

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»

Група: БКВ - 04

Дипломний проєкт

здобувача освіти денного відділення
БКВ 04. 013. 000 ДП

Косенко Ростислав
Едуардович

м. Одеса - 2023 р.

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

Дата видачі завдання
«20» лютого 2023 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2023 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

1. Прізвище, ім'я та по батькові: Косенко Ростислав Едуардович

Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Освітня програма «Системи кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту **Проект системи кондиціювання повітря ігрових кімнат дитячого закладу з бомбосховищем, м. Миколаїв**

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

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

Вихідні дані для проекту: м. Миколаїв дитячі кімнати, бомбосховище _

Вступ

1 Загальна частина

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

3 Розрахунково-конструкторська частина

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

4 Організаційна частина

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

5 Економічна частина

6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7 Використана література

Графічна частина

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

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціонування і вентиляції повітря

Графічний Аркуш 3. Технічне креслення обладнання

Графічний Аркуш 4. Технічне креслення обладнання

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	29 – 31.05.2023
2. Розрахунково-конструкторська частина	01 - 07.06.2023
3. Організаційна частина	08 – 09.06.2023
4. Аркуш 1, 2	10 – 11.06.2023
5. Економічна частина	12 – 14.06.2023
6. Аркуш 3?4	15 – 17.06.2023
7. Організаційна частина	18.06.2022
8. Охорона праці	19.06.2023
Попередній захист	20.06.2023
Захист дипломного проекту	28-30.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “ 13” вересня 2022 р.

Завідувач кафедру _____ (Хмельнюк М.Г.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _ Хмельнюк М.Г _____ (_____)

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
БКВ 04. 013. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:
Проект системи кондиціонування повітря ігрових кімнат дитячого
закладу з бомбосховищем, м. Миколаїв

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

Дипломник _ **Косенко Р. Е.** (_____)

_____ **Керівник проекту** _ **Хмельнюк М. Г.** (_____)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

До захисту допущено
Завідувач кафедри _____ (Хмельнюк М.Г.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

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

Секретар ЕК _____ Куриленко В.О.

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»

Група: БКВ - 04

Дипломний проєкт

здобувача освіти денного відділення
БКВ 04. 013. 000 ДП

**Косенко
Ростислав
Едуардович**

м. Одеса - 2023 р.

Косенко Ростислав Едуардович

Проект системи кондиціювання повітря ігрових кімнат дитячого закладу з бомбосховищем, м. Миколаїв
Керівник проф.. Хмельнюк М.Г.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект складається з: 81 сторінки тексту, 6 рисунків, 3 таблиці, 17 посилання на літературні джерела.

У даній науковій роботі йде мова про розробку системи життєзабезпечення їдальні на 50 місць дошкільного навчально-виховного комплексу «Зірка», в м.Миколаїв. Це основна задача, яка полягла в основу написання цієї роботи.

В роботі проведений розрахунок процесів кондиціювання повітря: вибір розрахункових параметрів внутрішнього й зовнішнього повітря; розрахунок теплопритоків і вологопритоків; обґрунтування вибору і підбір обладнання для системи життєзабезпечення; розрахунок повітряного фільтра, системи розподілу повітря та систем вентиляції.

Ключові слова: системи кондиціювання, теплопритоки, система життєзабезпечення.

ANNOTATION

Thesis consists of: 81 pages of text, 6 graphics, 3 tables, 17 references.

This scientific work deals with the development of a canteen life support system for 50 places of the preschool educational complex «Зірка», in the city of Nikolaev. This is the main task that formed the basis of writing this work.

The calculation of air conditioning processes is carried out in the work: the choice of calculation parameters of indoor and outdoor air; calculation of heat inflows and moisture inflows; justification of the choice and selection of equipment for a life support systems; calculation of air filter, air distribution system and ventilation systems.

Key words: air conditioning systems, heat inflows, life support systems.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Техніко-економічне обґрунтування вибору типу СКП	5
2. Основні вихідні дані проекту.....	6
3. Розрахунок процесів літнього та зимового кондиціонування повітря.....	10
3.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря.....	10
3.2 Визначення теплоприпливів через огорожуючі конструкції	10
3.3.Розрахунок теплоприпливів через огороження за спрощеним інженерним методом.....	11
3.4 Розрахунок теплових виділень від різних джерел	13
3.5 Побудова в d,h-діаграмі прямих та компенсуючих процесів обробки повітря в літній та зимовий періоди.....	17
4. Проектування та розрахунок вентиляційної мережі.....	22
4.1. Розрахунок системи розподілу повітря.....	23
4.2. Аеродинамічний розрахунок системи повітроводів.....	28
5. Вибір і розрахунок припливної установки.....	31
5.1 Підбір каналного кондиціонера.....	31
5.2 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача.....	32
5.3. Розрахунок повітряного фільтру.....	38
5.4 Розрахунок парового зволожувача.....	40
5.5 Розрахунок повітроохолоджувача.....	42
5.6 Розрахунок повітряного кишенькового фільтру.....	48
6. Вибір схеми і приладів автоматичного регулювання.....	54.
7 Економічні розрахунки	64
8. Охорона праці.....	67
Висновки.....	75
Список використаної літератури.....	76

					БКВ 04. 008. 001 ДП ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Косенко Р. Е			Розрахунково- пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Хмельнюк М.Г.					4	109
Реценз.						БКВ 04		
Н. Контр.								
Затверд.								

ВСТУП

Дипломна робота є частиною комплексного інноваційного дослідження бакалаврів.

Метою даної дипломної роботи є розробка системи життєзабезпечення ігрових кімнат та кімнат відпочинку дошкільного навчально-виховного комплексу “Зірка”, м.Миколаїв .

Є категорії приміщень, які потребують підвищеної вимоги до чистоти і якості повітря. Одним з таких видів є будинки дошкільних закладів, а саме дитячі сади. Специфіка їх полягає в тому, що в них постійно / періодично знаходяться діти до 6 років, відповідно параметри мікроклімату приміщень повинні бути такими, щоб забезпечувати необхідні вимоги, прописані в ДБН.

Згідно з нормами, в будівлях дитячі садки та ясла повинні бути в різних приміщеннях і мати або павільйонний, або блокову конфігурацію. Дитячі групи складаються з 10-15 дітей. Щоб уникнути поширення вірусних інфекцій, для здорового самопочуття дітей і персоналу необхідно організувати системи вентиляції. Основні завдання, з якими повинна справлятися система вентиляції:

1. Видаляти забруднене повітря з приміщення і подавати свіже;
2. Справлятися з виділеннями шкідливих речовин. У приміщеннях дитячих садів - це теплопритоки від дітей і персоналу, виділення вуглекислого газу, вологовиділення, видалення неприємних запахів.

Оскільки в таких будівлях знаходяться приміщення різного призначення, то повітрообмін потрібно організувати для кожного з них з урахуванням своїх особливостей.

Основні приміщення, ті в яких діти перебувають більшу частину часу - це ігрові кімнати, групові та спальні. Нормативні документи говорять про те, що в таких приміщеннях варто влаштовувати наскрізне провітрювання, витягаючи забруднене повітря із спалень через групові кімнати. У приміщеннях групових і гральних передбачається наскрізний (кутовий)

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

привітрювання, тобто природна витяжка. Приплив організовується механічний, з підігрівом повітря. Приміщення медичного пункту обладнуються механічною системою видалення повітря. Приплив потрапляє в приміщення за рахунок нещільності віконних прорізів, а також через коридор.

Душові, умивальні і санітарні вузли повинні мати індивідуальні системи витяжної вентиляції. Витрата повітря на один унітаз становить 100 м³/год, на одну душову кабінку - 75 м³/год. У приміщеннях роздягалень повинні бути обладнані шафи для сушіння дитячого одягу, при цьому витрата повітря, необхідний для однієї шафи становить 10 м³/год. У приміщеннях харчоблоку в дитячих садах, як і в інших цивільних і адміністративних будівлях, передбачається часткове видалення повітря місцевими відсмоктувачами безпосередньо над місцями виділення шкідливих речовин, тобто над плитами для приготування їжі, столами для оброблення продуктів і над мийками для миття посуду. Паралельно організовують витяжку з цих приміщень виходячи з розрахунку по тепловиділення з кожного приготованого блюда і теплопритоків, які виділяються в приміщення. Приплив з коридору організовується природним шляхом, або організованим припливом

Отже, виходячи з усього перерахованого вище, можна виділити основні вимоги, які висуваються до систем вентиляції та опалення в будинках дошкільних закладів:

- -Воздуховоди і елементи всіх систем повинні відповідати нормативним значенням по вогнестійкості та пожежної безпеки;
- -транзитні повітроводи інших систем не повинні проходити через такі приміщення, як ігрові, групові та спальні;
- -При підвищеній температурі теплого періоду року наскрізне або кутове привітрювання також використовується і для таких приміщень, як постірочніє, сушильні, кухні, туалетні приміщення;
- -не допускається застосування азбестоцементних повітропроводів;

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- -необхідно провітрювати приміщення з постійним перебуванням там дітей, відбуватися це повинно в той час, коли діти знаходяться в іншому приміщенні або на вулиці і займає воно від 3 до 20 хв залежно від температури зовнішнього повітря.

Відповідно, чим нижче температура зовні приміщення - тим коротша тривалість провітрювання. Проміжки між провітрювання повинні складати не більше 1,5 годин;

-Забороняється закривати природні припливні отвори, які знаходяться в віконних отворах або в стінах;

-опалювальні прилади повинні бути обладнані спеціальними екранами, які запобігають опіки при торканні до них;

-температура на поверхні нагрівальних елементів повинна бути не вище 80 °С;

-температура підлоги в кімнатах, де постійно перебувають діти, повинна бути не нижче 22 °С;

відносна вологість повітря повинна бути на рівні 40-60%, а в побутових приміщеннях - до 70%.

Від якості повітря в приміщеннях дитячих садків і ясел залежить здоров'я і самопочуття маленьких дітей. Розумніше зробити правильну систему вентиляції, яка буде забезпечувати необхідні параметри мікроклімату в приміщеннях. Для цього варто зробити розрахунок повітря, необхідного як для подачі, так і для видалення з приміщень, а також підібрати необхідне обладнання.

Мета роботи та задачі дослідження.

Метою даної роботи є розробка проєкту системи кондиціонування поверху FOOD-CORTу торговельного центру «City Center» та розробка системи повітророзподілення. **Методи дослідження.**

Порівняння величин теплопритоків до приміщення та розрахунок оптимальної системи для підтримки оптимального режиму повітря.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теоретична цінність.

Визначається в дослідженні та розробці системи кондиціонування повітря при нестационарних теплових режимах та бомбосховищі

Фактологічна база.

Фактологічною базою дослідження є різні схемні рішення систем кондиціонування повітря. В якості джерел інформації використані: методичні рекомендації, видання кондиціонування повітря та веб-сайти.

Структура роботи.

Включає 7 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел інформації.

Задачі дослідження.

Розробити проект системи кондиціонування FOOD-CORTу торговельного центру «City Center» міста Одеса. Розробити систему повітророзподілення, що дозволяє підтримувати параметри повітря.

У підсумку отримані такі практично значущі висновки:

1. Найбільш ефективними заходами з енергозбереження є використання централізованих систем, своєчасне обслуговування систем, та розташування блоків кондиціонерів з розрахунком на найбільшу ефективність.

2. Найменш затратними заходами з енергозбереження є своєчасне очищення внутрішніх та зовнішніх блоків.

Найбільш ефективними заходами з ресурсозбереження є використання систем кондиціонування з інвертором для зменшення витрат та застосування рекуператорів у комплексі із системами кондиціонування.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тепло- і вологообміну, які в свою чергу залежать від характеру їх роботи, нервового напруження, одягу, а також температури, вологості і швидкості повітря навколишнього середовища та інших факторів.

Підбираючи параметри повітря в приміщеннях, слід пам'ятати, що вартість обладнання та експлуатації СКП не виправдано зросте, якщо вибрані значення температури і відносної вологості будуть завищені для холодної пори року і занижені для спекотної.

В якості системи кондиціонування було обрано центральний кондиціонер VEZA (стандартний розмір за каталогом КЦКП 50). В установку входять фільтри на припливне та витяжне повітря, повітрянагрівачі, що подаються від установки центрального опалення з параметрами теплоносія 90°C / 70°C. Також є камера зволоження форсунки, пластинчаста рекуперація тепла, вентилятори та блоки шумозаглушення. Всі блоки оснащені системами автоматизації, які входять до складу установки.

Джерелом холодопостачання є чиллер (розмір TRAI NE за каталогом CGA 150) з повітряним охолодженням конденсатора, встановленого на даху. У комплект чиллера також входить інтегрований гідравлічний модуль.

За результатами теплових розрахунків в приміщення вводиться орієнтовна кількість зовнішнього повітря, що відповідає санітарним нормам. Відпрацьоване повітря видаляється за допомогою тепло-утилізатор, витяжної системи. Повітря в приміщення подається через ізольовані герметичні повітропроводи. Розподіл повітря в приміщенні здійснюється повітророзподільниками «Арктос» із збереженням необхідних параметрів повітряного середовища та рухомості повітря в робочій зоні.

У цьому випадку підібрані повітророзподільники марки ВМС - вентиляційні решітки з вертикальними рухомими пластинами, з можливістю розподілу великих повітряних потоків.

Техніко-економічне обґрунтування СКП завжди цікавить клієнта. Ця

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оцінка виконується не тільки в процесі проектування, а й на етапі перед проектуванням, що особливо важливо при виборі конкретної версії системи або при прийнятті рішення про доцільність пристрою СКП.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

21 Характеристика будівельних конструкцій

Місцезнаходження об'єкту - місто Миколаїв.

Найменування об'єкту –дитячий садочок з бомбосховищем

Географічна широта - 48°.

Визначаємо необхідну товщину теплоізоляції стін та покрівлі.

Початкові дані:

Місто Миколаїв; 48° Пн.Ш.

$t_H=31,2^\circ\text{C}$, $h_H=62,0$ кДж/кг, $A_{m.c}=15,6^\circ\text{C}$.

Параметри в приміщенні: $t_B=24^\circ\text{C}$, $\varphi_B=50\%$.

Висота приміщення:6м.

Вікна:метало-пластикові , розмір 1х3

Напрямок фасаду:Захід

Стіна: штукатурка $\delta=25$ мм; залізобетон $\delta=60$ мм; Rookwool $\delta=?$ мм,
залізобетон $\delta=45$ мм.

Кровля: безгорищне покриття: залізобетона плита $\delta=150$ ммRookwool $\delta=?$ мм;
вирівнюючий слой (цементно-пісчаний) $\delta=20$ металлочерепиця $\delta=0,45$ мм.

Стіни виконані з наступних матеріалів:

штукатурка $\delta = 25$ мм; $\lambda = 0,7$ Вт/(м · К);

залізобетон $\delta = 60$ мм; $\lambda = 2,04$ Вт/(м · К);

Rookwool $\lambda = 0,037$ Вт/(м · К);

k - коефіцієнт теплопередачі, приймаємо $k_{cm}=0,4$ згідно ДБМ В2.6-31:2006
табл 1 для м.Харків

Толщина слоюізоляції стіни

$$\delta_{cc} = \lambda_{cc} \left[\frac{1}{k} - \left(\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ai}} \right) \right] = 0.037 \left[\frac{1}{0.4} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{7} + 2 * \frac{0.025}{0.7} + \frac{0.05}{2.04} \right) \right] = 0.072 \text{ м} \quad (2.1)$$

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо – 0,1 м

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

δ_i и λ_i - товщина и теплопровідність і-го слою огороження;

$\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ - коефіцієнт тепловіддачі з наружної поверхні стіни.

Кровля плоска, виконана із наступних матеріалів:

залізобетонна плита $\delta = 150 \text{ мм}$; $\lambda = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

Rockwool $\lambda = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

цементно-пеісчаний шар $\delta = 20 \text{ мм}$; $\lambda = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

металочерепиця $\delta = 0,45 \text{ мм}$; $\lambda = 27 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

Приймаємо $k_{\text{кр}} = 0,35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

Толщина слоюізоляції кровлі

$$D = R \cdot S$$

Опір теплопередачі приймали згідно ДБМ В2.6-31:2006 $R=0.25 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ для стени та $R=0.3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Обираємо коефіцієнт теплосасвоєння матеріалів S із ДБН. Потім розраховуємо опір, теплову інерцію слою огороження D , теплову інерцію огороження ΣD за формулами наведеними нижче

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, (2.3)$$

де δ - товщина шару огороження;

λ - теплопровідність матеріалу шару.

