

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(кафедра)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Інженерні системи промислового підприємства в Київській області

Ступнікова Єлізавета Юріївна

(прізвище, ім'я, по батькові студента повністю)

Київ 2024 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(кафедра)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
“ ” _____ 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Інженерні системи промислового підприємства в Київській області
(назва)

Виконала: Ступнікова Єлизавета Юріївна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

студентка групи ТВс-21

192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція
(освітня програма)

Керівник Чепурна Н.В.
(прізвище та ініціали)

Канд.техн.наук, доцент
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Випускова кафедра Теплотехніки
Освітній ступінь «бакалавр за ОПП»
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітня програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету _____

“ ____ ” _____ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Ступнікова Єлізавета Юріївна

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Інженерні системи промислового підприємства в Київській області

затверджена наказом ректора КНУБА № 850/2 від “29” травня 2024 року.

2. Керівник роботи к.т.н., доц. Чепурна Н.В.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту 24.06.2024 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Вступ

Р.1. Характеристика об'єкту та вихідні дані

Р.2. Опис технологічних процесів та характеристика приміщень

Р.3. Теплотехнічний розрахунок будівлі

Р.4. Система опалення

Р.5. Системи вентиляції та кондиціонування повітря

Р.6. Автоматизація

Р.7. Охорона праці

Список використаної літератури

5. Графічний матеріал за розділами
 Р.4. План на відмітці -3.300, 6.600 та 0.000 системи опалення
 Р.4. АксонOMETричні схеми системи опалення
 Р.5. План на відмітці 3.300, 6.600 та 0.000 система вентиляції. Розріз 1-1
 Р.5 АксонOMETричні схеми системи вентиляції, ОС1
 Р.5 АксонOMETричні схеми припливно-витяжних систем
 Р.5 Принципові схеми систем вентиляції ПР1, ПР2
 Р.5 Принципові схеми систем вентиляції ПР3, ПР4, ОС1
 Р.6 Принципова схема управління припливно-витяжною установкою

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Характеристика об'єкту та вихідні дані	25.05.2024
Розділ 2. Опис технологічних процесів та характеристика приміщень	27.05.2024
Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок будівлі	31.05.2024
Розділ 4. Система опалення	10.06.2024
Розділ 5. Системи вентиляції та кондиціонування повітря	29.06.2024
Розділ 6. Автоматизація	21.06.2024
Розділ 7. Охорона праці	22.06.2024
Остаточне оформлення роботи	23.06.2024
Направлення роботи для перевірки на плагіат	24.06.2024
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	24.06.2024
Направлення роботи на рецензування	24.06.2024

7. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 6.	Автоматизація		
Розділ 7.	Охорона праці		

8. Дата видачі завдання 04.03.2024

Зав.кафедри _____ Кириченко М.А.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Чепурна Н.В.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Здобувач _____ Ступнікова Є.Ю...
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. Характеристика об'єкту та вихідні дані.....	7
РОЗДІЛ 2. Опис технологічних процесів та характеристика приміщень.....	18
2.1. Технологічні процеси промислового підприємства та технологічного обладнання.....	19
2.2. Опис приміщень підприємства.....	21
РОЗДІЛ 3. Теплотехнічний розрахунок будівлі.....	23
РОЗДІЛ 4. Система опалення.....	34
4.1. Характеристика системи опалення.....	35
4.2. Гідравлічний розрахунок.....	39
4.3. Підбір опалювальних приладів.....	40
4.4. Особливості експлуатації системи опалення.....	44
РОЗДІЛ 5. Системи вентиляції та кондиціонування повітря.....	45
5.1. Технологічні вимоги до виробничих приміщень.....	46
5.2. Розрахунок повітрообміну та визначення шкідливостей що виділяються	51
5.3. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів.....	65
5.4. Розрахунок та підбір обладнання для систем вентиляції та кондиціонування повітря.....	67
5.5. Особливості експлуатації систем вентиляції та кондиціонування повітря.....	71
РОЗДІЛ 6. Автоматизація.....	73
РОЗДІЛ 7. Охорона праці.....	78
Список використаної літератури.....	83
Додаток 1.....	85
Додаток 2.....	88

							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпи с	Дата		

ВСТУП

Інженерні системи в фармацевтичних підприємствах відіграють ключову роль у забезпеченні виробничих процесів, дотриманні стандартів якості та безпеки, а також оптимізації витрат. Ось кілька основних інженерних систем, що застосовуються на фармацевтичних підприємствах:

1. Системи вентиляції та кондиціонування: Виробничі приміщення повинні бути обладнані системами вентиляції для забезпечення оптимальних умов температури, вологості та чистоти повітря. Це допомагає уникнути забруднення продукції шкідливими частками або мікроорганізмами.

2. Системи очищення повітря (HVAC): Включають системи фільтрації повітря для забезпечення чистоти виробничих зон, а також системи регулювання вологості та температури.

3. Системи автоматизації та управління: Автоматизовані системи контролю та управління дозволяють оптимізувати виробничі процеси, забезпечуючи точність, надійність та ефективність.

4. Системи очищення та утилізації відходів: Фармацевтичне виробництво може утворювати різноманітні відходи, включаючи хімічні, біологічні та упаковочні матеріали. Системи очищення та утилізації відходів допомагають зменшити вплив виробництва на навколишнє середовище.

Ці інженерні системи допомагають фармацевтичним підприємствам забезпечити високу якість продукції, дотримуючись вимог стандартів якості та безпеки, а також забезпечити оптимальні умови виробництва для підтримки ефективності та продуктивності.

Розділ 1
Характеристика об'єкту та
вихідні дані

							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Вихідними даними до виконання випускової роботи було завдання на виконання атестаційної випускової роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавр. Згідно цього завдання необхідно було розробити проект, в якому запроектувати інженерні системи, а саме систему опалення, вентиляції та кондиціонування повітря для для фармацевтичного підприємства яке розташовано в Київській області.

Основні розрахунки виконані за наступними розділами : тепловий режим будівлі у тому числі теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій та тепловий баланс приміщень, опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, автоматика, охорона праці та навколишнього середовища, технологія і організація монтажних робіт.

Увагу приділено обґрунтуванню прийнятих рішень, розрахунковим схемам та наведено таблиці з результатами розрахунків. Розроблена графічна частина випускової роботи приділена конструктивному опрацювані всіх прийнятих принципових рішень інженерних систем.

Всі технічні рішення розроблені у відповідності з діючими нормативними документами України [1-6]. При проектуванні систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря виробничих і допоміжних приміщень слід керуватися нормативними вимогами, викладеними у ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування; ДБН В.2.2-10-2001 Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я; ДБН В.2.2-10-2019 Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я; ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія; ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель «Санітарних норм проектування промислових підприємств», а також «Проектування протипожежних заходів у системах опалювання і вентиляції».

Основні задачі, а саме забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в приміщеннях будівлі, підвищення працездатності робітників і персоналу, намагання покращити умови перебування працівників буде виконуватися за допомогою запроектованих інженерних систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

										Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					

Виконані необхідні умови запроектованих систем забезпечують надійність та відповідно ефективність роботи при зменшені енерговитрат на виробництво продукції.

Проектування систем опалення ведеться на основі наступних вихідних даних: кліматичні дані району будівництва, термічний опір будівельних конструкцій (стін, покриття, скління, воріт, дверей та ін.), що захищають, тип джерела тепlopостачання і вид теплоносія, нормативні і технологічні вимоги до метеорологічних умов приміщень, дані про тепловиділення від устаткування і комунікацій.

Кліматичні дані для пункту будівництва, а саме Київської області беремо як для М. Києва та приведені в табл.1.1.

Таблиця 1.1.

Кліматичні дані опалювального періоду

Пункт	Температура повітря, °С				Опалювальний період		Середня швидкість вітру в січні, м/с
	абсолютна мінімальна	середня найбільш холодної п'ятиденки	середня найбільш холодної доби	розрахункова для вентиляції	Тривалість, доба	Середня температура, °С	
Київ	-32	-21	-26	-10	187	-1.1	4.3

Система опалювання виробничих і допоміжних приміщень повинна забезпечувати створення в зоні робочих місць метеорологічних умов (температура, вологість, швидкість руху повітря) відповідно до нормативних показників які наведено в таблицях 1.2 та 1.3.

Майже усі технологічні процеси пов'язані з виділеннями у виробничу зону тепла від устаткування і комунікацій. При надлишкових тепловиділеннях в приміщеннях слід забезпечити нормативні метеорологічні умови тільки в зоні робочих місць, а опалювання в цілому проектувати тільки на черговий режим

								Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

(5°C). Систему опалення, вид теплоносія і тип нагрівальних приладів необхідно вибирати з урахуванням категорії виробництва і класу приміщень.

Характеристику виробничих приміщень по категоріях виконуваних в них робіт залежно від витрат енергії слід встановлювати відповідно до відомчих нормативних документів, узгоджених в установленому порядку, виходячи з категорії робіт, що виконуються 50 %-ми(і більше) працюючих у відповідному приміщенні.

У районах з підвищеною відносною вологістю зовнішнього повітря при природній вентиляції будівель і споруд допускається приймати при визначенні необхідного повітрообміну для теплого періоду року (розрахункові параметри А) відносну вологість повітря в робочій зоні на 10 % вище встановленої в графі 5 табл.1.2 для допустимих параметрів повітряного середовища [7].

Параметри повітря у виробничих приміщеннях (температура, відносна вологість і швидкість руху повітря) поза робочою зоною не нормуються.

Приміщень з вибухо- і пожежонебезпечними виробництвами, а також в підвальних приміщеннях загального призначення необхідно проектувати з матеріалів, що не згорають, для інших приміщень – з важкогорючих матеріалів.

Нагрівальні прилади слід розміщувати переважно під світловими отворами, прилади мають бути доступні для огляду і очищення. У приміщеннях, де знаходяться вибухо- і пожежонебезпечні виробництва, треба встановлювати нагрівальні прилади з гладкою поверхнею, які легко чистити. У нагрівальних приладів слід передбачати запірну або регулюючу арматуру для монтажного і експлуатаційного регулювання. У місцях, де є небезпека заморожування приладів, арматура не встановлюється. Особлива увага має бути приділена питанням економії теплоенергоресурсів, вторинному використанню тепла, обліку витрачання теплових ресурсів по підприємстві в цілому [7].

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Таблиця 1.2

Норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень в холодний і перехідний періоди року (температура зовнішнього повітря не нижче – 10 °С)

Характеристика виробничого приміщення і періоду року	Категорія роботи	На постійних робочих місцях						Допустима температура повітря поза постійними робочими місцями, °С
		Оптимальні			Допустимі			
		температура повітря, °С	відносна вологість повітря, %	швидкість руху повітря, м/с	температура повітря, °С	відносна вологість повітря, %	швидкість руху повітря, м/с	
Приміщення, що характеризуються незначними надлишками явного тепла (23 Вт/м ² або менш) в холодний перехідний період (температура зовнішнього повітря нижче 10 °С)	Легка	20-22	60-30	Не більше 0,2	17-22	Не більше 75	Не більше 0,3	15-22
	Середньої тяжкості	17-19	60-30	Не більше 0,3	15-20	Теж	Не більше 0,5	13-20
	Важка	16-18	60-30	Теж	13-18	—	Теж	12-18
Те ж в теплий період (температура зовнішнього повітря 10 °С і вище)	Легка	22-25	60-30	0,2-0,5	Не більше ніж на 3°С вище середньої температури зовнішнього повітря о 13 год найжаркішого місяця, але не більше 28°С	більше 55. При 27 °С не більше 60. При 26 °С не більше 65. При 25 °С не більше 70. При 24 °С і нижче не	0,3-0,5	Не більше ніж 3 °С вище середньої температури зовнішнього повітря о 13 год найжаркішого місяця
	Середньої тяжкості	20-23	60-30	0,2-0,5	Те ж	Те ж	Те ж	Те ж
	Важка	18-21	60-30	0,3-0,7	Те ж, але не більше 26	При 26 °С не більше 65. При 25 °С не більше 70. При 24 °С і нижче не більше 75	0,5-1	Не більше ніж 3 °С вище середньої температури зовнішнього повітря о 13 год найжаркішого місяця
Приміщення, що характеризуються значними надлишками явного тепла (більше 23 Вт/м ² в холодний перехідний	Легка	20-22	60-30	Не більше 0,2	17-24	Не більше 75	Не більше 0,5	15-26
	Середньої тяжкості	17-19	60-30	Не більше 0,3	16-22	Теж	Теж	15-24

Арк.

Зм Кільк. Арк. № док. Підпис Дата

Характеристика виробничого приміщення і періоду року	Категорія роботи	На постійних робочих місцях						Допустима температура повітря поза постійними робочими місцями, °С
		Оптимальні			Допустимі			
		температура повітря, °С	відносна вологість повітря, %	швидкість руху повітря, м/с	температура повітря, °С	відносна вологість повітря, %	швидкість руху повітря, м/с	
період температура зовнішнього повітря нижче 10 °С)	Важка	16-18	60-30	Те ж	13-17	Не більше 75	Не більше 0,5	12-19
Те ж в теплий період (температура зовнішнього повітря 10 °С і вище)	Легка	22-25	60-30	0,2-0,5	ніж на 5 °С вище середньої температури зовнішнього повітря в 13 год найжаркішого місяця, але не	не більше 55 %. При 27 °С не більше 60 %. При 26 °С не більше 65 %. При 25 °С не більше 70 %. При 24 °С і нижче не більш	0,3-0,7	Не більше ніж 5 °С вище середньої температури зовнішнього повітря о13 год найжаркішого місяця

	Середньої тяжкості	20-23	60-30	0,2-0,5	Не більше ніж на 5 °С вище середньої температури зовнішнього повітря в 13 год найжаркішого місяця, але не більше 28 °С	При 28 °С не більше 55 %. При 27 °С не більше 60 %. При 26 °С не більше 65 %. При 25 °С не більше 70 %. При 24 °С і нижче не більше 75 %	0,5-1	Не більше ніж 5 °С вище середньої температури зовнішнього повітря о 13 год найжаркішого місяця
	Важка	18-21	60-30	0,3-0,7	Те ж, але не більше 26 °С	При 26 °С не більше 65 %. При 25 °С не більше 70 %. При 24 °С і нижче не більше 75 %	0,5-1	Теж

								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

У приміщеннях громадських будівель з короткочасним перебуванням людей у вуличному одязі в холодний період року допускається приймати температуру повітря 16 °С. У приміщеннях громадських будівель, що проектуються для IV кліматичного району, в яких передбачається установка стельових вентиляторів, необхідно приймати наступні швидкості руху повітря в теплий період року при температурі повітря: 26 °С – не більше 0,3 м/с; 28 °С – не більше 0,7 м/с; 30 °С і вище – не більше 1 м/с [7].

Систему вентиляції розробляють спільно з розробкою системи опалення.

Вихідними даними для проектування вентиляції є:

- дані технологічної частини проекту по категоріях виробництв, тепловиділеннях (від технологічного устаткування, внутрішніх мереж), а також дані по тепловиділеннях електродвигунів і інших електроустановок;
- дані про видалення шкідливостей в приміщення: газів, пари, пилу;
- технологічні вимоги до якості повітряного середовища у виробничих приміщеннях, в приміщеннях лабораторій, боксів, термостатів і інших спеціальних приміщеннях;
- кліматичні дані району будівництва підприємства.

Завданням виробничої вентиляції є забезпечення встановлених санітарними і технологічними вимогами метеорологічних умов і чистоти повітря в приміщеннях будівлі. Аварійна вентиляція повинна забезпечити ліквідацію (локалізацію) наслідків відхилень в технологічних режимах, аварій устаткування і комунікацій і в інших випадках, що викликають раптову різку зміну стану повітряного середовища в приміщенні, загрозове вибухом, пожежею, отруєнням персоналу.

Основні технологічні процеси фармацевтичних виробництв характеризуються значним надлишковим тепловиділенням. Видалення в приміщення шкідливостей у вигляді аерозолів, пилу від компонентів сировини і готової продукції та ін. при нормальному технологічному режимі, як правило, є місцевими, і основні способи боротьби з ними зводяться до максимальної

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

герметизації устаткування і комунікацій, пристрою відсмоктувань безпосередньо від місць видалення шкідливостей, систематичному прибиранню приміщень [7].

Таблиця 1.3

Метеорологічні умови в обслуговуваній зоні приміщення
допоміжних будівель промислових підприємств

Період року	Температура повітря в приміщенні, °С	Відносна вологість, %, не більш	Швидкість руху повітря, м/с, не більш
Допустимі			
Холодний і перехідний (температура зовнішнього повітря нижче 10 °С)	18-22	65	0,3
Теплий (температура зовнішнього повітря 10 °С і вище)	Не більше ніж на 3 °С вище розрахункової температури зовнішнього повітря (розрахункові параметри А)	65	0,5
Оптимальні			
Холодний і перехідний (температура зовнішнього повітря нижче 10 °С)	20-22	45-30	0,1-0,15
Період року	Температура повітря в приміщенні, °С	Відносна вологість, %, не більш	Швидкість руху повітря, м/с, не більш
зовнішнього повітря нижче 10 °С)			
Теплий (температура зовнішнього повітря 10 °С і вище)	20-25	60-30	0,25

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Основним завданням, яке доводиться вирішувати при проектуванні вентиляції приміщень, є боротьба з надлишковими тепловиділеннями для цього зазвичай застосовують вентиляцію примусову (з механічним спонуканням), природну і змішану.

Вентиляцію з природним імпульсом проектують в приміщеннях, де відсутні виділення теплоти і інших шкідливостей, і де на одного працюючого доводиться більше 40 м³, або в приміщеннях, що не обслуговують.

Вентиляцію з механічним спонуканням проектують в тих випадках, коли необхідні метеорологічні умови і чистота повітря в приміщенні не можуть бути забезпечені вентиляцією з природним імпульсом.

При змішаній вентиляції основний повітрообмін забезпечується вентиляцією з механічним спонуканням, а вентиляція з природним імпульсом служить для часткового видалення або припливу повітря.

Системи місцевих відсмоктувань мають бути окремими від витяжних систем загальнообмінної вентиляції. Системи вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалювання слід проектувати окремими для кожної групи приміщень, відокремлених протипожежними стінами. Для приміщень, де знаходяться вибухо- і пожежонебезпечні виробництва, слід, крім того, проектувати окремі системи для кожного поверху.

Допускаються загальні системи для груп суміжних приміщень, якщо вони відносяться до одного технологічного процесу і в них використовуються вибухонебезпечні речовини одного виду. Системи вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалювання для приміщень з виробництвами категорій Г і Д мають бути загальними. Для однорідних допоміжних приміщень слід проектувати загальну систему вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалювання. Суміжні приміщення, що сполучаються отворами, при загальній площі отворів більше 25 % площі стіни або підлоги слід вважати одним загальним приміщенням [7].

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Загальнообмінна вентиляція виробничих приміщень за відсутності даних про видалення шкідливостей повинна забезпечувати кратність повітрообміну відповідно до приведених нижче даних у табл. 1.4.

