КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Реконструкція складської будівлі з офісними приміщеннями в м.Вишневе Київської області.

Ганаба Дмитро Олександрович

Київ 2024 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **Предун К.М.**
„___” _____2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Реконструкція складської будівлі з офісними приміщеннями в м.Вишневе Київської області.

Виконав студент групи **ТВс-21**
Спеціальність: **будівництво та цивільна інженерія**
Спеціалізація: **теплогазопостачання і вентиляція**
Ганаба Дмитро Олександрович

Керівник **Любарець О.П.**
доцент, канд.техн.наук

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: **інженерних систем і екології**
Кафедра: **теплогазопостачання і вентиляції**
Освітній рівень: **«бакалавр за ОПП»**
Спеціальність: **будівництво та цивільна інженерія**
ОПП: **теплогазопостачання і вентиляція**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **Предун К.М.**
„___” _____2024 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

_____ **Ганаби Дмитра Олександровича** _____
(прізвище, ім’я та по батькові студента)

1. Тема роботи **Реконструкція складської будівлі з офісними приміщеннями в м.Вишневе Київської області** затверджена наказом ректора КНУБА №760 від « 10 » травня 2024р.
2. Керівник роботи: _Любарець Олександр Петрович, канд.техн.наук, доцент
(прізвище, ім’я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту « 24 » червня 2024р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Вступ.

Розділ 1. Характеристика об’єкту будівництва. Основні вимоги до інженерних систем.

Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій.

Розділ 3. Розрахунок системи опалення.

Розділ 4. Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря.

Розділ 5. Спеціальна частина проекту. Сертифікат енергоефективності будинку.

Розділ 6. Організація та технологія монтажу інженерних систем.

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища.

Список літератури.

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 3._____

Розділ 4._____

Розділ 5._____

Розділ 6._____

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	
Розділ 2.	
Розділ 3.	
Розділ 4.	
Розділ 5.	
Розділ 6.	
Розділ 7.	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 6.	Сенчук М.П., доцент		
Розділ 7.	Клімова І.В., доцент		

8. Дата видачі завдання « 25 » травня 2024р.

Зав. кафедри _____ ____Предун К.М._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ _____Любарець О.П._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ _____Ганаба Д.О._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ

Розділ 1. *Характеристика об'єкту будівництва. Основні вимоги до інженерних систем.*

- *Характеристика об'єкту будівництва.*
- *Вибір і обгрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях.*
- *Вибір і обгрунтування параметрів зовнішнього повітря.*
- *Основні вимоги до інженерних систем.*

Розділ 2. *Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій.*

- *- оцінкою тепловологісного стану.*
  - визначенням показників теплозасвоєння;
-

Розділ 3. *Розрахунок системи опалення.*

- *Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень в опалювальний період*
- *Визначення теплової потужності системи опалення*
- *Вибір і обгрунтування рішень системи опалення будівлі.*
- *Гідравлічний розрахунок трубопроводів.*
- *Тепловий розрахунок опалювальних приладів.*
- *Обгрунтування, розрахунок і вибір обладнання повітряно-теплової завіси.*

Розділ 4. *Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря.*

- *Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількостей.*
- *Розрахунок обгрунтування у приміщеннях, у т.ч. і за допомогою I-d-діаграми. Складання повітряного балансу.*
- *Вибір і обгрунтування систем вентиляції/кондиціонування повітря.*
- *Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо.*
- *Розрахунок і вибір повітророзподільників.*
- *Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря.*

Розділ 5. *Спеціальна частина проекту. Розробка та обгрунтування заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності при проектуванні та експлуатації систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату, технологічних процесів.*

Розділ 6. *Організація та технологія монтажу інженерних систем.*

Розділ 7. *Охорона праці та навколишнього середовища.*

Список літератури.

Вступ

Системи опалення та вентиляції є важливою частиною інженерних систем будівлі. Вони призначені для створення комфортного мікроклімату в приміщенні, забезпечуючи опалення, свіже повітря та оптимальну вологість. Розглянемо їхні основні функції та вплив на людину.

Опалення та теплопостачання

Призначення - обігрів приміщення в холодну пору року.

Вплив на людину Забезпечує комфортну температуру для роботи, відпочинку та інших видів діяльності.

Складові системи опалення - котли, теплові насоси, трубопровідна розводка, радіатори, підлогове опалення і т.д.

Вплив на людину - забезпечує рівномірний тепловий комфорт підтримує оптимальну температуру в приміщенні.

Вентиляція: природна і механічна вентиляція.

Завдання системи вентиляції - постійний обмін повітря в приміщенні для видалення шкідливостей і неприємних запахів.

Вплив на людину - забезпечення чистого повітря для здоров'я та продуктивності. Зменшити ризик алергії та захворювань, пов'язаних із забрудненим повітрям.

Рекуперація теплоти в системі вентиляції - використання теплоти витяжного повітря для зменшення навантаження на калорифери припливних установок.

Вплив на людину - зменшення енерговитрат, ресурсозбереження та збереження комфортної температури в приміщенні.

Загальна роль системи опалення та вентиляції для людей полягає у створенні здорового, комфортного та ефективного середовища проживання та роботи.

Оптимальні умови впливають на фізичне та психічне здоров’я людей, підвищуючи їх продуктивність і загальний добробут.

Проектування на основі архітектурно-будівельних креслень гарантує врахування розмірів і форми приміщення для оптимального розміщення систем опалення та вентиляції. Інтеграція з архітектурним дизайном гарантує, що система не тільки функціональна, але й гармонійно вписується в естетику місця.

Розмірні креслення забезпечують точне розташування проекту, визначення найкращого місця розташування систем опалення та вентиляції. Точність вимірювань дозволяє досягти ефективного покриття простору, а оптимізація інженерних комунікацій забезпечує максимальну функціональність системи.

Відповідність проекту сучасним вимогам безпеки, енергоефективності та екологічності визначають нормативні документи та стандарти. Проект також враховує умови комфорту користувачів, дотримуючись положень мікрокліматичних параметрів і будівельних норм.

Загалом інтеграція архітектурно-будівельних креслень, даних геодезичних досліджень і нормативних вимог забезпечує ефективність проекту та відповідність сучасним вимогам, створюючи комфортні та безпечні умови для користувачів будівлі.

Розділ 1. Характеристика об'єкту будівництва. Основні вимоги до інженерних систем.

Опалення складу

Щоб продукція, що випускається, не втрачала своїх якостей необхідно створити оптимальні умови для її зберігання в складському приміщенні. У створенні відповідного мікроклімату важливу роль відіграють не лише вентиляція та рівень вологості, а й комфортна температура у будівлі.

У зв'язку з цим рекомендується організувати ефективне опалення складу, що дозволяє підтримувати необхідну температуру в холодну пору року.

Класифікація, сфери застосування, вибір

Система опалення являє собою сукупність технічних елементів, призначених для отримання, перенесення та передачі у всі приміщення тепла, що обігріваються, необхідного для підтримки температури на необхідному рівні. Системи опалення поділяються на місцеві та центральні. Місцевими називаються системи опалення, в яких генератор тепла, теплопроводи та опалювальні прилади конструктивно об'єднані в один пристрій (пічне, газове та електричне опалення). Через специфіку роботи складів місцеве опалення тут не застосовують.

Для опалення складських приміщень використовують центральне опалення – систему, в якій генератор тепла, наприклад котел, винесений за межі приміщень, що опалюються, а теплоносій від генератора подається до місць споживання по трубах. Центральні системи опалення в залежності від виду теплоносія поділяються на системи водяного, парового, повітряного опалення та комбіновані – пароводяні, водо-водяні, пароповітряні, водоповітряні та ін. теплоносія (води або повітря) або з примусовою циркуляцією механічним способом: насосами у водяних системах та вентиляторами – у повітряних. Системи опалення та теплоносій вибирають відповідно до технологічних вимог, а також вимог санітарно-гігієнічних та протипожежних норм. Відповідні вимоги встановлюються відомчими

нормативно-технічними документами –ДБН В.2.2-43:2021. «Будівлі та споруди. СКЛАДСЬКІ БУДІВЛІ. Основні положення» [1], ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [2] (залежно від категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщень категорій А, Е, В, G та D):

- У складських приміщеннях категорій А, Б та В без виділення пилу та аерозолів застосовують системи повітряного, водяного та парового опалення (водяне та парове – при температурі теплоносія-води 150 °С, теплоносія-пара – 130 °С) [1]. У тих же приміщеннях, але з виділенням пилу та аерозолів граничну температуру слід приймати 110 °С у приміщеннях категорій А та Б, 130 °С – для приміщень категорії В [1]. Водяне та парове опалення не допускається у приміщеннях, де зберігають речовини, що утворюють при контакті з водою або водяною парою вибухонебезпечні суміші, або речовини, здатні до самозаймання або вибуху при взаємодії з водою (вимоги для приміщень категорій А та Б) [1].

- У складських приміщеннях категорій Г і Д без виділення пилу та аерозолів застосовують повітряне, водяне та парове опалення. Температура теплоносія-води – 150 °С, пара – 130 °С. У тих же приміщеннях з підвищеними вимогами до чистоти повітря використовується повітряне та водяне опалення з температурою води 150 °С та з радіаторами без ребра[1].

Для обігріву робочих, підсобних та допоміжних приміщень складів застосовують переважно ті ж системи опалення, що й для складських приміщень. Для цього можуть використовуватися електронагрівальні прилади - масляні радіатори, які повинні живитися від самостійної електромережі з пусковими та захисними пристроями та бути забезпечені справними терморегуляторами або аналогічними приладами [1].

Типи опалення

Основним критерієм для вибору тієї чи іншої системи є протипожежні норми, санітарно-гігієнічні та технологічні вимоги [1,2].

Централізоване

Як правило, опалення складських будівель здійснюється за допомогою централізованого опалення. Особливістю подібної системи є розташування джерела тепла за межами приміщень, що обігріваються [12].

Залежно від типу застосовуваного теплоносія виділяють парові, водяні, повітряні та комбіновані системи обігріву складу. Такі ж типи теплопостачання використовуються і для обігріву виробничих цехів або ангарів [13].

Примусове

Залежно від способів переміщення теплоносія виділяють два типи опалювальних систем. Однією з них є примусова циркуляція, навіщо використовуються певні механічні прилади – вентилятори та насоси [15].

Природне

Є також системи обігріву виробничих будівель із природною циркуляцією. У такому разі опалення складу або цеху засноване на принципі різниці щільностей теплого та охолодженого теплоносія (повітря або води) [12].

Способи опалення складу

Для нагрівання повітря у складському приміщенні використовуються такі опалювальні системи [13]:

- централізовані водяні;
- повітряні;
- променисті.

У першому випадку обігрів відбувається за рахунок гарячої води, що рухається по системі водопровідних труб і радіатори, що нагріває [12]. Вода надходить із центральної опалювальної системи; в залежності від умов

зберігання можливе нагрівання в котельні, якщо така є, а також при використанні спеціальних електричних приладів [13].

Застосовується тільки в малих складах з невисокими стелями через причини, вже описані вище; також дана система не надто популярна через складність монтажу, а також велику кількість займаного простору, що не дозволяє використовувати площу складу з максимальною ефективністю (головним чином це стосується торгових складів та баз, на яких використовуються стелажні конструкції) [15].

Повітряні системи опалення

Значно популярнішим є повітряне опалення складу, яке вперше почало застосовуватися ще в сімдесяті роки минулого століття та ефективно вдосконалюється до сьогодні. Дані системи не взаємодіють із якимись зовнішніми джерелами, а нагрівання повітря в приміщенні забезпечується роботою теплових генераторів та калориферів – водних та парових [12].

Нагріте повітря надходить колекторами коробчастої конструкції в ті приміщення, де необхідно підтримувати певний температурний режим. Для зменшення або збільшення повітряного потоку використовуються спеціальні стулки, що регулюються, або жалюзі [13].

Такий спосіб має деякі недоліки, хоча їх і менше, ніж у попередньої системи. Тим не менш, повітряна система є однією з складів, що найчастіше використовуються при опаленні завдяки простоті установки і порівняно низької вартості обладнання [15].

Променеві системи опалення

Променисте опалення ще економічніше і просто в установці та застосуванні, ніж повітряне [12]. Робота інфрачервоних нагрівачів не сприяє виникненню пилу, а також не сушать повітря. Принцип дії такої системи вкрай простий - як і промені сонця, елементи даної системи нагрівають не повітря, а об'єкти, на яких вони спрямовані - підлога, стіни, предмети - а ті, у свою чергу,

віддають частину отриманого тепла навколишньому середовищу [15].

Це найзручніше у випадках, коли потрібно нагрівання певної зони невеликих розмірів; самі світильники легко монтуються на висоті 1,5-2 метри від підлоги, а концентрація теплових частинок, що виділяються, може регулюватися [12].

Залежно від мікроклімату, що підтримується всередині складського приміщення, використовуються «світлі» та «темні» інфрачервоні нагрівачі. Виділення тепла у яких сприяє природний чи скраплений газ [13]. Обігрівачі можуть монтуватися безпосередньо в стіни або стінні ніші, так і входити до складу цілих випромінюючих панелей, що розташовуються вздовж всієї довжини будівлі [15]. Також випускаються переносні моделі, що використовуються в умовах неможливості монтажу системи опалення. Залежно від габаритів вони можуть бути як ручними, так і розміщуватись на спеціальних колісних установках [13].

«Світлі» інфрачервоні нагрівачі відрізняються дуже високою температурою – поверхня пальника може нагріватися до 900 градусів. «Темні» забезпечують менше нагрівання – лише до 500 градусів – але при цьому оснащуються спеціальними відбивачами, які дозволяють розсіювати теплові частинки і, тим самим, забезпечувати нагрівання значно більших площ [15]. Розрізняються вони і по конструкції - перші являють собою цільну керамічну плитку (її нагрівання і виробляє інфрачервоне випромінювання), другі ж являють собою трубну конструкцію із зовнішнім термостійким покриттям, всередині якої і відбувається процес горіння газу [15].

Найбільш універсальним типом інфрачервоних обігрівачів є випромінюючі панелі, що широко поширені в більшості складів типового зберігання та стандартними нормами пожежної безпеки [12]. Також їх зручно використовувати для кондиціювання повітря при підключенні парогенератора. Пара може нагріватися майже до 200 градусів, що сприяє значному збільшенню кратності повітрообміну всередині приміщення [12].

Таким чином, можна сказати, що на сьогоднішній день променисті обігрівачі обох типів являють собою найкращі варіанти опалювальних систем – продуктивні, економічні та зручні. Проте, слід згадати про такі обмеження використання даних агрегатів [12]:

•неможливість використання нагрівальних панелей на висоті нижче 4 метрів. В іншому випадку температура нагрівання площі виявиться занадто високою - до того ж таке інтенсивне випромінювання погано позначиться на здоров'ї людей, що проходять під ними [13];

•у приміщеннях із підвищеними вимогами до пожежної безпеки. Це стосується складів пально-мастильних матеріалів та інших легкозаймистих рідин, нафтопродуктів, масел і т.д. [12];

•у приміщеннях, на яких складуються вантажі, чутливі до інфрачервоного випромінювання [15].

Водяне опалення

Система водяного центрального опалення складається з теплового пункту, магістралей, окремих стояків та гілок із опалювальними приладами. Системи центрального водяного опалення розрізняють [15]:

•за температурою теплоносія (води) - 95 ... 105 ° С і більше 105 ° С [15];

•за схемою з'єднання труб з опалювальними приладами – однотрубні та двотрубні [15];

•за положенням труб, що об'єднують опалювальні прилади, – вертикальні та горизонтальні [15];

•за розташуванням магістралей - з верхнім розведенням і з нижнім розведенням [12];

•у напрямку руху води [15].

Вибір системи водяного опалення полягає у встановленні параметрів

води, гідравлічного тиску в системі, а також у виборі типу опалювальних приладів та конструкції системи [12].

Перевага системи водяного опалення перед паровою для складів у тому, що вона дає рівне нагрівання приладів опалення з невисокою температурою, що не викликає зайвої сухості повітря приміщень, що шкодить багатьом видам товарів, що зберігаються на складах [13].

Парове опалення

Як теплоносій в системах парового опалення зазвичай застосовується суха насичена водяна пара [15]. Парове опалення має такі недоліки: знижений термін служби трубопроводів внаслідок інтенсивної корозії; неможливість центрального регулювання тепловіддачі опалювальних приладів шляхом зміни температури теплоносія; органічний пил на поверхні опалювальних приладів, які постійно нагріті до температури 100 °С і вище, частково розкладається; підвищені втрати теплоти паропроводів [15].

Переваги парового опалення: менша площа поверхні опалювальних приладів; швидке нагрівання опалювальних приладів при пуску системи; незначний гідростатичний тиск у системі та ін. – менше 0,1 МПа), і за способом повернення конденсату – замкнуті та розімкнені [12]. Вибір системи парового опалення (низького або високого тиску) визначається джерелом паропостачання, вимогами щодо обмеження температури на поверхні опалювальних приладів та характеристиками міцності самих теплоізолюючих апаратів. Паропроводи повинні бути самостійними, не пов'язаними із трубопроводами агрегатів повітряного опалення, вентиляційних камер [15].

Джерелом теплопостачання офісно-складської будівлі є існуюча газова котельня, межа проектування – точка вводу теплової мережі в будівлю. Теплоносіємдля проектованої системи опалення є вода з параметрами 90-70°С [12]. Параметри теплоносія для системи опалення регулюються в котельній згідно температурного графіку в залежності від зовнішньої температури

повітря [15].

Опалення приміщень здійснюється опалювальними приладами. В якості опалювальних приладів прийняті сталеві панельні радіатори PURMO Compact, типу 22 з боковим підключенням висотою 500мм, на підводках до них запроектовано динамічний термостатичний клапан RA-DV з термостатичною головкою RA2991 [15]. В місцях загального використання, де є можливість замерзання теплоносія, терморегулятори передбачаються з захистом від несанкціонованого втручання [15]. Опалювальні прилади розміщуються під світловими отворами в місцях, що доступні для огляду, ремонту та очищення [15].

Система опалення прийнята двотрубна, тупикова, з розводкою трубопроводів в підлозі [15]. Окремі відгалуження системи опалення, без встановлених RA-DV, регулюються ручними балансувальними клапанами у парі з автоматичними регуляторами перепаду тиску [15].

В майстернях та технічних приміщеннях в якості опалювальних приладів встановлені регістри з гладких труб [1,2]. В приміщенні складу в якості опалювальних приладів застосовані опалювально-вентиляційні агрегати [12].

Проектними рішеннями забезпечена можливість проведення гідравлічної наладки системи опалення методом гідравлічного регулювання [12]:

- проведення гідравлічного регулювання по окремим гілкам і ділянкам систем опалення автоматичними балансувальними клапанами [13];
- проведення гідравлічного регулювання на кожному опалювальному приладі шляхом настройки регулюючих пристроїв – клапанівтерморегуляторів [13].

Теплове регулювання системи здійснюється шляхом налаштування автоматичних терморегуляторів на кожному опалювальному приладі [12].

При прокладанні трубопроводів забезпечується компенсація їх теплових подовжень шляхом встановлення Г-подібних компенсаторів та ділянок самокомпенсації [12].

Видалення повітря з системи опалення здійснюється за допомогою

автоматичних повітровідвідників у верхніх точках систем та вмонтованих у кожний опалювальний прилад [13].

Дренаж теплоносія з систем опалення передбачається в нижніх точках системи опалення [13].

В офісних приміщеннях на другому поверсі було підібрано сталеві панельні радіатори, фірми «PURMO» [15].

