

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

на тему:

Опалення, вентиляція та охолодження приміщень багатоповерхового громадського будинку із автономним джерелом теплохолодопостачання

Погребнюк Тамара Олександрівна
(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)

Київ 2024р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

„___” _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

на тему:

Опалення, вентиляція та охолодження приміщень багатоповерхового
громадського будинку із автономним джерелом теплохолодопостачання
(назва)

*Я як здобувач вищої освіти КНУБА
розумію і підтримую політику
закладу з академічної
добросовісності. Я не надавала і не
одержувала недозволену
допомогу під час підготовки цієї
роботи. Використання ідей,
результатів і текстів інших
авторів мають посилання на
відповідне джерело*

Здобувач Погребнюк Тамара Олександрівна
Спеціальність: будівництво та цивільна
інженерія
Освітня програма: теплогазопостачання і
вентиляція
Група ТВМ-23-1
Рибачов Сергій Григорович
(прізвище та ініціали)
кандидат технічних наук, доцент
(вчене звання, науковий ступінь)
Рецензент Коновалюк В.А.

Ідентичність підтверджую

Київ 2024р

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і екології

Випускова кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Ступінь вищої освіти: «магістр за ОПП/ОНП»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Предун К.М.

„___” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

Погребнюк Тамара Олекмандрына

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи : Опалення, вентиляція та охолодження приміщень багатоповерхового громадського будинку із автономним джерелом теплохолодопостачання

затверджена наказом ректора КНУБА № ___ від „___” _____ 20__ р.

2. Керівник роботи

Рибачов Сергій Григорович, кандидат технічних наук, доцент

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

3. Термін подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р.1. Аналіз та обґрунтування систем забезпечення мікроклімату .

Р.2. Кондиціонування офісної часини споруди VRF системами.

Р.3. Опалення та вентиляція офісів по вул. Анрі Барбюса 39/4 в м. Києві.

Р.4. Охорона праці та навколишнього середовища

5. Графічний матеріал за розділами

Р.2. Кондиціонування офісної часини споруди VRF системами.

Р.3. Опалення та вентиляція офісів по вул. Анрі Барбюса 39/4 в м. Києві.

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 4.	Клімова І.В., доцент		

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Аналіз та обґрунтування систем забезпечення мікроклімату .	06.11.24
Розділ 2. Кондиціонування офісної часини споруди VRF системами.	11.11.24
Розділ 3. Опалення та вентиляція офісної споруди по вул. Анрі Барбюса 39/4 в м. Києві.	17.11.24
Розділ 4. Охорона праці та навколишнього середовища	19.11.24
Остаточне оформлення роботи	20.11.24
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	21.11.24
Попередній захист роботи на кафедрі	28.11.24
Напралення роботи на рецензування	28.11.24

8. Дата видачі завдання 01.11.24

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

Керівник _____ Рибачов С.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Погребнюк Т.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. Аналіз та обґрунтування систем забезпечення мікроклімату	10
РОЗДІЛ 2. Кондиціонування офісної часини споруди VRF системами.	
Опис та розрахунок обраної системи кондиціонування.....	14
2.1. Характеристика об'єкту будівництва та географічний пункт будівництва...	15
2.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	15
2.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря.....	17
2.4. Розрахунок системи кондиціонування.....	19
2.5. Принципові рішення кондиціонування повітря.....	24
2.6. Підбір касетних внутрішніх блоків.....	25
2.7. Пуск, наладка і експлуатація системи кондиціонування.....	26
РОЗДІЛ 3. Опалення та вентиляція офісної споруди по вул. Анрі Барбюса 39/4 в м. Києві.....	31
3.1. Розрахунок системи опалення.....	32
3.1.1. Розрахунок тепловтрат	32
3.1.2. Проектні тепловтрати опалювального приміщення та гідравлічний розрахунок	33
3.1.3. Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів роботи системи опалення.....	40
3.2. Розрахунок системи вентиляції.....	47
3.2.1. Розрахунок повітрообміну.....	47
3.2.2. Принципові рішення вентиляції повітря.....	49

3.2.3. Підбір анемостатів для санвузлів.....	50
3.2.4. Пуск, наладка і експлуатація системи вентиляції.....	51
РОЗДІЛ 4. Охорона праці та навколишнього середовища.....	70
4.1. Охорона праці та навколишнього середовища.....	71
4.1.1. Загальні положення	71
4.1.2. Аналіз потенційних, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають під час роботи.	73
4.2. Заходи профілактики виявлених факторів..	77
4.2.1. Загальні вимоги безпеки.....	77
4.2.2 Створення комфортного мікроклімату.....	79
4.2.3. Недостатнє освітлення	80
4.2.4. Заходи профілактики високого рівня шуму	82
4.2.5. Електромагнітне випромінювання.....	84
4.2.6. Пожежна безпека	85
4.2.7. Психологічний стрес.....	87
4.2.8. Інфекційні ризики	89
4.2.9. Напруження зору.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	93

ВСТУП

Питання якості повітря набуває особливого значення в сучасному світі, оскільки значна частина людей проводить більшу частину часу в закритих приміщеннях, таких як офіси, навчальні заклади або торговельні центри. У зв'язку з цим забезпечення оптимального мікроклімату на робочих місцях стає одним із ключових завдань для проєктувальників і замовників. Сучасні інженерні рішення дозволяють створювати умови, які відповідають усім санітарно-гігієнічним та ергономічним вимогам, сприяючи не лише підвищенню продуктивності праці, але й підтриманню здоров'я працівників.

Для забезпечення комфортного середовища на робочих місцях важливо, щоб приміщення отримувало свіже, очищене та підігріте або охолоджене відповідно до сезону повітря. Досягти цього можна шляхом інтеграції в проєкт трьох основних інженерних систем: вентиляції, кондиціонування повітря та опалення. Ці системи працюють у тісній взаємодії, створюючи умови, які відповідають вимогам сучасних стандартів. Ефективність такої інтеграції залежить від якості обладнання, правильності його підбору, а також від техніко-економічного обґрунтування, яке враховує специфіку кожного об'єкта.

Системи вентиляції забезпечують постійний приплив свіжого повітря та видалення відпрацьованого. Для досягнення високої ефективності таких систем велике значення має правильний підбір обладнання. В припливно-витяжних установках обов'язково повинні бути передбачені фільтраційні секції, які очищують повітря від пилу, алергенів та інших забруднень. Використання якісних фільтрів дозволяє зберігати здоровий мікроклімат навіть у приміщеннях з високою концентрацією людей.

Енергоефективність вентиляційних систем значно підвищується завдяки використанню рекуператорів тепла. Ці пристрої дозволяють зменшити втрати енергії, використовуючи тепло відпрацьованого повітря для підігріву

припливного. Це не лише економить енергоресурси, але й сприяє зменшенню експлуатаційних витрат.

Окрему увагу слід приділити встановленню шумоглушників, які мінімізують рівень шуму, що виникає під час роботи вентиляторів або руху повітря у каналах. Комфортний акустичний фон є важливим елементом мікроклімату, особливо в офісах, де надмірний шум може негативно впливати на продуктивність праці.

Кондиціонування повітря забезпечує підтримання оптимальної температури та вологості в приміщенні незалежно від погодних умов. Зокрема, системи VRF (Variable Refrigerant Flow) стали популярним вибором завдяки своїй гнучкості та енергоефективності. Основними перевагами VRF-систем є можливість одночасного охолодження та обігріву різних зон приміщення, а також мінімізація енергоспоживання за рахунок регулювання потоку холодоагенту.

Важливим аспектом є вибір типу внутрішніх блоків. У залежності від функціонального призначення приміщення можуть використовуватися касетні, настінні або каналні внутрішні блоки. Наприклад, у відкритих офісах доцільно встановлювати касетні блоки, які рівномірно розподіляють охолоджене або підігріте повітря, тоді як для невеликих кабінетів підходять настінні моделі.

Розміщення зовнішніх блоків також потребує ретельного планування. Зазвичай їх встановлюють на дахах або в окремих технічних приміщеннях, що мінімізує їхній вплив на естетику будівлі та забезпечує зручний доступ для обслуговування.

У залежності від розміру, функціонального призначення та об'єму приміщень обирається відповідна комбінація систем мікроклімату. Для невеликих офісів із низьким рівнем тепловиділень можуть бути достатніми лише системи вентиляції та кондиціонування, тоді як у великих будівлях із великою кількістю працівників необхідно передбачити інтегровані рішення, які об'єднують всі три системи.

Ефективна інтеграція включає автоматизацію управління кліматичними системами, яка дозволяє адаптувати їхню роботу до змін у кількості людей у приміщенні, часу доби або інших умов. Наприклад, сучасні системи автоматизації можуть самостійно знижувати інтенсивність роботи в неробочий час, що зменшує енергоспоживання та підвищує ефективність експлуатації.

Техніко-економічне обґрунтування є важливим етапом у проектуванні кліматичних систем. Воно включає аналіз потреб об'єкта, вибір оптимального обладнання та оцінку економічної доцільності впровадження того чи іншого рішення. Наприклад, для об'єктів з великою площею використання енергоефективних систем із рекуперацією тепла може мати значні переваги в довгостроковій перспективі, оскільки знижує експлуатаційні витрати.

Забезпечення якості повітря в офісних приміщеннях є одним із ключових завдань сучасного проектування. Інтеграція систем вентиляції, кондиціонування та опалення дозволяє створити оптимальний мікроклімат, який відповідає потребам користувачів. Важливим аспектом є ретельний підбір обладнання, використання сучасних технологій, таких як рекуперація тепла та автоматизація, а також врахування специфіки кожного об'єкта. Завдяки комплексному підходу до проектування кліматичних систем замовники отримують не лише комфортні умови для роботи, але й енергоефективні рішення, які сприяють економії ресурсів і підвищенню продуктивності праці.

РОЗДІЛ 1

**Аналіз та обґрунтування систем забезпечення
мікроклімату.**

Мікроклімат приміщень — це сукупність параметрів, які визначають стан внутрішнього середовища та впливають на здоров'я, комфорт і продуктивність людей. Основними характеристиками мікроклімату є температура повітря, вологість, швидкість його руху та якість (чистота, концентрація кисню, рівень вуглекислого газу і присутність шкідливих домішок). Відхилення цих показників від нормативних значень може призводити до значних негативних наслідків: зниження працездатності, погіршення загального самопочуття, а також до появи захворювань. Зокрема, підвищена температура повітря може викликати перегрів організму, знижуючи здатність концентруватися, викликати втому або навіть тепловий удар. Водночас недостатній рівень вологості повітря призводить до пересихання слизових оболонок, що підвищує ризик захворювань дихальної системи та вірусних інфекцій. Надмірна вологість, своєю чергою, створює сприятливі умови для розвитку плісняви та грибків. Саме тому підтримання мікроклімату в межах нормативних показників є одним із найважливіших завдань при проектуванні, будівництві та експлуатації будівель різного призначення.

Системи вентиляції та кондиціонування відіграють ключову роль у створенні та підтриманні комфортного мікроклімату. Вентиляція забезпечує обмін повітря між приміщенням і зовнішнім середовищем, видаляючи відпрацьоване повітря і замінюючи його свіжим. Це дозволяє знижувати концентрацію вуглекислого газу, що накопичується у приміщенні через дихання людей, а також видаляти шкідливі домішки, які виділяються меблями, будівельними матеріалами або технікою. Кондиціонування, своєю чергою, відповідає за регулювання температури та вологості повітря. У приміщеннях із високим тепловим навантаженням, таких як офіси з великою кількістю людей чи виробничі цехи, система кондиціонування дозволяє знижувати температуру до комфортного рівня, компенсуючи тепло, що генерується людьми, технікою чи сонячним випромінюванням.

Особливо важливою є енергоефективність систем вентиляції та кондиціонування, адже ці системи споживають значну частину енергії, що використовується для обслуговування будівель. У сучасних умовах постійного зростання цін на енергоносії та посилення вимог до збереження довкілля питання енергоефективності стає надзвичайно актуальним. Застосування технологій, таких як рекуперація тепла, автоматизоване управління роботою систем і використання альтернативних джерел енергії, дозволяє значно зменшити витрати на експлуатацію і одночасно знизити вплив на довкілля. Наприклад, рекуператори забезпечують використання тепла витяжного повітря для нагрівання свіжого, що суттєво скорочує витрати на опалення в зимовий період. Крім того, автоматизовані системи здатні адаптувати свою роботу до поточних умов, таких як час доби, кількість людей у приміщенні чи температура на вулиці.

Ефективність систем вентиляції та кондиціонування значною мірою залежить від правильної організації повітрообміну. Під повітрообміном розуміється циркуляція повітря в приміщенні, яка забезпечує рівномірний розподіл температури, вологості та свіжості повітря. Неправильна організація цього процесу може призводити до утворення застійних зон, де повітря не оновлюється належним чином, що спричиняє локальний дискомфорт, накопичення забруднень або навіть створює загрозу для здоров'я. Наприклад, у великих приміщеннях із поганою вентиляцією часто виникають ділянки з підвищеною температурою або концентрацією вуглекислого газу. Для уникнення таких ситуацій необхідно враховувати геометрію приміщення, розташування джерел тепла та забруднень, а також обирати правильні типи повітророзподільників.

Традиційні системи вентиляції та кондиціонування зазвичай працюють за стандартною схемою. Свіже зовнішнє повітря очищається через фільтри, охолоджується або підігрівається до необхідної температури і подається до приміщення. При цьому використовується принцип компенсації: відпрацьоване

повітря видаляється через витяжні канали, а його місце займає свіже припливне повітря. У теплий період року такі системи забезпечують охолодження приміщення, асимілюючи теплове навантаження, що генерується людьми, технікою або сонячним випромінюванням. Основним компонентом, що забезпечує охолодження, є компресорно-конденсаторний блок, який знижує температуру повітря до необхідного рівня. Ця схема добре зарекомендувала себе у великих офісах, торгових центрах та промислових приміщеннях.

Для приміщень із невеликою площею, де теплове навантаження незначне, доцільно використовувати альтернативні підходи до вентиляції та кондиціонування. Наприклад, можна організувати подачу свіжого повітря через повітророзподільники без необхідності додаткового охолодження припливного повітря. Надлишок тепла, що надходить із зовнішнім повітрям, може бути ефективно видалений за допомогою стандартних кондиціонерів. Такий підхід дозволяє суттєво знизити витрати, адже він не потребує складних припливно-витяжних систем із компресорно-конденсаторними блоками. Ці системи є більш доступними, простими у встановленні й експлуатації, що робить їх ідеальними для житлових приміщень, невеликих офісів чи магазинів.

