

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»

Група: БКВ-05

Дипломний проєкт

здобувача освіти денного відділення
БКВ 05. 0000. 014 ДП

МЕЛЬНИЧУКА
ОЛЕКСАНДРА
ВАСИЛЬОВИЧА

м. Одеса - 2024 р.

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
БКВ 05. 014. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:
«Проект системи вентиляції і кондиціонування цеху виробництва
карбаміду Одеського припортового заводу»

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

Дипломник  (Мельничук О.В.)

Керівник проекту  (Хмельнюк М.Г.)

Консультанти:

з економічної частини  (Катан В.І.)

з будівельної частини  (Волянська С.В.)

з охорони праці  (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД  (Волянська С.В.)

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

Завідуючий відділенням  (Бригадир Л.Г.)

Захист " 21 " 06 2024 р. Протокол ЕК № 02 БКВ

Оцінка ЕК 4 (добре)

Секретар ЕК  Хоцяновський С.Ю.

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

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

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

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

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

Тема дипломного проекту: «Проект системи вентиляції і кондиціонування цеху виробництва карбаміду Одеського припортового заводу»

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

Вступ

1. Загальна частина

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

2. Розрахунково-конструкторська частина

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

3. Організаційна частина

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

4. Економічна частина

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Використана література

Графічна частина

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

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціонування і вентиляції повітря

Графічний Аркуш 3. Технічне креслення обладнання

Графічний Аркуш 4. Технічне креслення обладнання

Графік виконання проекту

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

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні кафедри енергетичного машинобудування

Протокол № 2 від “ 13” вересня 2023 р.

Завідувач кафедрою _____ (Хмельнюк М.Г.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Бригадир Л.Г.)

БКВ05

Мельничук Олександр Васильович- «Проект системи вентиляції і кондиціонування цеху виробництва карбаміду Одеського припортового заводу»

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

АНОТАЦІЯ

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

У даній науковій роботі йде мова про дослідження та розробку підвищення ефективності роботи багатозональної системи кондиціонування повітря при нестационарних теплових режимах цеху з виробництва карбаміду Одеського припортового заводу. Це основна задача, яка полягла в основі написання цієї роботи.

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

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

ANNOTATION

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

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

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

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

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	3
1. ІСНУЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДУ.....	8
1.1 Властивості продуктів та його технологічні характеристики.....	8
1.2 Аналіз технологічних процесів карбаміду Одеського припотового заводу.....	10
1.3 Основні технічні рішення.....	11
2. РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.....	13
2.1 Характеристика будівельних конструкцій.....	13
3. РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.....	16
3.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря.....	16
3.2 Ррахунок надходження теплоти в приміщення.....	16
3.3 Розрахунок теплоприпливів через зовнішні масивні огородження	17
3.3.1 Розрахунок теплоприпливів через зовнішні масивні огородження.....	17
3.3.2 Надходження теплоти через внутрішні огородження.....	18
3.3.3 Надходження теплоти через заклені поверхні за рахунок сонячної радіації і теплопередачі.....	18
3.4.Розрахунок волого виділень від різних джерел.....	19
3.5 Побудова в d,h-діаграмі прямих та компенсуючих процесів обробки повітря в літній та зимовий періоди.....	22
3.6 Розрахунок тепловиділень у залі взимку.....	23

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

4. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ.....	28
5. ВИБІР І РОЗРАХУНОК АППАРАТІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.....	35
5.1 Підбір центрального кондиціонера	35
5.2 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача.....	36
5.3 Гідравлічний розрахунок трубопроводів та підбір насосу для повітрянагрівачів	41
5.4 Пластинчастий повітря повітряний теплоутилізатор.....	44
5.5 Розрахунок адіабатної камери зрошення.....	47
5.5.1 Гідравлічний розрахунок трубопроводів та підбір насосу для камери.....	48
5.6 Розрахунок повітряного кишенькового фільтру	50
5.7 Розрахунок повітроохолоджувача.....	52
6 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ..	45
6.1 Тепловий розрахунок компресора.....	45
6.2 Підбір чилера та розрахунок діаметра труб	49
7 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ ...	51
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТ.....	58
8 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	78
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	82

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Під системами кондиціонування повітря розуміють пристрої, призначені для створення та автоматичної підтримки в приміщеннях необхідних параметрів повітряного середовища (температури, вологості, тиску, чистоти складу та швидкості руху), незалежно від зовнішніх (пора року, погода) та внутрішніх (тепло-, волого- та газовиділень) факторів.

Основою системи кондиціонування повітря є агрегати, в яких здійснюються очищення та термовологісна обробка повітря, що подається в приміщення, які обслуговуються, згідно з технологічними та санітарно-гігієнічними умовами.

Завдання кондиціонування повітря в адміністративних, промислових, видовищних та спортивних будинках, магазинах, бібліотеках, музеях, культурно-побутових приміщеннях полягає у забезпеченні санітарно-гігієнічних вимог до параметрів повітряного середовища, що надають сприятливий вплив на самопочуття людей та умови експлуатації самих будівель.

До стану повітряного середовища можуть пред'являтися додаткові вимоги щодо очищення повітря від пилу, а у спеціальних приміщеннях (лікарнях, операційних тощо) — щодо очищення його від бактеріальних забруднень.

За допомогою кондиціонування повітря в закритих приміщеннях та спорудах можна підтримувати необхідну температуру, вологість, газовий та іонний склад, наявність запахів повітряного середовища, а також швидкість руху повітря. Зазвичай у громадських та виробничих будівлях потрібно підтримувати лише частину зазначених параметрів повітряного середовища. Система кондиціонування повітря включає комплекс технічних засобів, що здійснюють необхідну обробку повітря (фільтрацію, підігрів, охолодження, осушення і зволоження), транспортування його і розподіл в обслуговуваних приміщеннях, пристрої для глушіння шуму, викликаного роботою

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання, джерела тепло- і холодопостачання, засоби автоматичного регулювання, контролю та управління, а також допоміжне обладнання. Пристрій, в якому здійснюється необхідна тепловологісна обробка повітря та його очищення, називається установкою кондиціонування повітря або кондиціонером.

Кондиціонування повітря забезпечує в приміщенні необхідний мікроклімат для нормального перебігу технологічного процесу або створення умов комфорту.

Мета роботи та задачі дослідження.

Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи багатозональної системи кондиціонування повітря при нестаціонарних теплових режимах цеху з виробництва карбаміду Одеського припортового заводу.

Методи дослідження.

Ескізна та графічна розробка принципової схеми та експерименти з визначенням показників економічної ефективності комплексної багатозональної системи кондиціонування повітря, чисельні методи та методи оптимізації.

Теоретична цінність.

Визначається в дослідженні та розробці комплексної багатозональної системи кондиціонування повітря при нестаціонарних теплових режимах цеху з виробництва карбаміду Одеського припортового заводу.

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 8 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел інформації та додатків.

Задачі дослідження.

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробити модель комплексної багатозональної системи кондиціонування повітря цеху з виробництва карбаміду, що включає розрахунок параметрів кондиціонування повітря. Підібрати систему кондиціонування для цеху з виробництва карбаміду, що дозволяє підтримувати параметри повітря.

Системи кондиціонування повітря (СКП) є сукупністю технічних засобів, що служать для приготування, транспортування та розподілу повітря, автоматичного регулювання та контролю процесів зміни його параметрів. СКП виконують функції переміщення, розподілу та змішування потоків повітря, очищення їх від забруднюючих речовин, у тому числі і від носіїв запахів, нагрівання або охолодження, осушення або зволоження, утилізації теплоти. [1,2,3]

СКП є основною складовою частиною системи кондиціонування мікроклімату (СКМ), що забезпечує внутрішні кліматичні умови і включає в себе зовнішні огорожувальні конструкції, системи опалення та вентиляції. СКП поділяють на центральні та місцеві, цілорічні та сезонні. Місцеві кондиціонери застосовуються в побуті, в офісних приміщеннях і призначені для обслуговування кількох розташованих приміщень, одного приміщення або частини його. Центральні СКП обслуговують групу переважно близьких на вимогу до параметрів повітряного середовища приміщень. Вони бувають одно- і двоканальні, прямоточні (що подають у приміщення лише зовнішнє повітря) та з частковою рециркуляцією (частина повітря для формування припливної суміші забирається з приміщення). Забір частини повітря з приміщення виконується з метою підвищення енергетичної та економічної ефективності СКП, надлишкового тиску в приміщенні, що кондиціонується.

Основним елементом СКП є кондиціонер – агрегат для обробки та переміщення повітря. Розрізняють автономні (з вбудованими холодильними машинами) та неавтономні (що забезпечуються холодом та теплотою від зовнішніх джерел) кондиціонери, кондціонери-доводчики (що забезпечують повітря від центрального кондиціонера, а теплотою та холодом – від

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зовнішнього джерела). Велику групу складають прецизійні кондиціонери, які забезпечують високу точність підтримання температури ($\pm 0,1$ К) та вологості повітря, що обробляється. Одночасно з підтримкою необхідних значень у кондиціонерах повітря очищається від пилу. У деяких приміщеннях чистота повітря має пріоритетне значення. У специфічних умовах можуть висуватися вимоги щодо рівня іонізації повітря тощо. При розробці СКП необхідно також оцінювати рівень шуму, що формується в приміщенні, яке обслуговується.

Широко застосовують кондиціонери, в яких для зміни температури і вологості повітря реалізуються процеси тепло- і масообміну шляхом безпосереднього контакту його з водою в контактних апаратах (форсуночні камери, зрошувані насадки і шари тощо). Тепловологісна обробка повітря здійснюється також за допомогою пари, рідких та твердих сорбентів. Зміна тільки температури повітря здійснюється за допомогою теплообмінників, в яких теплота передається у повітря від теплоносія через стінку, що розділяє. Як правило, як стінка застосовуються оребрені трубні поверхні. Такі теплообмінники називаються калориферами, а при відводі теплоти від повітря, що обробляється, за допомогою холодоносія або холодоагенту – повітроохолоджувачами.

Ринок кондиціонерів в даний час характеризується високим рівнем споживання та формується великою кількістю виробників та продавців. В основі виробництва кондиціонерів виробники закладають модульний принцип побудови типового ряду.

Типовий ряд конкретного виробника складається з набору кондиціонерів, кожен з яких має свій діапазон застосування за кількістю повітря, що обробляється. Кожен кондиціонер із типового ряду виробник формує з типових модулів. Цей підхід дозволяє обмежити номенклатуру виробів, що застосовуються, і при цьому отримати широкий діапазон зміни продуктивності і функціональних особливостей. Фірми-виробники формують

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщення. Припливне кондиціоноване повітря виконує у приміщенні свої регулюючі функції та замінює відпрацьоване повітря. Повітря через витяжні пристрої може видалятися з приміщення або частково прямувати на рециркуляцію в кондиціонер.

1. ІСНУЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДУ

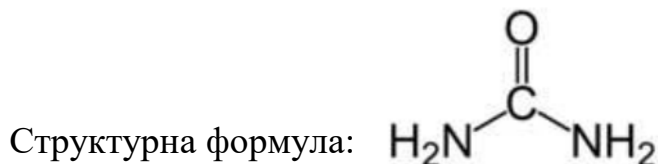
1.1. Властивості продуктів та його технологічні характеристики

Карбамід – це мінеральне добриво, яке використовується на всіх видах ґрунтів під будь-які культури. Така форма добрив забезпечує значне збільшення врожаю сільськогосподарських культур. [35]

Випускається він в цій якості в стійкому до злежування гранульованому вигляді. У порівнянні з іншими азотними добривами карбамід містить найбільшу кількість азоту, що в основному і визначає економічну доцільність його використання в якості добрива для багатьох сільськогосподарських культур на будь-яких ґрунтах.

Карбамід – це амід карбамінової кислоти H_2NCOOH .

Хімічна формула: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$



Молекулярная масса – 60,06.

Чистий карбамід – безбарвна кристалічна речовина, без запаху. Технічний продукт має білий або злегка жовтуватий колір.

Карбамід містить не менше 46,2% азоту в амідній формі.

