

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. 013 ДП

**МАЄВСЬКОГО ДЕНИСА
АНАТОЛІЙОВИЧА**

м. Одеса - 2024 р.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА БКВ 05. 013. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:
«Проект системи кондиціонування повітря цеху капронового корду
площею 140 м. кв. Одеса з бомбосховищем».

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

Дипломник  (Маєвський Д.А...)

Керівник проекту  (Когут В.О.)

Консультанти:

з економічної частини  (Катан В.П.)

з будівельної частини  (Волянська С.В.)

з охорони праці  (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД  (Волянська С.В.)

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

Завідуючий відділенням  (Бригадир Л.Г.)

Захист " 28 " 06 2024 р. Протокол ЕК № 02 БКВ
Оцінка ЕК 5 (відмінно)

Секретар ЕК  Хоцяновський С.Ю.

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

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

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

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Прізвище, ім'я та по батькові: Маєвський Денис Анатолійович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Вихідні дані для проекту: температура літня 28 °С
ентальпія повітря літня 62 кДж/кг

Тема дипломного проекту: «Проект системи кондиціонування повітря цеху капронового корду площею 140 м. кв. Одеса з бомбосховищем».

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

Вступ

1. Загальна частина

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

2. Розрахунково-конструкторська частина

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

3. Організаційна частина

- 3.1 Вибір системи і приладів автоматичного регулювання системи 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.)

Маєвський Денис Анатолійович- «Проект системи кондиціонування повітря цеху капронового корду площею 140 м. кв. Одеса з бомбосховищем».

Керівник викладач - доцент, к.т.н. Когут Володимир Омелянович

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з: 73-сторінок тексту, 12-рисунок, 6 -таблиць, 15 посилання на літературні джерела.

У даній кваліфікаційній роботі йде мова про дослідження та розробку підвищення ефективності системи кондиціонування цеху капронового корду площею 140 м. кв. Одеса з бомбосховищем».

. Це основна задача, яка полягла в основу 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

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

ВСТУП	3
2. ОСОБЛИВОСТІ КОНДИЦІОНУВАННЯ ЦЕХУ КАПРОНОВОГО КОРДУ...7	7
3. ОСОБЛИВОСТІ КОНДИЦІОНУВАННЯ БОМБОСХОВИЩ.....12	12
2 ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАННІ ПРОЕКТУ	
2.1 Характеристика будівельних конструкцій.....	
3 РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	
4 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ	
5 РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖУВАЧА	
5.1 Розрахунок повітрянагрівача першого підігріву.....	
5.2 Розрахунок камери зрошення.....	
6 РОЗРАХУНОК ХОЛОДІЛЬНОЇ МАШИНИ	
6.1 Тепловий розрахунок компресора.....	
7. Розрахунок економічних показників.....	
8. Охорона праці.....	
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	

					<i>БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>					1	83	
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
<i>Розрахунково- пояснювальна записка</i>							

ВСТУП

Технологічні системи кондиціонування повітря з теплообмінників ежекційного типу (кінцеві охолоджувачі) текстильного цеху капронового корду заводу нетканих матеріалів м. Одеса призначені для створення і автоматичної підтримки температури, відносної вологості, чистоти і швидкості руху повітря, що відповідають оптимальним санітарно-гігієнічним вимогам. Всі технологічні обладнання безліччю тепловиділяючого устаткування, мають щільні склопакети, що не пропускають свіже повітря в приміщення, а поверхні зовнішнього скління пропускають великі кількості сонячної енергії. Ці фактори можуть негативно відбитися на працездатності, самопочуття і навіть здоров'я людини при тривалому знаходженні в таких приміщеннях текстильного цеху.

Мета роботи та задачі дослідження.

Дослідження кондиціонування повітря з теплообмінників ежекційного типу (кінцеві охолоджувачі) текстильного цеху капронового корду заводу нетканих матеріалів м. Одеса для тепловологісної обробки повітря з використанням моделювання процесів охолодження для систем кондиціонування повітря

1. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ПРИМІЩЕННЯ КАПРОНОВОГО КОРДУ

1.1 Параметри повітря як важливий виробничий фактор

Більшість технологічних процесів відбуваються в повітряному середовищі. З одного боку повітря може бути сировиною, з іншого боку він визначає параметри довкілля, в якому відбуваються виробничі процеси. Повітря так само грає важливу роль при зберіганні продукції, причому це відноситься не лише до харчових продуктів, але і до будівельних матеріалу, техніці і так далі. Так само в повітряному середовищі відбувається життєдіяльність людини. Нарешті повітря є поширеною робочою речовиною багатьох машин і установок.

У усіх перерахованих випадках параметри повітря грають визначальну роль і впливають як на якість отримуваної або такої, що зберігається продукції, так і в деяких випадках на безпеку. Вони ж визначають рівень комфорту в приміщенні. Основним завданням є автоматична підтримка складу і параметрів його (температури, відносної вологості і швидкості), сприятливих для роботи і відпочинку людей або обумовлених технологічним процесом виробничих підприємств.

Параметрами, що визначають якість повітря, є температура і вологість. У багатьох випадках важливу роль грає рівень забруднення, причому забрудниками можуть виступати як механічні частки, так і продукти життєдіяльності людини. У системах комфортного і технологічного кондиціонування найбільше поширення отримали процеси охолодження з подальшим осушенням і нагрів з подальшим зволоженням.

Для холодильної техніки особливу актуальність отримала підтримка високого значення вологості в камерах схову неупакованих продуктів. Для складів з нехарчовими товарами щоб уникнути корозії необхідно підтримувати низьку відносну вологість. Виробничі процеси можуть відбуватися при самих різних рекомендованих параметрах повітряного середовища.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сучасні технології обробки повітря дозволяють підтримувати температуру і відносну вологість практично на будь-якому рівні і відрізняються різноманітністю вживаних технологій.

У камерах з близькими до нуля і плюсовими температурами потрібно, як правило, стабільну підтримку відносної вологості повітря на технологічно заданому рівні. При цьому, залежно від умов, як зовнішніх по відношенню до камери, так і внутрішніх, виникає необхідність в осушенні повітря або його зволоженні.

1.2 Вплив вологого повітря на життєдіяльність людини

При зміні оптимальних параметрів вологості відбувається зниження імунітету. Здоров'я людини погіршується, з'являється почуття втоми і млявості. У домашніх умовах, де клімат змінений, природний баланс вологості порушується. Особливо це відчувається в зимовий період. Саме в цей час перепад вологості найбільш суттєвий. Повітря, потрапляючи в приміщення, висушується із-за загального опалювання в кімнатах.

Занадто сухе повітря може висушувати шкіру і швидше зневоднювати організм. В першу чергу страждають слизові оболонки, що контактують з відкритим повітрям, вони покриваються мікротріщинами і пересихають, відкриваючи пряму дорогу в організм шкідливим бактеріям і вірусам. При відносній вологості повітря менш 10аже здорові люди переживають відчуття сухості в носоглотці, "різь" в очах, може навіть початися носова кровотеча.

Особливо небезпечне сухе повітря для хворих бронхіальною астмою, у них спостерігається загальне погіршення самопочуття, можливі напади. Досить довге перебування в сухому повітрі загрожує зниженням імунітету і частими респіраторними захворюваннями. Це трапляється через те, що пересушена слизова оболонка перешкоджає нормальному диханню, внаслідок чого організм не отримує достатньої кількості кисню.

Проте, сухе повітря дозволяє легше переносити низькі і високі температури. Так, наприклад, при малій відносній вологості літня жара

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переноситься легше, ніж та ж температура, але в районах з високою вологістю. Те ж саме і з негативними температурами. Люті морози при низькій вологості приносять набагато менший дискомфорт, ніж невеликий "мінус" в умовах вологого повітря.

Велика концентрація вологи не дозволяє тілу людини підтримувати нормальну температуру - не працює належним чином механізм терморегуляції. Щоб охолодити себе, людське тіло використовує потовиділення. Піт, випаровуючись з поверхні шкіри, виводить зайве тепло. При високій вологості організм починає працювати з підвищеною силою, а це призводить до зворотного результату - перегрівання. Можливі млявість, блювота, втрата свідомості, сильна в'язкість крові і, як наслідок, проблеми з серцем. Навіть можливе кисневе голодування мозку.

На високу вологість особливо сильно реагують хворі гіпертонічною хворобою, атеросклерозом, люди з різними серцево-судинними захворюваннями. При сильно вологому повітрі (80÷95) можливі загострення і напади.

Велика вологість у поєднанні з низькою температурою небезпечна занадто сильним переохолодженням і обмороженнями. Це може статися і близько 0°C, а не тільки при мінусі.

Насичене вологою тепло - ідеальні умови для розвитку бактерій і всіляких грибків, що може привести до виникнення і посилення алергічних реакцій.

Постійне перебування людини в приміщеннях з високою вологістю призводить до зниження опірності організму до інфекційних і простудних захворювань, а також до серйозніших наслідків: захворюванню нирок, туберкульозу, ревматизму і так далі

Від високої вологості страждає не лише організм людини, але і інтер'єр приміщень. У вологих місцях розвиваються грибок і пліснява, що виділяють велику кількість спор в атмосферу приміщення, заражаючи повітря, яким ми

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

дихаємо. Небезпека високої вологості - в повільній швидкості реакцій. Упродовж багатьох років можна не помічати причини погіршення здоров'я, самопочуття і появи різних хвороб.

Проте насичене вологе повітря дуже корисне. Саме тому на березі озера або річки людина відчуває себе добре. Таке повітря насичує організм людини, полегшуючи головні болі і інші погіршення здоров'я. Не випадково під час відпустки багатьох тягне на морські узбережжя.

"Правильна" вологість - один з найважливіших критеріїв мікроклімату для дитини, особливо новонародженої. Незважаючи на потужні захисні функції тільки що народженої дитини, він все ж має особливо вразливі місця. І в першу чергу це шкіра, яка до моменту народження увесь час перебувала в оточенні навколоплідних вод, і, особливо, слизові оболонки.

Вологе повітря в спальні немовляти полегшує дихання, запобігає закупорці носа, ефективний при лікуванні бронхіту, сухого кашлю, крупу і інших захворювань дихальних шляхів.

Виходячи з цього необхідність у підтримці нормативно заданої вологості повітря [2], є основним шляхом для доброго самопочуття людини та, так само дозволяє запобігти різним респіраторним захворюванням.

3 Системи кондиціювання повітря текстильного цеху капронового корду

Одеський текстильний цех капронового корду заводу нетканих матеріалів єдиний в Україні виробник технічних та текстильних тканин та поліамідних гранулятів. Виробничі потужності заводу здатні забезпечити випуск до 50 т/добу капронових та до 36 т/добу анідних ниток та волокон. На сьогодні потужності заводу здатні переробити 65 тони капролактаму на добу; буде реалізовано проект, який дозволить збільшити цей показник до 160 тон. Складається з трьох виробничих підрозділів: виробництво «Капрон», виробництво «Анід», текстильно-галантерейний цех.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.1.Виробництво капронового корду



Рис.2.Автомобільної гуми передбачає не використання волокон капронового корду.

Радіальна конструкція автомобільної гуми передбачає не перехрещення волокон корду, а радіальне (меридіональне) розташування — нитки спрямовані в бік іншого борту.