Альтернативні схеми організації вентиляції та кондиціонування мають кілька значних переваг. По-перше, вони дозволяють адаптуватися до різних теплових навантажень, забезпечуючи ефективне видалення тепла як від внутрішніх джерел (людей, техніки), так і від зовнішнього повітря. По-друге, такі системи економічно вигідніші, оскільки знижують витрати на встановлення обладнання та його технічне обслуговування. Зменшення кількості складних елементів, таких як компресорно-конденсаторні блоки, також знижує ризик поломок і необхідність частого ремонту.

У підсумку, сучасні системи вентиляції та кондиціонування, що базуються на енергоефективних технологіях і правильно організованому повітрообміні,

забезпечують оптимальний мікроклімат із мінімальними витратами ресурсів. Це дозволяє не лише створювати комфортні умови для людей, але й сприяти збереженню довкілля та зниженню експлуатаційних витрат.

РОЗДІЛ 2.

Кондиціонування офісної частини споруди VRF системами.

Опис та розрахунок обраної системи кондиціонування.

2.1. Характеристика об'єкту будівництва та географічний пункт будівництва

Об'єктом проектування є 8 поверхова офісна споруда в м. Києві по вул. Анрі Барбюса 39/4.

Кліматичні показники:

- Географічна широта - 51 град.с.ш
- Зона вологості нормальна.
- Барометричний тиск - 990 гПа.
- Умови експлуатації "Б".
- Максимальна швидкість вітру - 5,3 м/с.
- Температура повітря -22°C
- Середня температура опалювального періоду -0,1°C.
- Середньодобова амплітуда температури повітря 10,8°C.
- Кількість градусо-днів опалювального періоду 3572 днів.
- Тривалість опалювального періоду 176 днів.
- Барометричний тиск: 100,5 кПа = 754 мм рт ст

2.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Розрахункові параметри приймаємо згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 «Будівельна кліматологія».

Теплий період року

1. Температура, t,°C:

Температура для теплого періоду обирається як максимальна середньодобова температура, яка спостерігається в місті Київ протягом літнього періоду. Для Києва вона складає 28°C. Це значення використовується для проектування

систем вентиляції та кондиціонування.

2. Ентальпія, $I, \text{кДж/кг}$:

Визначається на основі температури та вологості повітря. Згідно з ід-діаграмою, ентальпія повітря при 28°C і 69% вологості становить 70 кДж/кг .

3. Вологовміст, $d, \text{г/кг}$:

Для температури 28°C і відносної вологості 69% вологовміст визначається за ід-діаграмою й дорівнює $16,45 \text{ г/кг}$.

4. Відносна вологість, $\phi, \%$:

Цей параметр для теплого періоду року обирається як середнє значення для найспекотнішого місяця. Для Києва це 69%.

Холодний період року

1. Температура, $t, ^\circ\text{C}$:

- Мінімальна розрахункова температура для проектування систем опалення та теплоізоляції приймається на рівні -22°C для Києва, відповідно до кліматичних даних.

2. Ентальпія, $I, \text{кДж/кг}$:

- Визначається для температури -22°C . Згідно з таблицями, ентальпія холодного повітря при такій температурі складає -21 кДж/кг .

3. Вологовміст, $d, \text{г/кг}$:

- За ід-діаграмою для температури -22°C і відносної вологості 83%, вологовміст становить $0,4 \text{ г/кг}$.

4. Відносна вологість, $\phi, \%$:

- Для холодного періоду року в Києві приймається середнє значення **83%**, яке відповідає спостереженням протягом зими.

Таблиця 2.1

Період року	Температура t, °C	Ентальпія I, кДж/кг	Вологовміст d, г/кг	Відносна вологість φ, %
Теплий	28	70	16,45	69
Холодний	-22	-21	0,4	83

2.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Для офісної споруди параметри мікроклімату визначаються відповідно до **ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»**

1. Температура повітря (t, °C):

- У холодний період: 22-24°C для забезпечення комфортної температури.
- У теплий період: 23-25°C для уникнення перегріву.

2. Відносна вологість (φ, %):

- Для офісних приміщень оптимальна вологість 30-60%. Це запобігає пересушенню або конденсації.

3. Швидкість руху повітря (v, м/с):

- 0,15-0,25 м/с — комфортний рівень швидкості, який не викликає відчуття протягів.

4. Кратність повітрообміну (n_{нн}):

- Для офісів нормального рівня комфорту кратність обміну приймається 2-3 рази на годину, що забезпечує приплив свіжого повітря та видалення відпрацьованого.

5. Рівень CO₂ (рm):

- Концентрація вуглекислого газу повинна бути не більше 1000 рm, щоб уникнути дискомфорту та зниження працездатності.

Таблиця 2.2. Розрахункові параметри внутрішнього повітря офісної споруди.

Період	Температура $t_{вн}$, 0C	Вологовміст d , г/кг	Відносна вологість ϕ , %	Розрахункова швидкість V , м/с
ТП	24	11	50	0,25
ХП	22	8	40	0,2

Теплий період (ТП):

1. Температура:
 $t_{вн}=24$ °C — комфортна температура для літнього періоду в офісі.
2. Вологовміст:
 $d=11$ г/кг — визначено за іd-діаграмою для 50% вологості.
3. Відносна вологість:
 $\phi=50\%$ — забезпечує комфортні умови без пересушування.
4. Розрахункова швидкість:
 $V=0,25$ м/с — відповідає комфортній циркуляції повітря.

Холодний період (ХП):

1. Температура:
 $t_{вн}=22$ °C — температура для зими, яка забезпечує тепловий комфорт.
2. Вологовміст:
 $d=8$ г/кг — нижчий через сухе повітря у холодний період.
3. Відносна вологість:
 $\phi=40\%$ — нормальна для зими, щоб уникнути пересушування.

4. Розрахункова швидкість:

$V=0,2\text{м/с}$ — повітря рухається повільніше для уникнення протягів.

2.4. Розрахунок системи кондиціонування

Розрахунок надходжень теплоти

Загальні теплонадходження складаються з :

$$\sum Q_{\text{над}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{с.р.}} + Q_{\text{тех.}}, \text{Вт} \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{л}}$ – тепло надходження від людей, які знаходяться в приміщенні (для теплого і холодного періоду), Вт;

$Q_{\text{осв}}$ – тепло надходження від штучного освітлення (холодний і перехідний період року), Вт;

$Q_{\text{с.р.}}$ – тепло надходження сонячної радіації в ТП року;

$Q_{\text{тех.}}$ – тепло надходження від оргтехніки.

Теплонадходження від людей:

$$Q_{\text{л, hf}} = \sum q_{\text{hfi}} \cdot n, \text{Вт} \quad (2.2)$$

де q_{hfi} – питома виділення однією людиною теплоти, приймаються в залежності від категорії робіт Вт/люд;

n – число людей у приміщенні, люд.

Теплонадходження від освітлення:

$$Q_{\text{осв}} = F \cdot E \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \text{Вт} \quad (2.3)$$

E – освітленість, лк;

F – площа підлоги приміщення, яка освітлюється, м²;

$q_{\text{осв}}$ – питомі виділення теплоти, Вт/м² на 1лк освітленості, приймаємо для люмінесцентних ламп $q_{\text{осв}}=0,06$ Вт/м²;

$\eta_{\text{осв}}$ – коефіцієнт, який враховує надходження теплоти у робочу зону приміщення, $\eta_{\text{осв}}=0,55$.

Тепловий потік сонячної радіації через світловий отвір розраховується за формулою, Вт:

$$Q_{\text{осі}} = (q_p K_1 + q_n K_2) K_3 \cdot K_4 \cdot A_{\text{ос}} \quad (2.4)$$

де q_p, q_n – поверхнева густина теплового потоку (розсіяна та пряма), Вт/м², через зашкленений світловий отвір в липні в даний час доби.;

K_1 – коефіцієнт опромінення прямою сонячною радіацією для обліку площі світлового прорізу, незатемнені горизонтальною $K_{n,\Gamma}$ і вертикальною $K_{n,B}$ площинами в будівельному виконанні.

K_2 – коефіцієнт опромінення для обліку надходження розсіяної сонячної радіації через світлові прорізи, незатемнені горизонтальною і вертикальною зовнішніми сонцезахисними площинами.

K_3 – коефіцієнт теплопроникності сонцезахисних пристроїв (штори, карнизи, жалюзі та ін. вироби заводського виготовлення);

K_4 – коефіцієнт теплопроникності склінням світлових прорізів.

Тепловий потік, через масивну огорожувальну конструкцію (зовнішню стіну або перекриття) Q_M , для даної години доби (Z) визначаємо за формулою:

$$Q_M = \left[\frac{1}{R} \left(t_{\text{зовн}} + \chi \frac{J_{\text{ср}}}{\alpha_{\text{зовн}}} - t_{\text{вн}} \right) + \beta \frac{\alpha_{\text{вн}}}{\nu} \left(0,5 \theta_1 A_{M,C} + \frac{\chi}{\alpha_{\text{зовн}}} \theta_2 A_j \right) \right] \cdot A_M \quad (2.5)$$

де R - опір теплопередачі масивної огорожувальної конструкції (зовнішня стіна, перекриття), м² · К/Вт ;

χ - коефіцієнт поглинання сонячної радіації поверхнею огорожувальної

конструкції;

J_{cp} - середньодобове значення поверхневої густини теплового потоку сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), Вт/м², що потрапляє в липні;

$t_{зовн}$ – зовнішня температура повітря, °С;

$t_{вн}$ - температура повітря біля поверхні огороження, °С;

β_k - коефіцієнт рівний 1 - при відсутності вентиляційного повітряного прошарку в огороженні, та рівний 0,6 для огорожувальних конструкцій з повітряним прошарком;

$\alpha_n, \alpha_{вн}$ - коефіцієнти тепловіддачі зовнішньої і внутрішньої поверхонь огороження Вт/(м·°С);

ν - величина затухання амплітуди коливання температур зовнішнього повітря в огорожувальній конструкції;

θ_1, θ_2 - коефіцієнти, обирається для кожної години доби відповідно при

$\varepsilon_1 = \varepsilon + 15; \varepsilon_2 = \varepsilon + z$, пр;

ε – запізнення температурних коливань в огороженні;

z – час максимуму сумарної (прямої та розсіяної) сонячної радіації;

$A_{M,C}$ - середня добова амплітуда температури зовнішнього повітря у липні, °С;

A_M - площа масивної огорожувальної конструкції (зовнішня стіна, перекриття), м²;

A_j - амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна).

Теплонадходження від оргтехніки:

Основним обладнанням навчальних закладів є персональні комп'ютери, проектори та принтери. Теплонадходження відбувається завдяки перетворенню електричної енергії в теплову. Під час розрахунку теплонадходжень потрібно враховувати коефіцієнт завантаженості пристроїв та одночасність їх функціонування.

Розраховуються за формулою:

$$Q_{\text{тех}} = N \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (2.6)$$

де N – номінальна електрична потужність приладу, Вт;

n - кількість приладів;

k_1 - коефіцієнт використаної приладом потужності, приймаю $k_1 = 0,8$;

k_2 – коефіцієнт одночасної роботи приладів, приймаю $k_2 = 1$;

Розрахунок теплонадходжень здійснено в програмі.

Рис.1

Северный ВЕТЕР 2.05.1

www.amen.da.ru

Исходные данные РЕЗУЛЬТАТ Таблица отчета Подробный отчет

Название объекта: _____

Исполнитель: _____

Помещение

Номер: 221.2

Площадь: 230 м²

Высота: 3,55 м

Темп. внутренняя: 20 °С

Темп. наружная: 35 °С

Кол. людей: 38 чел

м² на 1 чел. 6,05 м²

Объем помещения: 816,5 м³

Δt: _____ кДж/кг

м³ на 1 человека : 60 м³

Объем воздуха: 2280 м³/ч

Выбор помещений:
№: 221.2

Окно

Коэффициент на остекление: Тройное стекло (двухкамерный стеклопакет) (ГИПРО)

Защитные теплоизоляционные устройства: Внутр. светлые жалюзи + незнач. загрязнение (ГИПФ)

Характеристика остекленной поверхности: ОКНО - для любых окон (ГИПРО)

Площадь:	Ширина:	Высота:	Коеф.1	Коеф.2	Колл.	q уд:	Широта:
29,7 м ² СВ	11,2	2,65	0,83	0,51	<input checked="" type="checkbox"/>	121	52° с.ш. (гипро-ст)
м ² В			0,83	0,51	<input type="checkbox"/>	474	
8,1 м ² ЮВ	3,1	2,6	0,83	0,51	<input checked="" type="checkbox"/>	539	
м ² Ю			0,83	0,51	<input type="checkbox"/>	435	
м ² ЮЗ			0,83	0,51	<input type="checkbox"/>	562	
м ² З			0,83	0,51	<input type="checkbox"/>	674	
35,0 м ² СЗ	13,2	2,65	0,83	0,51	<input checked="" type="checkbox"/>	443	
77,9 м ² С	25,12	3,1	0,83	0,51	<input type="checkbox"/>	63	

Стена

Площадь:	Длина:	Высота:	R	K	Коеф.
м ² СВ					
м ² В					
м ² ЮВ					
м ² Ю					
м ² ЮЗ					
м ² З					
м ² СЗ					
м ² С					

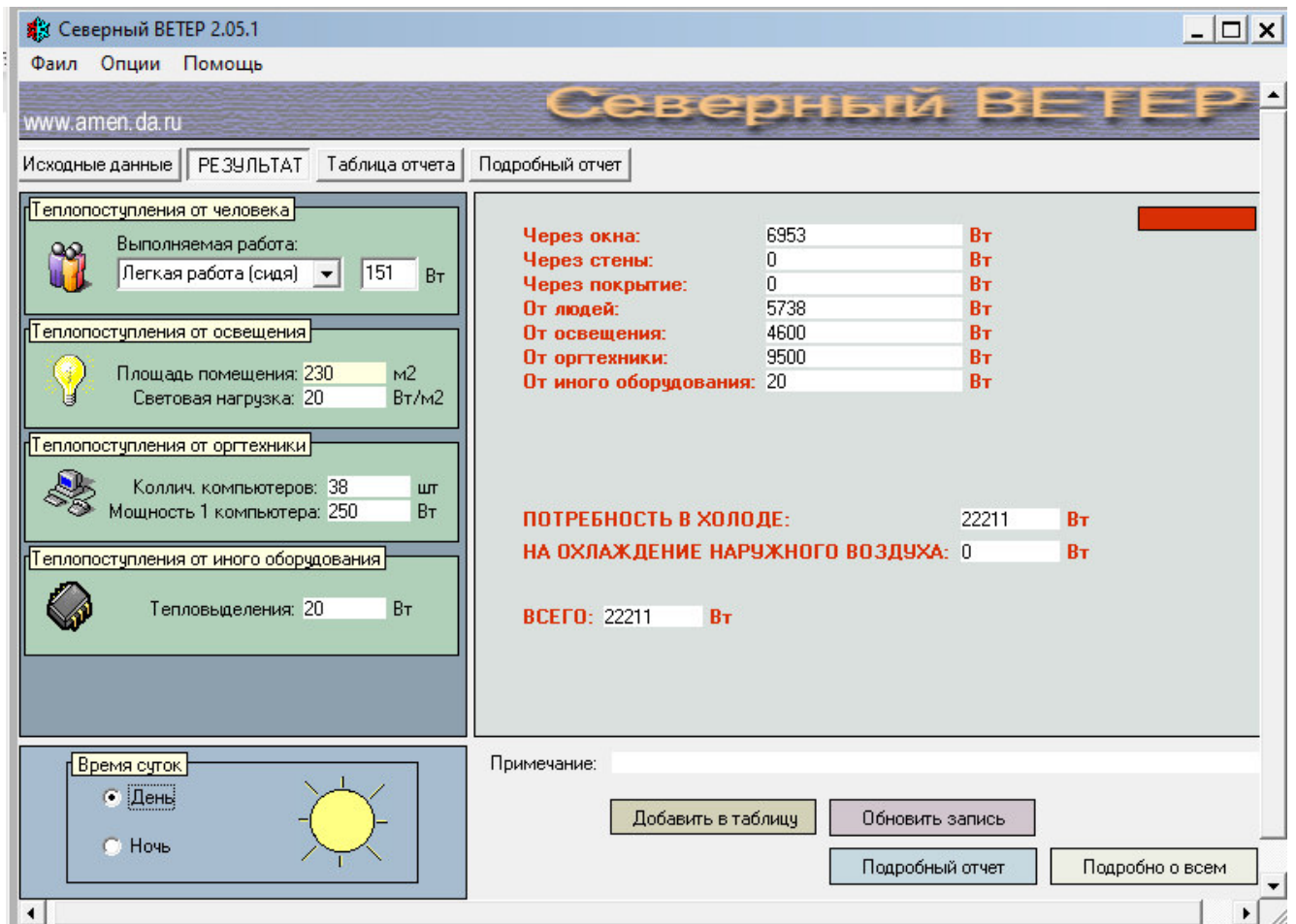
Покрытие

Теплонагрузка: 13 Вт/м²

Площадь покрытия: _____ м²

Новое помещени

Рис. 2



Таблиця 2.3.

ТАБЛИЦЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОАДХОДЖЕНЬ

Назва об'єкту:

Будівництво житлово-адміністративного комплексу з вбудовано-прибудованими приміщеннями громадського і торговельного призначення та надземним і підземними паркінгами по вул. Анрі Барбюса 39/2 у Печерському районі м. Києва

Виконавець: Погребнюк Т.О.

Номер	Гприм	Нприм	Вприм	tвн	tзов	Nпод	Qпод	Qосв	Qкомп	Qдн	Qвикон	Qстін	Qпокр	Lзд	Qк	Qздв	Qзаг
221.2	230	3,55	816,5	20	35	38	5738	4600	9500	20	6563	0	0	2280	21821	8107	29928
221.1	369	3,55	1309,9	20	35	62	9362	7380	15500	20	15124	0	0	3720	40006	13227	53233
321.2	230	3,55	816,5	20	35	38	5738	4600	9500	20	8146	0	0	2280	23404	8107	31511
321.1	369	3,55	1309,9	20	35	62	9362	7380	15500	20	17386	0	0	3720	42268	13227	45988
421.2	230	3,55	816,5	20	35	38	5738	4600	9500	20	7666	0	0	2280	22924	8107	31031
421.1	369	3,55	1309,9	20	35	62	12710	7380	15500	20	11077	0	0	3720	39307	13227	52534
521.2	230	3,55	816,5	20	35	38	5738	4600	9500	20	7666	0	0	1520	22924	8107	31031
521.1	369	3,55	1309,9	20	35	62	9362	7380	15500	20	8625	0	0	2480	32262	13227	45489
621.2	230	3,55	816,5	20	35	38	5738	4600	9500	20	7666	0	0	2280	22924	8107	31031
621.1	369	3,55	1309,9	20	35	62	12710	7380	15500	20	11077	0	0	3720	39307	13227	45489
721.2	230	3,55	816,5	20	35	38	5738	4600	9500	20	7666	0	0	1520	22924	8107	31031
721.1	369	3,55	1309,9	20	35	62	9362	7380	15500	20	8625	0	0	2480	32262	13227	45489

2.5. Принципові рішення кондиціонування повітря

Кондиціонування громадських приміщень вирішено за допомогою по поверхової багатозональної VRF системи фірми LG. Охолодження приміщень виконано за допомогою касетних внутрішніх блоків. Зовнішні блоки розміщено відкрито на покрівлі +30,050. Для кожного поверху передбачено встановлення два окремих VRF блоки, для забезпечення холоду для 50% площі офісу від кожного поверху.

Підключення внутрішніх блоків виконано за допомогою 3-трубною системими, з використанням блоків розподільвачів. Зовнішні блоки використати у виконанні "тепловий насос".

Трубопроводи в місцях перетину будівельних конструкцій прокладаються в гільзах з негорючих матеріалів із забезпеченням межі вогнетривкості будівельної конструкції. Встановлення кондиціонерів по приміщенню виконує орендар самостійно, в даному альбомі лише показано орієнтовне розміщення на вимогу Замовника, для отримання орієнтовної специфікації.

Зовнішні блоки на покрівлі розміщуються на металеві опори див. розділ КЖ через віброопори див. акустичний розділ.

Для приміщень серверних передбачено шахту для прокладання фреонових проводів та зону розміщення зовнішніх блоків на покрівлі на відм.+30,050.

2.6. Підбір касетних внутрішніх блоків

Підбір касетних внутрішніх блоків VRF-систем здійснюється на основі кількох ключових критеріїв. Першочергово враховується площа приміщення, яке обслуговуватиметься. Для цього визначається потужність блоку, орієнтуючись на стандартний показник: 1 кВт охолодження на кожні 10-15 м² площі. Також враховуються теплові навантаження від людей, обладнання та освітлення, що прямо впливають на вибір потужності.

Висота стелі приміщення є важливим параметром, оскільки стандартні касетні блоки ефективні для висоти до 3,5 м. Для приміщень із вищими стелями необхідно обирати блоки із збільшеним потоком повітря. Щоб забезпечити рівномірний розподіл повітря, рекомендується використовувати блоки з 4-потоким повітророзподілом. Особлива увага приділяється шумовим характеристикам: рівень шуму має не перевищувати 30-40 дБ, що є критично важливим для забезпечення комфортного середовища.

Блоки також повинні бути компактними, стандартного розміру для монтажу у підвісні стелі (зазвичай 600x600 мм або 900x900 мм), і відповідати загальному дизайну інтер'єру. Обов'язковою вимогою є підтримка роботи з 3-трубною системою для інтеграції в багатозональну VRF-систему.

Розрахунок необхідної потужності блоку виконується за формулою:

$$Q = S \cdot q, \quad (2.8)$$

де Q — необхідна потужність блоку,

S — площа приміщення,

q — питомі теплові навантаження (зазвичай 0,1-0,15 кВт/м² для офісів).

Після розрахунку потужності вибирається конкретна модель касетного блоку з каталогу обладнання.

Додатково забезпечується доступ до касетного блоку для обслуговування через підвісну стелю, враховується розташування повітроводів та їх монтаж у зоні максимальної циркуляції повітря. Такий підхід забезпечує ефективну роботу VRF-системи та створює комфортний мікроклімат у приміщеннях.

2.7. Пуск, наладка і експлуатація системи кондиціонування

На першому етапі, під час пуску системи кондиціонування, виконуються підготовчі роботи, які гарантують правильну установку та функціонування обладнання. Спочатку перевіряється якість монтажу: внутрішні та зовнішні блоки, трубопроводи та електричні підключення ретельно оглядаються на предмет відповідності проектній документації. Особливу увагу приділяють перевірці герметичності з'єднань, оскільки будь-які витіки можуть значно вплинути на ефективність роботи системи. Наступним етапом є вакуумування фреонопроводів, яке забезпечує видалення залишків вологи та повітря, що може негативно вплинути на роботу холодоагенту. Після цього виконується заправка системи холодоагентом у кількості, визначеній технічною документацією. На завершення пускових робіт проводиться тестування системи на герметичність і готовність до роботи.

Наладка системи кондиціонування є наступним етапом, що полягає у налаштуванні всіх компонентів системи для досягнення оптимальних умов експлуатації. На цьому етапі встановлюються параметри роботи, такі як температурний режим, потужність вентиляції та розподіл повітря. Для забезпечення рівномірного розподілу повітря виконується балансування повітряних потоків між зонами приміщення. Система проходить тестування в різних режимах роботи: охолодження, нагріву, осушення повітря, щоб переконатися у її стабільній роботі. Параметри температури, вологості та швидкості руху повітря вимірюються у контрольних точках приміщення. Крім того, програмується системи автоматизації, такі як таймери, датчики та режими автоматичного керування, щоб забезпечити енергоефективність та зручність експлуатації.

Етап експлуатації включає регулярне технічне обслуговування системи для забезпечення її довговічності та енергоефективності. Серед основних завдань — регулярне очищення фільтрів внутрішніх блоків, перевірка стану зовнішніх блоків, огляд трубопроводів та їх кріплень. Важливо стежити за рівнем холодоагенту в системі, оскільки його недостатня кількість може призвести до зниження ефективності роботи або виходу з ладу компресора. Планова профілактика включає огляд вентиляторів, компресорів та електронних компонентів, щоб запобігти можливим збоям у роботі. Моніторинг параметрів, таких як температура, вологість та рівномірність роботи, дозволяє вчасно виявляти будь-які відхилення від норми.

Ефективна експлуатація передбачає дотримання кількох рекомендацій. По-перше, необхідно уникати великих перепадів температури між приміщенням та зовнішнім середовищем, оскільки це може призвести до надмірного навантаження на систему. По-друге, важливо регулярно очищувати фільтри, оскільки забруднені фільтри можуть знижувати якість повітря та підвищувати енерговитрати. По-

третє, необхідно дотримуватися графіка технічного обслуговування, встановленого виробником.

ЗОВНІШНІЙ БЛОК VRF СИСТЕМИ

Зовнішній блок VRF (Variable Refrigerant Flow) системи є ключовим компонентом багатозональних кліматичних систем, які забезпечують ефективно кондиціонування та опалення в приміщеннях. Основне завдання цього блока полягає у генеруванні та транспортуванні холодоагенту до внутрішніх блоків, які обслуговують окремі зони будівлі. Завдяки технології змінного потоку холодоагенту VRF системи дозволяють максимально точно регулювати кліматичні параметри в кожному приміщенні, що робить їх енергоефективними та економічно доцільними для багатоповерхових і великих будівель.

Зовнішній блок виконує кілька важливих функцій, серед яких генерація холодоагенту, підтримання оптимального тиску та температури, відведення тепла в режимі охолодження або поглинання тепла з навколишнього середовища в режимі нагрівання. Він забезпечує стабільну роботу системи навіть за умов значних перепадів зовнішньої температури, зазвичай від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, залежно від моделі та виробника. Завдяки таким характеристикам VRF системи широко застосовуються в офісах, готелях, торгових центрах та інших будівлях із високими вимогами до зональної кліматизації.

Конструкція зовнішнього блока включає кілька основних компонентів. Центральним елементом є компресор, який відповідає за стиснення холодоагенту та підвищення його температури. Сучасні VRF системи використовують інверторні компресори, які регулюють потужність залежно від потреб внутрішніх блоків. Це дозволяє мінімізувати енергоспоживання та продовжити термін служби обладнання. Конденсатор є наступним важливим елементом, який виконує функцію передачі тепла від холодоагенту до навколишнього середовища (в режимі охолодження) або поглинання тепла (в режимі нагрівання). Для

ефективної роботи конденсатора зовнішній блок оснащений потужними вентиляторами, які забезпечують примусову циркуляцію повітря. Ще одним важливим компонентом є електронний розширювальний клапан (ЕРК), який регулює кількість холодоагенту, що подається до внутрішніх блоків, підтримуючи оптимальні параметри роботи системи.

Принцип роботи зовнішнього блока VRF системи полягає у стисненні холодоагенту компресором, його подальшому нагріванні та транспортуванні до конденсатора. У цьому процесі холодоагент передає тепло навколишньому середовищу або поглинає його, залежно від режиму роботи (охолодження чи нагрівання). Після конденсації рідкий холодоагент циркулює трубопроводами до внутрішніх блоків, де він випаровується, забезпечуючи необхідний кліматичний ефект. Весь цей процес контролюється складною системою автоматизації, яка забезпечує синхронну роботу всіх компонентів та адаптується до потреб кожного приміщення.

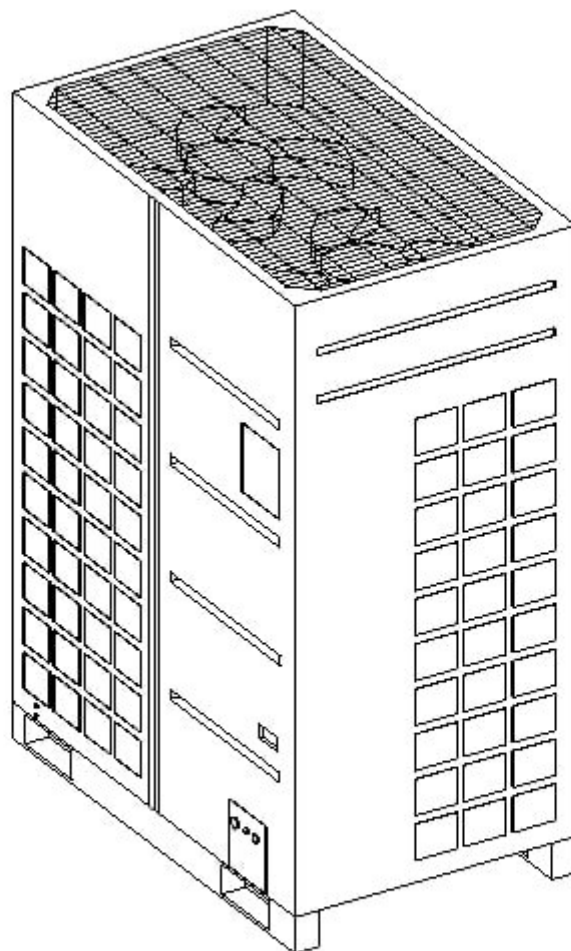
Зовнішні блоки VRF систем мають численні переваги. Однією з ключових є висока енергоефективність завдяки використанню інверторних компресорів, які дозволяють знижувати енергоспоживання залежно від реального навантаження. Додатковою перевагою є гнучкість у проектуванні: один зовнішній блок може обслуговувати десятки внутрішніх блоків, які працюють у різних режимах (охолодження або нагрівання). Це робить VRF системи ідеальними для будівель із багатьма зонами з різними температурними потребами. Зовнішні блоки також здатні працювати в широкому діапазоні зовнішніх температур, забезпечуючи комфортні умови навіть у складних кліматичних умовах. Крім того, більшість моделей можуть інтегруватися в системи управління будівлею (BMS), що дозволяє централізовано контролювати кліматичні параметри.