Залежно від призначення карбамід згідно з ГОСТ 2081-2010 випускається двох марок «А» і «Б»:

- марка «А» – для промисловості;
- марка «Б» – для рослинництва, тваринництва та роздрібного продажу.

Технологія виробництва карбаміду виключає можливість утворення і накопичення домішок токсичних елементів, у тому числі свинцю, миш'яку,

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кадмію, ртуті та радіонуклідів природного та техногенного походження, тому для карбаміду регламентація їх не потрібна.

Хімічні властивості карбаміду обумовлюють широке його застосування в хімічній промисловості в синтезі карбамідо-альдегідних (в першу чергу карбамідо-формальдегідних) смол, широко використовуються в якості адгезивів, у виробництві деревно-волокнистих плит і меблевому виробництві. Частина виробленого карбаміду використовується для виробництва меламіну. У рубці жуйних тварин живуть мікроорганізми, здатні використовувати сечовину для біосинтезу білка, тому її додають в корми як замітник білка.

У медичній практиці сечовину чисту використовують як дегідратаційний засіб для попередження і зменшення набряку мозку.

Сечовина відкрита Руела в 1773 році і ідентифікована Праут в 1818 році. Особливе значення сечовини в історії органічної хімії додав той факт, що її синтез Велером в 1828 році з'явився першим синтезом органічної сполуки з неорганічною: Велер отримав її нагріванням ціаната амонію, отриманого взаємодією ціаната калію з сульфатом амонію. Всі промислові способи отримання карбаміду засновані на його освіту по реакції аміаку з діоксидом вуглецю при температурах близько 200°C і тиску близько 200 атм. і вище, тому в більшості випадків виробництва сечовини поєднують з аміачними виробництвами.

Потужність установок карбаміду в СРСР до кінця 1972 року перевищило 5 млн тонн на рік – більше 30% від світової. У 1970-х роках урядовим рішенням були закуплені комплекти обладнання агрегатів для виробництва карбаміду продуктивністю 330 і 450 тис. тонн на рік за технологіями всіх провідних зарубіжних фірм. В даний час промисловість з виробництва карбаміду базується на схемі з повним рідинним рециклом ТЕС (Японія), ВАТ «НИИК», а також на схемах із стріппінг-процесом фірм Stamicarbon, Snamprogetti (Італія) і Tecnimont (Італія).

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сьогодні на Одеському припортовому заводі найнижчі питомі витрати природного газу серед хімічних підприємств України.

Роботи з реконструкції та модернізації виробництва проводяться у співпраці з компаніями багатьох країн (Франція, Німеччина, Італія, США, Данія та ін.). Виробництво карбаміду складається із двох агрегатів, що були введені в експлуатацію в 1984 та 1985 роках відповідно. Агрегати працюють за технологічною схемою, розробленою фірмою «Stamicarbon», Голандія. Початкова проектна продуктивність кожного з агрегатів складала 1000 тонн на добу. Внаслідок проведених робіт з реконструкції та модернізації обладнання, вдосконалення технологічних процесів, впровадження автоматизованих систем управління та інших організаційно-технічних заходів, виробництво збільшилося до 1350 тонн/добу, при цьому питомі енерговитрати зменшилися на 10%.

1.3. Основні технічні рішення

На шляху розвитку людства, а також розвитку землеробства ми вже дійшли того, що наші рослини досягли своєї максимальної врожайності в природних умовах і в процесі науково-технологічного прогресу було винайдено мінеральні добрива. Сьогодні важко уявити, як виростити пшеницю 10 тонн чи кукурудзу 15 тонн без добрив.

З агрономічної точки зору карбамід – це універсальне азотне добриво, яке можна використовувати на всіх типах ґрунтів та під усі культури.

Протягом останнього століття змінювалася технологія та схема синтезу карбаміду, і сьогодні є різні схеми виробництва такого добрива або, назвемо точніше, речовини.

Карбамід отримують синтетичним шляхом з аміаку, двоокису вуглецю, в основі виробництва лежить реакція Базарова, де дві молекули аміаку з'єднуються з іншою молекулою вуглекислого газу з утворенням карбаміду.

Але така реакція проходить у два етапи. Починається вона з утворення карбамат амонію.

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

2.1 Характеристика будівельних конструкцій

Місце розташування об'єкта: місто Южне .

Найменування об'єкта: Цех з виробництва карбаміда.

Географічна широта: 48⁰

Розрахункові літні параметри повітря категорії Б:

Початкові дані:

$t_H=28.6^{\circ}\text{C}$, $h_H=36$ кДж/кг,

Параметри у приміщенні: $t_B=20^{\circ}\text{C}$, $\varphi_B=50\%$.

Висота приміщення: 6 м.

Стіна: штукатурка $\delta=25$ мм; залізобетон $\delta=60$ мм; штукатурка $\delta=25$ мм.

Кровля: безгорищне покриття: залізобетона плита $\delta=150$ мм;

вирівнюючий слой (цементно-пісчаний) $\delta=20$ металлочерепиця $\delta=0,45$ мм.

Визначаємо необхідну товщину термоізоляції стін:

Стіни виконані з таких матеріалів: [20]

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

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

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

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

k - коефіцієнт теплопередачі, приймаємо $k_{cm} = 0,4$ згідно ДБН В 2.6-31:2006

Товщина шару ізоляції стіни

(2.1)

$$\delta_{ac} = \lambda_{ac} \left[\frac{1}{k} - \left(\frac{1}{\alpha} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ai}} \right) \right] = 0,0037 \left[\frac{1}{0,04} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{7} + 2 \cdot \frac{0,025}{0,7} + \frac{0,06}{2,04} \right) \right] = 0,0072\text{м}$$

приймаємо 0,1м.

де $\alpha_{BH} = 7$ Вт/(м²К) - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішньої поверхні стіни до повітря в приміщенні;

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

δ_i и λ_i - товщина и теплопровідність 1-го слою огороження;

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

Кровля плоска, виконана із наступних матеріалів:

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

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

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

металочерепиця $\delta=0,45 \text{ мм}$.

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

$$\delta_{\text{вс}} = \lambda_{\text{вс}} \left[\frac{1}{k} - \left(\frac{1}{\alpha} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ai}} \right) \right] = 0,0037 \cdot \left[\frac{1}{0,35} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{7} + \frac{0,002}{0,93} + \frac{0,45}{27} \right) \right] = 0,0097 \text{ м} \quad (2.2)$$

Толщина слою ізоляції кровлі

$$\delta = 0,047 \left[\frac{1}{0,5} - \left(\frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,12}{2,04} + \frac{0,001}{0,17} + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,081 \quad (2.3)$$

Опір теплопередачі приймаємо згідно з ДБН В2.6-31:2006. $R=0.25 \text{ м}^2\text{К}/\text{В}$ для стіни та $R=0.3 \text{ м}^2\text{К}/\text{В}$ для покрівля. Обираємо коефіцієнт теплозасвоєння матеріалів S із БНіП. Потім розраховуємо опір R , теплову інерцію шару огороження D , теплову інерцію огороження ΣD за формулами наведеними нижче:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \quad (2.4)$$

де δ - товщина шару огороження;

λ - теплопровідність матеріалу шару.

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

Результати розрахунку зводимо до таблиці 2.1.

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 такі значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в 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.

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесів Q_t , з інфільтраційним повітрям $Q_{\text{інф}}$, від штучного освітлення $Q_{\text{ос}}$, людей. [11-24]

Надходження тепла через зовнішні непрозорі огороження в контрольній роботі визначається за спрощеним інженерним методом [11].

Теплоприпливи через зовнішні огороження визначаються рівнянням:

$$Q_{\text{огор}} = Q_{\text{кр}} + Q_{\text{н.ст}} + Q_{\text{в.}} + Q_{\text{ост}}, \text{ Вт}, \quad (3.2)$$

де

$Q_{\text{кр}}$ – кількість теплоти, що надходить крізь покрівлю, Вт;

$Q_{\text{н.ст}}$ - кількість теплоти, що надходить крізь тримальні конструкції, Вт;

$Q_{\text{в}}$ - кількість теплоти, що надходить крізь внутрішні огороження, Вт;

$Q_{\text{ост}}$ - кількість теплоти, що надходить крізь засклені поверхні (вікна), Вт.

3.3. Розрахунок теплоприпливів через огороження за спрощеним інженерним методом

3.3.1. Розрахунок теплоприпливів через зовнішні масивні огороження

Теплоприпливи через покрівлю визначають за формулою:

$$Q_{\text{кр}} = k_1 \cdot k_{\text{кр}} \cdot F_{\text{кр}} \cdot \theta_{\text{кр}}, \text{ Вт}, \quad (3.3)$$

k_1 – коефіцієнт, що враховує конструктивні особливості покрівлі, приймається: для двосхилої покрівлі (без вентиляції горища – 1, з гарною вентиляцією горища – 0,75), для плоскої покрівлі (білого кольору – 1, інших кольорів – 1,5);

$k_{\text{кр}}$ – коефіцієнт теплопровідності покрівлі, [Вт/(м²·К)];

$F_{\text{кр}}$ – площа горизонтальної проекції покрівлі, [м²];

$\theta_{\text{кр}}$ – умовний температурний напір між зовнішнім повітрям і повітрям у приміщенні. $\theta_{\text{кр}} = f(t_3, t_3 - t_{\text{в}}, \Delta t_{\text{с}}, \text{м.огр.})$; є складною функцією і визначається за таблицями в залежності від основних величин таблиця 1 [11].

Теплоприпливи через зовнішні огороження визначаємо за формулою:

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{н.с} = k_{ст} \cdot a \cdot (F_c + 0,5 \cdot F_3) \cdot \theta_{ст}, \text{ Вт}, \quad (3.4)$$

де

$k_{ст}$ - коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни, [Вт/(м²·К)];

$a = 0,7 \dots 0,9$ —коефіцієнт, що враховує затінення верхнього поверху стіни виступаючою покрівлею;

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. $\theta_{ст} = f(t_{н}, t_{н} - t_{в}, \Delta t_c, \text{ м.огр.}, \text{ колір.стін.})$,

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:

$$Q_v = k_{в.ст} \cdot F_{в.ст} \cdot (t_{см.п} - t_{п}), \text{ Вт}, \quad (3.5)$$

де

k -коефіцієнт теплопередачі перегородок або перекриттів.

Температура в суміжних приміщеннях, які не кондиціонуються приймається:

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

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

в) $t_{см.п} = t_{н} + \Delta t$, [°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.

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 °С.

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

$$Q_{\text{ср}} = F \cdot [q_{\text{с}} \cdot k_{\text{п}} \cdot k_{\text{заб}} \cdot k_{\text{зат}} + k_{\text{о}} \cdot (t_{\text{з}} - t_{\text{в}})], \text{ Вт}, \quad (3.6)$$

де

$q_{\text{с}}$ - питомий тепловий потік внаслідок сонячної радіації (прямої та розсіяної) через чисте одинарне скло, $[\text{Вт}/\text{м}^2]$, визначається по таблиці 3.

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

$k_{\text{п}}$, $k_{\text{заб}}$, $k_{\text{зат}}$ – коефіцієнти, що враховують, відповідно, вплив плетінь і конструкцій заскленої поверхні [16], можливість забруднення, $k_{\text{заб}} = 0.75$, затінення шторами, маркізами і т.д.