Висока температура на виробництві всередині приміщення сприяє зниженню продуктивності; підвищеному потовиділенню; проблемам зі сном; появі слабкості.

Спеціалізовані - системи та обладнання для кондиціонування VRF на даний момент вважаються найдосконалішими серед обладнання, призначеного для кондиціонування приміщень. За допомогою такої техніки можна забезпечити достатньо ефективне обслуговування будівель значних

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

площ. До подібної техніки пред'являються найвищі вимоги як на етапі виробництва, так і в процесі установки і експлуатації.



Рис.3. Ефективна система кондиціонування приміщень виробництва

Щоб приміщення добре провітрювалось, а система кондиціонування повітря працювала коректно, слід вибрати обладнання, що підходить за параметрами і потужністю. Система кондиціонування виконує важливу функцію - фільтрує повітря, що, в свою чергу, благотворно впливає на здоров'я людини. В комплекті є фільтри:

Промислові системи кондиціонування дозволяють приводити до кліматичної норми показники повітря приміщень виробництва

Висновок

.ОСОБЛИВОСТІ КОНДИЦІОНУВАННЯ БОМБОСХОВИЩ

Бомбосховище — це місце, де люди можуть сховатись під час бомбардування чи артилерійського обстрілу. В Україні є багато бомбосховищ, збудованих під час Другої Світової та Холодної війни. З 1950 років було створено багато укриттів, щоб впоратись з ризиками ядерних загроз. Після набуття незалежності у мирний час в містах України не будували бомбосховищ, тому більшість сучасних споруд не мають укриттів. З початком війни підходи до будівництва змінились.

Бомбосховища бувають різними та здатні захистити людей від авіанальотів, артилерійських та ракетних обстрілів, та навіть радіації.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.3 Типи фільтрів для бомбосховищ

Для організації вентиляції встановлюють різне обладнання. Частина має механічний привід та може працювати в ручному режимі. Це зроблено на випадок, якщо електропостачання буде пошкоджено.

- Електроручні вентилятори забезпечують подачу повітря до приміщення. Різні моделі відрізняються режимами роботи — чиста вентиляція зовнішнього повітря або його очищення у разі зараження атмосфери.
- Фільтри-поглиначі. Це обладнання необхідне для очищення повітря від радіації чи пилу, хімічних речовин.
- Регенераційні установки. При облаштуванні закритого бомбосховища потрібно ставити регенеративні пристрої, щоб повітря всередині оновлювалося при одночасному знаходженні великої кількості людей. Діє воно досить просто — поглинаючи вуглець, виділяє кисень за рахунок хімічних реакцій всередині.
- Передфільтр. Вентиляційна система бомбосховища використовує передфільтри у приміщеннях до 150 осіб. Цей пристрій займається тонким очищенням повітря зовні від пилу в будь-якому з режимів вентиляції.
- Повітроводи, по яких надходить та відводиться повітря.
- Герметичні клапани, що дозволяють перекрити подачу повітря ззовні. Наявність фільтрації здатна врятувати життя, якщо назовні повітря заражене хімічними, біологічними або радіаційними частками.

Зробивши аналіз літературних джерел показано поставлена задача:

- розглянути засоби багатозональних систем кондиціонування повітря з ежекційними доводчиками;
- виявити особливості систем кондиціонування повітря текстильного цеху капронового корду заводу нетканих матеріалів;
- запропоновано шляхи підвищення ефективності багатозональних систем кондиціонування повітря з ежекційним доводчиком.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3 РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

2.1 Характеристика будівельних конструкцій

Вихідні данні:

Назва об'єкту: цех капронового корду .

Місце розташування місто м Одеса

Географічна широта 48°.

Висота приміщення – 5,5 м.

Барометричний тиск - 970 ,Гпа

Стіна зовнішня:

Штукатурка

$$\delta_{шт} = 30 \text{ мм}, \lambda_{шт} = 0.7 \text{ Вт/(м·К)}, \rho_{шт} = 1700 \text{ кг/м}^3$$

Залізобетон

$$\delta_{зб} = 50 \text{ мм}, \lambda_{зб} = 2.04 \text{ Вт/(м·К)}, \rho_{зб} = 2500 \text{ кг/м}^3$$

Теплоізоляція пінополістирол

$$\delta_{пу} = \text{мм}, \lambda_{пу} = 0,035 \text{ Вт/(м·К)}, \rho_{пу} = 50 \text{ кг/м}^3$$

Залізобетон

$$\delta_{зб} = 50 \text{ мм}, \lambda_{зб} = 2.04 \text{ Вт/(м·К)}, \rho_{зб} = 2500 \text{ кг/м}^3$$

Покрівля:

Залізобетонна плита

$$\delta_{збп} = 100 \text{ мм}, \lambda_{збп} = 1.4 \text{ ,Вт/(м·К)}, \rho_{збп} = 2500, \text{кг/м}^3$$

Теплоізоляція пінополістирол

$$\delta_{пн} = \text{мм}, \lambda_{пн} = 0,035 \text{ ,Вт/(м·К)}, \rho_{пн} = 50, \text{кг/м}^3$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Вирівнюючий шар (цементно-піщаний)

$$\delta_{виш} = 25 \text{ мм}, \lambda_{виш} = 1.2 \text{ ,Вт/(м·К)}, \rho_{виш} = 600, \text{кг/м}^3$$

Сталь листовая

$$\delta_{ст} = 0.5 \text{ мм}, \lambda_{ст} = 52 \text{ Вт/(м·К)}, \rho_{ст} = 7800 \text{ кг/м}^3$$

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

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (2.1)$$

де δ - товщина шару огороження;

λ - теплопровідність шару огороження.

$$D = R \cdot S \quad (2.2)$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 1.

Таблиця 2.1.

Характеристика огорожувальних конструкцій приміщення:

№	Конструкція та матеріал	Щільність ρ , Кг/м ³	Товщина на δ , мм	Коефіцієнт			
				Питома теплопровідність λ , Вт/(м*к)	Теплозасвоєння S, Вт/(м ² *К)	Термічний опір R, м ² *К/Вт	Теплова інерція ΣD
1	Вікна	Подвійне скління в дерев'яних спарених палітурках (розмір 2.4x3.4)				0.4	
2	Зовнішня стіна						

	Залізобето н х2	2500	50	2.04	18	0.0245	0.441
	Теплоізоля ція пінополіст ирол	50	80	0.047	0.89	2.285	2.033
	Штукатурка	1700	20	0.7	3.34	0.0285	0.095
3	Покрівля						
	Залізобето нна плита	2500	100	1.4	18	0.0785	1.318
	Теплоізоля ція пінополіст ирол	50	80	0.047	0.89	2.285	2.014
	Вирівнюю чий шар (цементно -піщаний)	800	25	1.2	9.6	0.0208	2.1
	Сталь листова	7800	0.5	52	126.5	0.00000 96	0.0011

Характеристику перегородки приймаємо рівною стінці.

Оскільки допустимі коефіцієнти теплопередачі для стіни та покрівлі ($K_{ст.допуст} = 0.4$ и $K_{кр.допуст} = 0.5$), $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$ прийняті спочатку то для розрахунку товщини теплоізоляційного шару необхідно розрахувати коефіцієнт термічного опору стін і покрівлі без урахування теплоізоляції.

Розрахункова термічний опір:

$$R_{расч.} = \frac{1}{\alpha_H} + \Sigma \left(\frac{\delta}{\lambda} \right) + \frac{1}{\alpha_{ВН}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) \quad (2.3)$$

Де:

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

α_n - розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі для зовнішньої сторони огорожі, $\alpha_n = 23$, Вт/(м²К).

$\alpha_{вн}$ - розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі для внутрішньої сторони огорожі, $\alpha_{вн} = 8$, Вт/(м²К).

λ - розрахункове значення коефіцієнта теплопровідності, Вт / (м • К).

δ - розрахункове значення товщини матеріалу, м.

$$R_{ст.расч} = \frac{1}{23} + \frac{0.02}{0.7} + \frac{0.05}{2.04} + \frac{0.05}{2.04} + \frac{1}{8} = 0.34 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

$$R_{кр.расч} = \frac{1}{23} + \frac{0.11}{1.4} + \frac{0.025}{1.2} + \frac{0.0005}{52} + \frac{1}{8} = 0.26 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Знайдемо товщину теплоізоляції за такою формулою:

$$\delta_{из} = \left(\frac{1}{K} - R \right) \cdot \lambda_{из}, \text{ м.} \quad (2.4)$$

де:

$\lambda_{из}$ - розрахункове значення коефіцієнта теплопровідності обраної ізоляції, Вт / (м • К).

$$\delta_{из.ст} = \left(\frac{1}{0.4} - 0.245 \right) \cdot 0.035 = 0.078 \text{ м.}$$

Обираю три (2) листа пінополістиролу товщиною 40 мм. $\delta_{из.ст} = 0.08$ м.

$$\delta_{из.кр} = \left(\frac{1}{0.45} - 0.267 \right) \cdot 0.035 = 0.068 \text{ м.}$$

Обираю два (2) листа пінополістиролу товщиною 40 мм. $\delta_{из.ст} = 0.08$ м.

Після розрахунку і прийняття товщини теплоізоляції необхідно провести ді-сний розрахунок коефіцієнта теплопередачі.

$$K_d = \frac{1}{\frac{\delta}{\lambda} + R}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°K)} \quad (2.5)$$

Розрахунок дійсного коефіцієнта теплопередачі зовнішньої стіни.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ

Арк.

18

$$K_{д.ст.} = \frac{1}{\frac{0.08}{0.035} + 0.245} = 0.4, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

Розрахунок дійсного коефіцієнта теплопередачі покрівлі.

$$K_{д.кр.} = \frac{1}{\frac{0.08}{0.035} + 0.267} = 0,4, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

3 РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ ЛІТНЬОГО ТА ЗИМОВОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

3.1 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря

Теплий період року:

Параметри Б:

Температура = 29,4°C

Питома ентальпія зовнішнього повітря = 53,9 Кдж/кг

Швидкість вітру = 1 м/сек

Холодний період року:

Параметри Б:

Температура = -21°C

Питома ентальпія зовнішнього повітря = -20,1 Кдж/кг

Швидкість вітру = 5,7 м/сек

Середньодобова амплітуда температури повітря = 12,9°C

Кількість градусо-днів опалювального періоду = 3553

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

Внутрішні параметри в приміщеннях

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

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк. 19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

відносна вологість повітря в приміщенні влітку $\varphi_{в} = 47 \text{ } \%$;

відносна вологість повітря в приміщенні взимку $\varphi_{в} = 47 \text{ } \%$.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Визначення теплоприпливів через огорожуючі конструкції

Теплий період року.

В приміщенні підтримується постійна температура повітря 19°C.

Характеристика огорожуючих конструкцій приміщення приведена в таблиці 2.1. Максимальний тепловий потік сонячної радіації через вікна розраховуємо за формулами, при коефіцієнті тепло пропускання для подвійного скління в дерев'яних політурках $K_4=0,65$ (БНіП II-3-79) та відсутності захисних споруд на вікнах $K_1=1; K_2=1, K_3=1$.