Однак зовнішні блоки VRF систем мають і певні недоліки. Основним є висока початкова вартість обладнання та монтажу. Це обумовлено складністю технології та необхідністю у висококваліфікованому персоналі для встановлення та

налаштування системи. Ще одним недоліком є складність обслуговування: для діагностики та ремонту потрібні спеціалізовані знання та обладнання. Також існують технічні обмеження на максимальну довжину трубопроводів між зовнішнім і внутрішніми блоками, що потрібно враховувати при проектуванні системи.

Зовнішні блоки VRF систем знайшли широке застосування в різних типах будівель. В офісних центрах вони дозволяють створювати індивідуальний клімат для кожного кабінету, що підвищує комфорт співробітників. У готелях система забезпечує можливість регулювання температури в кожному номері, що є важливим для задоволення потреб гостей. У торгових центрах VRF системи дозволяють підтримувати комфортні умови для відвідувачів і співробітників, одночасно знижуючи витрати на енергоспоживання. У житлових будівлях, особливо багатоповерхових, зовнішні блоки VRF систем забезпечують зональну кліматизацію для окремих квартир, що підвищує їхню привабливість для мешканців.

Рис. 3



ВНУТРІШНІЙ КАСЕТНИЙ БЛОК

Внутрішній касетний блок є важливим елементом систем кондиціонування повітря, зокрема VRF систем, і забезпечує ефективний розподіл повітря для підтримання комфортної температури та вологості в приміщенні. Він монтується в підвісну стелю, що дозволяє приховати основну частину його конструкції, залишивши видимою лише декоративну панель. Такий підхід робить касетний блок зручним і естетично привабливим для приміщень із сучасним дизайном. Конструкція касетного блока включає кілька ключових елементів. Центральною частиною є вентилятор, який забезпечує примусову циркуляцію повітря для рівномірного розподілу температури в приміщенні. Сучасні вентилятори працюють майже безшумно і мають кілька режимів швидкості. Теплообмінник, через який проходить холодоагент, відповідає за охолодження або нагрівання повітря. Під час роботи в режимі охолодження холодоагент поглинає тепло з повітря, знижуючи його температуру, а в режимі обігріву відбувається зворотний процес.

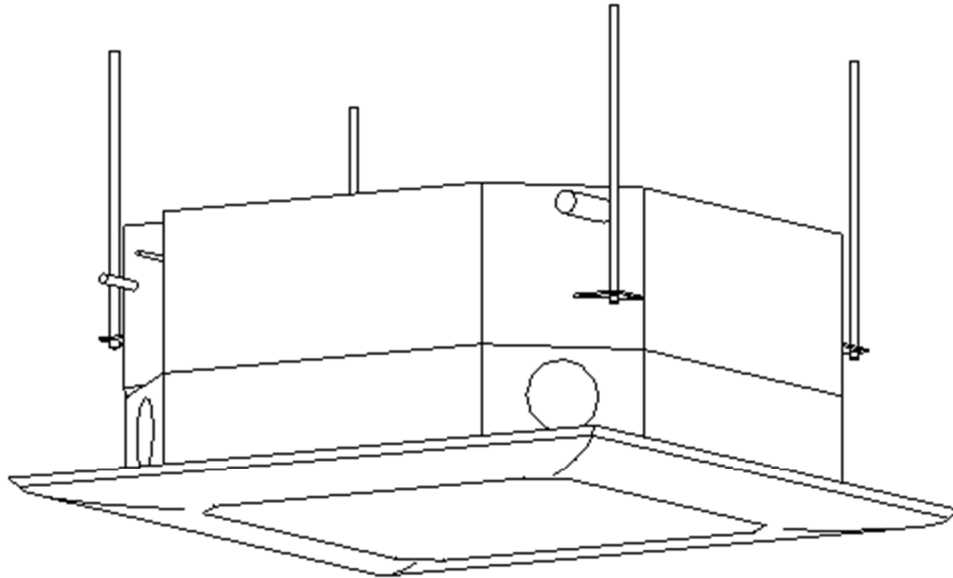
Система також включає дренажний механізм для відводу конденсату, що утворюється в процесі охолодження. Зазвичай це автоматизована система з насосом, яка забезпечує ефективне видалення вологи. Фільтри, встановлені в касетному блоці, очищують повітря від пилу, мікрочастинок і алергенів, забезпечуючи більш здоровий мікроклімат. Декоративна панель, яка залишається видимою, рівномірно розподіляє потік повітря через решітки. Вона має сучасний вигляд і може бути виконана в різних кольорах для гармонії з інтер'єром. Роботою касетного блока керує вбудована електронна система, що дозволяє налаштовувати температуру, швидкість вентилятора та інші параметри за допомогою пультів або дистанційно через системи автоматизації.

Особливістю касетного блока є здатність рівномірно розподіляти повітря в кількох напрямках завдяки конструкції розподільних решіток. Це дозволяє уникнути утворення холодних чи гарячих зон, створюючи комфортний

мікроклімат у великих приміщеннях. Завдяки своїй конструкції блок легко інтегрується в підвісну стелю, не займаючи корисного простору. Такий підхід дозволяє використовувати касетний блок у конференц-залах, офісах, готелях та інших приміщеннях, де важливі естетика та функціональність.

Касетні блоки забезпечують низький рівень шуму, що є важливою перевагою для офісів та житлових приміщень. Крім того, вони вирізняються високою енергоефективністю, оскільки інтегровані в системи з інверторними компресорами, що дозволяє знижувати енергоспоживання залежно від реального навантаження. Гнучкість у налаштуваннях, включно з програмуванням режимів роботи залежно від часу доби чи кількості людей у приміщенні, робить касетні блоки ще більш зручними у використанні. Загалом внутрішній касетний блок поєднує естетику, функціональність та ефективність, роблячи його оптимальним вибором для широкого спектра будівель із підвищеними вимогами до комфорту та енергозбереження.

Рис.4



Нижче в таблиці 2.4 приведено технічні характеристики систем кондиціонування

Таблиця 2.4.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОПАЛЮВАЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ																											
Позначення системи	Кіл-ть	Назва обслуговуємого приміщення (технологічного обладнання)	Тип установки	Вентилятор							Електродвигун				Повіронагрівач					Повітроохолоджувач					Примітки		
				Тип виконання по іскрозахисту	Номер	Схема	Положення кожуха	L, м ³ /год	ΔP, Па	n об/хв	Тип виконання по вибухозахисту	N, кВт	U, В, I, А	n об/хв	Тип	Кіл-ть	Температура нагріву		Витрата тепла, кВт	ΔP, кПа	Тип	Кіл-ть	Температура нагріву			Витрата холоду, кВт	ΔP, кПа
																	від	до					від	до			
K2	1	VRV система 2 поверх																									
		Q _x =33.6 кВт ТП	LG ARUM200LTE6		—	—	—			—	—	25,8	380В	—												I = 50A	
		Q _t =39.2 кВт ХП	LG ARUM200LTE6		—	—	—			—	—	22,2	380В	—												I = 50A	
K3	1	VRV система 2 поверх																									
		Q _x =33.6 кВт ТП	LG ARUM120LTE6		—	—	—			—	—	14,3	380В	—												I = 32A	
		Q _t =39.2 кВт ХП	LG ARUM120LTE6		—	—	—			—	—	13,2	380В	—												I = 32A	
K2.1	1	Спліт система серверної 2 поверх										1,0	220В														
K4,K10,K12	3	VRV система 3-7 поверх																									
		Q _x =33.6 кВт ТП	LG ARUM200LTE6		—	—	—			—	—	25,8	380В	—												I = 50A	
		Q _t =39.2 кВт ХП	LG ARUM200LTE6		—	—	—			—	—	22,2	380В	—												I = 50A	
K6,K8	2	VRV система 4,5 поверх																									
		Q _x =33.6 кВт ТП	LG ARUM180LTE6		—	—	—			—	—	20,9	380В	—												I = 50A	
		Q _t =39.2 кВт ХП	LG ARUM180LTE6		—	—	—			—	—	18,8	380В	—												I = 50A	
K5,K7,K9,K11,K13	5	VRV система 3-7 поверх																									
		Q _x =33.6 кВт ТП	LG ARUM120LTE6		—	—	—			—	—	14,3	380В	—												I = 32A	
		Q _t =39.2 кВт ХП	LG ARUM120LTE6		—	—	—			—	—	13,2	380В	—												I = 32A	
K2.1,K7.1	6	Спліт система серверної 3-7 поверх										1,0	220В														

РОЗДІЛ 3.

**Опалення та вентиляція офісної споруди по вул. Анрі
Барбюса 39/4 в м. Києві.**

3.1. Розрахунок системи опалення

3.1.1. Розрахунок тепловтрат

Тепловий режим будівлі — це складна сукупність процесів, які забезпечують підтримання стабільної внутрішньої температури в приміщеннях відповідно до вимог комфорту та нормативних значень. Він залежить від балансу між тепловтратами та теплонадходженнями, які взаємодіють у динамічному середовищі будівлі. Усі ці процеси враховують як зовнішні кліматичні умови, так і внутрішні характеристики будівлі.

Одним із основних джерел тепловтрат є зовнішні стіни будівлі. Вони контактують із навколишнім середовищем, що в умовах низьких зовнішніх температур створює значні різниці теплового потенціалу. Чим більша площа зовнішніх стін і менша їх теплова ізоляція, тим вищі втрати тепла. Наприклад, будівлі зі старими огорожувальними конструкціями або недостатньо утепленими фасадами можуть втрачати до 30% загальної кількості тепла через стіни. Застосування сучасних матеріалів, таких як теплоізоляційні плити чи багатошарові конструкції, дозволяє значно знизити ці втрати.

Крім того, на тепловтрати через стіни впливає якість будівельних з'єднань і швів. Навіть невеликі дефекти, такі як тріщини чи щілини, можуть стати каналами для втрати тепла. Це робить важливим застосування герметиків, ізоляційних стрічок або додаткових облицювальних шарів.

Значна кількість тепла втрачається з опалюваних приміщень у зони з нижчою температурою, такі як неопалювані коридори, підвали чи технічні приміщення. Наприклад, у багатоповерхових будинках, де частина підвалів або горищ не опалюється, різниця температур може створювати потоки тепла через підлоги чи міжповерхові перекриття. Відсутність ізоляції цих зон може призводити до значних енергетичних втрат.

Особливу увагу слід приділяти проектуванню ізоляційних шарів між зонами з різними температурними режимами. Утеплення підлоги, стелі або дверей до технічних приміщень дозволяє мінімізувати небажаний перехід тепла.

Контакт приміщень із ґрунтом також стає причиною тепловтрат, особливо якщо підлога не має належної ізоляції. У холодний період року температура ґрунту значно нижча за внутрішню температуру приміщення, що призводить до постійного витоку тепла вниз. У старих будівлях, де утеплення підлоги не передбачене, тепловтрати через підлогу можуть сягати до 15% від загальної кількості.

Для зменшення таких втрат використовуються сучасні технології, такі як багатошарові конструкції підлоги з використанням теплоізоляційних матеріалів, наприклад, пінополістиролу чи мінеральної вати. Додаткове встановлення системи «тепла підлога» не лише знижує втрати, але й забезпечує комфортний розподіл тепла у приміщенні.

Ще одним джерелом втрат є інфільтрація, тобто проникнення холодного зовнішнього повітря через нещільності у вікнах, дверях чи огорожувальних конструкціях. Відкоси, стики рам із конструкцією стін, старі ущільнювачі — усе це сприяє надходженню холодного повітря. Внаслідок цього виникає потреба у підігріві додаткових об'ємів повітря, що призводить до збільшення витрат енергії.

У сучасному будівництві активно використовуються методи герметизації, зокрема монтаж енергоефективних вікон і дверей із багатокамерними склопакетами, що зменшують проникність холодного повітря. Крім того, застосування систем вентиляції з рекуперацією тепла дозволяє компенсувати частину інфільтраційних втрат, повертаючи тепло витяжного повітря.

У будівлях із періодичною роботою систем опалення, наприклад, у нічний час або у вихідні дні, виникає потреба в компенсаційній тепловій потужності для відновлення оптимального теплового режиму. Це означає, що після перерв у роботі системи потрібно додаткове тепло, щоб досягти комфортної температури в приміщеннях. Витрати на відновлення температури залежать від

теплоізоляційних властивостей будівлі, температури зовнішнього середовища та тривалості перерви.

Для зниження компенсаційних витрат використовують сучасні автоматизовані системи опалення, які підтримують мінімально допустимий тепловий режим навіть у періоди простою. Це дозволяє уникнути значних коливань температури та знижує енерговитрати.

Частина тепла втрачається на нагрівання матеріалів і предметів, розташованих у приміщенні. Наприклад, у промислових цехах або складах потрібно враховувати, що значний об'єм матеріалів із низькою початковою температурою потребує додаткової енергії для нагрівання. У зимовий період цей чинник може істотно впливати на загальний тепловий баланс.

Для мінімізації таких втрат важливо проводити зонування приміщень і встановлювати локальні джерела обігріву там, де це необхідно. Наприклад, у складських приміщеннях може бути достатньо підтримувати мінімальний рівень температури, знижуючи тепловтрати.

Окрім тепловтрат, необхідно враховувати і теплонадходження від внутрішніх джерел. До них належать електроприлади, освітлення, технологічне обладнання, трубопроводи, а також тепло, що виділяється людьми. Ці джерела часто компенсують частину втрат тепла або навіть створюють надлишок у приміщеннях із високою концентрацією обладнання. Наприклад, комп'ютерна техніка та освітлювальні прилади можуть суттєво підвищувати температуру в офісах або виробничих приміщеннях.

Оптимізація роботи внутрішніх джерел тепла, наприклад, використання енергоефективного освітлення чи електроприладів, дозволяє зменшити теплове навантаження, уникаючи перегріву в теплий період року.

3.1.2. Проектні тепловтрати опалювального приміщення та гідравлічний розрахунок.

Трансмісійні тепловтрати

Розрахункові теплові втрати приміщення за рахунок теплопередачі через будівельні огороження $\Phi_{T,i}$, Вт, з урахуванням основних можливих варіантів влаштування приміщення визначають за формулою:

$$\Phi_{T,i} = (N_{T,ie} + N_{T,ij} + N_{T,iue} + N_{T,ig}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e),$$

де $N_{T,ie}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;

$N_{T,ij}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через огорожувальну конструкцію до суміжного опалюваного приміщення із іншою розрахунковою температурою, Вт/°С;

$N_{T,iue}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через неопалюване приміщення назовні, Вт/°С;

$N_{T,ig}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції до ґрунту, Вт/°С;

$\theta_{int,i}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря ([1], дод. А, табл. А1), °С;

θ_e – температура зовнішнього повітря, °С.

