изд.3. -Москва: Стройиздат, 1978. -509 с.
- 11) Кошкин Н.Н. Теплові й конструктивні розрахунки холодильних машин.- Ленінград: Машинобудування, 1976. - 461 с.
- 12) Явнель Б.ДО, Свердлов Г.З. Курсове й дипломне проектування холодильних установок і систем кондиціювання повітря. -Москва: 1978. с.
- 13) Щекин Р.В, Корневский С.М, Бем Г.Е, Скороходько М.А, Артюшенко М.А. Изд.3-е. Київ: Довідник по теплопостачанню й вентиляції. 1968. 438-с.
- 14) Биків А.В. Холодильна машини. - Москва: Легка й харчова промисловість, 1982. -219 с.
- 15) Биків А.В. Холодильні компресори. - Москва: Легка й харчова промисловість. 1981. -279 с.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		113

- 16) Биків А.В. Проектування холодильних споруджень. -Москва: Харчова промисловість, 1978. - 254 с.
- 17) Самойлов А.І, Игнат'єв В.Г. Охорона праці при обслуговуванні холодильних установок. - Москва: Агропромиздат, 1989. -223 с.
- 18) Юдин Е.Я, Белов С.В. Охорона праці в машинобудуванні. Изд.2. -Москва: Машинобудування, 1983. - 431 с.
- 19) Богданов С.П, Іванов О.П. Властивості речовин. - Москва: Машинобудування, 1988. - 207 с.
- 20) Погорєлов А.І. Тепломасообмен. - Одеса: Черномор'є, 1999. - 123 с.
- 19) Чумак І.Г, Чепурненко В.П, Чуклин С.Г. –Москва: Легка промисловість, 1985. -343 с.
- 21) Цивільна оборона: Підручник для вузів / В.Г. Атаманюк, Л.Г. Ширшев, Н.І. Акимов. Під ред. Д.І. Михаайлюка. - М.: Висш. шк., 1986. - 207с.