Результати розрахунку зводимо до таблиці 4.1.



Таблиця 3.1 - Теплова інерція матеріалів

						БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
							9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Конструкція та матеріал	Щільність, ρ , кг/м ³	Товщина, δ , м	Коефіцієнти			
			Питома теплопровідність, λ , Вт/(мК)	Теплозасвоєння, S , Вт/(м ² К)	Термічний опір, R , (м ² К/Вт)	Теплова інерція, D
Органическое стекло двойное					0,36	0,9
Зовнішня стіна						
штукатурка	1600	0,025	0,7	8,69	0,035	0,304
RookWool	100	0,01	0,037	9,2	2,7	24,84
залізобетон	400	0,15	2,04	17,98	0,073	1,31
штукатурка	1600	0,025	0,7	8,69	0,035	0,304
Безгорищне покриття						
Металочерепиця	800	0,045	27	45	0,001	0,045
цементно-пісчаний	1800	0,02	0,93	8,69	0,021	0,18
RookWool	80	0,01	0,037	9,2	2,7	24,84
залізобетонна плита	2500	0,22	2,04	17,98	0,107	1,92
					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
					Арк. 10	

3.РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

3.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря

Розрахункові літні параметри повітря категорії Б:

барометричний тиск - $P = 970$ мм. рт. стовпа;

ентальпія зовнішнього повітря - $h = 62$ кДж/кг;

температура зовнішнього повітря - $t = 31,2$ °С;

розрахункова швидкість руху повітря - $1,0$ м/с.

Розрахункові зимові параметри зовнішнього повітря:

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

Розрахункові параметри повітря у приміщенні:

температура повітря у приміщенні влітку - $t_{п} = 23$ °С;

температура повітря у приміщенні взимку - $t_{п} = 20$ °С;

відносна вологість повітря у приміщенні влітку - $\varphi_{п} = 60\%$;

відносна вологість повітря у приміщенні взимку - $\varphi_{п} = 50\%$;

амплітуда добових коливань температури $\Delta t = 10,7$ °С.

Об'єкт, що розглядається, являє собою одноповерхневу будівлю сучасної

3.2 Розрахунок надходження теплоти в приміщення

Теплове навантаження приміщення складається з надходження теплоти через огороження $Q_{огр.}$, з інфільтрацією $Q_{інф}$ і витрати теплоти на технологічні потреби $Q_{т.}$

$$Q = Q_{огр.} + Q_{інф.} + Q_{т.}, \text{ Вт}, \quad (3.1)$$

Теплота в приміщення може надходити через: зовнішні непрозорі огороження $Q_{огр.}$, внутрішні огороження $Q_{в.}$, світлові прорізи, за рахунок сонячної радіації $Q_{р.}$, від виробничого устаткування і технологічних процесів $Q_{т.}$, з інфільтраційним повітрям $Q_{інф.}$, від штучного освітлення $Q_{ос.}$, людей.

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

F_c – площа зовнішніх стін, освітлюваних сонцем, крім північної, [м²];

F_3 – площа затінених стін, включаючи північну, [м²];

$\theta_{ст}$ - умовний температурний напір через стіну між зовнішнім повітрям і повітрям у приміщенні. $\theta_{ст} = f(t_n, t_n - t_b, \Delta t_c, \text{м.огр.}, \text{колір.стін.})$,

3.3.2 Надходження теплоти через внутрішні огороження

Теплоприпливи через внутрішні перегородки і міжповерхові перекриття, що відокремлюють приміщення, які кондиціонують, від приміщень, які не кондиціонують, визначають за формулою:

$$Q_v = k_{в.ст} \cdot F_{в.ст} \cdot (t_{см.п} - t_n), \text{ Вт}, \quad (3.4)$$

де

k -коефіцієнт теплопередачі перегородок або перекриттів.

Температура в суміжних приміщеннях, які не кондиціонуються приймається:

а) $t_{см.п} = 0,5 \cdot (t_n + t_b)$, [°C], - у суміжному приміщенні за малі збитки теплоти;

б) $t_{см.п} \approx t_n$, [°C], - у суміжному приміщенні за малих явних теплоприпливів;

в) $t_{см.п} = t_n + \Delta t$, [°C], - у суміжному приміщенні за великих явних теплоприпливів;

Δt – приймають від 3 до 10 °C.

Теплоприпливи Q_v розраховують у тих випадках, коли різниця температур складає більше 5 °C.

Теплоприпливи через підлогу, що лежить на ґрунті або розташована над прохолодним підвалом, приймають рівними нулеві.

3.3.3 Надходження теплоти через засклені поверхні за рахунок сонячної радіації і теплопередачі

Теплоприпливи від сонячної радіації розраховують при температурі зовнішнього повітря більше 10 °C.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплоприпливи залежать від географічної широти, орієнтації будинку, часу року, розрахункової години. Теплоприпливи від сонячної радіації через засклені поверхні розраховують за формулою:

$$Q_{cp} = F \cdot [q_c \cdot k_{п} \cdot k_{заб} \cdot k_{зат} + k_o \cdot (t_3 - t_b)], \text{ Вт}, \quad (3.5)$$

де

q_c - питомий тепловий потік внаслідок сонячної радіації (прямої та розсіяної) через чисте одинарне скло, $[\text{Вт}/\text{м}^2]$,

F – площа заскленої поверхні, що піддається прямій радіації, $[\text{м}^2]$;

$k_{п}$, $k_{заб}$, $k_{зат}$ – коефіцієнти, що враховують, відповідно, вплив плетінь і конструкцій заскленої поверхні [16], можливість забруднення,

$k_{заб} = 0.75$, затінення шторами, маркізами і т.д.

5.1.4 Надходження теплоти за рахунок інфільтрації

Кількість теплоти, що надходить у приміщення з інфільтраційним повітрям через нещільності в огороженнях, визначають за рівнянням:

$$Q_{инф} = G_{инф} \cdot (h_3 - h_b), \text{ кВт}, \quad (3.6)$$

де

$G_{инф}$ - масова витрата повітря, що надходить в приміщення через нещільності в огороженнях (вікна і двері), $[\text{кг}/\text{с}]$;

h_3 і h_b - ентальпія зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, відповідно, $[\text{кДж}/\text{кг}]$.

$$G_{инф} = G_{ок} + G_{дв}, \text{ кг/с}, \quad (5.8)$$

За умов герметичності віконних прорізів

$$G_{дв} = n \cdot g_{инф}, \text{ кг/с},$$

де

n – кількість людей, що проходять через двері в одиницю часу;

$g_{инф}$ – кількість повітря, що проникає в приміщення через двері з одною минаючою людиною, $[\text{кг}/\text{чіл}]$, приймається для

стулчастих дверей $g_{инф} = 3 \dots 5 \text{ кг/чіл}$;

для обертових дверей $g_{инф} = 0,5 \dots 1 \text{ кг/чіл}$.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.4. Розрахунок теплонадходжень від різних джерел

Теплонадходження від людей

$$Q_{л} = n \cdot q_{л}, \text{ Вт}, \quad (5.10)$$

де n - кількість людей, що знаходяться у приміщенні;

$q_{л}$ – тепловиділення від однієї людини, Вт.

$$Q_{л} = 60 \cdot 100 \cdot 0.75 + 3 \cdot 150 = 4050 \text{ Вт}.$$

Визначаємо наявні та приховані теплоприпливи від людей

$$Q_{л}^{скр} = n \cdot q_{л}^{скр}, \text{ Вт}, \quad (2.11)$$

де n - кількість людей, що знаходяться у приміщенні;

$q_{л}^{скр}$ – приховані тепловиділення від однієї людини, Вт [10].

$$Q_{л}^{скр} = 50 \cdot 30 \cdot 0.75 + 2 \cdot 30 = 1125 \text{ Вт},$$

$$Q_{л}^{явн} = Q_{л} - Q_{л}^{скр}, \text{ Вт} \quad (2.12)$$

$$Q_{л}^{явн} = 4050 - 1125 = 2925 \text{ Вт}.$$

Теплонадходження від освітлення

$$Q_{осв} = \beta \cdot F_{п} \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.13)$$

де β – коефіцієнт урахування частки тепла;

$F_{п}$ – площа підлоги, м^2 ;

n - відсоток освітленості.

$$Q_{осв} = 0.20 \cdot 150 \cdot 0.5 = 1500 \text{ Вт}.$$

Визначаємо повне теплонадходження

$$Q_{пол} = Q_{л} + Q_{осв} + Q_{отр} +, \text{ Вт} \quad (3.14)$$

$$Q_{пол} = 4050 + 1500 + 750 + 450 + 2921 = 9221 \text{ Вт}.$$

3.2.1.3. розрахунок вологовиділень від різних джерел

Вологовиділення від людей

$$W_{л} = n \cdot w_{л}, \text{ кг/с} \quad (3.15)$$

де n – кількість людей у приміщенні;

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$W_{л}$ – вологовиділення від однієї людини, г/с.

$$W_{л} = 50 \cdot 0,00001 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ кг/с}$$

Визначаємо вологовиділення від вологого прибирання

$$W_{вл.у.} = \sigma F_{п} (d''_{п} - d_{п}) \cdot 0,1, \text{кг/с} \quad (2.16)$$

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

$$\sigma = \frac{\alpha}{c_p^B} = \frac{\alpha}{c_p^{c.B.} + c_p^п \cdot d_{cp}}, \text{кг/(м}^2 \cdot \text{с)} \quad (2.17)$$

$$\sigma = \frac{7}{1,006 \cdot 10^3 + 1,86 \cdot (9 + 18) / 2} = 0,006758 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$$

де c_p – ізобарна теплоємність, [кДж/кг·К];

$d_{п}, d''_{п}$ - вологовміст повітря у приміщенні при заданій відносній вологості та на лінії насичення.

$$W_{вл.у.} = 0,007 \cdot 92,4 \cdot (18 - 9) \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 0,57 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с,}$$

$$Q_{вл.у.}^{скр} = r \cdot W_{вл.у.}, \text{(Вт)}, \quad (3.18)$$

де r - прихована теплота пароутворення.

$$r = r_0 - 2,3 \cdot t_w^M, \text{(кДж/кг)} \quad (5.19)$$

де t_w^M - температура повітря у приміщенні за мокрим термометром.

$$r = 2500 - 2,3 \cdot 16,5 = 2462,05 \text{ (кДж/кг)},$$

$$Q_{вл.у.}^{скр} = 2462,05 \cdot 10^3 \cdot 0,57 \cdot 10^{-3} = 1410 \text{ Вт.}$$

Визначаємо повне вологовиділення:

$$W_{пол} = W_{л} + W_{вл.у.}, \text{кг/с} \quad (3.19)$$

$$W_{пол} = 0,405 \cdot 10^{-3} + 0,57 \cdot 10^{-3} = 0,97 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$$

Визначаємо звичайну приховану теплоту:

$$Q_{скр} = Q_{скр}^л + Q_{скр}^{вл.у.}, \quad (3.22)$$

$$Q_{скр} = 1044 + 1410 = 4.267 \text{ Вт}$$

Визначаємо загальну явнотеплоту

$$Q_{явн} = Q_{пол} - Q_{скр} \quad (3.23)$$

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$Q_{\text{явн}} = 4239 - 2454 = 8,092 \text{ Вт}$$

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

$$G_1 = \frac{Q_{\text{пол}}}{h_{\text{в}} - h_{\text{п}}}, \text{ кг/с} \quad (3.24)$$

$$G_1 = \frac{12.360}{48 - 36} = 1.03 \text{ кг/с}$$

$$G_3 = \frac{Q_{\text{явн}}}{c_p \Delta t_p}, \text{ кг/с} \quad (3.25)$$

$$G_3 = \frac{1.73}{1,012 \cdot 5} = 1.59 \text{ кг/с}$$

$$c_p = 1,006 + 1,8d, \text{ кДж} \quad (2.26)$$

$$c_p = 1,006 + 1,8 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 1,012 \text{ кДж}$$

$$G_2 = \frac{W_{\text{пол}}}{d_{\text{в}} - d_{\text{п}}}, \text{ кг/с} \quad (3.27)$$

$$G_2 = \frac{1.73 \cdot 10^{-3}}{(9.5 - 8.8)10^{-3}} = 2.47 \text{ кг/с.}$$

Обираємо $G = 2.47 \text{ кг/с}$.

Для побудови процесу в $h-d$ діаграмі необхідно визначити тепловологісну характеристику.

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{пол}}}{W_{\text{пол}}}, \text{ кДж/кг} \quad (2.28)$$

де Q – теплонадходження у приміщення, кВт;

W - вологонадходження у приміщення, кг/с.

$$\varepsilon = \frac{97,28}{0,016} = 7903 \text{ кДж/кг}$$

Будуємо процес обробки повітря у СКП для теплої пори року.

Знаходимо на діаграмі точки Н та В, що відповідають стану зовнішнього та внутрішнього повітря. Після цього проводимо крізь точку В луч процесу за допомогою визначеної раніше величини тепловологісної характеристики процесу. Для визначення точки П, що характеризує стан

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

припливного повітря, відкладаємо від точки В по лучу процесу $\Delta t_{\text{роб}} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Точка П' характеризує стан припливного повітря на виході з другого нагрівача та знаходиться на 1К нижче від точки П по лінії $d=\text{const}$. Для визначення положення точки О, яка відображує стан повітря на виході з камери зрошування опускаємося вниз із точки П по лінії $d=\text{const}$ до перетину з лінією відносної вологості $\phi=90\%$ (відрізок ОП' характеризує підігрів повітря у другому нагрівачі). Точка В' характеризує стан повітря, що виходить із приміщення, та знаходиться на 1К вище по лучу процесу від точки В.

. Розрахунок тепловиділень у залі взимку

Зовнішня температура повітря $t_n = -23^\circ\text{C}$ [3];

Ентальпія зовнішнього повітря $h_n = -18,9 \text{ кДж/кг}$ [3].

$$G_x = G_T, \text{ кг/с} \quad (3.29)$$

$$G_x = 2.47 \text{ кг/с}$$

3.3.4.1. Розрахунок тепловиділень від огорожуючих конструкцій

$$Q_{\text{огр}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{ок}} + Q_{\text{пер}}, \text{ Вт} \quad (2.30)$$

$$Q_{\text{ст}} = k_{\text{ст}} F (t_n - t_b), \text{ Вт} \quad (3.31)$$

де $F_{\text{ст}}$ – площа стін, м^2 ;

$k_{\text{ст}}$ – коефіцієнт теплопередачі через стіни, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$;

$t_n - t_b$ – різниця температур зовнішнього повітря та повітря у приміщенні, $^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{ст}} = 0,7 \cdot 111 \cdot (-23 - 21) = -1953 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{пер}} = k_{\text{пер}} F_{\text{пер}} (t_{\text{нк}} - t_b), \text{ Вт} \quad (2.32)$$

де $F_{\text{пер}}$ – площа перегородки, м^2

$k_{\text{пер}}$ – коефіцієнт теплопередачі через перегородку, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$;

$t_{\text{нк}} - t_b$ – різниця температур повітря між коридором та приміщенням, $^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{пер}} = 4 \cdot 96 \cdot (18 - 20) = -1666 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{ок}} = F_{\text{ок}} \cdot k_{\text{ок}} (t_n - t_b), \text{ Вт}, \quad (2.33)$$

де $F_{\text{ок}}$ – площа вікон, м^2 ;

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_{ок}$ – коефіцієнт теплопередачі через вікна, Вт/(м²К);

$t_n - t_b$ – різниця температур зовнішнього повітря та повітря у приміщенні, °С.

$$Q_{ок} = 19,3 \cdot 0,61 \cdot (-20 - 20) = -1108,8 \text{ Вт},$$

$$Q_{огр} = 21526 \text{ Вт}.$$

. Розрахунок вологовиділень від різних джерел

Тепловиділення від людей.

$$Q_{л}^3 = Q_{л}^л, \text{ Вт}, \quad (3.34)$$

$$Q_{л}^3 = 1380 \text{ Вт}.$$

Тепловиділення від освітлення

$$Q_{осв}^3 = Q_{осв}^л + Q_{осв}^{\text{местное}}, \text{ кВт} \quad (3.35)$$

$$Q_{осв}^3 = 1,878 + 0,5 = 3200 \text{ кВт}.$$

Повний теплоприплив

$$Q_{пол} = Q_{л} + Q_{осв} + 0,4Q_{огр}, \text{ Вт} \quad (3.36)$$

$$Q_{пол} = 4176 + 2378 - 0,4 \cdot 1861,72 = 5809,312 \text{ Вт}.$$

Повний вологоприплив

$$W_{пол}^3 = W_{пол}^л, \text{ кг/с} \quad (2.37)$$

$$W_{пол}^3 = 1,73 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с},$$

$$\Delta h_p = \frac{Q_{пол}^3}{G}, \text{ кДж/кг} \quad (2.38)$$

$$\Delta h_p = \frac{5,8}{0,29} = 20,0 \text{ кДж/кг},$$

$$\Delta t_p = \frac{Q_{пол}^3 - Q_{скр}^л}{G \cdot c_p}, \text{ °С} \quad (3.39)$$

$$\Delta t_p = \frac{5,8 - 1,044}{0,29 \cdot 1,018} = 16,0 \text{ °С}.$$

Визначаємо тепловологісну характеристику

$$\varepsilon = \frac{Q_{пол}^3}{W_{пол}}, \text{ кДж/кг} \quad (3.40)$$

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon = \frac{5,8}{0,97 \cdot 10^{-3}} = 3508 \text{ кДж/кг}$$

5.3.4.3. Будуємо процес обробки повітря у СКП для холодної пори року.