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря.

Розрахункове значення характеристики тепловтрат приміщення при теплопередачі з опалюваного приміщення назовні через будівельні огороження (елементи лінійного теплового мосту) а саме, стіни, двері, стелю та вікна, розраховують за формулою:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \frac{\text{Вт}}{^{\circ}\text{C}},$$

де A_k – площа теплопередачі k -ї будівельної конструкції огорожень приміщення, м^2 ;
 U_k – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через k -ту будівельну конструкцію огороження приміщення до зовнішнього середовища, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{K})$;
 ψ_l – лінійний коефіцієнт теплопередачі l -го елемента лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огороження згідно з ДСТУ ISO 10211-1:2005 «Теплопровідні включення в будівельних конструкціях». Обчислення теплових потоків та поверхневих температур, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{K})$;
 l_l – довжина лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огороження, м ;
 e_k, e_l – поправочні коефіцієнти, на додаткові тепловтрати, що враховують випромінюючі властивості поверхні огороження, з урахуванням впливу мікрокліматичних умов, типу ізоляційних матеріалів, їх вологості, швидкості вітру і температури зовнішнього повітря.

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через огорожувальні конструкції, що контактують із ґрунтом

Характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення до масиву землі $H_{T,ig}$ визначається за формулою:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w, \frac{\text{Вт}}{^{\circ}\text{C}},$$

де $f_{g1} = 1,45$ – поправочний коефіцієнт, що враховує річні коливання температури ґрунту (за відсутності національних даних);

G_w – корегувальний коефіцієнт, що враховує вплив ґрунтових вод (при рівні ґрунтових вод нижче плити покриття підлоги $h_{г.в} > 1,0$ м $G_w = 1,0$; при $h_{г.в} \leq 1,0$ м $G_w = 1,15$);

f_{g2} – поправочний коефіцієнт на можливе зниження зовнішньої температури, який враховує різницю між середнім коливанням і розрахунковим значенням температури зовнішнього повітря (середню амплітуду коливання) і визначається за формулою:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{me}}{\theta_{int,i} - \theta_e},$$

де θ_{me} – середньорічна температура зовнішнього повітря, °С

Вентиляційні тепловтрати

Розрахункові теплові втрати приміщення на нагрівання вентиляційного повітря в опалювальних приміщеннях $\Phi_{V,i}$, Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт},$$

де $H_{V,i}$ – характеристика вентиляційних тепловтрат приміщення, Вт/°С.

Розрахункове значення характеристики тепловтрат опалювального приміщення при нагріванні зовнішнього вентиляційного повітря, що поступає до нього за рахунок вентиляції (інфільтрації, провітрювання тощо):

$$H_{V,i} = V_i^c \cdot \rho \cdot c_p \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{°С}},$$

де ρ – густина повітря при розрахунковій температурі приміщення, кг/м³; c_p – питома теплоємність повітря при розрахунковій температурі приміщення, кДж/(кг·К); V_i^c – об'ємна витрата повітря, що надходить до опалювального приміщення, м³/с, яка розраховується залежно від організації повітрообміну в приміщенні.

За відсутності організованої подачі припливного повітря в приміщення при визначенні об'ємної витрати повітря V_i за розрахункову величину приймають більше значення між інфільтраційним та санітарно-гігієнічним повітрообмінами:

$$V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i}), \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Мінімальна питома витрата вентиляційного повітря за санітарно-гігієнічними вимогами для виробничих приміщень:

- для основного режиму роботи системи вентиляції при перебуванні людей більше двох годин безперервно у приміщенні: з природним провітрюванням – 30 м³/(люд·год), без природного провітрювання – 60 м³/(люд·год);
- для чергового режиму роботи системи вентиляції рекомендується обирати мінімальне значення витрати зовнішнього повітря від 0,1 дм³/(с·м²) до 0,2 дм³/(с·м²).

Таблиця додаткових тепловтрат βv через зовнішні огороження за напрямками та повторюваністю вітру в м. Київ

Таблиця 3.2

	Пн	Пн С	С	Пд С	Пд	Пд З	З	Пн З
Повторюваність вітру, %	11,2	4,6	5,8	11,9	14,1	14,0	23,5	14,9
Швидкість вітру V, м/с	3,2	2,0	1,7	2,0	2,7	3,0	3,0	2,9
Коефіцієнт βv	0	0	0	0	0	0	0	0

Примітка: Таблиця складена на підставі ДСТУ -Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія".

Розрахунок тепловтрат проводився в програмі Audytor OZC 7.0Basic.

Розрахунок тепловтрат у програмі Audytor OZC 7.0 Basic

Розрахунок тепловтрат приміщення є важливим етапом проектування систем опалення та забезпечення енергоефективності будівлі. Для виконання розрахунків була використана програма Audytor OZC 7.0 Basic, яка є сучасним інструментом для аналізу теплових процесів у будівлях та визначення їх енергетичних характеристик.

Призначення програми Audytor OZC 7.0 Basic

Програма Audytor OZC 7.0 Basic розроблена для проєктантів, інженерів та енергоаудиторів, які працюють у сфері проєктування систем опалення, вентиляції та кондиціонування. Вона дозволяє виконувати точні розрахунки тепловтрат, теплових навантажень, а також оцінювати ефективність використання енергоресурсів. Програма базується на актуальних стандартах і враховує вимоги нормативних документів, зокрема, ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» та ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проєктного теплового навантаження».

Етапи виконання розрахунків у програмі Audytor OZC 7.0 Basic

1. Введення даних про будівлю:

- У програмі було створено модель будівлі із зазначенням геометричних параметрів приміщень, поверховості, орієнтації відносно сторін світу та кліматичних умов регіону.
- Для кожного приміщення введені характеристики огорожувальних конструкцій (стіни, підлога, стеля, вікна, двері), включаючи їхню товщину, матеріал та теплоізоляційні властивості.

2. Визначення кліматичних параметрів:

- Вихідні дані про кліматичні умови були взяті з нормативних документів. Зокрема, для регіону проведення розрахунків використовувалися середні температури зовнішнього повітря в найхолодніший період та розрахункова температура внутрішнього повітря.
- Програма автоматично врахувала вплив вітру, вологість повітря та інші кліматичні фактори, які впливають на тепловтрати.

3. Врахування особливостей огорожувальних конструкцій:

- Для кожного елемента огорожувальної конструкції було задано коефіцієнт теплопровідності (λ), опір теплопередачі (R) та інші характеристики. Програма також врахувала наявність теплових містків, які могли збільшувати тепловтрати.

4. Аналіз тепловтрат:

- Audytor OZC 7.0 Basic розрахувала тепловтрати через зовнішні стіни, вікна, двері, підлогу, покрівлю, а також тепловтрати через вентиляцію та інфільтрацію повітря.
- Усі розрахунки виконувались окремо для кожного приміщення, що дозволило отримати точні дані про теплові навантаження в кожній зоні.

5. Оптимізація енергоефективності:

- На основі отриманих результатів було проведено аналіз ефективності використання теплоізоляційних матеріалів та рекомендовано впровадження заходів для зменшення тепловтрат. Наприклад, програма вказала на необхідність покращення теплоізоляції певних елементів огорожувальної конструкції, заміни вікон або додаткового ущільнення дверей.

Результати розрахунків

У результаті розрахунків були отримані такі дані:

- Сумарні тепловтрати для всієї будівлі, виражені у ватах (Вт) на одиницю площі (м²).
- Окремі тепловтрати для кожного приміщення, що дозволяє індивідуально підібрати опалювальне обладнання.
- Дані про вплив вентиляції та інфільтрації повітря на загальні тепловтрати.

Програма також сформувала звіт, у якому представлені графіки, таблиці та детальні розрахункові параметри. Це дозволило візуалізувати результати і спростило прийняття рішень щодо подальшого проектування.

Переваги використання Audytor OZC 7.0 Basic:

1. Точність розрахунків:

- Програма використовує сучасні методики аналізу та враховує всі можливі фактори, що впливають на тепловтрати, включаючи кліматичні умови, конструктивні особливості будівлі та параметри експлуатації.

2. Зручність у використанні:

- Інтерфейс програми дозволяє швидко вводити необхідні дані, а також отримувати детальні результати у зручному форматі.

3. Автоматизація процесу:

- Використання Audytor OZC 7.0 Basic значно зменшує час, необхідний для розрахунків, і зводить до мінімуму ризик помилок, які можуть виникнути під час ручного аналізу.

4. Підтримка нормативів:

- Програма відповідає чинним нормативам, що забезпечує точність і законність проведених розрахунків.

Результати розрахунків заведені в таблицю 3.3

Таблиця 3.3.

Итоги - Ведомость этажей												
Описание	θ_{int}	Ah	Vh	ϕ_{HL}	Отметка	H	ϕ_T	ϕ_V	ϕ	ϕ_{RH}	$\phi_{HL,A}$	$\phi_{HL,V}$
	°C	m2	m3	Вт	м	м	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт/м2	Вт/м3
Поверх -1	5,5	1294,2	5111,9	41151	0	4	18582	1862	20444	20706	31,8	8,0
Поверх -2	5,0	701,0	2138,0	139	0	3	139	0	139	0	0,2	0,1
Поверх 1	19,1	739,5	2625,3	44617	0	4	18077	14707	32784	11832	60,3	17,0
Поверх 2	19,9	683,6	2426,9	28530	0	4	15652	1940	17592	10938	41,7	11,8
Поверх 3	19,9	674,7	2395,1	27268	0	4	15485	988	16473	10795	40,4	11,4
Поверх 4	19,9	674,2	2393,2	26984	0	4	15208	990	16198	10786	40,0	11,3
Поверх 5	19,9	674,2	2393,2	26984	0	4	15208	990	16198	10786	40,0	11,3
Поверх 6	19,9	674,7	2395,1	27236	0	4	15452	988	16441	10795	40,4	11,4
Поверх 7	19,9	674,7	2428,9	31953	0	4	20119	1040	21158	10795	47,4	13,2
Поверх 8	18,8	113,6	283,9	6954	0	3	3497	1639	5137	1817	61,2	24,5

Рис.5

Итоги - Общие		
Основная информация:		
Название проек.:	4 черга	
	Анрі Барбюса	
Населенный пун.:	Київ	
Адрес:		
Проектировщик:		
Дата расчета:	Wtorek 19 ноября 2024 13:51	
Дата создания пр:		
Файл данных:		
Нормы:		
Норма для выполнения расчета коэф. теплопереда:	ДСТУ ISO 6946:2007	
Норма для выполнения расчета проект. тепловой	ДСТУ Б EN 12831	
Климатические данные:		
Климатическая зона:	Київ	
Проектная наружная температура θ_{e} :	-22	°C
Средняя годовая наружная температура $\theta_{m,e}$:	8,0	°C
Грунт:		
Вид грунта:	Песок или гравий	
Теплоемкость:	2,000	МДж/(м ³ ·К)
Глубина периодического проникновения тепла δ :	3,167	м
Коэффициент теплопроводности λ_g :	2,0	Вт/(м·К)
Основные итоги расчетов здания:		
Отапливаемая площадь здания A_H :	6904,22	м ²
Отапливаемый объем здания V_H :	24591,7	м ³
Проектные потери тепла за счет теплопередачи Φ_T :	137420	Вт
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V :	25144	Вт
Общие проектные потери тепла Φ :	162563	Вт
Избыток тепловой мощности Φ_{RH} :	99252	Вт
Проектная тепловая нагрузка здания Φ_{HL} :	261815	Вт
Показатели и коэффициенты потерь тепла:		
Показатель Φ_{HL} по отношению к поверхности, $\Phi_{HL,A}$:	37,9	Вт/м ²
Показатель Φ_{HL} по отношению к кубатуре, $\Phi_{HL,V}$:	10,6	Вт/м ³

Рис. 6

Итоги расчетов вентиляции для нужд проектной тепловой нагрузки:		
Инфильтрующийся воздух V_{infv} :	1105,0	м3/ч
Дополнительно инфильтрующийся воздух $V_{m.infv}$:	0,0	м3/ч
Требуемый воздух, подаваемый мех. $V_{su,min}$:	44400,0	м3/ч
Воздух, подаваемый мех. V_{su} :	48400,0	м3/ч
Требуемый воздух, удаляемый мех. $V_{ex,min}$:	49300,0	м3/ч
Мех. удаляемый воздух V_{ex} :	49300,0	м3/ч
Среднее количество воздухообменов n :	2,2	
Количество подаваемого вентиляционного воздуха V_v :	53149,8	м3/ч
Средняя температура подаваемого воздуха θ_v :	11,1	°C
Итоги подбора отопительных приборов:		
Сумма проектных тепловых мощностей отопительных при	0	Вт
Сумма реальных тепловых мощностей отопительных при	0	Вт
Сумма дефицитов тепловых мощностей отопительных при	0	Вт
Сумма мощностей другого отопительного оборудования	0	Вт
Сумма мощностей отопительного оборудования $\Phi_{r,r+\Phi_{he}}$	0	Вт
Сумма дефицитов мощностей отопительного оборудовани	0	Вт
Параметры расчетов проекта:		
Выполнение расчета теплопередачи при мин. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	К
Выполнение расчета теплопередачи при мин. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	К
Вариант выполнения расчетов потерь тепла в помещения из соседних групп:		
Выполнять расчет с ограничением до $\theta_{j,u}$		
Минимальная дежурная температура $\theta_{j,u}$:	14	К
Выполнять расчет потерь в помещения из соседних		
зданий так, как бы они не отапливались:		
Автоматический расчет тепловых мостов:	Да	
Расчет тепловых мостов упрощенным методом:	Да	
Параметры подбора отопительных приборов:		
Проект. температура подающего в систему $\theta_{s,r}$:	80,0	°C
Проектное остывание теплоносителя в отоп. прибор. $\Delta\theta_{p}$:	20,0	К
Увеличение мощности отопительных приборов с термостатическими вентилями:		
γ		
Увеличение отоп. прибор. с термост. вентилями на:	15	%
Параметры по умолчанию подбираемых отопительных приборов:		
Символ отопительного прибора:		
Коэффициент расположения отопительного прибора:	1,00	
Коэффициент укрытия отопительного прибора:	1,00	
Максимальная длина отопительного прибора L_{max} :	0,00	м
Способ подключения по умолчанию:	AB	
Отоп. прибор. по умолч. снабжены термостат. вент.:	Да	
По умолчанию отопительный прибор является:	Проектируемый	

Рис.7

Данные по умолчанию для расчетов:		
Тип здания:	Офисное или адм.	
Тип конструкции здания:	Очень тяжелая	
Тип системы отопления в здании:	Конвекционное	
Ночной режим отопл. с пониженной темп. теплонос.:	С понижением температуры т	
Время, требуемое для нагрева помещений Тч:	4,0	ч
Понижение темп. воздуха во время ночного режима с г	4,0	К
Коэффициент нагрева fRH:	16,0	Вт/м ²
Регулирование теплоснабжения в группах:	Центральное рег.	
Степень герметичности наружных огражд. констр.:	Средняя	
Кратность обмена внутр. воздуха n ₅₀ :	3,5	1/ч
Степень заслонения здания:	С - городские районы с зас	
Время эксплуатации/бытовые теплопоступления:	12 h и больше	
Данные по умолчанию касающиеся вентиляции:		
Система вентиляции:	Естественная индивидуальная	
Температура подаваемого воздуха θsu:		°C
Температура компенсационного воздуха θс:	20,0	°C
Данные по умолчанию, касающиеся рекуперации и рециркуляции:		
Температура подаваемого воздуха θex,rec:	20,0	°C
Проектный коэф. полезного действия рекуп. ηrecup:	77,0	%
Сезонный коэф. полезного действия рекуп. ηE,recup:	53,9	%
Проектный процент использования рециркуляции ηrecirc:		%
Сезонный процент использования рециркуляции ηE,rec:		%
Геометрия здания:		
Отметка уровня грунта:	0,00	м
Отметка пола по умолчанию Lf:	0,00	м
Отметка грунтовой воды по умолчанию:	-12,00	м
Высота этажа по умолчанию H:	3,90	м
Выс. помещений в свете перекрытий по умолчанию Hi:	3,55	м
Площадь поверхности пола по грунту Ag:	100,00	м ²
Периметр пола по грунту в свете нар. стен Pg:	40,00	м
Поворот здания:	Без поворота	
Статистика здания:		
Количество этажей:	10	
Количество зон здания:	0	
Количество групп помещений:	0	
Количество помещений:	98	

Гідравлічний розрахунок проводився в програмі Audytor SET, результат розрахунку додано в графічні матеріали.