3.4 Розрахунок вологовиділень від різних джерел

Вологовиділення від людей

$$W_{\text{л}} = n \cdot w_{\text{л}}, \text{ кг/с} \quad (3.7)$$

де n – кількість людей у приміщенні;

$w_{\text{л}}$ – вологовиділення від однієї людини, г/с.

$$W_{\text{л}} = 12 \cdot 0,047 = 0,564 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$$

$$Q_{\text{л}}^{\text{явн}} = Q_{\text{л}} - Q_{\text{л}}^{\text{скр}}, \text{ Вт}, \quad (3.8)$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{л1}^{явн} = 27000 - 18000 = 9000 \text{ Вт.}$$

Теплопритоки від висвітлення, приймаємо 20 Вт/м^2 .

$$Q_{осв} = 0,5 \cdot 16 \cdot 1045,8 = 8360,1 \text{ Вт.}$$

Теплопритоки від обладнання

$$Q_{об} = K_{од} \cdot N \cdot \gamma \cdot K_{заг} \cdot 1000, \text{ Вт,}$$

(3.9)

$$Q_{об} = 0,8 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 1000 = 11424, \text{ Вт,}$$

Визначаємо вологовиділення від вологого прибирання

$$W_{вл.у.} = \sigma F_{п} (d''_{п} - d_{п}) \cdot 0,1, \text{ кг/с } \Phi \quad (3.10)$$

де σ - коефіцієнт вологообміну, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

$$\sigma = \frac{\alpha}{c_p^в} = \frac{\alpha}{c_p^{с.в.} + c_p^п \cdot d_{ср}}, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) \quad (3.11)$$

$$\sigma = \frac{8}{1000 + 0,14 \cdot (6,5 + 1,5) / 2} = 0,0159821 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$$

де c_p – ізобарна теплоємність, $[\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{К}]$;

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

$$W_{вл.у.} = 0,015 \cdot 288 \cdot (6,5 - 1,5) \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 2,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с,}$$

$$Q_{вл.у.}^{скр} = r \cdot W_{вл.у.}, \text{ (Вт)}, \quad (3.12)$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де r - прихована теплота пароутворення.

$$r = r_0 - 2,3 \cdot t_w^M, \text{ (кДж/кг)} \quad (3.11)$$

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

$$r = 2472,4 - 2,3 \cdot 20 = 2426,4 \text{ (кДж/кг)},$$

$$Q_{\text{вл.у.}}^{\text{скр}} = 2426,4 \cdot 10^3 \cdot 2,16 \cdot 10^{-3} = 5241 \text{ Вт.}$$

Визначаємо повне вологовиділення:

$$W_{\text{пол}} = W_{\text{л}} + W_{\text{вл.у.}}, \text{ кг/с} \quad (3.13)$$

$$W_{\text{пол}} = 0,564 \cdot 10^{-3} + 2,16 \cdot 10^{-3} = 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$$

Визначаємо тепловологісну характеристику

$$\varepsilon = \frac{Q_{\text{пол}}}{W_{\text{пол}}}, \text{ кДж/кг} \quad (3.14)$$

$$\varepsilon = \frac{24565}{9,34 \cdot 10^{-3}} = 26297 \text{ кДж/кг}$$

Визначаємо звичайну приховану теплоту:

$$Q_{\text{скр}} = Q_{\text{скр}}^{\text{л}} + Q_{\text{скр}}^{\text{вл.у.}}, \quad (3.15)$$

$$Q_{\text{скр}} = 2335 \text{ Вт}$$

Визначаємо загальну явну теплоту

$$Q_{\text{явн}} = Q_{\text{пол}} - Q_{\text{скр}} \quad (3.16)$$

$$Q_{\text{явн}} = 26297 - 2335 = 22229 \text{ Вт}$$

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

$$G_1 = \frac{Q_{\text{пол}}}{h_v - h_{\text{п}}}, \text{ кг/с} \quad (3.7)$$

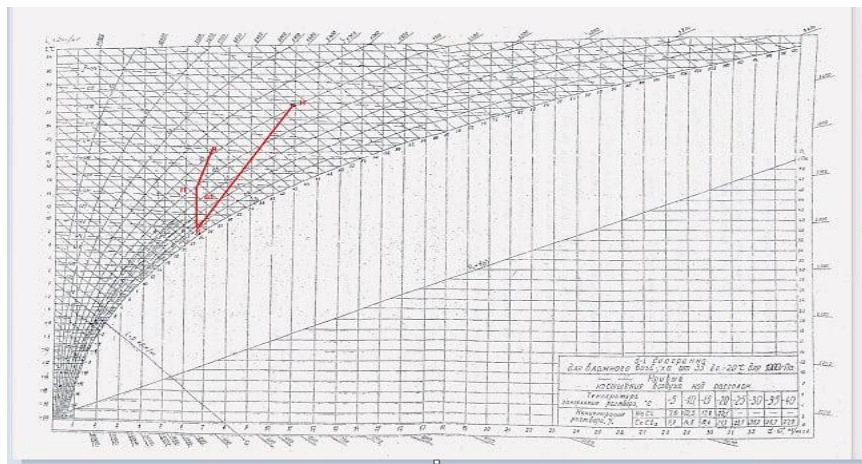
$$G_1 = \frac{26,297}{34 - 27} = 3,7 \text{ кг/с,}$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Будуємо процес обробки повітря для прямоточно 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 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 1°C нижче від точки П по лінії $d=\text{const}$. Для визначення положення точки К, 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 КП' характеризує підігрів повітря у другому нагрівачі). Точка В' характеризує стан повітря, що виходить із приміщення, та знаходиться на 1K вище по лучу процесу від точки В.



					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк. 22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 4 d,h-діаграмі прямих та компенсуючих процесів обробки повітря в літній період.

3.6 Розрахунок тепловиділень у залі взимку

Зовнішня температура повітря $t_n = -20^\circ\text{C}$ [3];

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

$$G_x = G_T, \text{ кг/с} \quad (3.21)$$

$$G_x = 4.41 \text{ кг/с}$$

Розрахунок тепловиділень від огороджуючих конструкцій

$$Q_{\text{огр}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{ок}} + Q_{\text{пер}}, \text{ Вт} \quad (3.22)$$

$$Q_{\text{ст}} = k_{\text{ст}} F (t_n - t_v), \text{ Вт} \quad (3.23)$$

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

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

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

$$Q_{\text{ст}} = 0,34 \cdot 386 \cdot (-18 - 20) = -3805 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{пер}} = k_{\text{пер}} F_{\text{пер}} (t_{\text{нк}} - t_v), \text{ Вт} \quad (3.24)$$

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

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

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

$$Q_{\text{пер}} = 2.4 \cdot 128 \cdot (-8 - 20) = -4300 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{ок}} = F_{\text{ок}} \cdot k_{\text{ок}} (t_n - t_v), \text{ Вт}, \quad (3.25)$$

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

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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

$$Q_{ок} = 6 \cdot 1,2 \cdot (-20 - 20) = -288 \text{ Вт},$$

$$Q_{огр} = -622,8 - 768 - 470,92 = 1861,72 \text{ Вт}.$$

$$Q_{ст} = k_{кр} F (t_n - t_b), \text{ Вт} \quad (3.26)$$

де $F_{ст}$ – площа стін, м^2 ;

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

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

$$Q_{ст} = 1,2 \cdot 288 \cdot (-18 - 20) = -13824 \text{ Вт},$$

Розрахунок вологовиділень від різних джерел

Тепловиділення від людей.

$$Q^3 = Q_l^l, \text{ Вт} \quad (3.27)$$

$$Q_l^3 = 1843 \text{ Вт}.$$

Тепловиділення від обладнання.

$$Q^3 = Q_l^l, \text{ Вт} \quad (3.28)$$

$$Q_l^3 = 11424 \text{ Вт}.$$

Тепловиділення від освітлення

$$Q_{осв}^3 = Q_{осв}^l + Q_{осв}^{местное}, \text{ кВт} \quad (3.29)$$

$$Q_{осв}^3 = 2888 \text{ кВт}.$$

Повний теплоприплив

$$Q_{пол} = Q_l + Q_{осв} + 0,4Q_{огр}, \text{ Вт} \quad (3.30)$$

$$Q_{пол} = 7300 \text{ Вт}$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

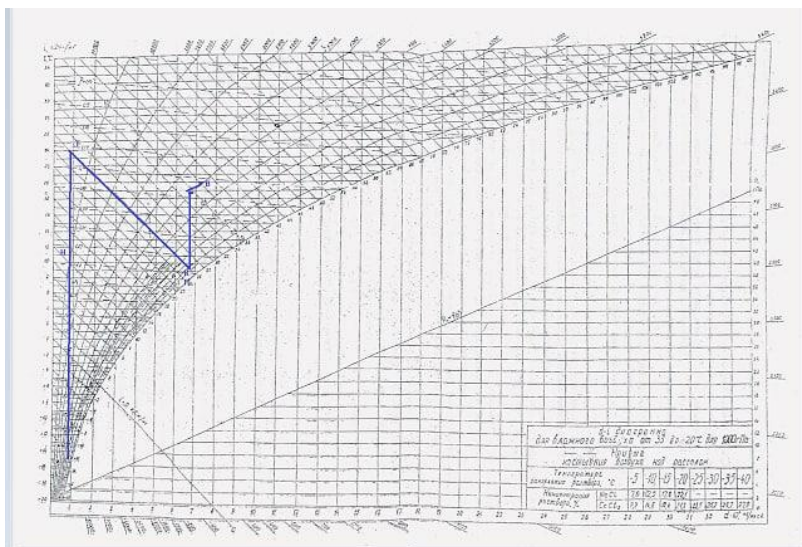


Рис. 5 d,h-діаграмі прямих та компенсуючих процесів обробки повітря в зимовий період

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

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.

Ціль аеродинамічного розрахунку системи повітророзподілення:

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

При розрахунку систем повітророзподілення потрібне виконання наступних умов:

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

По кожній розраховуваній системі задаємося наступними вихідними даними:

- максимальна швидкість повітря, що допускає на окремих ділянках;
- конфігурація мережі й форма перетинів повітроводу;
- матеріал повітровода;
- витрата повітря й довжини ділянок;
- характеристик повітроводу (кінцевий, магістральний);

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- задані коефіцієнти місцевих опорів на ділянках без обліку коефіцієнта місцевих опорів трийників і хрестовин.

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

Розрахунок мережі повітропроводів для системи [8,9,10,20]

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

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

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

Для системи корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$$L=8861 \text{ м}^3 / \text{ч} ,$$

Для ділянки №1 повітропроводу магістрального знаходимо витрату повітря

$$L_{\text{УЧАСТОК}\#1} = \frac{L_1''}{3} \quad (4.2)$$

$$L_{\text{УЧАСТОК}\#1} = 8861 / 3 = 2953 \text{ м}^3 / \text{с}$$

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

Знаходимо діаметр повітропроводу:

$$d = (L / (3600 \cdot 0,785 \cdot v))^{0,5} \quad (4.3)$$

$$d = (2953 / (3600 \cdot 0,785 \cdot 5))^{0,5} = 0,45 \text{ м}$$

Приймаємо повітропровід діаметром: $d = 0,55 \text{ м}$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в. факт.}} = L / (3600 \cdot 0,785 \cdot d^2) \quad (4.4)$$

$$V_{\text{в. факт.}} = 2953 / (0,785 \cdot 3600 \cdot 0,45^2) = 3,46 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$\text{Re} = \frac{v_{\text{в. факт.}} \cdot d_{\text{екв.}}}{\nu} \quad (4.5)$$

$$\text{Re} = (3,46 \cdot 0,55) / 0,0000156 = 1144745 , \text{ де } d_{\text{екв}} = d$$

ν - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним

$$\nu = 15,6 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right). \quad (4.6)$$

Коефіцієнт опору для розвиненого турбулентного руху визначається як:

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda = 0,3164 / \text{Re}^{0,25} . \quad (4.7)$$

$$\lambda = 0,3164 / 1144745^{0,25} = 0,01$$

Динамічний натиск розрахуємо по формулі:

$$\Delta p_{\text{дин.}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{в.факт}}^2}{2} . \quad (4.8)$$

$$\Delta p_{\text{дин.}} = (1,2 \cdot 3,46^2) / 2 = 14,32$$

Величину параметра R визначимо:

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{екв}}} \cdot \Delta p_{\text{дин.}} . \quad (4.9)$$

$$R = (0,01 / 0,55) \cdot 14,32 = 2,60$$

Втрати тиску по довжині воздуховодів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l . \quad (4.10)$$

$$\Delta p_l = 0,54 \cdot 2,3 = 1,25$$

Втрати тиску на ділянках в місцях місцевих опорів визначаються:

$$\Delta p_{\xi} = \xi \cdot \Delta p_{\text{дин.}} + \Delta p_{\text{решетки}} \quad (4.11)$$

$$\Delta p_{\xi} = 0,24 + 0,25 \cdot 14,32 + 19 = 22,80$$

Коефіцієнти місцевих опорів:

- коліно $\xi = 0,24$;

- конфузор $\xi = 0,25$.