					БКВ 05. 010. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		114

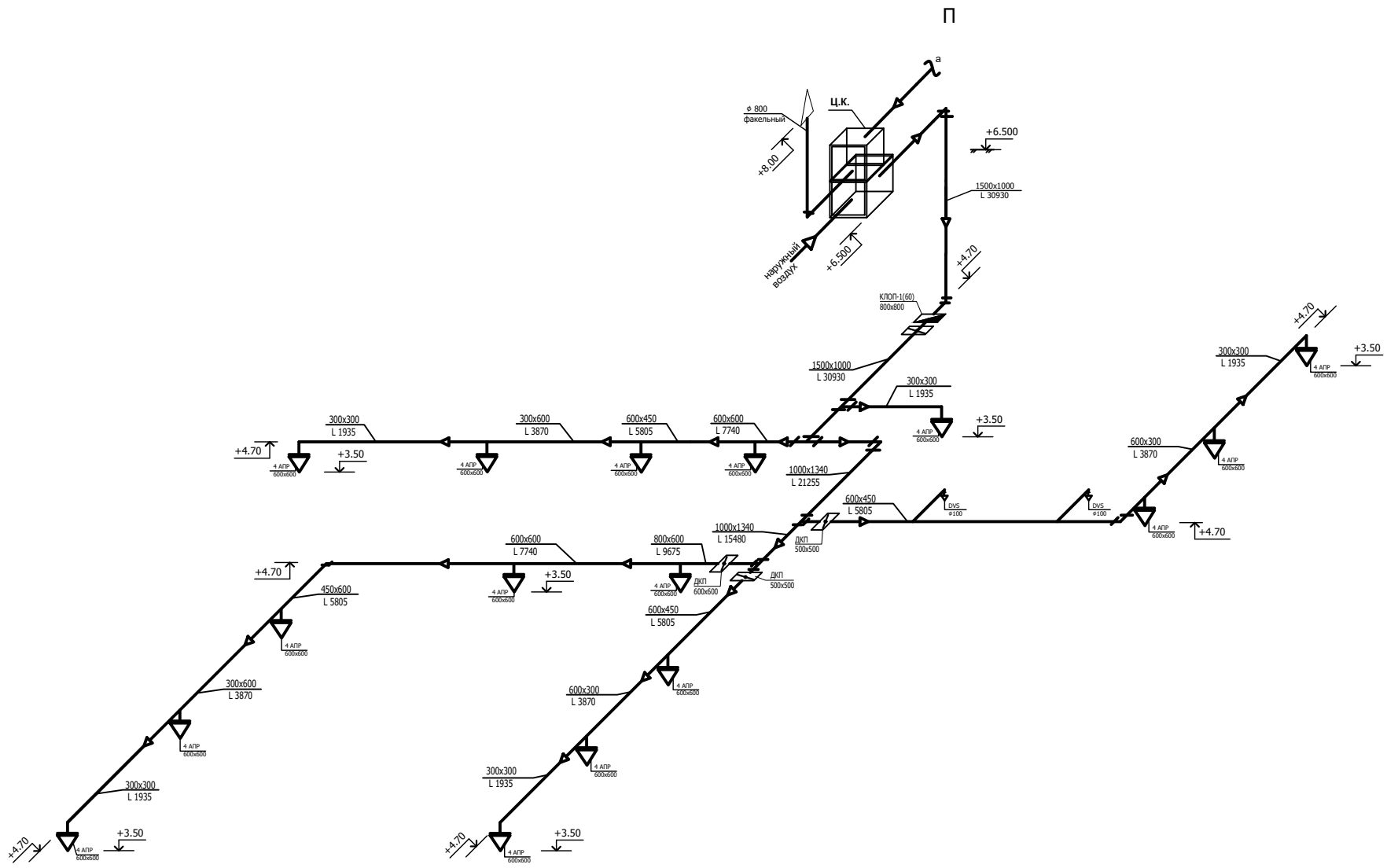


ЕКСПЛІКАЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ

№ ПР.	НАЗВУВАННЯ	ПЛОЩА м ²	КАТЕГОРІЯ ПОТІЖНИЙ НЕБЕДІШ
2.01	СХОДИ СЗ. ЕВАКУАЦІЙНІ	20,5	
2.02	СЛУЖБОВИЙ ВЕСТИБЮЛЬ	4,9	
2.03	ГІДСОВМЕ ПРИМІЩЕННЯ	4,8	
2.04	ПРИМІЩЕННЯ	10,9	Б2
2.05	ФАХУНОВА КІМНАТА	4,4	Б2
2.06	САНВУЗОЛ СЛУЖБОВИЙ	4,3	
2.07	СЛУЖБОВИЙ КОРИДОР	7,0	
2.08	ГРИМІЩЕННЯ	6,8	Б2
2.09	КОРИДОР	13,6	
2.10	СХОДИ СЗ. ЕВАКУАЦІЙНІ	18,4	
2.11	ГІДСОВМЕ ПРИМІЩЕННЯ	6,3	
2.12	ГРИМІЩЕННЯ	73,7	Б2
2.13	ЗАГАЛЬНИЙ ЗАЛ	334,6	Б2
2.14	ХОП Л1	19,5	
2.16	ЗОНА ІНФОРМАЦІЙНИХ СТЕНДІВ	10,2	Б2
2.17	ПРИМІЩЕННЯ	21,2	Б2
2.18	ПРИМІЩЕННЯ	14,3	Б2
2.19	ЗОНА ІНФОРМАЦІЙНИХ СТЕНДІВ	56,2	Б2
2.20	СЛУЖБОВЕ ПРИМІЩЕННЯ	6,3	
2.21	КОРИДОР САНВУЗОЛ	17,9	
2.22	ТУАЛЕТНІ КІМНАТИ	24,8	
2.23	САНВУЗОЛ	5,3	
2.24	СХОДИ П-10	4,3	
2.25	РОЗРАХУНКОВИЙ ВІДДІЛ	4,3	Б2
2.26	КОРИДОРНИЙ ВІДДІЛ	135,1	Б2
2.27	САНВУЗОЛ	7,4	
2.28	СЛУЖБОВЕ ПРИМІЩЕННЯ	6,6	Б2
2.29	СХОДИ СТ. ЕВАКУАЦІЙНІ	26,7	
2.30	ДОВІДКОВИЙ ВІДДІЛ	10,2	Б2
2.31	ГРИМІЩЕННЯ СХОРОНИ	10,7	Б4
2.32	ДОВІДКОВИЙ ВІДДІЛ	12,5	Б2
2.33	ХОП	20,0	Б2