3.1.3. Обґрунтування вибору конструктивних рішень, обладнання та параметрів роботи системи опалення

Проектом передбачено водяне опалення офісної частини споруди за ГП №4 для 2-8 поверхів.

Джерело тепlopостачання - дахова котельня з параметрами теплоносія 90-70°C. Після ІТП, що розташований на відм. -5.300 - з параметрами теплоносія 80-60°C.

Система опалення прийнята двотрубна з нижнім розведенням магістралей з вертикальними стояками та горизонтальними відгалудженнями, що прокладаються в підготовці підлоги.

Згідно з карткою погодження матеріалів і обладнання в проекті прийняті:

- трубопроводи REHAU RAUTITAN FLEX PE-Ха, що прокладаються в захисній гофрі в підготовці підлоги;
- радіатори сталеві панельні "Ромстал" з нижнім підключенням, що встановлюються на кронштейнах біля стіни ;
- конвектори KNV фірми "Кермі", що встановлюються на консолях на підлозі біля зашкленних вітражів;
- трубопровідна, регулююча та балансувальна арматура фірми "DANFOSS".

На кожному відгалудженні передбачається встановлення запірної і регулюючої арматури, а також теплолічильників.

Прокладка трубопроводів у офісних приміщеннях передбачена в підготовці підлоги вздовж стін по контуру приміщень в межах 200 мм. Таке рішення прийняте з метою позначення місця розташування труб в підлозі, що має враховуватись при виконанні як будівельно-монтажних робіт в період будівництва, так і при виконанні ремонтних робіт в процесі експлуатації.

Магістральні трубопроводи та стояки запроектовані із водогазопровідних ДСТУ 8936:2019 та сталевих електрозварних труб ДСТУ 8943:2019.

Магістральні трубопроводи системи опалення ізолюються трубою теплоізоляцією зі спіненого каучуку K-FLEX ST. Товщину ізоляції трубопроводів системи опалення дивись специфікацію даного альбому.

Випуск повітря із системи здійснюється через крани для випуску повітря на опалювальних приладах та за допомогою автоматичних повітровипускних вентилів, що встановлені у найвищих точках системи. Дренаж здійснюється через крани, що встановлені у нижчих точках системи.

Всі трубопроводи забезпечені можливістю компенсації температурних подовжень.

Розрахунок системи опалення виконаний в комп'ютерній програмі "Audytor SET". Гідравлічний опір системи опалення офісних приміщень становить 74870 Па.

Система опалення, прийнята у вигляді двотрубною з нижнім розведенням магістралей, що включає вертикальні стояки та горизонтальні відгалуження, прокладені в підготовці підлоги, має низку важливих переваг. Така конфігурація забезпечує рівномірний розподіл теплоносія по всіх елементах системи, що дозволяє підтримувати стабільний температурний режим у приміщеннях незалежно від їх розташування. Нижнє розведення магістралей дає змогу приховати основні трубопроводи під підлогою, що не тільки покращує естетику приміщень, але й дозволяє захистити труби від механічних пошкоджень.

Вертикальні стояки забезпечують ефективний підйом теплоносія на верхні поверхи, що робить систему особливо придатною для багатоповерхових будівель. Горизонтальні відгалуження, прокладені в підготовці підлоги, створюють додаткові можливості для гнучкого планування системи, що дозволяє адаптувати її до конкретного архітектурного рішення без необхідності

зайвих конструктивних змін. Крім того, така система має високу ремонтпридатність, оскільки доступ до основних елементів здійснюється без значних ускладнень.

Двотрубна система з нижнім розведенням магістралей також відзначається енергоефективністю, оскільки теплоносії подається до радіаторів без значних втрат температури. Можливість застосування терморегуляторів на кожному радіаторі дозволяє користувачам індивідуально налаштувати рівень обігріву в окремих приміщеннях, що сприяє оптимальному використанню енергії. Усі ці переваги роблять дану систему опалення ефективним, зручним та естетично привабливим рішенням для сучасних будівель.

Техніко-економічні характеристики запропонованої системи водяного опалення мають значні переваги у порівнянні з іншими типами опалювальних систем. Завдяки покращеному тепловому регулюванню, яке досягається за допомогою радіаторних термостатів у двотрубній системі, можливе скорочення енергоспоживання до 25% у порівнянні з системами без регулювання. Постійний перепад температури теплоносія в опалювальних приладах, наприклад, при різниці 90-70°C, сприяє створенню значного температурного напору і забезпечує стабільний тепловий потік, що підвищує ефективність роботи опалення.

Конструкція системи передбачає мінімальну кількість проходів через перекриття, що спрощує монтаж і знижує витрати на встановлення. Завдяки незначним втратам тиску, система працює стабільно, а її проєктування спрощується через легкість гідравлічних і теплотехнічних розрахунків. Крім того, конструкція дозволяє відключати окремі гілки при виконанні ремонтних або технічних робіт без порушення роботи всієї системи.

Горизонтальна схема прокладання гілок у підготовлених підлогах надає системі сучасного вигляду, що покращує її естетичні характеристики. Водночас можливість встановлення термостатичних клапанів забезпечує гнучке

регулювання кількості теплоти, що подається до приміщення, що особливо ефективно у разі тимчасової відсутності необхідності обігріву приміщення. Завдяки цьому система демонструє високі показники енергоефективності, зручності експлуатації та економічності

Опалювальні прилади

Опалювальні прилади, які використовуються в системі, включають сталеві панельні радіатори "Ромстал" з нижнім підключенням та конвектори KNV фірми "Кермі", кожен із яких має свої унікальні характеристики, особливості та переваги.

Сталеві панельні радіатори "Ромстал" є універсальними та ефективними опалювальними приладами, які виготовлені зі сталі, що забезпечує їх високу теплопровідність і надійність. Їхня конструкція складається із зварених сталевих листів, що створюють панелі з великою площею тепловіддачі. Радіатори мають нижнє підключення, що робить систему естетично привабливою, адже трубопроводи залишаються практично непомітними. Вони встановлюються на кронштейнах біля стіни, що дозволяє зберегти компактність і забезпечує оптимальне розташування для максимальної тепловіддачі. Основними перевагами цих радіаторів є їхня висока ефективність, швидке прогрівання приміщення та можливість точного регулювання температури за допомогою термостатичних клапанів. Вони ідеально підходять для сучасних інтер'єрів завдяки компактному дизайну та простоті обслуговування.

Конвектори KNV фірми "Кермі" є сучасними опалювальними приладами, призначеними для створення теплових завіс біля закслених вітражів чи великих вікон. Вони встановлюються на спеціальних консолях на підлозі, що забезпечує їх стійкість і зручність у монтажі. Конвектори працюють за принципом конвекції, коли теплоносій нагріває теплообмінник, а потоки теплого повітря піднімаються вгору, створюючи бар'єр для холодного повітря,

яке може проникати через скляні поверхні. Їхньою головною особливістю є компактний розмір і сучасний дизайн, що дозволяє органічно інтегрувати їх у будь-який інтер'єр. Конвектори KNV забезпечують ефективний обігрів при мінімальних витратах енергії, а також сприяють зниженню тепловтрат завдяки запобіганню утворенню конденсату на склі. Їхніми перевагами є висока енергоефективність, легкість у встановленні та експлуатації, а також здатність підтримувати комфортний мікроклімат у приміщенні.

Запірна та регулююча арматура

Трубопроводна, регулююча та балансувальна арматура фірми "DANFOSS" є ключовими елементами у системах опалення, що забезпечують надійність, ефективність і гнучкість управління тепlopостачанням. Ця арматура включає широкий спектр виробів, таких як термостатичні клапани, балансувальні клапани, регулюючі вентиля та кульові крани, кожен із яких виконує важливу функцію у підтриманні оптимального гідравлічного та теплового режиму.

Термостатичні клапани "DANFOS" дозволяють автоматично підтримувати задану температуру в приміщеннях, регулюючи потік теплоносія до радіаторів. Вони мають високу точність налаштування, що дозволяє досягти енергоефективності та комфортного мікроклімату. Завдяки своїй конструкції ці клапани легко інтегруються у будь-яку систему опалення.

Балансувальні клапани "DANFOSS" забезпечують рівномірний розподіл теплоносія між усіма гілками системи, що є критично важливим для ефективної роботи великих опалювальних систем. Вони допомагають уникнути перегріву або недостатнього нагріву у різних частинах будівлі, зменшуючи енергоспоживання та забезпечуючи стабільну роботу системи.

Регулюючі вентилі "DANFOSS" використовуються для точного управління потоками теплоносія. Їх застосування дозволяє налаштовувати систему опалення відповідно до змінних умов експлуатації, таких як зміна зовнішньої температури чи графіка роботи приміщення.

Кульові крани "DANFOSS" забезпечують швидке та герметичне перекриття потоку теплоносія в трубопроводах. Вони мають просту та надійну конструкцію, що забезпечує тривалий термін служби, зручність у використанні та низький гідравлічний опір.

Арматура "DANFOSS" відзначається високою якістю виготовлення, надійністю та довговічністю. Її використання сприяє покращенню енергоефективності системи опалення, забезпеченню точного регулювання температури та створенню комфортного мікроклімату в приміщеннях. Завдяки інноваційним технологіям і продуманому дизайну, ці вироби підходять для застосування як у житлових, так і в промислових будівлях.

Трубопроводи системи опалення та їх прокладання

Трубопроводи системи опалення REHAU RAUTITAN FLEX PE-Xa є сучасним та ефективним рішенням для транспортування теплоносія в опалювальних системах. Вони виготовлені зі зшитого поліетилену типу PE-Xa, що забезпечує їхню високу надійність, довговічність та стійкість до температурних і механічних впливів. Ці трубопроводи мають високу еластичність, що дозволяє легко монтувати їх у складних умовах, а також вони стійкі до корозії та відкладень, що гарантує тривалий термін служби.

Трубопроводи прокладаються в захисній гофрованій оболонці, яка виконує одразу кілька функцій. Гофра захищає труби від механічних пошкоджень, які можуть виникнути під час монтажу або експлуатації, а також забезпечує легкість заміни труб у разі потреби, без необхідності руйнування

конструкції підлоги. Така схема прокладання дозволяє не лише захистити трубопроводи, а й забезпечити збереження естетичного вигляду приміщення, оскільки вся система прихована під підлоговим покриттям.

Прокладання труб у підготовці підлоги додає системі енергоефективності, адже мінімізує тепловтрати при транспортуванні теплоносія до опалювальних приладів. Завдяки цьому, трубопроводи RENAU RAUTITAN FLEX PE-Ха є оптимальним вибором для сучасних систем опалення, які поєднують надійність, функціональність і естетичність.

Вибір джерела теплової енергії

Вибір джерела теплової енергії є ключовим етапом у проектуванні системи опалення, оскільки він впливає на ефективність роботи всієї системи, її енергоспоживання та стабільність теплопостачання. У даному випадку джерелом теплової енергії є дахова котельня, яка забезпечує теплоносій із параметрами 90-70°C. Цей тип джерела є оптимальним для сучасних будівель завдяки компактному розташуванню, зниженим тепловтратам і зручності обслуговування.

Після первинного нагріву в котельні теплоносій подається до індивідуального теплового пункту (ІТП), розташованого на позначці -5.300. У тепловому пункті відбувається пониження температури теплоносія до 80-60°C для адаптації до робочих умов споживачів і забезпечення енергоефективної роботи системи. ІТП виконує функцію регулювання параметрів теплоносія, що дозволяє оптимізувати розподіл теплової енергії між опалювальними приладами та уникнути перегріву або надлишкових втрат енергії.

Застосування дахової котельні у поєднанні з ІТП забезпечує стабільне та гнучке теплопостачання. Така система дозволяє знизити витрати на транспортування теплоносія, мінімізувати втрати тепла, а також адаптувати температуру до потреб конкретного приміщення чи зони. Параметри теплоносія,

такі як 90-70°C на виході з котельні та 80-60°C після ІТП, відповідають сучасним стандартам енергоефективності й забезпечують комфортні умови для експлуатації будівлі. Крім того, таке рішення дозволяє легко інтегрувати систему в проекти з різноманітними опалювальними приладами, що працюють при різних температурних режимах.

3.2. Розрахунок системи вентиляції

3.2.1. Розрахунок повітрообміну

Для розрахунку повітрообміну використовуємо додаток X з «ДБН В.2.5-67:2013»

Мінімальна витрата зовнішнього повітря

Нежитлові та невиробничі (громадські, адміністративно-побутові тощо) будівлі/приміщення

При проектуванні системи вентиляції слід враховувати:

- виділення, що обумовлені діяльністю людей, які перебувають у будівлі/приміщенні;

- виділення забруднюючих речовин від застосованих у конструкції будівлі/приміщення будівельних матеріалів, а також виділення від усіх інших внутрішніх джерел забруднення, наприклад, від меблів, килимового покриття тощо і безпосередньо від системи вентиляції або кондиціонування повітря;

- класифікацію за рівнем CO₂, яку зазвичай використовують для приміщень, що призначені для перебування людей, де куріння заборонено і де головним джерелом забруднення є виділення від діяльності людей.

