

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»

Група: БКВ-05

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

БКВ 05. 0000. 019 ДП

**ШЕВЧЕНКО МАКСИМА
ОЛЕКСАНДРОВИЧА**

м. Одеса - 2024 р.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА БКВ 05. 019. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:
Проект системи кондиціонування їдальні на 100 місць загальноосвітньої
школи з бомбосховищем.

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

Дипломник _____ (Шевченко М.О.)

Керівник проекту _____ (Хмельнюк М.Г.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Катан В.П.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

До захисту допущено
Голова предметної комісії _____ (Хмельнюк М.Г.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

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

Оцінка ЕК 5 (відмінно)

Секретар ЕК _____ 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» червня 2024 р.

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

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Прізвище, ім'я та по батькові: Шевченко Максим Олександрович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Вихідні дані для проекту: температура літня 30 °С
відносна вологість повітря літня 50 %

Тема дипломного проекту: «Проект системи кондиціювання їдальні на 100 місць загальноосвітньої школи з бомбосховищем»

Стверджена наказом по коледжу від «02» 11 2023 р. № 244-А2-ОД
Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Вступ

1. Загальна частина

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

2. Розрахунково-конструкторська частина

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

3. Організаційна частина

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

4. Економічна частина

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Використана література

Графічна частина

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

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціонування і вентиляції повітря

Графічний Аркуш 3. Технічне креслення обладнання

Графічний Аркуш 4. Технічне креслення обладнання

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	29 - 31.05.2024
2. Розрахунково-конструкторська частина	01 - 07.06.2024
3. Організаційна частина	08 - 09.06.2024
4. Аркуш 1, 2	10 - 11.06.2024
5. Економічна частина	12 - 14.06.2024
6. Аркуш 3, 4	15 - 17.06.2024
7. Організаційна частина	18.06.2024
8. Охорона праці	19.06.2024
Попередній захист	20.06.2024
Захист дипломного проекту	28 - 30.06.2024

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні кафедри енергетичного машинобудування

Протокол № 2 від “ 13” вересня 2023 р.

Завідувач кафедрою _____ (Хмельнюк М.Г.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Бригадир Л.Г.)

БКВ05

Шевченко М.О. - «Проект системи кондиціонування їдальні на 100 місць загальноосвітньої школи з бомбосховищем.

Керівник викладач - професор, д.т.н. Хмельнюк Михайло Георгієвич:

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з: 79-сторінок тексту, 15-рисунок, 10-таблиць, 15 посилання на літературні джерела.

Розроблена система кондиціонування для школи. Комфортний мікроклімат в навчальному закладі - запорука продуктивного навчального процесу, але більшість закладів побудовані за застарілими проектами, розробленими ще 40 років тому. Тому для створення комфортних умов перебування в приміщеннях навчальних закладів підбрали сучасну систему кондиціонування повітря це забезпечить кондиціонер, який створює циркуляцію в приміщенні, КЦКП підігрів та охолодження повітря, а за рахунок фільтрів - очищає його від пилу та шкідливих частинок, знижує рівень вологості та бактеріальної небезпека.

В роботі проведений розрахунок процесів кондиціонування повітря: вибір розрахункових параметрів внутрішнього й зовнішнього повітря; розрахунок теплопритоків і вологопритоків; обґрунтування вибору і підбір обладнання для систем кондиціонування повітря комплексної багатозональної системи.

Ключові слова: системи кондиціонування, центральна система, параметри повітря, теплопритоки, вентиляція

ANNOTATION

The qualification work consists of: 79 pages of text, 15 figures, 10 tables, 15 references to literary sources.

This scientific work is about the research and development of improving the efficiency of the multi-zone air conditioning system at non-stationary thermal regimes of the urea production shop of the Odesa Port Plant. This is the main task that formed the basis of writing this work.

In the work, the calculation of air conditioning processes is carried out: the selection of calculation parameters of internal and external air; calculation of heat inflows and moisture inflows; justification of the choice and selection of equipment for air conditioning systems of a complex multi-zone system.

Key words: air conditioning systems, central system, air parameters, heat flows, ventilation

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
1 ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ.....	7
2 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	11
3 РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.....	10
4 ВИБІР І РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ПОВІТРОРозподілення.....	28
5 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПРИПЛИВНОЇ УСТАНОВКИ.....	44
6 РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	60
7 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК.....	69
8 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	75
10 ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ.....	91

						.1		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					<i>Розрахунково- пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>							5	102
<i>Реценз.</i>						<i>ХМ-861- група</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

ВСТУП

Здоров'я, працездатність, і самопочуття людини значною ступеню визначається умовами мікроклімату і повітряної середовища в жилих і громадських приміщеннях.

Якщо казати про фізіологічний вплив на людину навколишнього повітря, то слід нагадати, що людина за добу споживає близько 3 кг їжі і 15 кг повітря. Якість повітря, свіжість і чистота, відчуття: душно або холодно людині в приміщенні, багато в чому залежить від інженерних систем, спеціально призначених для забезпечення повітряного комфорту.

Серед таких систем можна відзначити : Систему вентиляції, систему опалення (або комбіновану опалювально-вентиляційну систему) і систему кондиціонування повітря (СКВ). Повітряне опалення, сумісне з вентиляцією, створює в приміщенні цілком задоволений мікроклімат і забезпечує сприятливі умови повітряного середовища. СКВ являє собою систему більш високого порядку (з більшими можливостями). Принципова перевага полягає в тому, що, крім виконання завдань вентиляції опалення, СКВ дозволяє створити сприятливий мікроклімат протягом цілого року, завдяки використанню в своїй складі холодильної машини.

Таким чином, Підготовка повітря у СКВ включає: охолодження, нагрівання, зволоження, осушку, очищення (фільтрацію, іонізацію і т.п), в автоматичному режимі не залежно від рівня і коливань метеорологічних параметрів зовнішнього (атмосферного) повітря, а також змінних надходжень до приміщення тепла і вологи.

Комфортні СКВ призначені для створення і автоматичної підтримки температури, відносної вологості, чистоти і швидкості руху повітря, що відповідає оптимальним Санітарно-гігієнічним вимогам.

Центральний кондиціонер

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Центральний кондиціонер призначається для обслуговування одного величезного приміщення, яке за площею дорівнює стадіони, театральному залі, виробничому цеху і т.п або для обслуговування декількох великих приміщень. При цьому можуть встановлюватися одразу декілька кондиціонерів цього типу.

Центральний кондиціонер може виконувати одразу кілька функцій - системи вентиляції, кондиціонера, зволожувача і очищувача повітря. За допомогою системи повітроводів, оброблений кондиціонером повітря поширюється по приміщенню. Центральний кондиціонер не є автономним, - це означає, що для його роботи необхідний джерело холоду, наприклад фреон зовнішнього компресорного конденсаторного блоку, вода від чиллера або гаряча вода з бойлера або систем центрального опалення. Центральні кондиціонери включають в себе тривимірні модулі, призначені для змішування, регулювання, нагрівання, очищення, охолодження, осушування, переміщення і зволоження повітря. Говорячи про переваги і недоліки центральних кондиціонерів, слід зауважити, що одне з основних переваг - це можливість підтримки вологості, заданої температури і рухливості повітря у великих приміщеннях. Головний недолік - це складність прокладки комунікацій і монтажних робіт.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Техніко – економічне обґрунтування вибору СКП

Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) - це розрахунок економічної доцільності здійснення проекту, заснований на порівняльній оцінці витрат і результатів ефективності використання, а також строку окупності вкладень. ТЕО - це виваженість кожного Вашого кроку в реалізації задуманого.

СКП 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.

Основні економічні вимоги до проекту полягають в наступному: мінімальна вартість устаткування і будівельно-монтажних робіт, тривалий термін служби, максимально можлива економія електроенергії, води, тепла і особливо дорогого холоду.

СКП комфортного призначення розраховуються на підтримку параметрів повітря в приміщеннях, що кондиціонують, оптимальних для самопочуття людей, що знаходяться в них. Параметри визначаються умовами тепло- і влагообмена, які, у свою чергу залежать від характеру виконуваної ними роботи, нервової напруги, одягу, а також температури, вологості і швидкості руху довколишнього повітря і інших чинників.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виборі параметрів повітря в приміщенні необхідно враховувати, що вартість устаткування і експлуатація СКП невиправдано збільшиться, якщо вибрані значення температури і відносної вологості будуть завищені для холодного періоду року і занижені для теплого.

Як установка кондиціонування був вибраний центральний кондиціонер фірми ВЕЗА (типоразмер по каталогу КЦКП 8). До складу установки входять фільтри на припливному та витяжному потоці повітря, блоки повітрянагрівачів .

У приміщення по результатам теплового розрахунку подається розрахункова кількість зовнішнього повітря що відповідає санітарним нормам. Викид відпрацьованого повітря виконується через тепло утилізатор , витяжною системою . У приміщення повітря подається по герметичним воздуховодам в ізоляції. Повітрярозподіл в приміщенні здійснюється розподільниками повітря марки ВДУМ-3, при дотриманні необхідних параметрів повітряного середовища і рухливості повітря в робочій зоні. У даному випадку вибрані розподільники повітря марки ВДУМ-3 – поточного типу, образуючі вертикальні отримні ниспадаючі струї. Техніко-економічна оцінка СКП завжди представляє інтерес для замовника. Така оцінка виконується не лише в процесі проектування, але і на перед проектній стадії, що особливо важливе для вибору того або іншого варіанту системи або для вирішення питання про доцільність пристрою СКП.

Метою даної дипломної роботи є розробка СКП для шкільної їдальні, яка розташована в м.Одеса ..

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

2.1 Характеристика будівельних конструкцій

Назва об'єкту: Їдальня шкільна . з бомбосховищем

Місце розташування місто Одеса

Географічна широта 48° .

Стіни виготовлені з цегли ($\delta_{кр} = 250\text{мм}$), вкритого з двох сторін цементною штукатуркою ($\delta_{шт} = 20\text{ мм}$), пенополіуретан ($\delta_{ут} = 100\text{мм}$).

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

штукатурка $\lambda = 0,7\text{ Вт/(мК)}$;

цегла $\lambda = 0,47\text{ Вт/(мК)}$;

пенополіуретан $\lambda = 0,05\text{ Вт/(мК)}$.

Тоді для стін коефіцієнт теплопередачі розраховуємо за формулою:

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

$$\kappa_{ст} = \left(\frac{1}{8} + \frac{0.25}{0.88} + \frac{0.02}{0.7} * 2 + \frac{0.1}{0.05} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 0.34 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$$

де $\alpha_{вн} = 8\text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ – коефіцієнт тепловіддачі від внутрішньої поверхні стіни до повітря в приміщенні;

δ_i (мм) та λ_i Вт/(мК) - товщина та теплопровідність і-го шару огороження;

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

Перекрыття зроблено з наступних матеріалів:

залізобетонна плита: $\delta = 120\text{ мм}$; $\lambda = 2,04\text{Вт/(мК)}$;

пінополіуретан: $\delta = 100\text{мм}$; $\lambda = 0,05\text{ Вт/(мК)}$;

цементно-пісчана стяжка: $\delta = 15\text{ мм}$; $\lambda = 0.93\text{Вт/(мК)}$;

руберойдовий килим: $\delta = 5\text{мм}$; $\lambda = 0,17\text{ Вт/(мК)}$.

Тоді, для перекрыття коефіцієнт теплопередачі буде дорівнювати:

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\kappa_{пер} = \left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \right)^{-1}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad (2.2)$$

$$\kappa_{пер} = \left(\frac{1}{8} + \frac{0.12}{2.04} + \frac{0.1}{0.05} + \frac{0.015}{0.93} + \frac{0.01}{0.17} + \frac{1}{23} \right)^{-1} = 0,43 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}).$$

Вибираємо коефіцієнт

теплотозасвоєння матеріалу S шару на границі розділення. Потім розраховуємо опір R, теплову інерцію шару огороження D, теплову інерцію огороження ΣD за формулами наведеними нижче:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (2.3)$$

де δ - товщина шару огороження;

λ - теплопровідність шару огороження.

$$D = R \cdot S \quad (2.4)$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю

Характеристика огорожуючих конструкцій приміщення

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	Конструкція і матеріал	Щільність ρ , кг/м ³	Товщина δ , м	Коефіцієнти			
				Питома теплопровідність λ , Вт/(мК)	Теплозапасення, S, Вт/(м ² К)	Термічний опір, R, (м ² К/Вт)	Теплова інерція ΣD
I	Вікна – подвійні дерев'яні в окремих переплетах					0.51	
II	Зовнішня стіна						
1	штукатурка	1600	0.02	0.7	9.7	0.028	0.31
2	цегла	1400	0.25	0.88	10.12	0.53	6.46
3	Пінополіур,	80	0.1	0.05	0.7	2	1.4
4	штукатурка	1600	0.02	0.7	9.7	0.028	0.31
III	Перекриття						
1	з/б плита	2500	0.12	2.04	18.7	0.058	0,5
2	Пінополіур,	80	0.1	0.05	0.7	2	1.4
3	цем.пісч. шар	1800	0.015	0.93	11,1	0.016	0.3
4	рубер. килим	600	0.01	0.17	3,5	0.06	0.4
IV	Внутрішні перегородки						
1	штукатурка	1600	0.025	0.7	9.7	0.03	0.34

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ			Арк.
								7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

2	цегла	1400	0.25	0.88	10.12	0.53	6.46
3	штукатурка	1600	0.025	0.7	9.7	0.03	0.34

3, РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

3.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря

Розрахункові літні параметри зовнішнього повітря категорії Б:

барометричний тиск $P=970$ гПа;

ентальпія зовнішнього повітря $h=53,9$ кДж/кг;

температура зовнішнього повітря $t =27,5^{\circ}\text{C}$;

розрахункова швидкість вітру 1 м/с;

амплітуда добових коливань температури $\Delta t = 10,9^{\circ}\text{C}$.