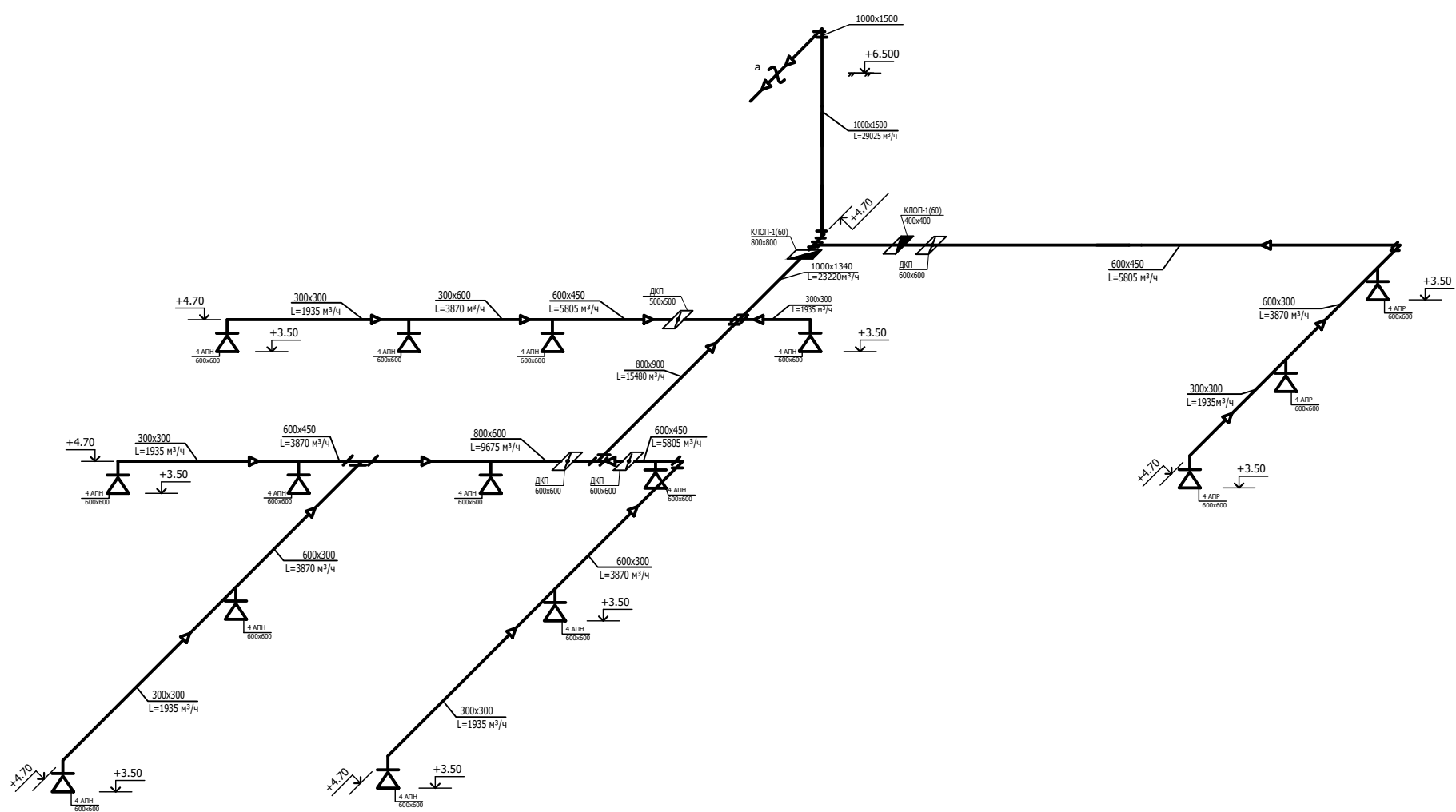
БКВ 05.010.000

ВСТ. АУТН.	УВАЖЛИВІСТЬ	ПРИМІЩ.	БЕД.	Проект системи кондиціонування та вентиляції повітря для виставкового центру площею 1041 кв. м з м. Сідзея	Масштаб	Архитектор	Методика
СКОПИТИ	СКОПИТИ						1:100
ВСТАНОВИТИ				План виставкового центру			БКВ-05

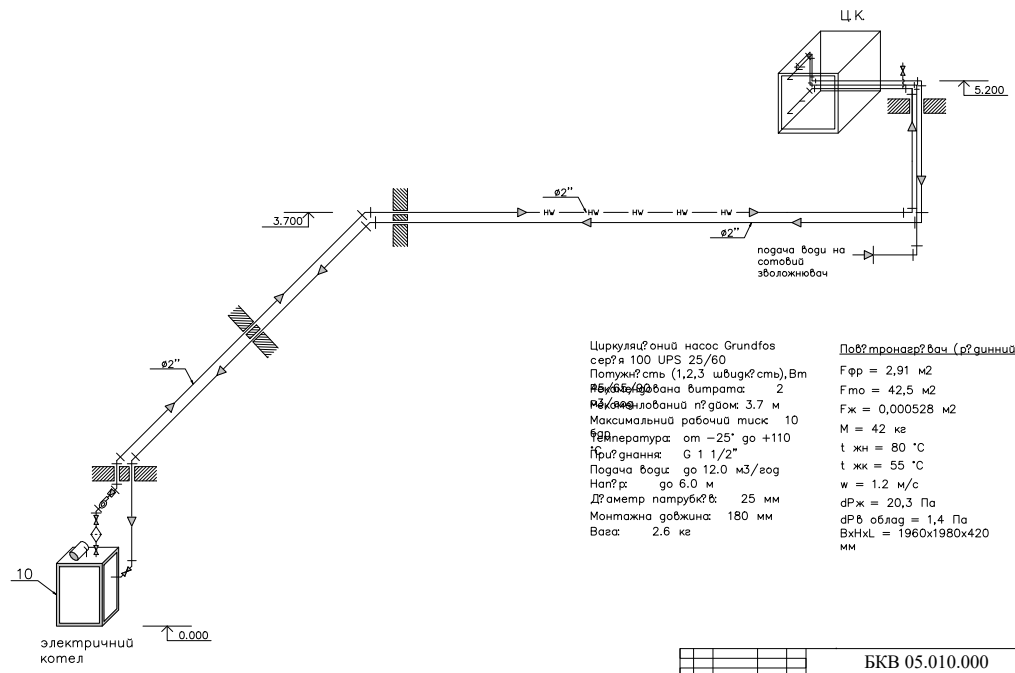


				БКВ 05.010.000		
Вн. Дир.	М. Демченко	Полт.	Полт.	Проект системи кондиціонування та вентиляції повітря для виставкового центру площею 1040 кв. м у м. Одеса	Листопад	Місяць
Керм.пр.	Кучменко	Листопад	Листопад		1:100	Місяць
Інж.пр.	Григорук	Листопад	Листопад		Листопад	Листопад
Інж.пр.	Григорук	Листопад	Листопад	АксонOMETрична схема припливної вентиляції	БКВ-05	

B



				БКВ 05.010.000				
ВМ	Авт	Нальсукм	Плп	Плп	Проект системи кондиціонування та вентиляції повітря для виставкового центру площею 1040 кв. м у м. Одеса	Місцеві	Масш	Місцеві
Креслені	Кульмєтєво					1:100		
Шерештє	Кульмєтєво							
Н.контр					Аксномєтрічна схема витяжної вентиляції			БКВ-05
Ватл.								