В складській частині будівлі опалення передбачено водяними тепловентиляторами Volcano VR mini EC, в кількості 4 штук. На підводках до них встановлено кран для видалення повітря, регулятор витрати , шарові вентилі та фільтри глубокої очистки [12].

Температура в приміщеннях підібрана по розрахунках згідно відповідного ДБН [1-3].

Опалення приміщень здійснюється поліпропіленовими трубами KAN-therm PP-R, що прокладаються у штробах стін та підлозі в теплоізоляції [12].

Магістральні трубопроводи виконані також з поліпропіленових труб системи KAN-therm PP-R, що прокладаються у штробах стін та під стелею складського приміщення [13].

Від котельні до офісно-складської будівлі, трубопроводи прокласти в залізобетонних лотках попередньо ізольованими трубами на глибині 1,2 м (низ. лотка) [15].

Вентиляція офісно-складських приміщень розрахована на забезпечення встановлених санітарними та технічними нормами параметрів в приміщенні та чистоти повітря в приміщеннях [13]. Особливих шкідливостей в вентиляційних викидах немає [12].

Офісні приміщення обладнано припливно-витяжною системою вентиляції з механічним спонуканням і підігрівом припливного повітря в зимовий час, фірми Вентс [18].

Подачу припливного повітря та видалення витяжного повітря в офісних приміщеннях організовано через через квадратні стельові дифузори типу ПДК в конструкції підвісної стелі [18].

В приміщеннях санвузлів, душових та кухні-їдальні видалення витяжного повітря організовано окремими системами через витяжнушафу та анемостати типу МВ 150 бВАСА в конструкції підвісної стелі [18].

Кратність повітрообміну для приміщень взято по даним нормативних документів та згідно розрахунків [2].

Припливні повітропроводи в приміщенні до установки утеплені ізоляцією зі вспіненого каучуку товщиною 25 мм фірми «K-Flex ST» [2].

Припливні повітропроводи після установки утеплені ізоляцією зі вспіненого каучуку товщиною 10 мм фірми «K-Flex» [2].

Система вентиляції складської частини будівлі обладнано припливно-витяжною системою вентиляції з рекуперацією [2].

Таблиця 2.1

Розрахункові параметри для зовнішнього повітря [4]

Період року	Темпера-тура t,ºС	Ентальпія I, кДж/кг	Вологовміст d, г/кг	Відносна вологість φ, %	Швидкість вітру V, м/с
Теплий	23	56,4	13	69	2,1
Холодний	-22	-21,1	0,5	83	3

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Температура внутрішнього повітря ТП tint: 24,5 ± 1,5℃ [3];

Температура внутрішнього повітря ХП tint: 20 ± 1,5℃ [3];

Відносна вологість φint: 40-60% [3];

Швидкість руху повітря: не більше 0,1м/с [3].

Параметри внутрішнього середовища приймаються відповідно до потреб матеріалів, які зберігаються на складі [1]. Прийнято температуру повітря +14℃.

Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій.

Таблиця 2.1.

Итоги - Ограждения

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	ср	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Замечания
	м		Вт/(м·К)	кг/м3	кДж/(кг·К)	м2·К/Вт	м'2·К/Вт	мг/(м·ч·Па)		м2ч·Па/г	м2ч·Па/г	
КРЫША	Кровля											
Вид ограждения: Совмещенное покрытие невентилируемое, Влажностные условия: Нормальный												
РУБЕРОИД	0,0150		0,180	1000	1,460	0,083	0,083	7,50	96	2000,0	2000,0	
POLMIN PT	0,2700	Плиты POLMIN pt из мин. ваты	0,040	70	0,750	6,750	6,750	450,00	2	600,0	600,0	
АЛЮМИНИЙ	0,0020		200,000	2700	0,870	0,000	0,000	0,01	72000	200000,0	200000,0	
Сопротивление воздушной прослойки совмещенного покрытиясред. толщиной H = 0 м, [м2·К/Вт]:												0,150
Сумма сопротивлений теплопередаче ската крыши и воздушной прослойки, [м2·К/Вт]:												6,983
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,1500		1,700	2500	0,840	0,088	0,088	30,00	24	5000,0	5000,0	
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:												0,100
Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м2·К/Вт]:												0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:												7,212
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:												0,139
НАРСТ	Стена наружная											
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный												
ШТУКАТ-ЦИ	0,0300		0,820	1850	0,840	0,037	0,037	45,00	16	666,7	666,7	
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2000		1,700	2500	0,840	0,118	0,118	30,00	24	6666,7	6666,7	
МИНВАТ-СТ	0,1700		0,045	70	0,750	3,778	3,778	480,00	2	354,2	354,2	
ШТУКАТ-ЦИ	0,0300		0,820	1850	0,840	0,037	0,037	45,00	16	666,7	666,7	
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:												0,130
Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м2·К/Вт]:												0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:												4,139
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:												0,242
ПОЛ1	Пол по грунту склад											
Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный												
Стена, примыкающая к полу: НАРСТ												
Разница высоты пола и грунтовой воды Zgw: 5,00 м												
Горизонтальная теплоизоляц.: ЖЕЛЕЗБЕТОН толщиной dnh = 0,10 м и длиной Dh = 0,10 м												
Вертикальная теплоизоляц.: ЖЕЛЕЗБЕТОН толщиной dnv = 0,10 м и длиной Dv = 0,10 м												
БЕТОН-1900	0,1000		1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2000		1,700	2500	0,840	0,118	0,118	30,00	24	6666,7	6666,7	
ГРАВИЙ	0,1000		0,900	1800	0,840	0,111	0,111	35,00	21	2857,1	2857,1	
ГРУНТ-ЗДАН	0,1000		1,740	1800	0,840	0,057	0,057	300,00	2	333,3	333,3	
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче Rg, [м2·К/Вт]:												1,444
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:												1,830
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:												0,546

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	cp	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Замечания
	м		Вт/(м·К)	кг/м3	кДж/(кг·К)	м2·К/Вт	м'2·К/Вт	мг/(м·ч·Па)		м2ч·Па/г	м2ч·Па/г	
ПОЛ2	Пол по грунту админ											
Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный												
Стена, примыкающая к полу: НАРСТ												
Разница высоты пола и грунтовой воды Zgw: 5,00 м												
Горизонтальная теплоизоляц.: ЖЕЛЕЗБЕТОН толщиной dnh = 0,10 м и длиной Dh = 0,10 м												
Вертикальная теплоизоляц.: ЖЕЛЕЗБЕТОН толщиной dnv = 0,10 м и длиной Dv = 0,10 м												
ТЕРРАКОТА	0,0100		1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
БЕТОН-1900	0,0500		1,000	1900	0,840	0,050	0,050	75,00	10	666,7	666,7	
ПЕНОПОЛИСТ	0,1200		0,036	20	1,460	3,333	3,333	12,00	60	10000,0	10000,0	
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2000		1,700	2500	0,840	0,118	0,118	30,00	24	6666,7	6666,7	
ГРАВИЙ	0,1000		0,900	1800	0,840	0,111	0,111	35,00	21	2857,1	2857,1	
ГРУНТ-ЗДАН	0,1000		1,740	1800	0,840	0,057	0,057	300,00	2	333,3	333,3	
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче Rg, [м2·К/Вт]:												1,568
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:												5,247
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:												0,191
СТВН	Стена внутренняя											
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный												
КИРПИЧ-ПУС	0,1200		0,800	1600	0,880	0,150	0,150	105,00	7	1142,9	1142,9	
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:												0,130
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:												0,130
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:												0,410
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:												2,439

Таблиця 2.2.

Итоги - Ведомость ограждений

Символ	Описание	d	Ri	Re	R	U	ФТ
		м	м2·К/Вт	м2·К/Вт	м2·К/Вт	Вт/м2·К	Вт
ВОРОТА	Дверь наружная	0,040				1,000	1134
ДВ	Дверь наружная					1,300	197
ДВ2	Дверь внутренняя					2,700	0
КРЫША	Кровля	0,447	0,100	0,040	7,212	0,139	2540
НАРСТ	Стена наружная	0,430	0,130	0,040	4,139	0,242	7673
ОК	Окно наружное (фонарь)					1,050	3629
ПОЛ1	Пол по грунту склад	0,500	1,444		1,830	0,546	2460
ПОЛ2	Пол по грунту админ	0,580	1,568		5,247	0,191	119
СТВН	Стена внутренняя	0,120	0,130	0,130	0,410	2,439	0

Рис. 2.1. Розподіл температур в конструкції зовнішньої стіни [8]

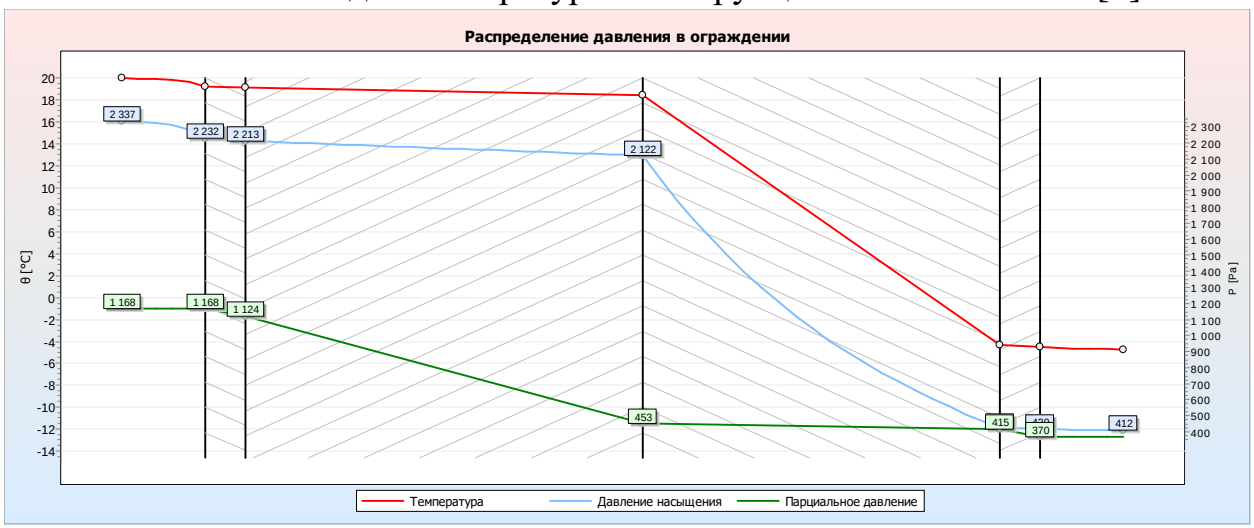


Рис. 2.2. Розподіл парціальних тисків в конструкції зовнішньої стіни [8]

Рис. 2.3. Розподіл температур в конструкції покриття [8]

В конструкції суміщенного покриття передбачено пароізоляцію, тому розрахунок тепловологістного стану не проводився [8].

Визначення показника теплозасвоєння поверхнею підлоги із постійними робочими місцями.

Теплова інерція D багатошарової огороджувальної конструкції з послідовно розташованими однорідними шарами розраховується за формулою [9]:

$$D = \int_{i=1}^{n} D_i = \int_{i=1}^{n} R_i \cdot s_i$$

де D_i – теплова інерція окремого i-го шару огороджувальної конструкції; n – кількість шарів у конструкції [9].

Таблиця 2.3

№ п. п.	Найменування шару	Товщ, шару, δ, м	Коеф. теплопров.λ, Вт/(м · К)	Термічний опір шару, R_i, (м²·К)/Вт	Коеф. Теплоза-своєння S, Вт/(м²·К)	Теплова інерція, D
4	Ущільнений грунт	0,120	2,00	0,060	15	0,900
3	Ущільнений щебінь фракції 20...40	0,15	3,49	0,043	25,04	1,076
2	Утеплювач XPS	0,05	0,027	1,8519	0,32	0,593
1	Стяжка	0,1	0,93	0,1075	11,09	1,192

Теплова інерція першого шару покриття підлоги D_1= 1,192> 0,5

$Y_n = 2 \cdot s_1$ =2·11,09=22,18 Вт/(м²·К) > 14 Вт/(м²·К);

Оскільки умова не дотримується кладемо на робочих місцях плити з жорсткого пінополіуритану [9].

Теплова інерція жорсткого пінополіуритану[9]:

$$D_{\text{пп}} = R_{\text{пп}} \cdot s_{\text{пп}} = \frac{0{,}04}{0{,}041} \cdot 0{,}55 = 0{,}54 \geq 0{,}5$$

Визначаємо теплозасвоєння внутрішньої поверхні за формулою[9]:

$$У_{\text{пп}} = 2 \cdot s_{\text{пп}} = 2 \cdot 0{,}55 = 1{,}1 < 17 \ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Розділ 3. Розрахунок системи опалення.

3.1. Характеристики системи опалення

На даний момент серед централізованих опалювальних систем , виділяють такітипи як водяні, повітряні, комбіновані, парові та променеві [12].

В проєкті офісно-складської будівлі розглядаєть водяна система опалення [13]. В цих системах теплоносієм виступає гаряча вода. Як теплоносій вода має найвищий показник теплоємності, який дорівнює св= 4,19 кДж/кг·К, і має гідні санітарно-гігієнічні характеристики [12]. Як приклад воду в подавльному трубопроводі обирають з температурою до 95 ℃ та 105 ℃ для громадських і житлових будівель, в однотрубних та двотрубних систем центрального опалення відповідно [13]. Для дитячих закладів та лікарень до 85℃ та до 150 ℃ в промислових будівлях. Поворотну воду обирають з температурою 70 ℃ для всіх будівель.[2]

Системи водяного опалення поділяються на системи з вимушеною та природньою циркуляцією теплоносія [12]. У системах з природною циркуляцією вода переміщується за допомогою різниці густини між повортною та подавальною водою, що виникає внаслідок відмінностей у температурі [15]. У системах з вимушеною циркуляцією переміщення води відбувається за допомогю насосів або водоструминних ежекторів.[2]

Також системи діляться на однотрубні і двотрубні в залежності від схем живлення нагрівальних пристроїв, які в свою чергу різняться в залежності від розміщення магістралей на системи [2]:

- з верхньою розводкою подавальної магістралі і нижньою розводкою магістралі [12];
- з нижньою розводкою подавальної і поворотної магістралі [12];
- з нижньою розводкою подавальної і верхньою розводкою поворотної магістралі – так звана «перекинута» циркуляція [12].

В представленій роботі розглядається двотрубна, тупикова система з нижньою подачею теплоносія [12].

3.1. Розрахунок тепловтрат

Таблиця 3.1.

Символ	Описание	θint,H	A	V	ΦHL	Fl	Hi	n50	nmin	Vmin	Vinfv	Vm.infv	Vsu min	Vsu	Vex min
		°C	м2	м3	Вт	м	м	1/ч	1/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч
101	Склад 101	14,0	296,44	1763,8	19423	0,00	5,95	3,5	1,00	1763,8	617,3	0,0	1763,8	1763,8	1763,8
102	Лестница 102	16,0	13,68	81,4	3262	0,00	5,95	3,5	0,30	24,4	17,1				
103	Комната отдыха 103	20,0	15,00	42,0	1247	0,00	2,80	3,5	1,50	63,0	8,8	0,0	63,0	63,0	63,0
104	ІТП 104	16,0	14,22	39,8	3577	0,00	2,80	3,5	5,00	199,1	13,9				
105/6	Санузел 105/6	25,0	6,50	18,2	542	0,00	2,80	3,5	0,50	9,1	0,0				
108	Санузел 108	25,0	3,30	9,2	320	0,00	2,80	3,5	0,50	4,6	0,0	0,0	30,0	30,0	30,0
110	ресепшн 110	20,0	19,96	55,9	816	0,00	2,80	3,5	0,50	27,9	11,7	0,0	27,9	27,9	27,9
111	Офис 111	20,0	7,32	20,5	839	0,00	2,80	3,5	0,50	10,2	4,3	0,0	10,2	10,2	10,2
112	Санузел 112	25,0	3,59	10,1	340	0,00	2,80	3,5	0,50	5,0	0,0	0,0	30,0	30,0	30,0
113	Лестница 113	16,0	5,13	35,1	912	0,00	6,85	3,5	0,30	10,5	7,4	0,0	10,5	10,5	10,5
114	Офис 114	20,0	32,60	91,3	2107	0,00	2,80	3,5	1,00	91,3	19,2	0,0	91,3	91,3	91,3
115	Подсобное пом. с окном	16,0	6,99	19,6	551	0,00	2,80	3,5	0,50	9,8	4,1	0,0	9,8	9,8	9,8
116	Кухня с окном 116	18,0	10,06	28,2	992	0,00	2,80	3,5	0,50	14,1	5,9	0,0	14,1	14,1	14,1
120	Офис 120	20,0	27,37	76,6	2025	0,00	2,80	3,5	1,00	76,6	16,1	0,0	76,6	76,6	76,6
121	Офис 121	20,0	13,94	39,0	1248	0,00	2,80	3,5	1,00	39,0	8,2	0,0	39,0	39,0	39,0
202	Офис 202	20,0	62,18	174,1	3513	3,00	2,80	3,5	1,00	174,1	36,6	0,0	174,1	174,1	174,1
204	Санузел 204	25,0	3,30	9,2	227	3,00	2,80	3,5	0,50	4,6	0,0	0,0	30,0	30,0	30,0
207	Офис 207	20,0	18,49	51,8	1520	3,60	2,80	3,5	1,00	51,8	10,9	0,0	51,8	51,8	51,8
208	Санузел 208	25,0	3,59	10,1	310	3,60	2,80	3,5	0,50	5,0	0,0	0,0	30,0	30,0	30,0
209	Офис 209	20,0	10,06	28,2	993	3,60	2,80	3,5	1,00	28,2	5,9	0,0	28,2	28,2	28,2
210	Офис 210	20,0	6,99	19,6	628	3,60	2,80	3,5	1,00	19,6	4,1	0,0	19,6	19,6	19,6
211	Офис 211	20,0	20,86	58,4	2167	3,60	2,80	3,5	0,50	29,2	20,4	0,0	29,2	29,2	29,2

Vex	n	Vv	θv	ΦT	ΦV	HT	HV	fh	Φ	φHL,A	φHL,V	ΦHL,c
м3/ч	1/ч	м3/ч	°C	Вт	Вт	Вт/К	Вт/К		Вт	Вт/м2	Вт/м3	Вт
1763,8	1,4	2381,2	4,7	9333	7556	259,26	209,89	1,15	19423	65,5	11,0	19423
	0,3	24,4	-22,0	2521	315	66,34	8,30	1,15	3262	238,4	40,1	3262
63,0	1,7	71,8	3,8	851	396	20,26	9,42	1,00	1247	83,1	29,7	1247
	5,0	199,1	-22,0	1005	2572	26,44	67,69	1,00	3577	251,5	89,8	3577
	0,5	9,1	-22,0	396	145	8,44	3,09	1,00	542	83,4	29,8	542
30,0	3,2	30,0	14,0	208	112	4,43	2,39	1,00	320	97,1	34,7	320
27,9	0,7	39,7	3,4	591	225	14,08	5,35	1,00	816	40,9	14,6	816
10,2	0,7	14,6	3,4	756	82	18,01	1,96	1,00	839	114,6	40,9	839
30,0	3,0	30,0	14,0	228	112	4,85	2,39	1,00	340	94,8	33,8	340
10,5	0,5	17,9	-0,8	690	103	18,17	2,70	1,15	912	177,7	25,9	912
91,3	1,2	110,4	7,8	1647	460	39,21	10,95	1,00	2107	64,6	23,1	2107
9,8	0,7	13,9	3,4	492	60	12,93	1,57	1,00	551	78,9	28,2	551
14,1	0,7	20,0	3,4	892	100	22,31	2,49	1,00	992	98,6	35,2	992
76,6	1,2	92,7	7,8	1639	386	39,02	9,19	1,00	2025	74,0	26,4	2025
39,0	1,2	47,2	7,8	1051	197	25,03	4,68	1,00	1248	89,5	32,0	1248
174,1	1,2	210,7	2,3	2245	1268	53,45	30,19	1,00	3513	56,5	20,2	3513
30,0	3,2	30,0	14,0	115	112	2,44	2,39	1,00	227	68,8	24,6	227
51,8	1,2	62,6	7,8	1259	261	29,97	6,21	1,00	1520	82,2	29,4	1520
30,0	3,0	30,0	14,0	197	112	4,20	2,39	1,00	310	86,3	30,8	310
28,2	1,2	34,1	7,8	851	142	20,27	3,38	1,00	993	98,7	35,3	993
19,6	1,2	23,7	7,8	529	99	12,59	2,35	1,00	628	89,8	32,1	628
29,2	0,9	49,6	-0,8	1816	351	43,23	8,37	1,00	2167	103,9	37,1	2167

3.3.Гідравлічний розрахунок системи опалення

Головним завданням гідравлічного розрахунку є визначення діаметрів трубопроводів при заданому тепловому навантаженні, а також втрат тиску в різних ділянках системи [12,16].