Загальну мінімальну витрату зовнішнього повітря Q_{tot} , дм³/с, за певної кількості людей і площі приміщення визначають відповідно до ДСТУ EN 15251 за формулою:

$$Q_{tot} = n \cdot q_p + S \cdot q_B,$$

де n - проектна кількість людей у приміщенні;

q_p - питома витрата зовнішнього повітря на одну людину, $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{людина})$;

S - загальна площа приміщення, м^2 ;

q_B - питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень (зменшення концентрації забруднюючих речовин, що виділяються від будівельних матеріалів), $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$.

Для ландшафтного офісу:

$$Q_{tot} = 100 \cdot 7 + 599 \cdot 0.7 = 1119,3 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Мінімальні норми питомих витрат зовнішнього повітря для різних умов мікроклімату приміщень надано відповідно або на людину, або на квадратний метр загальної площі. Значення, які приведені на людину, передбачають, що присутні є єдиними джерелами забруднення. Значення, які приведені на загальну площу, передбачають лише виділення забруднення від будівельних матеріалів. При проектуванні системи вентиляції слід враховувати обидва джерела забруднення. Для цього у кожному конкретному випадку в залежності від вхідних проектних даних для визначення Q_{tot} можливо використовувати різні способи, такі як:

- підсумовування значень витрат повітря, що розраховані для заданої загальної площі при міщенні і проектної кількості людей у приміщенні на підставі мінімальних питомих витрат згідно з таблицею X.1 (відповідно до X.1.2);

- визначення загальної питомої витрати повітря на одиницю площі приміщення:

$$q_{tot,s} = q_p / S_n + q_B$$

$$q_{tot,s} = 7 / 5,99 + 0,7 = 1,87 \text{ дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$$

де $q_{tot,s}$ - загальна питома витрата зовнішнього повітря на одиницю площі приміщення, $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$;

s_n - розрахункова (проектна) площа приміщення на одну людину, $\text{м}^2/\text{люд.}$, з подальшим розрахунком мінімальної загальної витрати повітря за формулою:

$$Q_{tot} = S \cdot q_{tot,s} = 599 \cdot 1,87 = 1120,13 \text{ дм}^3/\text{с}$$

- визначення загальної питомої витрати повітря на людину:

$$q_{tot,n} = q_p + q_B \cdot s_n = 7 + 0,7 \cdot 5,99 = 11,19$$

де $q_{tot,n}$ - загальна питома витрата зовнішнього повітря на людину, $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{люд.})$, з подальшим розрахунком мінімальної загальної витрати повітря за формулою:

$$Q_{tot} = n \cdot q_{tot,n} = 100 \cdot 11,19 = 1119 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Інші приміщення мають таку саму площу та к-сть людей

3.2.2. Принципові рішення вентиляції повітря

Вентиляція офісів передбачена центральними припливно-видаляючими поповерховими установками з роторним рекуператором та водяним нагрівачем. Обладнання розміщено в венткамерах. Кількість повітря для кожного з приміщень офісів розраховано згідно санітарних норм зовнішнього повітря на людину згідно з ДБН В.2.5-67:2013, Додаток X, умови мікроклімату — оптимальні, рівень забруднення повітря — низький. Кількість працівників з розрахунку 6 м^2 площі на одну людину. Припливне обладнання в проєкті використано фірми "WOLF".

В складі робочої документації передбачено підводку повітропроводів до стінки венткамери. Поповерхову розводку, встановлення дифузорів припливу та витяжки виконує орендар самостійно.

Викид та повітрозабір виконано окремими шахтами в будівельних конструкціях, що підіймаються на покрівлю на відм.+ 29,840.

У місцях перетину повітроводами будівельних конструкцій з нормованою межею вогнетривкості передбачено встановлення вогнезатримуючих клапанів фірми "Укрвент".

Витяжку з санітарних вузлів організовано за допомогою вентиляторів В3, В5, В7, В9, В11, В13- ВКМ 250, В2, В4, В6, В8, В10, В12 - ВН1 80КП фірми "Вентс" .

Розподіл повітря здійснюється через мережу повітроводів, виконаних з оцинкованої сталі, класу щільності "В" по ДБН В.2.5-67: 2013. В якості повітророзподільників для санвузлів використані анемостати фірми "Вентс". Зовнішні вентиляційні решітки для викиду повітря, розташованих на покрівлі передбачаються в розділі АР.

Вмикання та вимикання вентиляторів, їх робота, а також відкриття та закриття клапанів з електроприводами виконується обслуговуючим персоналом місцево і дистанційно.

Для попереджень прориву холодного повітря в будівлю в зоні відкриття зовнішніх дверей передбачено встановлення теплових завіс з електричними нагрівачами У1-У2 фірми "Frico".

3.2.3. Підбір анемостатів для санвузлів

Для забезпечення ефективного повітрообміну в санвузлах вибираються анемостати фірми "ВЕНТС", які поєднують високу якість, надійність і естетичний дизайн. Вони використовуються для організації подачі або витяжки повітря, що дозволяє підтримувати комфортний мікроклімат і запобігати накопиченню вологи та неприємних запахів. Основними критеріями вибору анемостатів є їх

продуктивність, діаметр, матеріал виготовлення та відповідність вентиляційним каналам.

Анемостати виготовляються з високоякісного пластику, стійкого до впливу вологи, що гарантує тривалий термін служби і захист від корозії. Їх продуктивність визначається залежно від розміру приміщення, висоти стель і кратності повітрообміну, яка для санвузлів зазвичай становить 5-10 разів на годину. Для вибору моделі також враховується діаметр вентиляційного каналу, що найчастіше становить 100, 125 або 150 мм.

Серед рекомендованих моделей анемостатів фірми "ВЕНТС" можна виділити кілька популярних варіантів. Наприклад, модель ВЕНТС АМВ 100 є витяжним анемостатом діаметром 100 мм, виготовленим з міцного пластику, з регульованою центральною частиною для налаштування продуктивності. Для більших об'ємів повітрообміну підійде модель ВЕНТС АМВ 150, яка має діаметр 150 мм і високу продуктивність, що ідеально підходить для просторих санвузлів. Якщо потрібен припливний анемостат, модель ВЕНТС АМП 125 із діаметром 125 мм забезпечить подачу свіжого повітря і легкий монтаж.

Наприклад, для санвузла площею 6 м², висотою 2,5 м і кратністю повітрообміну 8, необхідно забезпечити витяжку повітря обсягом 120 м³/год. Для цього підійде анемостат типу ВЕНТС АМВ 125, який відповідає зазначеним параметрам.

Анемостати "ВЕНТС" легко інтегруються у вентиляційні системи завдяки їх простому монтажу та сумісності з різними типами каналів. Їх використання дозволяє забезпечити ефективний повітрообмін, зберігаючи сучасний вигляд інтер'єру санвузлів, і створює комфортні умови експлуатації.

3.2.4. Пуск, наладка і експлуатація системи вентиляції

Пуск системи вентиляції починається з ретельної перевірки її монтажу, що включає відповідність усіх елементів проєктній документації. На цьому етапі оглядають вентиляційні канали, повітроводи, кріплення, розташування вентиляторів, анемостатів, фільтрів та іншого обладнання. Особливу увагу приділяють герметичності з'єднань повітроводів, правильності монтажу клапанів, дроселів і запірної арматури. Також перевіряється відповідність використовуваних матеріалів вимогам проєкту, щоб уникнути ризиків, пов'язаних із недотриманням стандартів. Перед запуском системи здійснюється тестування електропостачання, зокрема перевірка наявності напруги в мережі, правильність підключення автоматики та функціонування датчиків і контрольних пристроїв.

Наступний етап включає очищення і вакуумування системи, що має важливе значення для забезпечення її коректної роботи. Повітроводи ретельно очищуються від пилу, будівельного сміття та інших забруднень, які можуть вплинути на продуктивність вентиляції або створити умови для розвитку мікроорганізмів. Виконується перевірка прохідності повітроводів для виявлення можливих засмічень або механічних пошкоджень, які можуть спричинити порушення повітрообміну.

Після цього проводиться первинний запуск вентиляторів, під час якого перевіряють їхню роботу на різних режимах і визначають відповідність фактичних показників розрахунковим параметрам. Особливу увагу приділяють плавності пуску обладнання, відсутності вібрацій або сторонніх шумів, що можуть свідчити про некоректний монтаж чи технічні несправності.

На етапі наладки системи вентиляції виконуються роботи з оптимізації її функціонування відповідно до проєктних вимог. Це передбачає регулювання витрати повітря за допомогою дросельних клапанів, налаштування швидкості обертання вентиляторів і балансування повітрообміну між різними зонами приміщення. Замір параметрів системи проводиться за допомогою анемометрів,

які визначають швидкість руху повітря, його обсяг і температуру в різних частинах мережі. У разі відхилень від запланованих показників коригуються настройки автоматики, що включає програмування режимів роботи, аварійних сценаріїв і графіків увімкнення/вимкнення системи.

Особлива увага приділяється перевірці роботи фільтрів, які відповідають за очищення повітря. Фільтри налаштовують для забезпечення необхідного рівня якості повітря залежно від вимог приміщення, наприклад, у громадських будівлях, офісах або виробничих приміщеннях. Також перевіряються шумові характеристики вентиляторів і їхній вплив на акустичний комфорт, адже надмірний шум може негативно впливати на роботу людей у приміщенні.

Експлуатація системи вентиляції вимагає регулярного технічного обслуговування, що включає періодичне очищення повітроводів, заміну або очищення фільтрів, перевірку кріплень і герметичності з'єднань. Особливо важливо контролювати стан електричних з'єднань, кабелів і датчиків, щоб уникнути ризику збоїв у роботі системи. Моніторинг витрати повітря, його якості та температури допомагає підтримувати стабільну роботу системи, а також своєчасно виявляти і усувати відхилення від норм.

Дотримання рекомендацій виробника обладнання є важливим аспектом експлуатації. Періодичність обслуговування залежить від типу приміщення, рівня забруднення повітря і навантаження на систему. Наприклад, у приміщеннях із високим рівнем пилу або хімічних речовин фільтри можуть потребувати частішої заміни, ніж у стандартних офісах. У разі виявлення змін у роботі системи, таких як зниження продуктивності, збільшення шуму або погіршення якості повітря, необхідно негайно проводити діагностику і ремонт.

Для забезпечення енергоефективності системи вентиляції доцільно використовувати автоматизовані режими роботи. Це дозволяє адаптувати систему до змін у навантаженні, наприклад, зменшувати інтенсивність роботи в неробочий час або під час зменшення кількості людей у приміщенні. Такий підхід дозволяє

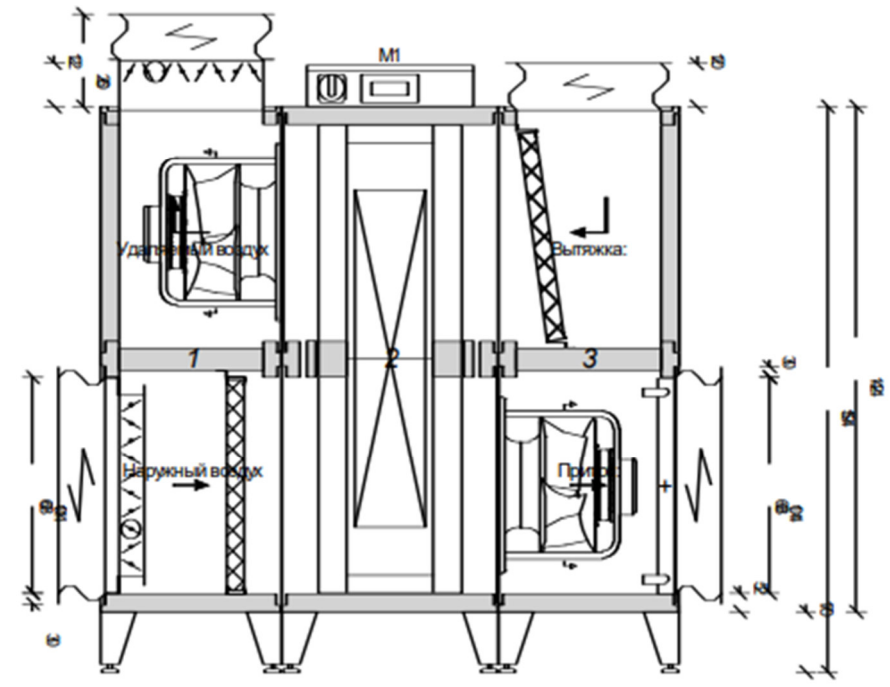
значно знизити витрати енергії, одночасно підтримуючи необхідний рівень комфорту та безпеки.

Комплексний підхід до пуску, наладки та експлуатації системи вентиляції забезпечує її надійну роботу, зменшує ризик несправностей і сприяє створенню оптимального мікроклімату в приміщеннях. Це дозволяє підтримувати високий рівень комфорту, здоров'я та продуктивності людей, які перебувають у цих приміщеннях.

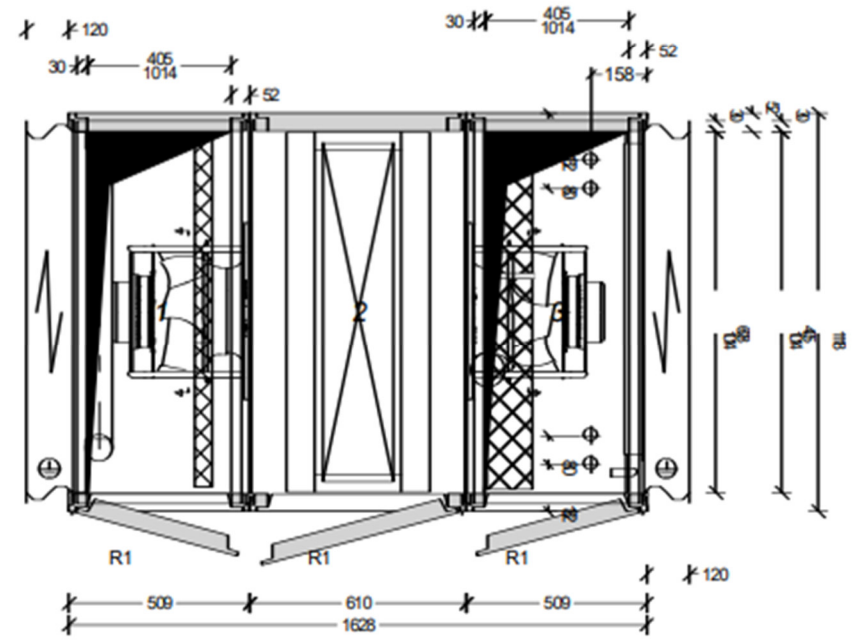
ПРИПЛИВНО-ВИДАЛЯЮЧА УСТАНОВКА З РОТОРНИМ РЕКУПЕРАТОРОМ ФІРМИ WOLF_TKPO8

Рис.8

Вид справа



Вид сверху



Таблиця 3.3.