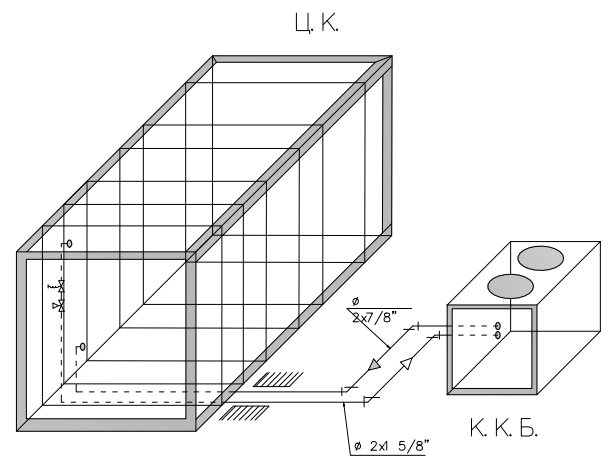


Циркуляционный насос Grundfos серия 100 UPS 25/60
 Мощность (1,2,3 шток/шт), Вт
 Рабочая температура: 2
 Рабочий диаметр: 3,7 м
 Максимальный рабочий тиск: 10
 Рабочая температура: от -25° до +110
 Рабочий диаметр: G 1 1/2"
 Подача води: до 12,0 м³/год
 Напор: до 6,0 м
 Диаметр патрубка: 25 мм
 Монтажна довжина: 180 мм
 Вага: 2,6 кг

Пав'трянаар?вач (р?динний):
 F_{фр} = 2,91 м²
 F_{то} = 42,5 м²
 F_ж = 0,000528 м²
 M = 42 кг
 t_{жн} = 80 °C
 t_{жк} = 55 °C
 w = 1,2 м/с
 dP_ж = 20,3 Па
 dP_б обл = 1,4 Па
 ВхНхЛ = 1960x1980x420 мм



				БКВ 05.010.000	
Знак	Титул	Пр.ан.	Дата	Проект системи кондиціонування та вентиляції повітря для виставкового центру площею 1040 кв. м у м. Одеса	1:100
Кресло	Архітектор			Арх. 4	Архітект. 5
Переб.	Розробник				
Н.компр.				Об'єкт повітрянокладування	БКВ-05
Замк.					



ККБ LENNOX AIRCUBE KSKC
 Чотириканальний контур?
 Кількість контур?
 Кількість ступен?
 Контр?
 шт.
 Вентилятор конденсатора
 Рабочий диаметр 2 R 407C

Пав'тряохолоджувач безпосереднього охолодження.
 F_{фр} = 2,91 м²
 F_{то} = 196,8 м²
 F_ж = 0,00367 м²
 Q_х = 88 кВт
 P_б = 745 мм.рт.ст
 v_{го} = 3,5 кг/м²/с
 T_с = 5 °C
 X_{фн} = 0,205
 X_{рк} = 1
 dP_ж = 7,1 кПа
 dT_{кп} = 0,38 °C
 dP_б = 81,9 Па
 ВхНхЛ = 1960x1980x700 мм
 M = 128 кг

				БКВ 05.010.000	
Знак	Титул	Пр.ан.	Дата	Проект системи кондиціонування та вентиляції повітря для виставкового центру площею 1040 кв. м у м. Одеса	1:100
Кресло	Архітектор			Арх. 4	Архітект. 5
Переб.	Розробник				
Н.компр.				Об'єкт повітрянокладування	БКВ-05
Замк.					