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

$$\Delta P_{\text{уч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_{\xi} . \quad (4.12)$$

$$\Delta P_{\text{уч.}} = 1,25 + 22,8 = 24,05$$

Для ділянки №2 повітроводу магістрального знаходимо витрату повітря

$$L_{\text{УЧАСТОК}\#2} = L_{\text{П}} - L_{\text{УЧАСТОК}\#1} \quad (4.13)$$

$$L_{\text{УЧАСТОК}\#2} = 8861 - 2953 = 5908 \text{ м}^3 / \text{с}$$

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

Знаходимо діаметр повітроводу:

$$d = (L / (3600 \cdot 0,785 \cdot v))^{0,5} \quad (4.14)$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d = (5908 / (3600 \cdot 0,785 \cdot 5))^{0,5} = 0,64 \text{ м}$$

Приймаємо повітропровід діаметром: $d=0,70 \text{ м}$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в. факт.}} = L / (3600 \cdot 0,785 \cdot d^2) \quad (4.15)$$

$$V_{\text{в. факт.}} = 5908 / (0,785 \cdot 3600 \cdot 0,64^2) = 4,27 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$Re = \frac{v_{\text{в. факт.}} \cdot d_{\text{екв.}}}{\nu} \quad (4.16)$$

$$Re = (4,27 \cdot 0,7) / 0,0000156 = 191602, \text{ де } d_{\text{екв}} = d,$$

ν - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним

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

Коефіцієнт опору для розвиненого турбулентного руху визначається як:

$$\lambda = 0,3164 / Re^{0,25} \quad (4.17)$$

$$\lambda = 0,3164 / 191602^{0,25} = 0,015$$

Динамічний натиск розраховуємо по формулі:

$$\Delta p_{\text{дин.}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{в. факт.}}^2}{2} \quad (4.18)$$

$$\Delta p_{\text{дин.}} = (1,2 \cdot 4,27^2) / 2 = 10,93$$

Величину параметра R визначимо:

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{екв.}}} \cdot \Delta p_{\text{дин.}} \quad (4.19)$$

$$R = (0,015 / 0,70) \cdot 10,93 = 0,23$$

Втрати тиску по довжині воздуховодів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l \quad (4.20)$$

$$\Delta p_l = 0,23 \cdot 2,3 = 0,52$$

Втрати тиску на ділянках в місцях місцевих опорів визначаються:

$$\Delta p_{\xi} = \xi \cdot \Delta p_{\text{дин.}} + \Delta p_{\text{решетки}} \quad (3.21)$$

$$\Delta p_{\xi} = 0,24 + 0,25 \cdot 10,63 + 19 = 21,8$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнти місцевих опорів:

- трійник $\xi = 0,24$;

- конфузор $\xi = 0,25$.

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

$$\Delta P_{\text{уч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_{\xi} \quad (4.22)$$

$$\Delta P_{\text{уч.}} = 0,52 + 21,8 = 22,32$$

Для ділянки №3 повітроводу магістрального знаходимо витрату повітря

$$L_{\text{УЧАСТОК№3}} = L_1^{\text{II}} \quad (4.23)$$

$$L_{\text{УЧАСТОК№3}} = 8861 \text{ м}^3 / \text{с}$$

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

Знаходимо діаметр повітроводу:

$$d = (L / (3600 \cdot 0,785 \cdot v))^{0,5} \quad (4.24)$$

$$d = (8861 / (3600 \cdot 0,785 \cdot 5))^{0,5} = 0,79 \text{ м}$$

Приймаємо повітропровід діаметром: $d = 0,85 \text{ м}$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в. факт.}} = L / (3600 \cdot 0,785 \cdot d^2) \quad (3.25)$$

$$V_{\text{в. факт.}} = 8861 / (0,785 \cdot 3600 \cdot 0,85^2) = 4,33 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$\text{Re} = \frac{v_{\text{в. факт.}} \cdot d_{\text{екв.}}}{\nu} \quad (4.26)$$

$$\text{Re} = (4,33 \cdot 0,85) / 0,0000156 = 245336$$

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:

$$\lambda = 0,3164 / \text{Re}^{0,25} \quad (4.27)$$

$$\lambda = 0,3164 / 245336^{0,25} = 0,0142$$

Динамічний натиск розрахуємо по формулі:

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регулюється як вручну, так і за допомогою електроприводу. TSD складається з впускного конуса, внутрішнього і зовнішнього корпусів з регульованими лопатями. В режимі охолодження лопаті знаходяться у відкритому положенні (горизонтальна роздача повітря), в режимі обігріву в закритому (вертикальна роздача повітря). TSD приєднується до круглого воздуховоду безпосередньо або через приєднувальну камеру. При рівні звукової потужності: $L_A \leq 35 \text{дБ}$, далькобійність струменя приточування $L_{\text{струменя}} = 4-10 \text{м}$ в залежності від необхідної швидкості в приміщенні $v = \text{від } 0,5-0,2$ відповідно. Падіння повного тиску через який складає: $\Delta p = 17 \text{ Па}$.

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ВИБІР І РОЗРАХУНОК АППАРАТІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

5.1 Підбір центрального кондиціонера

За максимальним значенням витрати приточного повітря визначаємо корисну продуктивність кондиціонера:

Знаходимо сумарну масову витрату повітря для всіх приміщень :

$$G_{\max} = 4,41 \text{ кг/с.}$$

Повна корисна продуктивність кондиціонера:

$$L_{\text{кд}} = \frac{3600 \cdot G_{\max}}{\rho_v} = \frac{3600 \cdot 4.41}{1,2} = 13230 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (5.1)$$

Повна корисна продуктивність кондиціонера з врахуванням протічок в мережі повітроводів :

$$L_{\text{кд}}^{\text{повн}} = L_{\text{кд}} \cdot 1,04 = 13759,2 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (5.2)$$

За повною продуктивністю підбираємо кондиціонер.

Підбираємо центральний кондиціонер фірма, «ВЕЗА-УКРАЇНА»

Модель «КЦКП-А 14»

Кондиціонери типу КЦКП-А виготовляються у сейсмостійкому виконанні. Вибухозахищені кондиціонери призначені для переміщення агресивних газопароповітряних вибухонебезпечних сумішей ІА, ІВ категорій груп Т1, Т2, Т3 згідно з ГОСТ 12.1.011 з температурою сумішей, що переміщуються від мінус 40 С до 80 С.

Після вибору кондиціонера остаточно розраховуємо масову витрату припливного повітря:

$$G_{\text{кд}} = \frac{\rho_v \cdot L_{\text{кд}}^{\text{повн}}}{3600} = \frac{1,2 \cdot 13759,2}{3600} = 4,58 \text{ кг/с,} \quad (5.3)$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Розрахунок поверхневого повітрянагрівача

Вихідні данні для розрахунку повітрянагрівача :початкові та кінцеві параметри повітря $t_{зоб} = -18^{\circ}C, t_{к} = 24^{\circ}C$, витрати повітря $G_{г} = 13759,2 м^3 / год$, початкова та кінцева температура теплоносія $t_1 = 110^{\circ}C, t_2 = 70^{\circ}C$.

Приймаємо повітрянагрівач ВНВ 243.1-103-120-02-2.5-06-2 кондиціонера КЦКП-16 площа фронтального перетину $1,596 м^2$.[8,9,10,20]

Масова швидкість повітря у фронтальному перетині кондиціонера «ВЕЗА-УКРАЇНА» $кг/(с \cdot м^2)$. Керуючись [3]

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

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

$G_{г}$ – витрата повітря , $кг/с$;

$$v\rho = \frac{13759}{3600 \cdot 1,596} = 2,39 кг/(с \cdot м^2)$$

Кількість теплоти для нагріву повітря, Вт:

$$Q = 0,278 \cdot C_{г} \cdot G_{г} \cdot (t_{к} - t_{зоб}) \quad (5.5)$$

де $C_{г}$ – теплоємність повітря;

$$Q = 0,278 \cdot 1,006 \cdot 13759,2 \cdot (24 - (-18)) = 161616 Вт$$

Витрата теплоносія, $кг/ч$:

$$G_w = \frac{3,6 \cdot Q}{c_w \cdot (t_1 - t_2)} \quad (5.6)$$

де C_w – теплоємність води;

$$C_w = \frac{3,6 \cdot 161616}{(4,187 \cdot (110 - 70))} = 3473,9 кг / год$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Загальна кількість трубок:

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

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

h – крок труб по висоті, м, для «ВЕЗА-УКРАЇНА» Модель «КЦКП-А 14»

$h = 0.06 м$.

Приймаємо $\rho = 1$; при $H_{mp} = 0.95 м$, загальна кількість трубок:

$$N = 1 \cdot 0.95 / 0.06 = 16$$

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

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

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

Приймаємо швидкість руху води в трубах $w = 1.8 м/с$.

Тоді

$$m = \frac{3473,9}{3600 \cdot 1000 \cdot 0.0001108 \cdot 1.8} = 4,83$$

Приймаємо $m = 4$ та визначаємо число ходів

$$n = \frac{N}{m} \quad (5.9)$$

$$n = \frac{16}{4} = 4$$

Уточнюємо швидкість руху води в трубах:

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$w = \frac{G_w}{3600 \cdot \rho_w \cdot f_w \cdot m} \quad (5.10)$$

$$w = \frac{3473,9}{3600 \cdot 1000 \cdot 0.0001108 \cdot 4} = 2,17 \text{ м/с}$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі, $Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)$

$$k = A \cdot (v\rho)^{0,37} \cdot w^{0,18} \quad (5.11)$$

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

$$k = 23.11 \cdot (2.79)^{0.37} \cdot 1.88^{0.18} = 37.84 Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)$$

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

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{t_n + t_k}{2} \quad (5.12)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{110 + 70}{2} - \frac{-18 + 24}{2} = 87^\circ C.$$

Знаходимо потрібну площу поверхні теплообміну:

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

$$F = \frac{161616}{37.84 \cdot 87} = 49,09 \text{ м}^2$$

Аеродинамічний опір повітрянагрівача:

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

де B, m – емпіричні коефіцієнти;

$$\Delta P_a = 2.104 \cdot 2.79^{1.64} = 11.31 \text{ кПа}$$

Гідравлічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot l_{xода} \cdot w^{1,69} \quad (5.15)$$

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

$$\Delta P_w = 1.968 \cdot (1.02 \cdot 4) \cdot 1,88^{1,69} = 23,3 \text{ кПа}$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітрянагрівачі збирають з базових теплообмінників. Ці теплообмінники виготовляють з біметалевих труб зі спіралью – накатним оребренням. По трубках повітрянагрівачів 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.

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

Приймаємо повітрянагрівач ВНВ 243.1-103-120-02-2.5-06-2 кондиціонера КЦКП-А 14 площа фронтального перетину 1.596 м^2 .

Вихідні дані:

- $t_1 = 24\text{ }^\circ\text{C}$ – температура повітря на вході;
- $t_2 = 9\text{ }^\circ\text{C}$ – температура повітря на виході;
- $t_{\omega 1} = 70\text{ }^\circ\text{C}$ – температура води на вході;
- $t_{\omega 2} = 40\text{ }^\circ\text{C}$ – температура води на виході.