Знаходимо на діаграмі точки Н та В, що відповідають стану зовнішнього та внутрішнього повітря. Після цього проводимо крізь точку В луч процесу за допомогою визначеної раніше величини тепловологісної характеристики процесу. Для визначення точки П, що характеризує стан припливного повітря, відкладаємо від точки В по лучу процесу $\Delta t_{\text{роб}} 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Точка П' характеризує стан припливного повітря на виході з другого нагрівача та знаходиться на 1К нижче від точки П по лінії $d=\text{const}$. Для визначення положення точки О, яка відображує стан повітря на виході з камери зрошування опускаємося вниз із точки П по лінії $d=\text{const}$ до перетину з лінією відносної вологості $\phi=90\%$ (відрізок ОП' характеризує підігрів повітря у другому нагрівачі). Точка В' характеризує стан повітря, що виходить із приміщення, та знаходиться на 1К вище по лучу процесу від точки В. Точка К відображує стан повітря на виході з повітронагрівача першого ступеня та знаходиться на перетині ліній $d=\text{const}$ проведеної від точки Н та ізоентальпи $h=\text{const}$ проведеної від точки О.

Висновок: В цьому розділі я розраховував теплопритоки через огороження і вологовиділення, побудував процеси обробки повітря в холодний і теплий період на d,h діаграмі.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Підбираємо сім припливних установок, що складаються з:

- повітрозабірний клапан;
- фільтр;
- нагрівач водяний (фірми OSTBERG);
- вентилятор (фірми OSTBERG);
- шумоглушник;
- система автоматики.

Припливно-витяжна система повітророзподілення в більшості випадків досить громіздка. Методика їхнього розрахунку зводиться до визначення перетинів повітровід і втрат напору, як по окремих ділянках, так і в галузях.

Мета аеродинамічного розрахунку системи повітророзподілення полягає :

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

При розрахунку систем розподілення повітря потрібне виконання таких 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 рекомендованих межах;
- швидкість повітря в магістральних ділянках у напрямку руху повітря повинна зменшуватися;
- діаметр будь-якої збірної ділянки повинен бути більше або дорівнювати діаметру підходящих до нього відгалужень.

По кожній розраховуваній системі задаємося такими вихідними даними:

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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.

4.1. Розрахунок системи розподілу повітря

Вичерчуємо в аксонометрії аксонометричну схему магістрального повітроводу й розбиваємо його на ділянки. Для комфортного кондиціонування швидкість в магістральному повітроводі приймають до 8 м / с.

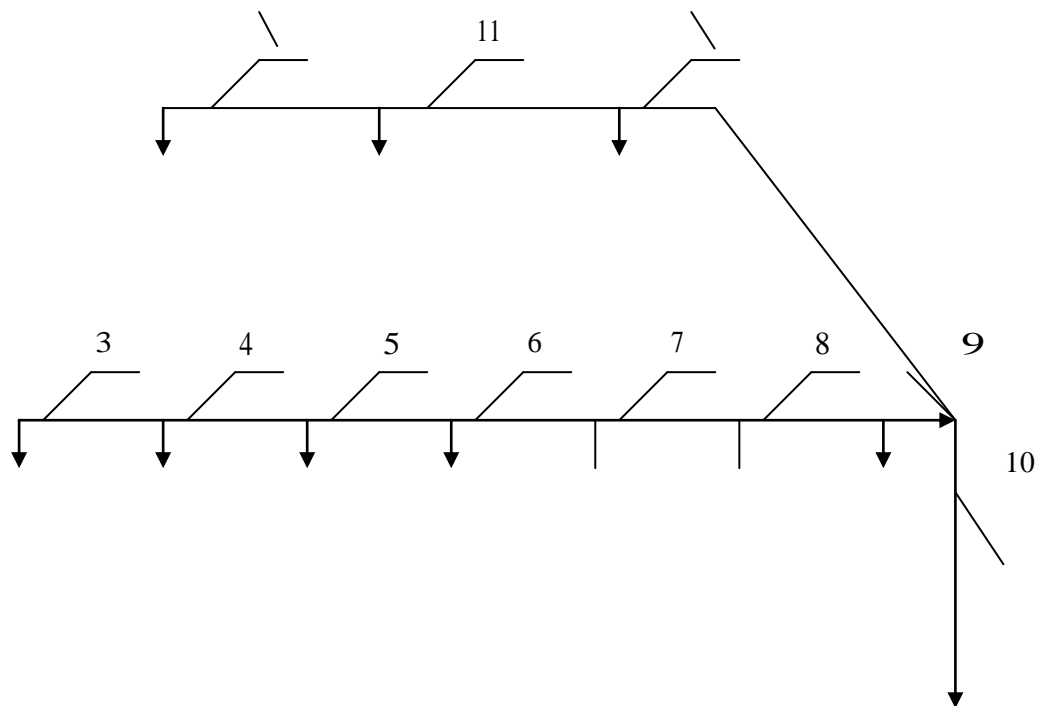


Рис. 4.1 Аксонометрическая схема воздуховода

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

$$L = \frac{G \cdot 3600}{\rho}, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.1)$$

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

6.1.2. Визначаємо площу з рівняння суцільності

$$F' = \frac{V}{v}; \text{ м}^2 \quad (4.3)$$

де

V - об'ємна витрата повітря на ділянці; $\text{м}^3 / \text{с}$

Задаємо швидкість $\omega = 5 \text{ м} / \text{с}$ на магістральній ділянці

Решта ділянок є всмоктувальними повітропроводами. Їх виконують за допомогою гнучких повітропроводів. Це виконується з метою зменшення аеродинамічних втрат і рівня шуму, а також для швидкості монтажу. Швидкість слід приймати в 2-3 рази менше ніж в магістральному повітроводі.

Приймаємо швидкість $\omega = 2,5 \text{ м} / \text{с}$

По [3, табл. 12.1] визначаємо нормовані розміри круглих гнучких повітропроводів

$d_{\text{гост}}$, мм; і $F_{\text{гост}}$, м^2

6.1.3. Визначаємо дійсну швидкість

$$\omega' = \frac{V}{F_{\text{гост}}}; \text{ м} / \text{с} \quad (4.3)$$

4.1.4. Визначаємо втрати тиску по довжині на ділянках мережі повітропроводу

$$\Delta P_l = R \cdot l; \text{ Па} \quad (6.4)$$

де

R - питомі втрати тиску на тертя на одному погонному метрі повітропроводу, $\text{Па} / \text{м}$

l - довжина кожної ділянки повітропроводу; м

Розрахунок питомих втрат по довжині виконаємо за формулою :

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho_e}{2 \cdot g} \cdot 9,8, \text{ Па/м} \quad (4.5)$$

де λ – коефіцієнт опору на тертя

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k}{d_{\text{зост}}} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}, \quad (4.6)$$

Re – число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_{\text{зост}}}{\gamma}, \quad (4.7)$$

γ – в'язкість повітря, м²/с

4.1.5. Визначаємо втрати тиску в місцевих опорах

$$Z = \Sigma \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}; \text{ Па} \quad (6.8)$$

де

$\Sigma \xi$ – сумарний коефіцієнт місцевих опорів;

ρ – щільність повітря; кг/м³

По [3, табл. 12.35] для поворота при $\alpha=90^\circ$: $\xi = 0,3$

По [3, табл. 12.39] для трійника: $\xi = 0,1$

4.1.6. Обчислюємо загальні втрати на ділянках мережі воздуховода

$$\Delta P_o = \Delta P_1 + Z; \text{ Па} \quad (4.9)$$

Всі розрахунки зводимо в таблицю № 4.1

№	ω , м/с	L, м ³ /ч	F, м ²	d, м	d', м	ω , м/с	Re	λ	l, м	$\Delta P_{\text{тр}}$, Па	ζ	Z, Па	ΔP_o , Па
1	3,5	800	0,063	0,284	0,280	3,6	67133	0,021	3	0,49	4	31,29	35,78
2	3,6	1600	0,123	0,396	0,400	3,5	93986	0,019	3	0,31	0	0,00	0,31
3	3,5	2400	0,188	0,490	0,500	3,4	112783	0,019	9	0,68	0,33	2,28	3,29
4	3,4	800	0,065	0,289	0,280	3,6	67133	0,021	2	0,33	4	31,29	35,62

БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ

Арк.

24

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

$\Delta P_k = 280 \text{ Па}$ – т втрати напору в камері зрошення; Па

$\Delta P_{\text{пр.бл.}} = 35 \text{ Па}$ - потери напора в присоединительном блоке; Па

$$\Delta P_{\text{кон}} = 25 + 176 + 42 + 280 + 35 = 558 \text{ Па}$$

Загальні втрати у мережі :

$$\Delta P_c = 558 + 140 + 122,21 = 820,21 \text{ Па}$$

По [3, рис. 1.22] підбираємо вентилятор $\eta = 0.83 N_y = 25 \text{ кВт}$

$n = 920 \text{ об/мин}$

Розрахунок мережі повітроводів для системи К1

Де К1 - це лінія приточної магістралі в виставковому залі № 1

Для системи К1 корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$$L_1 = \frac{3600 \cdot 2.47}{1,2} = 7410 \text{ м}^3 / \text{г}$$

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

для системи К1

$$L_1^n = 1.05 \cdot L_1, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (6.2)$$

$$L_1^n = 1.04 \cdot 7410 = 7706 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Для ділянки №1 магістрального повітроводу знаходимо витрату повітря

$$L_{\text{участок}\#1} = \frac{L_1^n}{8} = \frac{7706}{8} = 963.25 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.11)$$

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

Знаходимо діаметр повітроводу:

$$d = (L / (3600 \cdot 0.785 \cdot V))^{0.5} \quad (4.12)$$

$$d = (L / (3600 \cdot 0.785 \cdot V))^{0.5} = 0.18 \text{ м}$$

Приймаємо повітропровод діаметром: $d = 0.2 \text{ м}$

Знайдемо площу перетину:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ м}^2 \quad (6.5)$$

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{3.14 \cdot 0.2^{0.2}}{4} = 0.031 \text{ м}^2$$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в.факт}} = \frac{L}{F \cdot 3600}, \text{ м/с} \quad (4.13)$$

$$V_{\text{в.факт}} = \frac{963}{0,031 \cdot 3600} = 8.62 \text{ м/с}.$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$\text{Re} = \frac{V_{\text{в.факт}} \cdot d_{\text{екв}}}{\nu} = \frac{8.62 \cdot 0,2}{0,000156} = 11051 \quad (4.14)$$

де $d_{\text{екв}} = d$

ν - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним $\nu = 15,6 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right)$.

Коефіцієнт опору для розвиненого турбулентного руху визначається як:

$$\lambda = 0.3164 / \text{Re}^{0.25} = 0.3164 / 11051^{0.25} = 0.030 \quad (6.8)$$

Динамічний натиск розрахуємо по формулі:

$$\Delta p_{\text{дин.}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{в.факт}}^2}{2} = \frac{1.2 \cdot 8.62^2}{2} = 44.58 \quad (4.15)$$

Величину параметра R визначимо:

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{екв.}}} \cdot \Delta p_{\text{дин.}} = \frac{0.019}{0.2} \cdot 19.49 = 1.85 \quad (4.16)$$

Втрати тиску по довжині повітроводів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l = 1.85 \cdot 2.7 = 5 \quad (4.17)$$

Втрати тиску на ділянках в місцях місцевих опорів визначаються:

$$\Delta p_{\zeta} = \zeta \cdot \Delta p_{\text{дин.}} + \Delta p_{\text{реш}} = 0,3 \cdot 19,49 + 17 = 22,8 \quad (4.18)$$

Коефіцієнти місцевих опорів:

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

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

$$\Delta P_{\text{вч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_{\xi} = 5 + 22,8 = 27,8$$

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи вказівки за розрахунком і практичним вживанням розподільників повітря компанії АрктосУкраїна.

З врахуванням початкових даних визначимо типорозмір і вид розподільника повітря для системи П1. Приймаємо розподільник повітря марки ВМС – вентиляційні решітки з вертикальними подвижними пластинами ,розміром 400*150 ,у якого площа живого січення дорівнює $f=0,06 \text{ м}^2$. При рівні звукової потужності: $L_A \leq 35 \text{ дБ}$, далекобійність струменя приточування $L_{\text{струменя}} = 4-10 \text{ м}$ в залежності від необхідної швидкості в приміщенні v =від 0,5-0,2 відповідно. Падіння повного тиску через який складає: $\Delta p=17 \text{ Па}$.

Висновок : В даному розділі розраховували розробляли розводку повітроводів по приміщеннях.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПРИПЛИВНОЇ УСТАНОВКИ

5.1 Підбірка каналного кондиціонера

За максимальним значенням витрати приточного повітря визначаємо корисну продуктивність кондиціонера:

Знаходимо сумарну масову витрату повітря для всіх приміщень :

$$G_{\max} = 2,47 \text{ кг/с.}$$

Повна корисна продуктивність кондиціонера:

$$L_{\text{кд}} = \frac{3600 \cdot G_{\max}}{\rho_v} = \frac{3600 \cdot 2.47}{1,2} = 7410 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (7.1)$$

для виставкового залу № 1

Повна корисна продуктивність кондиціонера з врахуванням протічок в мережі повітроводів :

$$L_{\text{кд}}^{\text{повн}} = L_{\text{кд}} \cdot 1,04 = 7706.4 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (7.2)$$

За повною продуктивністю підбираємо кондиціонер.

Підбираємо каналні кондиціонери, фірми Mitsubishi – electric MXZ-4A80VA :

-для системи K1-Mitsubishi – electric MXZ-4A80VA

Після вибору кондиціонера остаточно розраховуємо масову витрату припливного повітря: враховуючи розподіл в бомбосховищі

$$G_{\text{кд}} = \frac{\rho_v \cdot L_{\text{кд}}^{\text{повн}}}{3600} = \frac{1,2 \cdot 7410}{3600} = 2.47 \text{ кг/с} , \quad (5.3)$$

За значеннями масової витрати надалі виконуються всі розрахунки тепломасообмінних апаратів

5.2 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача

Вихідні данні для розрахунку повітрянагрівача :початкові та кінцеві параметри повітря $t_{\text{зов}} = -23^\circ\text{C}$, $t_{\text{к}} = 5^\circ\text{C}$, витрати повітря $G_v = 7410 \text{ м}^3 / \text{год}$, початкова та кінцева температура теплоносія $t_1 = 90^\circ\text{C}$, $t_2 = 70^\circ\text{C}$.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо повітрянагрівачкондиціонера Mitsubishi – electricMXZ-4A80VA площа фронтального перетину 0.93 м^2 .

Масова швидкість повітря у фронтальному перетині кондиціонера Mitsubishi – electricMXZ-4A80VA $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$. Керуючись [3]

$$v\rho = \frac{G_B}{3600 \cdot F_f} \quad (7.4)$$

де F_f – площа фронтального перетину кондиціонера, м^2 ;

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

$$v\rho = \frac{7410}{3600 \cdot 0.96} = 2,14 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$$

Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

$$Q = 0.278 \cdot C_g \cdot G_g \cdot (t_k - t_{30g}) \quad (7.5)$$

де C_g – теплоємність повітря;

$$Q = 0.278 \cdot 1,006 \cdot 2,48 \cdot (10 - (-23)) = 22888 \text{ Вт}$$

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

$$G_w = \frac{3,6 \cdot Q}{c_w \cdot (t_1 - t_2)} \quad (7.6)$$

де C_w – теплоємність води;

$$C_w = \frac{3,6 \cdot 22888}{(4.187 \cdot (95 - 70))} = 787 \text{ кг}/\text{год}$$

Задаючись швидкістю руху теплоносія в трубах $w = 1.2..1.5 \text{ м}/\text{с}$, визначаємо число ходів та площу живого перетину для проходу води.