Відповідно до методики, на схемі вказані ділянки, вибирається трубопровідна магістраль, для якої проводяться розрахунки щодо втрат тиску від тертя та місцевих опорів [16].

Таблиця 3.2

Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів для магістралі 1

Номер ділянки	Теплове навантаження на ділянці Q_i, Вт	Витрати води на ділянці m_i, кг/с	Довжина ділянки l, м	Діаметр трубопроводу $d_{ст}$, мм	Швидкість руху води $\omega_д$, м/с	Питомі витрати тиску на тертя $R_д$, Па/м	Витрати тиску на тертя на ділянці $R_д\ l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих Опорів $\Sigma\ \xi$	Витрати тиску на місцеві опори Z, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці ($R_д\ l$ + Z), Па
1	1,388	0,017	5,6	20	0,104	16	89,6	1	5,41	95,01
2	3,481	0,042	7,1	25	0,17	38	269,8	1,8	26,01	295,81
3	4,318	0,052	1,5	25	0,21	58	87	1,3	28,01	115,67
4	5,155	0,062	0,6	25	0,25	83	49,8	1,8	56,25	106,05
5	5,927	0,071	4,9	25	0,29	83	406,7	1,8	75,69	482,4

Таблиця 3.3.

Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів для магістралі 2

Номер ділянки	Теплове навантаження на ділянці Q_i, Вт	Витрати води на ділянці m_i, кг/с	Довжина ділянки l, м	Діаметр трубопроводу $d_{ст}$, мм	Швидкість руху води $\omega_д$, м/с	Питомі витрати тиску на тертя $R_д$, Па/м	Витрати тиску на тертя на ділянці $R_д \cdot l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих Опорів $\Sigma \cdot \xi$	Витрати тиску на місцеві опори Z, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці $(R_д \cdot l + Z)$, Па
1	1,718	0,021	6,3	20	0,13	31	195,3	1	8,45	203,75
2	3,436	0,041	2,5	25	0,17	37	92,5	1,8	26,01	118,51
3	5,154	0,062	6,4	25	0,25	83	531,2	1,3	40,63	571,83
4	5,991	0,072	5,3	25	0,29	110	583	1,8	75,69	658,69
5	7,821	0,093	12,5	32	0,23	49	612,5	1,8	47,61	660,11

Таблиця 3.4.

Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів для магістралі 3

Номер ділянки	Теплове навантаження на ділянці Q_i, Вт	Витрати води на ділянці m_i, кг/с	Довжина ділянки l, м	Діаметр трубопроводу $d_{ст}$, мм	Швидкість руху води $\omega_д$, м/с	Питомі витрати тиску на тертя $R_д$, Па/м	Витрати тиску на тертя на ділянці $R_д\,l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих Опорів $\Sigma\,\xi$	Витрати тиску на місцеві опори Z, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці ($R_д\,l$ + Z), Па
1	0,732	0,01	3,5	20	0,1	10	35	1	5	40
2	2,2	0,026	3,95	20	0,17	50	197,5	1,8	26,01	223,51
3	3,67	0,044	4,7	25	0,18	42	197,4	1,3	21,06	218,46
4	4,4	0,053	1,02	25	0,21	60	61,2	1,8	39,69	100,89
5	5,17	0,062	6,5	32	0,15	21	136,5	1,8	20,25	156,75
6	5,94	0,071	10	32	0,18	28	280	2	32,4	312,4
7	7,7	0,092	10,3	32	0,23	47	484,1	2	52,9	537
8	9,46	0,113	10,3	32	0,28	71	731,1	2	78,4	809,7

3.4. Підбір опалювальних приладів

Таблиця 3.5

Підбір опалювальних приладів для системи опалення

№/ Тип	Назва прим.	Назва, тип, модель опалювального пристрою	Кількість, шт	Теплова потужність одного пристрою, Вт	Поравковий коефіцієнт	Загальна теплова потужність,Вт
Поверх 2						
201	Сходова клітина	PURMO Compact 22 500x500	1	735	1,05	772
202	Хол-коридор	PURMO Compact 22 1400x500	1	732	1	732
203	Кабінет головного інженера	PURMO Compact 22 1400x500	2	1164	1,26	2933
204	Переговорна	PURMO Compact 22 1200x500	2	732	1	1464
205	Сходова клітина	PURMO Compact 22 1200x500	2	915	1	1830
206	Офіс Open-Space	PURMO Compact 22 1400x500	3	1397	1,26	5281
207	Архів	PURMO Compact 22 1200x500	1	549	1	549
208	Кабінет директора	PURMO Compact 22 1200x500	1	915	1	915
Склад						
1.1	Зона 1	Volcano VR mini EC	2	7600	1	15200
1.2	Зона 2	Volcano VR mini EC	4	7600	1	30400
1.3	Зона 3	Volcano VR mini EC	2	7600	1	15200

1.4	Приміщення кладовщика	PURMO Compact 22 500x500	1	735	1,05	772
1.5	Санвузол	PURMO Compact 22 500x500	1	735	1,05	772

Таблиця 3.6.

Тепловий розрахунок регістрів системи опалення

Прим	Тип. ін.	L, м	$Q_{рас}$, Вт	$Q_{тр}$, Вт	$Q_{реа}$, Вт	tП, ^{0}C	G, кг/с
102	GS-3-80	2,00	1054	1054	1262	95,00	0,01004
102	GS-3-80	3,00	1203	1203	1205	81,83	0,01146
103	GS-3-80	3,00	1203	1203	1205	81,83	0,01146
103	GS-3-80	3,50	2205	1544	1527	81,04	0,02101
104	GS-3-80	3,50	2205	1544	1597	83,31	0,02101
104	GS-3-80	1,50	930	651	729	83,90	0,00886
105	GS-3-80	1,50	930	651	745	85,10	0,00886
105	GS-3-80	3,00	2148	1504	1556	88,37	0,02047
106	GS-3-80	2,50	2048	1434	1427	91,78	0,01952
106	GS-4-80	3,50	1952	1952	2122	81,83	0,01860

3.5. **Підбір повітряно-опалювальних агрегатів та теплових завіс**

Попередньо визначаємо кількість складу[13]:

$$N = K \cdot \frac{Q}{Q_{агр}} = 1{,}1 \cdot \frac{177383}{55600} = 3{,}5шт.$$

де K= 1,1- при заборі повітря відповідно до робочої [13].

Q- Розрахункова теплова потужність системи опалення приміщення, Вт [13].

$Q_{агр}$- Теплопродуктивність агрегату, Вт [13].

Таким чином приймаємо до встановлення 4 повітряно-опалювальні агрегати VOLCANO VR3.

Для прийнятої кількості агрегатів обчислюється розрахункова тепло похідність агрегату [13]:

$$Q_{агр}^{расч} = K \cdot \frac{Q}{N} = 1{,}1 \cdot \frac{200478}{4} = 55131Вт$$

Температура повітря, що подається в приміщення, визначається за формулами [13]

$$t_{агр} = t_{р.з.} + \frac{Q_{агр}^{расч}}{0{,}29 \cdot L_{агр}} = 18 + \frac{55131}{0{,}29 \cdot 5700} = 51{,}4^{0}C$$

Повітряно-теплові завіси встановлюють у опалюваних будинках для забезпечення необхідної температури повітря в робочій зоні та на робочих місцях. Відповідно [2] зовнішні ворота приміщень постів ТО і ТР рухомого складу слід обладнати повітряно-тепловими завісами в районах із середньою розрахунковою температурою зовнішнього повітря -15^{0}С і нижче за наступної умови: при розташуванні постів ТО з відривом 4-х і менше метрів від зовнішніх воріт [13].

При підборі теплової завіси насамперед слід звернути увагу до такі параметри: довжина завіси; продуктивність повітрям; потужність та тип нагрівальних елементів; спосіб керування завісою (виносний пульт,термостат); тип установки (горизонтальний чи вертикальний); джерело теплоти (електрика або гаряча вода)[13].

До установки на ворота 4х3 м приймаємо завісу ВЕНТС ПВЗ 900х500 НК 900х500-45,0-3 (45кВт) з водяним калорифером.

Розділ 4. Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря

Розрахункові параметри внутрішнього повітря офісних приміщень визначаються згідно з ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

В складських приміщеннях згідно ДБН В.2.2-43:2021 температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря потрібно приймати відповідно до вимог технології зберігання вантажів.

У складських приміщеннях, у повітряне середовище яких можливе виділення шкідливих речовин у концентраціях, що перевищують гранично допустимі санітарні норми, або виділення різких і неприємних запахів, потрібно передбачати вентиляцію відповідно до вимог ДБН В.2.5-67. В інших складських приміщеннях потрібно передбачати природну загальнообмінну вентиляцію, що забезпечує одноразовий повітрообмін за 1 год.

У складських приміщеннях допустимо передбачати кондиціювання повітря за вимогами технології зберігання вантажів, якщо задані параметри повітряного середовища в них не можуть бути забезпечені загальнообмінною вентиляцією, включаючи вентиляцією з випарним охолодженням повітря.

Проектом передбачена механічна система вентиляції. В офісній частині будівлі циркуляція повітря здійснюється за допомогою стельових припливно-витяжних установок з пластинчастим рекуператором Slimstar 2000 EC виробництва компанії «Aerostar», які розташовані в застельовому просторі. Для забезпечення рівномірного розподілу припливного повітря в приміщеннях, підібрані стельові дифузори. Видалення повітря відбувається за допомогою тих самих стельових дифузорів, а на окремих витяжних системах для другорядних приміщень (таких як санвузли, кухня, тощо), встановлені анемостати.

Для складської частини будівлі також передбачена механічна система вентиляції, з припливно-витяжною установкою GREENSTR 20 фірми виробника «Aerostar», яка встановлена за межами будівлі. Досягненню рівномірного розподілу припливного повітря сприяють підібрані текстильні

повітропроводи. Видалення повітря відбувається за допомогою ротаційних дифузорів фірми «MADEL».

4.1. Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількостей.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря визначаються згідно з ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Кімната відпочинку:

Рівень метаболізму: 58 Вт/м^2 (1,0 мет)

Теплоізоляційні властивості людини залежать від вбрання, табл. Д.3 [2].

Холодний період року – 1,1 кло (0,155 м^2·К/Вт)

Теплий період року – 0,50 кло (0,080 м^2·К/Вт)

Офіс:

Рівень метаболізму: 70 Вт/м^2 (1,2 мет).

Холодний період року – 1,0 кло (0,155 м^2·К/Вт)

Теплий період року – 0,80 кло (0,125 м^2·К/Вт)

Відділ продажу :

Рівень метаболізму: 70 Вт/м^2 (1,2 мет).

Холодний період року – 1,0 кло (0,155 м^2·К/Вт)

Теплий період року – 0,90 кло (0,140 м^2·К/Вт)

Зал переговорна :

Рівень метаболізму: 70 Вт/м^2 (1,2 мет).

Теплоізоляційні властивості людини:

Холодний період року – 1,0 кло (0,155 м^2·К/Вт)

Теплий період року – 0,80 кло (0,125 м^2·К/Вт)

Приміщення	Період року	Температура	Відносна вологість	Рухливість повітря	ГДК CO_2
Кімната відпочинку	Теплий	25	25-60	0,21	600
	Холодний	22		0,18	
Офіс	Теплий	23	25-60	0,19	600
	Холодний	21		0,15	
Відділ продажу	Теплий	23	25-60	0,19	600
	Холодний	21		0,15	
Зал переговорна	Теплий	23	25-60	0,19	600
	Холодний	21		0,15	

4.1.1. Теплонадходження від штучного освітлення

$$Q_{oc} = A * E * q_{oc} * \eta_{oc}$$

A - площа кімнати

$A = 255м^2$

E – освітленість, за [2]

E = 200 Люкс

q_{oc} =0,13 Вт/м^2 , питомі виділення теплоти, за [2]

η_{oc} - коефіцієнт світла перетвореного в теплоту, за [2]

η_{oc} =0,55

Зона очікування	$Q_{осв}$=	653	F =	60,90
Зона очікування	$Q_{осв}$=	936	F =	87,3
Кабінет керівників	$Q_{осв}$=	923	F =	43,04
Відділ продажу	$Q_{осв}$=	711	F =	33,14
Зала переговорів	$Q_{осв}$=	1875	F =	87,4

4.1.2. Повна та явна кількість теплоти від людей в теплий період року

$$Q_h = \sum q_h * n$$ - явні теплонадходження

$$Q_{hf} = \sum q_{hf} * n$$ - повні теплонадходження

qh - питоме виділення явної теплоти однією людиною, за [2] табл. 4.1 у стані спокою і t-=26 °С є 60 Вт

qhf - питоме виділення повної теплоти однією людиною, за [2] табл. 4.1 при легкій роботі і t=26°С є 145 Вт

n- кількість людей

Для теплого періоду року:

Зона очікування	q_{hf} =	145	$Q^{ТП}$ =	725
Кімната відпочинку	q_{hf} =	145	$Q^{ТП}$ =	580
Офіс	q_{hf} =	147	$Q^{ТП}$ =	294
Відділ продажу	q_{hf} =	147	$Q^{ТП}$ =	882
Зал переговорна	q_{hf} =	147	$Q^{ТП}$ =	1470

Для холодного періоду року:

Зона очікування	q_{hf} =	148	$Q^{ХП}$ =	740
Кімната відпочинку	q_{hf} =	148	$Q^{ХП}$ =	592
Офіс	q_{hf} =	149	$Q^{ХП}$ =	298
Відділ продажу	q_{hf} =	149	$Q^{ХП}$ =	894
Зал переговорна	q_{hf} =	149	$Q^{ХП}$ =	1490

4.1.3. Теплонадходження від сонячної радіації

Раціоналізація теплових надходжень сонячної радіації не є рівномірною. Тому, щоб знайти найбільше загальне теплове навантаження на систему припливно-витяжної вентиляції, необхідно визначити надходження тепла через вікна та перекриття за максимальними погодинними питомими теплонадходженнями для конкретної географічної широти та орієнтації віконного прорізу.

$$Q_{с.р.} = (q_р \cdot k_1 + q_п \cdot k_2) \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot F_{ос},$$

де k_1=1 – коефіцієнт опромінення прямою сонячною радіацією;

k_2=1 – коефіцієнт опромінення (надходження розсіяної сонячної радіації через світлові прорізи);

k_3= 0,6 –;

k_4=0,61 - коефіцієнт теплопроникності світлових прорізів.

Назва приміщення	Орієнтація	Площа, м^2	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18

Зона очікування	ПнСх	25,5	662,6	1042,2	1011,1	995,2	964,41	917,7	824,5	684,4
Кімната відпочинку	ПнСх	13,5	350,8	340,4	333,2	320,1	300,4	280,0	267,7	250,3
Офіс	ПнСх	5,2	135,1	128,3	122,5	117,4	115,4	110,7	105,4	100,1
Відділ продажу	ПнСх	6,6	171,5	165,5	158,3	150,3	145,4	134,8	130,3	121,0
Зал переговорна	ПнСх	8,4	218,3	212,5	206,1	203,0	196,7	187,1	168,1	139,6

4.1.4. Надходження теплоти від обладнання

$$Q_{обл}=N\cdot n$$

де N –номінальна електрична потужність обладнання, Вт;

n- кількість одиниць обладнання, шт;

Офіс	N=	300	$Q_{обл}$=	600
Відділ продажу	N=	300	$Q_{обл}$=	1800

Загальні теплонадходження в приміщеннях

Назва приміщення	Джерела теплонадходження	Теплонадходження в період року, Вт			
		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні
Зона очікування	Люди	325	725	450	740
	Штучне освітлення	653	653	653	653
	Сонячна радіація	662	662		
	Всього:	1640	2040	1103	1393
Кімната відпочинку	Люди	260	580	360	592
	Штучне освітлення	923	923	923	923
	Сонячна радіація	350	350		

	Всього:	1533	1853	1283	1515
Офіс	Люди	170	294	190	298
	Штучне освітлення	923	923	923	923
	Сонячна радіація	135	135		
	Обладнання	600	600	600	600
	Всього:	1828	1952	1713	1821
Відділ продажу	Люди	510	882	570	894
	Штучне освітлення	711	711	711	711
	Сонячна радіація	171,5	171,5		
	Обладнання	1800	1800	1800	1800
	Всього:	3192	3564	3081	3405
Зал переговорна	Люди	850	1470	950	1490
	Штучне освітлення	1875	1875	1875	1875
	Сонячна радіація	218	218		
	Всього:	3943	3563	2825	3365

Тепловий баланс

Приміщення	Період року	Параметри	Надходження	Надлишки	Теплонапруженість Вт/м^3
Зона очікування	ТП	Явна теплота	1640	1640	32,6
		Повна теплота	2040	2040	
	ХП	Явна теплота	1103	1103	6,03
		Повна теплота	1393	1393	
Кімната відпочинку	ТП	Явна теплота	1533	1533	14,6
		Повна теплота	1853	1853	
	ХП	Явна теплота	1283	1283	4,9
		Повна теплота	1515	1515	
Офіс	ТП	Явна теплота	1828	1828	15,7

		Повна теплота	1952	1952	
	ХП	Явна теплота	1713	1713	10
		Повна теплота	1821	1821	
Відділ продажу	ТП	Явна теплота	3192	3192	32,5
		Повна теплота	3594	3594	
	ХП	Явна теплота	3081	3081	23,2
		Повна теплота	3405	3405	
Зал переговорна	ТП	Явна теплота	3943	3943	12,5
		Повна теплота	3563	3563	
	ХП	Явна теплота	2825	2825	8
		Повна теплота	3365	3365	

4.1.4. Надходження вологи та газів в приміщення

Кількість вологи від людей визначається за формулою:

$$W_{вол}= \sum w \cdot n_i$$

Для теплого періоду року:

Зона очікування	$W_{вол}$=	575	w =	115	n =	5
Кімната відпочинку	$W_{вол}$=	460	w =	115	n =	4
Офіс	$W_{вол}$=	180	w =	90	n =	2
Відділ продажу	$W_{вол}$=	540	w =	90	n =	6
Зал переговорна	$W_{вол}$=	900	w =	90	n =	10

Для холодного періоду року:

Зона очікування	$W_{вол}$=	425	w =	85	n =	5

Кімната відпочинку	$W_{вол}$=	340	w =	85	n =	4
Офіс	$W_{вол}$=	160	w =	80	n =	2
Відділ продажу	$W_{вол}$=	480	w =	80	n =	6
Зал переговорна	$W_{вол}$=	800	w =	80	n =	10

Надходження від вуглекислого газу

Надходження вуглекслого газу.

$$M_{co2}=\sum g \cdot n_i$$

Зона очікування	M_{co2}=	300	g =	60	n_i =	5
Кімната відпочинку	M_{co2}=	240	g =	60	n_i =	4
Офіс	M_{co2}=	120	g =	60	n_i =	2
Відділ продажу	M_{co2}=	360	g =	60	n_i =	6
Зал переговорна	M_{co2}=	600	g =	60	n_i =	10

Баланс шкідливостей

Приміщення	Джерело вологи	Період року		Виділення CO_2
		Теплий період	Холодний період	
Зона очікування	Люди	575	425	200
	Всього	575	425	
Кімната відпочинку	Люди	460	340	240
	Всього	460	340	
Кабінет керівників	Люди	180	160	120
	Всього	180	160	
Відділ продажу	Люди	540	480	360
	Всього	540	480	
Зал переговорна	Люди	900	800	600
	Всього	900	800	

4.2. Розрахунок витрат повітря у приміщеннях. Складання повітряного балансу.