Розрахункові зимові параметри зовнішнього повітря:

барометричний тиск $P=970$ гПа;

ентальпія зовнішнього повітря $h=-20,1$ кДж/кг;

температура зовнішнього повітря $t =-21^{\circ}\text{C}$;

розрахункова швидкість вітру $5,7$ м/с.

Системи кондиціонування повітря комфортного призначення розраховуються на підтримку параметрів повітря, оптимальних для самопочуття людей.

Параметри визначаються умовами тепло- та волого обміну, які в свою чергу залежать від конструкції людини, стану її здоров'я, характеру роботи, яку він виконує, нервового напруження, одягу, а також від температури, вологи та швидкості руху навколишнього повітря.

Керуючись нормами проектування, приймаємо наступні значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в приміщенні.

Внутрішні параметри повітря в ідальні :

температура повітря в приміщенні влітку $t_b =23^{\circ}\text{C}$;

температура повітря в приміщенні взимку $t_b =20^{\circ}\text{C}$;

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відносна вологість повітря в приміщенні влітку $\phi_B = 60 \%$;

відносна вологість повітря в приміщенні взимку $\phi_B = 45\%$.

3.2 Визначення теплоприпливів через огорожуючі конструкції

Теплий період року.

В приміщенні підтримується постійна температура повітря 23°C .

Характеристика огорожуючих конструкцій приміщення приведена в таблиці

2.1. Максимальний тепловий потік сонячної радіації через вікна розраховуємо за формулами, при коефіцієнті тепло пропускання для подвійного в дерев'яних окремих переплетах $K_4=0,51$ (ДБН П-3-79, приложення б) та відсутності захисних споруд на вікнах $K_1=1; K_2=1, K_3=1$.

$$Q_{oc,i} = (q_n K_1 + q_p K_2) K_3 K_4 A_{oc} \quad (3.1)$$

Де q_n, q_p - поверхнева щільність теплового потоку, $\text{Вт}/\text{м}^2$, через осклений світловий отвір в липні в дану годину доби відповідно прямої та розсіяної сонячної радіації, яка приймається для вертикального та горизонтального скління за ДБН П-3-79;

Висота приміщення $H=3.7(\text{м})$

$K_1 = K_{n,e} \cdot K_{n,b}$ - коефіцієнт опромінення сонячною радіацією для врахунку площі світлового отвору, незатіненого горизонтальною та вертикальною площинами в будівельному виконанні.

Параметри за сторонами світу

На північній стороні:

площа $14,4 \text{ м}^2$;

максимальна щільність потоку прямої радіації $93 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

максимальна щільність потоку розсіяної радіації $45 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

На східній стороні:

площа $2,4 \text{ м}^2$;

максимальна щільність потоку прямої радіації $542 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

максимальна щільність потоку розсіяної радіації $129 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо величину теплового потоку через зовнішню стіну

$$Q_M = \left[\frac{1}{R} \cdot \left(t_{нар} + \rho \cdot \frac{J_{cp}}{\alpha_n} - t_n \right) + \frac{\beta_k \cdot \alpha_{вн}}{V} \left(0,5 \cdot \theta_1 \cdot A_{м,с} + \frac{\rho}{\alpha_n} \cdot \theta_2 \cdot A_j \right) \right] A_M \quad (3.8)$$

Де R – опір теплопередачі масивної захисної конструкції (зовнішньої стіни, перекриття), м² °C/Вт, яке приймається у відповідності до вимог п.п.2.6-2.9 ДБН П-3-79**;

t_{нар}, t_n – середня температура зовнішнього повітря в липні за ДБН 2.01.01-82, та температура повітря в приміщенні.

ρ – коефіцієнт поглинання сонячної радіації поверхнею захисних конструкцій, який приймається за додатком 7 ДБН П-3-79** ;

J_{ср} – середньодобове значення поверхневої щільності теплового потоку сумарної сонячної радіації (прямої та розсіяної), Вт/м², яка поступає в липні, приймаємо по табл.7 для горизонтальної та по табл.8 для вертикальної поверхні за посібником до ДБН 2.04.05-91.

β_к – коефіцієнт, який дорівнює 1 при відсутності вентиляваного повітряного прошарку в огороженні (перекритті) та дорівнює 0,6 для усіх інших захисних конструкцій;

V – величина затухань амплітуди коливань температури зовнішнього повітря в захисній конструкції, яка визначається за п. 3.4* ДБН П-3-79 або за формулою:

$$V = 2^{\Sigma D} \left(0,83 + 3 \cdot \frac{\Sigma R}{\Sigma D} \right) \cdot V_c \cdot V_a \quad (3.9)$$

$$V = 2^{8,48} \left(0,83 + 3 \cdot \frac{2,59}{8,48} \right) \cdot 1,01 \cdot 1 = 62$$

Де ΣR – термічний опір огороження, Вт/(м²°C)

ΣD – теплова інерція огороження.

Для багат шарових конструкцій:

$$V_c = 0,85 + 0,15 \cdot \frac{S_2}{S_1} \quad (3.10)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловиділення від людей

$$Q_{нов}^л = n_{люд} \cdot q_{нов} \text{ Вт ;} \quad (3.12)$$

$n_{люд} = 100$ чол.; – кількість людей одночасно перебувають у приміщенні (94 відвідувачів та 6 чол. персоналу);

Приймаємо роботу середньої важкості, тоді

$$Q_{нов}^л = 194 \cdot 6 = 1164 \text{ Вт ;}$$

Визначаємо явні й сховані теплоприпливи від людей:

$$Q_{л}^{скр} = n \cdot q_{люд}^{скр}, \text{ Вт} \quad (3.13)$$

$$Q_{л}^{яв} = 6 \cdot 73 = 438 \text{ Вт}$$

$$Q_{л}^{сх} = Q_{люд} - Q_{люд}^{явн}, \text{ Вт} \quad (3.14)$$

$$Q_{л}^{сх} = 1164 - 438 = 726 \text{ Вт}$$

Приймаємо роботу легку, тоді

$$Q_{нов}^л = 145 \cdot 94 = 13630 \text{ Вт ;} \quad (3.15)$$

Визначаємо явні й сховані теплоприпливи від людей:

$$Q_{л}^{скр} = n \cdot q_{люд}^{скр}, \text{ Вт} \quad (3.16)$$

$$Q_{л}^{яв} = 94 \cdot 64 = 6016 \text{ Вт}$$

$$Q_{л}^{сх} = Q_{люд} - Q_{люд}^{явн}, \text{ Вт} \quad (3.17)$$

$$Q_{л}^{сх} = 13630 - 6016 = 7614 \text{ Вт}$$

Тепловиділення від штучного освітлення

$$Q_{осв} = q_{осв} \cdot F_{пол} \cdot z, \text{ Вт} \quad (3.18)$$

$q_{осв}$ – тепловиділення від висвітлення на 1 м^2 площі підлоги;

$F_{пола}$ – площа підлоги;

Z – освітленість.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{осв} = 25 \cdot 96,885 \cdot 0,7 = 1695 \text{ Вт}$$

Надходження теплоти від остигаючої їжі:

Надходження явної теплоти від остигаючої їжі знаходимо по формулі:

$$Q_{їжі}^{яв} = g \cdot c_{cp} \cdot (t_n - t_k) \cdot n / \tau \cdot 3,6 \text{ ,Вт} \quad (3.18)$$

де, g – середня вага усіх страв на одного відвідувача;

приймаємо $g=0,85$ кг;

c_{cp} – середня теплоємність їжі, приймаємо $c_{cp}=3,35$ кДж/(кг °С);

t_n – температура їжі, яка поступає в обідній зал, приймаємо $t_n=70$ °С;

t_k - температура їжі в момент вживання, приймаємо $t_k=40$ °С;

n – число посадкових місць в залі;

τ – тривалість прийняття їжі одним відвідувачем, для ресторану $\tau = 1$ год.

$$Q_{їжі}^{яв} = 0,85 \cdot 3,35 \cdot (70 - 40) \cdot 94 / 1 \cdot 3,6 = 2230 \text{ Вт}$$

Вважаємо, що $Q_{їжі}^{яв} = Q_{їжі}^{сх}$, тоді

$$Q_{їжі}^{нов} = 2 \cdot Q_{їжі}^{яв} = 2 \cdot 2230 = 4460 \text{ Вт} . \quad (3.20)$$

Надходження теплоти від обладнання

$$Q_{обл} = N_{обл} \cdot n = 1500 \text{ Вт} \quad (3.21)$$

Повний теплоприплив в приміщення:

$$Q_{нов} = Q_{оср} + Q_l + Q_{осв} + Q_{їжі} + Q_{обл} \text{ (Вт)} \quad (3.22)$$

$$Q_{нов} = 2031 + 14794 + 1695 + 2230 + 1500 = 22250 \text{ Вт}$$

3.4 Розрахунок вологовиділень

Вологовиділення від людей

$$W_l = n \cdot W_{люд} , \text{ кг/с} \quad (3.23)$$

де n - число людей у приміщенні;

$W_{люд} = 0.0000295$ кг/с - вологовиділення від однієї людини;

$$W_l = 100 \cdot 0.0000295 = 0,00295 \text{ кг/с};$$

Вологовиділення від їжі:

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{\text{вол.пр.}} = 0,0084 \cdot 96,885 \cdot (18 - 10,5) \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 0,00061 \text{ кг/с}$$

Сумарні вологовиділення в приміщення:

$$W_{\text{нов}} = W_{\text{л}} + W_{\text{вол.пр.}} + W_{\text{іжі}}, \text{ кг/с} \quad (3.27)$$

$$W_{\text{нов}} = 0,00295 + 0,00061 + 3,19 \cdot 10^{-4} = 0,0033 \text{ кг/с}$$

Визначаємо загальні сховану і явну теплоту:

$$Q_{\text{скр}} = \sum Q_{\text{скр}}, \text{ Вт} \quad (3.28)$$

$$Q_{\text{вол.пр.}}^{\text{сх}} = r \cdot W_{\text{вол.пр.}} = 2461 \cdot 0,00061 = 1501 \text{ Вт} \quad (3.29)$$

$$Q_{\text{іжі}}^{\text{сх}} = r \cdot W_{\text{іжі}} = 2461 \cdot 0,000319 = 785 \text{ Вт} \quad (3.30)$$

$$Q_{\text{л}}^{\text{сх}} = r \cdot W_{\text{л}} = 2461 \cdot 0,00295 = 7259 \text{ Вт} \quad (3.31)$$

$$\sum Q_{\text{сх}} = 9545 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{явн}} = Q_{\text{нов}} - Q_{\text{сх}}, \text{ Вт} \quad (3.32)$$

$$Q_{\text{явн}} = 22250 - 9545 = 12705 \text{ Вт}$$

Визначаємо тепловологісну характеристику:

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{нов}}}{W_{\text{нов}}}, \text{ кДж/кг} \quad (3.33)$$

$$\varepsilon = \frac{22,25}{0,0033} = 6742 \text{ кДж/кг}$$

Масова витрата повітря:

По балансу загальної теплоти:

$$G_1 = \frac{Q_{\text{нов}}}{h_e - h_n}, \text{ кг/с}; \quad (3.34)$$

де $h_e = 50$ кДж/кг- ентальпія повітря приміщенні;

$h_n = 39$ кДж/кг- ентальпія припливного повітря;

$$G_1 = \frac{22,25}{50 - 39} = 2,02 \text{ кг/с},$$

По балансі явної теплоти:

$$G_2 = \frac{Q_{\text{явн}}}{c_p \Delta t_p}, \text{ кг/с} \quad (3.35)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $\Delta t_p = 5^\circ\text{C}$.

$$c_p = 1.006 + 1.86 \cdot d, \text{ кДж} \quad (3.36)$$

$$c_p = 1,006 + 1,86 \cdot 10,5 \cdot 10^{-3} = 1,025 \text{ кДж}$$

$$G_2 = \frac{12,705}{1,0227 \cdot 5} = 2,484 \text{ кг/с}$$

По балансі вологи:

$$G_3 = \frac{W_{нов}}{d_g - d_n}, \text{ кг/с} \quad (3.37)$$

де d_g - вологовміст повітря в приміщенні, кг/кг_{св};

d_n - вологовміст припливного повітря, кг/кг_{св};

$$G_3 = \frac{0,0033}{(10,5 - 8,5) \cdot 10^{-3}} = 1,65 \text{ кг/с.}$$

$$\text{Приймаємо } G_T = 2,484 = 2,484 \text{ кг/с.} \quad (3.38)$$

Холодний період року

$$G_x = G_T = 2,484 \text{ кг/с} \quad (3.39)$$

Тепловиділення від людей:

$$Q_l^3 = Q_l^t = 14794 \text{ Вт} \quad (3.40)$$

Тепловиділення від освітлення:

$$Q_{осв}^3 = Q_{осв}^t = 1695 \text{ Вт} \quad (3.41)$$

Теплопритоки через огородження:

$$Q_{огор} = Q_{ст} + Q_{вік} = -1783,99 - 289 = -2072,99 \text{ Вт} \quad (3.42)$$

$$Q_{ст} = k_{ст} F (t_n - t_g), \text{ Вт} \quad (3.43)$$

$$Q_{ст} = 0,35 \cdot 62,16 \cdot 2 \cdot (-21 - 20) = -1783,99 \text{ Вт}$$

де $F_{ст}$ – площа стін, м²;

$k_{ст}$ – коефіцієнт теплопередачі через стіни, Вт/(м²К);

$t_n - t_g$ – різниця температур зовнішнього повітря й повітря в приміщенні, °С.

$$Q_{ок} = F_{вік} \cdot k_{вік} (t_n - t_g), \text{ Вт} \quad (3.44)$$

$$Q_{вік} = 0,42 \cdot 16,8 \cdot (-21 - 20) = -289 \text{ Вт}$$

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ				

НЯ		3		3		
----	--	---	--	---	--	--

3.6 Побудова в d,h-діаграмі прямих та компенсуючих процесів обробки повітря в літній та зимовий періоди

Кондиціонування для теплої пори року

Для літнього процесу кондиціонування витрата повітря для асиміляції тепло- вологісного навантаження в приміщеннях визначимо:

$$G_1 = 2,484 \left(\frac{KZ}{c} \right);$$

При висоті стелі $h = 3,7 (м)$ приймаємо робочу різницю температур при якій повітря приточування асимілює надлишки вологи і тепла в приміщеннях $\Delta t_p = 5^0 C$.