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

Загальна кількість трубок:

$$N = \frac{p \cdot H_{mp}}{h} \quad (7.7)$$

де H_{mp} – висота трубної решітки, м;

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

h – крок трубок по висоті, м, для Mitsubishi – electric MXZ-4A80VA $h = 0.07$ м.

Приймаємо $p = 1$; при $H_{mp} = 0,6$ м, загальна кількість трубок:

$$N = 1 \cdot 0.6 / 0.07 = 8$$

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

$$m = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot w} \quad (5.8)$$

де f_w – площа живого перетину мідної трубки м^2 ;

Приймаємо швидкість руху води в трубках $w = 1,8$ м/с.

Тоді

$$m = \frac{787}{3600 \cdot 1000 \cdot 0.0001108 \cdot 1.8} = 1,57$$

Приймаємо $m = 2$ та визначаємо число ходів

$$n = \frac{N}{m}$$

$$n = \frac{12}{2} = 6$$

Уточнюємо швидкість руху води в трубках:

$$w = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot m} \quad (7.9)$$

$$w = \frac{787}{3600 \cdot 1000 \cdot 0.0001108 \cdot 2} \approx 1 \text{ м/с}$$

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

$$k = A \cdot (v\rho)^{0,37} \cdot w^{0,18} \quad (7.10)$$

де A – емпіричний коефіцієнт, який визначається за результатами випробувань в залежності від конструкції теплообмінника.

$$k = 23.11 \cdot (2,14)^{0,37} \cdot 1^{0,18} = 30.62 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

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

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{t_n + t_k}{2} \quad (7.11)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{90 + 70}{2} - \frac{-23 + 10}{2} = 86,5^\circ\text{C}.$$

Знаходимо потрібну площу поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} \quad (7.12)$$

$$F = \frac{22888}{30.62 \cdot 86,5} = 8,64 \text{ м}^2$$

Аеродинамічний опір повітронагрівача:

$$\Delta P_a = B \cdot (v\rho)^m \quad (7.13)$$

де B, m –емпіричні коефіцієнти;

$$\Delta P_a = 2.104 \cdot 2,14^{1.64} = 7,32 \text{ кПа}$$

Гідравлічний опір повітронагрівача:

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot l_{хода} \cdot w^{1.69} \quad (5.14)$$

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

$$\Delta P_w = 1.968 \cdot (1.02 \cdot 6) \cdot 2^{1.69} = 38 \text{ кПа}$$

Повітронагрівачі збирають з базових теплообмінників. Ці теплообмінники виготовляють з біметалевих труб зі спірально - накатним оребренням. По трубках повітронагрівачів проходить гаряча вода, а з боку зовнішньої поверхні рухається повітряний потік, що обумовлюється роботою вентиляторів або ежекторів. Ефективність тепловіддачі з боку потоку гарячої води стінки труби значно вище, ніж тепловіддача від зовнішньої поверхні до потоку повітря. Для інтенсифікації тепловіддачі з боку зовнішньої поверхні труби застосовується конструктивний метод розвитку зовнішньої поверхні тепловіддачі до повітря методом зовнішнього оребрення трубок.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок повітрянагрівача зводиться до визначення числа рядів труб по ходу повітря і температури теплоносія на вході і виході з апарата.

Вихідні дані:

- $t_1 = -23^\circ\text{C}$ - температура повітря на вході;
- $t_2 = 10^\circ\text{C}$ - температура повітря на виході;
- $t_{\omega 1} = 69,9^\circ\text{C}$ - температура води на вході;
- $t_{\omega 2} = 49,9^\circ\text{C}$ - температура води на виході.

Визначаємо кількість теплоти, необхідну для нагріву повітря:

$$Q_m = Gc_p(t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}}), (5.15)$$

де $G = 2.47$ кг/с - витрата припливного зовнішнього повітря яке нагрівається;

$c_p = 1,006$ кДж/кг $^\circ\text{C}$ - теплоємність повітря;

$t_{\text{вх}}, t_{\text{вих}}$ - початкова та кінцева температура повітря яке нагрівається, $^\circ\text{C}$.

$$Q_m = 2.47 \cdot 1,006(10 + 23) = 80 \text{ кВт}.$$

Розраховуємо масову витрату теплоносія:

$$G_w = \frac{G \cdot c_p \cdot (t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}})}{c_w \cdot (t_{\text{wвх}} - t_{\text{wвх}})}, \text{ кг/с}, (5.16)$$

де $c_w = 4,19$ - кДж/кг $^\circ\text{C}$ - теплоємність води;

$t_{\text{wвх}}, t_{\text{wвих}}$ - початкова та кінцева температура гарячої води на вході та виході з теплообмінника, $^\circ\text{C}$.

$$G_w = \frac{2.47 \cdot 1,006 \cdot (10 + 23)}{4,19 \cdot (69,9 - 49,9)} = 0,97 \text{ кг/с}.$$

При виборі режимів нагріву повітря необхідно оцінити енергетичну доцільність прийнятих рішень. Для такої оцінки рекомендується використовувати метод термодинамічної ефективності процесів. Відносно до режимів нагріву в теплообміннику з нескінченно-розвиненою поверхнею нагріву $F_n = \infty$ повітря з початковою температурою $t_{\text{вх}}$ і початковою температурою гарячої води $t_{\text{wвх}}$, максимально-можливий нагрів витрати повітря при теплоємності c визначається виразом:

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$Q_{f \max} = G \cdot c_p \cdot (t_{w\text{вв}} - t_{\text{ex}}), \text{кВт}. (7.17)$$

Реальна поверхня теплообмінника F_H завжди менше, а повітря не може бути нагріте до початкової температури гарячої води $t_{w\text{вв}}$. Тому реальний нагрів в повітрянагрівачі визначається виразом:

$$Q_m = G c_p (t_{\text{ввх}} - t_{\text{ex}}), \text{кВт}. (7.18)$$

Термодинамічний показник ефективності теплообміну визначається співвідношенням реального процесу підігріву повітря до максимально можливого.

$$\theta_t = \frac{Q_m}{Q_{f \max}} = \frac{t_{\text{ввх}} - t_{\text{ex}}}{t_{w\text{вв}} - t_{\text{ex}}}, (7.19)$$

$$\theta_t = \frac{10 + 23}{69,9 + 23} = 0,35.$$

Визначаємо показник співвідношень теплоємностей потоків:

$$W = \frac{G \cdot c_p}{G_w \cdot c_w},$$

$$W = \frac{2,47 \cdot 1,006}{0,18 \cdot 4,19} = 3,29.$$

По графіку залежності для теплотехнічної ефективності знаходимо показник числа одиниць переносу тепла: $N_t = 1,5$ [12].

Знаходимо потрібну поверхню теплообмінника:

$$F = \frac{N_t \cdot G \cdot c_p}{K}, \text{м}^2,$$

де K - коефіцієнт теплопередачі для оребреної стінки, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Коефіцієнт теплопередачі визначаємо для конкретного конструктивного виконання теплообмінника:

$$K = A \cdot (\nu\rho)^{0,37} \cdot \omega^{0,18}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$K = 20,21 \cdot (1,2 \cdot 1,2)^{0,37} \cdot 1,3^{0,18} = 24,24 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$F = \frac{1,5 \cdot 2,47 \cdot 1,006 \cdot 10^3}{24,24} = 153,7 \text{ м}^2.$$

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величина аеродинамічного опору визначається за формулою:

$$\Delta P_{\text{воз}} = B(\upsilon\rho)^m$$

де B - вільний член, що відібражає конструктивні особливості теплообмінника [12];

υ - швидкість руху повітря;

m – показник ступеня [12];

ω - швидкість руху води.

$$\Delta P_{\text{воз}} = 1,034 \cdot (1,6 \cdot 1,2)^{1,81} = 3,36 \text{ Па.}$$

Гідравлічний опір при проходженні води по трубкам теплообмінника:

$$\Delta P_{\omega} = 1,968 \cdot l_{\text{хода}} \cdot \omega^{1,69}, \text{ кПа,}$$

де $l_{\text{хода}}$ - приведена довжина ходу води в трубках, м.

$$\Delta P_{\omega} = 1,968 \cdot 1,83 \cdot 4 \cdot 1,8^{1,69} = 19,4 \text{ кПа.}$$

5.3. Розрахунок повітряного фільтру

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

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

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

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості фільтрувального матеріалу в кишенькових фільтрах застосовуються полотна з гнучких пов'язаних волокон або матеріал з голкопробивний отворами.

Ступінь очищення повітря від пилу оцінюється показником ефективності очищення

$$A_M = \left(\frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}}{C_{\text{вх}}} \right) \cdot 100\% \quad (7.25)$$

Концентрація пилу в припливному зовнішньому повітрі на вході до фільтру $C_{\text{вх}}$, мг/м³, характеризує початкову запиленість.

Для чистого повітря $C_{\text{вх}} = 0,15$ мг/м³.

Визначимо запиленість припливного повітря на виході з кишенькового фільтру при $A_M = 80\%$

$$C_{\text{вих}} = C_{\text{вх}} - \frac{A_M \cdot C_{\text{вх}}}{100}, \text{ мг/м}^3,$$

$$C_{\text{вих}} = 0,15 - \frac{80 \cdot 0,15}{100} = 0,03 \text{ мг/м}^3.$$

Для оцінки пропускної спроможності фільтрів застосовується показник питомого навантаження

$$УФ = \frac{L}{F_\phi}, \text{ м}^3 / \text{г} \cdot \text{м}^2,$$

де F_ϕ – фронтальна поверхня фільтруючого матеріалу, м².

$$УФ = \frac{7410}{5,3} = 1398,11 \text{ м}^3 / \text{г} \cdot \text{м}^2.$$

Визначаємо час роботи фільтру:

$$\tau_\phi = ПФ \cdot 1000 \cdot \frac{F_\phi}{[(C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}) \cdot L]}, \text{ г},$$

де L – витрата повітря що очищається проходячи через фільтр, м³/г;

F_ϕ – фронтальна поверхня фільтруючого матеріалу, м²;

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C_{\text{ВХ}}, C_{\text{ВЫХ}}$ – концентрація маси пилу до та після фільтра, мг/м³.

$$\tau_{\phi} = 540 \cdot 1000 \cdot \frac{5,3}{[[0,15 - 0,03] \cdot 4900]} = 5029,8 \text{ с}$$

Тривалість у робочих днях експлуатації кишенькових фільтрів:

$$\tau = \frac{\tau_{\phi}}{\tau_{\text{сут}}}, \text{ днів,}$$

$$\tau = \frac{5137,8}{12} = 428 \text{ днів}$$

7.3 Розрахунок парового зволожувача

Розрахунок парового зволожувача зводиться до наступного. Абсолютний тиск вологого сиченого пари, що йде на зволоження повітря, становить $p_1 = 0,3 \div 0,6 \text{ МПа}$, а ступінь сухості пара $x_1 = 0,95 \div 1,0$. Пар з такими параметрами проходить через, в результаті чого тиск знижується до $p_2 = 0,103 \text{ МПа}$ і він ставати перегрітим.

Розраховують витікання водяної пари з отворів у зволожувальний трубі в повітряний потік при перепаді тисків від $p_2 = 0,103$ до $p_3 = 0,098$ МПа.

Розраховуємо витрату пару

$$G_n = G_g \cdot \Delta d, \text{ кг/с}$$

$$G_n = 2,47 \cdot (6,2 - 1,8) = 10,86 \text{ кг/с}$$

Необхідна площа отворів (мм²)

$$f_{\text{отв}} = \frac{10^6 \cdot G_n}{\sqrt{2 \cdot \frac{n}{n-1} \cdot \frac{P_2}{V_2} \cdot \left[\left(\frac{P_3}{P_2} \right)^{\frac{2}{n}} - \left(\frac{P_3}{P_2} \right)^{\frac{n+1}{n}} \right]}}, \text{ мм}^2 \quad (7.31)$$

$$n_{\text{отво}} = 135 \text{ шт} \quad (7.32)$$

де $d_{\text{отв}}$ - діаметр отворів, зазвичай приймається 3–4 мм.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отвори розташовуються з твірною трубки. Довжину трубок приймають конструктивно за внесок у посилення потоку повітря.

- висота парових трубок:

$$h_{нар.тр.} = 800 - 160 + 100 - 60 \cdot 2 = 490 \text{ мм},$$

- кількість отворів на одній паровій трубці з конструктивно ухвалених 4 шт :

$$n_{отв.1} = n_{отв} / 4 = 140 / 4 = 35 \text{ шт}$$

- сумарна довжина парової трубки:

$$L_{тр} = h_{нар.тр.} \cdot 4 = 0,49 \cdot 4 = 1,96 \text{ м}$$

Живий перетин з урахуванням довжини та діаметру труб колекторних і парових:

$$F_{жс.пер} = 0,4256, \text{ м}^2$$

При конструктивному розрахунку парового зволожувача за основу конструктивного виконання був узятий Philips - зволожувач Strim Grid Humidifer (за матеріалами компанії Corel де К-фактор - коефіцієнт визначається по номограмі, в залежності від початкових параметрів (t, d) , необхідного приросту Δd , і швидкості повітряного потоку w_6 .

$$t = 9^\circ\text{C}; \Delta d = 2.3 \text{ кг} / \text{кг}; K = 7; G_n = 3,68 \text{ кг} / \text{год}$$

$$w_6 = \frac{L}{F_{жс.пер}} = \frac{5040}{0,4256} = 3,1 \text{ м} / \text{с} \quad (7.37)$$

ділянка асиміляції пара повітрям (SAD):

$$L_{SAD} = K \cdot (G_n \cdot l_{тр})^{0,5} = 7 \cdot (3,68 / 205)^{0,5} = 0,856, \text{ м}, \quad (7.38)$$

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4 Розрахунок повітроохолоджувача

Повітроохолоджувачем прийнято називати теплообмінним апаратом, призначеним для охолодження (а в більшості випадків і для осушення) повітря. Рух повітря в повітроохолоджувачах – примусовий.

Процес охолодження і осушення повітря в повітроохолоджувачі протікає в наступній послідовності: у перших рядах по ходу повітря охолоджується при постійному вологовмісті ; 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 вологовипадіння 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 повітря і частини осушеного повітря в підставі обрешітки, отримуємо суміш з відносною вологістю порядку 90 %.

Для розрахунків використовуємо побудову умовного процесу охолодження і осушення, яке виробляється шляхом з'єднання прямою лінією точок початкового і кінцевого стану повітря.

Вихідні дані для розрахунку:

$t_{e1} = 25^{\circ}\text{C}$ – початкова температура повітря;

$h_{e1} = 49 \text{ кДж / кг}$ – початкова ентальпія повітря;

$t_{e2} = 13^{\circ}\text{C}$ – кінцева температура повітря

$G_e = 2.47 \text{ кг / с}$ – витрата повітря через повітроохолоджувач

$Q_0 = 38.532 \text{ кВт}$ – кількість тепла;

$W_0 = 0.00247 \text{ кг / с}$ – кількість вологи;

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\delta_p = 0,0004 \text{ м}$ – товщина ребра;

$S_p = 0.003 \text{ м}$ – крок ребра;

$d_{\text{зов}} = 0,01 \text{ м}$ – зовнішній діаметр трубки;

$d_{\text{вн}} = 0,008 \text{ м}$ – внутрішній діаметр трубки;

$S_1 = 0.03 \text{ м}$ – крок труби по висоті повітроохолоджувача;

$S_2 = 0.01 \text{ м}$ – крок труби по ходу повітря;

$H = 1.30 \text{ м}$ – висота повітроохолоджувача;

$B = 0,9 \text{ м}$ – ширина повітроохолоджувача;

$n = \frac{1}{S} = \frac{1}{0.03} \approx 40 \text{ шт.}$ – кількість ребер.