Визначаємо кількість теплоти, необхідну для нагріву повітря:

$$Q_T = Gc_p(t_{\text{вих}} - t_{\text{вх}}), \quad (5.16)$$

де $G = 4,41\text{ кг/с}$ – витрата припливного зовнішнього повітря яке нагрівається;

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

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

$$Q_m = 4,41 \cdot 1,006(9 + 24) = 146,4\text{ кВт}.$$

Розраховуємо масову витрату теплоносія:

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_w = \frac{G \cdot c_p \cdot (t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВХ}})}{c_w \cdot (t_{\text{WBB}} - t_{\text{WВЫ}})}, \text{ кг/с}, \quad (5.17)$$

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

$t_{\text{WВХ}}, t_{\text{WВЫХ}}$ - початкова та кінцева температура гарячої води на вході та виході з теплообмінника, $^{\circ}$ С.

$$G_w = \frac{4,41 \cdot 1,006 \cdot (9 + 24)}{4,19 \cdot (70 - 40)} = 1,16 \text{ кг/с}.$$

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 $F_H = \infty$ повітря з початковою температурою $t_{\text{ВХ}}$ і початковою температурою гарячої води $t_{\text{WВХ}}$, максимально-можливий нагрів витрати повітря при теплоємності c_p визначається виразом:

$$Q_{f \text{ max}} = G \cdot c_p \cdot (t_{\text{WBB}} - t_{\text{ВХ}}), \text{ кВт}. \quad (5.18)$$

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

$$Q_T = G c_p (t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВХ}}), \text{ кВт}. \quad (5.19)$$

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

$$\theta_t = \frac{Q_T}{Q_{f \text{ max}}} = \frac{t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВХ}}}{t_{\text{WBB}} - t_{\text{ВХ}}}, \quad (5.20)$$

$$\theta_t = \frac{9 + 24}{70 + 24} = 0,35.$$

Визначаємо показник співвідношень теплоємностей потоків:

$$W = \frac{G \cdot c_p}{G_w \cdot c_w}, \quad (5.21)$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W = \frac{4,41 \cdot 1,006}{1,16 \cdot 4,19} = 0,91.$$

По графіку залежності для теплотехнічної ефективності знаходимо показник числа одиниць переносу тепла: $N_t = 0,28$ [12].

Знаходимо потрібну поверхню теплообмінника:

$$F = \frac{N_t \cdot G \cdot c_p}{K}, \text{ м}^2, \quad (5.22)$$

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

Коефіцієнт теплопередачі визначаємо для конкретного конструктивного виконання теплообмінника:

$$K = A \cdot (\nu\rho)^{0,37} \cdot \omega^{0,18}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (5.23)$$

$$K = 23,11 \cdot (2,79)^{0,37} \cdot 1,2^{0,18} = 34,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$F = \frac{0,28 \cdot 4,41 \cdot 1,006 \cdot 10^3}{30,4} = 40,8 \text{ м}^2.$$

Величина аеродинамічного опору визначається за формулою:

$$\Delta P_{\text{воз}} = B(\nu\rho)^m \quad (5.24)$$

де B – вільний член, що відображає конструктивні особливості теплообмінника [12];

ν - швидкість руху повітря;

m – показник ступеня [12];

ω - швидкість руху води.

$$\Delta P_{\text{воз}} = 2,104 \cdot (2,79)^{1,81} = 13,47 \text{ Па.}$$

Гідравлічний опір при проходженні води по трубкам теплообмінника:

$$\Delta P_{\omega} = 1,968 \cdot l_{\text{хода}} \cdot \omega^{1,69}, \text{ кПа}, \quad (5.25)$$

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P_{\omega} = 1,968 \cdot 4,08 \cdot 2,17^{1,69} = 29,73 \text{кПа.}$$

5.4 Пластинчастий повітря-повітряний теплоутилізатор

Проблема енергозбереження відноситься до актуального завдання нашого часу. Проблема загострюється у зв'язку із зростанням енергоспоживанням в різних регіонах і галузях господарської діяльності суспільства. Із-за зростання енергоспоживання збільшується потреба в енергоносіях.

У системах вентиляції і кондиціонування повітря використання теплоти повітря, що видаляється, для нагріву припливного повітря дозволяє на 50...60% понизити витрату теплоти вентиляційними системами.

В нашому випадку використовується пластинчастий повітря-повітряний тепло утилізатор.

Пластинчасті рекуператори можуть збиратися з гладких пластин, утворюючих плоскі канали (рис.1, а). Між гладкими пластинами часто встановлюють пластини трикутного U- або П- образного профілю (рис.1, б, в, г), що значно збільшує поверхню контакту повітря з пластиною без збільшення об'єму апарату.

Вживання профільованих каналів в рекуператорах дозволяє значно збільшити теплообмінну поверхню.

У рекуператорах із зігнутими по ходу руху повітря каналами можна збільшити теплообмін в 1,3 разу і більш. Найбільш ефективною, з теплотехнічної точки зору, є проти точна схема руху теплообмінючихся середовищ. Проте конструктивне вирішення проти точних рекуператорів викликає складнощі, пов'язані з необхідністю забезпечити герметичність повітряних розподільних камер, кількість стиків в яких в цьому випадку

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B = \frac{G_w}{L_n \cdot \rho_n}, \text{ кг води/кг повітря.} \quad (5.47)$$

Проведемо оцінку необхідних коефіцієнтів зрошення в режимах адіабатного зволоження в блок – камері форсункового зрошення в приточному агрегаті КЦКП-14

$$\text{При } E_a=0,65 \text{ потрібно } B = \frac{9000}{10000 \cdot 1.2} = 0,75 \text{ кг/кг};$$

$$\text{При } E_a=0,85 \text{ потрібно } B = \frac{13100}{10000 \cdot 1.2} = 1,092 \text{ кг/кг};$$

$$\text{При } E_a=0,95 \text{ потрібно } B = 1,43 \text{ кг/кг};$$

Побудуємо графік залежності коефіцієнта адіабатної ефективності E_a від коефіцієнт зрошення B . Знайдемо що для $E_a=0,33$; $B=0,36$

Далі знайдемо необхідну витрату води:

$$G_w = B \cdot L_n \cdot \rho_n = 0,36 \cdot 8672 \cdot 1,2 = 3746 \text{ кг/ч.} \quad (5.48)$$

5.5.1 Гідравлічний розрахунок трубопроводів та підбір насосу для камери зрошення

Загальна довжина труб дорівнює:

$$L_{тр}^{заг} = 31 \text{ м}$$

Витрата рідини:

$$V = 2,41 \text{ л/с}$$

Швидкість руху рідини приймаємо рівною $\omega = 0,85 \text{ м/с}$.

Визначимо внутрішній діаметр труби:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{V \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{2,41 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,85}} = 0,06 \text{ (м)}$$

(5.49)

де $v=0,85 \text{ м/с}$ – задалегідь задана швидкість води в трубопроводі (не більш $1,5 \text{ м/с}$)

$V=2,41 \text{ л/с}$ – витрата рідини

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R * L_{mp}^{заз} = 54 * 31 = 1674 (Па)$$

(5.56)

Втрати тиску в місцевих опорах:

$$Z = \sum \xi * \frac{\rho * \omega^2}{2} + \Delta p_{\phi} = ((6 * 1,2) + (3 * 5,7)) * 336 + 20000 + 28160 (Па)$$

(5.57)

де, ξ – коефіцієнти місцевих опорів:

- угольник 90° $\xi = 1,2$

- вентиль $\xi = 5,7$

- тройник $\xi = 1,2$

Δp_{ϕ} – гідравлічний опір форсунок, Па.

Сумарні втрати:

$$\Delta P = R * L_{mp}^{заз} + Z = 1674 + 28160 = 29830 (Па)$$

(5.58)

Визначимо необхідний натиск насоса:

$$H = \frac{\Delta P}{\rho * g} = \frac{29830}{999.7 * 9.8} = 3.04 (м)$$

(5.59)

Вибираємо насос серії Wilo-VeroLine-IPH-W, тип IPH-W 32/125-0,75/2

Потужність насоса складає 0,75 кВт.

Wilo-VeroLine-IPH-W - це економічний циркуляційний насос з сухим ротором для систем водяного опалювання, кондиціонування, закритих контурів охолодження і для промислових циркуляційних установок.

Має функцію автоматичного регулювання, що дозволяє заощадити до 80% електроенергії.

5.6 Розрахунок повітряного кишенькового фільтру

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau = \frac{1343}{12} = 112 \text{ днів}$$

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

5.7 Розрахунок повітроохолоджувача

Повітроохолоджувачем прийнято називати теплообмінний апарат, призначений 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 ребрення, в місцях, де ребра примикають до поверхні трубок, в тих рядах повітроохолоджувача, де охоложене повітря зустрічається з поверхнею ребрення, 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 підстави ребра і знижується по його висоті. На виході з повітроохолоджувача при перемішуванні частини охоложеного повітря і частини осушеного повітря в підстави ребрення, отримуємо суміш з відносною вологістю порядку 90 %.

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для КЦКП $h = 0.06$ м.

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

$$N = 1 * 0.6 / 0.06 = 10$$

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

$$m = \frac{G_w}{3600 * \rho_w * f_w * w} \quad (5.69)$$

Де

f_w – площа живого перетину мідної трубки m^2 ;

Приймаю швидкість руху води в трубках $w = 1.8$ м/с .

Тоді

$$m = \frac{7953}{3600 * 1000 * 0,001188 * 1,8} = \frac{7953}{7698} = 1,033$$

Приймаю $m = 2$

Визначаю число ходів

$$n = \frac{N}{m} \quad (5.70)$$

$$n = \frac{10}{2} = 5$$

Уточнюю швидкість руху води в трубках:

$$w = \frac{G_w}{3600 * \rho_w * f_w * m} \quad (5.71)$$

$$w = \frac{7953}{3600 * 1000 * 0.001188 * 2} = 0.9297 \text{ м/с}$$

Визначаю коефіцієнт теплопередачі, $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$

$$k = A * (v\rho)^{0.37} * w^{0.18} \quad (5.72)$$

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k = 23.11 * (0.94)^{0.37} * 0.9297^{0.18} = 20.29 \text{ Вт}$$

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

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_H + t_k}{2} - t_{жсн} \quad (5.73)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{24 + 9}{2} - 6 = 10,5^\circ \text{C}$$

Знаходжу потрібну площу поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} \quad (5.74)$$

$$F = \frac{55500}{20.29 * 10,5} = 260,50 \text{ м}^2$$

Аеродинамічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_a = B * (v\rho)^m \quad (5.75)$$

де B, m – емпіричні коефіцієнти;

$$\Delta P_a = 2.104 * 0.94^{1.64} = 1.9 \text{ кПа}$$

Гідравлічний опір повітрянагрівача:

$$\Delta P_w = 1.968 * l_{хода} * w^{1.69} = 17,01 \text{ кПа} \quad (5.76)$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРАХУНОК І ПІДБІР ОСНОВНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

5.1 Теплової розрахунок компресора

Вихідними даними для розрахунку холодильної машини є кількість холоду, яку вона повинна виробити для СКВ, а також режим роботи. Для роботи холодильної машини використовуємо фреон R410A, який володіє досить хорошими термодинамічними властивостями.

Режим роботи холодильної установки визначається температурою кипіння холодильного агента (t_0) і температурою конденсації (t_k).

Температура кипіння залежить від робочої температури що виходить з чилера води: $t_{\text{води}} = 10^\circ\text{C}$

$$t_0 = t_{\text{пов}} - \Delta t_0 = 10 - 5 = 5^\circ\text{C} \quad (5.1)$$

Приймаю $\Delta t_0 = 5^\circ\text{C}$ – розрахункова різниця температур для пластинчастих випарників, використовуваних в чилерах.

Температура конденсації визначається по емпіричній залежності:

$$t_k = t_{\text{зов}} + (8 \div 15)^\circ\text{C} \quad (5.2)$$

$t_{\text{зов}} = 28,6^\circ\text{C}$ – температура зовнішнього повітря.

$$t_k = 28,6 + 11,4 = 40^\circ\text{C}$$

Задаюь переохолодженням рідкого холодильного агента в конденсаторі:

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

Визначаю температуру в точці 3:

$$t_3 = t_k - \Delta t_k, ^\circ\text{C} \quad (5.3)$$

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

Задаюь перегрівом пари холодильного агента в обмотках ел.двигуна компресора: $\Delta t_{\text{вс}} = 10^\circ\text{C}$

Перегрів після випарника $\Delta t_0 = 5^\circ\text{C}$.

Визначаємо температуру в точці 1:

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підбираємо чилер зі спіральним компресором.