При побудові літнього режиму функціонування СКП на h-d діаграмі відзначаємо параметри зовнішнього повітря $t_{Нл}$. Відзначимо на діаграмі точку, що визначає параметри повітря в приміщенні $t_{Вл}$. На прямій $d = const$ побудованою з $t_{Вл}$ приймаємо нагрів у витяжному вентиляторі $\Delta t = 1^0 C$ отримуємо точку $t_{Вл}'$. Будуємо процес в приміщенні і відкладаємо робочу різницю температур, що відповідає точці повітря приточування $t_{Пл}$. Будуємо процес в повітроохолоджувачі, з'єднавши $t_{Нл}$ з температурою поверхні повітроохолоджувача t_f . Приймаємо нагрів повітря в припливному повітроводі вентиляторі $\Delta t = 1,5^0 C$, і будуємо $t_{Пл}'$, через яку будуємо пряму по $d = const$ до перетину з процесом в повітроохолоджувачі і отримуємо параметри повітря після охолодження $t_{К}$. Параметри всіх точок заносимо в таблицю 3.2 і визначаємо продуктивності всіх апаратів СКП в літній період.

Таблиця 3.2 - Параметри повітря літнього режиму кондиціонування

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Ціль аеродинамічного розрахунку системи повітророзподілення:

- 1) Вибір діаметрів для круглих повітроводів і розмірів перетину для прямокутних повітроводів ;
- 2) Визначення втрат тиску в системах, включаючи усмоктувальний і нагнітальний повітроводи.

При розрахунку систем повітророзподілення потрібне виконання наступних умов:

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

По кожній розраховуваній системі задаємося наступними вихідними даними:

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

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

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

$$L=G \cdot 3600/\rho , \quad (4.1)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\rho = 1,2 \text{ кг/ м}^3$ - щільність повітря.

Для системи корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$$L_1 = \frac{3600 \cdot 2,484}{1,2} = 7452 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4.2)$$

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

$$L_1^n = 1,05 \cdot L_1, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.3)$$

$$L_1^n = 1,05 \cdot 7452 = 7824,6 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Для ділянки повітроводу магістрального знаходимо витрату повітря

$$L_{\text{УЧАСТОК\#1}} = \frac{L_1^n}{7} = 7824,6 / 7 = 1117,8 \text{ м}^3 / \text{с} \quad (4.4)$$

Задаємо швидкістю повітря $v=7 \text{ м/с}$

Знаходимо діаметр повітроводу:

$$d = (L / (3600 \cdot 0,785 \cdot v))^{0,5} \quad (4.5)$$

$$d = (1117,8 / (3600 \cdot 0,785 \cdot 7))^{0,5} = 0,237 \text{ м}$$

Приймаємо повітропровід діаметром: $d=0,25 \text{ м}$

Знайдемо площу перетину:

$$F = (\pi d^2) / 4 \quad (4.6)$$

$$F = (3,14 \cdot 0,25^2) / 4 = 0,049 \text{ м}^2$$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в. факт.}} = L / (F \cdot 3600) \quad (4.7)$$

$$V_{\text{в. факт.}} = 1117,8 / (0,049 \cdot 3600) = 6,3 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$\text{Re} = \frac{v_{\text{в. факт.}} \cdot d_{\text{екв.}}}{\nu} = (6,3 \cdot 0,25) / 0,0000156 = 100961, \text{ де } d_{\text{екв.}} = d \quad (4.8)$$

ν - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним

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

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк. 23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт опору для розвиненого турбулентного руху визначається як:

$$\lambda = 0,3164 / \text{Re}^{0,25} = 0,3164 / 100961^{0,25} = 0,018 \quad (4.9)$$

Динамічний натиск розраховуємо по формулі:

$$\Delta p_{\text{дин.}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{в.факт.}}^2}{2} = (1,2 \cdot 6,3^2) / 2 = 23,8 \quad (4.10)$$

Величину параметра R визначимо:

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{екв.}}} \cdot \Delta p_{\text{дин.}} = (0,018 / 0,25) \cdot 23,8 = 1,7 \quad (4.11)$$

Втрати тиску по довжині воздуховодів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l = 1,7 \cdot 2,3 = 3,9 \quad (4.12)$$

Втрати тиску на ділянках в місцях місцевих опорів визначаються:

$$\Delta p_{\xi} = \xi \cdot \Delta p_{\text{дин.}} + \Delta p_{\text{решетки}} = 0,24 \cdot 23,8 + 17 = 22,7 \quad (4.13)$$

Коефіцієнти місцевих опорів:

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

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

$$\Delta P_{\text{уч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_{\xi} = 3,9 + 22,7 = 26,6$$

З врахуванням початкових даних визначимо типорозмір і вид розподільника повітря для системи П1. Приймаємо розподільник повітря марки ВДУМ – поточного типу, образующие вертикальные отрывные ниспадающие струи : веерные и конические (ВДУМ-3), при швидкості в приміщенні $V_{\text{сп}} = 0,25$ м/с ?загальна кількість повітродозподільників $z = 4$, у якого площа живого сичення дорівнює $f = 0,08$ м². Падіння повного тиску через який складає: $\Delta p = 22,7$ Па.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПРИПЛИВНОЇ УСТАНОВКИ

5.1 Підбір центрального кондиціонера

За максимальним значенням витрати приточного повітря визначаємо корисну продуктивність кондиціонера:

Знаходимо сумарну масову витрату повітря для всіх приміщень :

$$G_{\max} = 2.484 \text{ кг/с.}$$

Повна корисна продуктивність кондиціонера:

$$L_{\text{кд}} = \frac{3600 \cdot G_{\max}}{\rho_v} = \frac{3600 \cdot 2.484}{1,2} = 7452 \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (5.1)$$

для всіх приміщень

Повна корисна продуктивність кондиціонера з врахуванням протічок в мережі воздуховодів :

$$L_{\text{кд}}^{\text{повне}} = L_{\text{кд}} \cdot 1,05 = 7452 \cdot 1,05 = 7824.6 \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (5.2)$$

За повною продуктивністю підбираємо кондиціонер.

Из каталогов фирмы ВЕЗА выбираем КЦКП -8 .

Після вибору кондиціонера остаточно розраховуємо масову витрату припливного повітря:

$$G_{\text{ки}} = \frac{\rho_v \cdot L_{\text{кд}}^{\text{повне}}}{3600} = \frac{1,2 \cdot 7824.6}{3600} = 2,6, \text{ кг/с,} \quad (5.3)$$

За значеннями масової витрати надалі виконуються всі розрахунки тепломасообмінних апаратів.

5.2.1 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача 1-го підігріву

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні данні для розрахунку повітрянагрівача :початкові та кінцеві параметри повітря $t_n = -21^\circ\text{C}$, $t_k = 7^\circ\text{C}$, витрати повітря $G_B = 7824.6 \text{ м}^3/\text{час}$, початкова та кінцева температура теплоносія $t_1 = 90^\circ\text{C}$, $t_2 = 70^\circ\text{C}$.

Приймаємо повітрянагрівач ВНВ243.1-073-065-02-2.5-08 -2 кондиціонера КЦКП-8

Масова швидкість повітря у фронтальному перетині кондиціонера КЦКП-8 $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$.

$$v\rho = \frac{G_B}{3600 \cdot F_f} \quad (5.4)$$

F_f – площа фронтального перетину кондиціонера, м^2 ;

G_B – витрата повітря $\text{кг}/\text{с}$;

$$v\rho = 7824.6 / (3600 \cdot 0.93) = 2.34 \text{ кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$$

Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

$$Q = 0.278 \cdot c_g \cdot G_g \cdot (t_k - t_n) \quad (5.5)$$

c_g – теплоємність повітря;

$$Q = 0.278 \cdot 1.006 \cdot 7824.6 \cdot (7 - (-21)) = 61272 \text{ Вт}$$

Витрата теплоносія, $\text{кг}/\text{ч}$:

$$G_w = \frac{3.6 \cdot Q}{c_w \cdot (t_1 - t_2)} \quad (5.6)$$

c_w – теплоємність води;

$$G_w = 3.6 \cdot 61272 / (4.187(90-70)) = 2414 \text{ кг}/\text{час}.$$

Задаючись швидкістю руху теплоносія в трубах w от 1.2 до 1.5 м/с, визначаємо число ходів та площу живого перетину для проходу води.

Попередньо також маємо задатися числом рядів трубок по ходу руху повітря, p .

Загальна кількість трубок:

$$N = \frac{p \cdot H_{mp}}{h} \quad (5.7)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо потрібну площу поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} \quad (5.13)$$

$$F = 61272 / (33 \cdot 87) = 22 \text{ м}^2$$

При відстані між пластинами 2,5 мм площа поверхні теплообміну однорядного теплообмінника 25 м², цього достатньо для передачі необхідної кількості теплоти.

Знаходимо коефіцієнт запасу:

$$a = (25 - 22) / 25 \cdot 100 = 12 \%$$

Аеродинамічний опір повітронагрівача:

$$\Delta P_a = B \cdot (v\rho)^m \quad (5.14)$$

Б, m – емпіричні коефіцієнти;

$$\Delta P_a = 2,104 \cdot (2.34)^{1.64} = 8.48 \text{ кПа}$$

Гідравлічний опір повітронагрівача:

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot l_{\text{хода}} \cdot w^{1.69} \quad (5.15)$$

де $l_{\text{хода}}$ – приведена довжина ходу води в трубках визначається як множення числа ходів на довжину трубок.

$$\Delta P_w = 1.968 \cdot (0.73 \cdot 4) \cdot 1,21^{1.69} = 8 \text{ кПа}$$

5.2.2 Розрахунок поверхневого повітронагрівача 2-го підігріву

Вихідні данні для розрахунку повітронагрівача :початкові та кінцеві параметри повітря $t_n = 15,3^\circ\text{C}$, $t_k = 19^\circ\text{C}$, витрати повітря $G_B = 7824.6 \text{ м}^3/\text{час}$, початкова та кінцева температура теплоносія $t_1 = 90^\circ\text{C}$, $t_2 = 70^\circ\text{C}$.

Приймаємо повітронагрівач ВНВ 243.1-073-065-02-2,5-08-2 кондиціонера КЦКП-8 площа фронтального перетину 0,93 м².

Масова швидкість повітря у фронтальному перетині кондиціонера

КЦКП-8 кг/(с·м²).

$$v\rho = 7824.6 / (3600 \cdot 0,93) = 2.34 \text{ кг/(с·м}^2\text{)} \quad (5.16)$$

Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$Q = 0.278 \cdot 1.006 \cdot 7824.6 \cdot (19 - 15,3) = 8096.67 \text{ Вт} \quad (5.17)$$

Витрата теплоносія, кг/ч:

$$C_w = 3.6 \cdot 8096.67 / (4.187(90 - 70)) = 348 \text{ кг/час.} \quad (5.18)$$

Загальна кількість трубок:

$$N = 1 \cdot 0,65 / 0.05 = 17 \quad (5.19)$$

Розраховуємо число трубок, які підключаються до колектора, який подає, по заданому значенню швидкості руху води в трубках:

$$m = 348 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0.0001108 \cdot 0,5) = 1,85 \quad (5.20)$$

Приймаємо $m = 2$ та визначаємо число ходів

$$n = \frac{N}{m} \quad (5.21)$$

$$n = 8$$

Уточнюємо швидкість руху води в трубках:

$$w = 348 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0.0001108 \cdot 2) = 0,436 \text{ м/с} \quad (5.22)$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі, $K \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$$k = 21,68 \cdot (2.34)^{0.37} \cdot 0,43^{0.18} = 25.5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (5.23)$$

Середня логарифмічна різниця температур замінюється різницею середніх температур води та повітря:

$$\Delta t_{cp} = (90 + 70)/2 - (15,3 + 19)/2 = 62,85 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (5.24)$$

Знаходимо потрібну площу поверхні теплообміну:

$$F = 8096.67 / (25.5 \cdot 62,85) = 5 \text{ м}^2 \quad (5.25)$$

При відстані між пластинами 2,5 мм площа поверхні теплообміну однорядного теплообмінника 25 м^2 , цього достатньо для передачі необхідної кількості теплоти.