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

Де q_n, q_p - поверхнева щільність теплового потоку, Вт/м², через осклений світловий отвір в липні в дану годину доби відповідно прямої та розсіяної сонячної радіації, яка приймається для вертикального та горизонтального скління за БНіП II-3-79;

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

Параметри за сторонами світу.

На східній стороні:

Площа 18.7 м²;

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

максимальна щільність потоку прямої радіації 542 Вт/ м² ;

максимальна щільність потоку розсіяної радіації 129 Вт/м².

Таким чином максимальний тепловий потік сонячної радіації через вікна на східній стороні:

$$Q_{oc,i} = (542 \cdot 1 + 129 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 0.65 \cdot 16.3 = 7109.2 \text{ Вт}$$

На північній стороні:

Площа 8.16 м²;

максимальна щільність потоку прямої радіації 93 Вт/ м² ;

максимальна щільність потоку розсіяної радіації 74 Вт/м².

Таким чином максимальний тепловий потік сонячної радіації через вікна на східній стороні:

$$Q_{oc,i} = (93 \cdot 1 + 74 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 0.65 \cdot 8.16 = 885.7 \text{ Вт}$$

Для знаходження показника $a_{п}$ поглинання приміщенням теплового потоку сонячної радіації знаходимо коефіцієнти тепло засвоєння Вт/(м²·К):

Для вікон:

$$Y_{oc} = \frac{1}{R_{oc} - 1/\alpha_{вн}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (3.2)$$

Де R_{oc} – термічний опір теплопередачі осклених світлових отворів, який приймається з додатку 6 БНіП II-3-79.

$\alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі, який приймаємо по табл.4 БНіП II-3-79.

$$Y_{oc} = \frac{1}{0.65 - (1/8.7)} = 1.868 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зовнішньої стіни за шаром утеплювача: $D=2,033>1$, то $Y_{ст} = S_{ут.} = 0.65$ Вт/(м²·К).

Для перегородок проводиться розрахунок для половини їх товщини:

$D/2 = (2.033/2)>1$, то $Y_{вн.пер} = S_{вн.пер} = 0.65$ Вт/(м²·К).

Для перекриття по шару залізобетонної плити: $D=1.413 >1$,

То $Y_{пер} = S_{жел.} = 18$ Вт/(м²·К).

Показник сумарного теплосвоєння приміщення:

$$\sum Y = Y_{oc} \cdot A_{oc} + Y_{cm} \cdot A_{cm} + Y_{вн.пер} \cdot A_{вн.пер} + Y_{пер} \cdot A_{пер} + (Y_{об} \cdot A_{об} \cdot n_{об}) \quad (3.3)$$

Де A – внутрішні поверхні огорожень приміщення, перекриття, обладнання м²

$$\sum Y = 1.868 \cdot 24.46 + 0.65 \cdot 189.5 + 0.65 \cdot 203 + 18 \cdot 289.5 + (0.5 \cdot 2.5 \cdot 19) = 5535.56 \text{ Вт/К}$$

Показник інтенсивності конвективного теплообміну:

$$\Delta = 2.55(A_{oc} + A_{cm} + A_{вн.пер} + A_{пер} + A_{об} \cdot n_{об}), \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

$$\Delta = 2.55 \cdot (24.46 + 189.5 + 203 + 289.5 + 2.5 \cdot 19) = 1922.5 \text{ м}^2$$

Показник поглинання приміщенням теплового потоку сонячної радіації:

$$a_{п} = (\sum y / \Delta)$$

$$a_{п} = (5535.56 / 1922.5) = 2.87 \quad (3.5)$$

За БНіП II-3-79 знаходимо загальну тривалість радіації через **Північну стіну** $\Delta Z=4$ годин та початок радіації о $Z=5$ годині, та **східну стіну** $\Delta Z=12$ годин та початок радіації о $Z=5$ годині; при $a_{п}=3$ знаходимо величини показника для всіх годин доби та заносимо їх в табл.3.1

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Помножаємо $Q_{oc i}$ на показники $a_{п}$; отриманні годині поступлення теплоти, поглиненні приміщенням та передані повітрю вносимо в другу стоку табл.3.1

Визначаємо величину теплового потоку теплопередачею через вікна і значення заносимо в табл.3.1

$$Q_{\Delta t} = (t_n + 0.5\theta_1 A_{m.c.} - t_{п}) A_{oc} / R_{oc}, \text{Вт} \quad (3.6)$$

Для північної стіни:

$$Q_M = (29.7 + 0.5 \cdot \theta_1 \cdot 12.9 - 19) \cdot 8.16 / 0.65 = \text{Вт}$$

Де $t_{нар}$ – середня за добу температура зовнішнього повітря, °С, яка приймається рівною температурі липня в графі 3 «Температура зовнішнього повітря» БНіП 2.01.01-82(Будівельна кліматологія).

A_{mc} – максимальна добова амплітуда температури зовнішнього повітря в липні, яка приймається за БНіП 2.01.01-82.

θ_1 – коефіцієнт який виражає гармонічне змінення температури зовнішнього повітря, який приймається по таблиці 6 посібника до БНіП 2.04.05-91.

$t_{п}$ – температура повітря в приміщенні, °С, яка приймається за БНіП 2.04.05-91.

A_{oc}, R_{oc} – площа, m^2 , та приведений опір теплопередачі, $m^2K/вт$, скління світлового прорізу, яке приймається за посібником до БНіП 2.04.05-91.

Знаходимо величину теплового потоку через зовнішню стіну (Північна)

$$Q_M = \left[\frac{1}{R} \cdot \left(t_{нар} + \rho \cdot \frac{j_{cp}}{\alpha_n} - t_n \right) + \frac{\alpha_{вн}}{V} \left(0.5 \cdot \theta_1 \cdot A_{m.c.} + \frac{\rho}{\alpha_n} \cdot \theta_2 \cdot j_{max} \right) \right] A_M \quad (3.7)$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де R – опір теплопередачі масивної захисної конструкції(зовнішньої стіни, перекриття), $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, яке приймається у відповідності до вимог п.п.2.6-

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.9 БНіП II-3-79**;

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

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

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

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

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

$$V_{cm} = 2^{\Sigma D} \left(0.83 + 3 \cdot \frac{\Sigma R}{\Sigma D} \right) \cdot V_c \cdot V_a \quad (3.8)$$

$$V_{cm} = 2^{3.01} \cdot \left(0.83 + 3 \cdot \frac{2.338}{3.01} \right) \cdot 0.877 \cdot 1 = 22.32$$

$$V_{кр} = 2^{3.64} \cdot \left(0.83 + 3 \cdot \frac{2.384}{3.64} \right) \cdot 0.861 \cdot 1 = 29.9$$

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

ΣD – теплова інерція огороження.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для багат шарових конструкцій:

$$V_c = 0.85 + 0.15 \cdot \frac{S_2}{S_1} \quad (3.9)$$

$$V_{c.cm} = 0.85 + 0.15 \cdot \frac{3.34}{18} = 0.877$$

$$V_{c.кр} = 0.85 + 0.15 \cdot \frac{9.6}{126.5} = 0.861$$

Де S_1 і S_2 – коефіцієнти тепло засвоєння матеріалів першого та другого шару по ходу теплової хвилі, Вт/м²°С, за БНіП II-3-79**;

$V_a = 1$, оскільки немає повітряного прошарку;

θ_1 θ_2 – коефіцієнти, які приймаються за табл.6 за посібником до БНіП 2.04.05-91

z – час максимуму сумарної(прямої та розсіяної) сонячної радіації, яке приймається за табл.7 та 8 за посібником до БНіП 2.04.05-91.

A_m – площа масивної захисної конструкції(зовнішньої стіни, перекриття), м².

α_n , $\alpha_{вн}$ – коефіцієнти тепловіддачі зовнішньої та внутрішньої поверхні огороження, Вт/(м²°С), яке визначається за БНіП II-3-79**.

$\rho = 0,3$ для штукатурки (зовнішній шар стіни)

$\rho = 0,64$ для металу нового оцинкованого

$$J_{cp} = 73 \text{ Вт/м}^2$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3.3 Розрахунок теплових виділень від різних джерел

(Приклад для приміщення №1)

Тепловиділення від людей

$$Q_{нов}^л = n_{люд} \cdot q_{нов} \text{ Вт ;} \quad (3.10)$$

$n_{люд} = 15$ чол.; – кількість людей одночасно перебувають у приміщенні

(10 чоловіків та 5 жінок);

Приймаємо роботу середньої важкості, тоді

$$Q_{чел} = 205 \cdot 10 = 2050 \text{ Вт}$$

$$Q_{жін} = 205 \cdot 0.85 \cdot 5 = 871 \text{ Вт.}$$

$$Q_{нов}^л = 2050 + 871 = 2921 \text{ Вт.}$$

Визначаємо явні й сховані теплоприпливи від людей:

$$Q_{л}^{явн} = n \cdot q_{люд}^{скр} \text{ Вт.} \quad (3.11)$$

$$Q_{л}^{явн} = 15 \cdot 230 = 3450 \text{ Вт.}$$

$$Q_{л}^{сх} = Q_{нов}^л - Q_{люд}^{явн}, \text{ Вт} \quad (3.12)$$

$$Q_{л}^{сх} = 3450 - 2921 = 529 \text{ Вт}$$

Тепловиділення від штучного освітлення

$$Q_{осв} = q_{осв} \cdot F_{пол} \cdot z, \text{ Вт} \quad (3.13)$$

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

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$F_{\text{пола}}$ – площа підлоги;

Z – освітленість.

$$Q_{\text{осв}} = 0,5 \cdot 20 \cdot 288 = 2880 \text{ Вт}$$

Надходження теплоти від обладнання

$$Q_{\text{обл}} = N_{\text{обл}} \cdot n \cdot K_{\text{од}} \text{ Вт} \quad (3.14)$$

Де: $N_{\text{обл}}$ - Номінальна потужність обладнання, Вт.

n - кількість обладнання, шт.