Зроблю тепловий розрахунок:

Об'єм западин провідного ротора:

$$V_{01} = \left[\pi(R_1^2 - r_1^2) \cdot \frac{1}{4} - f_1 \right] \cdot L, \text{ м}^3 \quad (5.5)$$

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

Об'єм западин веденого ротора:

$$V_{02} = V_{01} \cdot \frac{Z_1}{Z_2}, \text{ м}^3 \quad (5.6)$$

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

Теоретичний об'єм, описаний спіральним компресором:

$$V_T = (V_{01} + V_{02}) \cdot n_1 \cdot Z_1, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.7)$$

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

Питома масова холодовидатність:

$$q_0 = h_{1'} - h_4, \text{ кДж/кг} \quad (5.8)$$

$$q_0 = 426,6 - 260 = 166,6 \text{ кДж/кг}$$

Питома об'ємна холодовидатність:

$$q_v = \frac{q_0}{v_1}, \text{ кДж/м}^3 \quad (5.9)$$

$$q_v = \frac{166,6}{0,0304} = 5480,3 \text{ кДж/м}^3$$

Питома адіабатна робота стиснення:

$$l_a = h_2 - h_1, \text{ кДж/кг} \quad (5.10)$$

$$l_a = 463 - 435,6 = 27,4 \text{ кДж/кг}$$

Коефіцієнт подачі спірального компресора:

$$\lambda = 0,92 - 0,02 \cdot \frac{P_K}{P_0} \quad (5.11)$$

$$\lambda = 0,92 - 0,02 \cdot \frac{24}{9,3} = 0,8684$$

Повна холодовидатність:

$$Q_0 = V_T \cdot \lambda \cdot q_v, \text{ кВт} \quad (5.12)$$

$$Q_0 = 0,009 \cdot 0,8684 \cdot 5480,3 = 42,83 \text{ кВт}$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Масова витрата холодильного агента:

$$G_a = \frac{Q_0}{q_0}, \text{ кг/с} \quad (5.13)$$
$$G_a = \frac{42,83}{166,6} = 0.257 \text{ кг/с}$$

Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = G_a \cdot l_a, \text{ кВт} \quad (5.14)$$
$$N_a = 0.257 \cdot 27,4 = 7.042 \text{ кВт}$$

Ефективний ККД:

$$\eta_e = f\left(\frac{P_k}{P_0}\right) \quad (5.15)$$
$$\eta_e = f\left(\frac{24}{9,3}\right) = f(2.58) = 0.548$$

Ефективна потужність компресора:

$$N_e = \frac{N_a}{\eta_e}, \text{ кВт} \quad (5.16)$$
$$N_e = \frac{7.042}{0.548} = 12,85 \text{ кВт}$$

Ефективний коефіцієнт перетворення:

$$\text{COP}_e = \frac{Q_0}{N_e} \quad (5.17)$$
$$\text{COP}_e = \frac{42,83}{12,85} = 3.331$$

Електрична потужність компресора:

$$N_{\text{эл,дв}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{эл,дв}}}, \text{ кВт} \quad (5.18)$$
$$N_{\text{эл,дв}} = \frac{12,85}{0.88} = 14,6 \text{ кВт}$$

Електричний коефіцієнт перетворення:

$$\text{COP}_{\text{эл.}} = \frac{Q_0}{N_{\text{эл}}} \quad (5.19)$$
$$\text{COP}_{\text{эл.}} = \frac{42,83}{14,6} = 2.933$$

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_0 = 0.009 \cdot 0.872 \cdot 5994.54 = 47 \text{ кВт}$$

Підбираю модель EWAQ-BA 050 фірми *DAIKIN*

$$Q_0 = 51,8 \text{ кВт}, N_{\text{в}} = 18,8 \text{ кВт}, \text{COP} = 2,76$$

$$B/\text{Ш}/\Gamma, \text{мм} = 1684/2358/780$$

Маса = 577 кг; Шум = 81 дБ.

Висновок

У даному розділі був розрахований спіральний компресор а також розрахований та підібраний чилер EWAQ-BA 050 фірми *DAIKIN*.

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ

Організаційне обґрунтування проекту.

Класифікаційна оцінка проекту:

- клас - монопроект, тому що проект орієнтований на певне середовище застосування;
- тип - техніко - економічний, тому що характеризується показниками швидкості, продуктивності, зниженням собівартості, збільшенням продуктивності роботи;
- вид - комбінований, тому що містить дослідницький, інноваційний і ін. види;
- тривалість - короткостроковий, тому що створюється за порівняно малі строки;
- по ступені складності СКП комплексу може бути віднесений до 3-її групи складності ;
- рівень – локальний.

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

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

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Стадії життєвого циклу проекту можуть різнитися залежно від сфери діяльності й прийнятої системи організації робіт. Однак, у кожного проекту можна виділити початкову (передінвестиційну) стадію, стадію реалізації проекту й стадію завершення робіт із проекту. Це може здатися очевидним, але поняття життєвого циклу проекту є одним з найважливіших для керівника проекту, оскільки саме поточна стадія визначає завдання й види діяльності, використовувані методики й інструментальні засоби.

Життєвий цикл проекту має 4 фази: формулювання проекту, планування, здійснення, завершення.

Формулювання проекту. Цей етап має на увазі функцію ініціації проекту. На цьому етапі ідея проекту знаходить "текстуальне" втілення, проводиться вивчення проблеми і пошук джерел фінансування. Ефективне дослідження теми й фондів допоможе спланувати виконання проекту і його бюджет.

До фази формулювання проекту відноситься: постановка завдань; визначення складу.

Планування. Планування в тому або іншому виді проводиться в перебігу всього строку реалізації проекту. На самому початку життєвого циклу проекту звичайно розробляється неофіційний попередній план - грубе представлення про те, що буде потрібно виконати у випадку реалізації проекту. Розв'язок про фінансування проекту в значній мірі ґрунтується на оцінках попереднього плану. Формальне й детальне планування проекту починається після ухвалення рішення про його реалізацію. Визначаються ключові крапки проекту, формулюються завдання і їх взаємна залежність. Як правило план проекту не залишається незмінним, і в міру здійснення проекту зазнає постійному коректуванню з урахуванням поточної ситуації.

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Здійснення. Після твердження формального плану на керівника проекту лягає завдання по його реалізації. У міру здійснення проекту керівник повинен постійно контролювати хід робіт. Контроль полягає в зборі фактичних даних про хід робіт і порівняння їх із плановими. На практиці відхилення між плановими й фактичними показниками трапляються завжди. Тому, завданням керівника є аналіз можливого впливу відхилень у виконаних обсягах робіт на хід реалізації проекту в цілому й у виробленні відповідних управлінських розв'язків.

До фази здійснення проекту відноситься: Аеродинамічний розрахунок; Підбор обладнання; Комплексне налагодження завдань.

Завершення. Проект закінчується коли минає його строк і досягнуті поставлені перед ним мети. Іноді закінчення проекту буває раптовим і передчасним, як у тих випадках, коли ухвалюється розв'язок припинити проект до його завершення за графіком. Як б то ні було, але коли проект закінчується, його керівник повинен виконати ряд заходів, що завершують проект. Їхній конкретний набір залежить від характеру самого проекту. Якщо в проекті використовувалося встаткування, треба зробити його інвентаризацію й, можливо, передати його для нового застосування. У випадку підрядних проектів треба визначити, чи задовольняють результати умовам підряду або контракту. Особливу увагу керівник проекту повинен звернути на підготовку заключного звіту.

До фази завершення проекту відноситься: Експериментальна експлуатація; Оформлення документації; Впровадження.

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

За допомогою СКП приналежній акустичній обробці повітряводів, обладнання глушителів шуму й гасителів вібрацій можна досягти найбільш низьких рівнів шуму в приміщеннях і обслуговувати так само, як радіо й телевізійних студій.

Центральні системи мають деякі недоліки. Основним, з яких є необхідність проведення складних монтажних-будівельних робіт з установки кондиціонерів, прокладки повітряводів і трубопроводів, внаслідок чого застосування ЦСКП в існуючих будинках іноді стає неможливо.

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічні розрахунки

Розрахунок капітальних вкладень

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

Капітальні вкладення визначають по формулі:

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

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

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

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

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

$$K_{тр} = 0,05 * 223580 = 11179$$

$$K_{м} = 0,15 * 223580 = 33537$$

$$K_{пр} = 0,2 * 223580 = 44716$$

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Витрати на електроенергію

$$C_3 = 0,7 \cdot N_y \cdot T_3 \cdot C_3 \quad (9.2)$$

- де C_3 - вартість 1 кВт електроенергії в годину;

N_y - сумарна настановна потужність;

T_3 - кількість годин роботи електродвигунів.

$$N_y = N_{\text{уст.1}} + N_{\text{уст.2}}$$

$$N_y = 24 + 2 = 26 \text{ кВт}$$

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

Витрати на воду

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

де B – витрата води на зволоження ,

t_y – кількість годин роботи в режимі зволоження;

C_6 – вартість 1 м³ води.

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

Допоміжні матеріали

$$C_m = C_{m_1} + C_{m_2} \quad (9.4)$$

де C_{m_1} - вартість річної витрати фреону, грн/рік;

C_{m_2} - вартість річної витрати фільтруючого матеріалу, який визначається залежно від марки матеріалу, його запиленої і запиленої зовнішнього повітря, грн/год;

$$C_{m_1} = 0,1 * V * C_x = 0,1 * 15 * 300 = 450 (\text{грн}) \quad (9.5)$$

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_x – вартість 1 кг хладогента, грн.

Вартість фільтруючого матеріалу:

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

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

f – робоча поверхня фільтруючого матеріалу, м²;

C_m – вартість 1 м² фільтруючого матеріалу, грн.;

t_m – час роботи фільтруючого матеріалу, год/рік.

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

Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування

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

(9.7)

Амортизаційні відрахування

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

(9.8)

Інші витрати

Приймаємо у розмірі 3% від сумарних експлуатаційних витрат:

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

Результати розрахунків експлуатаційних витрат зводимо в таблицю 9.3

Таблиця 9.3 – Експлуатаційні витрати

Найменування статей витрат	Сума, грн/рік
Витрати на електроенергію	23914
Витрати на воду	6002
Витрати допоміжні матеріали	1063
Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування	15650
Амортизаційні відрахування	46951
Інші витрати	2586

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всього експлуатаційні витрати, грн/год

98752

Розрахунок приведених витрат

Приведені витрати визначимо по формулі:

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

Визначимо питомі витрати на 1 м³ повітря

- капітальні вкладення:

$$K' = \frac{K}{V} = \frac{313012}{8672} = 36,09(\text{грн} / \text{м}^3) \quad (9.11)$$

- експлуатаційні витрати:

$$C' = \frac{C}{V} = \frac{98752}{8672} = 11,38(\text{грн} / \text{год} * \text{м}^3) \quad (9.12)$$

- приведені витрати:

$$P' = \frac{P}{V} = \frac{145703}{8672} = 16,80(\text{грн} / \text{год} * \text{м}^3) \quad (9.13)$$

Розрахунок економії від утилізації тепла:

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

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

Розрахунки строку окупності капітальних вкладень

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						71
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

За ступенем на організм людини карбамід відносять до помірно небезпечних речовин (3 клас безпеки).

Гранично допустима концентрація карбаміду повітря робочої зони - 10 мг/мі (максимальна разова доза).

В організм людини карбамід може проникати через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, а також може потрапляти на шкіру та очі.

Тривале вдихання пилу карбаміду в концентраціях, що перевищують гранично допустиму, призводить до розвитку хронічного запалення слизової оболонки трахеї та бронхів, змін функції печінки та нирок. При інгаляційному отруєнні спостерігається подразнення слизової оболонки дихальних шляхів, утруднене дихання; при потраплянні всередину - пінисті виділення з носа, синюшність шкіри, судоми (при сильному отруєнні). При дії на шкіру - подразнення; на очі – сльозогін, поразка рогівки.

При попаданні в очі та на шкіру необхідно промити їх великою кількістю води. При отруєнні інгаляційним шляхом - необхідне свіже повітря, спокій, тепло, чистий одяг. Слід ретельно прополоскати ніс та рот водою. При попаданні всередину - рясне питво, активоване вугілля, сольове проносне. За необхідності слід звернутися за медичною допомогою.

Усі виробничі приміщення повинні бути обладнані загальнообмінною примусовою вентиляцією, місця можливого пилу - місцевими відсмоктувачами, повітря яких перед викидом в атмосферу має прямувати на очищення.