Знаходимо коефіцієнт запасу:

$$a = (25 - 5)/25 \cdot 100 = 80 \% \quad (5.26)$$

Аеродинамічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_a = 1,574 \cdot 2.34^{1.74} = 6.9 \text{ кПа} \quad (5.27)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Y\Phi = L/F_{\phi}, \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^2 \quad (5.31)$$

Де F_{ϕ} – фронтальна поверхня матеріалу, що фільтрує, м^2 ;

$$Y\Phi = 7824.6 / 1,184 = 6608 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}^2$$

Обчислюємо час роботи фільтру

$$\tau_{\phi} = Y\Phi \cdot 1000 \cdot \frac{F_{\phi}}{[(C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}) \cdot L]}, \text{ ч}, \quad (5.32)$$

де L – витрата повітря, що проходить через фільтр, $\text{м}^3/\text{ч}$;

F_{ϕ} – фронтальна поверхня матеріалу, що фільтрує, м^2 ;

$C_{\text{вх}}, C_{\text{вих}}$ – концентрація маси пилу до і після фільтру, $\text{мг}/\text{м}^3$.

$$\tau_{\phi} = 6608 \cdot 1000 \cdot \frac{1,184}{[(0.5_x - 0.04) \cdot 7824.6]} = 2173,71 \text{ год.}$$

Тривалість в робочих днях експлуатації кишенькових фільтрів

$$\tau = \frac{\tau_{\phi}}{\tau_{\text{сут}}}, \text{ днів} \quad (5.33)$$

$$\tau = \frac{2173,71}{12} = 181 \text{ днів}$$

В порівнянні з осередковим фільтром використання кишенькового фільтру дозволяє в 4 рази збільшити термін експлуатації фільтру без заміни фільтруючого матеріалу або його реактивації.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Тепловий розрахунок компресора

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

Вибір конструктивних даних:

1 Діаметр кіл виступів роторів:

$$2R_1 = 2R_2 = 80 \text{ мм}$$

2 Діаметр кіл западин:

$$2r_1 = 2r_2 = 48 \text{ мм.}$$

3 Площа перетину зуба провідного ротора:

$$f_1 = 4 \text{ см}^2$$

Для роботи холодильної машини використовуємо фреон R407C, який має достатньо хороші термодинамічні якості.

Режим роботи холодильної установки визначається температурою кипіння холодильного агента (t_o) та температурою конденсації (t_k).

Температура кипіння залежить від робочої температури води, яка виходить з чілера: $t_{\text{води}} = 8^\circ\text{C}$

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

$$t_o = 8 - 5 = 3^\circ\text{C}$$

Приймаємо $\Delta t_o = 5^\circ\text{C}$ – розрахункова різниця температур для пластинчатих випарників, які використовуються в чілерах .

Температура конденсації визначається за емпіричною залежністю:

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

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_H = 27,5^\circ\text{C}$ – температура зовнішнього повітря.

$$t_K = 27,5 + 12,5 = 40^\circ\text{C}$$

Задаємось переохолодженням рідкого холодильного агента в конденсаторі:

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

Визначаємо температуру в точці 3:

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

$$t_3 = 40 - 5 = 35^\circ\text{C}$$

Задаємось перегрівом парів холодильного агента в обмотках ел.двигуна компресора: $\Delta t_{BC} = 7^\circ\text{C}$.

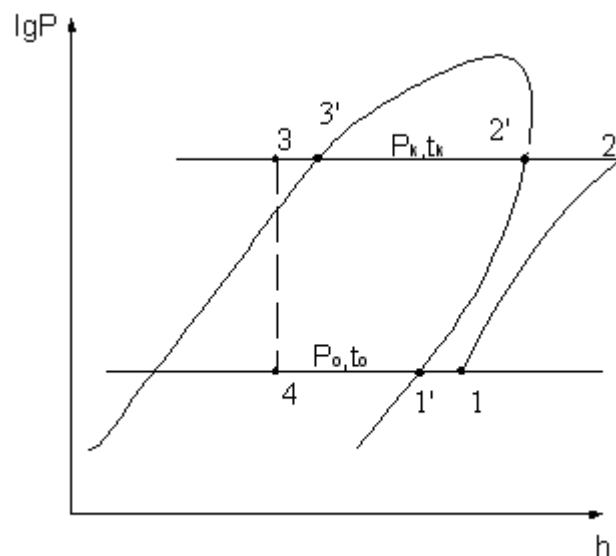
Перегрів в випарнику- $\Delta t_0 = 5^\circ\text{C}$.

Визначаємо температуру в точці 1:

$$t_1 = t_0 + \Delta t_{BC}, ^\circ\text{C}. \quad (6.4)$$

$$t_1 = 3 + 7 = 10^\circ\text{C}$$

Побудуємо цикл в $\lg p$ - h діаграмі та визначимо параметри точок процесів.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Підбираємо чілер зі спіральним компресором.

Робочий хол. агент: R-407C;

Температура кипіння фреону: $t_o = +3^{\circ}\text{C}$;

Температура конденсації фреону: $t_k = +40^{\circ}\text{C}$;

Будуємо холодильний цикл у $\lg P-h$ діаграмі та знімаємо дані з точок циклу, які заносимо в таблицю 6.1

Таблиця 6,1 . Параметри точок

	P, мПа	t, °C	h, кДж/кг	v, м ³ /кг
1	0,58	10	420	0,06
2	1,8	60	440	
3	1,8	35	240	
4	0,58	3	240	
1'	0,58	3	405	
2'	1,8	40	430	
3'	1,8	40	260	

Виробимо тепловий розрахунок:

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єм западин провідного ротора:

$$V_{01} = \left[\pi(R_1^2 - r_1^2) \cdot \frac{1}{4} - f_1 \right] \cdot L, \text{ м}^3 \quad (6.5)$$

$$V_{01} = \left[3,14(40^2 - 24^2) \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{4} - 4 \cdot 10^{-4} \right] \cdot 0,058 = 2,39 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

Об'єм западин веденого ротора:

$$V_{02} = V_{01} \cdot \frac{Z_1}{Z_2}, \text{ м}^3 \quad (6.6)$$

$$V_{02} = 2,39 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{4}{6} = 1,63 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

Теоретичний об'єм, описаний гвинтовим компресором:

$$V_T = (V_{01} + V_{02}) \cdot n_1 \cdot Z_1, \text{ м}^3/\text{с} \quad (6.7)$$

$$V_T = (2,39 + 1,63) \cdot 10^{-5} \cdot 50 \cdot 4 = 0,009 \text{ м}^3/\text{с}$$

Питома масова холодовидатність:

$$q_0 = h_1 - h_4, \text{ кДж / кг} \quad (6.8)$$

$$q_0 = 420 - 240 = 180 \text{ кДж / кг}$$

Питома робота компресора:

$$l_a = h_2 - h_1, \text{ кДж / кг} \quad (6.9)$$

$$l_a = 440 - 420 = 20 \text{ кДж / кг}$$

Питома теплота конденсації:

$$q_k = h_2 - h_3 = 440 - 240 = 200 \quad (6.10)$$

Питома об'ємна холодовидатність:

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

$$q_v = \frac{180}{0,06} = 3000 \text{ кДж / м}^3$$

Коефіцієнт подачі гвинтового компресора:

$$\lambda = 0,92 - 0,02 \cdot \frac{P_k}{P_0} \quad (6.12)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda = 0,92 - 0,02 \cdot \frac{1,8}{0,58} = 0,857$$

Повна холодовидатність:

$$Q_0 = V_m \cdot \lambda \cdot q_v, \text{ кВт} \quad (6.13)$$

$$Q_0 = 0,009 \cdot 0,857 \cdot 3000 = 23,13 \text{ кВт}$$

Масова витрата холодильного агента:

$$G_a = \frac{Q_0}{q_0}, \text{ кг/с} \quad (6.14)$$

$$G_a = \frac{23,13}{180} = 0,128 \text{ кг/с}$$

Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = G_a \cdot i_a, \text{ кВт} \quad (6.15)$$

$$N_a = 0,128 \cdot 20 = 2,56 \text{ кВт}$$

Ефективний ККД:

$$\eta_e = f\left(\frac{P_k}{P_0}\right) \quad (6.16)$$

$$\eta_e = f\left(\frac{1,8}{0,58}\right) = f(3,103) = 0,645$$

Ефективна потужність компресора:

$$N_e = \frac{N_a}{\eta_e}, \text{ кВт} \quad (6.17)$$

$$N_e = \frac{2,56}{0,645} = 4 \text{ кВт}$$

Ефективний коефіцієнт перетворення:

$$COP_e = \frac{Q_0}{N_e} \quad (6.18)$$

$$COP_e = \frac{23,13}{4} = 5,78$$

Електрична потужність компресора:

$$N_{\text{эл.дв}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{эл.дв}}}, \text{ кВт} \quad (6.19)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{эл.об}} = \frac{4}{0.88} = 4.54 \text{ кВт}$$

Електричний коефіцієнт перетворення:

$$COP_{\text{эл.}} = \frac{Q_0}{N_{\text{эл}}} \quad (6.20)$$

$$COP_{\text{эл.}} = \frac{23,13}{4.54} = 5,09$$

7. РОЗРАХУНОК ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧА

Повітроохолоджувачем прийнято називати теплообмінний апарат, призначений для охолодження (а в більшості випадків і для осушення) повітря. Рух повітря в повітроохолоджувачах – примусове.

Процес охолодження і осушення повітря в повітроохолоджувачі протікає в наступній послідовності: у перших рядах по ходу повітря охолоджується при постійному вмісті вологості; найбільш інтенсивне охолодження повітря відбувається в нижній частині обрешітки в місцях, де ребра примикають до поверхні трубок, в тих рядах повітроохолоджувача, де охоложене повітря зустрічається з поверхнею обрешітки, що має температуру нижче за точку роси потоку повітря, починається процес конденсації вологи з повітря; найбільша конденсація вологи матиме місце в останніх рядах повітроохолоджувача. По висоті ребра інтенсивність вологи при осушенні повітря буде різною. Найбільша інтенсивність випадання вологи має місце в підставі ребра і знижується по його висоті. На виході з повітроохолоджувача при перемішуванні частини охоложеного

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_f = \frac{(S_1 - d_n)(S_p - \delta_p)}{S_1 \cdot S_p} \quad (7.2)$$

$$k_f = \frac{(0.02 - 0.01)(0.002 - 0.0003)}{0.02 \cdot 0.002} = 0.43$$

Швидкість повітря у фронтальному і вузькому перетинах:

$$\omega_{B.H.} = 1.3 \text{ м/с};$$

$$\omega_{B.H.} = k_f \cdot \omega_B = 0.43 \cdot 1.3 = 0,559 \quad (7.3)$$

Звідси $\omega_B = 0,559 \text{ м/с}$.

Площа фронтального перетину:

$$f_B' = \frac{G_B}{\gamma_B \cdot \omega_{B.H.}}, \text{ м}^2 \quad (7.4)$$

де γ_B - щільність повітря при початкових параметрах;

$$f_B' = \frac{2.484}{1.05 \cdot 0.559} = 4,23 \text{ м}^2$$

Ентальпія повітря на виході з повітроохолоджувача:

$$h_{B2} = h_{B1} - \frac{Q_0}{G_B}, \text{ кДж/кг} \quad (7.5)$$

$$h_{B2} = 58 - \frac{22,250}{2.484} = 49 \text{ кДж/кг}$$

Знаходимо коефіцієнт вологи випадення:

$$\xi = \frac{h_{B1} - h_{B2}}{C_{B1} (t_{B1} - t_{B2})} \quad (7.8)$$

де C_{B1} - теплоємність повітря, знаходиться по

середній температурі:

$$t_{B.c.p.} = 0.5(t_{B1} + t_{B2}) = 0.5(27,8 + 16) = 21,9^{\circ}\text{C},$$

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ				

$$C_{B1} = 1.0061 \text{ кДж/(кг К)}$$

$$\xi_n = \frac{58 - 49}{1.006(27,8 - 16)} = 0.75$$

Температурний натиск:

$$\theta_n = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2.31g \frac{t_{B1} - t_n}{t_{B2} - t_n}}, ^\circ\text{C} \quad (7.9)$$

$$\theta_n = \frac{27,8 - 16}{2,31g \frac{27,8 - 10}{16 - 10}} = 4.72 ^\circ\text{C}$$

Необхідна поверхня теплообміна:

$$F_n = \frac{10^3 \cdot Q_0}{\alpha_n \cdot \xi_n \cdot \theta_n}, \text{м}^2 \quad (7.10)$$

$$F_n = \frac{10^3 \cdot 22,250}{23 \cdot 0.53 \cdot 4.72} = 386,7 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт ефективності

$$E_p = \frac{th(h_p \cdot \sqrt{B})}{h_p \cdot \sqrt{B}} \text{ ребра:}$$

(7.11)

$$B = \frac{2 \cdot \alpha_n \xi}{\delta_p \cdot \lambda_n}, \text{м}^{-2}$$

$$B = \frac{2 \cdot 23 \cdot 0.53}{0.0003 \cdot 45} = 1805.93 \text{ м}^{-2} \quad (7.12)$$

$$E_p = \frac{th(0.01 \sqrt{1805.93})}{0.01 \cdot \sqrt{1805.93}} = 1.064$$

Коефіцієнт

ефективності ребристої поверхні:

$$E_n = \frac{t_n - t_k}{t_n - t_w}$$

$$E_n = 0.55$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питоме теплове навантаження на внутрішню поверхню повітроохолоджувача

$$q_{Fa} = \beta \cdot \alpha_n \cdot \xi \cdot \theta_n, \text{ Вт/м}^2 \quad (7.13)$$