$K_{\text{од}}$ - коефіцієнт од одночасного використання обладнання

ξ – емпіричний коефіцієнт = 0.8

$$Q_{\text{об}}^{\text{верстаки}} = 15 \cdot 1800 \cdot 0.8 = 21600 \text{ Вт.}$$

Повний теплоприплив в приміщення:

$$Q_{\text{пов}} = Q_{\text{озр}} + Q_{\text{пов}}^{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{об}}^{\text{верстаки}}$$

$$Q_{\text{пов}} = 9921,6 + 2921 + 2880 + 21600 = 37322 \text{ Вт.}$$

3.4 Теплові втрати на нагрів інфільтруючого повітря

(Приклад для приміщення №1)

Втрати тепла на підігрів інфільтруючого повітря розраховуються за формулою:

$$Q_u = 0.28 \cdot G_n \cdot c \cdot (t_g - t_n^5) \cdot k \quad (3.15)$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Розрахунок вологовиділень

Вологовиділення від людей

$$W_l = n \cdot W_{\text{люд}}, \text{ кг/с} \quad (3.16)$$

Де: n – кількість людей у приміщенні;

$$W_l = (0.000043 \cdot 10) + (0.000043 \cdot 5 \cdot 0.85) = 0.0006127 \text{ кг/с}$$

Вологовиділення від вологого прибирання:

$$W_{\text{вол.пр.}} = \sigma F_n (d_e'' - d_e) \cdot 0.1, \text{ кг/с} \quad (3.17)$$

Де σ – коефіцієнт вологообміну який дорівнює 0,0079

d_e, d_e'' - вологовміст повітря при заданій відносній вологості і на лінії насичення.

$$W_{\text{вол.пр.}} = 0.0079 \cdot 288 \cdot (0,0243 - 0,0078) \cdot 0.1 = 0.00375, \text{ кг/с}$$

Вологовиділення від баку з водою

$$W_{\text{бак}} = \sigma \cdot F_{\text{бак}} \cdot (d_w - d_e), \text{ кг/с} \quad (3.18)$$

де: $F_{\text{бак}}$ - площа поверхні води у баку з водою = 1.6 м²

d_w - вологомiст у повітрі над поверхнею баку з водою

$$W_{\text{бак}} = 0.0079 \cdot 1.6 \cdot (0.00517 - 0.0078) = 0.000332$$

Вологовиділення від охолоджуючої рідини, враховуємо те, що у кожному

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщенні водою охолоджуються тільки 33 % обладнання тому враховується лише 33% номінальної потужності обладнання.

$$W_{\text{ох.рід.}} = K_{\text{вл}} \cdot N_{\text{об}} / (2500 - 2.3 \cdot t_{\text{в.бак}})$$

де: $K_{\text{вл}}$ - коефіцієнт який враховує специфіку праці та дорівнює, 0.12

$t_{\text{в.бак}}$ - температура води на поверхні баку, 28 °C

$$W_{\text{ох.рід.}} = 0.12 \cdot 8,64 / (2500 - 2.3 \cdot 28) = 0.000425 \quad (3.19)$$

Сумарні вологовиділення в приміщення:

$$W_{\text{нов}} = W_{\text{л}} + W_{\text{вол.пр.}} + W_{\text{бак}} + W_{\text{ох.рід.}}, \text{ кг/с} \quad (3.20)$$

$$W_{\text{нов}} = 0.0006127 + 0.00375 + 0.0000332 + 0.000425 = 0.004820 \text{ кг/с}$$

Визначаємо загальні сховану і явну теплоту:

$$Q_{\text{скр}} = \sum Q_{\text{скр}}, \text{ кВт} \quad (3.21)$$

$$Q_{\text{л.}}^{\text{сх}} = r \cdot W_{\text{л}} = 2500 \cdot 0.0006127 = 1,53, \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{вол.пр.}}^{\text{сх}} = r \cdot W_{\text{вол.пр.}} = 2500 \cdot 0.00375 = 0,937, \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{бак.}}^{\text{сх}} = r \cdot W_{\text{бак}} = 2500 \cdot 0.000332 = 0.83, \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ох.рід.}}^{\text{сх}} = r \cdot W_{\text{ох.рід.}} = 2500 \cdot 0.000425 = 1.06, \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{скр}} = 1.53 + 0.937 + 0.83 + 1.06 = 4,357, \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{явн}} = Q_{\text{нов}} - Q_{\text{сх}}, \text{ кВт} \quad (3.22)$$

$$Q_{\text{явн}} = 35,816 - 4,357 = 31,459, \text{ кВт}$$

Визначаємо тепловологісну характеристику:

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon = \frac{Q_{нов}}{W_{нов}}, \text{ кДж/кг} \quad (3.23)$$

$$\varepsilon = \frac{37322}{0.00443} \cdot 10^{-3} = 8424 \text{ кДж/кг}$$

Масова витрата повітря:

По балансу загальної теплоти:

$$G_1 = \frac{Q_{нов}}{h_g - h_n}, \text{ кг/с;} \quad (3.24)$$

де $h_g = 35,2$ кДж/кг- ентальпія повітря приміщенні;

$h_n = 53,6$ кДж/кг- ентальпія припливного повітря;

$$G_1 = \frac{37322}{53.6 - 35,2} / 1000 = 2.02 \text{ кг/с,}$$

По балансі схованої теплоти:

$$G_2 = \frac{Q_{схр} \cdot 10^{-3}}{C_{г.г} \cdot \Delta t_p} \text{ кг/с} \quad (3.25)$$

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

$$G_2 = \frac{4.357 \cdot 10^{-3}}{1.006 \cdot 5} = 8.66 \text{ кг/с}$$

По балансу вологи:

$$G_3 = \frac{W_{нов}}{d_g - d_n}, \text{ кг/с} \quad (3.26)$$

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

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$G_3 = \frac{0.00443}{(7.5 - 5.9) \cdot 10^{-3}} = 2.7 \text{ кг/с.}$$

Приймаємо $G_T = G_1 = 2,02 \text{ кг/с.}$

Холодний період року

$$G_x = G_T = 2,02, \text{ кг/с} \quad (3.27)$$

Тепловиділення від людей:

$$Q_l^3 = Q_l^j = 2921, \text{ Вт} \quad (3.28)$$

Тепловиділення від освітлення:

$$Q_{осв}^3 = Q_{осв}^j = 2880, \text{ Вт} \quad (3.29)$$

Тепловиділення
від обладнання:

$$Q_{обл}^3 = Q_{обл}^{верстати} = 21600, \text{ Вт} \quad (3.30)$$

Теплопритоки через огородження:

$$Q_{огор} = Q_{ст} + Q_{вік}, \text{ Вт} \quad (3.31)$$

$$Q_{ст} = k_{ст} F (t_n - t_e), \text{ Вт} \quad (3.32)$$

де $F_{ст}$ – площа стін, м²;

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

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$Q_{ст} = 0.395 \cdot 288 \cdot (-21 - 20) = -4664,16 \text{ Вт}$$

$$Q_{вік} = F_{вік} \cdot k_{вік} (t_n - t_в), \text{ Вт} \quad (3.33)$$

де $F_{ок}$ – площа вікон, м^2 ;

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

$t_n - t_в$ – різниця температур зовнішнього повітря й повітря в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{вік} = 21,12 \cdot 0,65 \cdot (-21 - 20) = -562,8 \text{ Вт}$$

$$Q_{ооор} = (-4664,16) + (-562,8) = -5226,96 \text{ Вт}$$

Повний теплоприток і вологовиділення:

$$Q_{нов}^3 = Q_{л}^3 + Q_{осв} + Q_{обл} + 0,4Q_{оор}, \text{ Вт} \quad (3.34)$$

$$Q_{нов}^3 = 2921 + 2880 + 21600 + 0,4 \cdot -5226,96 = 25310,21 \text{ Вт}$$

$$W_{нов}^3 = W_{нов}^л = 0,00443 \text{ кг/с} \quad (3.35)$$

$$h_n = h_в - \frac{Q_{пол}^3}{G}, \text{ кДж/кг} \quad (3.36)$$

$$h_n = 35,2 - \frac{25,310}{2,02} = 22,67 \text{ кДж/кг}$$

$$\varepsilon = \frac{Q_{пол}^3}{W_{пол}}, \text{ кДж/кг} \quad (3.37)$$

$$\varepsilon = \frac{25310,21}{0,00443} \cdot 10^{-3} = 5713,36 \text{ кДж/кг}$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Розрахунок повітря-обмінів в цеху виготовлення сантехнічного обладнання

В даному приміщенні об'ємні витрати повітря розраховується виходячи з масових витрат повітря, видаляємих з приміщення.

$$L_{np} = 3600 \cdot G_b / 1.2, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.38)$$

Де: G_b - масова витрата повітря у приміщенні, кг/год

$$L_{np} = 3600 \cdot 6.42 / 1.2 = 19260, \text{ м}^3/\text{год}$$

Розраховуємо об'ємну витрату повітря з урахуванням протікання в мережу повітропроводів.

$$L_{нов} = L_{np} \cdot 1.03, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.39)$$

$$L_{нов} = 19260 \cdot 1.03 = 19837.8, \text{ м}^3/\text{год}$$

Усі отримані данні заносимо у додатку

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

Кондиціонування для теплої пори року

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

$$G = 25.13 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right);$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При висоті стелі $h = 5.5(м)$ приймаємо робочу різницю температур при якій повітря приточування асимілює надлишки вологи і тепла в приміщеннях

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

Таблиця 3.1 - Параметри повітря літнього режиму кондиціонування

	t.В _л	t.В _л '	t.П _л	t.П _л '	t.К _л	t.Н
$t_i, (^{\circ}C)$	19	20	15	14	9	30
$h_i, \left(\frac{кДж}{кг}\right)$	38,1	30.8	32	30.7	25,2	65,3
$d_i, \left(\frac{г}{кг}\right)$	7.3	6.8	6.8	6.8	6.8	14

Кондиціонування у холодну пору року

Будуємо зимовий режим функціонування СКП, для цього позначаємо на діаграмі точку внутрішнього повітря t.В_з, після чого по тепловологістній характеристиці у зимовий період проведемо лінію до перетину з h_п для цього розрахуємо ентальпію за формулою та отримаємо точку t.О_з.

$$h_n = h_B - (Q_{нов}^3 / G_1) \text{ кДж/кг.} \quad (3.40)$$

$$h_n = 36.2 - \frac{35,259}{1.92} = 32 \text{ кДж/кг.}$$

Таблиця 3.2 - Параметри повітря зимового режиму кондиціонування

	t_{B_3}	$t_{П_3}$	t_{K_3}	t_{T_3}	t_{H_3}
$t_i, (^{\circ}C)$	19	17.1	8	21	-21
$h_i, \left(\frac{кДж}{кг}\right)$	36.2	32.8	32,4	21	-20.1
$d_i, \left(\frac{г}{кг}\right)$	6.8	6.0	5.9	5.9	0.5

3.8 Підбір центрального кондиціонера

За максимальним значенням витрати приточного повітря визначаємо корисну продуктивність кондиціонера:

Знаходимо сумарну масову витрату повітря для всіх приміщень :

$$G_{max} = 25.13 \text{ кг/с.}$$

Повна корисна продуктивність кондиціонера:

$$L_{КД} = \frac{3600 \cdot G_e}{\rho}, \quad (3.41)$$

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

$$L_{КД} = \frac{3600 \cdot 25.13}{1.2} = 75390 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Повна корисна продуктивність кондиціонера з врахуванням протічок в мережі воздуховодів :

$$L_{КД}^{повне} = L_{КД} \cdot 1.03 = 75390 \cdot 1.03 = 77652 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (3.42)$$

За повною продуктивністю підбираємо кондиціонер.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Из каталогов фирмы ВЕЗА выбираем КЦКП-25

Після вибору кондиціонера остаточно розраховуємо масову витрату припливного повітря:

$$G = \frac{\rho_v \cdot L_{КД}^{повне}}{3600} = 7.53 \text{ кг / год} \quad (3.43)$$

За значеннями масової витрати надалі виконуються всі розрахунки тепломасообмінних апаратів.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						38
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 (розміри перетинів) 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;

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Розрахунок мережі повітровоюдів для системи П1.