Розрахунок мінімальної кількості повітря

$$L_c=(q_c \cdot n+q_b \cdot A)3,6$$

Розрахунок повітрообміну на розбавлення CO2 до ГДК

$$L_{CO2}=M_{CO2} \cdot 1000/1,83 \cdot c$$

Також повітрообмін приміщень може бути визначений за:

- надлишками теплоти та вологи;
- надлишками шкідливих речовин;
- нормативною кратністю повітрообміну.

Повітрообмін на асиміляцію надлишків теплоти

$$G_a = 3.6 * Q_{hf} / I_l - I_{ext}$$

$$L_a = G_a / 1.2$$

Повітрообмін на асиміляцію надлишків вологи

$$G_w = W_{вол} / (d_l - d_{ext})$$

$$L_w = G_w / 1.2$$

Необхідний повітрообмін для приміщення при заданому внутрішньому об'єму ($V_в$, м^3) та нормативній кратності (m, 1/год), м^3/год [2]:

$$V = mV_в$$

Витрата повітря, кг/год, визначається за рівнянням [2]:

$$L = \frac{V}{3600} \cdot \rho,$$

де ρ - густина повітря, кг/м^3.

Результати розрахунку повітрообміну зведені в таблицю. Коефіцієнти кратності повітрообміну для конкретних приміщень визначені за [6].

№ по екс.	Найменування приміщення	Об'єм $м^3$	Приплив		Витяжка		Прийнята витрата п.	
			$К_п$, 1/год	$L_п$ $м^3$/год	$К_п$, 1/год	$L_п$ $м^3$/год	$К_п$, 1/год	$L_п$ $м^3$/год
Поверх 1								
100	Тамбур	31,837	-	-	-	-	-	-
101	Хол-корндор	169,88	2	339,76	-	-	350	350
102	Лабораторія	87,42	-	-	-	-	300	300
103	Конференц-зал	262,725	1,5	394,0875	1,5	394,0875	520	520
104	Гардероб	13,64	-	-	-	-	-	50
105	Кава 24/7	29,915	2	59,83	-	-	60	-
106	Кухня-ідальня	115,723	3	347,169	3	347,169	350	350
107	Санвузол інклюзивний	20,584	-	-	-	-	-	75
108	Санвузол	30,318	-	-	-	-	-	100
109	Сходова клітина	50,499	-	-	-	-	-	-
110	Кімната відпочинку охорони	38,099	2	76,198	3	114,297	75	100
111	Приміщення охорони	51,739	1,5	77.6085	1,5	77,6085	100	100
112	Технічне приміщення	19,685	1	19,685	1	19,685	-	50
113	ІТП	9,641	1	9.641	1	9,641	-	-
Система ПВ1							1995	1170

Поверх 2								
201	Сходова клітина	61,628	-	-	-	-	-	-
202	Хол-коридор	157,821	2	315,642	2	315,642	320	320
203	Кабінет головного інженера	86,428	1,5	129,642	1,5	129,642	215	215
204	Переговорна	103,943	1,5	155,9145	1,5	155,9145	345	345
205	Сходова клітина	66,03	-	-	-	-	-	-
206	Офіс Open-Space	224,843	1,5	337,2645	1,5	337,2645	345	345
207	Архів	36,828	3	110,484	3	110,484	115	115
208	Кабінет директора	66,092	1,5	99,138	1,5	99,138	100	100
209	Санвузол директора	18,879	-	-	-	-	-	125
210	Жіночий санвузол	12,183	-	-	-	-	-	50
211	Жіноча душова	14,229	-	-	-	-	-	75
212	Чоловіча душова	14,229	-	-	-	-	-	75
213	Чоловічий санвузол	12,369	-	-	-	-	-	50
214	Комутаційна	29,388	1,5	44,082	1,5	44,082	-	100
Система ПВ2							1915	1540

Склад								
1.1	Зона 1	5241,72	1	5241,72	1	5241,72	5245	5245
1.2	Зона 2	13228,82	1	13228,82	1	13228,82	13230	13230
1.3	Зона 3	5208,94	1	5208,94	1	5208,94	5210	5210
1.4	Приміщення комірника	29,512	1,5	44,268	1,5	44,268	45	45
1.5	Санвузол	17,98	-	-	-	-	-	50
Система ПВ0							23685	23685

4.3. Розрахунок повітророзподільників та припливних струмин

Зона очікування 1

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

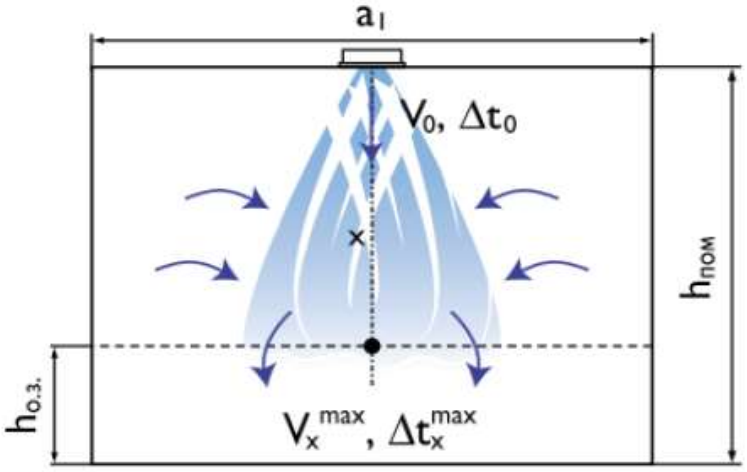
Витрата повітря L = 273 м^3/год

Площа підлоги $F_{пр}$= 61 м^2

Висота приміщення $H_{пр}$= 3 м

Висота робочої зони h_{wz}= 1,5 м

Задаємо наступну схему повітророзподілення:



Кількість повітророзподільників приймаємо:

$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{273}{5} = 54{,}6$

Приймаємо повітророзподільники з наступними характеристиками:

Діаметр приєднання	Площа живого перерізу	Коефіцієнт затухання швидкості	Коефіцієнт затухання температури	Витрата	Тиск
100	0,007	1,5	1,3	55	36

Знаходимо швидкість руху повітря на виході з повітророзподільника:

$$V_o = \frac{L_1}{3600 \cdot F_o}$$

L_1 = 54,6 м^3/год

F_o = 0,007 м^2

V_o = 2,2 м/с

Визначаємо перепад температур між робочою зоною та припливним

$t = t_{wz} - t_{in}$

$t_{wz} = 25$ °C

$t_{in} = 15$ °C

$t = 10$ °C

Знаходимо поправочні коефіцієнти струмини з навколишнім середовищем

$К_с$ – поправочний коефіцієнт на стиснення струмини огородження приміщення

Розрахункова довжина струмини

$x = H_{пр} - h_{wz}$

$H_{пр} = 3$ м

$h_{wz} = 1,5$ м

$x = 1,5$ м

$К_с = 0,38$

$К_н$ – поправочний коефіцієнт на врахування неізотермічності струмини

$$К_н = \sqrt[3]{1 + 1,5 \cdot (\frac{x}{Z})^2}$$

X – розрахункова довжина струмини

X = 1,5 м

Z – геометрична характеристика струмини

$$Z = 5,45 \cdot m \cdot v \cdot \sqrt[4]{\frac{F}{(n \cdot t)^2}}$$

Z = 1,4

$К_н = 1,4$

$К_в$ – поправочний коефіцієнт на взаємодію струмин між собою

$К_в = 1$

Знаходимо максимальну швидкість і різницю температур при вході до робочої зони

$$V_{x\ max} = V_o \cdot \frac{m \cdot Кс \cdot Кн \cdot Кв \cdot \sqrt{F}}{x}$$

$V_{x\ max} = 0,1$ м/с

$$t_{x\,max} = t_0 \cdot \frac{n \cdot vx}{m \cdot v0}$$

$t_{x\,max} = 0{,}388$ °C

Зона очікування 2

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

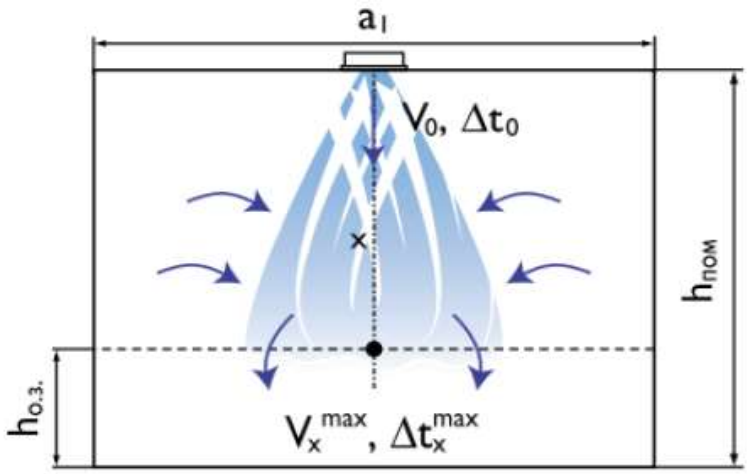
Витрата повітря L = 218 м^3/год

Площа підлоги $F_{пр}$= 83,7 м^2

Висота приміщення $H_{пр}$= 3 м

Висота робочої зони h_{wz}= 1,5 м

Задаємо наступну схему повітророзподілення:



Кількість повітророзподільників приймаємо:

$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{273}{4} = 54{,}5$

Приймаємо повітророзподільники з наступними характеристиками:

Діаметр приєднання	Площа живого перерізу	Коефіцієнт затухання швидкості	Коефіцієнт затухання температури	Витрата	Тиск
100	0,007	1,5	1,3	55	36

Знаходимо швидкість руху повітря на виході з повітророзподільника:

$$V_o = \frac{L_1}{3600 \cdot F_o}$$

L_1 = 54,5 м^3/год

$F_o = 0{,}007$ м^2

$V_o = 2{,}2$ м/с

Визначаємо перепад температур між робочою зоною та припливним

$t = t_{wz} - t_{in}$

$t_{wz} = 25$ °С

$t_{in} = 15$ °С

$t = 10$ °С

Знаходимо поправочні коефіцієнти струмини з навколишнім середовищем

$К_с$ – поправочний коефіцієнт на стиснення струмини огородження приміщення

Розрахункова довжина струмини

$x = H_{пр} - h_{wz}$

$H_{пр} = 3$ м

$h_{wz} = 1{,}5$ м

$x = 1{,}5$ м

$К_с = 0{,}38$

$К_н$ – поправочний коефіцієнт на врахування неізотермічності струмини

$$К_н = \sqrt[3]{1 + 1{,}5 \cdot (\frac{x}{Z})^2}$$

X – розрахункова довжина струмини

$X = 1{,}5$ м

Z – геометрична характеристика струмини

$$Z = 5{,}45 \cdot m \cdot v \cdot \sqrt[4]{\frac{F}{(n \cdot t)^2}}$$

$Z = 1{,}4$

$К_н = 1{,}4$

$К_в$ – поправочний коефіцієнт на взаємодію струмин між собою

$К_в = 1$

Знаходимо максимальну швидкість і різницю температур при вході до робочої зони

$$V_{x\,max} = V_o \cdot \frac{m \cdot Кс \cdot Кн \cdot Кв \cdot \sqrt{F}}{x}$$

$V_{x\,max}$ = 0,1 м/с

$$t_{x\,max} = t_0 \cdot \frac{n \cdot vx}{m \cdot v0}$$

$t_{x\,max}$ = 0,388 °С

Відділ продажу

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

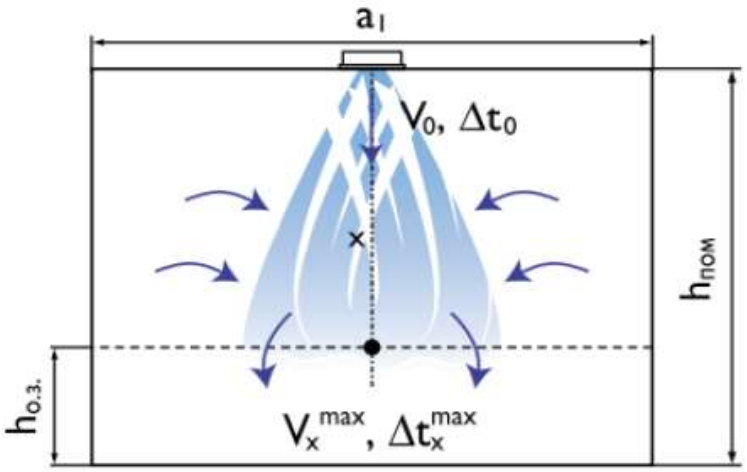
Витрата повітря L = 328 м^3/год

Площа підлоги $F_{пр}$= 33 м^2

Висота приміщення $H_{пр}$= 4 м

Висота робочої зони h_{wz}= 1,5 м

Задаємо наступну схему повітророзподілення:



Кількість повітророзподільників приймаємо:

$$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{328}{2} = 164$$

Приймаємо повітророзподільники з наступними характеристиками:

Діаметр приєднання	Площа живого перерізу	Коефіцієнт затухання швидкості	Коефіцієнт затухання температури	Витрата	Тиск
125	0,011	1,5	1,3	180	150

Знаходимо швидкість руху повітря на виході з повітророзподільника:

$$V_o = \frac{L_1}{3600 \cdot F_o}$$

$L_1 = 164$ м^3/год

$F_o = 0{,}011$ м^2

$V_o = 4{,}1$ м/с

Визначаємо перепад температур між робочою зоною та припливним

$t = t_{wz} - t_{in}$

$t_{wz} = 23$ °С

$t_{in} = 15$ °С

$t = 8$ °С

Знаходимо поправочні коефіцієнти струмини з навколишнім середовищем

$К_с$ – поправочний коефіцієнт на стиснення струмини огородження приміщення

Розрахункова довжина струмини

$x = H_{пр} - h_{wz}$

$H_{пр} = 4$ м

$h_{wz} = 1{,}5$ м

$x = 2{,}5$ м

$К_с = 0{,}38$

$К_н$ – поправочний коефіцієнт на врахування неізотермічності струмини

$$К_н = \sqrt[3]{1 + 1{,}5 \cdot (\frac{x}{Z})^2}$$

X – розрахункова довжина струмини

$X = 1{,}5$ м

Z – геометрична характеристика струмини

$$Z = 5{,}45 \cdot m \cdot v \cdot \sqrt[4]{\frac{F}{(n \cdot t)^2}}$$

$Z = 3{,}4$

$К_н = 1{,}1$

$К_в$ – поправочний коефіцієнт на взаємодію струмин між собою

$К_в = 1$

Знаходимо максимальну швидкість і різницю температур при вході до робочої зони

$$V_{x\,max} = V_o \cdot \frac{m \cdot Кс \cdot Кн \cdot Кв \cdot \sqrt{F}}{x}$$

$V_{x\,max} = 0{,}11$ м/с

$$t_{x\,max} = t_0 \cdot \frac{n \cdot vx}{m \cdot v0}$$

$t_{x\,max} = 0{,}183$ °С

Зала переговорів

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

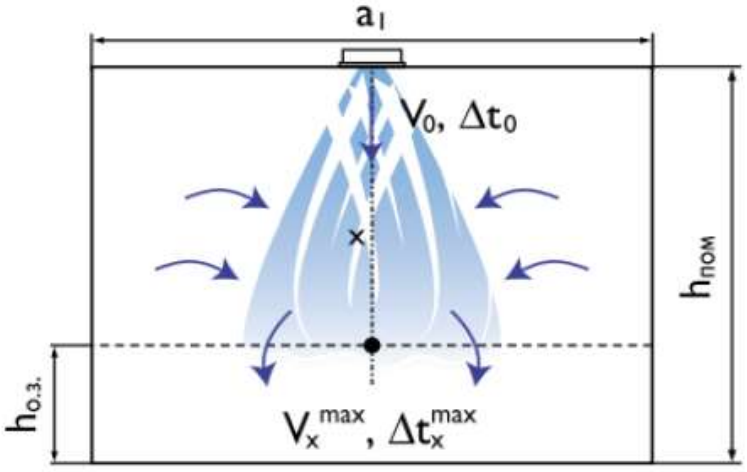
Витрата повітря $L = 546$ м^3/год

Площа підлоги $F_{пр} = 87$ м^2

Висота приміщення $H_{пр} = 4$ м

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

Задаємо схему повітророзподілення:



Кількість повітророзподільників приймаємо:

$$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{546}{3} = 182$$

Приймаємо повітророзподільники типу ДПУ-М з наступними характеристиками:

Діаметр приєднання	Площа живого перерізу	Коефіцієнт затухання швидкості	Коефіцієнт затухання температури	Витрата	Тиск
125	0,011	1,5	1,3	180	150

Знаходимо швидкість руху повітря на виході з повітророзподільника:

$$V_o = \frac{L_1}{3600 \cdot F_o}$$

$L_1 = 82$ м^3/год

$F_o = 0{,}011$ м^2

$V_o = 4{,}6$ м/с

Визначаємо перепад температур між робочою зоною та припливним

$t = t_{wz} - t_{in}$

$t_{wz} = 23$ °C

$t_{in} = 13$ °C

$t = 10$ °C

Знаходимо поправочні коефіцієнти струмини з навколишнім середовищем

$К_с$ – поправочний коефіцієнт на стиснення струмини огородження приміщення

Розрахункова довжина струмини

$x = H_{пр} - h_{wz}$

$H_{пр} = 4$ м

$h_{wz} = 1{,}5$ м

$x = 2{,}5$ м

$К_с = 0{,}38$

$К_н$ – поправочний коефіцієнт на врахування неізотермічності струмини

$$К_н = \sqrt[3]{1 + 1{,}5 \cdot (\frac{x}{Z})^2}$$

X – розрахункова довжина струмини

X = 2,5 м

Z – геометрична характеристика струмини

$$Z = 5{,}45 \cdot m \cdot v \cdot \sqrt[4]{\frac{F}{(n \cdot t)^2}}$$

Z = 3,4

$К_н$ = 1,1

$К_в$ – поправочний коефіцієнт на взаємодію струмин між собою

$К_в$ = 1

Знаходимо максимальну швидкість і різницю температур при вході до робочої зони

$$V_{x\ max} = V_o \cdot \frac{m \cdot Кс \cdot Кн \cdot Кв \cdot \sqrt{F}}{x}$$

$V_{x\ max}$ = 0,12 м/с

$$t_{x\ max} = t_0 \cdot \frac{n \cdot vx}{m \cdot v0}$$

$t_{x\ max}$ = 0,23 °С

4.4. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів

Втрати тиску на подолання опору тертя.