Основною метою теплового розрахунку охолоджувача повітря при його проектуванні є визначення необхідної поверхні теплообміну для забезпечення заданої холодовидатності (теплового навантаження) і компоновка цієї поверхні.

$$Q_{\text{н.ов.ох}} = G \cdot (h_c - h_k), \text{кВт};$$

$$Q_{\text{н.ов.ох}} = 2.47 \cdot (57 - 37) = 45, \text{кВт};$$

Коефіцієнт живого перетину:

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

$$k_f = \frac{(0.02 - 0.01)(0.002 - 0.0003)}{0.02 \cdot 0.002} = 0.45$$

Швидкість повітря у фронтальному і вузькому перетинах:

$\omega_{\text{в.н.}} = 1,5..3 \text{ м/с}$, прийняємо $\omega_{\text{в.н.}} = 1,5 \text{ м/с}$;

$$\omega_{\text{в.н.}} = k_f \cdot \omega_B = 0.45 \cdot 1.5 = 0,675$$

Звідси $\omega_B = 0,645 \text{ м/с}$.

Площа фронтального перетину:

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де γ_B - щільність повітря при початкових параметрах;

$$f'_B = \frac{2,47}{1,05 \cdot 0,675} = 3,48 \text{ м}^2$$

Ентальпія повітря на виході з повітроохолоджувача:

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

$$h_{B2} = 57 - \frac{16,8}{1,68} = 46,5 \text{ кДж / кг}$$

Знаходимо коефіцієнт вологовипадіння :

$$\xi_H = \frac{h_{B1} - h_{B2}}{C_{B1} (t_{B1} - t_{B2})}$$

де C_{B1} - теплоємність

повітря, яка знаходиться по середній температурі:

$$t_{\text{ср.}} = 0,5 \cdot (t_{e1} + t_{e2}) = 0,5 \cdot (26 + 16) = 23,25^\circ \text{C},$$

$$C_{e1} = 1,006 \text{ кДж / (кгК)}$$

$$\xi_H = \frac{57 - 46,5}{1,006(26 - 16)} = 0,68$$

Температурний натиск:

$$\theta_H = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2,31g \frac{t_{B1} - t_H}{t_{B2} - t_H}}, ^\circ \text{C}$$

$$\theta_H = \frac{26 - 16}{2,31g \frac{26 - 11}{16 - 11}} = 4,94^\circ \text{C}$$

Необхідна поверхня теплообміна:

$$F_H = \frac{10^3 \cdot Q_0}{\alpha_H \cdot \xi_H \cdot \theta_H}, \text{ м}^2$$

$$F_H = \frac{10^3 \cdot 16,75}{23 \cdot 0,68 \cdot 4,94} = 216,8 \text{ м}^2$$

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт ефективності ребра:

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

$$B = \frac{2 \cdot 23 \cdot 0.68}{0.0003 \cdot 45} = 2317.037 \text{ м}^{-2}$$

$$E_p = \frac{\text{th}(0.01 \sqrt{2317.037})}{0.01 \cdot \sqrt{2317.037}} = 1.064$$

Коефіцієнт ефективності ребристої поверхні:

$$E_n = \frac{t_n - t_k}{t_n - t_w} \quad (5.51) \quad E_n = 0.63$$

Питоме теплове навантаження на внутрішню поверхню повітроохолоджувача:

$$q_{Fa} = \beta \cdot \alpha_n \cdot \xi \cdot \theta_n, \text{ Вт/м}^2 \quad (5.52)$$

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

$$q_{Fa} = 16.9 \cdot 23 \cdot 0.68 \cdot 4.94 = 1305.7 \text{ Вт/м}^2$$

Температура кипіння фреону:

$$t_0 = 9^\circ\text{C}$$

Температура конденсації : $t_k = 26 + 10 = 36^\circ\text{C}$

$$t_1 = t_0 + 10 = 10 + 10 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_3 = t_k - 3 = 36 - 3 = 33^\circ\text{C}$$

Точку 4 знаходимо по величині ентальпії:

$$h_4 = h_3 - (h_1 - h_6) = 230 - (421 - 392) = 201 \text{ кДж/кг}$$

Витрата фреону:

$$G_0 = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{Q_0}{(h_6 - h_5)}, \text{ кг/с}$$

$$G_0 = \frac{16.75}{(392 - 207)} = 0.094 \text{ кг/с}$$

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптимальна масова швидкість фреону:

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

$$\omega_a \rho_a = 19.3 \cdot 1018^{0.24} = 107.98 \text{кг/м}^2 \text{с}$$

Витрата фреону через трубку:

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

$$G_a = 0,785 \cdot 0.01^2 \cdot 107.98 = 0.008 \text{кг/с}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від трубок до киплячого фреону:

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

$$\alpha_a = 5.83 \cdot 1305.7^{0.6} \cdot (107.98)^{0.2} \cdot 0.008^{-0.2} = 2892 \text{Вт/м}^2$$

Повний температурний натиск:

$$\theta = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{2.31g \frac{t_{B1} - t_0}{t_{B2} - t_0}} \quad (7.60)$$

$$\theta = \frac{26 - 16}{2.31g \frac{26 - 10}{16 - 10}} = 7.8$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$k_n = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n \cdot \xi_n \cdot F_n} + \frac{1}{\alpha_a} \cdot \beta}, \text{Вт/м}^2 \text{К} \quad (7.61)$$

$$k_n = \frac{1}{\frac{1}{23 \cdot 0.68 \cdot 216.8} + \frac{1}{2892} \cdot 16.9} = 162.9 \text{Вт/м}^2 \text{К}$$

Знаходимо необхідну поверхню теплообміну:

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

$$F_n = \frac{16.75}{10^{-3} \cdot 162.9 \cdot 7.8} = 13.18 \text{м}^2$$

Поверхня теплообміну одного ряду трубок:

$$F_{n1} = \pi \cdot d_n \cdot L \cdot n_1 \cdot \beta', \text{м}^2 \quad (5.63)$$

$$F_{n1} = 3.14 \cdot 0.01 \cdot 0.3 \cdot 9.5 \cdot 50 = 4.413 \text{м}^2$$

Число рядів трубок по ходу повітря:

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_2 = n_2' = \frac{F_n}{F_{n1}}, \text{рядів} \quad (7.64)$$

$$n_2 = n_2' = \frac{13.18}{4.413} = 2.98 \text{рядів}$$

Уточнюємо поверхню теплообміну:

$$F_{n1} = \pi \cdot d_n \cdot B \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot \beta', \text{м}^2 \quad (7.65)$$

$$F_{n1} = 3.14 \cdot 0.01 \cdot 0.3 \cdot 9.5 \cdot 50 \cdot 3 = 13.42 \text{м}^2$$

Осушуюча здатність повітроохолоджувача:

$$W_0 = \frac{Q_0}{q} \left(1 - \frac{1}{\xi_n} \right), \text{кг/с} \quad (7.66)$$

$$W_0 = \frac{16.75}{2188} \left(1 - \frac{1}{0.68} \right) = 0.004 \text{кг/с}$$

5.6 Розрахунок повітряного кишенькового фільтру

В припливних агрегатах першими по ходу повітря встановлюються повітряні фільтри, що дозволяє оберегти поверхню подальших технологічних блоків від забруднення пилом.

Робота повітряних фільтрів характеризується наступними показниками: ефективністю очищення, пиломккістю, питомим повітряним навантаженням. В кишенькових фільтрів поверхня матеріалу, що фільтрує, збільшена шляхом його кишенькового розташування. Це дозволяє значно збільшити фронтальний перетин і поверхню фільтру для проходження через нього повітря, що очищається. Розвиток поверхні, що фільтрує, дає можливість знизити питомі повітряні навантаження на фільтр.

Як фільтрувальний матеріал в кишенькових фільтрах застосовуються полотна з гнучких зв'язаних волокон або матеріал з іглопробивними отворами.

Міра очищення повітря осі пилу оцінюється показником ефективності очищення

$$A_m = ((C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}) / C_{\text{вх}}) \cdot 100\% \quad (5.67)$$

Концентрація пилу в припливному зовнішньому повітрі на вході у фільтр $C_{\text{вх}}, \text{мг/м}^3$ характеризує начальную запыленность.

Для чистого повітря $C_{\text{вх}} = 0,15, \text{мг/м}^3$.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислимо запилену припливного повітря на виході з кишенькового фільтру при $A_m = 80\%$

$$C_{вих} = C_{вх} - (A_m \cdot C_{вх}) / 100 \text{ мг} / \text{м}^3 \quad (5.68)$$

$$C_{вих} = 0,15 - (80 \cdot 0,15) / 100 = 0,03 \text{ мг} / \text{м}^3$$

Для оцінки пропускної спроможності фільтрів застосовується показник питомого навантаження

$$V\Phi = L / F_\phi, \text{ м}^3 / \text{год} \cdot \text{м}^2, \quad (5.69)$$

де F_ϕ – фронтальна поверхня матеріалу, що фільтрує, м^2 ;

$$V\Phi = 5040 / 3,8 = 1326,3, \text{ м}^3 / \text{год} \cdot \text{м}^2.$$

Обчислюємо час роботи фільтру

$$\tau_\phi = P\Phi \cdot 1000 \cdot \frac{F_\phi}{[(C_{вх} - C_{вих}) \cdot L]}, \text{ ч}, \quad (5.70) \quad \text{де } L - \text{ витрата очищується повітря, що}$$

проходить через фільтр, $\text{м}^3 / \text{год}$;

F_ϕ – фронтальна поверхня матеріалу, що фільтрує, м^2 ;

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

$$\tau_\phi = 570 \cdot 1000 \cdot \frac{3,8}{[(0,15 - 0,03) \cdot 5040]} = 3581 \text{ год}$$

Тривалість в робочих днях експлуатації кишенькових фільтрів

$$\tau = \frac{\tau_\phi}{\tau_{сут}}, \text{ днів} \quad (5.71)$$

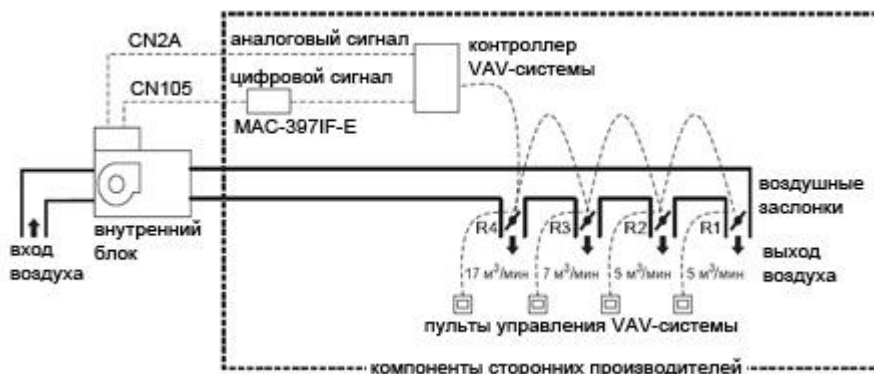
$$\tau = \frac{3581}{12} = 298 \text{ днів}$$

Висновок: в даному розділі розрахували повітрянагрівачі, кишеньковий фільтр і вибрали припливну установку.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Управління витратою повітря

Зазначена в даному прикладі методика розрахунку передбачає перемикання повітряних заслінок з відкритого положення в закриті. Витрата повітря внутрішнього блоку може бути обраний в залежності від мінливого стану системи розподілу повітря за наступним алгоритмом (рис. 4).



Мал. 4. Приклад розрахунку системи зонального регулювання витрати повітря

Вихідні дані:

R1-R4 - повітряні заслінки, що забезпечують зональне регулювання витрати повітря;

повітряна заслінка R4 завжди повністю відкрита;

цільові значення витрати повітря: R1 - 5 м³ / хв, R2 - 5 м³ / хв, R3 - 7 м³ / хв, R4 - 17 м³ / хв;

номінальний витрата повітря внутрішнього блоку відповідає повному відкриттю повітряних заслінок R1-R3.5); зовнішній статичний тиск 100 Па.

Вибір ступені продуктивності вентилятора V1-V10.

Залежно від того, в якому становищі перебувають повітряні заслінки R1-R3, утворюються 8 комбінацій стану системи розподілу повітря (табл. 1). За допомогою напірних характеристик вентилятора внутрішнього блоку визначається ступінь продуктивності вентилятора для кожної комбінації (рис. 5). Вибирається щабель продуктивності рівна або перевищує повний витрата

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря внутрішнього блоку. Падіння напору в повітроводах залежить від конфігурації вентиляційної мережі. В даному прикладі розрахунок проведено виходячи з опору мережі 100 Па. Зовнішній сигнал (напруга 0-10 В) задає одну з 10 ступенів продуктивності вентилятора внутрішнього блоку (рис. 6). Передатна характеристика має гістерезис 0,5 В (рис. 6).

Таблиця 1. Перелік комбінацій стану повітряних заслінок.

Воздушные заслонки	R1	R2	R3	R4	Полный расход воздуха, м3/мин	Степень производи-ти вентилятора
Расход воздуха, м3/мин	5	5	7	17	34	-
1	X	X	X	X	34	V10
2	O	X	X	X	29	V9
3	X	O	X	X	29	V9
4	O	O	X	X	24	V7
5	X	X	O	X	27	V8
6	O	X	O	X	22	V7
7	X	O	O	X	22	V7
8	O	O	O	X	17	V5

X -
открыто, O -
закрыто

простоту і мініатюрність автоматизації, вона здатна вирішувати багато завдань: підтримувати температуру і продуктивність, забезпечувати роботу датчиків проти замерзання калорифера і засмічення фільтру, включення/виключення системи по виставленому часу і багато що інше.

Літній режим

При запуску системи відкриваються повітряні заслонки, запускаються припливний та витяжний вентилятори. Далі зовнішнє повітря проходить через фільтр. Датчиком перепаду тиску 4 контролюється степінь забруднення фільтра і у разі перепаду тиску вище встановленої норми, подається сигнал на вимкнення системи і загорається аварійна лампочка на щиті. Далі повітря охолоджується в камері зрощення. Регулювання параметрів повітря здійснюється за допомогою датчика 10, встановленого після камери зрощення. Цей датчик через регулятор 13 підтримує витрату водитак, щоб забезпечити процес $H_{л}-П'_{л}$. Регулятор 22, датчик якого 21 розташований після другого повітрянагрівача, регулює продуктивність повітрянагрівача, нагріваючи повітря до t_{III} . Таким чином, в теплий період необхідний стан повітря приточування досягається терморегуляторами 13 і 22.

Аварійне вимкнення системи виникає у разі забруднення фільтра або несправності припливного і витяжного вентиляторів. Спостереження за їх роботою здійснюється за допомогою датчиків перепаду тиску 4,6,17 і 18.

Зимовий режим

Процес в приміщенні проходить по лінії ($П_3 - В_3$). Мінімальні витрати по підтримані параметрів повітря в приміщенні відповідає $t = 20$ °С і мінімальній вологості $\varphi = 35\%$. Визначаємо параметри точки П (приплив). $t_{п} = 18$ °С, $d_{п} = 4,2$ г/кг, $\varphi_{п} = 30\%$.

У холодний період зовнішнє повітря з параметрами H_3 необхідно довести до точки Т. Для цього зовнішнє повітря нагрівається в повітрянагрівачі до

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точки T , до $t=10\text{ }^{\circ}\text{C}$, для того щоб не відбулося замерзання конденсату в потоці витяжного повітря при проходженні його через повітрянагрівач 2-го підігріву, це досягається регулюючим клапаном 14, за допомогою датчика 13. Далі припливне повітря нагрівається в повітрянагрівачеві від витяжного повітря до точки T^* , температура цієї точки не буде постійною, тому потім зовнішнє повітря нагрівається в другому повітрянагрівачі до фіксованої $t=22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до точки II , це досягається регулюючим клапаном 17, за допомогою датчика 16. Потім зволожується по ізотермі (лінія $H_3^3 - P_3$) до $t=18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а потім подається в приміщення (процес $H_3 - H_3^1 - H_3^2 - P_3 - B_3$).

Також передбачен "захист від заморожування калорифера", який формується при спрацьовуванні одного з двох (чи обох) термостатів, встановлених по воді і по повітрю в секторі калорифера в зимовому режимі. Уставка заморожування по повітрю 6-10, по воді 30-40 градусів за Цельсієм.

По сигналу загрози замерзання відбувається наступне:

- вимикається електродвигун припливного вентилятора ;
- включається циркуляційний насос на калорифері;
- повністю відкривається регулюючий клапан на теплоносії;
- закривається вхідна повітряна заслінка.