де β - міра обрєбрення, $\beta = 16.9$;

$$q_{Fa} = 16.9 \cdot 23 \cdot 0.53 \cdot 4.72 = 972 \text{ Вт/м}^2$$

Температура кипіння фреону:

$$t_0 = 9^\circ \text{C} \quad (7.14)$$

Температура конденсації:

$$t_\kappa = 27,8 + 10 = 37,8^\circ \text{C} \quad (7.15)$$

$$t_1 = t_0 + 10 = 9 + 10 = 19^\circ \text{C}$$

$$t_3 = t_\kappa - 5 = 37,8 - 5 = 32,8^\circ \text{C}$$

Оптимальна масова швидкість фреону:

$$\omega_a \rho_a = 19.3 \cdot q_{Fa}^{0.24}, \text{ кг/ м}^2 \text{с} \quad (7.18)$$

$$\omega_a \rho_a = 19.3 \cdot 972^{0.24} = 100.59 \text{ кг/м}^2 \text{с}$$

Витрата фреону через трубку:

$$G_a = 0,785 \cdot d_{\text{вн}}^2 \cdot \omega_a \rho_a, \text{ кг/с} \quad (7.19)$$

$$G_a = 0,785 \cdot 0.01^2 \cdot 100.59 = 0.0078 \text{ кг/с}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від трубок до киплячого фреону:

$$\alpha_a = A \cdot q_{Fa}^{0.6} \cdot (\omega_a \rho_a)^{0.2} \cdot d_{\text{вн}}^{-0.2}, \text{ Вт/м}^2 \quad (7.20)$$

$$\alpha_a = 5.83 \cdot 972^{0.6} \cdot (100.59)^{0.2} \cdot 0,008^{-0.2} = 2461 \text{ Вт/м}^2$$

Повний температурний натиск:

$$\theta = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2.31g \frac{t_{B1} - t_0}{t_{B2} - t_0}} \quad (7.21)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\theta = \frac{27,8-16}{2,3 \lg \frac{27,8-9}{16-9}} = 5,2$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$k_n = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n \cdot \xi_n \cdot F_n} + \frac{1}{\alpha_a} \cdot \beta}, \text{ Вт/м}^2\text{К} \quad (7.22)$$

$$k_n = \frac{1}{\frac{1}{23 \cdot 0,53 \cdot 386,7} + \frac{1}{2461} \cdot 16,9} = 142,8 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Знаходимо необхідну поверхню теплообміну:

$$F_n = \frac{Q_0}{10^{-3} \cdot k_n \cdot \theta}, \text{ м}^2 \quad (7.23)$$

$$F_n = \frac{22,250}{10^{-3} \cdot 142,8 \cdot 5,2} = 29,9 \text{ м}^2$$

Поверхня теплообміну одного ряду трубок:

$$F_{n1} = \pi \cdot d_n \cdot L \cdot n_1 \cdot \beta', \text{ м}^2 \quad (7.24)$$

$$F_{n1} = 3,14 \cdot 0,01 \cdot 0,3 \cdot 9,5 \cdot 50 = 4,413 \text{ м}^2$$

Число рядів трубок по ходу повітря:

$$n_2 = n_2' = \frac{F_n}{F_{n1}}, \text{ рядів} \quad (7.25)$$

$$n_2 = n_2' = \frac{29,9}{4,413} = 6 \text{ ряда}$$

Осушуюча здатність повітроохолоджувача:

$$W_0 = \frac{Q_0}{q} \left(1 - \frac{1}{\xi_n} \right), \text{ кг/с} \quad (7.27)$$

$$W_0 = \frac{22,250}{3000} \left(1 - \frac{1}{0,53} \right) = 0,0065 \text{ кг/с}$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

7.1 Розрахунок повітряного конденсатора

Конденсатор слугує для передачі теплоти робочої речовини охолоджуючому середовищу або джерелу теплоти високої температури. По роду охолоджуючого середовища конденсатори можна розділити на дві великі групи: з водяним і повітряним охолодженням. У більшості випадків для великих і середніх установок, що працюють на різних холодоагентах, застосовують конденсатори з водяним охолодженням - горизонтальні кожухотрубні. Використовувати такі конденсатори доцільно при наявності оборотного водопостачання .

Теплове навантаження

$$Q_k = Q_0 + N_e, \text{ кВт}, \quad (7.28)$$

де Q_0 - холодовидатність, кВт;

N_e - ефективна потужність, кВт.

$$Q_k = 35 + 5,7 = 40,7 \text{ кВт}$$

Температура води що поступає на конденсатор (t_w) і температура води ,яка виходить із конденсатора (t_k).

$$t_{w1} = t_k - 7, \text{ }^\circ\text{C} \quad (7.29)$$

$$t_{w1} = 40 - 7 = 33 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$t_{w2} = t_{w1} + (4 \dots 6), \text{ }^\circ\text{C} \quad (7.28)$$

$$t_{w2} = 33 + 4 = 37 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Температура конденсації визначається за емпіричною залежності:

$$t_k = t_n + (8 \dots 15) \text{ }^\circ\text{C}. \quad (7.29)$$

$t_n = 31 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура наружного воздуха [12].

$$t_k = 27,5 + 8 = 35,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Визначимо середню логарифмічну різниця температур за формулою:

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\theta_{cp.} = \frac{\theta_0 - \theta_m}{2.31g \frac{\theta_0}{\theta_m}}, \quad (7.30)$$

де θ_0 - різниця температур на початку теплопередаючої поверхні (велика різниця температур -);

θ_m - різниця температур в кінці теплопередаючої поверхні (менша різниця температур).

$$\theta_{cp.} = \frac{12-8}{2.31g \frac{12}{8}} = 2.8 \approx 3$$

Витрата води, що проходить через конденсатор

$$G_w = Q_k / \Delta t_w * C_w \quad (7.31)$$

де C_w – питома теплоємність води;

$$G_w = 40,7/4 * 4.19 = 2,42 \text{ кг/с}$$

Основні розміри, що характеризують теплопередаючу поверхню

Тип труб - мідні з накатними ребрами.

Внутрішній діаметр труби – $d_{вн} = 0.008$ м.

Діаметр труби по колу западин – $d_0 = 0.0086$ м.

Діаметр труби по колу виступів – $d_{н} = 0.01$ м

Крок ребер – $U = 0.002$ м

Зовнішня поверхня – $F_{н} = 0.165464$ м²/м

Внутрішня поверхня – $F_{вн} = 0.041134$ м²/м

Коефіцієнт оребріння (по відношенню до внутрішньої поверхні) - $F_{н}/ F_{вн} = 4$

Визначаємо швидкість води в трубах апарату

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Попередньо приймаємо $w = 1.5$ м/с , тоді кількість труб в одному ході

$$n = 4V_w / \omega \cdot \pi \cdot d_{\text{вн}}^2, \text{ шт} \quad (7.32)$$

$$n = 4 \cdot 0.00568 / 1.5 \cdot 3.14 \cdot 0.008^2 = 28 \text{ шт}$$

тоді

$$w = 4V_w / n \cdot \pi \cdot d_{\text{вн}}^2 \text{ м/с.} \quad (7.33)$$

$$w = 4 \cdot 0.007 / 28 \cdot 3.14 \cdot 0.008^2 = 4.98 \text{ м/с.}$$

Визначаємо число Рейнольдса [10]:

$$Re_{\text{ж}} = w \cdot d_{\text{вн}} / \nu \quad (7.34)$$

$\nu = 1.306 \cdot 10^{-6}$ м²/с – коефіцієнт кінематичної в'язкості води, при

$$t_{\text{вср}} = 0.5(33 + 27,5) = 30,25 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7.35)$$

$$\lambda = 60.85 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)} – \text{коефіцієнт теплопровідності;} \quad (7.36)$$

$Pr = 6.22$ - число Прандтля

$$Re_{\text{ж}} = 4.98 \cdot 0.008 / 1.306 \cdot 10^{-6} = 43998 \quad (7.37)$$

Визначаємо число Нуссельта

$$Nu_{\text{ж}} = 0.0121 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr_{\text{ж}}^{0.43} \quad (7.38)$$

$$Nu_{\text{ж}} = 0.0121 \cdot 43998^{0.8} \cdot 6.22^{0.43} = 137.68$$

Коефіцієнт тепловіддачі з боку води

$$\alpha_w = (\lambda \cdot Nu_{\text{ж}}) / d_{\text{вн}} \quad (7.39)$$

$$\alpha_w = (0.851 \cdot 137.68) / 0.008 = 14845 \text{ Вт/м}^2\text{К.}$$

Коефіцієнт тепловіддачі з боку робочого тіла, віднесений до внутрішньої поверхні оребреної труби

$$\alpha_a = 0.725 \sqrt[4]{\frac{r \rho^2 \lambda^3 g}{\mu d_0}} \cdot n^{-1/6} \cdot \Psi_p \frac{F_n}{F_{\text{вн}}} (T - T_{\text{ст}})^{-1/4} \quad (7.40)$$

$$\alpha_a = 0.725 \sqrt[4]{\frac{138.6 \cdot 10^3 \cdot 1309^2 \cdot 0.851^3 \cdot 9.81}{2.58 \cdot 10^4 \cdot 0.0086}} \cdot 9^{-0.166} \cdot 1.5454 \cdot 4 (T - T_{\text{ст}})^{-0.25} =$$

$$= 9564 (T - T_{\text{ст}})^{-0.25} \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

де r – теплота пароутворення фреону,

ρ - щільність рідини ,

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

λ коефіцієнт теплопровідності рідини - ,

μ - коефіцієнт динамічної в'язкості рідини,

$n = 9$ – половина кількості рядів труб по вертикалі (на шаховому пучку),

Ψ_p – коефіцієнт, що враховує різні умови конденсації на горизонтальних і вертикальних ділянках поверхні оребреної труби,

$$\Psi_p = 1.3 \cdot \frac{F_g}{F_n} \cdot E^{3/4} \cdot \left(\frac{d_0}{h'_p} \right)^{1/4} + \frac{F_g}{F_n} \quad (7.41)$$

$$\Psi_p = 1.3 \cdot \frac{0.138161}{0.165464} \cdot \left(\frac{0.0086}{0.006308} \right)^{1/4} + \frac{0.027303}{0.165464} = 1.5454;$$

F_B – поверхню вертикальних ділянок ребер, м²/м

$$F_g = \frac{\pi \cdot (d_n^2 - d_0^2)}{2u \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}, \text{ м}^2/\text{м} \quad (7.42)$$

$$F_g = \frac{3.14(0.01^2 - 0.0086^2)}{2 \cdot 0.002 \cdot 0.9588} = 0.021 \text{ м}^2/\text{м}$$

$\alpha = 35^\circ$ – кут при вершині ребра;

F_r – , поверхню горизонтальних ділянок ребер м²/м

$$F_r = F_n - F_B, \text{ м}^2/\text{м} \quad (7.43)$$

$$F_r = 0.165464 - 0.021 = 0.144 \text{ м}^2/\text{м}$$

h'_p – наведена висота ребра,

$$h'_p = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_n^2 - d_0^2}{d_n} \right), \text{ м} \quad (7.44)$$

$$h'_p = \frac{3.14}{4} \left(\frac{0.01^2 - 0.0086^2}{0.01} \right) = 0.00204 \text{ м};$$

$E = 1$ – ефективність ребра (для низьких накатних ребер).

Обчислюємо тепловий потік в апараті залежно від температури стінки

$$q_{w \text{ FBH}} = 1 / [(1/\alpha_w) + \Sigma(\delta/\lambda)] * (T_{\text{ст}} - T_w) \quad (7.45)$$

де $\Sigma(\delta/\lambda)$ – термічний опір стінки і забруднень;

$$q_{w \text{ FBH}} = 1 / [(1/14845) + 0.5 * 10^{-3}] * (T_{\text{ст}} - T_w) = 1763 * (T_{\text{ст}} - T_w) \text{ Вт/м}^2.$$

При $\Delta T = 1$; $q_{w \text{ FBH}} = 1763 \text{ Вт/м}^2$

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$q_{a \text{ FBH}} = \alpha_a (T_K - T_{CT})^{3/4} = 11564 (T_K - T_{CT})^{3/4}$$

За графіком визначаємо величину теплового потоку

$T_K - T_{CT}$	0.5	1	2	3
$(T_K - T_{CT})^{3/4}$	0.5946	1	1.6818	2.2795
$q_{a \text{ FBH}}$	6876	11564	19448	26360

$$q_{\text{FBH}} = 4200 \text{ Вт/м}^2$$

Розраховуємо внутрішню поверхню теплообміну

$$F_{\text{BH}} = Q_K / q_{\text{FBH}}, \text{ м}^2 \quad (7.46)$$

$$F_{\text{BH}} = 21.03 / 4.2 = 5.01 \text{ м}^2$$

Розраховуємо зовнішню поверхню теплообміну

$$F_{\text{H}} = F_{\text{BH}} \cdot \beta, \text{ м}^2 \quad (7.47)$$

$$F_{\text{H}} = 5.01 \cdot 2.52 = 12.6 \text{ м}^2$$

Підбираємо конденсатор *КТР – 15*

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ

Організаційне обґрунтування проекту.

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-їй групі складності ;

- рівень – локальний.

Життєвий цикл проекту — це період часу від задуму проекту до його закінчення, який може характеризуватися моментом здійснення перших витрат за проектом (поява проекту) і отриманням останньої вигоди (ліквідація проекту).

Життєвий цикл проекту — концепція, що розглядає проект як послідовність фаз, подій та етапів, кожна з котрих має свою назву та часові межі.

Життєвий цикл проекту є базовим, вихідним поняттям для дослідження проблем реалізації проекту, фінансування робіт, прийняття рішень про доцільність капіталовкладень та деталізації проекту. Незалежно від розміру, обсягу й вартості виконуваних операцій будь-який проект у власному розвитку проходить періоди задуму, підготовки, реалізації, закінчення та

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ліквідації. Всі ці стани проекту, як правило, поділяються на складові, які дістали назви «фаза», «стадія» та «етап».