Втрати тиску визначаються за формулою Дарсі-Вейсбаха, Па:

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l\right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2},$$

Для прямокутних повітропроводів у розрахунках приймають еквівалентний діаметр, що визначається за формулою.

$$d_e = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)}$$

Втрати тиску на подолання місцевих опорів.

$$\Delta P_z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot k_2 = \sum \xi \cdot P_д \cdot k_2$$

Загальні втрати тиску на ділянці вентиляційної системи

$$\Delta P = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi\right) \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Результати зводимо в таблицю.

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи

Номер ділянки	*Витрата повітря на ділянці*	*Довжина ділянки*	*Розміри поперечного перерізу повтропроводу*	*Еквівалентний діаметр*	*Площа поперечного перерізу повітропроводу*	*Дійсна швидкість в повітря перерізі*	*Коефіцієнт шорсткості*	*Коефіцієнт K_1*	*Питомі втрати тиску на тертя*	*Втрати тиску на тертя на всій ділянці $P_{тер}=R*l_{діл}*\beta_ш*K_1$*	*Швидкісний (динамічний) тиск на ділянці $P_д=\rho V_д^2/2$*	*Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці*	*Коефіцієнт K_2*	*Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z=\Sigma\xi_{діл}*P_д*K_2$*	*Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{діл}=P_{тер}+P_z$*	*Сума втрат тиску від початку мережі*	*Нев'язка*	*Коефіцієнт опору дросельклапана*
№ діл.	$L_{діл}$, $м^3$/год	$l_{діл}$, м	axb або d, мм	d_v, мм	$f_ф$, м2	$V_д$, м/с	$\beta_ш$	K_1	R, Па/м	$\Delta P_{тер}$, Па	$P_д$, Па	$\Sigma\xi$ діл	K_2	ΔP_z, Па	$\Delta P_{діл}$, Па	$\Sigma\Delta P$, Па	Н, %	$\xi_{дк}$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
Основне приміщення																		
Приплив																		
1-2	246	3,5	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	5,15	9,13	2,31	1	21,08	26,23	26,23		
2-3	492	3,5	200	-	0,03	4,3	1	1	1,27	4,45	11,09	1,27	1	14,09	18,53	44,76		
3-4	738	4	300	-	0,07	4,2	1	1	0,37	1,48	10,58	0,3	1	3,18	4,66	49,42		
4-5	984	12	350	-	0,10	5,6	1	1	0,29	3,48	18,82	1,4	1	26,34	29,82	79,24		
Відгалудження																		
2-2'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	2,45	1	22,36	23,53	23,53	47,4207582	9,0889707
3-3'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	2,4	1	21,90	23,08	23,08	53,2973771	11,277741
4-4'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	2,48	1	22,63	23,81	23,81	69,9532194	23,735222
Витяжка																		
1-2	246	3,5	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	5,15	9,13	2,77	1	25,28	30,42	30,42		
2-3	492	3,5	200	-	0,03	4,3	1	1	1,27	4,45	11,09	1,13	1	12,54	16,98	47,41		
3-4	738	4	300	-	0,07	4,2	1	1	0,37	1,48	10,58	0,46	1	4,87	6,35	53,75		
4-5	984	14,5	350	-	0,10	5,6	1	1	0,29	4,21	18,82	0,8	1	15,05	19,26	73,01		
Відгалудження																		
2-2'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	3,2	1	29,20	30,38	30,38	35,9159452	7,2906376
3-3'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	3,14	1	28,66	29,83	60,21	12,0120817	2,7649034
4-4'	246	0,8	150	-	0,02	3,9	1	1	1,47	1,18	9,13	3,08	1	28,11	29,28	89,49	22,5761686	7,0582079
Додаткові приміщення																		
Приплив																		
Магістраль																		
1-2	549	9	200	-	0,03	4,80	1,00	1,00	1,55	13,95	13,82	2,41	1,00	33,32	35,03	35,03		
2-3	788	4,5	250	-	0,05	4,60	1,00	1,00	1,00	4,50	12,70	0,53	1,00	6,73	11,23	46,26		
3-4	1337	3,5	350	-	0,10	5,30	1,00	1,00	0,51	1,79	16,85	0,44	1,00	7,42	9,20	55,46		
4-5	1604	1,4	400	-	0,13	3,60	1,00	1,00	0,66	0,92	7,78	1,20	1,00	9,33	10,26	65,72		
5-6	2152	5,5	450	-	0,16	3,80	1,00	1,00	0,35	1,93	8,66	1,21	1,00	10,48	12,41	78,12		

6-7	4049	3,2	550	-	0,24	4,70	1,00	1,00	0,42	1,34	13,25	0,23	1,00	3,05	4,39	82,52		
7-8	4477	1,8	650	-	0,33	3,80	1,00	1,00	0,22	0,40	8,66	1,00	1,00	8,66	9,06	91,58		
Відгалудження																		
9-10	158	4,50	100	-	0,01	5,60	1,00	1,00	2,53	11,39	18,82	0,91	1,00	17,12	28,51	28,51		
10-11	316	3,50	150	-	0,02	5,00	1,00	1,00	0,40	1,40	15,00	1,16	1,00	17,40	18,80	47,31		
11-12	500	3,8	200	-	0,03	4,4	1,00	1,00	0,35	1,33	11,62	1,01	1,00	11,73	13,06	60,37		
12-13	673	5,8	200	-	0,03	6	1,00	1,00	0,31	1,80	21,60	2,5	1,00	54,00	55,80	116,17		
13-14	984	3,8	250	-	0,05	5,6	1,00	1,00	0,23	0,87	18,82	2,51	1,00	47,23	48,10	164,27		
14-15	1654	5,8	350	-	0,10	4,8	1,00	1,00	0,76	4,41	13,82	2,6	1,00	35,94	40,35	204,62		
6-15	1899	1,9	400	-	0,13	5,5	1,00	1,00	0,64	1,22	18,15	2,3	1,00	41,75	42,96	247,58		
2-2'	239	0,8	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	3,4	2,72	8,66	2,45	1,00	21,23	23,95	58,98	27,4922968	5,5891912
3-3'	549	0,8	200	-	0,03	4,8	1,00	1,00	2,55	2,04	13,82	2,45	1,00	33,87	35,91	94,89	71,0881038	13,716949
4-4.1	267	6,3	150	-	0,02	4,2	1,00	1,00	1,17	7,37	10,58	2,45	1,00	25,93	33,30	128,19	95,0646038	24,84028
4.1-4.2	155	4	100	-	0,01	5,5	1,00	1,00	2,90	11,60	18,15	2,45	1,00	44,47	56,07	184,26	180,382617	35,993073
5-5'	548	0,8	200	-	0,03	4,8	1,00	1,00	2,78	2,22	13,82	2,45	1,00	33,87	36,09	220,35	182,048796	49,482246
7-7.1	428	2	200	-	0,03	3,8	1,00	1,00	1,33	2,66	8,66	2,45	1,00	21,23	23,89	244,24	195,982974	71,071157
7.1-7.2	245	5	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	2,15	10,75	8,66	2,45	1,00	21,23	31,98	276,21	234,734859	85,124119
Відгалудження відгалуджень																		
10-10'	158	0,40	100	-	0,01	5,60	1,00	1,00	4,77	1,91	4,70	2,44	1,00	11,48	13,39	13,39	71,7048184	10,115965
11-11'	184	0,40	125	-	0,01	6,5	1,00	1,00	2,1	0,84	4,37	2,44	1,00	10,67	11,51	24,90	58,7569397	9,1134212
12-12'	173	0,40	125	-	0,01	6	1,00	1,00	1,89	0,76	10,58	3,09	1,00	32,70	33,46	58,36	49,7632561	16,090127
13-13'	311	0,40	160	-	0,02	4,9	1,00	1,00	1,64	0,66	4,70	3,26	1,00	15,34	15,99	74,35	54,7391646	30,64619
14'-14	670	4,2	200	-	0,03	5,9	1,00	1,00	2,23	9,37	5,05	2,55	1,00	12,87	22,23	96,58	52,7988037	30,579981
15-15'	245	5,6	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	1,45	8,12	5,05	2,9	1,00	14,63	22,75	119,34	51,7990132	56,360153
4.1-4.1'	112	0,8	100	-	0,01	4	1,00	1,00	2,54	2,03	0,24	2,85	1,00	0,68	2,71	122,05	4,79071283	2,5639264
7.1-7.1'	183	0,4	200	-	0,03	6,5	1,00	1,00	0,21	0,08	0,12	2,45	1,00	0,30	0,38	122,43	55,6757728	16,302061
Видалення																		
Магістраль																		
1-2	558	3	200	-	0,03	4,9	1,00	1,00	1,59	4,77	14,41	3,05	1,00	43,94	48,71	48,71		
2-3	1116	3,9	250	-	0,05	6	1,00	1,00	1,9	7,41	21,60	0,41	1,00	8,86	16,27	64,97		
3-4	1271	1,5	300	-	0,07	5	1,00	1,00	0,98	1,47	15,00	0,95	1,00	14,25	15,72	80,69		
4-5	1999	22,5	350	-	0,10	5,8	1,00	1,00	1,06	23,85	20,18	0,84	1,00	16,95	40,80	121,50		
5-6	2672	6,35	400	-	0,13	5,9	1,00	1,00	0,93	5,9055	20,89	0,31	1,00	6,47	12,38	133,88		
6-7	2784	6,26	450	-	0,16	4,9	1,00	1,00	0,56	3,5056	14,41	0,85	1,00	12,25	15,75	149,63		
Відгалудження																		
7-8	239	6,1	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	1,9	11,59	8,66	2,5	1,00	21,66	33,25	33,25		
8-9	397	1,7	200	-	0,03	3,5	1,00	1,00	0,86	1,462	7,35	0,61	1,00	4,48	5,95	39,20		
9-10	555	7	200	-	0,03	4,9	1,00	1,00	1,58	11,06	14,41	0,49	1,00	7,06	18,12	57,31		
4-10	728	8,4	250	-	0,05	4,1	1,00	1,00	0,87	7,308	10,09	0,56	1,00	5,65	12,96	70,27		
2-2'	558	0,8	250	-	0,05	4,9	1,00	1,00	1,59	1,272	14,41	0,22	1,00	3,17	4,44	74,71	14,9868794	3,3187399
3-3'	155	2,5	100	-	0,01	5,5	1,00	1,00	2,9	7,25	18,15	-0,34	1,00	-6,17	1,08	75,79	6,07648867	1,4888445
5-5,1	673	6,2	250	-	0,05	3,8	1,00	1,00	0,31	1,922	8,66	-0,62	1,00	-5,37	-3,45	72,34	45,9652155	27,044235
5,1-5,2	428	4,6	200	-	0,03	3,8	1,00	1,00	1,33	6,118	8,66	-0,52	1,00	-4,51	1,61	73,95	44,7606055	26,335487
5,2-5,3	245	5,3	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	1,45	7,685	8,66	2,44	1,00	21,14	28,83	102,78	23,2298533	13,667588
6-6'	112	3,75	100	-	0,01	4	1,00	1,00	2,54	9,525	9,60	-3,92	1,00	-37,63	-28,11	74,67	50,0953955	31,294798
Відгаудження відгалуджень																		
8-8'	158	3,8	100	-	0,01	5,6	1,00	1,00	4,77	18,126	18,82	3,11	1,00	58,52	76,64	76,64	95,5422434	11,167606
9-9'	158	0,8	100	-	0,01	5,6	1,00	1,00	4,77	3,816	18,82	1,87	1,00	35,19	39,00	39,00	31,9509708	5,4610551
10-10'	173	0,8	125	-	0,01	6	1,00	1,00	1,89	1,512	21,60	1,92	1,00	41,47	42,98	42,98	38,8307486	7,5947703
5,1-5,1'	245	0,8	150	-	0,02	3,8	1,00	1,00	1,45	1,16	8,66	2,3	1,00	19,93	21,09	21,09	70,8503752	22,524802
5,2-5,2'	183	0,8	100	-	0,01	6,5	1,00	1,00	2,1	1,68	25,35	2,17	1,00	55,01	56,69	56,69	21,6359852	4,0212932

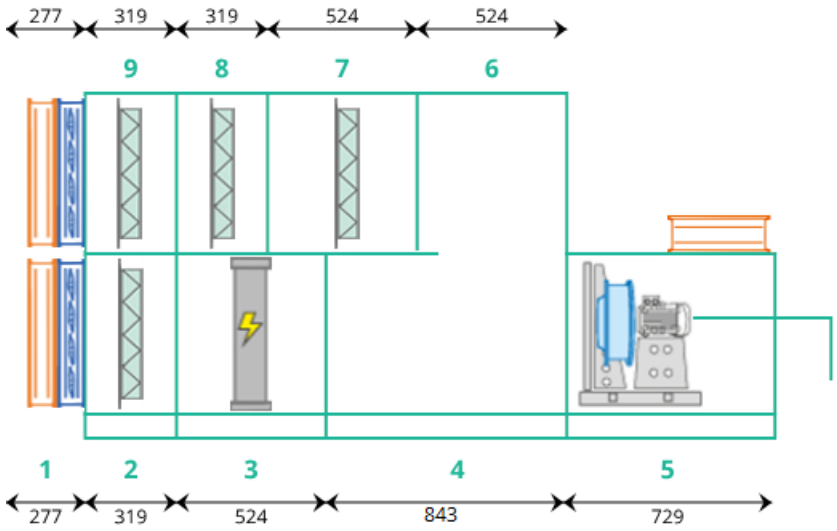
Ventservice

Дата:	
Пропозиція №:	
Підготував:	

Про проект:	
Опис:	Припливно-витяжна установка Aerostar П1_1
Замовник:	
Місце:	
Підготовлено для:	

Модель: GreenSTR-5

ВИТРАТА ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ:	5600	m^3/h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ПРИТОЦІ	450	Pa
ВИТРАТА ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ:	1000	m^3/h	Зимова темп. по проекту	-22	°C
Швидкість повітря в припливній секції	3.23	m/s	Швидкість повітря у витяжній секції	0.58	m/s



Ширина:	mm	930 (Frame 820)	Висота:	mm	1360 + 120
Загальна довжина:	mm	2692	Загальна вага:	kg	516

Номінальне електроспоживання: 32.2 кВт

Розміри установки, вага і комплектація - попередні і можуть бути оптимізовані перед замовленням.

Необхідно забезпечити розташування на рамі для вільного обертання ручки

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ

Ізоляція	**Мінеральна вата**	Товщина панелей	**50 mm**
Дах	**без даху**	Внутрішня панель	**З оцинкованої сталі**
Сторона обслуговування	**Права**	Зовнішня панель	**З пофарбованої оцинкованої сталі RAL7024**
Сторона підключення	**Права**	Рама 120 мм	

Eurovent data:

Температурний діапазон установки:	-30/50	°C	Швидкість повітря в секції фільтра:	3.2/0.6	m/s
Model box:	GreenSTRMB2		Зимова темп.зовн.повітря:	-22	°C
Air density:	1.204	kg/m^3	Коеф.теплопередачі:	T2	
Мех. міцність корпусу:	D2(M)		Теплові містки:	TB3	
Байпас фільтра:	F8(M)				

- - -
- Phone: - - Fax: -
- E-mail: -

Off.№ 461094
Project ID: 163824
Date 08-06-2023

Термін дії пропозиції: 30 днів

Aeroselect selection software version 2.0.0.24 (20-04-2023)

GreenSTR_5_SE_5600/1000_450/0_0_0_0_G4,H14,G4,G4_r7024_1

1 Кінцевий елемент

Вхідна секція з переднім здвоєним клапаном в протифазі. Ручне регулювання

Регулюючий клапан, розміри L830xH580 мм, витрата повітря 5600 m³/h, Кількість штоків - 1

З гнучкою вставкою

Підключення 830x580 мм, Шинорійка 20 мм

2 Синтетич. / Метал. Фільтр

Тип - Касетний фільтр, плісований синтетичний/металевий

G4(ISO Coarse 70%) N°2 287 x 287 x 48 mm

G4(ISO Coarse 70%) N°2 435 x 287 x 48 mm

Клас енергоефективності фільтра: E

Падіння тиску на чистому фільтрі 159 Pa

Розрахункове падіння тиску на фільтрі 180 Pa

Втрата тиску забруд. фільтру 200 Pa

3 Електронагрівач

Тип теплообмінника	158 A 13/5,0	Встановлена потужність	30	kW
Кількість ТЕНів	6	Споживана потужність (ШІМ)	30	kW
Кількість електро-ступенів	2(15/15)	Темп. вхід.	0	°C
Джерело електроенергії	3 ~ 380 V 50 Hz	Відносна вологість на вході	80	%
		Темп. виход.	15.82	°C
Швидкість повітря в перетині	**3,97 m/s**	Відносна вологість на виході	27.11	%

Додаткова ширина +115 мм

4 Порожня секція

Довжина 843 mm

5 Приточний вентилятор - Викид вгору

ВЕНТИЛЯТОР			ДВИГУН		
Тип вентилятора RH35C.1R/SM12			Встановлена потужність	IE1 90 2.2	kW
Розмір	355		Живлення	3~ 230 / 400V 50Hz	
Продуктивність	**5600**	**m³/h**	Тип двигуна	AC	
Наявний тиск	**450**	**Pa**	Полюсів	2	
Втрата тиску в установці	180	Pa	Діаметр вала двигуна	24	mm
Повний тиск	743	Pa	Клас ізоляції	F	
Загальний статичний тиск	630	Pa	Ефективність	79.7	%
Динамічний тиск	113	Pa	Макс. число обертів	3765	rpm
Кількість обертів	2840	rpm	Розрахункова частота в робочій точці вентилятора	50	Hz
Споживча потужність механічна	1.66	kW	Максимальна частота інвертора	55	Hz
Power consumption	2.08	kW	Споживана потужність (літо)	2.08	kW
Рівень звукової потужності	92.1	dB(A)	Споживана потужність (зима)	2.08	kW
Напруга в робочій точці	400	V	Номінальний струм	8.2/4.7	A
SFP клас	4/1414.29	W/m³/s	Струм в робочій точці	7.46	A
Робота в ручному режимі					
Продуктивність	**1000**	**m³/h**	Встановлена потужність	0	kW
Наявний тиск	**200**	**Pa**	Живлення	-	
Кількість обертів	2271	rpm	Тип двигуна	Редуктор Hydro-mec 412A	
			Передаточне число	38	

Рівень звук. потужності по октавним смугам (дБ)

F[Hz] - dB	Загальний	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)6	92	49	60	79	83	88	86	83	76
Suction-Lw(A)5	84	46	53	75	78	77	78	77	71

Звуковий тиск на відстані 1 м. В дБ (А) з напівсферичним поширенням - Допуск +/- 4 дБ

F[Hz]	dB(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply	90	47	57	77	81	86	83	81	73
Suction	82	43	51	73	75	74	75	74	68
External	64	39	47	60	59	57	56	50	37

З гнучкою вставкою, розміри L700xH450 mm

Зміна типу керування відбувається шляхом ручного роз'єднання/з'єднання муфти
При переході на ручний режим необхідно від'єднати електродвигун від мережі вимикачем
Ефективність системи вентилятора розрахована згідно продуктивності вентилятора
Для вологих умов
Інспекційні двері
Необхідно додати пристрій для контролю обертів двигуна

6 **Порожня секція**

Довжина 524 mm

7 **Фільтр протирадіаційний**

Тип - Касетний фільтр, плісований синтетичний/металевий
HEPA H14 (Empps 99,995%) N°2 287 x 287 x 292 mm
HEPA H14 (Empps 99,995%) N°2 435 x 287 x 292 mm
Клас енергоефективності фільтра: E
Падіння тиску на чистому фільтрі 106 Pa
Розрахункове падіння тиску на фільтрі 353 Pa
Втрата тиску забруд. фільтру 600 Pa

8 **Фільтр вугільний**

Тип – Панельний вугільний фільтр
G3(ISO Coarse 70%) N°2 287 x 287 x 48 mm
G3(ISO Coarse 70%) N°2 435 x 287 x 48 mm
Клас енергоефективності фільтра: E
Падіння тиску на чистому фільтрі 28 Pa
Розрахункове падіння тиску на фільтрі 114 Pa
Втрата тиску забруд. фільтру 200 Pa

9 **Синтетич. / Метал. Фільтр**

Тип - Касетний фільтр, плісований синтетичний/металевий
G4(ISO Coarse 70%) N°2 287 x 287 x 48 mm
G4(ISO Coarse 70%) N°2 435 x 287 x 48 mm
Клас енергоефективності фільтра: E
Падіння тиску на чистому фільтрі 28 Pa
Розрахункове падіння тиску на фільтрі 114 Pa
Втрата тиску забруд. фільтру 200 Pa

АКУСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Октавні смуги (Гц)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Загальний рівень
Lw at S.A. Вхід [дБ]	46	53	75	78	77	78	77	71	84
Lw at S.A. Вихід [дБ]	49	60	79	83	88	86	83	76	92
Lw в навкол.середовище	40	49	54	47	48	40	36	30	57

Ventservice

Дата:	
Пропозиція №:	
Підготував:	

Про проект:
Опис:
Замовник:
Місце:
Підготовлено для:

Модель: Aerostar-60-30

ВИТРАТА ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ:	2500 m³/h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ВИТЯЖЦІ	400	Pa
		Зимова темп. по проекту	-22	°C
		Швидкість повітря у витяжній секції	3.86	m/s

Ширина:	mm	810	Висота:	mm	564
Загальна довжина:	mm	500	Загальна вага:	kg	37

Номінальне електроспоживання: 0.8 кВт

Розміри установки, вага і комплектація - попередні і можуть бути оптимізовані перед замовленням.