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

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

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

Для системи П1 корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$$L_1 = 7.53 \cdot 3600 / 1.2 = 22590, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Корисна об'ємна витрата повітря з урахуванням протікання в мережу повітропоровдів:

$$L_{\text{кор}} = L_1 \cdot 1.03, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.2)$$

$$L_{\text{кор}} = 22590 \cdot 1.03 = 23267, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Виходячи з корисної витрати повітря та маючи масові витрати повітря у кожному приміщенні визначемо об'ємні витрати повітря які приходяться на

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кожну ділянку повітропроводу, після чого розрахуємо площу перетину повітрепроводу на кожній ділянці. Маючи площу перетину повітрепроводу обираємо повітропровід з більшою найближчою площею перетину та уточнюємо швидкість руху повітря у повітрепроводі, данні вносимо до таблиці 4.1.

Ділянка №1

Об'ємна витрата повітря:

$$V = \frac{G}{\rho}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.3)$$

де: G – масова витрата повітря на ділянці, кг/с;

ρ – щільність повітря, $\text{кг}/\text{м}^3 = 1.2$;

$$V = \frac{7.53 \cdot 1.03}{1.2} = 6.46, \text{ м}^3/\text{с}$$

Площа перетину:

$$F_n = \frac{V}{v}, \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

де: v – швидкість руху повітря у магістральному трубопроводі яка дорівнює $(6 \div 11)$ м/с.

Задаємося швидкістю повітря = 10 м/с.

$$F_n = \frac{6.46}{10} = 0.646, \text{ м}^2$$

Виходячи з отриманої площі перетину повітрепроводу на ділянці №1 обираю повітропровід розміром 400x1600 мм

Дійсна площа поперечного перерізу:

$$F_{\text{щ}} = B \cdot Ш = 0.4 \cdot 1.6 = 0.64, \text{ м}^2 \quad (4.5)$$

Дійсна швидкість руху повітря:

$$V_d = L / (F \cdot 3600), \text{ м/с} \quad (4.6)$$

$$V_d = 22590 / (0.64 \cdot 3600) = 9.80, \text{ м/с}$$

Для ділянок №2,3,4,5,6,7,8 розраховуємо аналогічно дані заносимо в таблицю 4.1

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 Розрахункові параметри повітрепроводів.

№ ділянки	Швидкість руху повітря, м/с, v .	Площа перетину, m^2 , $F_{п.}$	Обраний повітрепровід, ШxВ, м.	Дійсна площа перетину, m^2 , $F_{пд.}$	Дійсна швидкість руху повітря, м/с, $v_{д.}$
1	10	0.62	0.4x1.6	0.59	9.00
2	6	0.266	0.3x1	0.7	4.50
3	10	0.45	0.4x1.2	0.50	8.9
4	6	0.140	0.25x0.6	0.26	4.81
5	10	0.36	0.4x1	0.41	8.9
6	6	0.105	0.2x0.6	0.13	4.67
7	10	0.303	0.4x0.8	0.23	9.80
8	6	0.259	0.3x1	0.31	5.00
9	6	0.21	0.3x0.8	0.25	5.25

Для розрахунку втрат тиску необхідно визначити еквівалентні діаметри повітропроводів, данні вносимо до таблиці 4.2:

$$d_{екв} = 1.3 \cdot ((Ш \cdot В)^{0.625} / (Ш + В)^{0.25}), м \quad (4.7)$$

Таблиця 4.2 Еквівалентні діаметри.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d_{екв}$, м	0.95	0.63	0.75	0.43	0.70	0.43	0.60	0.58	0.54

(Приклад для ділянки №1)

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$Re = \frac{v_D \cdot d_{екв.}}{\nu} \quad (4.8)$$

$$Re = \frac{9.83 \cdot 0.95}{15.1 \cdot 10^{-6}} = 618443$$

ν - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним

$$\nu = 15.1 \cdot 10^{-6} \left(\frac{м^3}{с} \right).$$

Коефіцієнт опору для розвиненого турбулентного руху визначається як:

$$\lambda = 0,3164 / Re^{0,25} = 0.3164 / 618443^{0,25} = 0.0112 \quad (4.9)$$

Динамічний натиск розрахуємо по формулі:

$$\Delta p_{дин.} = \frac{\rho \cdot v_D^2}{2}, \text{ Па} \quad (4.10)$$

$$\Delta p_{дин.} = \frac{1.2 \cdot 9.83^2}{2} = 57.97, \text{ Па}$$

Величину параметра R визначимо:

$$R = \frac{\lambda}{d_{екв.}} \cdot \Delta p_{дин.} \quad (4.11)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$R = \frac{0.0112}{0.95} \cdot 57.97 = 0.683$$

Втрати тиску по довжині воздуховодів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l = 0.683 \cdot 3.5 = 2.39 \text{ ,Па} \quad (4.12)$$

Втрати тиску на ділянках в місцях місцевих опорів визначаються:

$$\Delta p_\xi = \xi \cdot \Delta p_{\text{дин.}} + \Delta p_{\text{реш.}} \text{ ,Па} \quad (4.13)$$

$$\Delta p_\xi = (0.24 \cdot 57.97 \cdot 3) + (0.25 \cdot 57.97) + 15 = 71.23 \text{ ,Па}$$

Коефіцієнти місцевих опорів:

- коліно $\xi = 0.24$;

- конфузор $\xi = 0.25$;

втрати на ділянці підсумовуються, і визначається сумарне падіння тиску:

$$\Delta P_{\text{уч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_\xi = 2.84 + 71.23 = 74.1 \quad (4.14)$$

Усі данні вносимо до таблиці 4.3

Використовуючи вказівки за розрахунком і практичним вживанням розподільників повітря типу KSH, KSV для повітрепровода прямокутного перерізу компанії” RDJ Airavent,,

(Приклад для приміщення №1)

Підбір заснований на виборі решітки виходячи з розміру та об’ємних витрат повітря.

Розмір каналу - 0.3x1м

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрата повітря – 5760 м³/год

Виходячи з отриманих даних вибираємо решітку найближчого стандартного типорозміру:

ДхШ, м = 0.825х0.425

L – витрата повітря, м³/год = 5800

V_{ef} – середня швидкість потоку м/с = 5.9

ΔP – втрата тиску, Па = 32

V_{0.25} – відстань на якій швидкість струменя повітря буде 0.25 м/с, м = 14.5

Всі данні заносимо до таблиці 4.4

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖУВАЧА

$$Q_x = G \cdot (h_n - h_k), \text{ кВт};$$

де G - витрата зовнішнього повітря, кг/з;

h_n, h_k - початкова й кінцева ентальпія охолоджуваного повітря, кДж/кг.

$$Q_x = 25.13 (65.3 - 25.2) = 1007,71 \text{ кВт};$$

З рівняння теплового балансу треба, що витрата холодної води по трубках теплообмінника обчислюється з рівняння:

$$G_w = \frac{G \cdot (h_n - h_k)}{c_w \cdot (t_{w.ввх.} - t_{w.вх.})}, \text{ кг/с.}$$

де $c_w = 4,2$ - кДж/кг^{°С}- теплоємність води;

$t_{w.вх.}, t_{w.ввх.}$ - початкова й кінцева температура холодної води на вході й виході з теплообмінника, °С.

$$G_w = \frac{25.13 \cdot (65.3 - 25.2)}{4,2 \cdot (8 - 3)} = 47.98 \text{ кг/с.}$$

Термодинамічний показник ефективності теплообміну визначається відношенням реального процесу нагрівання повітря K максимального-можливого:

$$\Theta_t = \frac{Q_d}{Q_{f \max}} = \frac{25 - 6}{25 - 1}$$

$$\Theta_t = \frac{31 - 9,2}{31 - 3} = 0,78$$

Визначаємо показник відносин теплоємностей потоків:

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

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$W = \frac{25.13 \cdot 1,006}{47.98 \cdot 4,2} = 0,12$$

За графіком залежності для теплотехнічної ефективності знаходимо показник числа одиниць переносу тепла: $N_t = 2,05$.

Знаходимо необхідну поверхню теплообмінника:

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

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

Коефіцієнт теплопередачі визначаємо для конкретного конструктивного виконання теплообмінника:

$$K = A \cdot (\nu\rho)^{0,37} \cdot \varpi^{0,18}$$

$$K = 20,94 \cdot (6 \cdot 1,2)^{0,37} \cdot 1,3^{0,18} = 45,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$F = \frac{2,05 \cdot 25.13 \cdot 1,006 \cdot 10^3}{45,6} = 1136 \text{ м}^2$$

Величина аеродинамічного опору обчислюється по формулі:

$$\Delta P_{\text{оз}} = B(\nu\rho)^m$$

де B - вільний член, що відбиває конструктивні особливості теплообмінника;

ν - швидкість повітря;

m - показник ступеня, вибирається по таблиці.

$$\Delta P_{\text{оз}} = 7,962 \cdot (6 \cdot 1,3)^{1,55} = 71,7 \text{ Па}$$

Визначаємо гідравлічний опір у трубках теплообмінника:

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot l_{\text{хода}} \cdot w^{1,69}$$

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot 1,63 \cdot 9 \cdot 1,3^{1,69} = 45 \text{ кПа}$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1 РОЗРАХУНОК ПОВІТРОНАГРІВАЧА ПЕРШОГО ПІДГРІВУ

По трубках теплообмінника для нагрівання повітря проходить гаряча вода, а з боку зовнішньої поверхні рухається повітряний потік, зумовлений роботою вентиляторів. Ефективність тепловіддачі з боку потоку гарячої води стінці труби значно вище, ніж тепловіддача від зовнішньої поверхні К потоку повітря. Для інтенсифікації тепловіддачі з боку зовнішньої поверхні труби застосовується конструктивний метод розвитку зовнішньої поверхні тепловіддачі К повітря методом зовнішнього оребрення трубок. Механізм переносу в теплообмінниках повітронагрівачах обумовлюється градієнтом температур між гарячою водою, що рухається по трубках, і, потоком повітря, що проходить із боку оребрення трубок.

Продуктивність повітронагрівача визначається рівнянням теплового балансу:

$$Q_T = Gc_p(t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВХ}}), \text{ кВт}$$

де G - витрата що нагріває приточного зовнішнього повітря, кг/з;

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

$t_{\text{ВХ}}, t_{\text{ВЫХ}}$ - початкова й кінцева температура повітря, що нагріває, $^\circ\text{С}$

$$Q_m = 25,13 \cdot 1,006(19,5 - (-20)) = 998 \text{ кВт}.$$

З рівняння теплового балансу треба, що витрата гарячої води по трубках теплообмінника обчислюється так:

$$G_w = \frac{G \cdot c_p \cdot (t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВХ}})}{c_w \cdot (t_{\text{WBX}} - t_{\text{WВЫХ}})}, \text{ кг/с.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ

Арк.