Таблиця 1.4.

**Кратність повітрообміну загальнообмінної вентиляції
виробничих приміщень**

Найменування приміщення	Кратність повітрообміну, не менше
Приміщення у виробництві хімічних продуктів	20
Відділення ректифікації	8
Зливні відділення і склади спирту	8
Вуглекислотні цехи	3
Насосна сульфатної або хлоридної кислоти	14
Насосна азотної кислоти	12

Характеристика об'єкту

Об'єкт - промислова будівля фармацевтичного підприємства яка знаходиться в Київській області.

I та II поверхи - виробничі дільниці з приміщеннями різного класу чистоти.

Технічний поверх - технічні приміщення.

Теплопостачання фармацевтичного підприємства від котельні з теплоносієм вода з параметрами 80-60°C.

Вихідні дані

Зовнішнє повітря - параметри розраховуються для забезпечення мікроклімату в будівлі приймаємо згідно діючих нормативних документів України:

- – для систем вентиляції для теплого періоду року параметри А;
- – для систем опалення та вентиляції в холодний період року параметри

Б;

Для перехідного періоду року приймаємо:

- температура + 8 °С;
- ентальпія 22,5кДж/кг.

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія розрахункові параметри зовнішнього повітря визначаємо для Київської області та заносимо у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Період	Параметр	Температура t_{ext} , °C	Ентальпія, І кДж/кг	Швидкість вітру, v м/с	Вологовміст, d г/кг	Вологість, ϕ %
ТП	А	+23,7	+53,6	1,0	10,68	42,41
ХП	Б	-22	-20,7	4,2	0,57	88,5
ПП	-	+8	22,5	-	5,75	83

Відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [1], ДБН В.2.2-10-2001 Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я [2] та ДБН В.2.2-10-2019 Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я [3] в приміщеннях будівлі температури внутрішнього повітря прийняті як допустимі та заносимо в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Категорія роботи	Період	Температура повітря, $t_{вн}$ °C	Відносна вологість, ϕ %	Швидкість руху повітря, м/с
Легка	ХП	20	75	0,2
	ТП	27	75	0,3

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Розділ 2
Опис технологічних процесів
та характеристика приміщень

							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

2.1. Технологічні процеси промислового підприємства та технологічного обладнання

При виготовленні фармацевтичних препаратів, існує значний ризик забруднення мікробами та іншими речовинами. Тому необхідно вживати спеціальні заходи для запобігання будь-якого забруднення.

М'які медичні засоби мають унікальні властивості та часто є складними дисперсними системами. Це означає, що важливо правильно керувати технологічним процесом, використовувати відповідне обладнання та зберігати продукцію при необхідних температурах. Це допоможе уникнути нерівномірного розподілу складових, утворення газових емульсій та дестабілізації дисперсних систем.

У виробництві, упаковці, зберіганні та реалізації м'яких медичних засобів для зовнішнього застосування, необхідно дотримуватися вимог щодо мікробіологічної чистоти, відповідно до встановлених стандартів

У процесі виробництва м'яких лікарських форм на заводі використовується широкий спектр базових компонентів та складне спеціальне обладнання. Ефективність технології виробництва значно визначається наступними факторами: рівень дисперсності лікарських речовин, метод їх введення в основу, час, швидкість і послідовність змішування складових, температурний режим та інші параметри. Ці аспекти мають великий вплив на консистенцію, однорідність і стабільність препаратів під час зберігання, а також на їх фармакотерапевтичну ефективність.

Процес виробництва м'яких лікарських форм на хіміко-фармацевтичних підприємствах складається з таких основних етапів:

1. Санітарна обробка виробничих приміщень.
2. Підготовка сировини і матеріалів, включаючи лікарські речовини, основу, тару та упаковку.
3. Уведення лікарських речовин в основу.

									Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

4. Гомогенізація мазей.
5. Стандартизація готового продукту.
6. Фасування, маркування та упакування готової продукції.

В залежності від складності рецептури мазей та фізико-хімічних властивостей їх компонентів, технологічна схема виробництва може включати різні операції. Усі етапи та операції строго контролюються від початку до кінця виробничого циклу згідно з технологічним регламентом. Стадія "Санітарна обробка виробничих приміщень" спрямована на забезпечення виробництва високоякісного готового продукту, його зберігання та транспортування, а також створення безпечних умов праці та охорони здоров'я працівників [8].

Підготовка основи включає операції розчинення або сплавлення її компонентів з подальшим видаленням механічних домішок шляхом фільтрування.

Виконується ряд операцій на стадії "Підготування лікарських речовин", таких як здрібнення і просіювання, особливо якщо лікарські речовини входять до складу мазі у формі суспензії. Також в цей період може здійснюватися розчинення у воді або у компонентах мазевої основи, якщо мова йде про мазь-емульсію або мазь-розчин.

На стадії "Уведення лікарських речовин в основу" проводяться операції, такі як додавання твердих речовин до основи у разі мазі-суспензії або розчинення речовин у основі для мазі-розчину. У випадку комбінованих мазей можуть використовуватися обидва ці процеси. Стадія гомогенізації спрямована на забезпечення однорідності структури та властивостей суміші.

Після виконання усіх операцій препарати стандартизуються за якісним і кількісним вмістом лікарських речовин, що включає визначення їх істинності.

Препарати мають мати певні структурно-механічні (реологічні) характеристики, такі як еластичність, пластичність, в'язкість та періоди релаксації. Фармакологічний ефект в значній мірі залежить від цих структурно-механічних властивостей, які є критерієм визначення якості препаратів як під час їх виробництва, так і під час зберігання.

										Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					

Рекомендується використання закритих систем для виробництва та транспортування продукції з метою захисту від контамінації [8].

Виробничі приміщення (зони), де продукція або відкриті контейнери не захищені від впливу навколишнього середовища, слід забезпечити вентиляцією з очищенням повітря.

2.2. Опис приміщень підприємства

Так, розташування приміщень у будівлі, їх склад, а також клас чистоти по стандарту GMP (добрі виробничі практики) та категорія за НАПБ (нормативи протипожежного захисту) наводяться у додатку 1 де міститься інформацію щодо умов виробництва, що допомагає забезпечити відповідність виробничого середовища вимогам стандартів та нормативів.

Згідно категоріям по [9-10] та класу чистоти приміщень по GMP назва та характеристика приміщень фармацевтичного підприємства наведені у додатку 1.

Так, для виготовлення фармацевтичних препаратів використовується спеціалізоване технологічне обладнання. Це обладнання може включати капсульні машини для наповнення капсульних оболонок, міксери для змішування компонентів гелів та кремів, апарати для розплавлення і формування супозиторіїв та інше.

Кожен тип продукту може вимагати своїх унікальних процесів виготовлення та обладнання для їх реалізації. Технологічне обладнання зазвичай допомагає забезпечити високу якість та стандартизацію продукції, а також підвищити продуктивність та ефективність виробництва.

Так, технологічний процес виробництва медичних препаратів може включати різні етапи, що сприяють виділенню різноманітних шкідливостей. Це можуть бути випаровування розчинників, пилу, газів, аерозолів або інших хімічних речовин, які можуть бути присутніми у виробничому середовищі [7-10].

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Ці шкідливості можуть бути потенційно небезпечними для здоров'я працівників, які працюють у виробництві, тому важливо вживати заходи безпеки та захисту для мінімізації їх впливу. Це може включати встановлення систем вентиляції, використання захисного обладнання (наприклад, респіратори, захисні окуляри), дотримання правильних процедур роботи та регулярних перевірок на відповідність нормам безпеки [9-10].

Згідно технологічних процесів для даного фармацевтичного підприємства визначенні шкідливості від технологічного обладнання та їх характеристика наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Технологічне обладнання			Характеристика шкідливостей, що виділяються	Об'єм, м ³ /с	
Позн	Найменування	К-сть		На од.облд	Всього
122-2	Ваги лабораторні	1	Бетаметазону валерат мікролізований	0,111	0,111
КП-8 КП-11	Ваги платфор. настільні Ваги платфор. підлогові	3	Желатин	0,138	0,416
125-2	Ваги лабораторні	1	Спирт ацетостеариловий, натрій дигідрофосфат, натрію гідроксид, желатин	0,111	0,111
205-5	Шафа витяжна універсальна	1	Оксид водню, етиловий спирт, мурашина кислота	0,111	0,111
210-2	Шафа витяжна універсальна	1	Оксид водню, етиловий спирт	0,111	0,111
КП108 КП109	Ваги платформові настільні	1	Бентазону валеріат, натрію дигідрофосфат, кислота фосфорна концентрована, хлоркезол, натрію гідроксид, ніпагін, ніпазол, кислотний червоний	0,138	0,138
227-2	Шафа витяжна універсальна	1	Спирт етиловий, желатин, сліди альфа-токоферону-ацетану (вітамін Е)	0,111	0,111
233-2	Шафа витяжна універсальна	1	Оксид водню, етиловий спирт	0,111	0,111

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Розділ 3
Теплотехнічний розрахунок будівлі

							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Тепловий режим будівлі включає в себе всі аспекти та процеси, які впливають на тепловий комфорт у приміщеннях цієї будівлі.

Приміщення будівлі, які відокремлені від зовнішнього середовища за допомогою огорожувальних конструкцій, створюють певний мікроклімат всередині. Зовнішні конструкції захищають приміщення від зовнішніх атмосферних впливів, а спеціальні інженерні системи забезпечують певні параметри внутрішнього середовища. Всі ці інженерні засоби та пристрої, що регулюють умови мікроклімату у приміщеннях будівлі (включаючи огорожувальні конструкції, сонцезахисні пристрої, інші конструктивно-планувальні засоби, а також системи опалення, охолодження, вентиляції та кондиціонування повітря), утворюють систему кондиціонування мікроклімату. Важливо розглядати процеси, які формують теплове середовище в приміщенні, у взаємозв'язку між собою, оскільки їх взаємодія може мати значний вплив.

Тепловтрати будівлі залежать від теплоізоляційних характеристик її огороження. Підвищення теплоізоляційних властивостей огорожуючих конструкцій полягає у збільшенні опору теплопередачі до нормативних значень. Це може бути досягнуто за допомогою утеплення стін теплоізоляційними матеріалами, які мають бути захищені від зовнішніх впливів захисним і декоративним шаром, який, у разі потреби, зберігає або покращує зовнішній вигляд будівлі.

Зменшення товщини огорожень призводить до зменшення їх термічного опору і збільшення втрат тепла, що в свою чергу призводить до зниження температури внутрішніх поверхонь. Низька температура поверхні огорожень може негативно впливати на організм людини і сприяти утворенню конденсату водяних парів, що містяться в повітрі. Сконденсована волога зазвичай поглинається матеріалом огороження, що може призвести до його пошкодження та зменшення теплоізоляційних властивостей.

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Під час опалювального періоду, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря (t_{ext}), температура внутрішньої поверхні зовнішніх огорожень може бути недостатньою для забезпечення комфортних умов у приміщенні. Щоб забезпечити температурний комфорт, внутрішня поверхня огорожень повинна перебувати на рівні 15–20 °С. Це можна досягти шляхом підвищення термічного опору теплопередачі (R) та зменшення втрат тепла через зовнішні огорожувальні конструкції.

Матеріали для теплоізоляції у будівництві повинні мати не лише високий тепловий опір, але і широкий спектр інших властивостей. Серед них екологічна безпека (відсутність викидів шкідливих речовин під час експлуатації), вогнестійкість, міцність, легкість в установці та доступність за ціною.

Кліматичні дані для холодного періоду року для Київської області можна вибрати відповідно до даних, наведених у джерелі [4], та занести їх у таблицю 3.1.

Кліматологічні дані для холодного періоду

Таблиця 3.1

Температурна зона	I
Географічна широта, пн.ш	51
Барометричний тиск, гПа	990
Температура найхолоднішої доби з $t_{зовн.1}$, С	-26
Температура найхолоднішої п'ятиденки $t_{зовн.5}$, С	-22
Опалювальний сезон: Середня темпер. $t_{o.c}$, С	-1,1
Опалювальний сезон: Тривалість $Z_{o.c}$, діб	187
Зона вологості	H

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Кількість градусо-днів опалювального сезону визначаємо:

$$S = (t_{вн} - t_{oc})Z = (20 - (-1,1)) \times 187 = 3946 \text{ градусо-днів}$$

Підбір огорожувальних конструкцій слід здійснювати для умов їх експлуатації Б.

За вимогами ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [5] опір теплопередачі огорожуючих конструкцій $R_{заг}$ повинен бути не менше нормативного R_{min}^q

Для кожного типу огорожувальних конструкцій розрахунок проводимо за формулами:

$$R_{заг} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^3 \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_з} \quad (3.1)$$

де: $\alpha_в$, $\alpha_з$ – коефіцієнти тепловіддачі зовнішньої і внутрішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К), які приймаються згідно з додатком ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [5];

δ_i – товщина і-го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації згідно з додатком ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [5], Вт/(м · К).

Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої, $\alpha_в$, та зовнішньої, $\alpha_з$, поверхонь огорожувальних конструкцій наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3. 2

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² К)	
	$\alpha_в$	$\alpha_з$
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра h до відстані між гранями b сусідніх ребер $h/b \leq 0,3$ $h/b > 0,3$	8,7 7,6	23 23
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	12
Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхами, що розташовані нижче рівня землі	8,7	6

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні системи

8,0

23

$$\tau_{e.n.} = t_e - \frac{t_e - t_n}{R \cdot \alpha_e} \quad (3.2)$$

Якщо допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції позначається як $\Delta t_{пр}$. Тобто, $\Delta t_{пр}$ буде рівним значенню, яке відповідає вимогам санітарно-гігієнічних норм. Потрібно зазначити, що вищезгадані вимоги можуть залежати від конкретних стандартів та правил, які застосовуються у відповідній локації. Тому важливо користуватися актуальними нормативами і вимогами при обчисленні $\Delta t_{пр}$:

- стіни (зовнішні, внутрішні) 5°C ;
- покриття та перекриття даху 4°C ;
- перекриття над проїздами та підвалами $2,5^{\circ}\text{C}$.

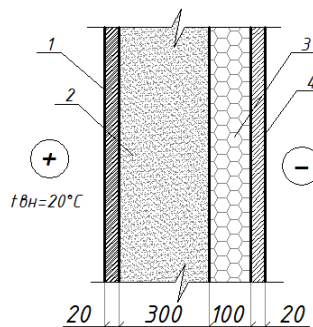
Зовнішні стіни

Приймаємо величину потрібного опору теплопередачі згідно [5-6]:

$$R_q^{\min} = 3,3 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт.}$$

№ шару	Назва матеріалу	Товщина, мм	Густина кг/м ³	Теплопровідність λ_p , Вт/м ² К
1	Мінераловатні плити	100	150	0,064
2	Газобетон	300	500	0,16
3	Вапняно піщаний . Розчин	20	1800	0,93
4	Цементно піщаний .Розчин	20	1600	0,81

Схема огороження



Арк.

ЗМ Кільк. Арк. № док. Підпис Дата

Визначаємо термічний опір :

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,3}{0,16} + \frac{0,1}{0,064} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > R_{\text{заг}}^{\text{норм}}$$

Максимальна пружність водяної пари при $t_{\text{в}}=20 \text{ °C}$ $E=17,54 \text{ мм.рт.ст.}$ для умов експлуатації $t_{\text{в}} = 20 \text{ °C}$, $\phi_{\text{в}}=55\%$. Дійсна пружність водяної пари $e=10,52 \text{ мм.рт.ст.}$, якій відповідає точка роси $t_{\text{в}}=12\text{°C}$. Температура внутрішньої поверхні:

$$t_{\text{в.н.}} = 20 - \frac{20 - (-22)}{3,65 \times 8,7} = 18,61 \text{ °C} > t_{\text{р}} = 12 \text{ °C} .$$

Таким чином, конденсат не утвориться на внутрішній поверхні.

Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог, допустима різниця між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні для зовнішньої стіни громадських будівель прийнята на рівні 5°C . Температурний градієнт на поверхні складає:

$$\Delta t_{\text{пр}} = 20 - 18,61 = 1,39 \text{ °C} < t_{\text{ор}} = 5 \text{ °C} .$$

Горищне перекриття

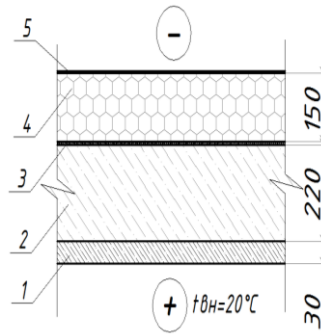
Приймаємо величину потрібного опору теплопередачі згідно [5-6]:

$$R_{\text{q}}^{\text{min}} = 4,95 \text{ м}^2 \text{ °C} / \text{Вт} .$$

№ шару	Назва матеріалу	Товщина, мм	Густина кг/м ³	Теплопровідність $\lambda_{\text{р}}$, Вт/м ² К
1	Залізобетонна плита перекриття	220	2500	2,04
2	Пароізоляція (поліетилен)	-	-	-
3	Вапняно піщаний. Розчин	30	1800	0,93
4	Гідроізоляція ПВХ-мемрана	1,2	-	-
5	Мінераловатні плити щільні	200	100	0,044

Схема огородження

							Арк.
ЗМ	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		



Визначаємо термічний опір :

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,2}{0,044} + \frac{1}{12} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \geq R_{заг}^{номп}$$

Для умов експлуатації, коли температура повітря $t_{в} = 20 \text{ °C}$, та відносна вологість $\phi_{в}=55\%$ максимальна пружність водяної пари при $t_{в}=20 \text{ °C}$ $E=17,54$ мм.рт.ст. Фактичний тиск водяної пари $e=10,52$ мм.рт.ст, що відповідає точці роси $t_{р}=12\text{°C}$. Температура внутрішньої поверхні:

$$\tau_{в.п.} = 20 - \frac{20 - (-22)}{4,95 \times 8,7} = 18,97 \text{ °C} > t_{р} = 12 \text{ °C} .$$

Таким чином, конденсат не утвориться на внутрішній поверхні.

Відповідно до санітарно-гігієнічних норм, допустима різниця між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні для зовнішньої стіни складає $t_{ог} = 4\text{°C}$ Температурний градієнт на поверхні складає:

$$\Delta t_{тр} = 20 - 18,97 = 1,02 \text{ °C} < t_{ог} = 4 \text{ °C} .$$

Підлога на ґрунті

Тепловтрати через підлогу, яка знаходиться на ґрунті, розраховуються з використанням зонування. Розрахункова зона, яка враховується, має ширину 2 м і пролягає паралельно зовнішній стіні. Першу смугу, яка є найближчою до зовнішньої стіни, позначають як I зону, наступні дві смуги - II та III зони, а площу підлоги, що залишається, - як IV зону. Ділянку площі, яка примикає до кута зовнішніх стін, вимірюють двічі. Опір теплопередачі конструкції підлоги наведені в таблиці 3.3.

									Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

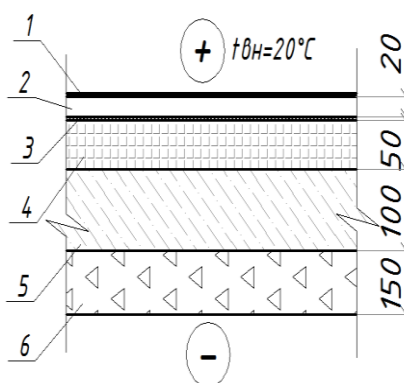
Умовний опір теплопередачі, $R_{\text{нп}}, \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	Зона – смуга підлоги			
	I зона, $R_{\text{нп}}^{\text{I}}$	II зона, $R_{\text{нп}}^{\text{II}}$	III зона, $R_{\text{нп}}^{\text{III}}$	IV зона, $R_{\text{нп}}^{\text{IV}}$
	2,1	4,3	8,6	14,2

Визначаємо опір теплопередачі для кожної зони $R_{\text{ут}}^{\text{i}}$, для утепленої підлоги на ґрунті з шарами матеріалів товщиною δ_i :

$$R_{\text{ут}}^{\text{i}} = R_{\text{нп}}^{\text{i}} + \sum (\delta_i / \lambda_i) \quad (3.3)$$

№ шару	Назва матеріалу	Товщина, мм	Густина $\text{кг}/\text{м}^3$	Теплопровідність $\lambda_p, \text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$
1	Плити пінополістерольні	50	50	0,043
2	Цементно піщаний. Розчин	20	1600	0,81
3	Підлогове покриття	-	-	-
4	Гідроізоляційний шар	-	-	-
5	Гравійно-піщана засипка	150	300	0,13
6	Бетонна заливка	100	2500	1,7

Схема огородження



Визначаємо термічний опір :

$$R_{\text{підлоги}} = \sum_{i=1}^3 \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} = \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,05}{0,043} + \frac{0,1}{1,7} + \frac{0,15}{0,13} = 2,4 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} .$$

$$R_{\text{уп}}^{\text{I}} = 2,1 + 2,4 = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} .$$

$$R_{\text{уп}}^{\text{II}} = 4,3 + 2,4 = 6,7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} .$$

$$R_{\text{уп}}^{\text{III}} = 8,6 + 2,4 = 11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} .$$

$$R_{\text{уп}}^{\text{VI}} = 14,2 + 2,4 = 16,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} .$$

								Арк.
ЗМ	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

Величину потрібного опору теплопередачі для вікон приймаємо $R_q^{\min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Розглядаємо металопластикові вікна WDS-4 SERIES, 3 камери, монтажна глибина 60мм, товщина зовнішньої стінки 2,8мм, $R_{\text{заг}} = 0,82 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, ущільнювач класу TPV PP/EPDM, склопакет – 32мм, скло – 6мм.

Величину потрібного опору теплопередачі для зовнішніх дверей приймаємо $R_q^{\min} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Розглядаємо подвійні зовнішні дерев'яні двері додатково утеплені, $R_{\text{заг}} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Розглядаємо для внутрішньої стіни гіпсові панелі або плити $\delta = 80 \text{ мм}$ з вапняно-піщаною штукатуркою $\delta = 15 \text{ мм}$, $R_{\text{заг}} = 1,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

№	Найменування конструкцій	Опір тепл. R, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$		Коефіцієнт теплопередачі k, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	Загальна товщина $\delta_{\text{заг}}$, м
		R_q^{\min}	$R_{\text{заг}}$		
1	Вікна	0,75	0,82	1,22	-
2	Стіна внутрішня	-	1,06	0,943	0,095
	Стіна зовнішня	3,3	3,65	0,274	0,44
3	Двері вхідні	0,5	0,5	2	-
4	Підлога:				0,32
	I зона	2,1	4,5	0,222	
	II зона	4,3	6,7	0,149	
	III зона	8,6	11,0	0,091	
	IV зона	14,2	16,6	0,06	
5	Горище перекриття	4,95	4,95	0,202	0,4

Розрахунок тепловтрат опалювальної будівлі

Обчислюємо розрахункові теплові втрати Q_1 Вт, опалювального будинку [11]:

$$Q_1 = Q_{\text{ог}} + Q_{\text{в}} \quad (3.4)$$

де: $Q_{\text{ог}}$ – тепловтрати через огорожуючі конструкції будівлі, Вт;

									Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Q_B – тепловтрати на нагрівання вентиляційного повітря, Вт.

Обчислюємо тепловтрати через огорожувальної конструкції які складаються з основних Q_o та додаткових Q_d тепловтрат і обчислюються з округленням до 10 Вт:

$$Q_{ог} = Q_o + Q_d = Q_o (1 + \sum \beta) \quad (3.5)$$

де: $\sum \beta$ – сума додаткових тепловтрат, виражених в частках від основних тепловтрат.

Основні тепловтрати через огорожуючі конструкції і приміщення визначають підсумовуванням тепловтрат через окремі огорожуючі конструкції, обчислених за формулою:

$$Q_o = (A/R_{заг}) \cdot (t_p - t_{ext}) \cdot n \quad (3.6)$$

де: A – розрахункова площа огорожувальної конструкції, m^2 ;

$R_{заг}$ – опір теплопередачі огорожуючі конструкції, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;

t_p – розрахункова температура повітря в приміщенні, $^\circ C$;

t_{ext} – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ C$;

n – коефіцієнт урахування положення зовнішньої поверхні огороження стосовно до зовнішнього повітря.

Тепловтрати через внутрішні огороження суміжних приміщень враховуються, якщо різниця між розрахунковими температурами повітря в цих приміщеннях перевищує $4^\circ C$.

Додаткові тепловтрати відносно основних тепловтрат приймаються через зовнішні вертикальні стіни, двері та вікна, спрямовані на захід, південний захід - у розмірі $\beta=0,1$, а на південний схід – у розмірі $\beta=0,05$.

Розраховуємо окремо витрату теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря Q_B для кожного приміщення:

$$Q_B = 0,334 \cdot A_{п} \cdot h_{пр} \cdot (t_{вн} - t_{зовн5}) \cdot k_B \cdot k_{зл} \quad (3.7)$$

де: $A_{п}$ – площа підлоги приміщення;

$h_{пр}$ – висота приміщення;

k_B – кратність повітрообміну в приміщенні;

									Арк.
ЗМ	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

$k_{зл}$ – коефіцієнт урахування впливу зустрічного теплового потоку в конструкціях огорожень.

Розраховуємо витрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря $Q_{сх}^B$, яке проникає у вхідні вестибюлі через вхідні двері за відсутності повітряно – теплових завіс:

$$Q_B = b_B \cdot (H + 0,8 \cdot p) \cdot (t_{вн} - t_{зовн5}) \quad (3.8)$$

де: H – висота будинку, м;

p – кількість людей, що знаходяться у будівлі;

b_B – коефіцієнт, який враховує кількість вхідних тамбурів, для двох тамбурів;

$b_B = 0,6$.

									Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Розділ 4
Система опалення

							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

4.1. Характеристика системи опалення

Для даного фармацевтичного аїдприємства передбачено використання двотрубної горизонтальної радіаторної системи опалення для компенсації втрат теплової потужності. Система водяного опалення застосовується у всіх приміщеннях, які не належать до виробничих, складських або допоміжних. У виробничих приміщеннях з класом чистоти "D" використовується повітряна система опалення. Джерелом теплопостачання є котельня, де температура теплоносія в системі опалення становить 80-60 °С.

Конструктивно, основна схема системи опалення включає в себе тупикові поверхові гілки теплопостачання, що оснащені запірно-регулюючою арматурою та радіаторними термостатичними елементами (автоматичними термостатичними клапанами). Ці елементи не лише забезпечують підтримку заданих параметрів мікроклімату в приміщеннях, але й сприяють енергоефективності та заощадженню енергоресурсів.

Для системи опалення передбачено використання сталевих панельних радіаторів конвективного теплообміну виробництва "KORADO" ,Чехія. Для можливості регулювання та відключення окремих частин системи опалення у разі аварії або ремонту передбачена запірно-регулююча арматура від фірми "Danfoss", Данія. Для гідравлічного балансування стояків використовуються балансуючі клапани з попередньою настройкою від фірми "Danfoss" під назвами ASV-PV та ASV-M. Розподільчі трубопроводи прокладаються вздовж зовнішніх стін, переважно у підлозі.

Система опалення збирається з використанням сталевих водогазопровідних легких труб згідно з ГОСТ 3262-89. Для видалення повітря з системи опалення передбачено використання автоматичних повітрозбірників, які монтується на розподільчих колекторах та у верхніх точках системи. Теплоізоляція матеріалом "Termoflex FRZ d=9мм. В місцях перетину перекриттів стояки прокладаються в протипожежних гільзах BIS Pasifure МК II (фірми Walraven, Данія). Трубопроводи

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

прокладаються з ухилом 0,002 у бік спуску теплоносія. Злив води передбачається через дренажні вентиля.

Балансуючі пристрої встановлюються там, де приладові вітки або стояки приєднуються до магістральних трубопроводів. Для горизонтальних трубопроводів прийнято ухили рівні 0,002 від вертикального повітрязбірника. Трубопроводи системи опалення та запірно-регулююча арматура проектується з урахуванням вимог щодо енергозбереження і обгороджуються термоізоляцією.

Переваги двотрубних горизонтальних систем водяного опалення:

1. Економічність: Затрати енергетичних ресурсів на нагрівання теплоносія до визначеної температури значно менше порівняно з іншими системами опалення.
2. Рівномірний перепад температур: В двотрубних системах опалення перепад температур води у кожному опалювальному приладі постійний, а середня температура води в будь-якому приладі двотрубного стояка однакова.
3. Більше можливостей для встановлення приладів: Дозволяється більше число опалювальних приладів.
4. Менші втрати тиску: Втрати тиску у двотрубній системі опалення значно менше порівняно з однотрубною системою.
5. Спрощена схема гідравлічного розрахунку: При попутньому русі теплоносія система має достатньо спрощену схему гідравлічного розрахунку.
6. Можливість відключення окремих віток: При проведенні регламентних та експлуатаційних робіт можна відключити окремі вітки.

З цими показниками можна зробити висновок, що використання запроєктованої системи опалення є економічно доцільним рішенням.

У виробничих приміщеннях класу чистоти "D" передбачається повітряне опалення. Припливне повітря подається в приміщення з верхньої зони, а видалення повітря здійснюється з нижньої.

								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

Розрахунок теплової потужності системи опалення.

Визначаємо розрахункову теплову потужність системи опалення [11]:

$$Q=(Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2+Q_2-Q_3) \cdot 1,1 \quad (4.1)$$

де: Q_1 – розрахункові тепловтрати будівлі, Вт;

b_1 – коефіцієнт урахування додаткового теплового потоку прийнятих до установки опалювальних приладів, який виникає внаслідок округлення їх поверхні понад розрахункову величину;

b_2 – коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огорожень;

Q_2 – втрати теплоти, Вт, трубопроводами, що прокладаються в неопалювальних приміщеннях;

Q_3 – тепловий потік, Вт, що надходить від освітлення, обладнання і людей.

Визначаємо розрахункову теплову потужність опалювального приладу:

$$Q_{оп} = 1,1 \cdot (Q_{ог} + Q_{в} + Q_{вн} - 0,9 \cdot Q_{тр} - Q_{зп}), \quad (4.2)$$

де: $Q_{ог}$ – тепловтрати через огорожуючі конструкції будівлі, Вт;

$Q_{в}$ – тепловтрати на нагрівання вентиляційного повітря, Вт;

$Q_{вн}$ – втрати, Вт, через внутрішні стіни, що відокремлюють приміщення, для якого розраховують теплову потужність опалювального приладу, від суміжного приміщення, в якому можливе експлуатаційне зниження температури при регулюванні. $Q_{вн}$ враховуємо тільки при розрахунку опалювальних приладів, обладнаних автоматичними терморегуляторами і тільки через одну внутрішню стіну при різниці температур суміжних приміщень $8 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

$Q_{тр}$ – тепловий потік, Вт, від неізольованих трубопроводів системи опалення, що прокладаються в приміщеннях;

$Q_{зп}$ – тепловий потік, Вт, котрий регулярно надходить від технологічного обладнання, людей, тощо. В цих приміщеннях величина $Q_{зп}$ не враховується.

Визначаємо розрахункову теплову потужність системи опалення:

$$Q_{co} = Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 + Q_2 - Q_3 = 187301 \cdot 1,04 \cdot 1,02 + 7492 - 45360 = 160821 \text{ Вт}$$

								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

Визначаємо Q_2 – тепловтрати трубопроводів прокладених в неопалювальних приміщеннях, Вт:

$$Q_2 = 0,04 \cdot Q_1 \quad (4.3)$$

$$Q_2 = 0,04 \cdot 187301 = 7492 \text{ Вт}$$

Визначаємо Q_3 – теплонадходження в приміщення, Вт:

$$Q_3 = 10 \cdot A_{зп} \quad (4.4)$$

$$Q_3 = 10 \cdot 4536 = 45360 \text{ Вт}$$

$A_{зп} = 4536 \text{ м}^2$ – загальна площа будинку.

Для систем опалення питомий тепловий потік повинен бути менший за контрольні показники питомого теплового потоку (додаток 25 [4]) $q_k = 37 \text{ Вт/ м}^2$.

$$q_{пит} = Q_{co} / \sum A_{зп}, \quad (4.5)$$

$$q_{пит} = 160821 / 4536 = 35,5 < 37 \text{ Вт/ м}^2$$

Величина питомої теплової потужності $q_{пит}$ не перевищує контрольного значення q_k , це значить що умова виконується.

Розраховуємо величину питомого річного теплоспоживання системою опалення:

$$w_{пит} = Q_{рік} / A_{к.п}, \quad (4.6)$$

$$w_{пит} = 1655,5 / 4050 = 0,41 \text{ ГДж/рік м}^2$$

де: $Q_{рік}$ – величина розрахункового тепло споживання системою опалення ГДж/рік.;

$A_{к.п}$ – корисна площа будівлі, м^2 .

Розрахуємо величину розрахункового теплоспоживання системою опалення ГДж/рік [12]:

$$Q_{рік} = 0,0864 \cdot Q_{co} \cdot 10^{-3} \cdot S \cdot \alpha_T \cdot b_{рпк} \cdot C_T / (t_{вн} - t_{зовн.5}) \quad (4.7)$$

де: S_{oc} – кількість градусодіб опалювального сезону;

$t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{зовн.5}$ – середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{рік} = 0,0864 \cdot 160821 \cdot 10^{-3} \cdot 3946 \cdot 0,8 \cdot 0,9 / 40 = 1645,5 \text{ ГДж/рік}$$

								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

4.2. Гідравлічний розрахунок

Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення виконується з метою:

1. Визначення циркуляційного тиску для різних циркуляційних кілець, щоб забезпечити належний рух теплоносія через систему.
2. Підбору діаметрів трубопроводів, які будуть достатні для пропуску заданої кількості теплоносія при діючому тиску.
3. Гідравлічна ув'язка окремих циркуляційних кілець, щоб забезпечити оптимальний розподіл тепла та теплоносія по всій системі.

Гідравлічний розрахунок системи опалення за методом характеристик опорів полягає в використанні специфічних характеристик опорів для кожного елемента системи, таких як труби, фітинги, радіатори тощо. Цей метод дозволяє розрахувати опори в кожному вузлі системи та знайти загальний гідравлічний опір. За допомогою цього методу можна визначити необхідний циркуляційний тиск, вибрати оптимальні діаметри трубопроводів та забезпечити ефективну роботу системи опалення. Розрахунок по методу характеристик опорів базується на рівнянні [13]:

$$\Delta P = S \cdot G^2, \quad (4.8)$$

де: G – масова витрата води на розрахунковій ділянці, кг/год;

S – характеристика гідравлічного опору ділянки, Па/(кг/год)²,

S – визначається по формулі:

$$S = A \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \zeta \right), \quad (4.9)$$

де: λ – коефіцієнт гідравлічного тертя;

l – довжина трубопроводу ділянки системи опалення, м;

d – внутрішній діаметр трубопроводу ділянки системи опалення, м;

$\sum \zeta$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів;

A – питомий динамічний тиск на ділянці, Па/(кг/год)²,

A – розраховується по формулі:

								Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

$$A=6,25/10^8 \cdot \rho \cdot d^4, \quad (4.10)$$

Так, саме через те, що результати розрахунків за методом характеристик опорів добре відповідають реальним експлуатаційним умовам, цей спосіб отримав широке розповсюдження. Він дозволяє забезпечити точність та надійність при проектуванні систем опалення, що є важливим аспектом для будь-якого інженерного проекту [13].

Визначаємо розрахунковий циркуляційний тиск в системі опалення:

$$\Delta P_{co} = \Delta P_n + B \Delta P_{pr}, \quad (4.11)$$

де: ΔP_n – тиск, що створюється насосом;

B – коефіцієнт, що визначає частку максимального природного тиску, для двотрубною системи опалення з нижньою розводкою $B = 0,75$;

ΔP_{pr} – природний тиск, що виникає внаслідок охолодження води в опалювальних приладах і трубопроводах системи опалення, Па,

ΔP_{pr} - знаходимо за формулою:

$$P_{pr} = g \cdot h_i, \quad (4.12)$$

де: h_i – вертикальна відстань між усіма умовними центрами охолодження в горизонтальних вітках, або опалювальних приладах з умовним центром нагрівання [13].

Гідравлічний розрахунок виконаний в програмному комплексі "Danfoss SO graf". Підібрані діаметри трубопроводів представлено на аксонометричних схемах системи опалення.

4.3. Підбір опалювальних приладів

Визначаємо розрахункову теплову потужність опалювального приладу:

$$Q_{op} = 1,1 \cdot (Q_{ог} + Q_v + Q_{вн} - 0,9 \cdot Q_{тр} - Q_{зп}), \quad (4.13)$$

де: $Q_{ог}$ – тепловий потік через огорожуючі конструкції, кВт;

								Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

Q_B – втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, кВт;

$Q_{вн}$ – втрати теплоти через внутрішні стіни, що відділяють опалювальне приміщення, від суміжного у якому можливе експлуатаційне пониження температури, кВт;

$Q_{тр}$ – тепловий потік від неізольованих трубопроводів, що проходять через приміщення, кВт,

$Q_{зп}$ – тепловий потік від електричного обладнання, кВт.