При виготовленні та фасуванні карбаміду повинні дотримуватися загальних вимог пожежної безпеки та гігієнічних вимог.

Усі роботи з карбамідом необхідно проводити з дотриманням заходів індивідуального захисту (спеціальні костюми, черевики або чоботи, гумотрикотажні рукавички, респіратор, ватно-марлева пов'язка).

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гранично допустима середньодобова масова концентрація карбаміду в атмосферному повітрі населених місць – 0,2 мг/мі.

Промивання води після промивання обладнання та комунікацій мають бути спрямовані на біоочисні споруди. Гранично допустима концентрація карбаміду для води водних об'єктів, що мають рибогосподарське значення – 80 мг/дмі.

Тверді відходи виробництва або застосування карбаміду (після очищення обладнання та комунікацій, розсіпу) повинні бути спрямовані на технологічну переробку або бути реалізовані за погодженням із споживачем.

При зберіганні та транспортуванні карбаміду необхідно дотримуватись заходів, що виключають його неконтрольоване потрапляння в навколишнє середовище.

Застосування карбаміду повинне відповідати правилам охорони навколишнього середовища від шкідливого впливу мінеральних добрив. Дози карбаміду - джерела амідного азоту визначаються станом ґрунту, що вирощуються культурами і не повинні призводити до забруднення ґрунту, водойм та навколишнього середовища, накопичення в ґрунті та сільськогосподарської продукції.

У виробництві карбаміду велике значення приділяють техніці безпеки. Порушення правил техніки безпеки, відступу від нормального режиму роботи або порушення трудової дисципліни на виробництві призводять до аварій, нещасних випадків і навіть до можливості виникнення професійних захворювань.

Деякі процеси у виробництві сечовини є вогне- та вибухонебезпечними. Небезпека та шкідливість окремих стадій виробництва визначаються:

а) наявністю машин та рухомих механізмів; комунікацій, що працюють під тиском, можливістю скупчення в каналах та отворах оксиду та діоксиду вуглецю, наявністю олії та кисню, що застосовується як добавка до експанзерного газу, а також електрообладнання високої напруги.

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) можливістю виділення аміаку з розчинів, що кристалізуються; наявністю великої кількості електрообладнання; машин, що працюють під високим тиском (насоси); наявністю гарячих розчинів.

в) можливістю виділення діоксиду вуглецю.

При проведенні технологічного процесу ретельно стежать за роботою компресорів, що зріджують діоксид вуглецю, не допускається перевищення температури та тиску газу на кожному ступені цієї машини, контролюється режим мастила маслом циліндрів та підшипників. Не допускається зниження тиску олії у трубопроводі після масляного насоса, а також перевищення температури підшипників. Необхідно суворо дотримуватись нормативів пробілу апаратів. Особливу увагу слід звертати на можливість утворення вибухової суміші кисню з інертними газами воднем; оксидом вуглецю; метаном, що виходить з конденсатора аміаку та хвостового абсорбера. Відбір проб сечовини, вимірювання температури пульпи роблять тільки при зупиненому шнеку. Не дозволяється застосовувати шланги, складені зі шматків або зношені.

Необхідно суворо підтримувати рівень рідкого аміаку у збірнику перед аміачним насосом високого тиску та рівень вуглеамонійних солей перед насосом високого тиску, т.к. попадання газу в насоси може спричинити гідравлічні удари та призвести до порушення цих машин. Забороняється проводити по ходу чищення та ремонт транспортерів та елеваторів.

Вентиляція приміщень у виробничих цехах

На відміну від житлових приміщень усередині будівель промислових підприємств протікають різні технологічні процеси, від них у простір цехів виділяється безліч шкідливостей. Головне завдання, яке має виконувати вентиляція виробничих приміщень, - це видалення забрудненого повітря, що негативно впливає на здоров'я людини та заміщення її свіжим обробленим повітрям ззовні. Під обробкою зовнішнього повітря мається на увазі процес, у

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якому система вентиляції очищає, нагріває (чи охолоджує) і зволожує повітряні маси з вулиці, як направити їх усередину будівлі. У той самий час промислова витяжна вентиляція має крім видалення шкідливостей розсіяти їх у необхідній висоті поза будівлі або взагалі обмежити їх викид у повітря (за необхідності). У всіх випадках у цехах повинна передбачатися як витяжка, так і приплив, інакше повноцінний повітрообмін неможливий. Щоб виконувати проектування вентиляції промислової будівлі відповідно до нормативних документів, шкідливості поділяються на такі групи:

- виділення зайвої теплоти;
- шкідливі чи вибухонебезпечні гази та аерозолі;
- надмірне надходження водяної пари в повітря приміщення;
- підвищена запиленість;
- газо- і тепловиділення від людей, які займаються працею різного ступеня важкості.

Залежно від призначення відбувається наступна класифікація промислових об'єктів:

- загальнообмінна природна вентиляція виробничих приміщень;
- припливно-витяжна вентиляція з примусовим (механічним) спонуканням.

Види вентиляції промислових цехів

Залежно від способу переміщення повітря вентиляція виробничих цехів може бути:

- природна;
- механічна.

У першому випадку повітряобмін відбувається за рахунок температурної різниці і різниці в тиску потоків повітря. Такий тип вентиляції може бути неорганізованим (заснованим на елементарних

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фізичних явищах – наприклад, протяг) та організованим (аерація). Для цього задіяні спецконструкції (наприклад, короби із заслонами), що дозволяють регулювати величину і силу повітряного потоку. Механічна вентиляція дозволяє проводити попередню обробку припливного повітря (охолодження, нагрівання, зволоження) та фільтрацію забрудненого повітря перед викидом в атмосферу. Як інженерно-технологічний об'єкт, вентиляцію промислових цехів можна умовно поділити на 2 види, за способом організації повітрообміну:

- місцевого типу;
- загальнообмінного типу.

У першому випадку, головне завдання місцевої вентиляції полягає у локалізації та подальшому видаленні шкідливих та токсичних речовин та викидів, безпосередньо у місці їх виникнення. Насправді, джерело забруднення ховається з усіх боків т.зв. щитами, формуючи своєрідний ковпак. Усередині подібного укриття виникає розрідження при відсмоктуванні повітряних мас тому, що тиск усередині нижче атмосферного. Такий захід перешкоджає надходженню шкідливих домішок у приміщення. Місцева система вентиляції цеху досить ефективно справляється з очищенням повітря, та її організація досить бюджетна. У тих випадках, коли місцева вентиляція не може локалізувати джерела забруднення в повному обсязі, використовують загальнообмінний тип вентиляції. Його мета полягає в комплексному очищенні повітря у всіх виробничих приміщеннях (або їх значної частини), за допомогою розведення концентрації шкідливих домішок, пилу та бруду, теплових випромінювань та ін. Загальнообмінна вентиляція добре справляється з поглинанням тепла і, переважно, застосовується у випадках, коли немає викиду шкідливих домішок у повітря виробничих приміщень. Якщо специфіка виробництва передбачає викид газів, шкідливих

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

парів, канцерогенів та пилу, застосовують вентиляцію змішаного типу: загальнообмінні+місцеві відсмоктувачі.



В окремих випадках підприємства, виробництво яких пов'язане зі значним пиловиділенням або викидом токсичних домішок, повністю відмовляються від загальнообмінної вентиляції. Пояснюється це тим, що потужна загальнообмінна система може просто рознести ці шкідливості та пил по всій території цеху. Ключова концепція побудови вентиляційних систем полягає в тому, щоб видалити максимальний обсяг шкідливостей за допомогою місцевих відсмоктувачів (а це головний базис, на якому будується промислова витяжна вентиляція), а домішки, що залишилися, розбавити припливом свіжого повітря, знизивши їх концентрацію до граничного допустимого рівня. Класифікація вентиляції промислових цехів за способом дії:

- припливна вентиляція цеху;

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до яких можна віднести витяжні шафи (для виробництв з підвищеним виділенням токсичних газів та отруйних пар), камери, бокси (для роботи з особливо отруйними та радіоактивними речовинами), кабінки)

- вентилятора (відцентрового або осьового);
- витяжного каналу;
- фільтра;
- повітровода

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ВИСНОВКИ

За даними досліджень розроблена керування системою кондиціонування повітря для комплексної багатозональної системи кондиціонування повітря при нестаціонарних теплових режимах цеху з виробництва карбаміду Одеського припортового заводу, що включає розрахунок процесів кондиціонування повітря: вибір розрахункових параметрів внутрішнього й зовнішнього повітря; розрахунок теплопритоків і вологопритоків; обґрунтування вибору і підбір обладнання для комплексної багатозональної системи, системи розподілу повітря та систем вентиляції.

Використовуючи данні дослідження дозволило підібрати систему кондиціонування цеху з виробництва карбаміду, що дозволяє підтримувати параметри повітря.

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік використаної літератури.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

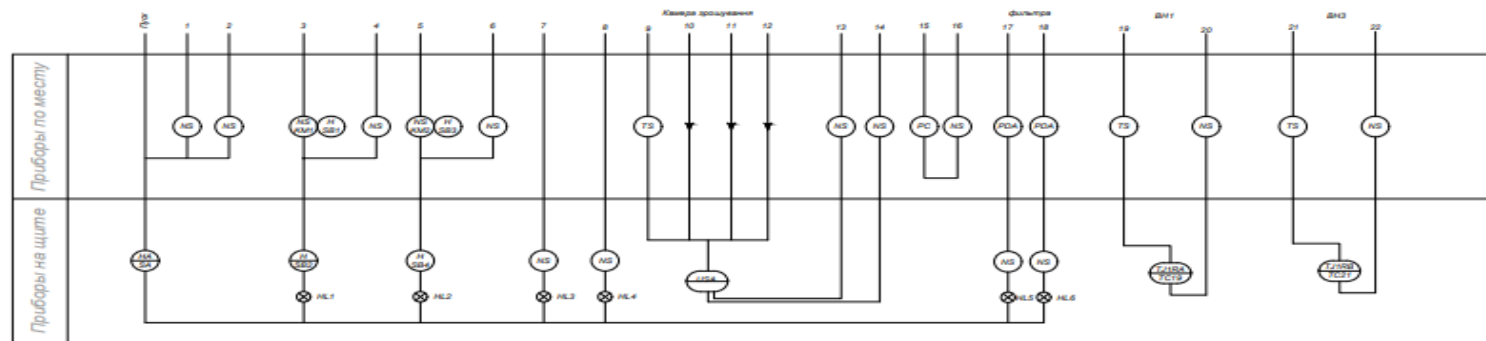
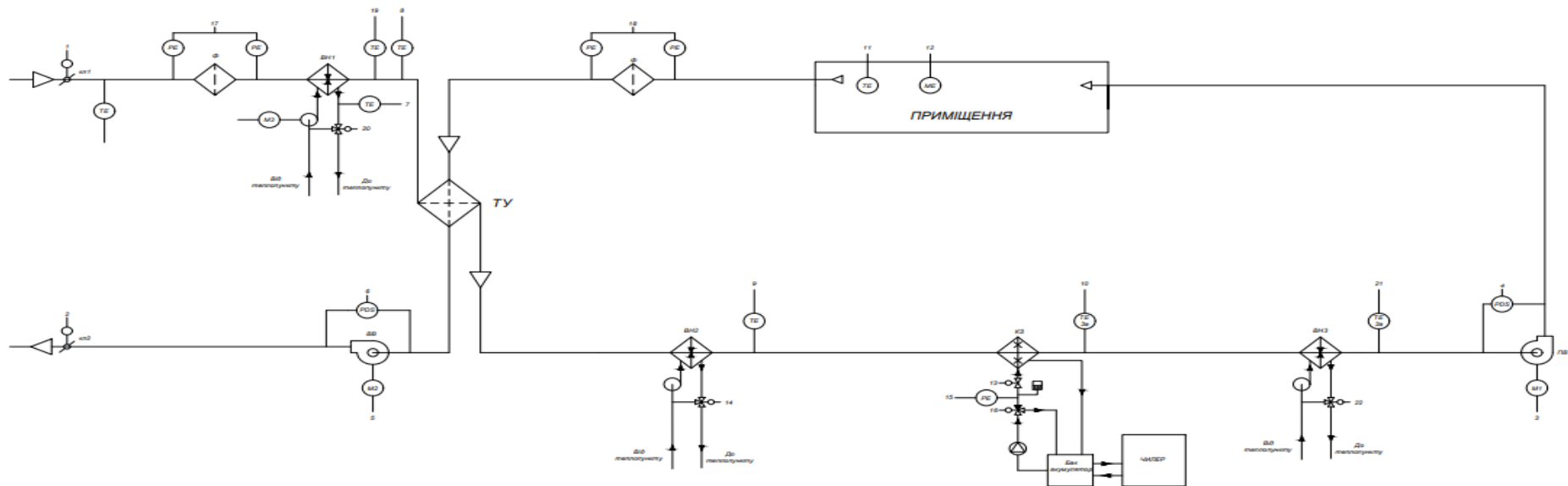
16. Targo Kalamees and Jarek Kurnitski. Estonian test reference year for energy calculations. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Engineering. 2006, March, vol. 12, No. 1.