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ

Призначені для приточно-витяжних систем вентиляції з повітроводами прямокутного перетину
Корпус виготовлений з оцинкованої листової сталі європейського виробництва
Товщина металу від 0,7 мм до 2 мм, додаткові ребра жорсткості
Щільність цинкового покриття - 275 мг/м2
Випускаються серійно в 9 типорозмірах, з витратою повітря до 14 000 м3/год
Наявність всього асортименту на складі компанії
Гарантія - 3 роки

"Vent-Service" LLC - 315office, 95(G) Vidradnyi Avenue, Kiev 03061 Ukraine
- Phone: +380676503709 - Fax: +380935505750
- E-mail: shodiev@aerostar.ua

Термін дії пропозиції: 30 днів

Off.№ 493936

Project ID: 177178
Date 23-08-2023
Aeroselect selection software version 2.0.1.24(14-07-2023)

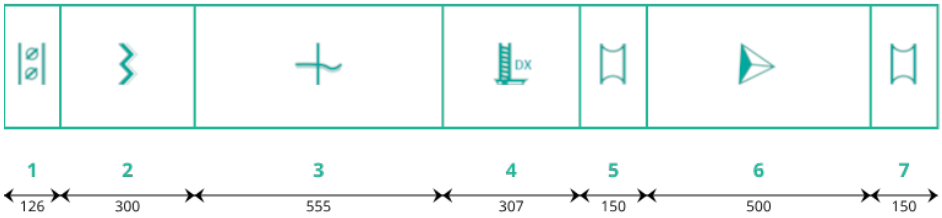
Ventservice

Дата:	**14-08-2023**
Пропозиція №:	
Підготував:	

Про проект:
Опис:
Замовник:
Місце:
Підготовлено для:

Модель: Aerostar-60-35

ВИТРАТА ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ:	2500	m^3/h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ПРИТОЦІ	300	Pa
Швидкість повітря в припливній секції	3.31	m/s	Зимова темп. по проекту	-22	°C



Ширина:	mm	810	Висота:	mm	614
Загальна довжина:	mm	2088	Загальна вага:	kg	102

Номінальне електроспоживання: 27.8 кВт

Розміри установки, вага і комплектація - попередні і можуть бути оптимізовані перед замовленням.

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ

Призначені для приточно-витяжних систем вентиляції з повітроводами прямокутного перетину
Корпус виготовлений з оцинкованої листової сталі європейського виробництва
Товщина металу від 0,7 мм до 2 мм, додаткові ребра жорсткості
Щільність цинкового покриття - 275 мг/м2
Випускаються серійно в 9 типорозмірах, з витратою повітря до 14 000 м3/год
Наявність всього асортименту на складі компанії
Гарантія - 3 роки

"Vent-Service" LLC - 315office, 95(G) Vidradnyi Avenue, Kiev 03061 Ukraine
- Phone: +380676503709 - Fax: +380935505750
- E-mail: shodiev@aerostar.ua

Термін дії пропозиції: 30 днів

1 Кінцевий елемент

SRC 60-35

Вхідна секція з переднім клапаном

Регулюючий клапан, розміри L600xH350 мм, витрата повітря 2500 m^3/h, Кількість штоків - 1

Габарити секції (Ш/В/Д): 640/390/126 mm

2 Синтетич. / Метал. Фільтр

SFB 60-35

Тип - Касетний фільтр, плісований синтетичний/металевий

G4(ISO Coarse 70%) SFB 60-35

Клас енергоефективності фільтра: E

Падіння тиску на чистому фільтрі 75 Pa

Розрахункове падіння тиску на фільтрі 112 Pa

Втрата тиску забруд. фільтру 150 Pa

Габарити секції (Ш/В/Д):640/390/300 mm

3 Електронагрівач

SEH 60-35-27

Тип теплообмінника	118 A 13/3.0	Встановлена потужність	27	kW
Кількість ТЕНів	9	Споживана потужність (ШІМ)	25.32	kW
Кількість електро-ступенів	3(9/9/9)	Темп. вхід.	-10	°C
Джерело електроенергії	3 ~ 380 V 50 Hz	Відносна вологість на вході	100	%
		Темп. виход.	20	°C
Швидкість повітря в перетині	**3,31 m/s**	Відносна вологість на виході	11.11	%

Габарити секції (Ш/В/Д): 681/390/555 mm

4 Випарник

SDC 60-35 Right

Параметри повітря			ГАЗ		
Витрата повітря	2500	m^3/h	R410A		
Температура на вході	33	°C	Температура випаровування	7	°C
Відносна вологість на вході	40	%	Температура перегрітого газу	12	°C
Температура на виході	23.92	°C	Температура переохолодження	46.9	°C
Відносна вологість	60.79	%	Витрата	253	kg/h
Потужність	**10.56**	**kW**	Втрата тиску	4	kPa
Запас потужності	11.8	%	Кількість газ. контурів	1	
Втрата тиску повітря (ρ air 1.2 kg/m3)	89	Pa	Кількість конденсату	3.9	кг/год
Втрата тиску сухого повітря	65.5	Pa			
Швидкість повітря	3.31	m/s			
MOD EV 60x35/3R Right					
Кількість теплообмінників	1		Кількість контурів	7	
Кількість рядів	3		Діаметр підключення	16/22	
Площа теплообміну	10.9	m^2	Робочий перетин	600x350	mm
Об'єм теплообмінника	2.06	dm^3			
Краплеуловлювач			**Втрата тиску**	**27.5**	**Pa**
Сторона обслуговування: Права			**Параметри управління ККБ**		
Сторона підключення: Права			Тип управління: Дискретне		
Габарити секції (Ш/В/Д): 727/436/307 mm			Сигнал пуску: 220 VAC		
Піддон з ухилом з оцинкованної пофарбованої сталі			Сигнал аварії: Сухий контакт		
Зовнішній діаметр дренажного патрубка 25 мм			Модель ККБ: AU-36CR1-A		

5 Кінцевий елемент

SFI 60-35

З гнучкою вставкою

Розміри: L640xH390 мм

Габарити секції (Ш/В/Д): 640/390/150 mm

"Vent-Service" LLC - 315office, 95(G) Vidradnyi Avenue, Kiev 03061 Ukraine
- Phone: +380676503709 - Fax: +380935505750
- E-mail: shodiev@aerostar.ua

Термін дії пропозиції: 30 днів

Комплект автоматики П1 (Offer № 476803)

Найменування	Тип	Виробник	Артикул	Кількість	Примітка
Контролер	IQSTAR IQ150	Aerostar (IQ)	108430	1	Термін постачання 4 тижні
Щит керування (пластиковий)	Kaedra 54mod. 3x18 IP65	Schneider Electric	107494	1	Монтаж щита на вулиці заборонено!
Пульт керування	Aerostar IQPro4"	Aerostar	109314	1	
Канальний датчик температури(з кріпленням та трубкою)	WF269(NTC 10k)+(MF-08)+(MFL-150/06) IP67	Aerostar (IQ)	109765, 109761, 106299	2	
Кімнатний датчик температури	RTF, NTC 10k, IP30	Aerostar (IQ)	108385	1	Термін постачання 2 тижні
Перетворювач частоти 0,75 кВт 1ф.	FC 0,75 kW 1Ph. IP20	(FC)	110034	1	Термін постачання 4-6 тижнів
Комплект, сімісторний блок (реле), 1x25A, настінний – 2 шт.	RMZ400.025 - 2шт. IP54	Aerostar	108448	1	Термін постачання 2-3 тижнів
Реле перепаду тиску	PSW-500-PVC IP54	Sentera	108457	2	Термін постачання 2 тижні
Привід повітряної заслінки Aerostar	DA02N220, AC 230 V, 2 Nm, IP 54 (no spring)	Lufberg	108080	1	

"Vent-Service" LLC - 315office, 95(G) Vidradnyi Avenue, Kiev 03061 Ukraine
- Phone: +380676503709 - Fax: +380935505750
- E-mail: shodiev@aerostar.ua
Термін дії пропозиції: 30 днів

Розділ 5. *Спеціальна частина проекту. Розробка та обґрунтування заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності при проектуванні та експлуатації систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату, технологічних процесів.*

Рекомендується:

1) при реконструкції ІТП встановити погодозалежну автоматику;
2) в приміщеннях офісів замість ручних термостатичних елементів встановити електронні, програмовані термостатичні елементи;
3) передбачати зниження температури в приміщеннях в неробочі періоди;
4) передбачити вмикання припливно-витяжної установки в кімнаті прийому їжі по датчику CO2;
5) зблокувати роботу вентиляції душових з датчиком вологості;
6) розробити проект використання альтернативних джерел енергії для потреб об’єкту, а саме сонячних теплових колекторів та повітряних теплових насосів;
7) проводити періодичне технічне обслуговування систем опалення і вентиляції, а також пуско-налагоджувальних робіт.

6.1. Технології монтажу систем опалення і вентиляції

6.1.1. Підготовчі роботи перед монтажем системи опалення

Перед початком монтажу системи необхідно мати необхідну будівельну готовність будівлі вище та нижче за відмітку 0,000 [20].

Для виробництва обмірів та коригування проектів збирання будівлі розбиваються на грейфери. Враховуються записи: для житлового будинку це частина будинку або весь будинок, що включає індивідуальний комплекс санітарно-технічних пристроїв [20].

Будівельна готовність приміщень вище за відмітку 0,000 [21]:

1. Міжповерхове перекриття, сходова клітка.
2. Канали у стінах для прокладання трубопроводів.
3. Монтажні отвори.
4. Отвори у стінах для прокладання трубопроводів.
5. Оштукатурені та загрунтовані стіни, ніші, перегородки, віконниці.
6. Склопакети.
7. Готова стеля над мансардою.
8. Тимчасове освітлення та електрифікація фазним струмом III-ОН.
9. Прибирання будівельного сміття з місць виконання монтажних робіт.
10. Позначки чистих полів +500мм наносяться олійною фарбою.

Будівельна готовність приміщень нижче за позначку 0,000 [21]:

1. Отвори у фундаменті для введення.
2. Перекриття над підвальним отвором.
3. Дірки у стінах та стелях для трубопроводів.
4. Фундамент для обладнання та трубопроводів.
5. Монтажні пази для подачі та опускання обладнання та заготовок.
6. Від оштукатуреного місця встановлення обладнання та магістральних ліній.
7. Тимчасове освітлення та електрифікація.
8. Прибирання будівельного сміття з місць виконання монтажних робіт.

9. Позначки чистих підлог нанесені олійною фарбою.

6.1.2 Послідовність монтажу системи опалення

Загальна послідовність технологічних операцій з монтажу систем водяного опалення [22]:

1) Розмітка траси прокладання трубопроводів, місць установки кронштейнів чи підставок для монтажу опалювальних приладів;

2) Монтаж кріплень для труб, опалювальних приладів та інших конструкцій;

3) Установка радіаторів, вузлів розподільників;

4) Монтаж вертикальних розподільних трубопроводів з підключенням вузлів розподільників;

5) Монтаж приладових віток: а) у випадку прокладання в товщі підлоги - по підготовці підлоги в захисному кожусі (в гофрованій трубі) або ізоляції, наприклад, з гофрованого поліетилену; б) зовнішнє прокладання трубопроводів виконують із застосуванням рухомим і нерухомих опор та кріплень для арматури [23];

6) Приєднання трубопроводів приладових віток до підводок опалювальних приладів, перевірка стану рухомих і нерухомих опор при зовнішньому прокладанні [23];

7) Проведення гідравлічних випробувань відповідно до затвердженої керівником організації виконавця програми випробувань;

8) Заливка бетонним розчином;

9) Проведення кінцевих гідравлічних випробувань системи в цілому;

10) Пуск системи.

6.1.3 Особливості монтажу опалювальних приладів

Радіатори поставляються у повній будівельній готовності, пофарбованими і упакованими. Транспортування, зберігання і монтаж радіаторів необхідно проводити належним чином, щоб виключити механічні пошкодження, порушення лакофарбового покриття, попадання вологи і вплив агресивних середовищ [23].

1. Радіатори встановлюються за ухилом та рівнем, відхилення від горизонтальності установки радіаторів повинно бути не більше 3 мм/м [23].

2. Радіатори розміщують, як правило, під світловими отворами в місцях, доступних для огляду, очищення та ремонту [23].

3. Відповідно до вимог радіатори встановлюють на відстані, мм. не менше:

- 60 мм від підлоги;

- 50 мм від нижньої поверхні підвіконних дощок:

– 25 мм від поверхні штукатурки стін.

У приміщеннях лікувально-профілактичних та дитячих установ радіатори встановлюються на відстані не менше 100 мм від підлоги та 60 мм від поверхні стін [21].

4. Радіатори кріпляться до стіни за допомогою кронштейнів. Кронштейни під радіатори до бетонних та цегляних стін слід кріпити розпірними дюбелями. Заглиблення дюбелів у стіни має становити не менше 100 мм (без урахування шару штукатурки для цегляних стін) та відповідно до робочих креслень, а для стін із газосилікатних блоків конструкція кріплення радіаторів має бути розроблена у проектній документації [21].

5. Підготовчі роботи виконуються у наступній послідовності [23]:

- Вивантаження радіаторів у зоні робіт:

- Забезпечення робочого місця електроінструментами, приладами освітлення, шаблонами, рейками, рівнем тощо;

- встановлення монтажного блоку (ручної лебідки) для підйому радіаторів та комплектуючих на поверсі секції;

- піднесення радіаторів та комплектуючих до монтажного блоку;

- підйом радіаторів та комплектуючих на поверсі секції з подачею «у вікно» та різницею по приміщеннях до місць встановлення радіаторів.

6. Основні роботи виконуються в наступній послідовності [23]:

Встановлення радіаторів:

а) часткове розпакування радіатора, зняття пластмасових куточків;

б) зняття пластмасових пробок (4 шт.) із патрубків радіатора спеціальним ключем;

в) встановлення в отвори патрубків радіаторів заглушок (з комплекту поставки) згідно з проектом (2 шт.) спеціальним ключем;

г) встановлення в отвори двох патрубків радіатора (відповідно до проекту) з'єднувачів перехідних, різьблення з'єднувачів ущільнюється лляним пасмом, просоченим цинковими білилами, замішаними на оліфі. Лляне пасмо накладається рівним шаром по ходу різьблення і не повинно виступати як усередину, так і назовні труби (на перший виток різьблення пасмо не накладається);

д) розмітка отворів під кронштейни за допомогою рулетки (шаблону);

е) свердління отворів перфоратором, діаметр та глибина отворів повинні відповідати діаметру та довжині дюбеля;

ж) встановлення дюбелів 08 мм в отвори за допомогою молотка, дюбель повинен щільно увійти в отвір по всій довжині та не дозволяти провертання його при загортанні шурупа;

з) встановлення кронштейнів із закріпленими шурупами за допомогою шуруповерта, встановлення на кронштейни пластмасових пластин (вставок);

і) навішування радіаторів на кронштейни;

к) вивіряння положення радіаторів за рівнем та ухилом.

Рекомендується проводити монтаж радіаторів в упакованому стані. Монтажні деталі дозволяють проводити монтаж з мінімальним пошкодженням упаковки в місцях підвісних утримувачів, опор та приєднання до системи опалення. Упаковку необхідно видаляти тільки після виконання всіх оздоблювальних робіт, це запобігає пошкодження та забруднення радіатора [23].

6.1.4 Випробування трубопроводів систем опалення

Після завершення основних монтажних робіт проводяться попередні та фінальні випробування трубопроводу. Метою перших є виявлення дефектів монтажу, а других - забезпечення надійності системи [21].

Всі внутрішньобудинкові випробування системи проводяться бригадою сантехніків до початку оздоблювальних робіт.

Випробування включають випробування тиском води (опалення, тепломережа, труби гарячої води, труби холодної води та каналізаційні труби) та випробування тиском повітря (водопровідні, газопровідні та повітропровідні труби) [21].

Випробування внутрішньої системи холодного та гарячого водопостачання проводиться під тиском води 0,5 МПа, доданим до робочого тиску, що не перевищує 1 МПа, протягом 10 хвилин перед встановленням водозапірного клапана (замість нього встановлюється заглушка). Падіння тиску не повинно перевищувати 0,1 МПа. Взимку випробування тиску води слід проводити після запуску системи опалення [20].

Системи водяного опалення повинні випробовуватися при тиску понад 0,1 МПа. У всіх випадках випробувальний тиск повинен становити не менше 0,3 МПа в найнижчій точці системи. Перед випробуванням котел, тепловий пункт і розширювальний бак повинні бути відключені. Під час заповнення водою з усієї системи повинно бути видалено повітря [20]. Система вважається такою, що витримала випробування, якщо протягом п'яти хвилин показання манометра не знизилися більш ніж на 0,02 МПа. При випробуванні систем, що експлуатуються на теплоелектроцентралях, випробувальний тиск узгоджується і приймається з керівником теплоелектроцентралі. Після гідравлічного випробування перевіряється теплова ефективність системи опалення та виконується регулювання системи опалення [21].

Взимку випробування проводяться тільки в ізольованому приміщенні. Без гідравлічних випробувань система поступово заповнюється гарячою водою (в одному або двох стояках одночасно). Якщо система працювала нормально протягом щонайменше трьох місяців, її допускають до експлуатації [21].