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016389235

Дата перевірки:
26.06.2024 14:25:13 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
26.06.2024 14:34:47 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 2БКВ-05 Кузьменко Р

Кількість сторінок: 109 Кількість слів: 21588 Кількість символів: 146475 Розмір файлу: 1.70 MB ID файлу: 10162015

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

40.4%

Схожість

Найбільша схожість: 18.3% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5c72c7ce-1bf...>)

40.4% Джерела з Інтернету 1000

Сторінка 1/11

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%

Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 844

Підозріле форматування 23 сторінки

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

В І Д Г У К

керівника про дипломний проект здобувача освіти

Кузьменко Руслана Олександровича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма «Системи кондиціювання
і вентиляції повітря»

Тема: Проект системи кондиціювання та вентиляції повітря для виставкової
центру площею 1040 кв. м у м. Одеса

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) Об'єм та якість виконаної роботи (графічного матеріалу та розрахунково-пояснювальної записки)

Дипломний проект Кузьменко Руслана Олександровича виконано згідно завданню і складається з пояснювальної записки на 114 сторінках і графічного матеріалу на п'яти аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Кузьменко Руслан Олександрович над дипломним проектом працював самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Кузьменко Руслана Олександровича - добра. При навчанні за освітньою програмою «Системи кондиціювання і вентиляції повітря» показав програмні результати навчання на достатньо високому рівні, зацікавленість проявляв до дисциплін професіонального циклу.

г) Вміння вирішувати виробничі та конструкторські питання на базі останніх досягнень науки і техніки, передових методів виробництва

Студент Кузьменко Руслан Олександрович в період роботи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування.

Кузьменко Руслан Олександрович отримав освітній рівень бакалавр з енергетичного машинобудування і кваліфікацію – фахівець з обслуговування систем кондиціонування та вентиляції повітря.

Оцінка розрахункової частини	4 (добре)
Оцінка графічної частини	4 (добре)
Загальна оцінка	4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові керівника Трандафілов Володимир Володимирович

Місце роботи і посада керівника проекту

ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ», викладач
к.т.н., кафедри Енергетичного машинобудування

« 20 » червня 20 24 р.

Підпис



**ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) студента

Кузьменко Руслана Олександровича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Системи кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема: _____ Проект системи кондиціювання та вентиляції повітря для
виставкового центру площею 1040 кв. м у м. Одеса

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки _____ сторінок

Обсяг графічної частини проекту _____ сторінок

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) Висновок про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню

Кузьменко Руслан Олександрович отримав освітній рівень бакалавр з енергетично машинобудування і кваліфікацію – фахівець з обслуговування систем кондиціювання та вентиляції повітря.

б) Характеристика виконання кожного розділу проекту: ступеня використання дипломником останніх досягнень науки і техніки передових методів роботи на виробництві

Студент Кузьменко Руслан Олександрович в період роботи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування.

в) Оцінка якості виконання графічної частини проекту (роботи) і пояснювальної записки

Дипломний проект Кузьменко Руслана Олександровича виконано згідно завданню і складається з пояснювальної записки на 114 сторінках і графічного матеріалу на п'яти аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

Дипломник Кузьменко Руслан Олександрович на достатньо хорошому теоретичному рівні виконав необхідні розрахунки для проектування холодильної установки, підібрав сучасне устаткування, провів економічний аналіз рентабельності.

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

1. Не зрозуміло, чи були враховані термодинамічні втрати при розрахунках параметрів чилер-фанкойл системи.
2. На планах виставкового центру не показано шлях доступу до компресорно конденсаторного агрегату.

Оцінка розрахункової частини	4 <u>(добре)</u>
Оцінка графічної частини	4 <u>(добре)</u>
Загальна оцінка	4 <u>(добре)</u>

Прізвище, ім'я, по батькові: Ольховський Роман Альбертович

Місце роботи і посада рецензента:

ТОВ "Технології комфорту плюс", провідний інженер

« 14 » червня 20 24 р.



Підпис

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Кузьменко Руслан Олександрович,
здобувач освіти гр. 2БКВ-05, та

Трандафілов Володимир Володимирович,
керівник дипломного проекту,

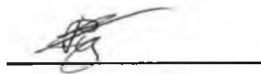
не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

«Проект системи кондиціонування та вентиляції повітря для виставкового центру площею 1040 кв. м ум . Одеса» (автор роботи – Кузьменко Р.О., керівник роботи – Трандафілов В.В.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Кузьменко Р.О. /

Керівник



/ Трандафілов В.В. /

«10» червня 2024 р.