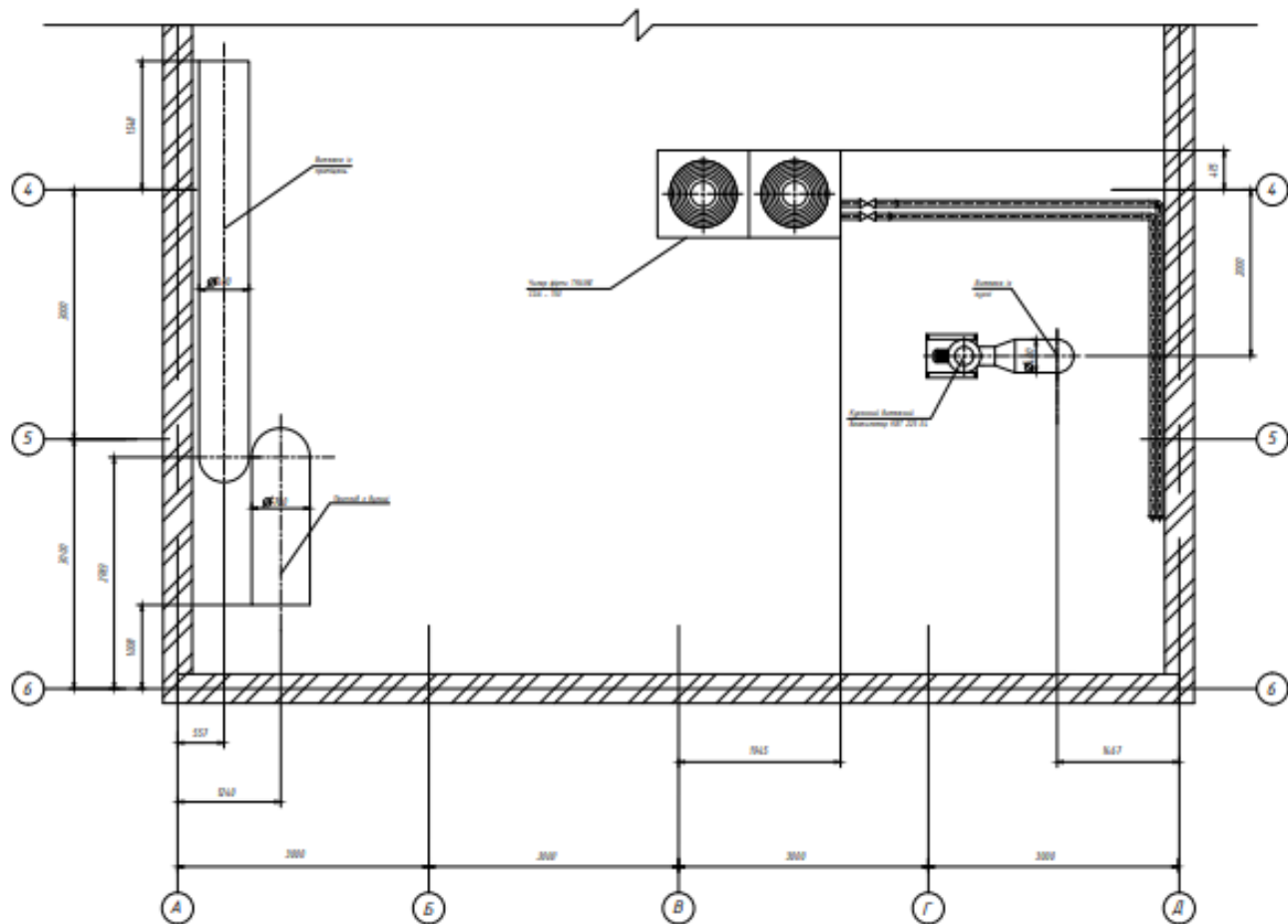
17. Thevenard D.J. and Brunger A.P. The Development of Typical Weather Years for International Locations: Part I, Algorithms, and Part II: Production, ASHRAE Transactions, 2002, vol. 108, No. 2.

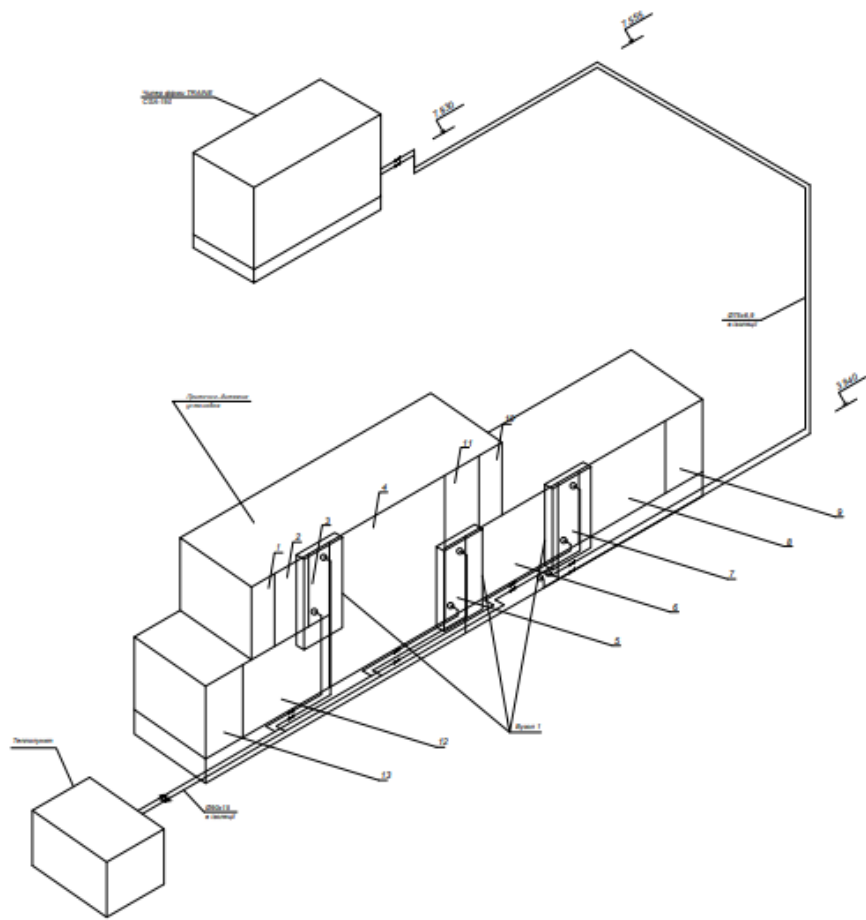
18. Tammelin T. and Erkio E. Energialaskennan saatiedot — suomalaisen testivuosi. Report 1987: No. 7, Ilmatieteen laitos, Helsinki, 1987. vol. 150

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

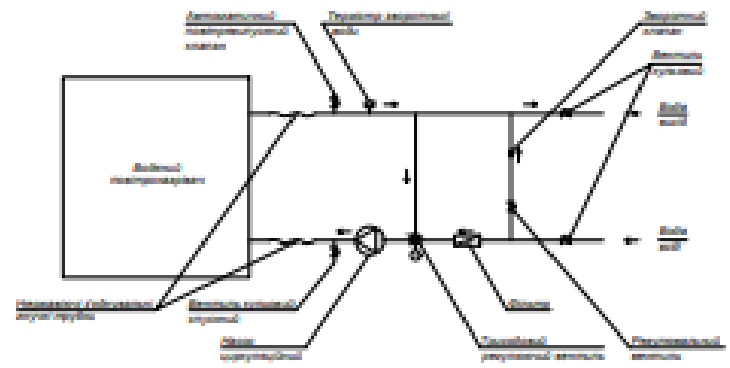
					БКВ 05. 008. 014 ДП ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







Вузол 1 (обв'язка повітрянагрівача)



Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016389433

Дата перевірки:
26.06.2024 15:42:53 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
26.06.2024 15:43:44 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 2БКВ-05 Мельничук Олександр Васильович

Кількість сторінок: 53 Кількість слів: 7100 Кількість символів: 49535 Розмір файлу: 1.70 MB ID файлу: 1016201807

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

43.3%
Схожість

Найбільша схожість: 23.2% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6cd837b7-a33>).

43.3% Джерела з Інтернету 189

Сторінка 55

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи 301

Підозріле форматування 10 сторінок

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

В І Д Г У К

керівника про дипломний проєкт здобувача освіти

Мельничука Олександра Васильович

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма «Системи кондиціонування і вентиляції повітря»

Тема: «Проєкт системи вентиляції і кондиціонування цеху виробництва карбаміду Одеського припортового заводу»

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)

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

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

б) Самостійність роботи над проєктом (роботою)

Дипломник Мельничук О.В. над дипломним проєктом працювала самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Мельничук О.В. - добра.

При навчанні за освітньою програмою «Системи кондиціонування і вентиляції повітря» показав програмні результати навчання на достатньо високому рівні, зацікавленість проявляв до дисциплін професіонального циклу.

г) Вміння вирішувати виробничі та конструкторські питання на базі останніх досягнень науки і техніки, передових методів виробництва

Здобувач Мельничук О.В. в період роботи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування.

Мельничук О.В. отримав освітній рівень бакалавр з енергетичного машинобудування і кваліфікацію – фахівець з обслуговування систем кондиціонування та вентиляції повітря.

Оцінка розрахункової частини	4 <u>(добре)</u>
Оцінка графічної частини	4 <u>(добре)</u>
Загальна оцінка	4 <u>(добре)</u>

Прізвище, ім'я, по батькові керівника д.т.н. Хмельнюк Михайло Гергвійвич
Місце роботи і посада керівника проекту ОНТУ
Професор .ХУіКП

« 20 » червня 20 24 р.

Підпис



Одеський технічний фаховий коледж
Одеського національного технологічного університету

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект здобувача ВО
Мельничук Олександра Васильовича.
(прізвище, ім'я і по батькові)

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

Керівник дипломного проекту Хмельнюк М.Г.

Тема дипломного проекту: Проект системи вентиляції і кондиціонування цеху виробництва карбаміду Одеського припортового заводу»

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 72 сторінок

Обсяг графічної частини проекту 4_ аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

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

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

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

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

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

Якість виконання пояснювальної і записки і графічної частина добра

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

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

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

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

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

Прізвище, ім'я, по батькові

Козачинський Сергій Вікторович

Місце роботи і посада рецензента

директор ТОВ «УкрАйсКомпані»

« 24 » червня 2024



Підпис

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

Ми, що нижче підписалися,

Мельничук Олександр Васильович,
здобувач освіти гр. 2БКВ-05, та

Хмельнюк Михайло Георгійович,
керівник дипломного проекту,

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

«Проект системи вентиляції і кондиціонування цеху виробництва карбаміду Одеського припортового заводу» (автор роботи – Мельничук О.В., керівник роботи – Хмельнюк М.Г.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

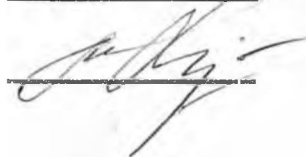
Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Мельничук О.В. /

Керівник



/ Хмельнюк М.Г. /

«10» червня 2024 р.