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: формулювання проекту, планування, здійснення, завершення.

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.

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.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До фази планування проекту віноситься: Збір необхідної інформації для проекту; Аналіз інформації; Вибір коштів; Розробка загального опису процесу; Розробка структури програми;

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 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.

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.

Далі в календарному плані робіт проекту таблиці 9.1 детально приводяться строки виконання частин проекту.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 глушителів шуму й гасителів 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.

Статистика свідчить, що практично 80% усіх фірм, які стали банкрутами у розвинених країнах, не здійснили маркетингової проробки всіх аспектів своєї діяльності. Детальний аналіз ринку на фазі планування проекту допоміг би виправити помилки ще до того, як вони могли б бути зробленими. У багатьох випадках неадекватна продуктивність проекту є результатом недостатньої його підготовки, тому маркетинговий аналіз обов'язковий вже з першої стадії планування проекту.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічні розрахунки

Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення на створення систем вентиляції і кондиціонування повітря складаються з витрат, пов'язаних з придбанням устаткування, включаючи засоби автоматики, вартості виробничої площі, на якій воно розміщується і витрат на будівельномонтажні роботи, безпосередньо пов'язані із створенням системи кондиціонування і вентиляції.

Капітальні вкладення визначають по формулі:

$$K = K_{об} + K_{тр} + K_{м} + K_{пр}, (грн.) \quad (9.1)$$

- где $K_{об}$ - вартість устаткування;

$K_{тр}$ - транспортні витрати, приймаються у розмірі 5-15% від вартості устаткування;

$K_{м}$ - витрати на монтажні і пусконаладжувальні роботи приймаються у розмірі 10-20% від вартості устаткування;

$K_{пр}$ - вартість проекту (проектної документації), приймаємо в розмірі 20 – 25 % від вартості обладнання.

$$K_{тр} = 0,05 * 223580 = 11179$$

$$K_{м} = 0,15 * 223580 = 33537$$

$$K_{пр} = 0,2 * 223580 = 44716$$

$$K_{об} = 223580 + 11179 + 33537 + 44716 = 313012(грн)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Витрати на заробітну плату (C_3)
4. Витрати на поточне обслуговування й поточний ремонт (C_o)
5. Амортизаційні витрати (C_a)
6. Інші витрати (C_i)

Витрати на електроенергію

$$C_3 = 0,7 \cdot N_y \cdot T_y \cdot C_3 \quad (9.2)$$

- де C_3 - вартість 1 кВт електроенергії в годину;

N_y - сумарна настановна потужність;

T_y - кількість годин роботи електродвигунів.

$$N_y = N_{уст.1} + N_{уст.2}$$

$$N_y = 24 + 2 = 26 \text{ кВт}$$

$$C_3 = 0,7 * 26 * 4380 * 0,3 = 23914 (\text{грн} / \text{рік})$$

Витрати на воду

$$C_6 = B \cdot t_y \cdot C_6 \cdot 10^{-3} \quad (9.3)$$

де B – витрата води на зволоження ,

t_y – кількість годин роботи в режимі зволоження;

C_6 – вартість 1 м³ води.

$$C_6 = 3705 \cdot 1080 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 6002 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right)$$

Допоміжні матеріали

$$C_m = C_{m1} + C_{m2} \quad (9.4)$$

де C_{m1} - вартість річної витрати фреону, грн/рік;

C_{m2} - вартість річної витрати фільтруючого матеріалу, який визначається залежно від марки матеріалу, його запиленої і запиленої зовнішнього повітря, грн/год;

$$C_{m1} = 0,1 * V * C_x = 0,1 * 15 * 300 = 450 (\text{грн}) \quad (9.5)$$

де V – обсяг холодоагенту, заправляемого в систему, кг;

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_x – вартість 1 кг хладогента, грн.

Вартість фільтруючого матеріалу:

$$C_{m2} = \frac{t_{\phi} \cdot f \cdot C_M}{t_M} = \frac{4380 \cdot 9,4 \cdot 20}{1343} = 613 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right) \quad (9.6)$$

де t_{ϕ} – час роботи фільтру, год/рік;

f – робоча поверхня фільтруючого матеріалу, м²;

C_M – вартість 1 м² фільтруючого матеріалу, грн.;

t_M – час роботи фільтруючого матеріалу, год/рік.

$$C_{m1} 450 + 613 = 1063 \text{ (грн / рік)}$$

Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування

$$C_o = 0,05 \cdot K_{об} = 0,05 \cdot 313012 = 15650 \text{ (грн / рік)}$$

(9.7)

Амортизаційні відрахування

$$C_o = 0,15 \cdot K_{об} = 0,15 \cdot 313012 = 46951 \text{ (грн / рік)}$$

(9.8)

Інші витрати

Приймаємо у розмірі 3% від сумарних експлуатаційних витрат:

$$C_{np} = 0,03 \cdot C_{об} = 0,03 \cdot 86212 = 2586 \left(\frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right) \quad (9.9)$$

Розрахунок приведених витрат

Приведені витрати визначимо по формулі:

$$P_i = C_i + E_H \cdot K_i = 98752 + 0,15 \cdot 313012 = 145703 \text{ (грн)} \quad (9.10)$$

Визначимо питомі витрати на 1 м³ повітря

- капітальні вкладення:

$$K' = \frac{K}{V} = \frac{313012}{8672} = 36.09 \text{ (грн / м}^3\text{)} \quad (9.11)$$

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- експлуатаційні витрати:

$$C' = \frac{C}{V} = \frac{98752}{8672} = 11,38(\text{грн} / \text{год} * \text{м}^3)$$

(9.12)

- приведені витрати:

$$П' = \frac{П}{V} = \frac{145703}{8672} = 16,80(\text{грн} / \text{год} * \text{м}^3)$$

(9.13)

Розрахунок економії від утилізації тепла:

Знаючи вартість 1 Гдж теплової енергії визначимо вартість енергії, що утилізувала:

$$C_{\text{ут}} = 20 \cdot 0,436 \cdot 18 \cdot 180 = 25,5(\text{тис.грн.}) \quad (9.14)$$

Розрахунки строку окупності капітальних вкладень

Після того як була встановлена система кондиціонування повітря працездатність робітників поліпшилась, поменшала частота захворювання.

Отже, строк окупності капітальних вкладень складе:

$$T = \frac{K}{П}, \text{ років} \quad (9.15)$$

де: К - капітальні витрати, грн.;

П - збільшення прибутку, грн.;

$$T = \frac{313012}{220000} = 1,5 \text{ роки}$$

Економічна ефективність СКП :

$$E = \frac{П}{K} \quad (9.16)$$

$$E = \frac{220000}{313012} = 0,7$$

Результати розрахунку зведемо в таблицю 9.4.

Таблиця 9.4 - Техніко-економічні показники СКП

Показники:	Проектований варіант:
------------	-----------------------

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність по повітрі, ($m^3/год$)	8672
Холодопродуктивність, (kWt)	39,4
Встановлена потужність, (kWt)	20,2
Витрата води, ($m^3/год$)	6
Капітальні вкладення, тис.грн.:	313012
Річні експлуатаційні витрати, тис.грн.:	98752
Питомі витрати на $1m^3$ повітря:	
- капітальні вкладення:	36,09
- експлуатаційні витрати:	10,24
- приведені витрати:	14,97
Економія від утилізації тепла, тис.грн:	25,5
Термін окупності, роки:	1,7

Отже перед тим як прийняти те чи інше рішення, треба детальний аналіз та перевірка усіх факторів , котрі мають вплив на вибір СКП . І тільки тоді треба приймати рішення яке обладнання вибрати. І звичайно треба розробити економічний розрахунок для замовника, котрий дасть більш повне уявлення про капітальні вкладення , експлуатаційні витрати та строк окупності.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

У холодильних установках застосовують, в основному, пружинні клапани. Конструкція запобіжних клапанів повинна унеможливити зтягування пружини понад величину, встановлену для цього клапана. Не

рідше за один раз в рік запобіжні клапани перевіряють на стенді на спрацьовування з подальшим опломбуванням. Якщо за характером виробництва запобіжний клапан не може надійно працювати, то посудину обладнали запобіжною пластиною, що розривається при тиску в посудині, що перевищує робоче більш ніж на 25%.

Електробезпека

Електробезпека — система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму. Небезпека електричного струму у різниці від інших небезпек посилюється тим, що людина не в змозі без спеціальних приладів виявити напругу дистанційно, а також швидкотечністю поразення — небезпека виявляється, коли людина вже уражена. Аналіз смертельних нещасних випадків показує, що на долю поразок електричним струмом доводиться на виробництві до 40%, в енергетиці — до 60 %; велика частина поразок (до 80 %) відбувається в електроустановках напругою до 1000 В (110— 380 В).

Проходячи через живі тканини людини, електричний струм робить термічне (опіки), електролітичне (електроліз) і біологічний вплив. Розрізняють також механічні ушкодження від дії електричного струму. Це призводить до різних порушень в організмі, викликаючи як місцеву поразку тканин і органів, так і загальну поразку організму. Розрізняють два види поразок електричним струмом : місцеві електричні травми (електротравми) і електричний удар.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однофазні замикання струму, які можуть виникнути в електричних машинах, апаратах, приладах, на ЛЕП, небезпечні тим, що на корпусах і опорах з'являється напруга, достатня для поразки людини і виникнення пожежі. Струм замикання створює небезпечну напругу не лише на самому обладнанні, але і біля нього, розтікаючись з підстав і фундаментів.

Захист від поразки електричним струмом і займанні можна здійснити захисним відключенням (відключають пошкоджену ділянку мережі швидкодіючим захистом), або захисним заземленням (знижують напругу дотику і кроку), або зануленням (відключають устаткування і знижують напругу дотику і кроку на період, поки не спрацює вимикаючий апарат).

Згідно з правилами облаштування електроустановок, усі електричні установки діляться на дві групи залежно від напруги до 1000 В і понад 1000 В. Для комфортного ВКВ в експлуатації знаходяться установки тільки першої групи з напругою до 1000 В для випадків з напругою $R < 4$ Ом.

Виробниче приміщення усіх типів залежно від ступеня ураження електричним струмом на три категорії:

- Приміщення без підвищеної небезпеки - без струмопровідного пилю, без великої кількості уповільнених металевих предметів (адміністративні, учбові приміщення і так далі;
- Приміщення з підвищеною небезпекою - сирі, з (> 75%, температурою повітря понад 30(3, з підлогою із струмопровідних матеріалів (цегляні, бетонні) з можливістю дотику до металевих корпусів устаткування і заземлених металокопункцій (вентилі, камери холодильників;
- Супернебезпечні приміщення - особливо сирі, (= 100%, з наявністю хімічно активного середовища і двох і більше ознак, що характеризують приміщення з підвищеною небезпекою.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

b - ширина смуги;

□ підлога - коефіцієнт використання горизонтального смугового заземлення;

$$L((20 - 1) \cdot 4) = 2.8 \text{ м}^2; \quad (5.5)$$

$$l' = 2 \cdot l_{\text{тр}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ м} \quad (5.6)$$

$$R_{\text{пол}} = 150 / (2 \cdot 3.14 \cdot 2.8 \cdot 0.89) \cdot \ln(2 \cdot 7.84 / 0.05 \cdot 0.5) = 2.6 \text{ Ом}. \quad (5.7)$$

Загальний опір заземлень :

$$R_{\text{общ}}(1.9 + 2.6) = 1.1 \text{ Ом}.$$

$R_{\text{общ}} < R_{\text{тр}}$, що задовольняє необхідній умові ($1.1 < 4 \text{ Ом}$.)

Пожежна профілактика

Приміщення для устаткування повинні відповідати вимогам вибухової і пожежної безпеки, що пред'являються до обслуговуваних цими системами приміщенням і ділянкам відповідно до категорії розміщених в них виробництв. Будівля вважається правильно спроектованою у тому випадку, якщо разом з рішенням функціональних, прочностних, санітарних і інших технічних і економічних вимог забезпечені умови пожежної безпеки. Машинні і апаратні відділення вуглекислотні установок належать до категорії Д - негорючі речовини і матеріали в холодному стані.

Усі будівельні конструкції і матеріали діляться на ті, що не згорають, важко спалимі і такі, що згорають.

Заходи по пожежній профілактиці розділяються на організаційні, технічні, режимні і експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію машин, правильний зміст будівель, території, протипожежний інструктаж робітників і службовців, організацію добровільних пожежних дружин.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До технічних заходів відносяться дотримання протипожежних норм і правил при проектуванні будівель, при облаштуванні електропроводів і устаткування, опалювання, вентиляції, освітлення, правильне розміщення устаткування.

Заходи режимного характеру - ця заборона паління в не встановленому місці, виробництво зварювальних і інших вогневих робіт в пожежонебезпечних приміщеннях.

Експлуатаційними заходами є своєчасні профілактичні огляди, ремонти і випробування технологічного устаткування.

Здатність конструкцій чинить опір дії пожежі в плинні певного часу при збереженні експлуатаційних функцій називається вогнестійкістю.

Залежно від величини межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій і меж поширення вогню по цих конструкціях будівлі і споруди по вогнестійкості підрозділяються на вісім мір.

Основні конструкції машинних залів мають бути II міри вогнестійкості з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості 0.75 ч.

Підвищити вогнестійкість будівель і споруд можна облицюванням або обштукатурюванням металевих конструкцій. Велике значення має захист дерев'яних конструкцій, оскільки при нагріві їх поверхні до 270 - 280 оС вони запалюються і продовжують горіти самостійно.