48

де $c_w = 4,2$ - кДж/кг $^{\circ}$ С- теплоємність води;

$t_{w_{вх}}$, $t_{w_{вых}}$ - початкова й кінцева температура гарячої води на вході й виході з теплообмінника, $^{\circ}$ С.

$$G_w = \frac{25,13 \cdot 1,006 \cdot (19,5 - (-20))}{4,19 \cdot (70 - 50)} = 6,5 \text{ кг/с.}$$

При виборі режимів нагрівання повітря необхідно оцінити енергетичну доцільність прийнятих рішень. Для такої оцінки рекомендується використати метод термодинамічної ефективності процесів. Стосовно до режимів нагрівання в теплообміннику з нескінченно-розвиненою поверхнею нагрівання $F_H = \infty$ повітря з початковою температурою $t_{вх}$ і початковою температурою гарячої води $t_{w_{вх}}$, максимальний-можливий нагрівання витрати повітря при теплоємності c_p визначається вираженням:

$$Q_{f \max} = G \cdot c_p \cdot (t_{w_{вх}} - t_{вх}),$$

Реальна поверхня теплообмінника F_H завжди менше, а повітря не може бути нагрітий до початкової температури гарячої води $t_{w_{вх}}$. Тому реальне нагрівання в повітронагрівачі визначається вираженням:

$$Q_T = G c_p (t_{ввых} - t_{вх})$$

Термодинамічний показник ефективності теплообміну визначається відношенням реального процесу нагрівання повітря до максимального-можливого:

$$\Theta_t = \frac{Q_m}{Q_{f \max}} = \frac{t_{ввых} - t_{вх}}{t_{w_{вх}} - t_{вх}}$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Theta_t = \frac{10+20}{70+20} = 0,33$$

Визначаємо показник відносин теплоємностей потоків:

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

$$W = \frac{13,9 \cdot 1,006}{6,59 \cdot 4,19} = 0,372$$

За графіком залежності для теплотехнічної ефективності знаходимо показник числа одиниць переносу тепла: $N_t = 0,85$.

Знаходимо необхідну поверхню теплообмінника:

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

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

$$K = A(\nu\rho)^{0,37} \cdot w^{0,18}$$

де $A=23,11$ по табл.

$$K = 22,11 \cdot (1,5 \cdot 1,2)^{0,37} \cdot 1,2^{0,18} = 29,4 \frac{\text{А} \cdot \text{д}}{\text{и}^2 \cdot \text{Е}}$$

$$F = \frac{0,85 \cdot 18,96 \cdot 1,006 \cdot 10^3}{28,4} = 512 \text{ м}^2$$

Величина аеродинамічного опору обчислюється по формулі:

$$\Delta P_{\text{вот}} = B(\nu\rho)^m$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Б - вільний член, що відбиває конструктивні особливості теплообмінника;

v - швидкість повітря;

m - показник ступеня, вибирається по таблиці.

$$\Delta P_{\text{вс}} = 1,034 \cdot (1,6 \cdot 1,2)^{1,81} = 3,62 \text{ Па}$$

Визначаємо гідравлічний опір у трубках теплообмінника:

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot l_{\text{хода}} \cdot w^{1,69}$$

$$\Delta P_w = 1,968 \cdot 1,63 \cdot 4 \cdot 1,2^{1,69} = 18,2 \text{ кПа}$$

5.2 РОЗРАХУНОК КАМЕРИ ЗРОШЕННЯ

Ефективність

$$\dot{A}_a = \frac{t_{\text{вв}} - t_{\text{авв}}}{t_{\text{вв}} - t_{\text{i,авв}}} = \frac{t_{\text{д}} - t_{\text{Е}}}{t_{\text{д}} - t_{\text{д}}^i} = \frac{15 - 6}{14 - 4} = 0,8$$

Коефіцієнт зрошення

$$\mu = \frac{G_w}{G_A} = \frac{6,5}{13,95} = 0,5$$

підбираємо за наступним принципом:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6 РОЗРАХУНОК ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

$$Q_0 = 118.4 \text{ кВт}$$

$$t_0 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_k = 37.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

6.1 Тепловий розрахунок компресора

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

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

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

Задаємось переохолодженням рідкого холодильного агента в конденсаторі:

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

Визначаємо температуру в точці 3:

$$t_3 = t_k - \Delta t_k, \text{ }^\circ\text{C}. \quad (6.1)$$

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

Задаємось перегрівом парів холодильного агента в обмотках ел.двигуна компресора: $\Delta t_{bc} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

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

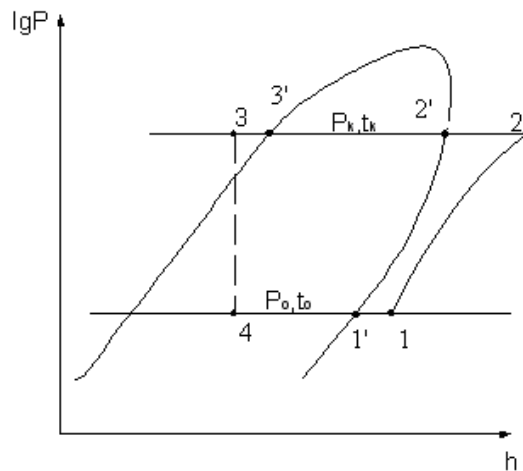
Визначаємо температуру в точці 1:

$$t_1 = t_0 + \Delta t_{bc}, \text{ }^\circ\text{C}. \quad (6.2)$$

$$t_1 = (-10) + 5 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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



Підбираємо чілер зі спіральним компресором.

Робочий хол. агент: R-407C;

Холодовидатність:

$$Q_o^ч = 1,1G_B(h_B - h_{II}) = 1,1 * 25,13 * (65,3 - 25,2) = 118,4 \text{ кВт}; \quad (6.3)$$

Температура кипіння фреону: $t_o = -10^\circ\text{C}$;

Температура конденсації фреону: $t_k = +37,5^\circ\text{C}$;

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

Таблиця 6.1 – Параметри холодильного циклу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ

Арк.

53

	1	2	3	4
P, бар	3,3	15	18	4
t, °C	-5	60	37,5	-10
h, кДж/кг	412	454	250	243
v, м ³ /кг	0,081	-	-	-

Питома масова холодовидатність:

$$q_o = h_1 - h_4 = 412 - 243 = 169 \text{ кДж/кг}; \quad (6.4)$$

Питома робота компресора:

$$l_{\text{км}} = h_2 - h_1 = 454 - 412 = 42 \text{ кДж/кг}; \quad (6.5)$$

Питома теплота конденсації:

$$q_k = h_2 - h_3 = 454 - 250 = 204 \text{ кДж/кг}; \quad (6.6)$$

Питома об'ємна холодовидатність:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1} = \frac{169}{0,081} = 2086 \text{ кДж/м}^3; \quad (6.7)$$

Хол. коефіцієнт Карно:

$$\text{cop}_k = \frac{T_o}{(T_k - T_o)} = \frac{263}{(310,5 - 263)} = 5,53; \quad (6.8)$$

Адіабатний хол. коефіцієнт:

$$\text{cop}_a = q_o / l_{\text{км}} = 169 / 42 = 4,02; \quad (6.9)$$

Ступінь термодинамічної досконалості:

$$\epsilon_{ТС} = \frac{\text{сop}_a}{\text{сop}_к} = \frac{4,02}{5,53} = 0,72; \quad (6.10)$$

Масова витрата хол. агенту:

$$M_a = Q_o^q / q_o = 118,4/169 = 0,70 \text{ кг/с}; \quad (6.11)$$

Дійсний об'єм всмоктуваного пару:

$$V_d = M_a \cdot V_{вс} = M_a \cdot V_1 = 1,08 \cdot 0,043 = 0,52 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (6.12)$$

З графіку залежності виду компресора та співвідношення

$$\left(\frac{P_k}{P_o}\right) = 3,1 \text{ знаходимо коефіцієнт подачі компресора } \lambda = 2,35;$$

Теоретичний об'єм спірального компресора:

$$V_h = \frac{Q_o^q}{(\lambda \cdot q_v)} = \frac{118,4}{(2,35 \cdot 20,86)} = 0,0024 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (6.13)$$

Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = M_a \cdot l_{км} = 0,70 \cdot 23 = 16,1 \text{ кВт}; \quad (6.14)$$

Індикаторна потужність компресора:

де η_i - індикаторний к.п.д.;

Ефективна потужність компресора:

$$N_e = N_i + N_{тр} = 18,65 + 0,12 = 18,77 \text{ кВт}, \quad (6.15)$$

де $N_{тр}$ - потужність тертя, кВт;

Електрична потужність компресора:

$$N_{ел} = \frac{N_e}{\eta_{ед}} = \frac{18,77}{0,9} = 20,85 \text{ кВт}, \quad (6.16)$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\eta_{ед}$ - к.п.д. електродвигуна, кВт;

Дійсний хол. коефіцієнт:

$$\text{cop}_д = \frac{Q_о^ч}{N_{ел}} = \frac{118,4}{20,85} = 5,67; \quad (6.17)$$

Ступінь термодинамічної досконалості:

$$\text{сгс} = \frac{\text{cop}_д}{\text{cop}_к} = \frac{5,67}{5,53} = 0,91; \quad (6.18)$$

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 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 групі складності ;
- рівень – локальний.

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

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

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

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						57
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. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

До фази планування проекту відносяться: 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.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 9.1- Календарний план робіт проекту

№ П/П	Події	Строки виконання			
		Лютий	Березень	Квітень	Травень
1	Тепловий Розрахунок	5-26			
2	Аеродинамічний розрахунок	26	15		
3	Розрахунок повітрянагрівача		16	5	
4	Розрахунок компресора і конденсатора			6	5
5	Підбір фільтрів і повітророзподільних приладів				6-20
6	Розрахунок основних техніко- економічних показників проекту				20-31
7	Оформлення розрахунково пояснювальної записки				31

Маркетингове обґрунтування проекту.

Метою маркетингового аналізу є обґрунтування комерційної спроможності проекту, оцінка можливості реалізації даного продукту на обраному ринку та отримання рівня доходу, що дозволив би покрити витрати

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за проектом і задовольнити інтереси інвесторів.

Споживачі відрізняються один від одного по різних параметрах, їхньої потреби, ресурси, звички, культура, відповідно, відрізняються і їхні споживчі інтереси й можливості. Тому може бути проведене сегментування ринку - це групування покупців залежно від прийнятого критерію.

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

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

ЗА допомогою СКП приналежній акустичній обробці повітряводів, обладнання глушителей шуму й 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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

багатьох випадках неадекватна продуктивність проекту є результатом недостатньої його підготовки, тому маркетинговий аналіз обов'язковий вже з першої стадії планування проекту.

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. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Назва обладнання	Ціна за одиницю, грн	Одиниці виміру	Кількість одиниць	Загальна вартість обладнання, грн
«ВЕЗА» АКАРІУС	32000	шт.	1	32000
CGAN – 150 фірми TRAINE	145768	шт.	1	145768
Жестяні повітроводи	185	п.м.	81	14962
Повітророзподільні решітка	99,3	шт.	29	2880
Вся вартість обладнання				195610
Транспортні витрати				9780
Витрати на монтажні роботи				29341
Вартість проектних робіт				39122
Всього капітальних вкладень				273854

Таблиця 9.2 - Капітальні вкладення на СКП

Розрахунок експлуатаційних витрат

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

Вони включають:

1. Витрати на електроенергію (C_e)
2. Витрати на воду (C_B) і допоміжні матеріали (C_D)
3. Витрати на заробітну плату (C_3)

										Арк.
										63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ					

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.

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

$$N_y = 24 + 2 = 26 \text{ кВт}$$

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

Витрати на воду

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

де B – витрата води на зволоження ,

t_y – кількість годин роботи в режимі зволоження;

C_6 – вартість 1 м³ води.