6.1.4 Монтажне креслення системи опалення

Монтажні креслення розробляються на основі проектної документації внутрішніх інженерних систем будівель та споруд та архітектурно-будівельних креслень, у яких монтуються ці системи [20].

Відмінною рисою монтажних креслень є така деталізація розробки монтажних вузлів, яка дозволяє виготовити ці вузли в заводських умовах з точністю, що близька до точності виготовлення деталей машин [20].

При розробці монтажних креслень внутрішні інженерні системи будівель та споруд поділяють на частини (монтажні вузли), зручні для перевезення та збирання на об'єктах будівництва [24].

Кожному монтажному вузлу присвоюється індекс, який після виготовлення вузла наноситься на нього або на його деталі, якщо за умовами перевезення вузол поділяється на кілька деталей. Індекс є шифром, в якому вказується місце, для якого призначається монтажний вузол [21].

На виробництві монтажні креслення оформлюються у вигляді бланків, на яких в аксонометричній проекції зображується монтажний вузол із зазначенням форм та діаметрів ділянок трубопроводів та всіх фасонних частин, а також арматури в умовних позначеннях [20].

Монтажну аксонометричну схему виконують у вигляді ескізу однією лінією без масштабу, але зі збереженням пропорцій величин окремих елементів, які зображають відповідно до умовних позначень [20].

Найбільш складні у виготовленні і монтажі вузли і деталі, а також деталі ненормалізовані елементи повітропроводів на монтажних кресленнях зображають у більшому масштабі з необхідною для виготовлення деталізацією [21].

На монтажних схемах (ескізах) вказують:

■ деталі, розбивку на елементи та окремі вузли. їх нумерацію та способи з’єднання, які зображають відповідно до стандартних умовних позначень;

■ діаметри труб, діаметри чи поперечні розміри трубопроводів (повітропроводів);

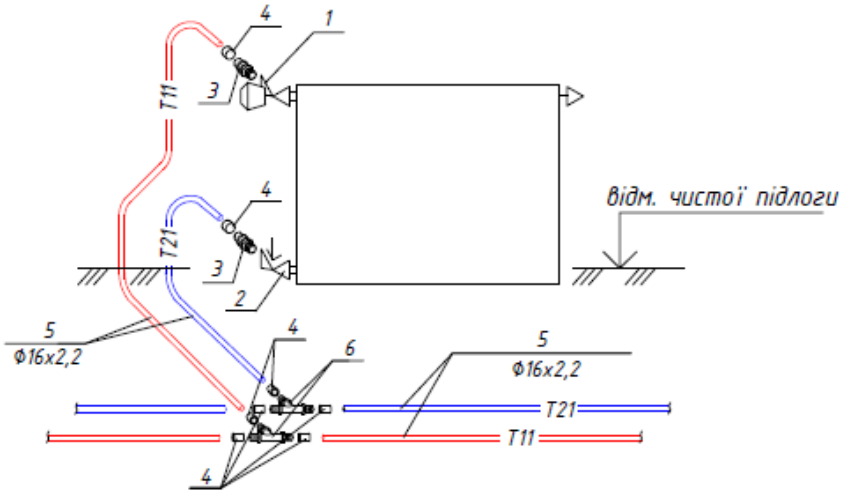
■ відмітки, ухили, прив'язки трубопроводів (повітропроводів) до конструкцій;

■ будівельні довжини елементів чи вузлів (на ескізах окремих деталей позначають монтажні довжини, на ескізах зігнутих деталей вказують монтажні довжини кожної ділянки);

■ арматуру, прилади чи обладнання, які приєднані до деталей, елементів чи вузлів.

Монтажне положення

Монтажні креслення розробляють згідно з стандартними вимогами до монтажного положення трубопроводів, повітропроводів, обладнання тощо, яке передбачає таке їх розташування відносно будівельних конструкцій, суміжного обладнання чи інших мереж, при якому забезпечується зручність монтажу і безпечну експлуатацію [21].



1. Кутовий RA-DV Danfoss;
2. Зворотний кутовий RLV-S Danfoss;
3. З'єднання пряме з зовнішнім різбленням резьбой 16 х 1/2"НР;
4. Натяжна гільза Rehau Pink Ф16 для поліетиленової труби РЕ-Ха;
5. Універсальна поліетиленова труба РЕ-Ха Ф16х2,2;
6. Трійник 90° Ф16.

Вузол обв'язки опалювального приладу

6.2. Організація монтажу систем опалення і вентиляції

6.2.1. Календарне планування виконання робіт

Календарні плани включають проектно-технологічні документи, які визначають послідовність, інтенсивність, терміни та потреби в ресурсах. Календарне планування є кінцевим результатом створення розкладу (графіка) плануючих робіт для виконавців будівельних організацій, бригад і змін, який визначає календарні строки початку та закінчення робіт, а також кількість потрібних у проміжок часу матеріалів (труб, конструкцій та ін.) і технічних ресурсів (машин, механізмів) [24].

Головною метою календарного планування є розробка оптимального розкладу робіт (календарного плану), який одночасно задовольняє вимоги реальних умов виробництва та є найкращим за прийнятою оцінкою [25].

Критерій оптимальності календарного плану залежить від часу планування та умов виконання робіт. Для критерію оптимальності календарний план виробництва на місяць передбачає рівномірне використання трудових ресурсів і мінімум простоїв [24]. Календарний план враховував такі фактори, як терміни виконання робіт, визначені генпідрядником; інтенсивність використання ресурсів, яка залежить від можливостей організації будівництва, а також ресурси, виділені на певні календарні періоди. Санітарно-технічні та вентиляційні ресурси поділяються на два категорії: складські (матеріали, вироби, деталі та конструкції) і нескладські (трудові ресурси, машини та механізми) [25].

Для складання календарного плану необхідно перерахувати об’єкти будівництва та завдання, які потрібно виконати. До них відносяться об’єми, трудомісткість, ціна робіт, види ресурсів і кількість ресурсів, які можна використати протягом певного періоду часу. Вони також включають трудові ресурси, їх чисельність і кваліфікований склад, інтенсивність використання ресурсів на кожному об’єкті та види робіт, які виконуються [25].

Крім того, встановлюється технологічна послідовність виконання робіт. Календарне планування вирішує питання часу, ресурсів і грошей. Розклад робіт, тобто встановлення початку та закінчення робіт, а також мінімальний термін їх виконання, є важливою частиною вирішення часових задач [24].

Ресурсні проблеми виникають, коли потрібно врахувати межі використання трудових, матеріально-технічних або фінансових ресурсів. Вони вирішуються шляхом врахування потреб у ресурсах і розумного розподілу наявних або потрапляючих ресурсів на об’єкт будівництва [25].

6.2.2. Побудова графіка зміни чисельності робітників на об’єкті

Згідно з розробленим календарним планом складається календарний план, який передбачає зміни в штатах. На основі прийнятих складів бригад (ланок) 96 підрахунок кількості працівників для побудови графіка проводиться шляхом підсумовування загальної кількості працівників, які працюють кожен день. На графіку можна побачити зміни в кількості робочих піків і впадин, що свідчать про те, що календарний план був неправильно розроблений [24]. Для вирівнювання графіка рекомендується збільшити тривалість роботи за допомогою збільшення кількості працівників, а по інших роботах скоротити кількість працівників. При цьому слід дотримуватися правильної технологічної послідовності робіт і їх зв’язків по початку та закінченню, а також правил з охорони праці [24].

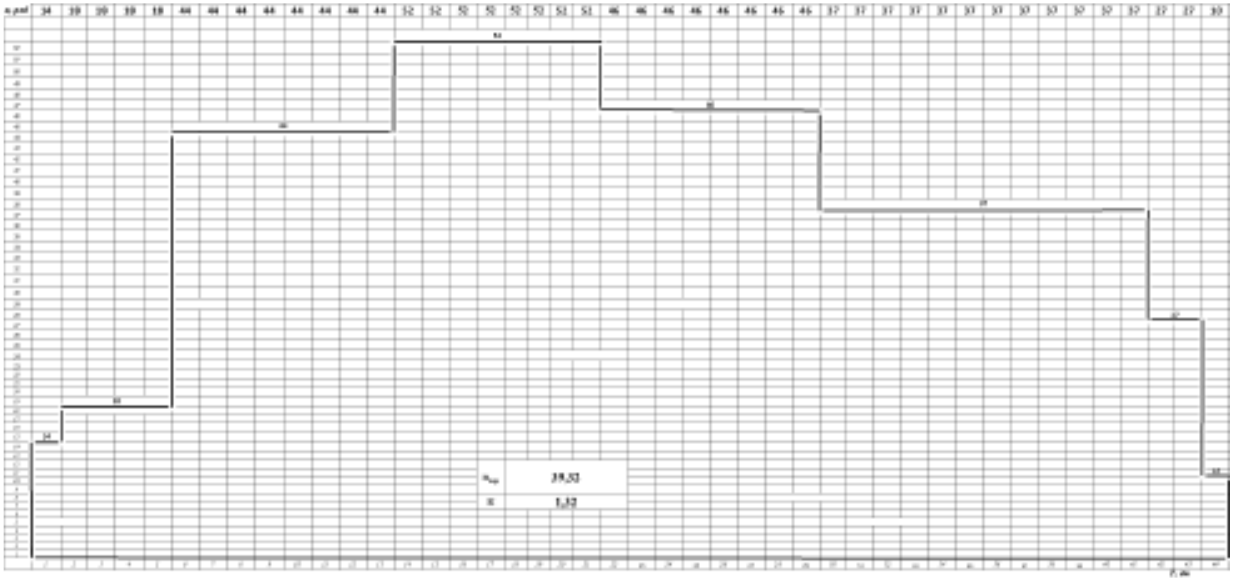
Коефіцієнт нерівномірності руху робітників $К_{нер}$, який не повинен перевищувати 1,5, є об’єктивним показником якості графіка зміни чисельності робітників [25].

$$К = \frac{N_{max.}}{N_{сер}},$$

Коефіцієнт нерівномірності зміни чисельності робітників на об’єкті складає [25]:

$$n_{сер} = \frac{14 + 18 * 4 + 44 * 8 + 52 * 8 + 46 * 8 + 37 * 12 + 27 * 2 + 10}{44} = 39{,}32$$

$$К = \frac{52}{39{,}32} = 1{,}32$$



Графік зміни чисельності робітничих кадрів на об'єкті

6.2.3. Організація будівельної готовності об’єкту до початку монтажних робіт

При підготовці будівельної компанії до будівництва об'єкта вона повинна переконатися, що всі необхідні будівельні та монтажні роботи виконуються у взаємозв'язку один з одним для всього об'єкта будівельної програми. Основна увага в цій діяльності приділяється, з одного боку, виконанню зобов'язань за договором з підрядником, а з іншого боку, врахуванню виробничих можливостей організації та захисту її інтересів [24].

В ході такої підготовки вирішується ряд питань, що стосуються організації виконання всієї виробничої програми будівельно-монтажної організації, обсягів і термінів виконання робіт по всіх об'єктах цієї програми, завантаженості підрядника і забезпечення всіма видами ресурсів. Загальний баланс виробничої програми складається в загальних рисах, його деталізація і тимчасова деталізація (виконання і завершення робіт, рух фронтів робіт, характер використання потужностей і потреби в ресурсах) здійснюється за допомогою календарного графіка виконання програми [25].

Завдання щодо організації діяльності всіх виконавців на всіх об’єктах, своєчасної комплектації ресурсів, визначення техніко-економічних результатів діяльності та розробки заходів щодо згортання або розвитку виробничих потужностей вирішуються на основі розробленої програми та графіків робіт [25].

1.Формування та обробка документації щодо проекту та кошторису

2:Розробка інструкцій щодо виконання виробничої програми організації будівництва

3:Формування та обчислення календарних графіків виробництва БМР

4.Розрахунок кількості механізмів, необхідних для роботи.

5.Розрахунок вартості БМР та матеріальних ресурсів.

6.встановлення графіків роботи щотижня, або щодекади.

7.Розрахунок графіка постачання будівельних конструкцій, деталей і матеріалів на об’єкт.

8.Розрахунок графіка потреби в персоналі

9.Розрахунок графіка кількості основних будівельних машин, необхідних для будівництва.

6.2.4. Планування виконання монтажу систем опалення і вентиляції потоковим методом

Календарне планування є важливою частиною всіх завдань планування та управління будівництвом. В основному це пов’язано з функцією, яку виконують різні учасники виробничого процесу, щоб збалансувати та координувати час [23].

Найважливіші принципи організації виробництва робіт для підприємств і організацій систем ТГВ - це планомірність і цілорічність. Ці принципи досягаються впровадженням поточного методу виробництва робіт, який дозволяє забезпечити ритмічне виконання робіт і процесів протягом календарного року, ефективне виконання матеріальних, технологічних, трудових та інших ресурсів, а також дає можливість забезпечити зниження собівартості виробництва робіт. Все разом дозволяє підвищити конкурентоспроможність продукції, що випускається, і прибутковість підприємства. Стосовно потоків виробництва робіт основними принципами їх функціонування є безперервність і рівномірність [25].

Безперервність виробництва робіт забезпечується координацією робіт усіх бригад і ланок на об'єктах виробництва робіт. Рівномірність використання ресурсів досягається шляхом розбивання загального виробничого процесу або окремо взятої роботи на ряд простих процесів або операцій, що виконуються бригадами або ланками, що мають постійний склад. Таким чином, сутність поточного методу полягає в тому, що кожен етап, кожна робота розбиваються на окремі процеси і операції, а загальний фронт робіт ділиться на різні частини і проводиться координація робіт відповідних частин і операцій [24]. При цьому поділ будь-якого процесу на окремі операції призводить до підвищення

продуктивності праці. Це пов'язано з таким явищем, як спеціалізація працівників на виконанні повторюваних звичних операцій з усуненням внутрішньовиробничих простоїв. Розбивання загального фронту робіт на окремі частини призводить до повторності операцій і процесів, до знаходження і визначення загальних підходів їх функціонування і, отже, до створення однорідних технологічних схем [25].

Таким чином, поточний метод - це метод виробництва робіт, при якому виконавці (бригади, ланки і т.д.) робітників з постійним складом виконують одні й ті ж роботи (процеси), максимально суміщені за часом на різних частинах споруджуваного об'єкта. Альтернативою поточному методу виробництва робіт виступають: послідовний метод виробництва і паралельний метод виробництва робіт [25].

При функціонуванні протяжних лінійних об'єктів можна виділити наступні особливості їх організації: 1) поділ всього лінійного об'єкта на ділянці або захопленні є умовним, але всі види робіт, що виконуються на таких об’єктах, повинні виконуватися в обумовлених розмірах; 2) об´єкти лінійного характеру носять відкритий характер, тобто ведуться і виконуються на відкритому повітрі; 3) для врахування змін конструкційного плану, тобто товщин стін трубопроводів, прокладання трубопровідів, а також геологічні умови виробництва робіт можна враховувати через коефіцієнт перерахунку [24].

Для того, щоб дані особливості можна було врахувати при розрахунку надходять наступним чином:

• спочатку визначають кількість робіт, етапів або процесів, що здійснюються на об'єкті, тим самим визначається кількість бригад, організацій або ланок, що виконуються ці роботи, а потім задаються кількістю ділянок необхідних і достатніх для раціональної роботи потоку виробництва робіт;

• проводиться розрахунок функціонування потоку будь-якого з доступних методів з подальшою побудовою графіків виробництва робіт (лінійні, мережеві графіки, циклограми).

Сітковий графік - це орієнтований графік, або графічну сітку, яка показується стрілками-роботами і зв’язками та кружками-подіями. які позначають початок або кінець кожної роботи або зв'язку [23].

Сітковий графік має початкову і кінцеву подію, між якими розмилуються ланцюги технологічно взаємопов'язаних основних і допоміжних робіт. Кожна наступна робота в ланцюгу може бути почата тільки після завершення попередньої роботи [24].

У цьому варіанті термін «робота» використовується в широкому понятті і може мати наступні значення [24]:

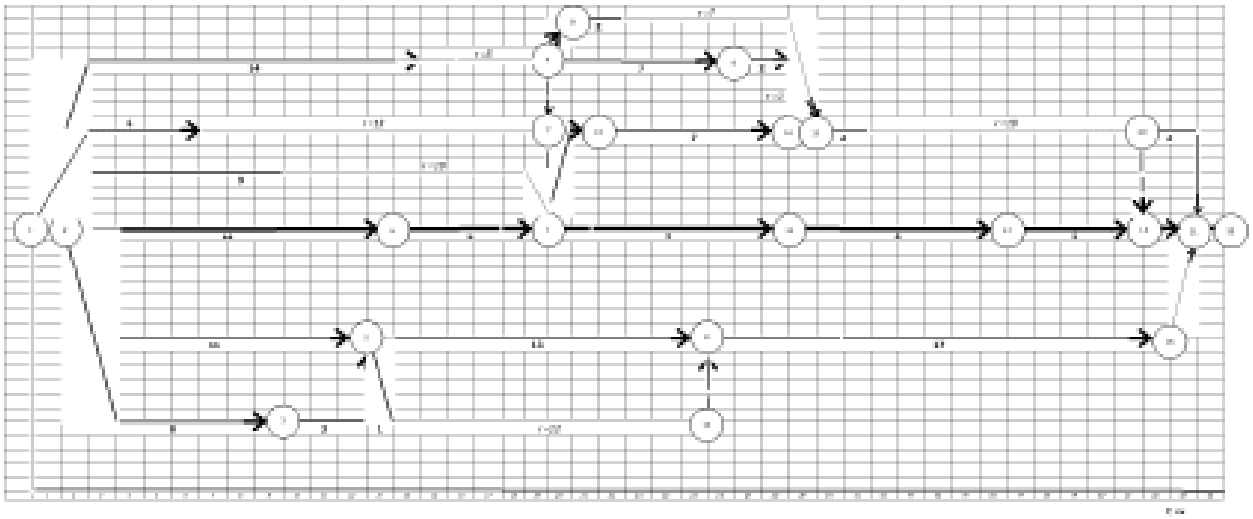
• власне робота - виробничий процес, який вимагає затрат праці і ресурсів (приклад - монтаж колон, цегляна кладка та ін.) [25];

• чекання - технологічна або організаційна перерва між роботами, яка не вимагає затрат ресурсів, але займає певний час (природна сушка штукатурки та ін.) [25];

• залежність, або фіктивна робота. - умовний елемент, який вводиться для відображення взаємозв'язку між роботами, не вимагаючи часу і ресурсів, але показує, що можливий початок одної роботи залежить від закінчення попередньої [25];

• подія - це закінчення однієї або декількох робіт (наприклад, монтаж фундаментів закінчено).

Подія відображається кружком.