Визначаємо тепловий потік опалювального приладу, який відрізняється від нормованих [14]:

$$Q = Q_n \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot c \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3, \quad (4.14)$$

де: Q_n – номінальний тепловий потік опалювальних приладів при нормованих умовах, Вт;

φ_1 – поправочний коефіцієнт, що враховує змінення теплового потоку опалювального приладу при відміні розрахункового температурного напору Δt_r від нормованого Δt_n ;

φ_2 – поправочний коефіцієнт, що враховує змінення теплового потоку опалювального приладу при величині при відміні розрахункової витрати води $G_{оп}$ від нормованої G_n ;

b – коефіцієнт, що приймається за графіком в залежності від розрахункового барометричного тиску $P_б$, гПа для конкретного географічного пункту;

c – поправочний коефіцієнт, який враховує схему руху води в опалювальному приладі та змінення показника степеня p при різних діапазонах витрати теплоносія;

ψ_1 – поправочний безрозмірний коефіцієнт, що враховує зменшення теплового потоку опалювального приладу при русі води в ньому за схемою "згори - вниз";

ψ_2 – поправочний коефіцієнт на число рядів опалювальних приладів по вертикалі, що враховує зменшення теплового потоку верхніх приладів, що омиваються нагрітим потоком повітря від розташованих нижче приладів;

								Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

ψ_3 – поправочний коефіцієнт, що враховує зменшення теплового потоку опалювальних приладів при їх установці в два ряди у глибину.

Розрахунок опалювальних приладів зазвичай здійснюється у такій послідовності:

Визначення потреби в тепловій потужності: Це може включати розрахунок тепловтрат будівлі та визначення необхідної потужності для підтримки комфортної температури всередині.

Вибір типу опалювального приладу: Залежно від потреб та характеристик приміщення вибирається тип радіатора, конвектора, підлогового опалення тощо.

Розрахунок кількості та розміщення приладів: Визначення кількості та оптимального розміщення опалювальних приладів у приміщенні для забезпечення рівномірного нагріву.

Розрахунок гідравлічного балансу: Перевірка та налаштування системи на оптимальний режим роботи, включаючи гідравлічний баланс для рівномірного розподілу тепла.

Вибір та налаштування регуляторів температури: Встановлення і налаштування термостатів або клапанів для забезпечення регулювання температури в приміщенні.

Ця послідовність дозволяє систематично та ефективно розрахувати опалювальні системи з метою забезпечення комфортних умов для користувачів.

Послідовність у якій здійснюється розрахунок опалювальних приладів:

Розраховуємо температуру води, що надходять у кожний опалювальний прилад [14]:

$$t_{ex} = t_r - \frac{0.86 \times Q_1 \times B_2 \times B_3}{G_{cm}} \quad (4.15)$$

де: Q_1 – сума тепловтрат приміщень, які обслуговуються однією приладовою віткою;

B_2 – коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами розташованими у зовнішніх огорожень;

B_3 – коефіцієнт урахування способу установки опалювальних приладів;

								Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

$G_{ст}$ – витрата води в стояку.

Обчислюємо перепад температур води в радіаторах:

$$\Delta t_{O.П.} = \frac{0.86 \times Q_1^* \times B_3}{G_{ст} \times \alpha} \quad (4.16)$$

Обчислюємо температурний напір в кожному радіаторі:

$$\Delta t_{r} = t_{ex} - \frac{\Delta t_{O.П.}}{2} - t_{вн} \quad (4.17)$$

Обчислюємо розрахункову теплову потужність кожного радіатора:

$$Q_{O.П.} = (Q_1 - 0.9 \times Q_{mp}) \times B_2 \times B_3 \quad (4.18)$$

Для досягнення найбільш енергозберігаючого ефекту від використання терморегуляторів, авторитет опалювального приладу $A_{оп}$ повинен знаходитись в межах від 0,5 до 1. Авторитет опалювального приладу – частка необхідної теплопередачі опалювального приладу $Q_{оп}$ від теплової потреби приміщення $Q_{п.}$

Визначаємо авторитет опалювального пристрою:

$$A_{оп} = Q_{оп} / Q_{п.} \quad (4.19)$$

За допомогою програми "Danfoss CO graf" виконуємо гідравлічний розрахунок системи опалення, розрахунок і підбір опалювальних приладів.

Найменування будівлі	Площа кв.м.	Період року $t_{н}, ^\circ C$	Витрата тепла, кВт*ч				Холодопродуктивність, кВт	Потужність електро-двигунів, кВт	Витрата пара, кг/ч
			на опалення	на вентиляцію	на ГВС	Загальний			
Виробничий корпус	3106,9	-22,0 холодн.	131,5	300,1	154,9	586,5	-	112,41	230,3
		+28,7 теплий	-	118,8	132,1	250,9	417,5		-

									Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

4.4. Особливості експлуатації системи опалення

Експлуатація системи опалення має кілька важливих аспектів, які варто враховувати [1, 3, 12, 14]:

1. Регулярне обслуговування: Рекомендується проводити регулярну перевірку та обслуговування системи опалення, включаючи очищення фільтрів, перевірку наявності витоків, та перевірку роботи всіх компонентів.
2. Налаштування температури: Налаштуйте температуру в приміщеннях з урахуванням зручності та економії енергії.
3. Ефективне використання: Застосовуйте таймери та термостати для автоматичного керування системою опалення, щоб забезпечити оптимальний комфорт і енергоефективність.
4. Загальна безпека: Переконайтеся, що всі елементи системи опалення, такі як котли, радіатори та труби, належним чином встановлені та підтримуються в безпечному стані.
5. Ефективне використання палива: Якщо ваша система опалення працює на паливі, звертайте увагу на ефективне використання палива та періодично перевіряйте його рівень.
6. Відповідність правилам та нормативам: Дотримуйтесь всіх місцевих правил та нормативів щодо експлуатації систем опалення, зокрема у сфері безпеки та енергоефективності.
7. Вентиляція: Забезпечте належну вентиляцію приміщень, особливо якщо ви використовуєте газовий котел або інші системи опалення, які потребують допуску повітря.
8. Уникайте перегріву: Не перегрівайте приміщення, оскільки це може призвести до зайвого споживання енергії та зниження комфорту.
9. Регулярне очищення теплообмінників: Якщо ви користуєтеся системою гарячого повітря, регулярно очищуйте теплообмінники від пилу та бруду, щоб забезпечити ефективну передачу тепла.

									Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Розділ 5
Системи вентиляція та
кондиціонування повітря

								Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

5.1. Технологічні вимоги до виробничих приміщень

Системи вентиляції та кондиціонування повітря для приміщень з виробничою чистотою розробляються відповідно до вимог ДБН та СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2020 "Належна виробнича практика (GMP)" [15], тобто вентиляція виробничих приміщень здійснюється відповідно до технології промисловості і класів чистоти приміщень.

Стандарт "Належна виробнича практика" (GMP) [15] є складовою системи забезпечення якості, що гарантує, що виробництво та контроль продукції відповідають встановленим стандартам якості та призначенню. Для забезпечення всіх показників якості стерильної продукції створюються спеціальні умови, що включають в себе оптимальні параметри технологічного процесу, чистоту виробничих приміщень, правильну експлуатацію технологічного обладнання, ефективну вентиляцію та очищення повітря, а також системи підготовки основної сировини та допоміжних матеріалів для мінімізації ризику забруднення мікроорганізмами, частинками або пірогенними речовинами. Крім того, стандарт встановлює вимоги до персоналу, включаючи вимоги до спеціального одягу та санітарії виробництва.

Доступ персоналу, обладнання та матеріалів у "чистих" приміщеннях здійснюється виключно через повітряні шлюзи. В цих зонах забезпечується відповідний рівень чистоти, відповідно до вимог стандартів GMP, а вентиляційне повітря, що надходить, проходить очищення через фільтри з відповідною ефективністю [7, 8, 15].

При проектуванні систем вентиляції та кондиціонування для чистих приміщень важливо приймати рішення, які спрямовані на зниження як капітальних, так і експлуатаційних витрат. Це досягається через розумне використання рециркуляції повітря та рекуперації тепла або холоду, а також через правильний підбір кількості повітрообміну, перепадів тиску та площі поперечного перерізу для односпрямованого потоку повітря. Необхідно також забезпечити

									Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

баланс повітрообміну та вибрати оптимальні параметри для числа ступенів фільтрації та класів фільтрів для очищення повітря [7-10,15].

Самостійні системи вентиляції необхідні для наступних типів приміщень:

- Складські, офісні та допоміжні приміщення.
- Дільниці, де виготовляють желатинові капсули.
- Дільниці, де виготовляють мазі, гелі, креми та супозиторії.
- Приміщення для відбору проб.
- Приміщення для приготування дезінфікуючих розчинів та зберігання прибирального інвентарю.
- Приміщення для зважування сировини.
- Лабораторії для технологічного контролю.
- Приміщення для відбору проб.
- Душові, санвузли та гардеробні.
- Приміщення для досушування желатинових капсул.

Повітря подається до верхньої зони та видаляється з верхньої зони приміщення. У чистих приміщеннях лабораторій видалення повітря здійснюється з двох зон: 40% - з верхньої зони та 60% - з нижньої зони, що розташована поблизу технологічного обладнання.

Повітроводи систем вентиляції та кондиціонування мають клас «ЩЦ» (щільні) і виготовлені з нержавіючої сталі після використання вискоєфективних (бактеріологічних) фільтрів.

Для підтримки нормативної відносної вологості повітря в приміщеннях використовується парогенераторне обладнання.

Для відповідності технологічним вимогам були прийняті наступні конструктивні рішення систем вентиляції та кондиціонування повітря:

1. Виробничі приміщення:
 - Температура в робочій зоні: $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
 - Відносна вологість: 30-60%.
2. Офісні, складські та допоміжні приміщення:

								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

- Температура в робочій зоні: $23 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Відносна вологість: $< 70\%$.

3. Особливі умови для холодильних приміщень:

- Температура в робочій зоні: $19 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Відносна вологість: 30-60%.

Технологічні дільниці виготовлення виготовлення фармацевтичних препаратів.

Система вентиляції передбачає припливно-витяжну вентиляцію з механічним спонуканням за допомогою двох припливно-витяжних установок з рекуперацією теплоти. Для забезпечення необхідних параметрів у приміщенні використовуються повітрянагрівачі та повітроохолоджувачі. Установки мають фільтри класу очистки M5/ F9 та F7/ F9. Вентилятори обладнані частотними перетворювачами. Повітря подається та видаляється через повітропроводи, розташовані у підвісній стелі, за допомогою повітророзподільних пристроїв.

Для забезпечення необхідних перепадів тиску в чистих приміщеннях передбачено установку клапанів регуляторів витрати повітря на припливних повітропроводах. Встановлення фінішних фільтрів HEPA класу очистки H11 перед подачею повітря у підвісній стелі приміщень. Заміна фільтрів проводиться при збільшенні опору повітряному потоку до початкового більше ніж у 2,8 рази, згідно з паспортом обладнання.

Складські, офісні та допоміжні приміщення

В системі вентиляції передбачена припливно-витяжна система з механічним спонуканням, що реалізується за допомогою двох припливно-витяжних установок. Для забезпечення необхідних параметрів у приміщенні кондиціонери спроектовані з використанням рециркуляційного повітря і обладнані повітрянагрівачами та повітроохолоджувачами. Установки мають фільтри класу очистки G4 та F7. Вентилятори систем оснащені частотними перетворювачами. Повітря надходить та видаляється з приміщення через повітропроводи, які розташовані у підвісній стелі, за допомогою повітророзподільних пристроїв [16].

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Приміщення лабораторії

В системі вентиляції передбачено окрему припливну та витяжну системи з механічним спонуканням. Додатково передбачені окремі витяжні системи від технологічного обладнання. Повітря надходить та видаляється з приміщення через повітропроводи, які монтуються у підшивній стелі, за допомогою повітророзподільних пристроїв.

Душові, санвузли, гардеробні

Витяжна вентиляція з механічним спонуканням передбачена окремими системами зі зворотними клапанами.

Усі припливні повітропроводи після припливних установок ізолюються за допомогою матеріалу "Пенофол С4" товщиною 16 мм, щоб зберегти розрахункові параметри повітря та запобігти утворенню конденсату. До установок припливні та витяжні повітропроводи ізолюються утеплювачем "Isover" товщиною 50 мм для збереження оптимальних умов температури.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря в теплий період

Визначаємо температуру припливного повітря:

$$t_{in} = t_{ext A}^{TP} = 23,7 \text{ } ^\circ\text{C},$$

де: $t_{ext A}^{TP}$ – температура зовнішнього повітря в теплий період за параметрами А.

Визначаємо температуру робочої зони:

$$t_{wz} = t_{ext A}^{TP} + \Delta t_{wz} \quad (5.1)$$

де: $\Delta t_{wz} = 3 \text{ } ^\circ\text{C}$, максимально допустиме перевищення температури зовнішнього повітря у робочій зоні.

$$t_{wz} = 23,7 + 3,0 = 26,74 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаємо температуру верхньої зони (повітря що видаляється):

$$t_{1}^{TP} = t_{wz} + \text{grad } t^{TP} \times (H_{np} - h_{wz}) \quad (5.2)$$

де: $\text{grad } t^{TP} = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C/м}$, підвищення температури на 1 м висоти вище робочої зони;

								Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

$H = 2,9$ м , висота приміщення;

$h_{wz} = 1,5$ м , висота робочої зони.

$$t_{\text{П}1}^{\text{П}} = 26,7 + 0,6 (2,9 - 1,5) = 27,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Розрахункові параметри внутрішнього повітря в холодний період року

Визначаємо температуру робочої зони в холодний період:

$$t_{wz}^{\text{ХП}} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаємо температуру верхньої зони (повітря що видаляється):

$$t_{\text{П}1}^{\text{ХП}} = t_{wz} + \text{grad } t^{\text{ХП}} \times (H_{\text{пр}} - h_{wz}) \quad (5.3)$$

де: $\text{grad } t^{\text{П}} = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C/м}$, підвищення температури на 1 м висоти вище робочої зони;

$$t_{\text{П}1}^{\text{ХП}} = 18 + 0,6 (2,9 - 1,5) = 18,84 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Розрахункові параметри внутрішнього повітря в перехідний період року

У перехідний період року параметри внутрішнього повітря вважаються такими ж, як у холодний період року.

Результати розрахункових параметрів внутрішнього повітря вносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5. 1

Приміщення	Період року	Температура, $^\circ\text{C}$			Вологість ϕ , %	Швидкість вітру V , м/с	ГДК CO_2 , г/м 3
		$t_{\text{от}}$	t_{wz}	t_i			
Виробничі приміщення 1-й поверх	ТП	*	26,74	27,5	65	0,5	3,7
	ПП	16	18	18,84		0,2	3,7
	ХП	*	18	18,84		0,2	3,7

								Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

5.2. Розрахунок повітрообміну та визначення шкідливостей що виділяються

У теплий період року, як розрахунковий, враховується теплове навантаження, яке надходить до приміщення. Це включає тепло від людей, сонячну радіацію, штучне освітлення та технологічне обладнання. Ефективна система вентиляції має враховувати ці фактори для забезпечення комфортних та безпечних умов у приміщенні, виводячи зайве тепло та інші забруднення і забезпечуючи свіже та чисте повітря [18].

У холодний період року, окрім теплонадходжень, у приміщенні також відбуваються тепловтрати, основні з яких включають:

1. Тепловтрати через зовнішні огорожі, такі як стіни, вікна, вхідні двері та перекриття. Ці тепловтрати виникають через теплопровідність матеріалів і нещільність конструкцій.
2. Тепловтрати на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає у приміщення через нещільності у зовнішніх огорожах (інфільтраційним повітрям).
3. Тепловтрати на нагрівання холодних матеріалів, транспортних засобів, машин та механізмів, які надходять у приміщення зовнішніми джерелами.
4. Тепловтрати на випаровування води та інших рідких речовин з поверхні мокрої підлоги та інших об'єктів.

За кількістю теплонадлишків, які перетворюються на теплове навантаження в об'ємі приміщення, робиться висновок щодо приналежності приміщення до типу "холодного" або "гарячого". Цей висновок залежить від теплонапруженості об'єму приміщення, яка вимірюється у Вт/м³. Приміщення вважається "холодним", якщо теплонапруженість менше 23 Вт/м³, і "гарячим", якщо теплонапруженість рівна або більша за 23 Вт/м³. Цей аналіз є важливим для визначення необхідності опалення та кондиціонування повітря в приміщенні, а також для забезпечення комфортних та ефективних умов роботи або перебування людей.

									Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

У холодний період року приміщення має тепло недостачу ($-\Delta Q$), то тоді системи вентиляції виконують роль повітряного опалення.

Вологовиділення (W) визначає кількість водяної пари у повітрі приміщення. Цей параметр, необхідно враховувати оскільки волога може впливати на комфорт та здоров'я працюючих в приміщенні [16, 20].

Джерелами вологовиділення можуть бути люди, оскільки при диханні та потовиділенні вони виділяють водяну пару. Крім того, обладнання, таке як промислові процеси, кухонне обладнання та інші технологічні пристрої, також може бути джерелом вологовиділення.

На дільницях виробництва фармацевтичних препаратів використовується технологічне обладнання, яке може виділяти шкідливі речовини під час виробничого процесу. Характеристику цих шкідливостей наведено у таблиці 5.2. Для ефективного контролю та зменшення впливу цих шкідливостей на працівників та навколишнє середовище передбачені окремі місцеві витяжні системи з механічним спонуканням, для видалення забрудненого повітря безпосередньо з джерела його утворення, що сприяє збереженню якості повітря в цих приміщеннях та забезпечує безпеку працівників.

Таблиця 5.2

Технологічне обладнання			Характеристика шкідливостей, що виділяються	Об'єм, м ³ /с	
Позн	Найменування	К-сть		На од.облад.	Всього
122-2	Ваги лабораторні	1	Бетаметазону валерат мікролізований	0,111	0,111
125-2	Ваги лабораторні	1	Спирт ацетостеариловий, натрій дигідрофосфат, натрію гідроксид, желатин	0,111	0,111
210-2	Шафа витяжна універсальна	1	Оксид водню, етиловий спирт	0,111	0,111

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

КП-8 КП-11	Ваги платформ. настільні Ваги платформ. підлогові	3	Желатин	0,138	0,416
227-2	Шафа витяжна універсальна	1	Спирт етиловий, желатин, сліди альфа-токоферону- ацетану (вітамін Е)	0,111	0,111
КП108 КП109	Ваги платформові настільні	1	Бентазону валеріат, натрію дигідрофосфат, кислота фосфорна концентрована, хлоркезол, натрію гідроксид, ніпагін, ніпазол, кислотний червоний	0,138	0,138
233-2	Шафа витяжна універсальна	1	Оксид водню, етиловий спирт	0,111	0,111
205-5	Шафа витяжна універсальна	1	Оксид водню, етиловий спирт, мурашина кислота	0,111	0,111

Тепловологісний баланс приміщення

Розрахунок теплового балансу приміщення виконується з урахуванням умови сталості теплової рівноваги огорожуючих конструкцій та обладнання.

Рівняння теплового балансу приміщення запишеться так:

$$\Delta Q = \Sigma Q_{\text{над}} - \Sigma Q_{\text{втр}} \quad (5.4)$$

де: $\Sigma Q_{\text{над}}$ – теплота що надходить в приміщення, Вт;

$\Sigma Q_{\text{втр}}$ – тепловтрати приміщення, Вт.