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

Допоміжні матеріали

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

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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.

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

Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування

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

(9.7)

Амортизаційні відрахування

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

(9.8)

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інші витрати

Приймаємо у розмірі 3% від сумарних експлуатаційних витрат:

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

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

10. ОХОРОНА ПРАЦІ

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

Токсичність робочої речовини

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

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

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

Гранично допустима концентрація на робочому місці

ПДК = 1000 ppm.

Температура самозаймання, 733 ° C.

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

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

Фосген - безбарвний газ з неприємним запахом прілого сіна або гнилих яблук. У газоподібному стані важче повітря в 3,5 разу.

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ				

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

Погано розчиняється у воді.

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

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

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

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

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

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'ємно-планувальні рішення по розміщенню проектованої установки

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

Двері машинних відділень повинні виходити назовні будівель або в коридори, відокремлені дверима від інших приміщень і відкриваються у бік виходу.

Будівельно-монтажні і архітектурні вимоги включають в себе: скорочення площ приміщень для устаткування систем КП і їх елементів. Естетичну ув'язку елементів систем КП з інтер'єром приміщень, забезпечення мінімальних витрат часу на монтаж, випробування і наладку систем з можливістю по зонного введення їх в експлуатацію. Ув'язку робіт по спорудженню конструкцій будівель з монтажем систем КП. Звуко- і віброізоляцію рухомого устаткування від елементів будівельних конструкцій.

Електробезпека

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

Проходячи через живі тканини людини, електричний струм надає термічну (опіки), електролітичну (електроліз) і біологічну дію. Розрізняють

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

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

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

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

Електробезпека устаткування

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

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

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

2) приміщення з підвищеною небезпекою - сирі, з $\phi > 75\%$, температурою повітря більше 30°C , з підлогою із струмопровідних

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріалів (цегельні, бетонні) з можливістю дотику до металевих корпусів устаткування і заземлених металоконструкцій (вентилі, камери, камери холодильників і ін.);

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

Дане приміщення холодильної установки відноситься до першої категорії.

10.2. Захист від шуму і вібрації

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

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

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

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

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

Організаційно-технічні методи захисту передбачають: вживання малошумних машин, вдосконалення технології ремонту і обслуговування машин.

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

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

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

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

До засобів індивідуального захисту від шуму відносять проти галасливі навушники, вкладиші, шлеми і каски, що дозволяють понизити рівень шуму залежно від його частоти на 5-40 дБ. Для захисту від шуму високого рівня застосовують проти галасливі костюми.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи являється спроектувати систему к системи кондиціонування повітря цеху капронового корду площею 140 м. кв. Одеса з бомбосховищем для технологічного кондиціонування з регулювання заданих параметрів мікроклімату відбувалося автоматично і при цьому підтримувалось.

Підібран центральний кондиціонер фірми Веза, України Акваріс КЦКП-25 з підвищеною фільтрацією. Який нам підходить для того щоб підтримати мікроклімат в приміщенні басейну.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Жихарєва Н.В., Хмельнюк М.Г., Ольшевська О.В. Доцільна економічна товщина сучасних ізоляційних матеріалів плодоовочесховищ СКВ [Текст] / Н.В.Жихарєва, М.Г.Хмельнюк., О.В.Ольшевська // Холодильна техніка і технологія. – 2015. – № 3 С. 22 – 25.
2. Жихарева Н.В. Методика розрахунку систем кондиціонування повітря басейнів [Текст] / Н.В.Жихарева // Холодильна техніка і технологія. 2015. № 4 С. 12–16.
3. Жихарєва Н.В. Особливості розрахунку теплоприпливів в приміщенні при кондиціонуванні [Текст] / Н.В.Жихарєва // Холодильна техніка і технологія. 2015. № 6. С. 17–20.
4. Жихарева Н.В. Енергозбереження при експлуатації припливних систем вентиляції та кондиціонування повітря [Текст] / Н.В.. Жихарева., М.Г.Хмельнюк, В.І.Перепека // Холодильна техніка і технологія. –2016 (52). № 2.С. 62–66.
5. Жихарєва Н.В. Метод розрахунку річного споживання холоду систем кондиціонування повітря / Н.В.Жихарєва // Холодильна техніка і технологія. 2016 № 52(4).С.42–47.
5. Жихарєва Н.В.Математичне моделювання нестационарного теплообміну приміщень [Текст] / Н.В.Жихарєва. М.Г.Хмельнюк // Холодильна техніка та технологія. – 2017.- том 52, вип.6. – С. 75-78
6. Проектування систем кондиціонування повітря з басейном [Електронний ресурс] : посіб. для практичних та самост. робіт / Н. В. Жихарєва, М. Г. Хмельнюк, В. О. Когут ; МОН України, Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2017.
7. Жихарєва Н.В. Шляхи підвищення енергоефективності систем кондиціонування повітря в басейні. 2017. [Текст] / Н.В.Жихарєва., Бабой Є.О.,

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Талибли Р.Е., Жихарева Н. В. // Холодильна техніка і технологія. 2017 № 53(5). С.47–51.

8. Жихарева Н.В. Оптимізація сумарної вартості теплового захисту приміщень та кліматичного обладнання [Текст] / Н.В. Жихарева., М.Г Хмельнюк // Холодильна техніка і технологія. 2017 .53(4). С.42–47.

9. Жихарева Н.В. Шляхи підвищення енергоефективності багатозональних VRF систем кондиціонування повітря. [Текст] / Н.В.Жихарева.// Холодильна техніка і технологія. 2017 № 53(3). С. 26-30..

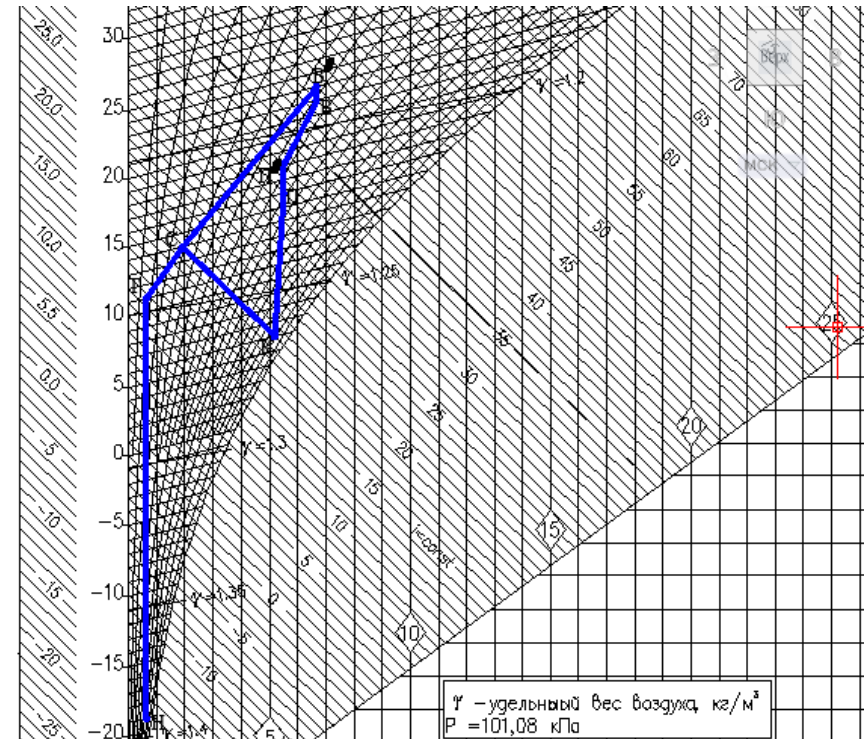
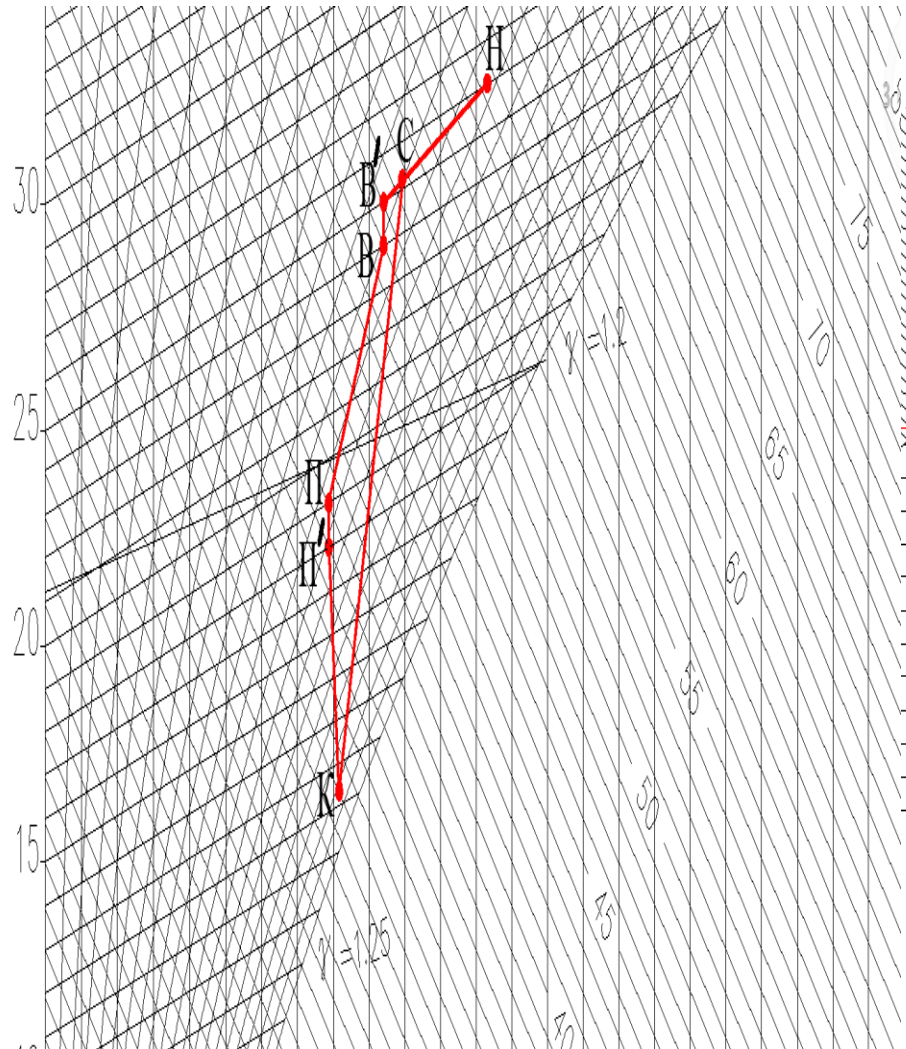
10. Жихарева Н.В. Дослідження впливу ефекту "теплової хвилі" на холодопродуктивність кондиціонера [Текст] / Н.В.Жихарева // Холодильна техніка і технологія. – 2018. №54(4).С. 27-31.

11. Жихарева Н.В. Підвищення енергоефективності багатозональних VRF систем кондиціонування повітря. [Текст] / Н.В.Жихарева., Є.О.Бабой, А.М.Басов // Холодильна техніка і технологія. 2018. № 54(6). С. 49-45.