Залежно від конструктивних особливостей, температури зовнішньої поверхні нагрівальних приладів і інших даних системи опалювання мають різну пожежну небезпеку. Найбільшу небезпеку представляє місцеве, вогневе, газове види опалювання, при яких постійні або тимчасові печі для спалювання палива встановлюються безпосередньо в приміщеннях, а нагрів їх зовнішньої поверхні коливається від 50 до 400 оС.

Найменшу небезпеку представляють повітряне калориферне центральне опалювання, оскільки в цій системі відсутні трубопроводи і батареї, а підігріте повітря, що поступає в приміщення, пожежобезпечний.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захист від шуму і вібрації

Виробничий шум супроводжується шумом і вібрацією, джерелами виникнення яких є машини з не урівноваженими масами, що обертаються, технологічні схеми, установки і апарати, в яких переміщення рідин і газів відбувається з великими швидкостями і супроводжується пульсацією.

Механічні коливання устаткування і його вузлів, комунікацій і споруд при дозвукових і частково звукових частотах називають вібрацією.

Розрізняють локальну (місцеву) вібрацію, що передається через руки і загальну вібрацію, що передається через опорні поверхні на тіло людини.

Методи захисту від шуму і вібрації підрозділяють на архітектурно-планувальні і організаційно-технічні.

Архітектурно-планувальні включають; раціональне акустичне планування будівель і генеральних планів об'єктів. раціональне розміщення устаткування.

Організаційно-технічні методи захисту передбачають: застосування малозумних машин, вдосконалення технології ремонту і обслуговування машин.

Засоби захисту від шуму і вібрації розділяють на наступні види: засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення; засоби, що знижують шум на шляху його поширення; засоби індивідуального захисту.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шум і вібрацію в джерелі його виникнення зменшують, замінюючи ударні процеси ненаголошеними, застосовуючи деталі з не звучних матеріалів,

підтримуючи оптимальні проміжки у вузлах, покращуючи умови обтікання деталей і вузлів повітряними, газовими і рідинними потоками.

Шум і вібрацію на шляхах їх поширення послабляють акустичними засобами звуко- і віброізоляції, звуко- і вібропоглинання, глушення звуку.

Звукоізоляцію забезпечують застосуванням ефективних по ізоляції шуму конструкцій обгороджувальних; ущільненням вікон, дверей, отворів і місць проходу комунікацій через конструкції, що захищають; установкою звукоізолюючих кожухів, екранів, обгороджувальних і кабін. Матеріал повинен добре відбивати звукові хвилі, перешкоджаючи їх поширенню.

Звукопоглинання передбачає застосування звукопоглинальних облицювань і об'ємних поглиначів звуку.

Віброізоляцію здійснюють, застосовуючи віброізолюючі опори і пружні прокладення, виконуючи конструкційні розриви між джерелом вібрації і будівельними конструкціями.

В якості віброізолюючих опор використовують віброізолюючі фундаменти і опори з пружинними, пружинно-гумовими і гумово-металевими амортизаторами.

Вібропоглинання забезпечують нанесенням на віброуючі поверхні обгороджувальних, трубопроводів і повітряходів матеріалів з великим коефіцієнтом внутрішнього тертя.

Глушники застосовують для зниження аеродинамічного шуму систем вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалювання. Зменшення шуму а глушниках досягається шляхом застосування звукопоглинальних матеріалів.

До засобів індивідуального захисту від шуму відносять протишумові навушники, вкладиші, шоломи і каски, що дозволяють понизити рівень шуму

						БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
							67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

залежно від його частоти на 5-40 дБ. Для захисту від шуму високого рівня (125-130 дБ) застосовують протишумові костюми.

Індивідуальний захист від вібрації забезпечується застосуванням рукавиць і рукавичок, вкладишів і прокладень, спеціального взуття, нагрудників, поясів і спеціальних костюмів, виготовлених з упрugo-депфируючих матеріалів.

Долікарська допомога

Перша допомога при поразці холодоагентами

При отруєнні вуглекислотою необхідно негайно вивести потерпілого на свіже повітря. Якщо дихання припинилося, потрібно провести штучне дихання. За наявності дихання проводять інгаляцію теплою парою лимонної кислоти.

При попаданні рідкої вуглекислоти на шкіру обережно розтирають обморожену ділянку стерильною ватною кулькою або марлевою серветкою до почервоніння шкіри. Обморожене місце після цього обтирають спиртом і накладають на нього марлеву пов'язку. У разі утворення на тілі пухирів шкіру розтирати не можна - на обморожену ділянку тіла необхідно також накласти стерильну пов'язку.

При попаданні в очі негайно промивають їх струменем води кімнатної температури, а потім пускають в очі декілька крапель 2-4 % - ного розчину борної кислоти.

При задусі, викликаній браком кисню в приміщенні, заповненому газоподібним хладоном, необхідно негайно вивісь потерпілого на свіже повітря. Рекомендується питво, вдихання кисню в течії 30 -45 хв. У разі припинення дихання слід робити штучне дихання до приходу лікаря.

При попаданні хладону в очі їх промивають струменем води кімнатної температури під невеликим тиском і закопують в очі стерильну вазелінову олію, після чого необхідно звернутися до лікаря.

Перша допомога при опіках і обмороженні

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При роботі в холодильних камерах і на відкритому повітрі в зимовий час можливі обмороження.

Обморожену частину тіла обережно розтирають сухою вовняною ганчіркою або сукниною, щоб відновити кровообіг і відігріти її до нормальної температури тіла. Після почервоніння шкіри, що свідчить про відновлення кровообігу, її змащують борним вазеліном або несолоним харчовим жиром, накладають стерильну пов'язку і укривають потерпілого теплим одягом або ковдрою.

При опіках першого ступеня (почервоніння і припухлість шкіри) на уражене місце накладають примочки із слабого розчину марганцевий - кислого калію, після чого місце опіку забинтовують. При опіках другої (водяні пухирі) і третій (глибокі ушкодження і омертвіння тканин) мірі одяг або взуття краще не знімати, а розрізати, зробити перев'язку, як при пораненнях, і направити потерпілого в здоровпункт.

При дуже сильних опіках викликають швидку допомогу; потерпілий повинен лежати нерухомо; уражені місця накривають чистим простирадлом.

При опіках вуглекислою уражене місце потрібно негайно промити сильним струменем води, а потім 5% - ным розчином марганцевий - кислого калію або 10% - ным розчином питної соди; після промивання накладають марлю, просочену сумішшю рослинної олії і вапняної води в рівному співвідношенні. У випадках попадання кислоти або її пари в порожнину рота або в очі їх потрібно промити 5% - ным розчином питної соди.

Глибокі поразки відбуваються при опіках їдкими лугами. В цьому випадку уражене місце необхідно промити швидкоплинним струменем води, а потім додатково слабким розчином оцтової кислоти або розчином борної кислоти.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ВИСНОВКИ

Комфортний мікроклімат в навчальному закладі - запорука продуктивного навчального процесу, але більшість закладів побудовані за застарілими проектами, розробленими ще 40 років тому. тому для створення комфортних умов перебування в приміщеннях навчальних закладів підібрали сучасну систему кондиціонування повітря це забезпечить кондиціонер, який створює циркуляцію в приміщенні, ЦСКП КЦКП-8 підігрів та охолодження повітря, а за рахунок фільтрів - очищає його від пилу та шкідливих частинок, знижує рівень вологості та бактеріальної небезпека. Особлива увага приділяється кондиціюванню та прывітророзподылення в бомбосховищі.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік використаної літератури.

1. Аверкін, А.Г. Приклади і завдання по курсу кондиціонування повітря і холодопостачання .-- М .: Видавництво асоціації будівельних вузів. 2003-125с

2. Кокорін О.Я Вітчизняне обладнання для створення систем вентиляції та кондиціонування повітря / О.Я.Кокорін, - М .: «Екстропечать», 2005.- 99 с.

1. Жихарева Н.В. П.Г.Красномовець Оптимізація енерго- та ресурсозберігаючої системи охолодження плодоовочесховищ Збірник наукових праць Міжнародної науково-технічної конференції– 2001. (Додаток до журналу «Холодильна техніка і технологія»). – С.25–28.

2. Липа О.І. Основи теорії та сучасні технології обробки повітря. – Одеса 2010: ОГАХ - 609 с.

3. Перепека В.И., Жихарева Н.В. Розрахунок систем кондиціонування та вентиляції. Одеса: «ТЕС», 2014. – 340 с.

4. Жихарева Н.В. Математичні аспекти термoeкономiчного аналізу холодильної установки плодоовочесховища// Холодильна техніка і технологія . – 2014. – № 2 (148) – С. 11–15

5. Жихарева Н.В. Методика розрахунку систем кондиціонування повітря басейнів. / Холодильна техніка і технологія. – 2015. №51(4). С.12–17.

6. Жихарева Н.В., Хмельнюк М.Г. Оптимізація режиму роботи холодильної установки плодоовочесховищ. // Холодильна техніка і технологія.– 2012. – №5(139). - С.16-20.

7. Жихарева Н.В.Моделювання та оптимізація систем кондиціонування повітря. Навчальний посібник.-: О: ТЕС, 2016.- 170 с + додатки с.

8.Zhikhareva N. Modeling of energy effivient air condition // N.V Zhikhareva. / The scientific method. Poland – 2017. – No. 3. – P. 3–6.

9. Zhikhareva N. Optimization of conditionsng system for fremises with non stasionari heat exchanger // N.Zhikhareva. / Norwegian Journal of development of the International Science 2017. Vol. 2. No 5. P. 94–99.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Жихарєва Н. В. Математичне моделювання нестационарного теплообміну приміщень]// Н. В. Жихарєва, М. Г. Хмельнюк / Холодильна техніка та технологія. 2016. – Том 52, випуск 6. – С. 75–79.

11. Asheville, North Carolina: National Climatic Data Center, U.S. Department of Commerce. Test Reference Year (TRY), tape reference manual, TD9706. 1976, vol. 86

12. Asheville, North Carolina: National Climatic Data Center, U.S. Department of Commerce. Test Reference Year (TRY), tape reference manual, TD9706. 1976, vol. 50-100

13. ISO 159274:2005. Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data — Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling, 2005. vol. 50

14. Zhang Q., Huang J., Lang S. Development of typical year weather data for Chinese locations. ASHRAE Transactions: Symposia, 2002, vol. 108.

15. Lund H. Short Reference Years and Test Reference Years for EEC countries. Thermal Insulation Laboratory, Techn. Univ. of Denmark. Final report EUR 10208 EN, 1985. vol. 125

16. Targo Kalamees and Jarek Kurnitski. Estonian test reference year for energy calculations. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Engineering. 2006, March, vol. 12, No. 1.

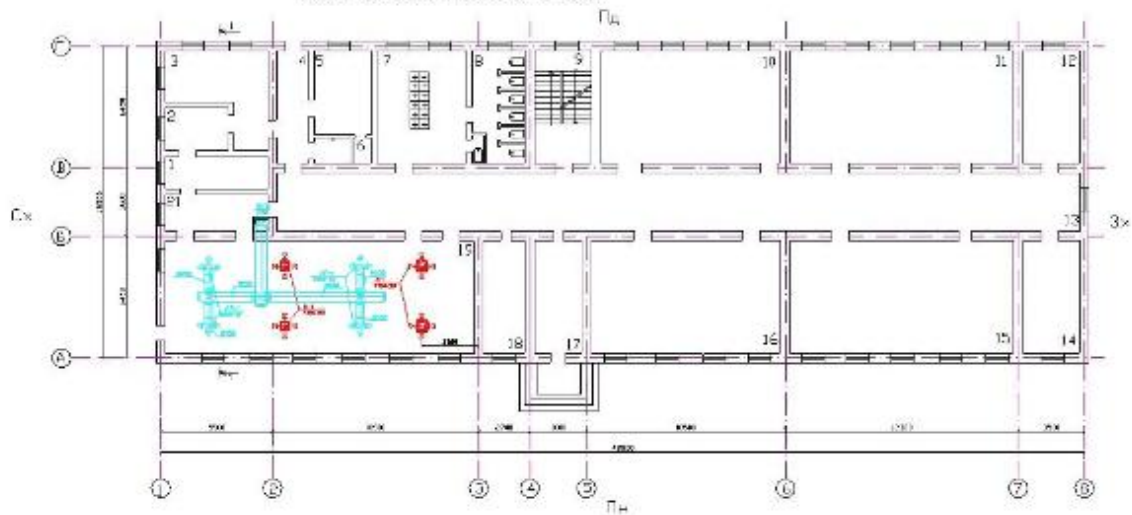
17. Thevenard D.J. and Brunger A.P. The Development of Typical Weather Years for International Locations: Part I, Algorithms, and Part II: Production, ASHRAE Transactions, 2002, vol. 108, No. 2.

18. Tammelin T. and Erkio E. Energialaskennan saatiedot — suomalaisen testivuosi. Report 1987: No. 7, Ilmatieteen laitos, Helsinki, 1987. vol. 150

19. Lam J.C., Hui S.C.M. and Chan A.L.S. A statistical approach to the development of a typical meteorological year for Hong Kong. Architectural Science Review, 1996, vol. 39, No. 4.