Надходження шкідливостей від людей

Так, теплота, що виділяється людьми, складається з двох основних складових: -Явна променево-конвективна теплота (Q_{л.я.}): Це тепло, яке виділяється організмом людини у вигляді теплового випромінювання та конвекції. Організм виділяє це тепло в результаті обміну теплом з навколишнім середовищем, яке включає в себе випромінювання тепла через шкіру та тепло, яке переноситься повітрям від тіла людини. -Прихована теплота пароутворення

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

(Ол.пр.): Це тепло, яке використовується для випаровування води з поверхні шкіри та легенів. Коли людина видихає, вона також випаровує воду, що призводить до видалення тепла з організму.

Повна кількість теплоти, що виділяється організмом людини (Q_{hf}), залежить від кількох факторів, таких як інтенсивність фізичної роботи, теплоізоляція одягу та температурний режим приміщення. Отже, визначення теплового випромінювання та випаровування важливо для правильного розрахунку опалювальних та кондиціонувальних систем для забезпечення комфортного мікроклімату в приміщенні [16-19].

$$Q_{л.я} = n \times q_{л.я} \quad (5.5)$$

$$Q_{hf} = n \times q_{hf} \quad (5.6)$$

де: n – кількість людей, що знаходиться в приміщенні;

$q_{л.я}$, q_{hf} –питоме явне і повне виділення теплоти однією людиною.

Теплонадходження від людей у холодний період року

$$q_{л.я}^{ХП} = 112, \text{ Вт/люд} \quad Q_{л.я}^{ХП} = 112 \times 250 = 28000, \text{ Вт}$$

$$q_{h.f}^{ХП} = 153, \text{ Вт/люд} \quad Q_{h.f}^{ХП} = 153 \times 250 = 38250, \text{ Вт}$$

Теплонадходження від людей у теплий період року

$$q_{л.я}^{ТП} = 59, \text{ Вт/люд} \quad Q_{л.я}^{ТП} = 59 \times 250 = 14750, \text{ Вт}$$

$$q_{h.f}^{ТП} = 145, \text{ Вт/люд} \quad Q_{h.f}^{ТП} = 145 \times 250 = 36250, \text{ Вт}$$

Теплонадходження від людей у перехідний період року дорівнюють теплонадходженням у холодний період

Визначаємо вологу W , г/год, що надходить від людей до приміщення у холодний і теплий період:

$$W^{ХП} = n \times W_{люд.}^{ХП} \quad (5.7)$$

$$W^{ТП} = n \times W_{люд.}^{ТП} \quad (5.8)$$

							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

де: $W_{\text{люд.}}^{\text{ХП}}$; $W_{\text{люд.}}^{\text{ТП}}$ – питома кількість вологи, що надходить від однієї людини у холодний і теплий періоди; залежить від ступеня важкості виконуємої людиною роботи, теплозахисних властивостей одягу та температурного режиму приміщення.

n – кількість людей, що знаходиться в приміщенні.

Вологонадходження від людей у холодний період року

$$W_{\text{люд}}^{\text{ХП}} = 67, \text{ г/год} \qquad W^{\text{ХП}} = 67 \times 250 = 16750, \text{ г/год}$$

Вологонадходження від людей у теплий період року

$$W_{\text{люд}}^{\text{ТП}} = 122, \text{ г/год} \qquad W^{\text{ТП}} = 122 \times 250 = 30500, \text{ г/год}$$

Вологонадходження від людей у перехідний період року дорівнюють вологонадходженням у холодний період року.

Визначаємо кількість вуглекислого газу, що виділяється шляхом газовиділення групами людей з різною інтенсивністю фізичного навантаження:

$$M_{\text{CO}_2} = m_{\text{CO}_2} \times n \qquad (5.9)$$

де: $m_{\text{CO}_2} = 60, \text{ г/год}$ – кількість вуглекислого газу, що виділяється однією людиною; n – кількість людей, що знаходяться в розрахунковому приміщенні;

$$M_{\text{CO}_2} = 60 \times 250 = 15000, \text{ г/год.}$$

Надходження теплоти від сонячної радіації

$$Q_{\text{с.р.}} = A \times q_{\text{вік}} \times k \qquad (5.10)$$

де: A – сума площ світлових прорізів; $A = 18,75 \text{ м}^2$

$q_{\text{вік}}$ – питомі теплонадходження, Вт/м^2 , за рахунок сонячної радіації через світлові прорізи; $q_{\text{вік}} = 167 \text{ Вт/м}^2$

k – коефіцієнт затемнення світлових прорізів; $k = 0,8$

$$Q_{\text{с.р.}} = 2438,2 \text{ Вт.}$$

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Теплонадходження від штучного освітлення

Визначаємо теплонадходження від освітлення:

$$Q_{\text{осв}} = A \times q_{\text{осв}} \times \eta_{\text{осв}} \quad (5.11)$$

де: A – площа підлоги;

$q_{\text{осв}}$ – питома теплонадходження від освітлення; $q_{\text{осв}} = 13 \text{ Вт/м}^2$;

$\eta_{\text{осв}}$ – частина світлової енергії, яка переходить в теплоту робочої зони (для люмінісцентних ламп $\eta_{\text{осв}} = 0,55$)

$$Q_{\text{осв}} = 1618,76 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати в режимі вентиляції

За рахунок перевищення кількості приточного повітря над витяжним під час роботи системи вентиляції з механічним збудженням в приміщенні створюється надлишковий тиск. В режимі вентиляції додаткові тепловтрати на підігрів інфільтраційного повітря не враховуються в балансі тому, що через прийняті вікна у приміщення не потрапляє інфільтраційне повітря. Тепловтрати в режимі вентиляції визначаються по залежності [16]:

$$Q_{\text{в.в}} = Q_{\text{оп}} \times \frac{t_{\text{в.в}} - t_{\text{ext}}^B}{t_{\text{о.п.}} - t_{\text{ext}}^B} \quad (5.12)$$

де: $Q_{\text{оп}}$ – тепловтрати приміщення в режимі опалення;

$t_{\text{в.в}}$ – внутрішня температура приміщення, яке працює в режимі вентиляції;

$t_{\text{о.п.}}$ – внутрішня температура приміщення, яке працює в режимі опалення;

$t_{\text{ext.Б}}$ – зовнішня температура в холодний період (температура найбільш холодної п'ятиденки за параметрами Б); $t_{\text{ext.Б}} = -22^\circ\text{C}$.

Тепловтрати на інфільтрацію повітря

$$Q_{\text{інф}} = C_p \times L_{\text{інф}} \times \rho \times (t_{\text{ін}} + t_{\text{ext}}) \quad (5.13)$$

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

де $L_{інф}$ – втрати тепла системою опалення на нагрівання інфільтраційного повітря;

$$L_{інф} = K \times V_{пр} \quad (5.14)$$

Теплонадходження від опалювальних приладів (ХП)

$$Q_{оп.пр} = (Q_{пр.оп} + Q_{інф}) \times \frac{t_{сер.оп} - t_{в.в}}{t_{сер.оп} - t_{в.в}} \quad (5.15)$$

де: $Q_{пр.оп}$ – тепловіддача приладів при розрахункових умовах для опалення;

$t_{сер.оп}$ – середня температура теплоносія в опалювальних приладах;

$$Q_{пр.оп} = Q_{втр.о} + Q_{інф} \quad (5.16)$$

Попередні розрахунки надходження шкідливостей до приміщення зводимо в таблицю 5.3

Таблиця 5.3

Приміщення	Джерело теплонадходжень	Теплонадходження, Вт						Вологонадходження, W г/год		Надходження CO ₂ , г/год
		теплий		холодний		перехідний		ТП	ХП/ПІ	
		повні	явні	повні	явні	повні	явні			
Виробн.прим	оп. Прилади			20735	20735			29317	15920	14050
	люди	36395	14809	38403	28112	38403	28112			
	освітл.	1612	1612	1612	1612	1612	1612			
	сон. радіація	2505	2505							
	Всього	38900	17314	60869	50578	40015	29724	29317	15920	14050

Різницею теплонадходжень та тепловтрат визначають теплонадлишки, які повинні бути асимільовані (видалені) вентиляційним повітрям.

Теплонадлишки в теплий період року:

$$\Delta Q^{ТП} = Q_{л} + Q_{с.р.} \text{ або } Q_{осв.} \quad (5.18)$$

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

де: $Q_{л}$ – надходження теплоти від людей, що знаходяться в даному приміщенні;

$Q_{с.р}$ – надходження теплоти від сонячної радіації;

$Q_{осв}$ – надходження теплоти від освітлення.

Теплонадлишки в холодний період року:

$$\Delta Q^{ХП} = Q_{л}^{ХП} + Q_{оп.пр} - Q_{втр.о} \quad (5.19)$$

де: $Q_{л}$ – надходження теплоти від людей, що знаходяться в даному приміщенні;

$Q_{с.р}$ – надходження теплоти крізь віконні прорізи (сонячна радіація);

$Q_{втр.о}$ – тепловтрати приміщення в режимі опалення.

Теплонадлишки в перехідний період року:

$$\Delta Q^{ПП} = Q_{л}^{ПП} - Q_{втр.о} \quad (5.20)$$

Результати балансу теплонадходжень в приміщенні зводимо до таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

Прим.	Об'єм, м ³	Період року	Розрах. темп.		Тепло-втрати, Вт	Теплонадходження, Вт		Теплонадлишки, Вт		Тепло-напр., Вт/м ³
			t _з	t _{wz}		повні	явні	повні	явні	
Виробн.пр	1380	ТП	*	26,2	-	38900	17310	38900	17310	13,00
		ХП	-23	18	15500	60869	50578	45450	35159	26,44
		ПП	8	18	1870	40015	29724	38144	27853	20,94

Розрахунок повітрообміну в теплий період року

Визначаємо кутовий коефіцієнт променя процесу $\xi^{ТП}$:

$$\xi^{ТП} = (3,6 \times \Delta Q^{ТП}) / W^{ТП} \quad (5.21.)$$

$$\xi^{ТП} = (3,6 \times 38900) / 29317 = 4,7.$$

Визначаємо визначення повного повітрообміну з умов асиміляції (видалення) надлишків теплоти:

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

$$G_Q = 3,6\Delta Q / (I_l - I_{in}) \quad (5.22)$$

Визначаємо визначення повного повітрообміну з умов асиміляції (видалення) волого надлишків:

$$G_W = W^{ТП} / (d_l - d_{in}) \quad (5.23)$$

Визначаємо визначення повного повітрообміну з умов виконання санітарно-технічних умов:

$$G_{in,CH} = G_{CH} \times n \times \rho \quad (5.24)$$

де: G_{CH} – норма витрат повітря на одного глядача, кг/год, для адміністративних будівель $G_{CH} = 20$ кг/год .

Визначаємо визначення повного повітрообміну з умов повного видалення CO_2 :

$$G_{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{q_{гдж} - q_{ext}} \quad (5.25)$$

де: $q_{гдж}$ – гранично допустима концентрація CO_2 в робочій зоні приміщення;
 $q_{гдж} = 3,05$ г/кг; $q_{ext} = 0,76$ г/кг.

$$G_{CO_2} = \frac{14050}{3,05 - 0,76} = 6108,7 \text{ кг} / \text{год}$$

Приймаємо найбільший з вище перерахованих повітрообмінів за розрахунковий повітрообмін:

$$G_{in}^{ТП} = G_Q = 11208,3 \text{ кг/год}$$

Об'ємна витрата повітря:

$$L_{in}^{ТП} = 11208,3 / 1,2 = 9340,25 \text{ м}^3/\text{год}$$

Визначаємо за допомогою рівняння балансу повітрообміну у приміщенні:

$$G_{in} \times I_{in} + 3,6\Delta Q = G_{ext} \times I_l \quad (5.26)$$

$$11208,3 \times 51,5 + 3,6 \times 38900 = 717267,45 \text{ Вт}$$

Розрахунок повітрообміну в перехідний період року

у перехідний період року загальну кількість вентиляційного повітря $G_{in}^{ПП}$ приймають по розрахунку для теплого періоду року $G_{in}^{ТП}$.

$$G_{in}^{ПП} = G_{in}^{ТП} = 11208,3 \text{ кг/год}$$

								Арк.
ЗМ	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

$$\xi^{III} = (3,6 \times \Delta Q^{III}) / W^{III} \quad (5.27)$$

$$\xi^{III} = 3,6 \times 38900 / 16817 = 8,1$$

Визначаємо повний повітрообмін з умов асиміляції (видалення) надлишків теплоти:

$$G_Q = 3,6 \Delta Q / (I_l - I_{in}) \quad (5.28)$$

Визначаємо повний повітрообмін з умов асиміляції (видалення) вологонадлишків:

$$G_W = W^{III} / (d_l - d_{in}) \quad (5.29)$$

Розрахункова витрата III: $G^{III} = G_Q = 7649,9$ кг/год.

Об'ємна витрата: $L^{III} = 6375$ м³/год.

Використовуємо витрату ТП для розрахунку системи вентиляції:

$$G_{in}^{TP} = G_Q = 11208,3 \text{ кг/год};$$

Розрахунок повітрообміну в холодний період року

По розрахунку для теплого періоду G_{in}^{TP} приймають загальна кількість вентиляційного повітря у холодний період G_{in}^{XP} :

$$G_{in}^{XP} = G_{in}^{TP} = 11208,3 \text{ кг/год.}$$

Використовуємо рециркуляційне повітря, кількість якого знаходимо за формулою:

$$G_R = G_{in}^{XP} - G_{ext}^{XP} \quad (5.30)$$

де: G_{ext}^{XP} – кількість зовнішнього повітря, приймається рівним більшій величині кількості повітря, (визначено по санітарним нормам або з умов асиміляції газових шкідливостей у теплий період).

$$G_{ext}^{XP} = \max\{G_{сан}; G_{CO_2}\} \quad (5.31)$$

Визначаємо асиміляційну спроможність припливного повітря (по волозі):

$$\Delta d = W^{XP} / G_{ext}^{XP} \quad (5.32)$$

$$\Delta d = 2,6 \text{ г/кг}$$

Знаходимо вологовміст повітря, що видаляється (рециркуляційного):

$$d_R = d_l = d_{ext}^{BXP} + \Delta d_{ext} \quad (5.33)$$

							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$$d_R = d_l = 0,1 + 2,6 = 2,7 \text{ г/кг}$$

Визначаємо кутовий коефіцієнт променя процесу (ξ^{XII}) за формулою:

$$\xi^{XII} = (3,6 \times \Delta Q^{XII}) / W^{XII} \quad (5.34)$$

де: ΔQ^{XII} – теплонадлишки XII;

Визначаємо вологовміст точки суміші:

$$d_c = d_l - (G_{in} - G_{ext}) + (G_{ext} \times d_{ext}^B) / G_{in} \quad (5.35)$$

Визначаємо необхідний повітрообмін по надлишкам повної теплоти:

$$G_W^{XII} = W^{XII} / (d_l - d_{in}) \quad (5.36)$$

$$G_W^{XII} = 11008,7 \text{ кг/год}$$

Повітрообміни в чистих приміщеннях

Визначаємо повітрообміни по кратності для всіх інших допоміжних кімнат, м³/год:

$$L_p = k_p \times V_{\text{прим}} \quad (5.37)$$

де: k_p – нормативна кратність повітрообміну, год⁻¹;

$V_{\text{прим}}$ – внутрішній об'єм приміщення, м³.

Визначаємо повітрообміни по нормі на одиницю обладнання, м³/год:

$$L_{\text{норм}} = L_1 \times n \quad (5.38)$$

де: L_1 – повітрообмін на одиницю обладнання, м³/год.

Забезпечення ефективного фільтрування для видалення мікроорганізмів з подаючого повітря є критично важливим для забезпечення чистоти в чутливих приміщеннях, таких як чисті кімнати в фармацевтичній галузі. Встановлення вентиляційних фільтрів HEPA ULPA (високоєфективних фільтрів для чистих приміщень) забезпечує видалення бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів з подаючого повітря з високою ефективністю. Ці фільтри мають високий рівень фільтрації, здатність затримувати частки розміром менше ніж 0,3 мікрметра.

Ламінарний потік повітря, що створюється за допомогою 100% покриття стелі, допомагає уникнути забруднення чистої кімнати, розподіляючи повітря по низхідній лінії з контрольованою швидкістю. Це забезпечує видалення забруднень і забезпечує виконання відповідних стандартів чистоти, таких як Стандарт 209 (E).

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Кількість необхідних вентиляційних фільтрів:

$$k = (L / 60) \times (V / 18,3) \quad (5.39)$$

де: k – вентиляційний фільтр;

L – кількість повітрообміну м³/год;

V – об'єм приміщення м³.

В залежності від застосування і конструкції стелі може змінюватись середня швидкість та кількість повітрообмінів.

Рекомендовані норми швидкості повітря Стандарт 209 (E)

Таблиця 5.5

Клас чистоти	Середня швидкість повітря	Рекомендоване покриття стелі фільтрами	Кількість повітрообмінів в годину
100,000 = ISO 8	0.005 - 0.041 м/с	5-15%	5 - 48
10,000 = ISO 7	0.051 - 0.076 м/с	15-20%	60 - 90
1,000 = ISO 6	0.127 - 0.203 м/с	25-40%	150 - 240
100 = ISO 5	0.203 - 0.406 м/с	35-70%	240 - 480
10 = ISO 4	0.254 - 0.457 м/с	50-90%	300 - 540
1 = ISO 3	0.305 - 0.457 м/с	60-100%	360 - 540

Від швидкості проходження повітря через фільтруюче середовище і типу конструкції залежить перепад тиску на фільтрі. Приймаємо номінальну швидкість проходження повітря через фільтр, вона дорівнює 0,5 м/с. При швидкості 0,5 м/с тиск знаходиться в межах 120 - 170 Па. Заміну фільтру необхідно провести, якщо перепад тиску зростає в 2,5 - 3 рази.

Кратність повітрообміну, кількість припливного та видаляемого повітря, системи вентиляції представлені у вигляді балансу в таблиці 5.6.