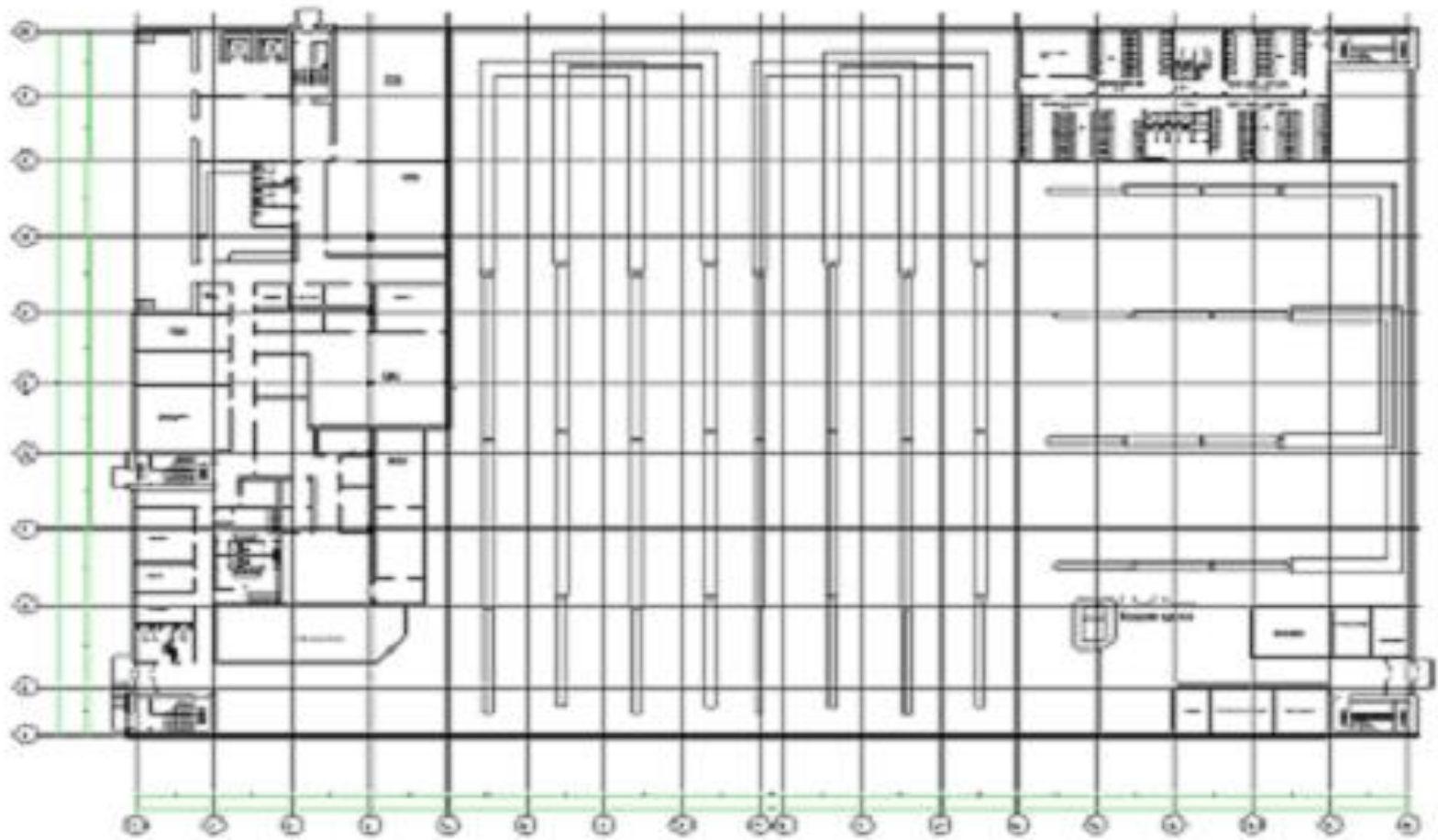
12. Жихарева, Н. В Інноваційні технології кондиціонування повітря в нестационарних умовах [Електронний ресурс] : монографія / Н. В. Жихарева ; Одес. нац. технол. ун-т, Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ТЕС, 2022. — 264 с. — Електрон. текст. дані.71 с.

					БКВ 05. 000. 015 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

d,h-діаграмі процесів обробки повітря в літній та зимовий період



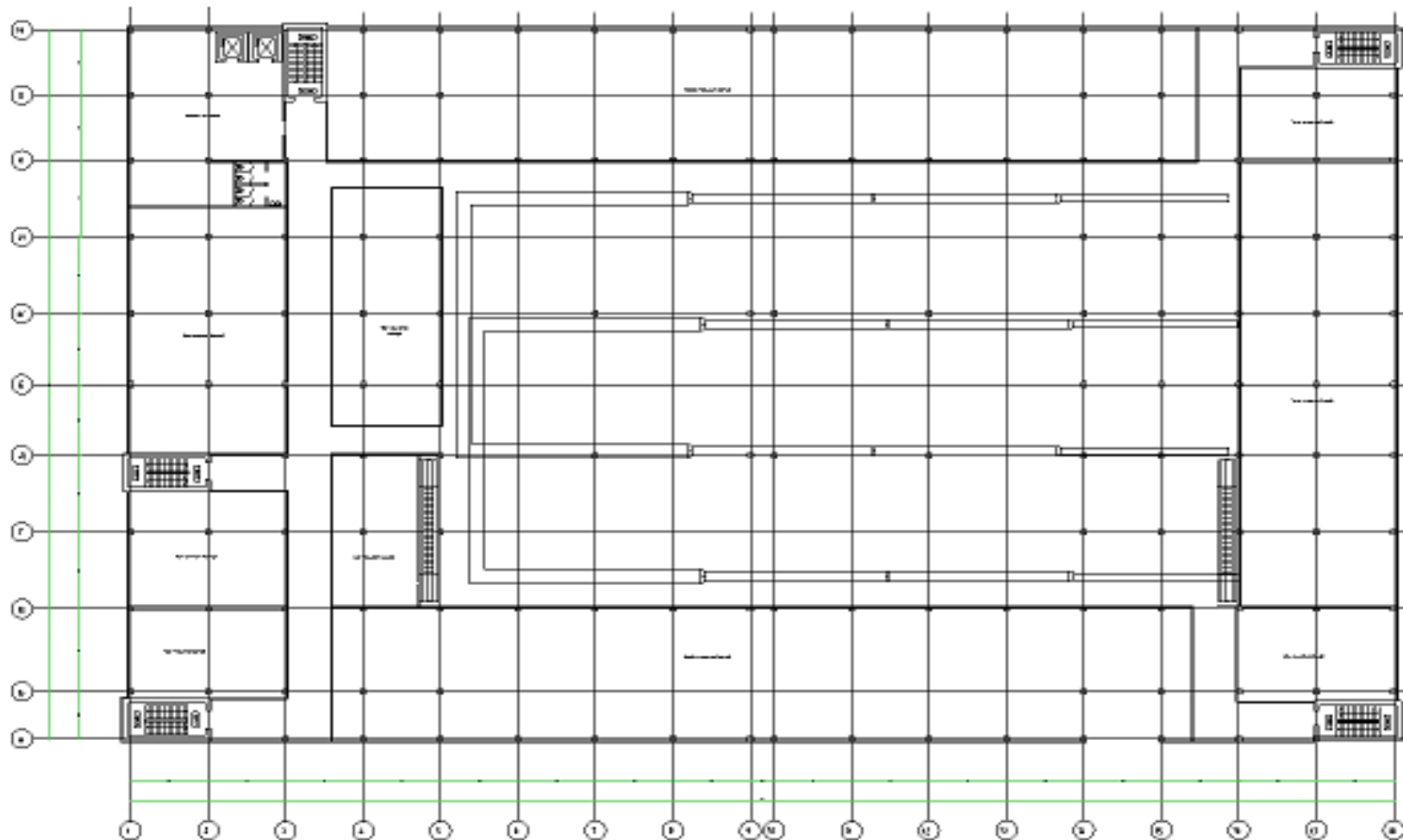
План 1 поверх



№	Помещение	Площадь	Примечание
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Площадь этажа: _____ м²

Итого: _____ м²



NO. OF ROOMS	NO. OF FLOORS	NO. OF STAIRS	NO. OF LIFTS	NO. OF TOILETS	NO. OF STORES	NO. OF OFFICES	NO. OF LABORATORIES	NO. OF GYMNASIUMS	NO. OF CATERING	NO. OF COUNSELLING	NO. OF OTHER
<p style="text-align: center;">Total square meters</p>											
<p style="text-align: center;">Date: _____</p>											
<p style="text-align: center;">Scale: _____</p>											

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016386393

Дата перевірки:
24.06.2024 21:54:54 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
24.06.2024 21:58:05 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 2БКВ-05 Маєвський Денис Анатолійович

Кількість сторінок: 90 Кількість слів: 11589 Кількість символів: 79901 Розмір файлу: 2.55 MB ID файлу: 101619766

48.8% Схожість

Найбільша схожість: 25.9% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f1e0069f-c21c>).

48.8% Джерела з Інтернету 824

Сторінка 92

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 845

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

ВІДГУК

керівника про дипломний проєкт здобувача освіти

Маєвського Дениса Анатолійовича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма «Системи кондиціонування і вентиляції повітря»

Тема: «Проєкт системи кондиціонування повітря цеху капронового корду площею 140 м. кв. Одеса з бомбосховищем».

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)

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

Дипломний проєкт Маєвський Д.А. виконано згідно завданню і складається з пояснювальної записки на 78 сторінках і графічного матеріалу на чотирьох аркушах, формату А-1. Дипломний проєкт відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проєктом (роботою)

Дипломник Маєвський Д.А. над дипломним проєктом працювала самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Маєвський Д.А. - 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 Маєвський Д.А. 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.

Маєвський Д.А. 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 к.т.н. Когут Володимир Омелянович
Місце роботи і посада керівника проекту ОНТУ
доцент ХУіКП

« 20 » червня 20 24 р.

Підпис 

Одеський технічний фаховий коледж
Одеського національного технологічного університету

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проєкт здобувача ВО
Маєвського Дениса Анатолійовича
(прізвище, ім'я і по батькові)

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

Керівник дипломного проєкту

Когут В.О.

Тема дипломного проєкту: «Проєкт системи кондиціонування повітря цеху
капронового кордлу площею 140 м. кв. Одеса з бомбосховищем».

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 72 сторінок

Обсяг графічної частини проєкту 4_ аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)

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

Дипломний проєкт Маєвський Д.А. 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) Характеристика виконання кожного розділу проєкту: ступеня використання дипломником останніх досягнень науки і техніки передових методів роботи на

Тема дипломного проєкту 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 проєкту (роботи) і пояснювальної записки

Якість виконання пояснювальної і графічної частини добра

г) Перелік позитивних якостей дипломного проєкту (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,

Маєвського Дениса Анатолійовича,
здобувач освіти гр. 2БКВ-05, та

Когут Володимир Омелянович,
керівник дипломного проекту,

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

«Проект системи кондиціонування повітря цеху капронового корду площею 140 м. кв. Одеса з бомбосховищем» (автор роботи – Маєвський Д.А., керівник роботи – Когут В.О.)

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



/ Маєвський Д.А. /

Керівник



/ Когут В.О. /

«10» червня 2024 р.