Сітковий графік

Розділ 7. *Охорона праці та навколишнього середовища.*

Таблиця 7.1

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів [25,26]

№	Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісні оцінки	Нормативні документи
1	2	3	4	5
1	Наявність токсичних речовин, шкідливих хімічних речовин	Роботи зі зберіганням, обробкою, переробкою або використанням отруйних, корозійних або інших хімічних речовин. Це можуть бути хімічні процеси, які включають роботу з розчинами, реагентами, лаками, фарбами або легкозаймистими матеріалами.	ГДК 0,15 мг/м^3 (Бажано розглядати до кожної речовини ці значення окремо)	НПАОП 0.00-5.23-16 ГОСТ 12.1.005-88
2	Падіння з висоти конструкцій і матеріалів ,тощо.	монтажні, покрівельні, опоряджувальні а)зовнішні б)внутрішні навант-розвант	h=12,74 м h=12,74 м h=12,74 м h=12,74 м h=2,7 м	ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,17,15
3	Висока напругою	Встановлення, обслуговування або ремонт електричного		ДСТУ БА 3.2-15:2011 ДБН В 2.5-28-2018

		устаткування, яке працює під напругою понад 1000 В, включаючи електричні станції, підстанції та інші електроустановки.	>1000 В	
4	Недостатнє освітлення для робочих місць	монтаж конструкцій, монтажні, опоряджувальні: внутрішні, зовнішні,	30лк 30лк 30лк 50лк 30лк	ДСТУ Б.А.3.2-15-2011 ДБН А.3.2-2-2009 ДБН В.2.5-28:2018
5	Незадовільні параметри мікроклімату	Монтаж, експлуатація систем	t=20-22˚С f=60-46% v=0,3 м/с	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
6	Висока температура	Роботи, пов'язані з екстремальними температурами, які можуть включати зварювання, плавлення металів, ковку або інші процеси, де висока температура може створювати ризик опіків або теплового стресу.	t≤180ºС	ДБН А.3.2-2-2009(р.16)
8	Пожежна безпека	Монтаж, випробовування, експлуатація і ремонт інже-нерних систем	$К_{п/б}$ $К_{вог.}$	ДСТУ Б В.1.1-36:2016 ДБН В.1.1-7:2016

9	Горіння, вибух	Газонебезпечні роботи	Концентрація газу не вище1/5 нижньої межі вибуховості	НПАОП 0.00-1.76-15

Науково-технічний прогрес вніс серйозні зміни в умови виробничої діяльності працівників розумової праці. Їхня праця стала більш інтенсивною, напруженою, що потребує значних витрат розумової, емоційної та фізичної енергії. З розвитком науково – технічного прогресу чималу роль грає можливість безпечного виконання людьми своїх трудових обов'язків. У зв'язку з цим було створено та розвивається наука про безпеку праці та життєдіяльності людини [27].

Безпека життєдіяльності (БЗ) – це комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людини в середовищі проживання, збереження її здоров'я, розробку методів та засобів захисту шляхом зниження впливу шкідливих та небезпечних факторів до допустимих значень, вироблення заходів щодо обмеження шкоди у ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій [27].

Мета та зміст БЖД [28]:

- виявлення та вивчення факторів навколишнього середовища, що негативно впливають на здоров'я людини [28];
- ослаблення дії цих факторів до безпечних меж або виключення їх, якщо це можливо [28].

На робочому місці мають бути передбачені заходи захисту від можливого впливу небезпечних та шкідливих факторів виробництва. Рівні цих чинників нічого не винні перевищувати граничних значень, обумовлених правовими, технічними і санітарно – технічними нормами. Ці нормативні документи зобов'язують до створення робочому місці умов праці, у яких вплив небезпечних і шкідливих чинників працюючих чи зрівняно зовсім, чи

перебуває у допустимих межах [28].

5.1 Характеристика умов праці працівників офісів у цій будівлі

В даний час комп'ютерна техніка широко застосовується у всіх сферах діяльності людини. Працюючи з комп'ютером людина піддається впливу низки небезпечних і шкідливих виробничих чинників: електромагнітних полів інфрачервоного і іонізуючого випромінювань, шуму і вібрації, статичної електрики та інших. [29].

Робота з комп'ютером характеризується значною розумовою напругою та нервово – емоційним навантаженням, високою напруженістю зорової роботи та досить великим навантаженням на м'язи рук при роботі з клавіатурою ЕОМ. Велике значення має раціональна конструкція та розташування елементів робочого місця, що важливо для підтримки оптимальної роботи проектувальника [30].

5.2 Вимоги до виробничих приміщень

5.2.1 Забарвлення та коефіцієнти відображення[31]

Забарвлення приміщень та меблів повинне сприяти створенню сприятливих умов для зорового сприйняття, гарного настрою. Джерела світла, такі як світильники та вікна, які дають відображення від поверхні екрану, значно погіршують точність знаків і спричиняють перешкоди фізіологічного характеру, які можуть виразитися у значній напрузі, особливо при тривалій роботі [28]. Відображення, включаючи відображення від вторинних джерел світла, мають бути зведені до мінімуму. Для захисту від надмірної яскравості вікон можуть бути застосовані штори та екрани [27].

Залежно від орієнтації вікон рекомендується наступне фарбування стін та підлоги [29]:

вікна орієнтовані на південь [29]:

- стіни зеленувато-блакитного або світло-блакитного кольору;

- підлога – зелена;

вікна орієнтовані на північ [29]:

- стіни світло-оранжевого або оранжево-жовтого кольору;

- підлога - червонувато - помаранчевий;

вікна орієнтовані на схід [29]:

- стіни жовто-зеленого кольору;

- підлога зелена або червонувато-

оранжева; вікна орієнтовані на захід[29]:

- стіни жовто-зеленого або блакитно-зеленого кольору;

- підлога зелена або червонувато - помаранчева.

У приміщеннях, де є комп'ютер, необхідно забезпечити такі величини коефіцієнта відображення [30]:

- для стелі – 60…70%;

- для стін – 40…50%;

- для статі – близько 30%.

Для інших поверхонь та робочих меблів: 30…40% [31].

5.2.2 Освітлення

Правильно спроектоване та виконане виробниче освітлення покращує умови роботи, знижує стомлюваність, сприяє підвищенню продуктивності праці, благотворно впливає на виробниче середовище, надаючи позитивний психологічний вплив на працюючого, підвищує безпеку праці та знижує травматизм [32].

Недостатність освітлення призводить до напруги зору, послаблює увагу, призводить до настання передчасної стомлюваності. Надмірно яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування та різь в очах. Неправильний напрямок світла робочому місці створювати різкі тіні, відблиски, дезорієнтувати працюючого. Всі ці причини можуть призвести до нещасного випадку або профзахворювань, тому важливий правильний розрахунок освітленості [29].

Існує три види освітлення – природне, штучне та поєднане (природне та штучне разом) [28].

Відповідно до [30] у приміщенні обчислювальних центрів необхідно застосувати систему комбінованого освітлення. При виконанні робіт категорії високої зорової точності (найменший розмір об'єкта відмінності 0,3...0,5 мм) величина коефіцієнта природного освітлення (КЕО) повинна бути не нижче 1,5%, а при зоровій роботі середньої точності (найменший розмір об'єкта відмінності 0, 5…1,0мм) КЕО має бути не нижче 1,0%[31]. Як джерела штучного освітлення зазвичай використовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ або ДРЛ, які попарно об'єднуються в світильники, які повинні розташовуватися над робочими поверхнями рівномірно [27]. Вимоги до освітленості в приміщеннях, де встановлені комп'ютери, наступні: - при виконанні зорових робіт високої точності загальна освітленість повинна становити 300лк, а комбінована 750лк; аналогічні вимоги під час виконання робіт середньої точності – 200 і 300лк відповідно[31].

5.2.3 Параметри мікроклімату

Параметри мікроклімату можуть змінюватися у межах, тоді як необхідною умовою життєдіяльності людини є підтримання сталості температури тіла завдяки терморегуляції, тобто. здатності організму регулювати віддачу тепла у довкілля. Принцип нормування мікроклімату – створення оптимальних умов теплообміну тіла людини з довкіллям [30].

Обчислювальна техніка є джерелом суттєвих тепловиділень, що може призвести до підвищення температури та зниження відносної вологості у приміщенні. У приміщеннях, де встановлені комп'ютери, повинні дотримуватися певних параметрів мікроклімату. У нормах [1-3] встановлено величини властивостей мікроклімату, створюють зручні умови. Ці норми встановлюються залежно від пори року, характеру трудового процесу характеру виробничого приміщення [2,3].

Обсяг приміщень, в яких розміщені працівники обчислювальних центрів, не повинен бути меншим 20м3/людини з урахуванням максимальної кількості

одночасно працюючих за зміну [3]. Норми подачі свіжого повітря до приміщень, де розташовані комп'ютери, наведено в таблиці [2,3]

Для забезпечення комфортних умов використовуються як організаційні методи (раціональна організація проведення робіт в залежності від пори року та доби, чергування праці та відпочинку), так і технічні засоби (вентиляція, кондиціювання повітря, опалювальна система) [2].

5.3 Електромагнітне та іонізуюче випромінювання

Більшість вчених вважають, що як короткочасний, так і тривалий вплив всіх видів випромінювання від екрану монітора не є небезпечним для здоров'я персоналу, який обслуговує комп'ютери [30]. Проте вичерпних даних щодо небезпеки впливу випромінювання від моніторів на працюючих комп'ютерах немає і дослідження у цьому напрямі продовжуються [29].

Допустимі значення параметрів електромагнітних випромінювань, що не іонізують, від монітора комп'ютера представлені в таблиці 5.2[31].

Максимальний рівень рентгенівського випромінювання робочому місці оператора комп'ютера зазвичай перевищує 10мкбер/ч, а інтенсивність ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання від екрану монітора лежить у межах 10...100мВт/м^2[31].

Таблиця 5.2

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань [30].

Найменування параметрів	Допустимі значення
Напруженість електричної складника електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні монітора	10В/м
Напруженість магнітної складника електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні монітора	0,3А/м
Напруженість електричного поля не має перевищувати: Для дорослого користувача	20кВ/м

Для зниження впливу цих видів випромінювання рекомендується

застосовувати монітори зі зниженим рівнем випромінювання (MPR-II, TCO-92, TCO-99), встановлювати захисні екрани, а також дотримуватись регламентованих режимів праці та відпочинку[31].

Режим праці

Як було неодноразово зазначено, під час роботи з персональним комп'ютером дуже важливу роль відіграє дотримання правильного режиму праці та відпочинку[28]. В іншому випадку у персоналу відзначаються значне напруження зорового апарату з появою скарг на незадоволеність роботою, головний біль, дратівливість, порушення сну, втому та хворобливі відчуття в очах, в попереку, в області шиї та руках [29]. У таблиці 5.3 представлені інформацію про регламентованих перервах, які потрібно робити під час роботи на комп'ютері, залежно від тривалості робочої зміни, видів тварин і категорій праці з ПЭВМ[30].

Таблиця 5.3

Час регламентованих перерв під час роботи на комп'ютері

Категорія роботи ПЕОМ	Рівень навантаження за робочу зміну			Сумарний час регламентованих перерв
	Група А	Група Б	Група В	8-ми годинна зміна
	знаків	знаків	годин	хвилин
I	до 20000	до 15000	до 2,0	30
II	до 40000	до 30000	до 4,0	50
III	до 60000	до 40000	до 6,0	70

Ефективність перерв підвищується при поєднанні з виробничою гімнастикою або організацією спеціального приміщення для відпочинку персоналу зі зручними м'якими меблями, акваріумом, зеленою зоною тощо[31].

5.4 Електробезпека

Електробезпека – система організаційних та технічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики[29].

Відповідно до правил улаштування електричних установок щодо небезпеки ураження електричним струмом, приміщення поділяються на три категорії[28]:

1. Приміщення із підвищеною небезпекою ураження струмом [31];
2. Особливо небезпечні приміщення[29];
3. Без підвищеної небезпеки [28].

Приміщення даного житлового комплексу відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом. Для безпеки робочого персоналу передбачені такі заходи [27]:

- Вивішування попереджувальних плакатів (наприклад, «Висока напруга») [26];
- Перевірка відсутності напруги [25];
- Огородження місць робіт [25].

До електрозахисних засобів даного комплексу відносяться: заземлення, занулення, захисне відключення, огороджувальні пристрої, плакати та знаки безпеки, покажчики напруги [25].

5.5 Вибухопожежна та пожежна безпека

Категорії приміщень з вибухопожежної та пожежної небезпеки приймаються відповідно до [25].

Будівля відноситься до В4 категорії приміщень з вибухопожежної та пожежної небезпеки [29].

Усередині будівлі передбачена система автоматичного пожежогасіння та димовидалення [27]. Зовнішнє пожежогасіння здійснюється від двох гідрантів, що проектуються [26]. Для ліквідації невеликих пожеж та загорянь у будівлі передбачені пересувні та ручні вогнегасники наступних марок[25]:

- ОУ-2А, ОУ-5 (ручні вуглекислотні вогнегасники)[25];

- ОУ-25 (пересувний вуглекислотний вогнегасник)[25].

5.6 Висновки з безпеки

У розділі дипломної роботи було викладено вимоги до робочого місця інженера – проектувальника. Створені умови мають забезпечувати комфортну роботу[29]. На підставі вивченої літератури з цієї проблеми було проведено вибір системи та розрахунок оптимального освітлення виробничого приміщення, а також розрахунок рівня шуму на робочому місці [28]. Дотримання умов, визначальних оптимальну організацію робочого місця інженера – проектувальника, дозволить зберегти хорошу працездатність протягом усього робочого дня, підвищить як і кількісному, і у якісному відносинах продуктивність праці проектувальника [27].

5.7 Вплив на навколишнє середовище

Основним джерелом на довкілля при функціонуванні житлової забудови є комунальне господарство, що включає сукупність підприємств і закупівельних організацій населення [27]. Дуже складною є проблема відходів, обсяг яких пропорційний до рівня економічного розвитку країни [28]. Важливим джерелом забруднення повітря міст є спалювання сміття, в якому містяться: 0,5 – 0,7% азоту, 0,06 – 0,28% сірки, 0,04 – 0,7 хлору та соті частки відсотка свинцю, нікелю, міді цинку[27]. До складу газових викидів сміттєспалювальних установок входять: вуглекислий газ, оксиди вуглецю, сірки та азоту, вуглеводні, хлористий та фтористий водень, а також високотоксичні важкі метали. Так, при спалюванні 1т міського сміття в атмосферу викидається 23г свинцю, 4г ртуті,1,3г кадмію [30].

Дуже серйозним забруднювачем є скидання стоків із міської каналізаційної мережі та систем зливової каналізації [29]. Ці стоки насамперед впливають на поверхневі води, а також на підземні води та ґрунт. Найбільш небезпечним забруднювачем є людські екскременти [28].

Значних збитків навколишньому середовищу завдаються під час здійснення водопостачання [27]. Він обумовлений насамперед вилученням великих кількостей води[26]. Відкачування великих обсягів підземних вод призводять до осідання земної поверхні [25].

Особливістю житлових районів є погіршення водопроникності земної поверхні (ущільнення ґрунту, непроникні покриття – асфальт, бетон та ін.). це змінює гідрографію поверхневого стоку, збільшуючи кількість паводків та його інтенсивність, і навіть знижує рівень грунтових вод [29].

Певний вплив безпосередньо роблять сам будинок [29]. Воно проявляється в тиску його маси та опалювальному впливі, що призводить до зміни підстилаючих грунтів (утеплення, термопросадки, термокарст, тиксотропне розрідження і т.д.). забудова території суттєво змінює клімат, що виявляється у зниженні надходження сонячної радіації, вологості та швидкостей вітру, підвищенні температур, зміни режиму опадів тощо [29].

Таким чином, у районах житлової забудови тією чи іншою мірою змінено всі природні компоненти [29]. Вони піддаються різноманітним впливам: механічному, хімічному, біохімічному, електричному, тепловому тощо [30].

Розглядаючи методи пом'якшення впливів, слід зазначити необхідність комплексного підходи до вирішення цих проблем [31].

Список літератури.

1. ДБН В.2.2-43:2021. «Будівлі та споруди. СКЛАДСЬКІ БУДІВЛІ. Основні положення»
2. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ" Мінбуду України, 2014.- 149 с.
3. ДБН В.2.2-9:2018. ГРОМАДСЬКІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ. Зі Зміною № 1 - [Чинні від 2018-28-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укрархбудінформ", 2022.- 43с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. - [Чинні від 2011-10-10]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ", 2011.- 123 с.
5. ДБН В.2.6-31.2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. - [Чинні від 2022-01-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укрархбудінформ", 2022.- 23 с.
6. Теплотехнічний розрахунок і підбір огороджувальних конструкцій: методичні вказівки до виконання розділу курсового проекту з дисципліни опалення./ уклад. Росковшенко Ю.К., Любарець О.П., Сенчук М.П. та інш. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.
7. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ» , 2022. – 63 с.
8. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників тепловологічного стану огороджувальних конструкцій. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 43 с.
9. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплозасвоєння огороджувальних конструкцій. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 34 с.
10. Теплова потужність систем водяного опалення: методичні вказівки до виконання розділу курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення / уклад. О.П.Любарець, М.П.Сенчук., В.О.Любарець – К.: КНУБА, 2015. – 26с.
11. Любарець О.П., Сенчук М.П., Любарець В.О. Методика визначення проектної теплової потужності систем опалення приміщень та будівель. Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Науково-технічний збірник. Вип.8. Київ: КНУБА, 2016.- с.197-201.
12. Яушоветц Р. Гідравліка – серце водяного опалення: монографія – Відень: Herz Armaturen Ges.m.b.H., 2022. – 314с.

13. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Сімферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
14. Любарець О.П., Верещинський П., Сеньковський К., Куно Г. Теплова потужність систем опалення. Довідник з методики розрахунку у програмі Auditor-OZC 6.9. Київ-Варшава-Білосток: ТОВ КАН, 2016.- 28с.
15. Глушко Ю. Ю. Опалення: навчальний посібник. – К.: Ресурсний центр ГУРТ, 2019 – 133с.
16. Опалення: методичні вказівки до виконання розділу "Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення" курсового проекту / уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський та інш. - К.: КНУБА, 2015. – 40с
17. Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря будівель: навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
18. Джеджула В. В. Вентиляція та кондиціювання громадських об’єктів : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. -71 с.
19. Зінич. П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К .:КНУБА,2002.- 256 с.
20. Жуковський С.С., Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та монтажних робіт: навчальний посібник. - – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 1999. – 448 с. (шифр: 697, авторський знак: Ж86) НП Технологія заг. спец. монт. робіт, Дьвів,1999.djvu.
21. Методичні вказівки до виконання курсової роботи: Розробка монтажного проекту системи вентиляції / В.М. Голубенков, П.Л. Зінич.– К.:КНУБА, 2008.–56 с. – Методичні_вказівки.
22. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту «Організація будівельно-монтажних робіт» для студентів теплогазопостачання і вентиляції/ уклад. М.В. Степанов. – К.: КНУБА, 2005. – 48 с.
23. Сашко В.О., Терещенко В.М. Труби та арматура: навчальний посібник. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 102 с. – НП Труби та арматура, Київ, 2019.pdf.
24. Степанов М.В., Вакалюк А.С. Організація будівельно-монтажних робіт: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2011. – 88 с. – https://library.knuba.edu.ua/books/20_1_11.rar.
25. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.:

Мінрегіонбуд України, 2017. – чинні з 01.03.2018. – Норми.

26. ДБН А.3.2-2-2014. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – К.: Мінрегіон України, 2014. – чинні від 01.01.2015. – Норми.
27. Вільсон О.Г. Охорона праці в галузі (на прикладі будівництва): навчальний посібник. - К.: Основа, 2006. - 204 с.
28. Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: навчальний посібник: за редакцією В.В. Сафонова. - К.: Основа. 2011. - 480 с.
29. Атаманчук П.С. Охорона праці в галузі: навчальний посібник І П.С. Атаманчук та ін. - К.: Центр учбової літератури, 2017. - 322 с.
30. Русаловський А.В. Правові та організаційні питання охорони праці: навчальний посібник / А.В. Русаловський; 5-те вид., допов. І перероб. - К.: Університет «Україна», 2011. - 280 с.
31. Апостолюк С.О. Безпека праці: ергономічні та естетичні основи: навчальний посібник / С.О Апостолюк. В.С. Джигирей, А.С. Апостолюк. І.А. Соколовський та ін. - К. : Знання. 2007. -215 с.