Система управління ХМ

Завдання управління холодильної машини діляться на три групи:

- 1) пуск, зупинка, експлуатація в автоматичному режимі, узгодження роботи і управління допоміжним устаткуванням (вентиляторами конденсатора та ін.), автоматичне перемикавання режимів в процесі експлуатації теплового насоса;
- 2) регулювання холодопродуктивності в режимі холодильної машини, настроювання системи на задані параметри роботи;
- 3) контроль і забезпечення безпеки установки, діагностика несправностей, сигналізація аварійних режимів і блокування.

Перша група завдань включає:

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) пуск і зупинка агрегатів із запуском компресора з мінімальним навантаженням і в безпечному режимі, а також з дотриманням тимчасових інтервалів, що забезпечують оптимальну роботу холодильної машини;

2) послідовне включення окремих ступенів потужності для інверторних компресорів, щоб зменшити пускові струми і забезпечити захист електродвигуна від перевантаження;

3) узгоджений пуск і відключення окремих елементів системи: включення нагрівачів картера в поршневих компресорах при відключенні останніх;

4) Експлуатація установки в автоматичному режимі: дистанційне керування, програмування в часі режимів налаштування і роботи, управління за допомогою комп'ютера, включення установки після відключення із-за аварійного режиму.

До завдань другої групи відносяться:

1) автоматична підтримка заданої температури фреону на виході з випарника;

2) Регулювання продуктивності компресора ступінчасте - шляхом його включення і відключення та інвертором;

3) Підтримка постійної температури конденсації, щоб не допустити підвищення і пониження тиску в конденсаторі вище за допустимі значення; при підвищенні температури конденсації знижується продуктивність компресора і збільшується споживана потужність, що приводить до перевантаження електродвигуна компресора і передчасного виходу його з ладу. При пониженні температури і тиску конденсації сповільнюється переміщення рідкого хладагента у випарник, погіршується його робота і відбуваються втрати продуктивності. В цьому випадку, щоб не допустити пониження температури конденсації, застосовуються наступні способи регулювання:

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

включення або відключення вентилятора залежно від заданої температури зовнішнього повітря в режимі охолодження, зміна витрати повітря, що охолоджує конденсатор, шляхом ступінчастого або плавного регулювання швидкості обертання електродвигуна вентиляторів.

При регулюванні продуктивності компресора одночасно необхідно забезпечувати відповідне регулювання продуктивності вентилятора конденсатора.

Третя група завдань забезпечує:

- визначення і індикація експлуатаційних параметрів;
- контроль параметрів, що забезпечують надійну і безпечну роботу холодильної машини, граничне відхилення значень контрольованих параметрів від заданих приводить до сигналізації і автоматичної зупинки компресора, пуск компресора після аварійного відключення здійснюється уручну або автоматично;
- кодова діагностика несправностей, контролюються наступні параметри;
- високий тиск (тиск конденсації), за допомогою реле високого тиску, при перевищенні тиску понад заданий компресор відключається;
- низький тиск (тиск або температура випару), за допомогою реле низького тиску компресор включається, якщо тиск у всмоктуючому контурі вище заданого мінімального значення;
- перепад температур на вході і виході з випарника, високе значення сигналізує про недостатність витрати води;
- температура двигуна, вимірювана датчиком температури в обмотках статора, при перегріві двигуна він відключається за допомогою реле теплового захисту компресора і насоса;
- перевантаження двигуна компресора, вентилятора конденсатора, плавкі запобіжники для малих моделей і автоматичні вимикачі з магнітними розчіплювачами для великих в електричній схемі управління двигуном

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компресора;

- налаштування запобіжних клапанів, захищають від надмірного перевищення тиск в замкнених контурах.

Для захисту від частих перемикань компресора по команді терморегулятора передбачений обмежувач частоти перемикань — таймер компресора. Встановлюється мінімальний час зупинки, при якому компресор залишається відключеним, навіть, якщо в цей час отримана команда на запуск, кількість запусків в годину з урахуванням мінімального часу, який повинен пройти між двома послідовними запусками компресора.

Таким чином, при ступінчастому регулюванні продуктивності вдається зменшити частоту перемикань компресора, але виникають невеликі коливання температури повітряна виході з випарника.

Таймер блоку управління компресором дозволяє вводити тимчасові параметри, що визначають надійну роботу холодильної машина: кількість

запусків в годину, інтервал часу між включенням насоса і запуском компресора, а так само час затримки відключення насоса після відключення компресора, мінімальний час роботи компресора після запуску.

У всіх блоках управління може бути передбачено, як додаткова опція, підключення мікропроцесорного дистанційного модуля управління, що дозволяє здійснювати управління роботою холодильної машини, контроль параметрів і функціонування із спеціального приміщення усередині будівлі

1.

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЄКТУ

Економічні розрахунки

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						55
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

				грн
VRV-система	176500	шт.	2	353000
Жестяні повітроводи	75	п.м.	500	37500
Повітророзподільні дифузори	63	шт.	75	4725
Вся вартість обладнання				395225
Транспортні витрати				11856,75
Витрати на монтажні роботи				59283,75
Вартість проектних робіт				79045
Всього капітальних вкладень				545410,5

Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційними витратами (поточні витрати) є витрати, пов'язані з експлуатацією системи кондиціонування і вентиляції, направлені на підтримку системи в робочому стані і на отримання необхідних параметрів повітря в приміщенні. При визначенні витрат враховуємо тільки основні статті витрат (прямі витрати) без врахування накладних витрат.

Вони включають:

1. Витрати на електроенергію (C_e)
2. Витрати на воду (C_v) і допоміжні матеріали (C_d)
3. Витрати на заробітну плату (C_z)
4. Витрати на поточне обслуговування й поточний ремонт (C_o)
5. Амортизаційні витрати (C_a)
6. Інші витрати (C_i)

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ				

Витрати на електроенергію

$$C_9 = 0,7 \cdot N_y \cdot T_9 \cdot C_3 \quad (8.3)$$

- где C_3 - вартість 1 кВт електроенергії в годину;

N_y - сумарна настановна потужність;

T_9 - кількість годин роботи електродвигунів.

$$C_9 = 0,7 \cdot 30 \cdot 5840 \cdot 43,6 = 53471 \text{ грн/рік}$$

Витрати на воду

$$C_6 = B \cdot t_y \cdot C_6 \cdot 10^{-3} \quad (8.4)$$

де B – витрата води на зволоження;

t_y – кількість годин роботи в режимі зволоження;

C_6 – вартість 1 м³ води.

$$C_6 = 65 \cdot 10^{-3} \cdot 1080 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} = 280 \text{ грн/рік}$$

Допоміжні матеріали

$$C_m = C_{m1} + C_{m2} \quad (8.5)$$

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;

$$C_{m1} = 0,1 \cdot V \cdot C_x = 0,1 \cdot 23 \cdot 80 = 184 (\text{грн.}) \quad (8.6)$$

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

C_x – вартість 1 кг хладагента, грн.

Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування

$$C_0 = 0,05 \cdot K_{об} = 0,05 \cdot 395225 = 19761 \text{ грн/рік} \quad (8.7)$$

Амортизаційні відрахування

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_a = 0,15 * K_{об} = 0,15 * 395225 = 59283 \text{ грн/рік} \quad (8.8)$$

Інші витрати

Приймаємо у розмірі 3% від сумарних експлуатаційних витрат:

$$C_{пр} = 0,03 * C_{об} = 0,03 * 132979 = 3989 \text{ грн/рік} \quad (8.9)$$

Результати розрахунків експлуатаційних витрат зводимо в таблицю:

Таблиця 12.2 – Експлуатаційні витрати

Найменування статей витрат	Сума, грн/рік
Витрати на електроенергію	53471
Витрати на воду	280
Витрати допоміжні матеріали	184
Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування	19761
Амортизаційні відрахування	59283
Інші витрати	3989
Всього експлуатаційні витрати, грн/год	136968

Розрахунок приведених витрат

Приведені витрати визначимо по формулі:

$$\Pi_i = C_i + E_n * K_i = 3989 + 0,15 * 156000 = 27389 \text{ грн} \quad (8.10)$$

Визначимо питомі витрати на 1 м³ повітря

- капітальні вкладення:

$$K' = K/V = 545410/5700 = 9,56 \text{ грн} \quad (8.11)$$

- експлуатаційні витрати:

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C' = C/V = 136978/5700 = 24,03 \text{ грн} \quad (8.12)$$

- приведені витрати:

$$П' = П/V = 27389/5700 = 4,8 \text{ грн} \quad (8.13)$$

Річний економічний ефект

$$\mathcal{E}_k = C_2 \cdot N_2 - C_1 \cdot N_1. \quad (8.14)$$

- где C_2, C_1 - ціна послуг до и після введення в експлуатацію СКП;

N_2, N_1 - кількість відвідувачів, чол.

$$\mathcal{E}_k = 1500 \cdot 98 - 500 \cdot 23 = 175900.$$

Економічна ефективність:

Економічна ефективність системи кондиціонування повітря визначається як відношення сумарного економічного ефекту до капітальним витратам на розробку і створення системи кондиціонування повітря

$$E = \frac{\mathcal{E}\Sigma - П}{K}. \quad (8.15)$$

- де $\mathcal{E}\Sigma$ - сумарний економічний ефект;

$П$ - поточні витрати пов'язані з експлуатацією СКВ;

K - капітальні витрати.

$$E = \frac{175900 - 55153}{209974} = 0,24.$$

Термін окупності

Термін окупності капітальних вкладень визначимо по формулі:

$$T = \frac{K}{\mathcal{E}\Sigma - И} = \frac{209974}{175900 - 55153} \approx 2,6 \text{ (років)}. \quad (8.16)$$

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці- це зведення законодавчих актів і правил, відповідних їм гігієнічних, організаційних, технічних, і соціально-економічних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатність людини в процесі праці.

Токсичність робочої речовини

Згідно стандартної класифікації шкідливих речовин, встановлено чотири класи небезпеки залежно від семи показників токсичної дії, включаючи середню смертельну концентрацію для піддослідних тварин і гранично допустиму концентрацію (ГДК). В порівнянні з іншими показниками ГДК якнайповніше представляє токсичні властивості хладагента, проте одного цього параметра недостатньо для оцінки реальної небезпеки роботи з хладагентом в умовах експлуатації.

Як робоча речовина в холодильній установці використовується хладагент R407C - азеотропна суміш R32/R125/R134a (масові долі компонентів відповідно 23/25/52%). Розроблений як основна заміна R22. При звичайній температурі і тиску це - безбарвний газ.

Даний фреон був розроблений як альтернатива хладагенту R22 по холодавидатності і тиску насиченої пари.

Гранично допустима концентрація на робочому місці
ПДК = 1000 ppm.

Температура самозаймання, 733 ° C.

В порівнянні з R22, хладагент R407C надає значно менш шкідливу дію на довкілля (значення потенціалу глобального потепління GWP у R407 майже таке ж, як і в R22, потенціал руйнування озону ODP дорівнює нулю).

При високій температурі, в результаті розкладання холодильного агента (R-407C вживаного в холодильній машині водоохлажвального пристрою), одним з видів хімічно небезпечних і шкідливих речовин утворюється фосген.

Фосген - безбарвний газ з неприємним запахом прілого сіна або гнилих

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ				

яблук. У газоподібному поляганні важче повітря в 3,5 разу.

Температура кипіння $t_{\text{кип}} = +8^{\circ}\text{C}$, ПДК_{сс} = 0,003 мг/м³, ПДК_{крз} = 0,5 мг/м³.

Погано розчиняється у воді. Для знезараження рекомендується вода, розчини лугів і лужні оксиди виробництва, газоподібним аміаком і його водні розчини. Для нормального знезараження 1-ний тонни газоподібного фосгену буде потрібно 1000 тонн води або 100 тонн 10 %-ого розчину лугу. Симптоми ураження - солодкуватий присмак в роті, нудота, кашель, задуха, ніяковість в грудях, загальна слабкість. Газоподібний фосген потрапляє в організм через органи дихання і викликає набряк легенів. Потрапляючи в легені фосген, наводить до певних біохімічних і структурних змін в легеневій тканині і капіляри, підвищуючи проникних останніх, що наводить до заповнення легенів плазмою крові (набряк легенів). Токсичний набряк легенів розвивається швидко. При цьому з'являється часте і поверхнєве дихання, болісний кашель з рясним виділенням пінявої мокроти, синюшність обличчя та рук. Подальше наростання кисневого голодування і ослаблення серцево-судинної діяльності погіршує стан людини. У цьому періоді за відсутності необхідної невідкладної допомоги настає, смерть.

Хоча в приміщення подається вже холодна вода, а не хладагент, і самі чиллера знаходяться на вулиці, а не усередині приміщень, то все одно існує можливість поразки цією шкідливою речовиною, тому потрібно передбачити необхідні заходи захисту.

Класифікація виробництва за мірою вибухової, вибухопожежної і пожежної небезпеки згідно ОНТП24-86

Виробництва по вибухопожежної і пожежній небезпеці, згідно ОНТП24-86 діляться на категорії А, Б, В, Г і Д.

Дане приміщення відноситься до категорії Д, - тобто в приміщенні знаходяться негорючі речовини і матеріали в холодному стані. Всі машинні і апаратні відділення хладонових установок відносяться до категорії Д.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'ємно-планувальні рішення по розміщенню проектованої установки

При розміщенні проектованої установки необхідно забезпечити: зручність монтажу, обслуговування і ремонту установки і її елементів, компактність розташування устаткування, що дозволяє скоротити площу для його установки і протяжність трубопроводів; можливість реконструкції і розширення без тривалої зупинки устаткування; дотримання вимог техніки безпеки і протипожежного захисту.

Двері машинних відділень повинні виходити назовні будівель або в коридори, відокремлені дверима від інших приміщень і відкриваються у бік виходу. Будівельно-монтажні і архітектурні вимоги включають всебічне скорочення площ приміщень для устаткування систем КП і їх елементів. Естетичну ув'язку елементів систем КП з інтер'єром приміщень, забезпечення мінімальних витрат часу на монтаж, випробування і наладку систем з можливістю по зонного введення їх в експлуатацію. Ув'язку робіт по спорудженню конструкцій будівель з монтажем систем КП. Звуко- і віброізоляцію рухомого устаткування від елементів будівельних конструкцій.

Електробезпека

Електробезпека - система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму. Небезпека електричного струму на відміну від інших небезпек посилюється тим, що людина не в змозі без спеціальних приладів виявити напругу дистанційно, а також швидкоплинність поразки - 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 надає термічну (опіки), електролітичну (електроліз) і біологічну дію.

Розрізняють

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

також механічні пошкодження від дії електричного струму. Це приводить до різних порушень в організмі, викликавши як місцеве ураження тканин і органів, так і загальну поразку організму. Розрізняють два види поразок електричним струмом: місцеві електричні травми (електротравми) і електричний удар.

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 устаткуванні, але і біля нього, розтікаючись з підстав і фундаментів.

Захист від поразки електричним струмом і спалахів 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 відключаючий апарат).

Електробезпека устаткування

Згідно правилам пристрою електроустановок, всі електричні установки діляться на дві групи залежно від напруги до 1000 В і понад 1000 В. Для комфортного СКП в експлуатації знаходяться установки лише першої групи з напругою до 1000 В

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

1) приміщення без підвищеної небезпеки - без струмопровідного пилу, без великої кількості сповільнених металевих предметів (адміністративні, учбові приміщення і т. д.);

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) приміщення з підвищеною небезпекою - сирі, з $\phi > 75\%$, температурою повітря більше 30°C , з підлогою із струмопровідних матеріалів (цегельні, бетонні) з можливістю дотику до металевих корпусів устаткування і заземлених металоконструкцій (вентилі, камери, камери холодильників і ін.);

3) особливо небезпечні приміщення - особливо сирі, з наявністю хімічно активного середовища і два і більш за ознаки, що характеризують приміщення з підвищеною небезпекою.

Дане приміщення холодильної установки відноситься до другої категорії.

Розрахунок системи штучного заземлення

Особливу увагу необхідно приділяти евакуації людей з приміщень. Евакуація проводиться по заздалегідь спланованих дорогах, які прагнуть зробити мінімальними для проходження людьми до безпечного місця. Схеми евакуації розташовані в доступних для погляду людини місцях. Всі люди знаходяться в будівлі повинні строго дотримувати ці розроблені інструкції для того, щоб під час екстреної ситуації не сталося тисняви, травм, пошкоджень або інших неприємних речей.