								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

Таблиця 5.6

№п/п	Назва приміщення	Об'єм, м³	Категорія по НАПБ Б.03.002-2007	Зона класу по ДНАОП-0.00-1,32-01 (по ПУЗ)	Клас чистоти по ГМР	Кратність повітрообміну	Надшкочний тиск, Па	Фільтр	К-сть фільтрів	Повітрообмі, м³/год						
										Приплив	Система	Місцеві вигяжк	Система	Загально-обмінна вигяжк	Система	Всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1-й поверх																
101	Тамбур	17,8	Д	-	не-кл.	2	-	-	-	40	ПВ1			40	ПВ1	40
102	Приміщення охорони	17,8	Д	-	не-кл.	3	-	-	-	60	ПВ1			60	ПВ1	60
103	Коридор	77,5	Д	-	не-кл.	1	-	-	-	80	ПВ1			80	ПВ1	80
104	Гардероб чоловічий	146,5	Д	-	не-кл.	4	-	-	-	560	ПВ1	250	В7	330	ПВ1	580
105	Гардероб жіночий	142,5	Д	-	не-кл.	4	-	-	-	550	ПВ1	250	В7	320	ПВ1	570
106	Коридор	116,0	Д	-	не-кл.	1	-	-	-	200	ПВ1			120	ПВ1	120
107	Приміщення прийому їжі	38,5	Д	-	не-кл.	4	-	-	-	160	ПВ1			200	ПВ1	200
108	Приміщення технічного персоналу	47,0	Д	-	не-кл.	4	-	-	-	180	ПВ1			180	ПВ1	180
109	Комора інструментів	23,0	Д	-	не-кл.	2	-	-	-	50	ПВ1			50	ПВ1	50
110	Приміщення комірників	35,3	Д	-	не-кл.	3	-	-	-	120	ПВ1			120	ПВ1	120
111	Приміщення приготування дезрозчинів і зберігання інвентаря	19,8	Д	-	не-кл.	3	-	-	-	60	ПВ1			60	ПВ1	60
112	Коридор	226,0	Д	-	не-кл.	1	-	-	-	330	ПВ1			230	ПВ1	230
114	Санвузол	13,5	Д	-	не-кл.	-	-	-	-	-	-	100	В8	-	-	100
115	Санвузол	12,3	Д	-	не-кл.	-	-	-	-	-	-	100	В8	-	-	100
117	Приміщення штабелера	28,1	Д	-	не-кл.	2	-	-	-	60	ПВ2			60	ПВ2	60
118	Склад сировини і матеріалів	1025,4	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	2050	ПВ2			2050	ПВ2	2050
119	Приміщення зберігання бракованої продукції	27,8	В	П-Па	не-кл.	3	-	-	-	80	ПВ2			80	ПВ2	80
120	Приміщення зберігання субстанцій	58,0	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	120	ПВ2			120	ПВ2	120
121	Повітряний шлюз для персоналу	17,0	Д	-	Д	15	+25	Н11	1	260	П5	220	В5	-	-	220
122	Приміщення відбору проб №1	16,5	В	П-Па	Д	30	+25	Н11	1	500	П5	400	В5	50	В5	450
123	Приміщення карантинного зберігання сировини	91,9	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	190	ПВ2			190	ПВ2	190
124	Повітряний шлюз для персоналу	17,0	Д	-	Д	15	+25	Н11	1	260	П6	220	В6	-	-	220
125	Приміщення відбору проб №2	16,5	В	П-Па	Д	30	+25	Н11	1	500	П6	400	В6	50	В6	450
126	Приміщення прийому сировини і матеріалу	60,9	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	120	ПВ2			120	ПВ2	120
127	Приміщення зберігання первинного пакування	97,4	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	200	ПВ2			200	ПВ2	200
128	Приміщення зберігання печатних матеріалів	66,4	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	130	ПВ2			130	ПВ2	130
130	Приміщення уловлювання жиру	25,8	В	П-Па	не-кл.	3	-	-	-	80	ПВ1			80	ПВ1	80
132	Склад готової продукції	874,9	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	1750	ПВ1			1750	ПВ1	1750
133	Приміщення карантинного зберігання готової продукції	297,8	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	600	ПВ2			600	ПВ2	600
134	Приміщення зберігання відбракованої та поверненої продукції	49,3	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	100	ПВ1			100	ПВ1	100
135	Приміщення відвантажування готової продукції	100,9	В	П-Па	не-кл.	2	-	-	-	200	ПВ1			200	ПВ1	200

Арк.

Зм

Кільк. Арк. № док. Підпис Дата

202а	Коридор	881,8а	Д	-а	не кл.	1а	-а	-а	-а	880а	ПВ3а	а	а	880а	ПВ3а	880а
203а	Санвузол жіночий	8,9а	Д	-а	не кл.	-а	-а	-а	-а	-а	-а	100а	В9а	-а	-а	100а
204а	Санвузол чоловічий	18,1а	Д	-а	не кл.	-а	-а	-а	-а	-а	-а	200а	В9а	-а	-а	200а
205а	Приміщення зберігання <u>прибирального інвентаря</u>	30,2а	В	П-П	не кл.	15а	-а	-а	-а	460а	ПВ3а	400а	В16а	60а	ПВ3а	460а
207а	Офіс	62,6а	Д	-а	не кл.	4а	-а	-а	-а	240а	ПВ3а	а	а	240а	ПВ3а	240а
246а	Коридор	42,7а	Д	-а	не кл.	1а	-а	-а	-а	200а	ПВ3а	а	а	200а	ПВ3а	50а
248а	Ліфтовий хол	25,7а	Д	-а	не кл.	1а	-а	-а	-а	30а	ПВ3а	а	а	30а	ПВ3а	30а
249а	Комора зберігання запасних частин	8,1а	Д	-а	не кл.	3а	-а	-а	-а	20а	ПВ3а	а	а	20а	ПВ3а	20а
250а	Приміщення водо-підготовки	93,2а	Д	-а	не кл.	1а	-а	-а	-а	100а	ПВ3а	а	а	100а	ПВ3а	100а
208а	Повітряний шлюз персоналу	32,7а	Д	-а	Д	15а	+15а	Н11а	1а	490а	ПВ3а	а	а	440а	ПВ3а	440а
209а	Приміщення зберігання залишків сировини	16,7а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	1а	250а	ПВ3а	а	а	200а	ПВ3а	200а
210а	Приміщення приготування дезрозчинів	20,5а	В	П-П	Д	28а	+35а	Н11а	1а	580а	ПВ3а	400а	В10а	70а	ПВ3а	470а
211а	Приміщення зважування сировини	39,4а	В	П-П	Д	45а	+15а	Н11а	3а	1770а	ПВ3а	1500а	В11а	90а	ПВ3а	1590а
212а	Приміщення розтарювання сировини	49,4а	В	П-П	Д	15а	+15а	Н11а	2а	740а	ПВ3а	а	а	670а	ПВ3а	670а
213а	Повітряний шлюз матеріалів	37,3а	Д	-а	Д	15а	+15а	Н11а	1а	560а	ПВ3а	а	а	500а	ПВ3а	500а
214а	Приміщення зберігання брудної тари	20,5а	Д	-а	Д	15а	+15а	Н11а	1а	310а	ПВ3а	а	а	280а	ПВ3а	280а
215а	Приміщення мийки	27,8а	Д	-а	Д	15а	+15а	Н11а	1а	420а	ПВ3а	а	а	380а	ПВ3а	380а
216а	Приміщення зберігання чистої тари	22,1а	Д	-а	Д	15а	+35а	Н11а	1а	330а	ПВ3а	а	а	270а	ПВ3а	270а
217а	Приміщення підготовки технологічного одягу	33,2а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	1а	500а	ПВ3а	а	а	410а	ПВ3а	410а
218а	Приміщення контролю желатинових капсул	77,5а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	2а	1160а	ПВ3а	а	а	950а	ПВ3а	950а
219а	Приміщення пакування желатинових капсул	98,3а	В	П-П	не кл.	5а	-а	а	а	490а	ПВ3а	а	а	490а	ПВ3а	490а
220а	Коридор	156,3а	Д	-а	Д	10а	+25а	Н11а	3а	1560а	ПВ3а	а	а	1340а	ПВ3а	1340а
221а	Приміщення приготування желатинової маси	132,3а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	4а	1990а	ПВ3а	а	а	1630а	ПВ3а	1630а
222а	Приміщення приготування наповнювачів	127,4а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	4а	1910а	ПВ3а	а	а	1570а	ПВ3а	1570а
223а	Приміщення виготовлення желатинових капсул	106,1а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	3а	1590а	ПВ3а	а	а	1300а	ПВ3а	1300а
224а	Технічне приміщення	22,1а	Д	-а	не кл.	3а	-а	-а	-а	60а	ПВ3а	а	а	60а	ПВ3а	60а
225а	Приміщення досушування желатинових капсул	47,8а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	2а	720а	ПВ3а	а	а	590а	ПВ3а	590а
226а	Приміщення зберігання желатинових капсул	64,0а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	2а	960а	ПВ3а	а	а	790а	ПВ3а	790а
227а	Приміщення лабораторії технологічного контролю	69,9а	В	П-П	не кл.	7а	-а	а	а	490а	ПВ3а	400а	В12а	90а	ПВ3а	490а
228а	Приміщення фасування желатинових капсул в блістери	78,6а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	2а	1180а	ПВ3а	а	а	970а	ПВ3а	970а
229а	Приміщення зберігання навісок	17,6а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	1а	260а	ПВ3а	а	а	210а	ПВ3а	210а
230а	Повітряний шлюз матеріалу	32,7а	Д	-а	Д	15а	+35а	Н11а	1а	490а	ПВ4а	а	а	400а	ПВ4а	400а
231а	Приміщення зважування сировини	37,0а	В	П-П	Д	17а	+15а	Н11а	1а	630а	ПВ4а	500а	В13а	70а	ПВ4а	570а
232а	Приміщення зберігання залишків сировини	21,1а	В	П-П	Д	15а	+25а	Н11а	1а	320а	ПВ4а	а	а	80а	ПВ4а	280а
233а	Приміщення приготування дезрозчинів і зберігання <u>прибирального інвентаря</u>	25,1а	В	П-П	Д	23а	+35а	Н11а	1а	580а	ПВ4а	400а	В14а	80а	ПВ4а	480а
234а	Приміщення зберігання брудної тари	31,1а	Д	-а	Д	15а	+15а	Н11а	1а	470а	ПВ4а	а	а	420а	ПВ4а	420а
235а	Приміщення мийки	25,9а	Д	-а	Д	15а	+15а	Н11а	1а	390а	ПВ4а	а	а	350а	ПВ4а	350а
236а	Приміщення зберігання чистої тари	28,9а	Д	-а	Д	15а	+35а	Н11а	1а	430а	ПВ4а	а	а	350а	ПВ4а	350а
237а	Приміщення підготовки технологічного одягу	35,4а	В	П-П	Д	15а	+35а	Н11а	1а	530а	ПВ4а	а	а	430а	ПВ4а	430а

Арк.

Зм Кільк. Арк. № док. Підпис Дата

$$v = L/3600 \times F \quad (5.41)$$

$$P = \rho \times v^2 / 2 \quad (5.42)$$

Втрати тиску на подолання опору тертя визначаємо.

Визначаємо втрати тиску на подолання опору тертя на розрахунковій ділянці повітропроводу 1:

$$\Delta P_{\text{тер}} = R \times l \times \beta_{\text{ш}} \times k_1 \quad (5.43)$$

Втрати тиску на подолання місцевих опорів визначаємо:

$$\Delta P_z = \sum \zeta \times P_d \times k_2 \quad (5.44)$$

Загальні втрати тиску на розрахунковій ділянці визначаємо:

$$\Delta P_{\text{діл}} = \Delta P_{\text{тер}} + \Delta P_z \quad (5.45)$$

Відгалудження системи ув'язуємо.

Виконуємо розрахунок відгалуджень системи в аналогічній послідовності, як і ділянок магістрального напрямку з визначенням $\Delta P_{\text{від}}$. Потім визначаємо нев'язку різниці тисків:

$$H = \Delta P_{\text{МГ}} - \Delta P_{\text{від}} / \Delta P_{\text{МГ}} \times 100 \quad (5.46)$$

№ ділянки	Витрата, $L_{\text{об}}$, м ³ /год	Довжина діл., $L_{\text{об}}$, м	Розміри повітропроводу, d , мм	Еквівалентний діаметр ділянки, $d_{\text{екв}}$, мм	Площа поперечного перерізу, $F_{\text{об}}$, м ²	Дійсна швидкість повітря, $V_{\text{д}}$, м/с	R-х, $L_{\text{об}} \times v_{\text{д}} \times K1$		$P_{\text{об}}$, Па	$\Sigma \zeta$	$P_z = \Sigma \zeta \times P_d$	$P_{\text{тер}} + P_z$, Па	$\Sigma (P_{\text{тер}} + P_z)$, Па	Нев'язка, %	Коеф. опору
							R, Па/м	$R \times V_{\text{д}}$, Па·К							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магістраль															
1-2	340	3,80	150	150	0,018	5,35	0,58	2,20	17,16	2,75	47,18	49,38	49,38	-	-
2-3	680	2,50	250	250	0,049	3,85	0,4	1,00	8,89	0,7	6,23	7,23	56,61	-	-
3-4	810	3,10	250x200	250x200	0,050	4,50	0,45	1,40	12,15	0,7	8,51	9,90	66,51	-	-
4-5	1150	2,10	300x200	300x200	0,060	5,32	0,6	1,26	17,01	0,70	11,91	13,17	79,67	-	-
5-6	1350	4,20	350x200	350x200	0,070	5,36	0,6	2,52	17,22	0,70	12,05	14,57	94,25	-	-
6-7	1810	5,30	450x200	450x200	0,090	5,59	0,6	3,18	18,72	1,20	22,47	25,65	119,90	-	-
7-8	2460	4,30	500x250	500x250	0,125	5,47	0,62	2,67	17,93	1,70	30,48	33,15	153,04	-	-
8-9	2810	4,80	550x250	550x250	0,138	5,66	0,63	3,02	19,20	2,50	47,99	51,01	204,06	-	-
9-10	3550	8,50	550x300	550x300	0,165	5,98	0,64	5,44	21,43	1,50	32,15	37,59	104,09	-	-
10-11	4120	5,00	600x300	600x300	0,180	6,36	0,65	3,25	24,25	1,20	29,11	32,36	112,03	-	-
Відгалудження															
12-13	120	1,70	100	150	0,018	1,89	0,42	0,99	17,16	2,5	42,89	43,87	43,87	-	-
13-14	460	3,20	200	200	0,018	4,07	0,52	1,86	31,37	2,5	24,81	26,67	70,54	-	-
14-7	650	3,40	200	200	0,031	5,75	0,58	1,97	19,82	6,2	122,88	124,85	119,90	-4,13	-0,25

Арк.

3М	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
----	--------	------	--------	--------	------

№ ділянки	Витрати, $L_{\text{в}} \cdot m^3 / \text{год}$	Довжина діл., $L_{\text{д}}, m$	Розміри повітропроводу, d, mm	Еквівалентний діаметр ділянки діл., $m_{\text{д}}$	Площа поперечного перерізу, $F_{\text{п}}, m^2$	Діагональ по повітру, $U_{\text{д}}, m/c$	R-x- $l_{\text{д}} \cdot \text{вих} \cdot K1$		$R_{\text{в}}, Pa$	$\Sigma \sigma_{\text{с}}$	$R_{\text{с}} = \Sigma \zeta_{\text{д}} \cdot R_{\text{д}}$	$R_{\text{л}} + R_{\text{с}}, Pa$	$\Sigma (R_{\text{л}} + \sigma_{\text{с}}), Pa$	Нев'язка, %	Коеф. опору
							$R, Pa/m$	$R \cdot l_{\text{д}}, Pa \cdot m$							
1а	2а	3а	4а	5а	6а	7а	8а	9а	10а	11а	12а	13а	14а	15а	16а
Магістраль															
1-2а	340а	7,80а	150а	150а	0,018а	5,35а	0,53а	4,13а	17,16а	2,5а	42,89а	47,02а	47,02а	-а	-а
2-3а	810а	4,20а	250х200а	250х200а	0,050а	4,50а	0,4а	1,68а	12,15а	1,1а	13,37а	15,05а	62,07а	-а	-а
3-4а	1010а	4,40а	250х200а	250х200а	0,050а	5,61а	0,54а	2,38а	18,89а	1,1а	20,78а	23,16а	85,22а	-а	-а
4-5а	1130а	5,10а	300х200а	300х200а	0,060а	5,23а	0,5а	2,55а	16,42а	1,10а	18,06а	20,61а	105,84а	-а	-а
5-6а	1780а	5,30а	450х200а	450х200а	0,090а	5,49а	0,51а	2,70а	18,11а	2,10а	38,03а	40,73а	146,57а	-а	-а
6-7а	2950а	6,40а	550х250а	550х250а	0,138а	5,94а	0,55а	3,52а	21,16а	1,20а	25,39а	28,91а	175,48а	-а	-а
7-8а	3550а	6,50а	550х300а	550х300а	0,165а	5,98а	0,53а	3,45а	21,43а	3,10а	66,43а	69,88а	245,36а	-а	-а
8-9а	4120а	4,60а	600х300а	600х300а	0,180а	6,36а	0,63а	2,90а	24,25а	2,50а	60,64а	63,53а	308,89а	-а	-а
Відгалуження															
10-11а	120а	2,20а	100а	150а	0,018а	1,89а	0,53а	1,17а	17,16а	2,2а	37,74а	38,91а	38,91а	-а	-а
11-12а	460а	3,40а	200а	200а	0,031а	4,07а	0,53а	1,80а	9,93а	1,2а	11,91а	13,71а	52,62а	-а	-а
12-5а	650а	3,50а	200а	200а	0,031а	5,75а	0,65а	2,28а	19,82а	3,5а	69,37а	78,50а	85,22а	7,89а	0,34а

5.4. Розрахунок та підбір обладнання для систем вентиляції і кондиціонування

Вентиляція виробничих приміщень здійснюється по перше відповідно до технологічних вимог та по друге в залежності від класу чистоти приміщень. Передбачено влаштування двох припливно-витяжних установок з рециркуляцією повітря, витяжних вентилаторів та вентиляторів димовидалення. Дані установки забезпечують очищення, нагрів та охолодження з можливим парозволоженням повітря.

Місцеві витяжки від технологічного обладнання

Поз.	Технологічне обладнання		Характеристика шкідливостей, що виділяються	Об'єм, м ³ /с		Характеристика місцевої витяжки		Позначення системи
	Найменування	Кіл.		На од.облад.	Всього	Позначення	Застосовувані документи	
122-2	Ваги лабораторні	1	Бетаметазону валерат мікролізований	0,111	0,111	Витяжна панель Підключення Ø200		B5
125-2	Ваги лабораторні	1	Спирт ацетостеариловий, натрію дигідрофосфат, натрію гідроксид, желатин	0,111	0,111	Витяжна панель Підключення Ø200		B6
210-2	Шафа витяжна універсальна	1	Оксид водно, етиловий спирт	0,111	0,111	Підключення Ø200		B10
КП8-КП11	Ваги платформові настільні, ваги платформові підлогові	3	Желатин	0,138	0,416	Підключення Ø200		B11
227-2	Шафа витяжна універсальна	1	Спирт етиловий, желатин, сліди альфа-токоферону -ацетату (вітамін E)	0,111	0,111	Підключення Ø200		B12
КП108, КП109	Ваги платформові настільні	1	Бентазону валеріат, натрію дигідрофосфат, кислота фосфорна концентрована, хлоркрезол, натрію гідроксид, ніпагін, ніпазол, кислотний червоний	0,138	0,138	Підключення Ø200		B13
233-2	Шафа витяжна універсальна	1	Оксид водно, етиловий спирт	0,111	0,111	Підключення Ø200		B14
205-5	Шафа витяжна універсальна	1	Оксид водно, етиловий спирт, мурашина кислота	0,111	0,111	Підключення Ø200		B16

Арк.