					БКВ 05. 008. 019 ДП ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

План первого поверху М 1:100



Пом

Инж. А.И. Иванов

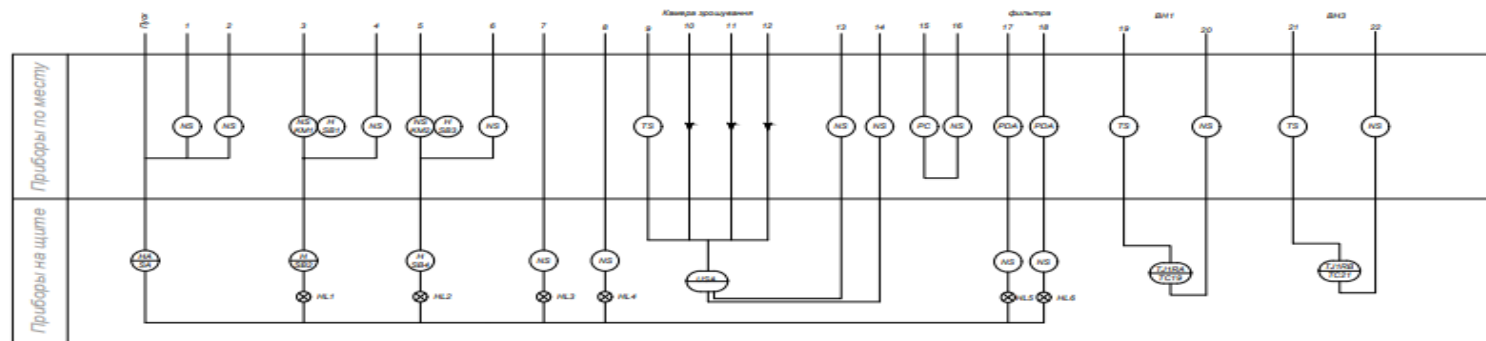
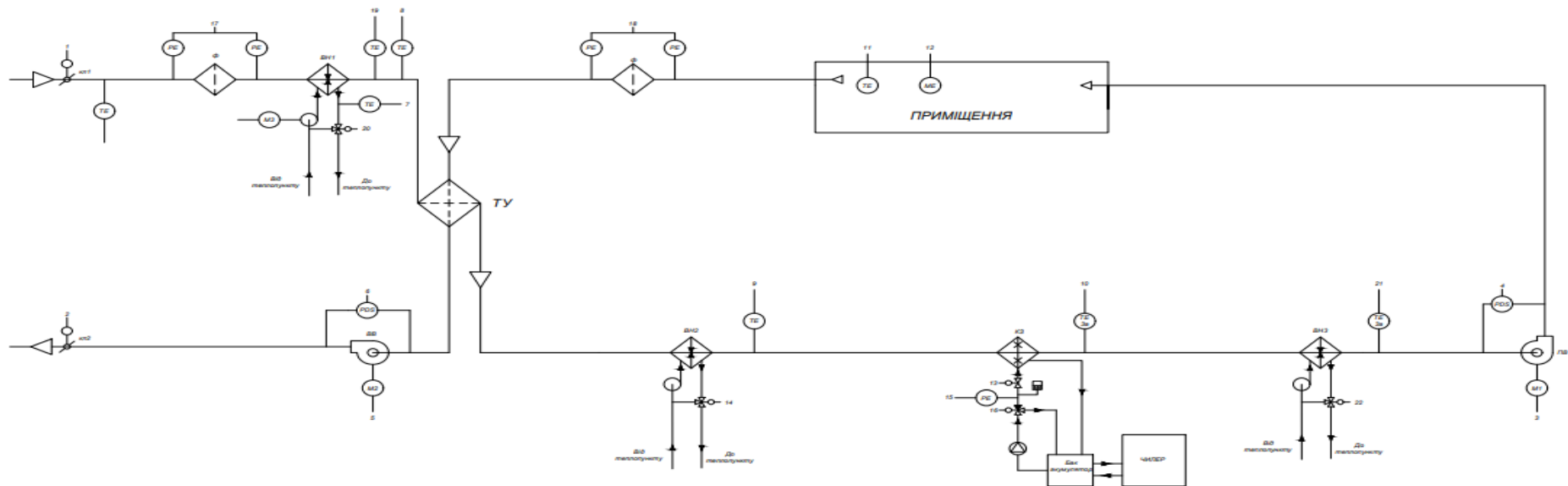
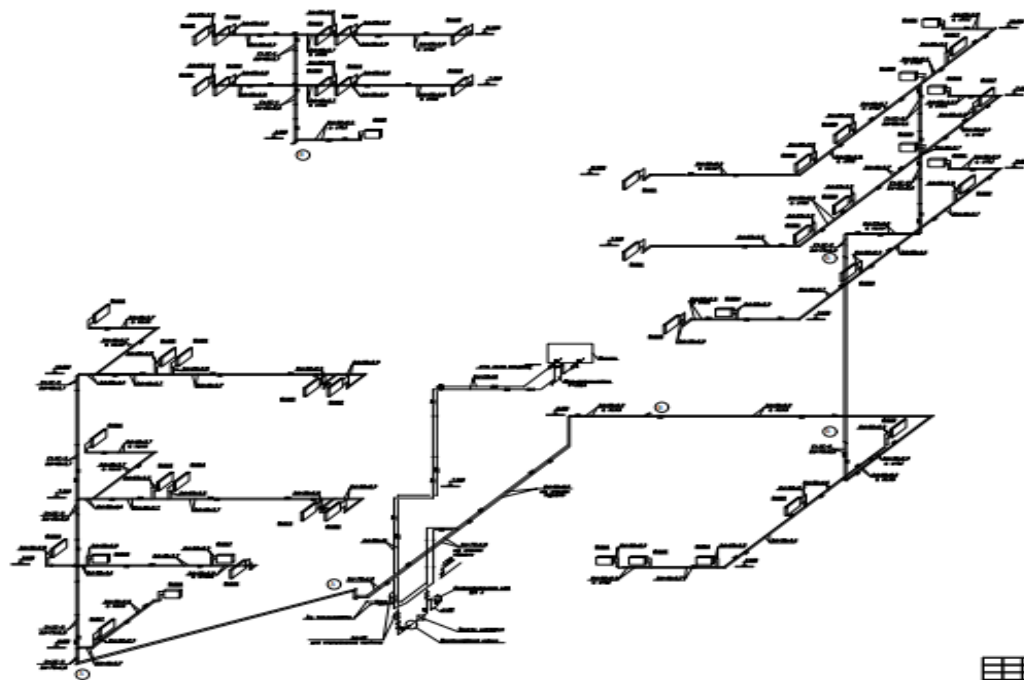
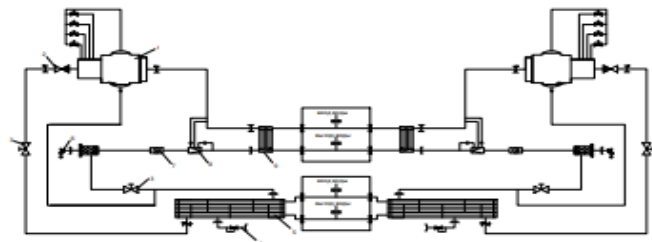
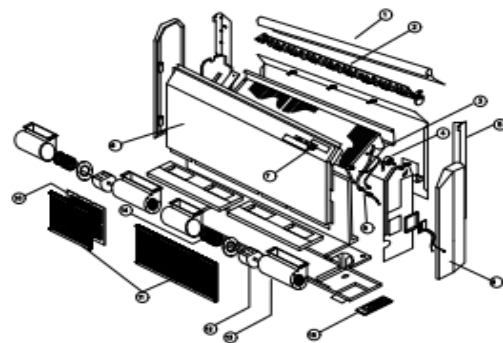


СХЕМА СИСТЕМ ТЕПЛО-КАНАЛИЗОВАНИЯ
См. XC-1, См. XC-2, См. XC-3





№п/п	Наименование
1	Насос
2	Манометр
3	Клапан
4	Клапан
5	Клапан
6	Клапан
7	Клапан
8	Клапан
9	Клапан
10	Клапан
11	Клапан
12	Клапан
13	Клапан
14	Клапан
15	Клапан
16	Клапан
17	Клапан
18	Клапан
19	Клапан
20	Клапан
21	Клапан
22	Клапан
23	Клапан
24	Клапан
25	Клапан
26	Клапан
27	Клапан
28	Клапан
29	Клапан
30	Клапан
31	Клапан
32	Клапан
33	Клапан
34	Клапан
35	Клапан
36	Клапан
37	Клапан
38	Клапан
39	Клапан
40	Клапан
41	Клапан
42	Клапан
43	Клапан
44	Клапан
45	Клапан
46	Клапан
47	Клапан
48	Клапан
49	Клапан
50	Клапан
51	Клапан
52	Клапан
53	Клапан
54	Клапан
55	Клапан
56	Клапан
57	Клапан
58	Клапан
59	Клапан
60	Клапан
61	Клапан
62	Клапан
63	Клапан
64	Клапан
65	Клапан
66	Клапан
67	Клапан
68	Клапан
69	Клапан
70	Клапан
71	Клапан
72	Клапан
73	Клапан
74	Клапан
75	Клапан
76	Клапан
77	Клапан
78	Клапан
79	Клапан
80	Клапан
81	Клапан
82	Клапан
83	Клапан
84	Клапан
85	Клапан
86	Клапан
87	Клапан
88	Клапан
89	Клапан
90	Клапан
91	Клапан
92	Клапан
93	Клапан
94	Клапан
95	Клапан
96	Клапан
97	Клапан
98	Клапан
99	Клапан
100	Клапан



№п/п	Наименование
1	Корпус
2	Вал
3	Импеллер
4	Импеллер
5	Импеллер
6	Импеллер
7	Импеллер
8	Импеллер
9	Импеллер
10	Импеллер
11	Импеллер
12	Импеллер
13	Импеллер
14	Импеллер
15	Импеллер



Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016386386

Дата перевірки:
24.06.2024 21:51:28 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
24.06.2024 21:51:53 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 2БКВ-05 Шевченко Максим Олександрович

Кількість сторінок: 74 Кількість слів: 13431 Кількість символів: 91177 Розмір файлу: 1.55 MB ID файлу: 101619766

44.5% Схожість

Найбільша схожість: 20% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b42918e5-a947..>)

44.5% Джерела з Інтернету

963

Сторінка 76

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

370

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

В І Д Г У К

керівника про дипломний проект здобувача освіти

Шевченко Максима Олександровича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма «Системи кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема: «Проект системи кондиціювання їдальні на 100 місць загальноосвітньої школи з бомбосховищем.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)

а) Об'єм та якість виконаної роботи (графічного матеріалу та розрахунково-пояснювальної записки)

Дипломний проект Шевченко М.О. - виконано згідно завданню і складається з пояснювальної записки на 72 сторінках і графічного матеріалу на чотирьох аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Шевченко М.О. - над дипломним проектом працювала самостійно. графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Шевченко М.О. - - 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

Здобувач Шевченко М.О. - 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.

Шевченко М.О. - отримав освітній рівень бакалавр з енергетичного машинобудування і кваліфікацію – фахівець з обслуговування систем кондиціонування та вентиляції повітря.

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 керівника **д.т.н. Хмельнюк Михайло Гергвійвич**
Місце роботи і посада керівника проекту ОНТУ
Професор ХУіКП

« 20 » червня 20 23 р.

Підпис



Одеський технічний фаховий коледж
Одеського національного технологічного університету

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект здобувача ВО
Шевченко Максима Олександровича
(прізвище, ім'я і по батькові)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»
ОП: «Системи кондиціонування і вентиляції повітря»

Керівник дипломного проекту Хмельнюк М.Г.

Тема дипломного проекту: «Проект системи кондиціонування їдальні на 100 місць загальноосвітньої школи з бомбосховищем.»

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 72 сторінок

Обсяг графічної частини проекту 4_ аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) Висновок про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завдання

Дипломний проект Шевченко М.О. виконано згідно завданням і складається з пояснювальної записки на 72 сторінках і графічного матеріалу на чотирьох аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Характеристика виконання кожного розділу проекту: ступеня використання дипломником останніх досягнень науки і техніки передових методів роботи на

Тема дипломного проекту розкрита у повному обсязі. Всі розділи розрахунково-конструкторської частини виконані з урахуванням останніх досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування. Дипломниця використовував технічну і довідкову літературу по даній темі. Враховані передові методи роботи на виробництві

в) Оцінка якості використання графічної частини проекту (роботи) і пояснювальної записки

Якість виконання пояснювальної записки і графічної частини добра

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Обґрунтування і вибір сучасної припливної установки;
2. Застосування при розрахунках комп'ютерних програм ;
3. Застосування в якості холодильного агенту сучасного озонобезпечного хладону R- 407;
4. Розрахунок і вибір теплообмінників пластинчатого типу
5. Виконання графічної частини за допомогою програми Auto CAD

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

1. При використанні інформації фірми – виробника кліматичного обладнання, в пояснювальній записці є таблиці, в яких невідкоректований текст

Оцінка розрахункової частини	4 (добре)
Оцінка графічної частини	4 (добре)
Загальна оцінка	4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові

Козачинський Сергій Вікторович

Місце роботи і посада рецензента

директор ТОВ «УкрАйсКомпані»

« 24 » червня 2024



Підпис

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Шевченко Максим Олександрович,
здобувач освіти гр. 2БКВ-05, та

Хмельнюк Михайло Георгійович,
керівник дипломного проекту,

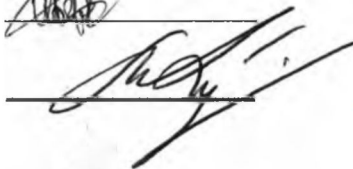
не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

«Проект системи кондиціонування їдальні на 100 місць загальноосвітньої школи з бомбосховищем» (автор роботи – Шевченко М.О., керівник роботи – Хмельнюк М.Г.)

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  / Шевченко М.О. /

Керівник  / Хмельнюк М.Г. /

«10» червня 2024 р.