Освітлення:

Освітлення відноситься до одного з основних зовнішніх чинників, що постійно впливають на людину в процесі праці. Позитивний вплив освітлення на продуктивність праці і його якість не викликає сумніву. Так, сонячне освітлення збільшує продуктивність праці в середньому на 10%, а штучне на 13%, при цьому можливість браку знижується на 20-25%.

Ретельний і регулярний догляд за установками природного і штучного освітлення має важливе значення для створення раціональних умов освітлення, зокрема, забезпечення необхідних величин освітленості без додаткових витрат електроенергії.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У установках з люмінесцентними лампами і лампами ДРЛ необхідно стежити за справністю схем включення (не повинно бути видимих оку мигань ламп).

Чищення скла світлових отворів повинне робитися не рідше 2 раз на рік для приміщень з незначним виділенням пилу і не рідше 4 раз на рік для приміщень із значними виділеннями пилу, для світильників - 4 - 12 раз на рік, залежно від характеру запиленої виробничого приміщення.

Своєчасно потрібно замінювати лампи, що перегоріли, перевіряти

Захист від шуму і вібрації

Виробничий шум супроводжується шумом і вібрацією, джерелами виникнення яких є машини з неврівноваженими 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: вживання малошумних 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 дорозі його поширення; засоби індивідуального захисту.

					БКВ 04. 013. 001 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 зазори у вузлах, покращуючи умови обтікання деталей і вузлів повітряними, газовими і рідинними потоками.

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

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

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

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

Як віброізолюючі опори використовують віброізолюючі фундаменти і опори з пружинними, пружинно-гумовими і гумово-металевими амортизаторами.

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

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

До засобів індивідуального захисту від шуму відносять проти галасливі навушники, вкладиші, шлеми і каски, що дозволяють понизити рівень шуму

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежно від його частоти на 5-40 дБ. Для захисту від шуму високого рівня застосовують проти галасливі костюми.

Індивідуальний захист від вібрації забезпечується вживанням рукавиць і рукавичок, вкладишів і прокладок, спеціального взуття, нагрудників, поясів і спеціальних костюмів, виготовлених з упругодемпфирующих матеріалів.

Розрахунок вентиляції приміщення

Розрахувати продуктивність системи вентиляції приміщення пультовою, для однієї людини.

Вихідні дані:

$a=3\text{ м}$ – довжина приміщення;

$b=2\text{ м}$ – ширина приміщення;

$c=3\text{ м}$ – висота приміщення;

Розраховуємо об'єм приміщення по формулі:

$$V=a \cdot b \cdot c \quad (8.18)$$

$$V=3 \cdot 2 \cdot 3 = 18 \text{ м}^3$$

Далі визначимо максимальну кількість робочих станцій для приміщення

$$n_{\max}=S_{\text{пом}}/S_{\text{норм}}, \quad (8.19)$$

де $S_{\text{норм}}=6\text{ м}^2$ – площа для одного робочого місця;

$$S_{\text{пом}}=a \cdot b \quad (8.20)$$

$$S_{\text{пом}}=3 \cdot 2=6 \text{ м}^2$$

$S_{\text{пом}}$ – площа приміщення;

$n_{\max}=6/6=1$ – к-ть робочих місць.

Витрата повітря під час надходження надлишкового тепла визначається по формулі:

$$L=\sum Q/(c_{\text{возд}} \cdot \rho_{\text{возд}} \cdot (t_{\text{уд}}-t_{\text{пр}})), \quad (8.21)$$

де L – продуктивність системи вентиляції, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$c_{\text{возд}}=1,005\text{ кДж/кг}\cdot\text{С}$ – питома теплоємність повітря при постійному тиску;

$\rho_{\text{возд}}=1,2\text{ кг/м}^3$ - щільність повітря;

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{уд}=24^{\circ}\text{C}$ - температура повітря, що видаляється. Для теплого періоду року іробіт «легка 1б» температура має бути від $(22\dots24)^{\circ}\text{C}$;

$t_{пр}$ – температура припливного повітря. Обчислюється за формулою:

$$t_{пр} = t_{уд} - \Delta t_{раб} \quad (8.22)$$

$$t_{пр} = 24 - 5 = 19^{\circ}\text{C}$$

$$\Sigma Q = Q_{людей} + Q_{компьютера} + Q_{освещ.} + Q_{оборуд.} = 170 + 300 + 160 + 300 = 930 \text{ Вт} \quad (8.23)$$

$$Q_{людей} = q_{л} \cdot n = 170 \cdot 1 = 170 \text{ Вт}$$

$$Q_{компьютера} = q_{к} \cdot n = 300 \cdot 1 = 300 \text{ Вт}$$

$$Q_{освещ.} = 160 \text{ Вт}$$

$$Q_{оборуд.} = 300 \text{ Вт}$$

$$L = 0,93 / (1,005 \cdot 1,2 \cdot (24 - 19)) = 0,154 \text{ м}^3/\text{с} = 555 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Визначаємо настановну потужність електродвигуна для вентиляції по формулі:

$$N = k \cdot L \cdot H \cdot 10^{-6} / (3,6 \cdot \eta_{вент} \cdot \eta_{прив}), \quad (8.24)$$

де k – коефіцієнт запасу ($k = 1,05 \dots 1,5$);

H – аеродинамічний опір вентилятора, $H = 300 \text{ Па}$;

$\eta_{вент}$ – ККД вентилятора;

$\eta_{прив}$ - ККД приводу, який при клиноременной передачі рівний 0,95;

$$N = 1,2 \cdot 555 \cdot 300 \cdot 10^{-6} / (3,6 \cdot 0,6 \cdot 0,95) = 0,1 \text{ кВт}$$

Приймаємо для нормальної вентиляції нашого приміщення продуктивність системи вентиляції рівну $L = 555 \text{ м}^3/\text{ч}$, осьовий вентилятор потужністю $N = 0,1 \text{ кВт}$. Якщо розрахунок вентиляції проводиться по декількох напрямках, за кінцевий результат береться найбільше значення.

Долікарська допомога.

Перша допомога при поразці електричним струмом.

Долікарська допомога потерпілому від електричного струму складається з двох послідовних етапів. Перш за все необхідно швидко звільнити людину, що потерпіла від дії струму, і потім негайно приступити до надання першої допомоги.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звільнити людину, що потерпіла від дії струму, можна декількома засобами.

Найбільш простий засіб - відключення відповідної частини електроустановки. Окрім того, при напрузі до 1000 В можна перерізувати або перерубати дроти або відтягнути потерпілого від струмоведучої частини, відкинути від нього дріт і так далі. При напрузі вище 1000 В застосовують ті ж способи, але при цьому обов'язково застосовують діелектричні рукавички, боти.

Після звільнення потерпілого від дії струму, йому надають необхідну медичну допомогу тут же на місці.

Заходи першої медичної допомоги залежать від його стану. Якщо потерпілий в свідомості, але до цього був в непритомності або нетривалий час знаходився під впливом струму, йому необхідно створити повний спокій. За відсутності свідомості, але якщо збереглося дихання слід укласти потерпілого на м'яку підстилку, забезпечити приплив свіжого повітря, давати нюхати нашатирний спирт.

Якщо потерпілий дихає насилу - необхідно робити штучне дихання і масаж серця. За відсутності ознак життя, тобто за відсутності дихання серцебиття, пульсу, не можна вважати потерпілого мертвим. В цьому випадку також треба робити штучне дихання і масаж серця.

Перша допомога при поразці хладагентами.

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

При попаданні рідкого аміаку на шкіру обережно розтирають обморожену ділянку стерильною ватяною кулькою або марлевою серветкою до почервоніння шкіри. Обморожене місце після цього обтирають спиртом і накладають на нього марлеву пов'язку. В разі утворення на тілі міхурів шкіру

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 недоліком кисню в приміщенні, заповненому газоподібним хладоном, необхідно негайно вивісь пострадавшего на свіже повітря. Рекомендується пиття, вдихання кисню в течії 30 -45 мин. В 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 закапують в очі стерильне вазелінове масло, після чого необхідно звернутися до лікаря.

Перша допомога при опіках і обмороженні

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

Обморожену частину тіла обережно розтирають сухою шерстяною ганчіркою або сукниною, аби 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 вкривають пострадавшего теплим одягом або ковдрою.

При опіках першого ступеня (почервоніння і припухлість шкіри) на уражене місце накладають примочки із слабкого розчину марганцевий - кислого калія, після чого місце опіку забинтовують. При опіках другої (водняні міхури) і третій (глибокі пошкодження і омертвляння тканин) мірі одяг або взуття краще не знімати, а розрізати, зробити перев'язку, як при пораненнях, і направити пострадавшего в здравпункт.

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

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При опіках міцними кислотами або рідким аміаком уражене місце треба негайно промити сильним струменем води, а потім 5% - ним розчином марганцевий - кислого калія або 10% - ним 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 треба промити 5% - ним 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 оцетової кислоти або розчином борної кислоти.

Висновок:

При вирішенні завдань по охороні праці необхідно чітко представляти сутність процесів і відшукати засоби (найбільш відповідні до кожного конкретного випадку), що усувають вплив на організм шкідливих і небезпечних чинників і що виключають по можливості травматизм і професійні захворювання.

При поліпшенні і оздоровленні умов роботи праці важливими моментами, є комплексна механізація і автоматизація технологічних процесів, вживання нових засобів обчислювальної техніки і інформаційних технологій в наукових дослідженнях і на виробництві.

Здійснення заходів щодо зниження виробничого травматизму і професійної захворюваності, а також поліпшення умов роботи праці ведуть до професійної активності трудящих, зростанню продуктивності праці і скорочення втрат при виробництві. Оскільки охорона праці якнайповніше здійснюється на базі нової технології і наукової організації праці, то при розробці і проектуванні об'єкту використовуються новітні розробки.

					БКВ 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						72
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.
3. 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.
4. Липа О.І. Основи теорії та сучасні технології обробки повітря. – Одеса 2010: ОГАХ - 609 с.
5. Перепека В.И., Жихарева Н.В. Розрахунок систем кондиціонування та вентиляції. Одеса: «ТЕС», 2014. – 340 с.
6. Жихарева Н.В. Математичні аспекти термoeкономiчного аналізу холодильної установки плодоовочесховища// Холодильна техніка і технологія . – 2014. – № 2 (148) – С. 11–15
7. Жихарева Н.В. Методика розрахунку систем кондиціонування повітря басейнів. / Холодильна техніка і технологія. – 2015. №51(4). С.12–17.
8. 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 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						73
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 04. 013. 001 ДП ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Проект системи кондиціювання повітря ігрових кімнат дитячого закладу з бомбосховищем, м. Миколаїв

- Косенко Р Е

- Керівник проф Хмельнюк .М.Г.

Актуальність теми:

Є категорії приміщень, які потребують підвищеної вимоги до чистоти і якості повітря. Одним з таких видів є будинки дошкільних закладів, а саме дитячі сади. Специфіка їх полягає в тому, що в них постійно / періодично знаходяться діти до 6 років, відповідно параметри мікроклімату приміщень повинні бути такими, щоб забезпечувати необхідні вимоги, прописані в ДБН.

Згідно з нормами, в будівлях дитячі садки та ясла повинні бути в різних приміщеннях і мати або павільйонний, або блокову конфігурацію. Дитячі групи складаються з 10-15 дітей. Щоб уникнути поширення вірусних інфекцій, для здорового самопочуття дітей і персоналу необхідно організовувати системи вентиляції.



Початкові дані:

м.Миколаїв

Географічна широта– 48° ;

Амплітуда коливань добової температури повітря– $\Delta t = 12^\circ\text{C}$;

Літній період:

Температура зовнішнього повітря- $t = 31,2^\circ\text{C}$;

Питома ентальпія зовнішнього повітря – $h = 62$ Кдж/кг ;

Зимовий період:

Температура зовнішнього повітря- $t = (-20)^\circ\text{C}$

Питома ентальпія зовнішнього повітря– $h = (-18,6)$ Кдж/кг

Параметри повітря які підтримуються в приміщенні :

Літній період:

Температура в приміщенні – $t = 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$

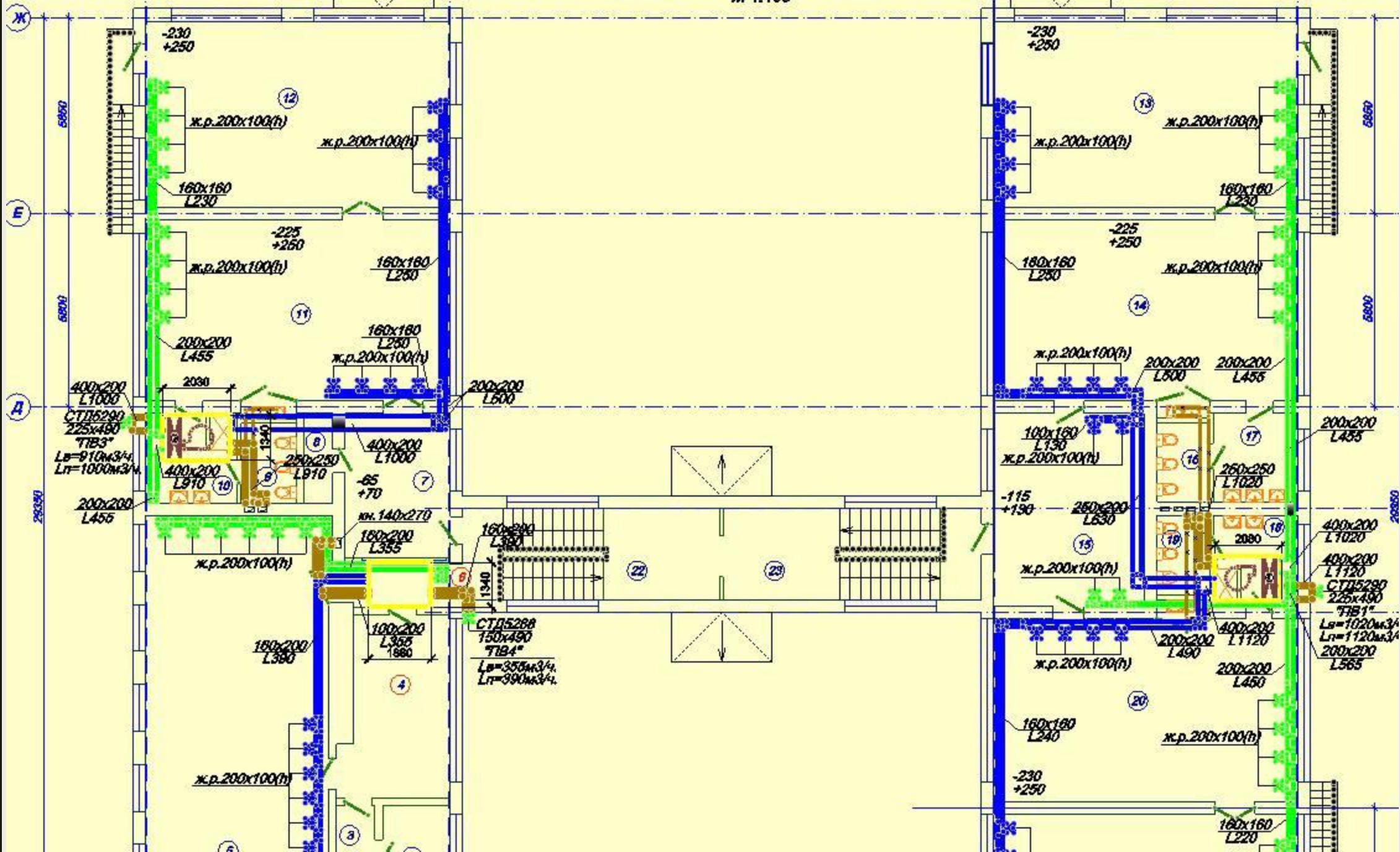
Відносна вологість– $\phi = 60 \%$

Зимовий період:

Температура в приміщенні– $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Відносна вологість– $\phi = 50 \%$