ЗМ Кільк. Арк. № док. Підпис Дата

Згідно аеродинамічного розрахунку підбираємо припливно-витяжні установки з використанням обладнання компанії GEA (Німеччина).

Вихідні параметри: Витрата припливного повітря, м³/год; Витрата витяжного повітря складає, м³/год; Розрахункова температура ЗП, ТП складає, °С; Розрахункова температура ЗП, ХП складає, °С; Розрахункова температура ПП, ТП, °С; Розрахункова температура ПП, ХП, °С; Втрати тиску у припливних повітропроводах складають, Па; Втрати тиску у витяжних повітропроводах складають, Па; Втрати тиску у забірних повітропроводах (предфільтр), Па; Параметри теплоносія, °С.

Результати розрахунку ПВ1

GEA CAIRplus SX 064.096IVBV - L=5200/4600м³/ч; P=600/600Па.

дані агрегату 1

функція Вытяжка

витрата повітря 4600 м³/h швидкість 2.1 м/с

дані агрегату 2

функція Приток

витрата повітря 5200 м³/h швидкість 2.4 м/с

Розрахункова температура Eurovent -22.0 °С

Виконання: Стандартне

Виконання: Внутрішнє

Напрямок повітря: Горизонтальне

Розташування: Один на одному

ПРИПЛИВ

Гнучка вставка – встановл.на торцевій стінці, гнучка вставка PVC-EVS-80Se, герметична та зносостійка, клас вогнестійкості по DIN 4102 B2, клас матеріалу EN 13501-1, температуростійкість від -30°С до +80°С - 2 шт.

Повітряна заслонка – по всьому перерізу секції, зовнішня, встановлена на торцевій стінці, стандарт, Al, протилежний напрямок.

Карманний фільтр – клас фільтрації: G4 у відпов.с EN 779, фільтрація частинок, температуростійкість до 80°С, матеріал фільтра: синтет.волокно, карманні фільтр.ячейки.

Теплоутилізатор Escorlat с байпасом встановлений в SX-агрегат, стандартні пластини теплообмінника, виробник: Heatex, розташування один на одному.

обчислення: Літо Зима

коеф.утиліз.тепла 0.43 0.47

~22518~Ruesckwaermezahl nach EN13053/2010 0.46

ефективність % 43.4 46.8

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

потужність всього kW 6.8 33.9
 обчислення: Зима
 повітря Приплив Витяжка
 витрата повітря m³/h 5200 4600 втрати тиску Pa 249 224
 площа потоку m² 0.37 0.37 на вході
 темп./відн.вол. °C/% -23.0/90 19.0/40
 відн.вологість g/kg 0.0 5.4 на виході
 темп./відн.вол. °C/% -3.3/0 0.6/99
 відн.вологість g/kg 0.0 3.9 потік конденсату kg/h 0.0 8.2
 обчислення: Літо на вході
 темп./відн.вол. °C/% 32.0/40 23.0/60
 відн.вологість g/kg 11.9 10.5
 на виході темп./ відн.вол. °C/% 28.1/50 27.4/46
 відн.вологість g/kg 11.9 10.5
 Секція випарника – хладагент
 Теплообмінник – H162481G01217XA кол-во рядов 6.0
 повітря витрата повітря m³/h 5200
 втрати тиску ~15754~feucht~~~~ Pa 313
 швидкість потоку m/s 3.77 на вході
 темп./відн.вол. °C/% 28.7/56.0
 відн.вологість g/kg 13.8
 на виході темп./відн.вол. °C/% 14.7/94.3
 відн.вологість g/kg 9.9 потік конденсату kg/h 25.0
 потужність kW 41.8
 тип хладагенту R407C, втрати тиску kPa 15.4
 температура вх.випар. °C 3, Випарник °C 7
 шв.потоку m/s 9.080 макс.дод.пер.тиску bar 40.0
 макс.дод.тем-ра °C 110
 Секція нагрівача – H162411C06317XV, SD181/173 гаряча вода, пластини: Al,
 труби та колектора: мідь , макс.тиск 16 бар / температура 110°C
 витрата повітря m³/h 5200 втрати тиску Pa 79
 швидкість потоку m/s 3.48 на вході темп./відн.вол. °C/% -3.3/20.0
 відн.вологість g/kg 0.6 на виході темп./відн.вол. °C/% 22.0/ 3.5
 відн.вологість g/kg 0.6 потужність kW 44.1
 вода/глицьоль Вода процент глицьоля % 0
 разр.мас.витр. kg/h 1894.8 витрата повітря m³/h 1.9
 вход/вихід °C/°C 80.0/ 60.0 шв.потоку m/s 0.560
 втрати тиску kPa 2.2 макс.дод.пер.тиску bar 16.0
 макс.дод.тем-ра °C 110
 Секція вентилятора – Тур, THLZ280FF--UAB
 Повітря витрата повітря m³/h 5200
 тиск bar 1.013 температура °C 20
 тиск сум.зовнішне Pa 600

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Фільтрація повітря: Використання вискоефективних фільтрів для забезпечення видалення мікроорганізмів та інших забруднень з подаючого повітря у виробничі приміщення.

Регулярне технічне обслуговування: Системи вентиляції та кондиціонування повинні періодично перевірятися та обслуговуватися для запобігання виникненню неполадок та забезпечення неперервної роботи.

Санітарний режим: Дотримання санітарних норм та правил є критично важливим для забезпечення безпеки та якості фармацевтичної продукції. Це включає в себе ретельне очищення та дезінфекцію систем вентиляції та кондиціонування.

Шкідливі викиди та вентиляція: Важливо відведення шкідливих викидів та витяжка їх з виробничих приміщень для забезпечення безпеки персоналу та запобігання забрудненню довкілля.

Навчання персоналу: Персонал, що відповідає за експлуатацію систем вентиляції та кондиціонування, повинен мати відповідну кваліфікацію та проходити регулярне навчання з питань безпеки та ефективного використання обладнання

Моніторинг якості повітря: Постійний моніторинг якості повітря у виробничих приміщеннях є важливим для виявлення будь-яких аномалій або забруднень, які можуть вплинути на якість продукції.

Енергоефективність: Використання енергоефективних технологій та режимів роботи сприяє зменшенню споживання енергії та витрат на утримання систем вентиляції та кондиціонування.

Автоматизація та системи керування: Впровадження автоматизованих систем керування дозволяє оптимізувати роботу систем вентиляції та кондиціонування, забезпечуючи точне регулювання параметрів мікроклімату та ефективне управління енергоефективністю.

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Розділ 6
Автоматизація

							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

У зв'язку із високими стандартами щодо забезпечення необхідних параметрів повітрообміну та мікроклімату в приміщеннях, а також максимальної ефективності використання ресурсів, система автоматизації та диспетчеризації забезпечує:

- Підтримку одного або кількох параметрів атмосферного середовища.
- Контроль за заданою температурою повітря у приміщенні.
- Регулювання вологості повітря в приміщенні.
- Забезпечення якості повітря у приміщенні (зміст CO₂ тощо) в межах, що відповідають заданим стандартам або вимогам комфорту.
- Мінімізацію енерговитрат під час експлуатації обладнання.
- Забезпечення автономності, надійності та безперервності роботи системи та обладнання.
- Можливість розширення функціональності, модернізації окремих компонентів системи протягом експлуатації.

Функціональні можливості системи автоматизації та диспетчеризації включають наступне:

- Управління роботою водяного нагрівача теплообмінника з метою забезпечення оптимальної температури припливного повітря у приміщенні в холодний період року.
- Управління роботою фреонового теплообмінника для підтримки оптимальної температури повітря у приміщенні влітку.
- Контроль за роботою вентиляторів для забезпечення належної якості повітря в приміщенні (контроль рівня CO₂).
- Моніторинг роботи системи очищення припливного повітря з метою забезпечення її надійності та ефективності.
- Інтеграція з системами пожежогасіння, моніторингу газів, пожежною сигналізацією та іншими для координації реагування на аварійні ситуації.
- Співпраця з рівнем диспетчеризації для віддаленого та локального контролю роботи системи й оперативного виявлення надзвичайних ситуацій.

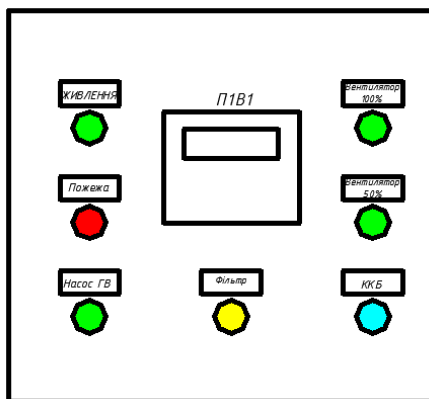
								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

- Взаємодія з рівнем дистанційного управління для вибору режимів та параметрів роботи системи, завдання яких не можна або нецільно виконувати автоматично.
- Запис обраних параметрів технологічного процесу для аналізу ефективності функціонування та підготовки звітів.

Система управління має можливість працювати як у автоматичному, так і у ручному режимі. Для захисту електричних ланцюгів передбачено систему захисту від перевантажень та коротких замикань. Контрольні функції включають:

- Виявлення обриву або короткого замикання датчиків.
- Моніторинг температури повітря на різних точках системи, включаючи зовнішню, припливну, та після поверхневого повітроохолоджувача.
- Вимірювання температури холодоносія на різних ділянках системи.
- Контроль тиску теплоносія та холодоносія.
- Моніторинг роботи насосів та вентиляторів.
- Перевірка роботи комутаційної апаратури.
- Контроль положення повітряних заслінок.
- Індикація аварійних станів та поточних параметрів системи.

У автоматичному режимі контроль та моніторинг здійснюються відповідно до функціональних схем інженерних систем, з візуалізацією на комп'ютері та з архівуванням даних. Основним елементом є щит управління в металевому корпусі, оснащений кнопками керування та індикаторами, в якому також розміщена силова частина.



Щит управління: програмований контролер; високоточний датчик температури стандарту Pt1000, каналний; семистор для плавного включення 1й щаблі ЕК; пресостат для фільтра.

										Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					

Основні функції щита управління включають:

- Вимірювання поточної температури повітря в каналі і відображення результатів на світлодіодному екрані з можливістю задання користувачем бажаної температури.
- Контрольєр може перебувати у двох режимах: черговому і активному. У режимі чергового контролю прилад вимірює температуру і перевіряє справність датчика. У режимі активного контролю прилад підтримує задану температуру повітря за допомогою каскадного управління нагрівачами першого та другого рівнів. Для цього регулятор розраховує вихідну потужність і генерує сигнал ШИМ на виході для управління потужністю. Підключення рівнів нагрівачів відбувається послідовно. Якщо потужність першого рівня досягла максимального значення і працює протягом встановленого часу, але цього недостатньо для досягнення заданої температури, активується вихід управління другим рівнем. При цьому потужність першого рівня знижується до мінімуму, а потужність другого рівня збільшується поступово. Відключення рівнів відбувається також послідовно.
- Вмикання припливного вентилятора.
- Синхронізацію включення ЕК з припливним вентилятором (калорифер не активується без працюючого вентилятора).
- Затримку вимкнення припливного вентилятора для зняття теплового навантаження з ТЕНів ЕК, що продовжує термін служби калорифера.
- Зупинку припливної установки у разі засмічення фільтра.
- Захист ЕК від перегріву за допомогою вбудованих термостатів.
- Захист двигуна припливного вентилятора від перегріву.
- Захист від перевантаження по струму.
- Встановлення тижневого графіка роботи припливної установки.
- Ведення журналу аварій.

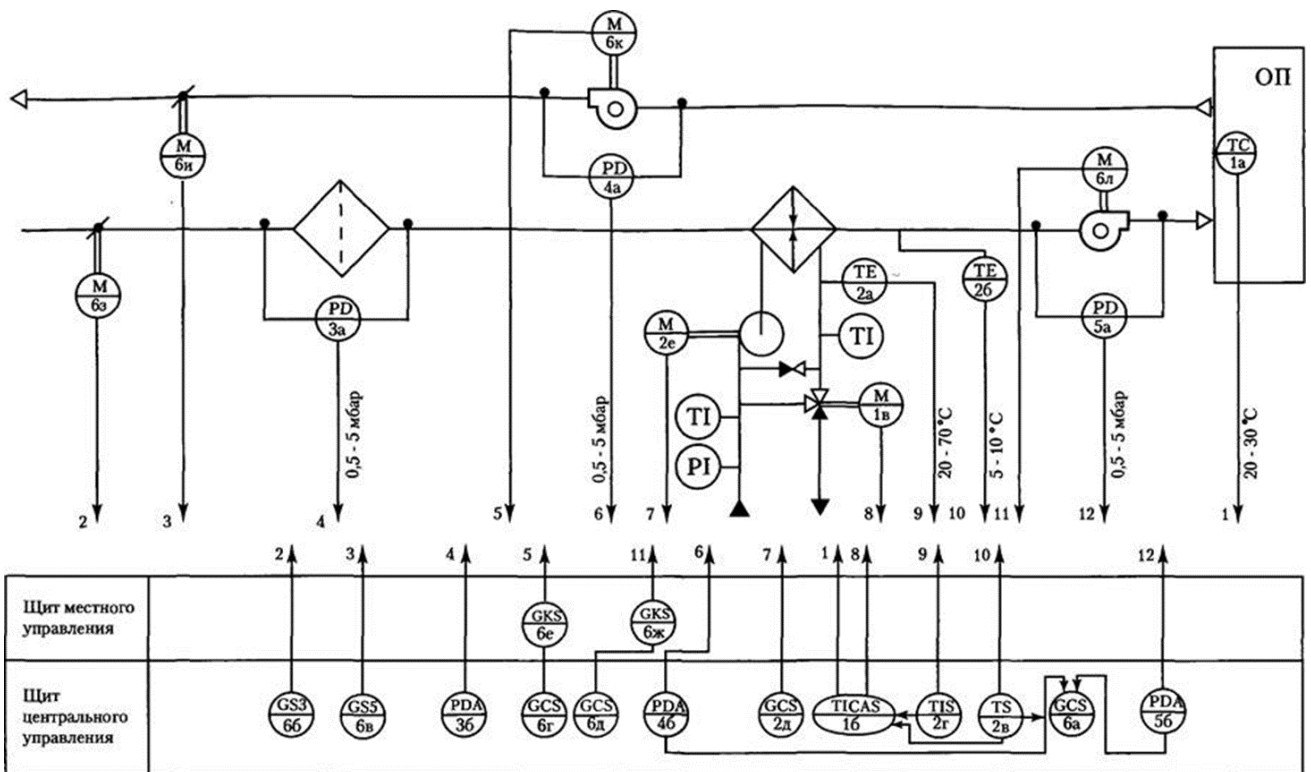
								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

- Світлову індикацію роботи основних показників і режиму "АВАРІЯ" калорифера.
- Синхронізацію з пожежною сигналізацією.

Регулювання потужності

Позначення	Назва
Y1	Привід повітряної заслінки
Y1	Привід трьохходового клапану
PD	Датчик перепаду тиску
TS1	Термостат по повітрю
TE1	Датчик температури зв. води
TE2	Датчик температури каналний
TE3	Кімнатний датчик температури

Схема системи автоматизації



Арк.

ЗМ Кільк. Арк. № док. Підпис Дата

Розділ 7

Охорона праці

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Арк.

Основні небезпечні та шкідливі фактори, що діють при спорудженні об'єкту.

№ п/п	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1.	Падіння людей з висоти	Монтаж систем опалення і вентиляції	h=3,6 м, h=12,2 м	ДБН А.3.2-2-2009 Розділ 10, 14,17, 15
2.	Падіння предметів з висоти	Монтажні, покрівельні, опоряджувальні А) зовнішні Б) внутрішні	h=36,5 м, h=36,5 м, h=36,5 м, h=12,2 м	ДБН А.3.2-2-2009 Розділ 10, 14,17, 15
3.	Електричний струм	Електромотажні, Зварювальні, освітлення, машини і механізми	220В 6000/380В 220В 220В/380	ДБН А.3.2-2-2009 П.9, п.18
4.	Вібрація	Наладка і пуск систем в дію	f=150 Гц, v=0,02м/с	ДСТУ 2300-93
5.	Виробничий шум	Робота з інструментами, механізмами, експлуатація машин	Рівень < 80 Дб	ГОСТ 12.1.003-2014 ДСТУ 2325-93
6.	Освітлення робочих місць	Монтаж конструкцій, монтажні опоряджувальні: внутрішні зовнішні	30 лк 30 лк 30 лк 50 лк 30 лк	ДБН В.2.5-28:2018
7.	Шкідливі речовини	Зварювальні: Ацетилен Опоряджувальні: Ацетон	ГДК=300 мг/м ³ ГДК=200 мг/м ³	ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013 ДСТУ EN 175-2001 ВДОП 6.1.36-5.10-95
8.	Атмосферна електрика	Блискавкозахист	Середнє число ударів на 1 км ² – 7	ДСТУ EN 62305-1:2012
9.	Термічний фактор	Зварювальні	t _{звар} =1200 °С	ДБН А.3.2-2-2009

										Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					

10.	Пожежна безпека	Захист від пожежі	Категорія пожежонебезпеки – В, межа вогнебезпеки –60г/м ³ , ступінь вогнестійкості –II	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2 -2008 ДСТУ 8828:2019
11.	Параметри мікроклімату в житлових приміщеннях	Системи опалення і вентиляції	$t_{\text{прим}} = 20-24$ °С(в залежності від призначення); $\phi_{\text{прим}} = 40-60\%$ в залежності від температури повітря і призначення приміщення); $V_{\text{прим}} = 0,15-0,3$ м/с (в залежності від признач. приміщ.)	ДБН В.2.2-10:2019 ДБН В.2.5-67:2013

Заходи профілактики виявлених небезпечних факторів.