ПЛАН 2-ГО ПОВЕРХУ
М 1:100



Тепло-вологісна характеристика

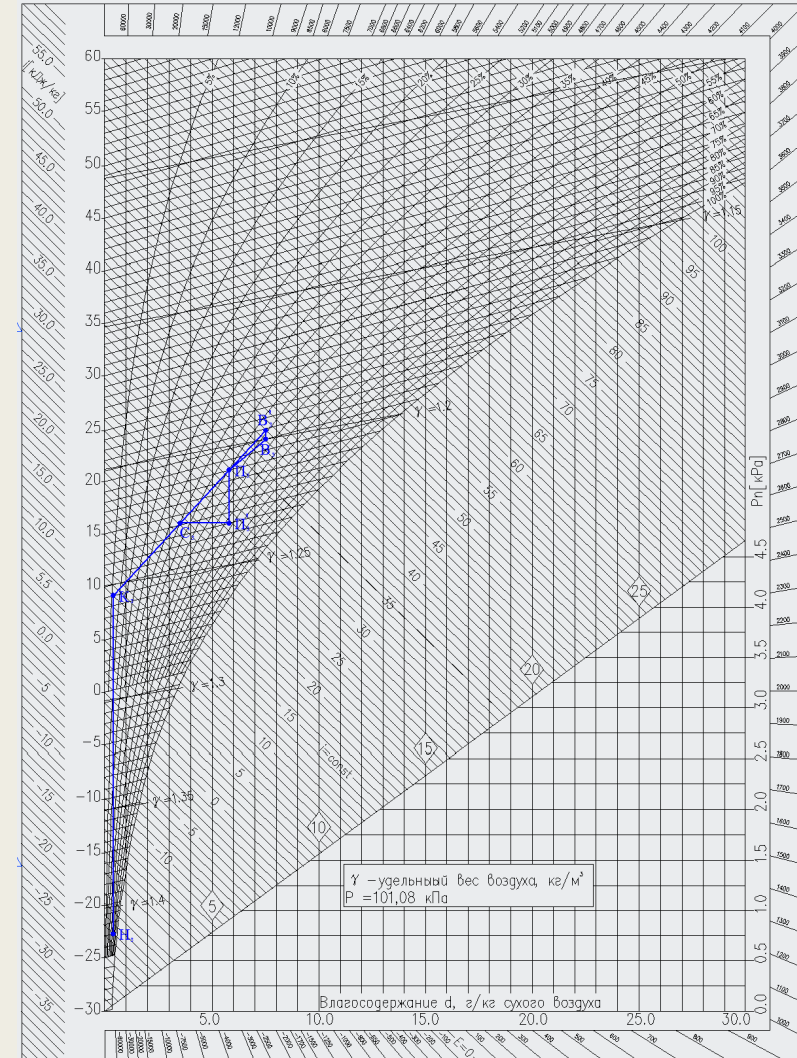
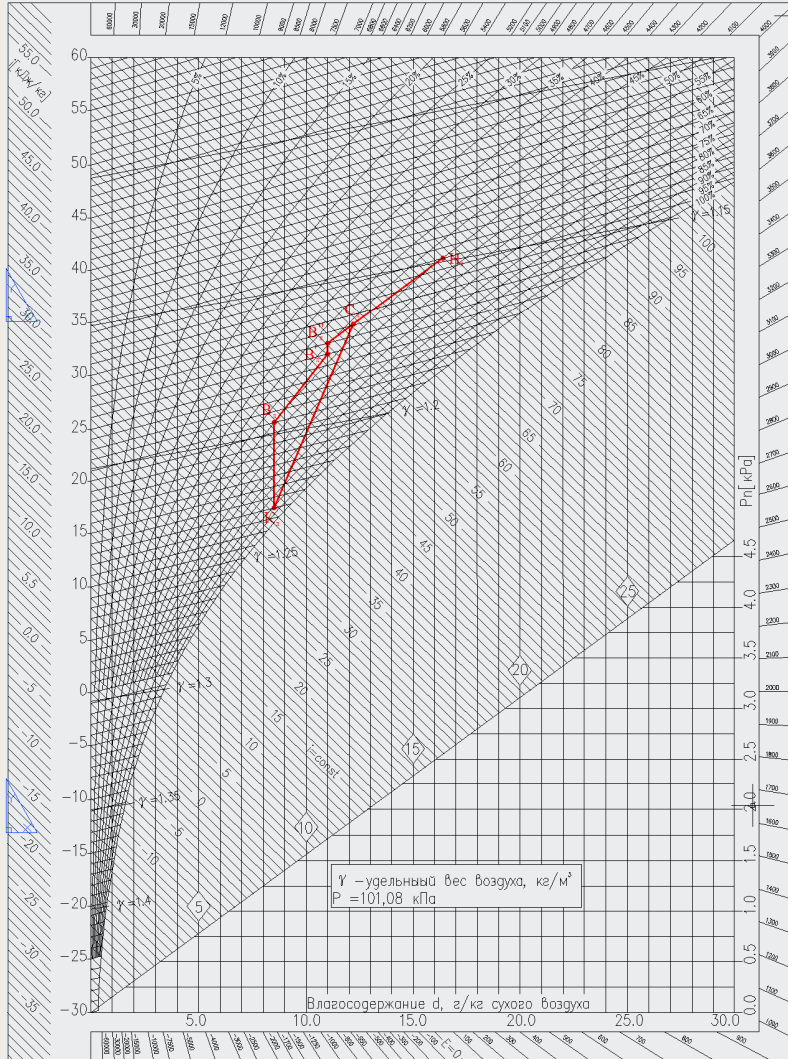
Літній період: $\varepsilon = 5477$ кДж/кг

	$t_{B_{л}}$	$t_{B_{л}'}$	$t_{B_{л}''}$	$t_{H_{л}}$	$t_{K_{л}}$	$t_{C_{л}}$
$t_i, (^{\circ}C)$	21	26	27	32	13	27,9
$h_i, (кДж/кг)$	42,4	53,8	54,8	74,3	34,3	58,45
$d_i, (г/кг)$	8,6	11	11	16,7	8,6	12,2

Зимовий період: $\varepsilon = 3853$ кДж/кг

	$t_{B_{з}}$	$t_{B_{з}'}$	$t_{П_{з}}$	$t_{П_{з}'}$	$t_{C_{з}}$	$t_{K_{з}}$	$t_{H_{з}}$
$t_i, (^{\circ}C)$	20	21	18	13	13	9	-23
$h_i, (кДж/кг)$	38,6	40	31,4	25,2	19,1	10	-22
$d_i, (г/кг)$	7,8	7,8	5,8	5,8	2,5	0,45	0,45

Побудова процесів обробки повітря в літній і зимовий періоди



Підбір каналального кондиціонера

Підбираємо каналний кондиціонер з розрахунку повної корисної продуктивності кондиціонера з урахуванням витоків в системі повітропроводів а так само з урахуванням загальної навантаженні на систему кондиціонування повітря:

$$L_{\text{пол}}^{\text{кд}} = (3600 * G_{\text{об}} / 1,2) * 1.03 = (3600 * 2,76 / 1,2) * 1.04 = 8617 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{\text{заг}} = 42 \text{ кВт}$$

Після проведеного розрахунку з каталогу фірми << Mitsubishi-electric >> був обраний висконапірний каналний кондиціонер MXZ-8A140VA



Переваги та недоліки каналних кондиціонерів

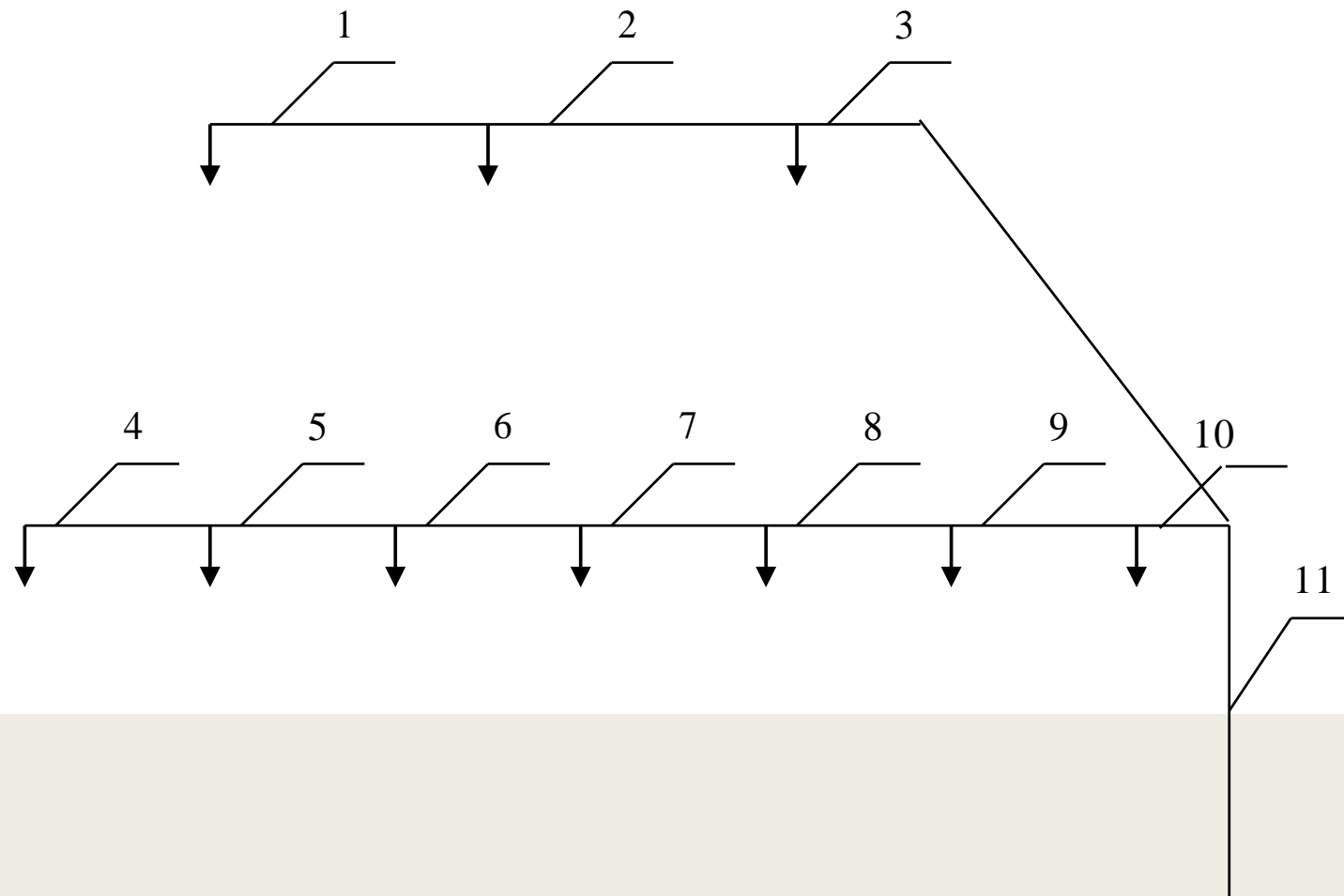
Переваги

- Внутрішній блок прихованої установки не впливає на дизайн приміщення;
- Внутрішній блок кондиціонера можна розмістити в технічному приміщенні, а не в обслуговується;
- Мінімальний рівень шуму в приміщенні при правильному проектуванні і монтажі;
- За допомогою каналного кондиціонера можна обслуговувати одночасно кілька приміщень для зменшення витрат на обладнання;
- Можливість подачі (підмішування) свіжого повітря;
- Система кондиціонування на базі каналного кондиціонера може працювати спільно з системою вентиляції;
- Більш висока ефективність (в порівнянні зі звичайними спліт-системами)

Недоліки

- Для досягнення необхідних параметрів мікроклімату потрібно більш високий рівень проектування і монтажу, ніж для звичайних настінних кондиціонерів;
- Для розміщення обладнання і повітроводів необхідно пристрій фальш-стелі;
- Неграмотне проектування і монтаж системи призводить до підвищеного рівня шуму при роботі системи і некомфортно розподілення повітря;
- Необхідно звертатися до фахівців, для проектування та підрахунку параметрів кондиціонера;
- Ціна трохи вище, ніж у звичайних кондиціонерів;
- Потрібно займатися проектуванням та монтажем об'єктів, ще до початку ремонту в приміщенні, а краще на стадії будівництва.

Аксометрична схема повітропроводу



Припливний
дифузор,
фірми "АРКТОС"



Припливний
вентилятор
фірми "АРКТОС"

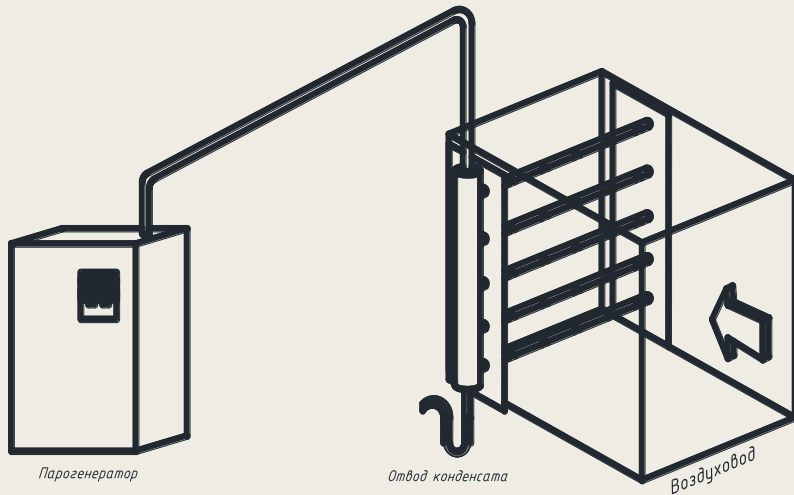


Припливна решітка,
фірми "АРКТОС"

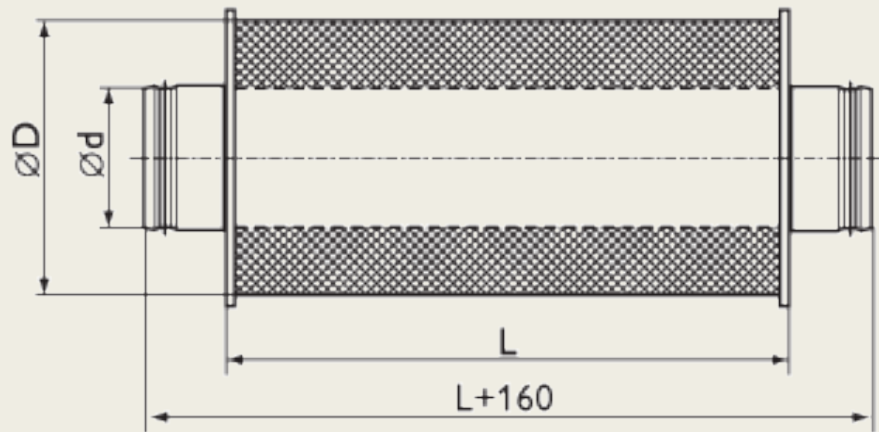
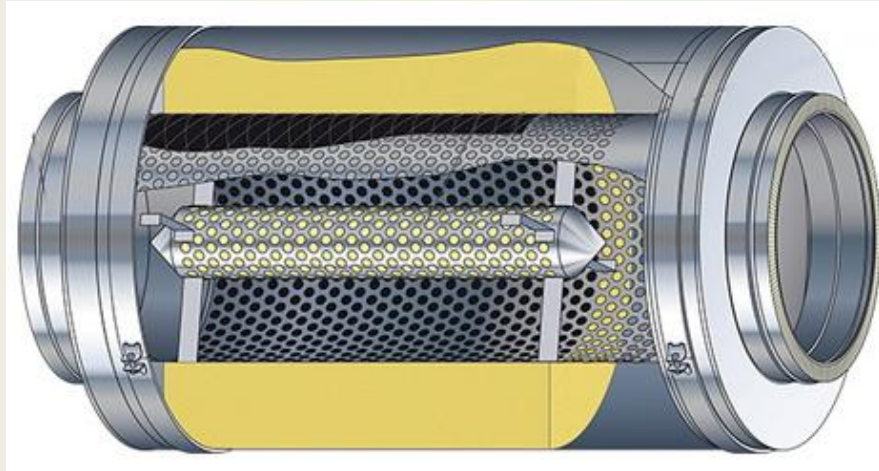


Підбір парового зволожувача

При конструктивному розрахунку парового зволожувача за основу конструктивного виконання був узятий MultiPipe - Strim Grid Humidifer (за матеріалами підприємств Corel)



Шумоглушники повітропроводів



- Шумоглушники призначені для зниження аеродінамічного шуму в повітропроводах круглого перетину. Шумоглушники встановлюються незалежно від напрямку руху повітря. Корпус шумоглушників виготовляється з оцинкованої сталі. Усередині корпусу знаходиться шар звукопоглинального матеріалу з мінерального волокна.

Метою даної дипломної роботи є розробка системи життєзабезпечення ігрових кімнат та кімнат відпочинку дошкільного навчально-виховного комплексу “Зірка”, м.Миколаїв .

Дякую за
увагу!!!