Електричний струм	При влаштуванні електричних мереж на будівельному майданчику необхідно передбачити можливість відключення всіх електроустановок в межах окремих об'єктів та ділянок робіт. Струмопровідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені або розміщені в місцях, недоступних для дотику до них. Електрозварювальна установка повинна приєднуватися до джерела живлення через рубильник та запобіжники чи автоматичний виключний пристрій.
Падіння людей з висоти	Пройми в стінах та пере стінках, які розташовані на висоті 0,7м і більше від рівня перекриття, повинні мати огорожу висотою не менше 1,1м та бортову дошку висотою не менше 0,15м. Стійкі огорожі встановлюються з кроком не більше 2м та зв'язують двома горизонтальними зв'язками. Пройми в перекритті закриваються суцільними настилами або огорожуються захисною огорожею. При роботі на висоті монтажники та інші робочі повинні бути забезпечені поясами та приладами.
Виробничий шум	Джерелом шуму в обслуговуваних приміщеннях є припливні та витяжні установки, шум від яких через

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

	<p>повітророзподільні ґрати проникає в основні приміщення. Рівні звукової потужності (РЗП) агрегату прийнято за даними фірми-виробника і приведені в характеристиках вентобладнання.</p> <p>Для створення нормальних умов рівні звукового тиску на робочих місцях в нормованому частотному діапазоні не повинні перевищувати гранично допустимого рівня 85 дБ згідно нормативних документів ДБН В1.2-10:2008 [7], та ДСН 3.3.6.037-99 [8], СН 3077-84 [9].</p> <p>Для зменшення впливу шуму передбачається комплекс додаткових заходів:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устаткування розташовується за межами обслуговуваних приміщень – в окремих приміщеннях; установки вироблені з дотриманням заходів щодо шумозахисту; на системах вентиляції та центральних кондиціонерах передбачене влаштування шумоглушників; швидкість повітря у вентиляційних каналах і повітророзподільних пристроях унеможливує виникнення шуму.
Падіння конструкцій та інших предметів	<p>Забороняється монтувати елементи без монтажних петель. Строповку елементів систем вентиляції проводити по раніш розроблених схемах. Способи строповки елементів конструкцій та обладнання повинні забезпечувати їх подавання до місця встановлення в положенні, близькому до проектного. Під час перерв в роботі не дозволяється залишати елементи конструкцій та обладнання не закріпленими.</p>
Вібрація	<p>Вібрація на робочих місцях не повинна перевищувати нормативних значень згідно ДСН 3.3.6.039-99 [10]. Для захисту працюючих від вібрації передбачено комплекс додаткових заходів: вентилятори сполучені з системами через гнучкі вставки; передбачені амортизаційні прокладки в місцях того, що спирається устаткування на підвіски і будівельні конструкції;</p> <ul style="list-style-type: none"> - при виборі устаткування обмежена швидкість обертання робочих коліс вентиляторів.
Пожежонебезпечність	Протипожежна безпека забезпечується наступними

Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Арк.
----	--------	------	--------	--------	------	--	------

	<p>проектними рішеннями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теплова ізоляція обладнання і трубопроводів передбачається із матеріалів, що важко згорають; у місцях перетину трубопроводами будівельних конструкцій передбачено їх ущільнення негорючими матеріалами з межею вогнестійкість не менше, чим вогнестійкість конструкції; повітропроводи систем вентиляції, запроектовані з матеріалів, що забезпечують нормовану межу вогнестійкості; у розділі автоматизації систем передбачено дистанційне відключення системи вентиляції та кондиціонування від електромережі при виникненні пожежі, окрім системи димовидалення; на випадок пожежі із будівлі запроектовано два входи і виходи. кожне приміщення обладнане системами пожежної сигналізації та пожежного гасіння. для запобігання розповсюдження вогню по повітропроводам передбачене встановлення вогнезатримуючих клапанів.
Атмосферна електрика	<p>Для захисту промислової будівлі від блискавки на покрівлі будівлі встановлена блискавко приймальна сітка (кроком 3х3м, Ø25мм). Блискавко приймальна сітка з'єднується з контуром заземлення за допомогою токовідводів, виконаних з круглої сталі діаметром 8мм.</p>
Термічний фактор	<p>При газовому зварюванні виникає небезпека виникнення пожежу або вибуху. При горінні газового полум'я виникає велика температура та ультрафіолетове випромінення, яке дуже небезпечно для зору людини. Балони з газом та киснем потрібно тримати окремо на відстані не ближче 10м один від одного та не ближче 10м від відкритого газового полум'я. При проведенні зварювальних робіт зварювальники повинні бути забезпечені індивідуальними засобами захисту органів дихання і очей (респіратори та захисні щитки), захисними комбінезонами, шкіряним взуттям та захисними рукавицями.</p>

							Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування / Мінрегіон України. – Київ: Укрархбудінформ., 2013. – V.141 с.
2. ДБН В.2.2-10-2001 Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я / Мінрегіон України. – Київ: Укрархбудінформ., 2001. – 171 с.
3. ДБН В.2.2-10-2019 Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я / Проект, перша редакція / Мінрегіон України. – Київ: Укрархбудінформ., 2019. – 104 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія / Мінрегіонбуд України. – Київ: Укрархбудінформ., 2010. – 123 с.
5. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель / Мінрегіон України. – Київ: Укрархбудінформ., 2016. – 37 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель / Мінрегіон України. – Київ: Укрархбудінформ., 2014. – 82 с.
7. Галстян А. Г., Шапкін В. П., Бушуєв А. С. Основи проектування виробництв активних фармацевтичних інгредієнтів: навч. посіб. / за заг. ред. проф. Г. А. Галстяна. Київ: КНУТД, 2022. 316 с.
8. Нормативні акти з організації роботи аптечних та хіміко-фармацевтичних підприємств. — Тернопіль, 2003; Технологія ліків промислового виробництва / В.І. Чуєшов, Л.М. Хохлова, О.О. Ляпунова та ін.; За ред. В.І. Чуєшова. — Х., 2003.
9. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою (62106)
10. ДСТУ ISO 14644-4:2012 Чисті приміщення і пов'язані з ними контрольовані середовища. Частина 4. Проектування, будівництво та введення в експлуатацію (ISO 14644-4:2001, IDT)
11. ДСТУ Б EN 12831 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження» / Мінрегіон України. – Київ: Укрархбудінформ., 2012. – 72 с.

								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

12. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» / Мінрегіонбуд України. – Київ: Укрархбудінформ., 2015. – 145 с.
13. Любарець О. П. Опалення. Методичні вказівки до виконання розділу «Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення» курсового проекту / Уклад: О. П. Любарець, М. П. Сенчук, В. О. Мілейковський, В. О. Любарець – К.: КНУБА, - 2015. – 40 с.
14. Любарець О. П., Зайцев О. М., Любарець В. О проектування систем водяного опалення (посібник для проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ) – Відень - Київ – Сімферополь, 2010 – 201 с.
15. СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2020 Міністерство охорони здоров'я України, 2020. 338 с.
16. Зінич П. Л.: Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К.: КНУБА. 2002. – 256 с.
17. Дячук О. «Утилізація тепла і енергоефективність систем вентиляції»
18. Закон України Про енергетичну ефективність (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2, ст.8) {Із змінами, внесеними згідно із Законами [№ 2392-IX від 09.07.2022](#) № 2710-IX від 03.11.2022 }
19. Ратушняк Г. С. Експлуатація систем тепlopостачання та вентиляції / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 122 с
20. Жуковський С.С., Возняк О.Т., Омельчук О.В. Гігієна мікроклімату приміщень. Навчальний посібник. - Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005.-88 с.
21. Торопов А.В., Скуратовський Є.О., Федорченко В.М. Автоматизована система керування вентиляційною установкою адміністративного приміщення [Електронний ресурс] / SWorld. – Режим доступу: <https://www.sworld.com.ua/konfer27/441.pdf> . – дата звернення 10.06.2021.
22. ДБН В.1.1-31:2013-«Захист територій, будинків і споруд від шуму»;
23. ДБН В.1.1-7:2016 – «Пожежна безпека об'єктів будівництва»

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Додаток 1

Характеристика приміщень фармацевтичного підприємства

№п/п	Назва приміщення	Площа, м ²	Висота, м	Об'єм, м ³	Категорія по по ДСТУ Б В.1.1-36:2016	Зона класу по ДНАОП 0.00-1,32-01(по ПУЗ)	Клас чистоти по GMP
101	Коридор	6,9	2,5	17,3	Д	-	не кл.
102	Службове приміщення	6,9	2,5	17,3	Д	-	не кл.
103	Коридор	32,0	2,5	80,0	Д	-	не кл.
104	Чоловічий гардероб	57,6	2,5	144,0	Д	-	не кл.
105	Жіночий гардероб	58,0	2,5	145,0	Д	-	не кл.
106	Коридор	46,2	2,5	115,5	Д	-	не кл.
107	Столова	16,4	2,5	41,0	Д	-	не кл.
108	Службове приміщення	18,3	2,5	45,75	Д	-	не кл.
109	Кімната для інструментів	8,9	2,5	22,25	Д	-	не кл.
110	Кімната комірників	12,1	2,5	30,25	Д	-	не кл.
111	Приміщення приготування дезрозчинів і зберігання інвентаря	8,0	2,5	20,0	Д	-	не кл.
112	Коридор	91,1	2,5	227,75	Д	-	не кл.
114	Санвузол	4,9	2,5	12,25	Д	-	не кл.
115	Санвузол	4,8	2,5	12,0	Д	-	не кл.
117	Повітряний шлюз для персоналу	6,5	2,5	16,25	Д	-	D
118	Склад сировини і матеріалів	361,0	2,9	1046,9	В	П-ІІа	не кл.
119	Приміщення зберігання субстанції	19,0	2,9	55,1	В	П-ІІа	не кл.
120	Приміщення зберігання бракованої продукції	9,6	2,9	27,8	В	П-ІІа	не кл.
121	Приміщення штабелера	9,7	2,9	28,1	Д	-	не кл.
122	Приміщення відбору проб №1	6,7	2,5	16,75	В	П-ІІа	D
123	Приміщення карантинного зберігання сировини	31,7	2,9	91,9	В	П-ІІа	не кл.
124	Повітряний шлюз для персоналу	6,8	2,5	17,0	Д	-	D
125	Приміщення відбору проб №2	6,7	2,5	16,75	В	П-ІІа	D

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

126	Приміщення прийому сировини і матеріалу	20,9	2,9	60,61	В	П-ІІа	не кл.
127	Приміщення зберігання первинного пакування	32,6	2,9	94,54	В	П-ІІа	не кл.
128	Приміщення зберігання печатних матеріалів	23,1	2,9	66,99	В	П-ІІа	не кл.
130	Приміщення уловлювання жиру	9,8	2,5	24,5	В	П-ІІа	не кл.
132	Склад готової продукції	302,0	2,9	875,8	В	П-ІІа	не кл.
133	Приміщення карантинного зберігання готової продукції	101,9	2,9	295,51	В	П-ІІа	не кл.
134	Приміщення зберігання відбракованої та поверненої продукції	16,8	2,9	48,72	В	П-ІІа	не кл.
135	Приміщення відвантажування готової продукції	35,1	2,9	101,79	В	П-ІІа	не кл.
202	Коридор	327,1	2,7	883,17	Д	-	не кл.
203	Жіночий санвузол	2,9	2,7	7,83	Д	-	не кл.
204	Чоловічий санвузол	5,2	2,7	14,04	Д	-	не кл.
205	Кімната зберігання прибирального інвентаря	11,2	2,7	30,2	В	П-ІІа	не кл.
207	Офіс	22,9	2,7	61,83	Д	-	не кл.
246	Коридор	16,1	2,7	43,47	Д	-	не кл.
248	Хол ліфтовий	8,9	2,7	24,03	Д	-	не кл.
249	Комора зберігання	3,2	2,7	8,64	Д	-	не кл.
250	Приміщення водопідготовки	35,0	2,7	94,5	Д	-	не кл.
208	Повітряний шлюз персоналу	11,9	2,7	32,13	Д	-	Д
209	Приміщення зберігання залишків сировини	6,5	2,7	17,55	В	П-ІІа	Д
210	Приміщення приготування дезрозчинів і зберігання прибирального інвентаря	7,2	2,7	19,44	В	П-ІІа	Д
211	Приміщення зважування сировини	13,9	2,7	37,53	В	П-ІІа	Д
212	Приміщення розтарювання сировини	19,3	2,7	52,11	В	П-ІІа	Д
213	Повітряний шлюз матеріалів	14,0	2,7	37,8	Д	-	Д
214	Приміщення зберігання брудної тари	8,1	2,7	21,87	Д	-	Д
215	Приміщення мийки	9,9	2,7	26,73	Д	-	Д
216	Приміщення зберігання чистої тари	8,1	2,7	21,87	Д	-	Д
217	Приміщення підготовки технологічного одягу	12,3	2,7	33,2	В	П-ІІа	Д
218	Приміщення контролю желатинових капсул	28,7	2,7	77,5	В	П-ІІа	Д
219	Приміщення пакування желатинових	35,8	2,7	96,66	В	П-ІІа	не кл.

								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

	капсул							
220	Коридор	58,2	2,7	157,14	Д	-	Д	
221	Приміщення приготування желатинової маси	38,0	3,5	133,0	В	П-Па	Д	
222	Приміщення приготування наповнювачів	35,8	3,5	125,3	В	П-Па	Д	
223	Приміщення виготовлення желатинових капсул	39,9	2,7	107,73	В	П-Па	Д	
224	Технічне приміщення	7,8	2,7	21,06	Д	-	не кл.	
225	Приміщення досушування желатинових капсул	17,7	2,7	47,8	В	П-Па	Д	
226	Приміщення зберігання желатинових капсул	24,0	2,7	64,8	В	П-Па	Д	
227	Приміщення лабораторії технологічного контролю	26,1	2,7	70,47	В	П-Па	не кл.	
228	Приміщення фасування желатинових капсул в блістери	28,6	2,7	77,22	В	П-Па	Д	
229	Приміщення зберігання навісок	5,7	2,7	15,39	В	П-Па	Д	
230	Повітряний шлюз матеріалу	12,1	2,7	32,7	Д	-	Д	
231	Приміщення зважування сировини	14,0	2,7	37,8	В	П-Па	Д	
232	Приміщення зберігання залишків сировини	8,1	2,7	21,87	В	П-Па	Д	
233	Приміщення приготування дезрозчинів і зберігання прибирального інвентаря	8,7	2,7	23,49	В	П-Па	Д	
234	Приміщення зберігання брудної тари	11,5	2,7	31,1	Д	-	Д	
235	Приміщення мийки	9,4	2,7	25,38	Д	-	Д	
236	Приміщення зберігання чистої тари	11,2	2,7	30,24	Д	-	Д	
237	Приміщення підготовки технологічного одягу	12,9	2,7	3,83	В	П-Па	Д	
238	Душова	3,4	2,7	9,18	Д	-	Д	
239	Повітряний шлюз персоналу	13,9	2,7	37,53	Д	-	Д	
240	Коридор	49,7	2,7	134,19	-	-	Д	
241	Приміщення вакуум-насосної	12,1	2,7	32,67	В	П-Па	не кл.	
242	Приміщення приготування маси для мазей, гелей, кремів	23,4	2,7	63,18	В	П-Па	Д	
243	Приміщення фасування мазей, гелів, кремів	19,0	2,7	51,3	В	П-Па	Д	
244	Приміщення виготовлення супозиторіїв	28,1	2,7	75,9	В	П-Па	Д	
245	Приміщення пакування	39,2	2,7	105,84	В	П-Па	не кл.	
301	Технічне приміщення	301,2	3,8	1144,6	Д	-	не кл.	

								Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

Тепловтрати приміщень

№ прим.	Ап, м ²	t _{вн} , °С	Огородження					(t _{вн} - t _{зовн}) n	K=1/R	1+Σβ	Q _а , Вт	Q _в , Вт	Q _і , Вт
			назва	орієн	розміри, м		площа						
					1-й	2-й							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
101	7,1	18	ЗС	Зх	2,20	2,50	2,20	40	0,274	1,05	25,3		
			Д	Зх	1,50	2,20	3,30		2,000	1,05	277,2		
			П 1	-			7,10		0,222	1,00	63,1		
											365,6	268	634
102	7,1	20	ЗС	Пн	3,70	2,50	6,55	42	0,274	1,10	82,9		
			В	Пн	1,50	1,80	2,70		1,220	1,10	152,1		
			ЗС	Зх	2,70	2,50	6,75		0,274	1,05	81,6		
			П 1	-			7,10		0,222	1,00	66,3		
											382,9	281	664
103	31	18	ЗС	Пн	11,30	2,50	12,29	40	0,274	1,10	148,2		
			В	Пн	2,10	1,90	15,96		1,220	1,10	856,4		
			П 1	-			23,40		0,222	1,00	0,0		
			П 2	-			7,60		0,149	1,00	45,4		
											1049,9	1170	2220
104	58,6	18	П 4	-			58,60	40	0,060	1,00	141,2		
												141,2	2212
105	57	20	П 4	-			57,00	42	0,060	1,00	144,2		
											144,2	2259	2403
106	46,6	18	П 4	-			46,60	40	0,060	1,00	112,3		
											112,3	1759	1871
107	15,4	20	ЗС	Зх	4,60	2,50	7,51	42	0,274	1,05	90,7		
			В	Зх	2,10	1,90	3,99		1,220	1,05	214,6		
			П 1	-			9,20		0,222	1,00	85,9		
			П 2	-			6,20		0,149	1,00	38,9		
											430,1	610	1040
108	18,8	20	ЗС	Зх	5,63	2,50	6,10	42	0,274	1,05	73,6		
			В	Зх	2,10	1,90	7,98		1,220	1,05	429,2		
			П 1	-			11,30		0,222	1,00	0,0		
			П 2	-			7,54		0,149	1,00	47,3		
											550,1	745	1295
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
109	9,2	18	ЗС	Зх	2,66	2,50	3,41	40	0,274	1,05	39,2		
			В	Зх	1,80	1,80	3,24		1,220	1,05	166,0		
			П 1	-			5,30		0,222	1,00	47,1		
			П 2	-			3,90		0,149	1,00	23,3		

Арк.

Зм

Кільк.

Арк.

№ док.

Підпис

Дата

											7632,1	12365	19997
203	3,3	20	ГП	-			3,30	42	0,202	1,00	28,0		
											28,0	131	159
204	6,7	20	ГП	-			6,70	42	0,202	1,00	56,8		
											56,8	266	322
205	6,7	18	ГП	-			6,70	40	0,202	1,00	54,1		
											54,1	253	307
207	23,3	20	ЗС	Зх	3,80	2,70	6,27	42	0,274	1,05	75,8		
			В	Зх	2,10	1,90	3,99		1,220	1,05	214,6		
			ГП	-			23,30		0,202	1,00	197,7		
											488,0	923	1411
208	12,1	20	ГП	-			12,10	42	0,202	1,00	102,7		
											102,7	480	582
209	6,7	20	ГП	-			6,70	42	0,202	1,00	56,8		
											56,8	266	322
210	7,6	20	ГП	-			7,60	42	0,202	1,00	64,5		
											64,5	301	366
211	14,6	20	ГП	-			14,60	42	0,202	1,00	123,9		
											123,9	579	702
212	18,3	20	ГП	-			18,30	42	0,202	1,00	155,3		
											155,3	725	881
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
213	13,8	20	ГП	-			13,80	42	0,202	1,00	117,1		
											117,1	547	664
214	7,6	20	ГП	-			7,60	42	0,202	1,00	64,5		
											64,5	301	366
215	10,3	18	ГП	-			10,30	40	0,202	1,00	83,2		
											83,2	389	472
216	8,2	20	ГП	-			8,20	42	0,202	1,00	69,6		
											69,6	325	395
217	12,3	20	ГП	-			12,30	42	0,202	1,00	104,4		
											104,4	487	592
218	28,7	20	ГП	-			28,70	42	0,202	1,00	243,5		
											243,5	1137	1381
219	36,4	20	ГП	-			36,40	42	0,202	1,00	308,8		

													Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата								