				Тип виконання по іскрозахисту	Номер	Схема	Положення кожуха	L, м ³ /год	$\Delta P, \text{Па}$	n об/хв	Тип виконання по вибухозахисту	N, кВт	U, В, I, А	n об/хв	Тип	Кіл-ть	Температура нагріву		Витрата тепла, кВт	$\Delta P, \text{кПа}$	Тип	Кіл-ть	Температура нагріву		Витрата холоду, кВт	$\Delta P, \text{кПа}$	
																	від	до					від	до			
ПВ2	1	Система вентиляції 2 поверху	Wolf	CRL 3500 iD				3800	600	3100	—	2,5	380В			1	+10,9	+22	14,15	5,24							
								3500	600	3100	—	2,5	380В	—													
НП2	1	Вузол теплопостачання ПВ2										0,1	230В	—													
В1	1	Витяжка з приміщення розмнож. техн. поверх 2	Вентс	ВКМС 200				200	500	2780		0,193	230В		2780												
В2	1	Витяжка з санвузла 2 поверх	Вентс	ВН1 80КП				100	150	2640		0,048	230В 0,21А	—	2640												
В3	1	Витяжка з санвузлів 2 поверх	Вентс	ВКМ 250				250	450	2790		0,194	230В	—	2790												
ПВ3-ПВ7	5	Система вентиляції 3-7 поверху	Wolf	CRL 3500 iD				4000	600	3100	—	2,5	380В			1	+9,7	+22	16,51	6,87							
								3500	600	3100	—	2,5	380В														
НП3-НП7	5	Вузол теплопостачання ПВ3-ПВ7	Вентс									0,1	230В														
В4,В6,В8,В10,В12	5	Витяжка з санвузла 3-7 поверх	Вентс	ВН1 80КП				100	150	2640		0,048	230В 0,21А	—	2640												
В5,В7,В9,В11,В13	5	Витяжка з санвузлів 3-7 поверх	Вентс	ВКМ 250				250	450	2790		0,194	230В	—	2790												
В14	1	Витяжка з прим. клінінгу 8 поверх	Вентс	ВН1 80КП				100	150	2640		0,048	230В 0,21А		2640												

РОЗДІЛ 4.

Охорона праці та навколишнього середовища.

Студентка: Погребнюк Т.О.

Консультант: Клімова І.В.

4.1. Охорона праці та навколишнього середовища

4.1.1. Загальні положення

Охорона праці в офісах є невід'ємною частиною організації робочого процесу, що має на меті створення безпечних, комфортних і продуктивних умов для співробітників. Це важлива складова, спрямована на захист здоров'я працівників, мінімізацію ризиків виникнення травм або професійних захворювань та забезпечення ефективної роботи всього колективу. Вона охоплює широкий спектр заходів, що регламентуються чинним законодавством України, включаючи Закон "Про охорону праці" та державні будівельні норми, які визначають вимоги до мікроклімату, освітлення, електробезпеки, пожежної безпеки, а також до інших аспектів функціонування офісного середовища.

Для забезпечення високого рівня охорони праці організації впроваджують системи управління безпекою, що передбачають регулярне оцінювання ризиків на робочих місцях, розробку та оновлення інструкцій із безпеки, моніторинг дотримання нормативів та навчання персоналу. Керівництво офісу відповідає за впровадження цих систем, забезпечення фінансування заходів із безпеки, організацію регулярних перевірок і призначення осіб, відповідальних за охорону праці. Важливим елементом є своєчасне інформування співробітників про потенційні ризики, правила безпеки та методи дій у надзвичайних ситуаціях.

Особливості офісного середовища вимагають врахування низки факторів, серед яких ергономіка робочих місць, правильне розташування обладнання та безпечне використання електропристроїв. Наприклад, неправильна висота столів або стільців, розташування моніторів, тривала робота за комп'ютером без перерви можуть спричинити професійні захворювання, такі як синдром карпального тунелю, біль у спині, проблеми з поставою або зорову втому. Тому забезпечення ергономічних умов праці є важливим компонентом охорони праці в офісах.

Особливу увагу слід приділити профілактиці травм і створенню безпечного середовища. Це включає правильну організацію кабельного розводки, щоб уникнути ризику спотикання, забезпечення достатнього освітлення для зменшення навантаження на зір, регулярне обслуговування та перевірку справності електрообладнання, а також оснащення офісу засобами пожежогасіння та аптечками для надання першої допомоги.

Навчання персоналу відіграє ключову роль у впровадженні ефективної системи охорони праці. Регулярні тренінги та інструктажі дозволяють співробітникам дізнатися про основні ризики, пов'язані з їхньою роботою, і методи їхньої профілактики. Наприклад, працівники мають знати, як правильно користуватися офісним обладнанням, діяти у випадку пожежі або надавати першу допомогу колегам.

Керівництво офісу несе відповідальність за формування культури безпеки на робочому місці. Це включає розробку чіткої політики охорони праці, систематичний контроль за її виконанням, підтримку відкритої комунікації між співробітниками та керівництвом, а також створення умов для обговорення пропозицій щодо покращення безпеки. Крім того, організація повинна забезпечувати достатнє фінансування на впровадження заходів із безпеки, таких як закупівля необхідного обладнання, модернізація приміщень і проведення навчання.

Дотримання вимог охорони праці сприяє зниженню кількості випадків травматизму, підвищенню рівня задоволеності працівників робочими умовами, зменшенню плинності кадрів і формуванню позитивного іміджу компанії. Створення безпечного, комфортного та продуктивного середовища сприяє досягненню організаційних цілей і підвищенню ефективності роботи колективу. Таким чином, охорона праці в офісах є не лише засобом захисту здоров'я працівників, але й важливим інструментом підвищення загальної ефективності організації.

4.1.2. Аналіз потенційних, небезпечних та шкідливих факторів, що виникають під час роботи в офісі.

Робота в офісних умовах на перший погляд здається безпечною, однак існує низка потенційних небезпечних та шкідливих факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників і їхню працездатність. Визначення цих факторів і розробка заходів для їхньої мінімізації є важливим аспектом організації безпечного робочого середовища.

Одним із основних шкідливих факторів є недостатній мікроклімат у приміщеннях. Невідповідність температури, вологості та швидкості руху повітря нормам може викликати дискомфорт, зниження концентрації, а в окремих випадках — розвиток захворювань дихальної системи.

Погане освітлення, зокрема недостатня кількість природного світла або неправильно організоване штучне освітлення, може спричинити підвищену втому очей, головний біль і зниження продуктивності.

Шумове забруднення, як-от фонові звуки від офісної техніки, розмов колег або зовнішніх джерел, може викликати підвищену напругу, стрес і погіршення уваги.

Неправильна ергономіка робочого місця є ще одним критичним фактором. Невідповідність висоти столів і стільців, відсутність підтримки спини або неправильне розташування монітора можуть призвести до проблем із поставою, м'язово-скелетних захворювань і хронічного болю в спині.

Використання електронних пристроїв, таких як комп'ютери та смартфони, пов'язане з тривалим впливом синього світла, що може негативно вплинути на зір і викликати порушення сну. Крім того, постійна робота за екраном може спричинити синдром сухого ока або надмірну втому.

Небезпека електричних пристроїв також не варто ігнорувати. Несправність електромережі, неправильно підключені пристрої або пошкоджені кабелі можуть стати причиною ураження електричним струмом або пожежі.

Хімічні речовини, такі як випари від принтерів, ксероксів або чистячих засобів, також становлять ризик для здоров'я, особливо за відсутності належної вентиляції.

Психоемоційне навантаження є ще одним важливим фактором, який може вплинути на стан працівників. Стрес, перевантаження роботою, конфлікти в колективі або монотонність завдань можуть призвести до емоційного вигорання, тривожності та зниження продуктивності.

Інфекційні ризики також мають місце, особливо в умовах спільного використання приміщень, обладнання або кухонних зон. Недостатня гігієна може сприяти поширенню вірусів і бактерій.

Для мінімізації цих факторів необхідно забезпечити належний мікроклімат у приміщеннях, організувати ергономічні робочі місця, встановити достатнє освітлення, проводити регулярне технічне обслуговування електроприладів і вентиляційних систем, а також впроваджувати програми зниження стресу і підтримки психічного здоров'я працівників. Вчасне виявлення небезпечних та шкідливих факторів дозволяє створити комфортні та безпечні умови для роботи в офісі.

Аналіз приведений в таблиці 4.1

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

Таблиця 4.1

№	Небезпечні і шкідливі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісні оцінки	Нормативні документи
1	Поганий мікроклімат	Недостатня вентиляція, несправність систем опалення чи кондиціонування	Температура: < 18°C або > 24°C, вологість: < 40% або > 60%	ДСН 3.3.6.042-99, ДБН В.2.5-28:2018
2	Недостатнє освітлення	Погано розташовані джерела світла, відсутність комбінованого освітлення	Освітленість: < 300 лк	ДБН В.2.5-28:2018
3	Високий рівень шуму	Офісна техніка (принтери, кондиціонери), розмови співробітників	Шум: > 55 дБ	ДСН 3.3.6.037-99
4	Напруження зору	Тривала робота за комп'ютером без перерв,	Відстань до екрана: < 50 см	ДБН В.2.2-3-97

		неправильне розташування монітора		
5	Електромагнітне випромінювання	Робота з комп'ютерами, роутерами, іншими електронними пристроями	Показники ЕМВ: в межах норми	ДСН 239-96
6	Пожежна небезпека	Перевантаження електромережі, використання несправної техніки	Відповідність протипожежним нормам	ДБН В.1.1-7:2016
7	Психологічний стрес	Висока інтенсивність роботи, дедлайни, конфлікти	Оцінюється якісно	ДСН 3.3.6.038-99
8	Інфекційні ризики	Робота у спільному просторі, відсутність санітарних заходів	Кількість хворих: до 10% персоналу	ДСанПіН 9.9.5-080

4.2. Заходи профілактики виявлених факторів

4.2.1. Загальні вимоги безпеки

Загальні вимоги безпеки в офісі спрямовані на створення комфортних і безпечних умов для працівників, а також на мінімізацію ризиків травматизму, професійних захворювань і небезпечних ситуацій. Усі заходи з безпеки мають відповідати чинному законодавству, зокрема Закону України "Про охорону праці", державним будівельним нормам, а також галузевим стандартам і інструкціям.

Одним із ключових аспектів є дотримання правил пожежної безпеки. В офісах повинні бути передбачені засоби для пожежогасіння, такі як вогнегасники, пожежні сигналізації та системи автоматичного гасіння. Працівники мають бути поінформовані про план евакуації у разі надзвичайних ситуацій, а виходи повинні бути вільними та чітко позначеними.

Електробезпека в офісі також є важливим елементом загальної безпеки. Усі електроприлади повинні бути справними, а їхнє підключення має відповідати технічним вимогам. Забороняється використання пошкоджених кабелів, розеток або подовжувачів. Рекомендується проводити регулярні перевірки електромережі та устаткування для запобігання короткому замиканню чи ураженню струмом.

Організація робочих місць вимагає дотримання ергономічних стандартів. Робочі столи та стільці повинні відповідати фізіологічним потребам працівників, щоб уникнути проблем зі здоров'ям, таких як біль у спині або синдром карпального тунелю. Монітори комп'ютерів слід розташовувати на рівні очей для зменшення навантаження на шию, а освітлення в приміщенні має бути достатнім для комфортної роботи, без відблисків і тіней.

Мікроклімат офісу також є важливим чинником. Температура, вологість і швидкість руху повітря повинні відповідати нормативам, щоб забезпечити комфортні умови праці. Для цього необхідно використовувати системи вентиляції, кондиціонування та опалення, а також регулярно перевіряти їхню справність.

Безпека під час використання офісної техніки, такої як принтери, сканери та копіювальні машини, передбачає уникнення контакту з рухомими частинами пристроїв і забезпечення їхньої правильної експлуатації. Крім того, витяжки та фільтри мають забезпечувати видалення шкідливих випарів, які можуть виділятися під час роботи цієї техніки.

Гігієнічні вимоги також є невід'ємною частиною загальної безпеки. Робочі приміщення повинні регулярно прибиратися, а працівники забезпечуватися засобами особистої гігієни, зокрема антисептиками та засобами для миття рук. Особлива увага приділяється зонам спільного користування, таким як кухні чи санвузли.

Психологічна безпека в офісі включає створення сприятливої атмосфери для роботи, уникнення конфліктів і зменшення стресу. Для цього можна впроваджувати програми підтримки працівників, проводити тренінги з управління стресом і заохочувати відкриту комунікацію між членами колективу.

Дотримання загальних вимог безпеки в офісі сприяє збереженню здоров'я працівників, підвищенню їхньої продуктивності та створенню комфортного і безпечного робочого середовища. Регулярний контроль і оновлення заходів безпеки дозволяють уникати небезпечних ситуацій і підтримувати високий рівень організації праці.

4.2.2 Створення комфортного мікроклімату

Для забезпечення комфортних умов роботи в офісі важливо впроваджувати заходи профілактики поганого мікроклімату, які спрямовані на підтримання оптимальних параметрів температури, вологості та якості повітря. Невідповідність мікроклімату нормативним вимогам може призводити до зниження продуктивності праці, погіршення здоров'я працівників і збільшення ризику професійних захворювань.

Одним із ключових заходів є забезпечення ефективної системи вентиляції. Регулярний обмін повітря дозволяє видаляти забруднення, вуглекислий газ і надмірну вологість, замінюючи їх свіжим повітрям. Для цього важливо використовувати сучасні вентиляційні системи з можливістю регулювання повітряного потоку залежно від кількості людей у приміщенні. Кондиціонери також відіграють важливу роль у підтриманні температурного режиму, особливо влітку, проте їх слід налаштовувати так, щоб уникати значних перепадів температур між приміщеннями та зовнішнім середовищем.

Регулярне очищення повітроводів, фільтрів і кондиціонерів є обов'язковим заходом для запобігання накопиченню пилу, алергенів і мікроорганізмів, які можуть викликати респіраторні захворювання. Окрім того, важливо забезпечити належний рівень вологості в приміщенні, який має бути в межах 40–60%. Для цього можуть використовуватися зволожувачі повітря або осушувачі, залежно від умов.

Правильна організація робочого простору також сприяє створенню сприятливого мікроклімату. Необхідно уникати розташування робочих місць поблизу джерел тепла, таких як батареї, або під кондиціонерами, які створюють потоки холодного повітря. Використання енергозберігаючих ламп і сучасного обладнання, яке виділяє менше тепла, допомагає зменшити ризик перегріву приміщення.

Регулярне прибирання офісу із застосуванням гіпоалергенних засобів забезпечує зниження рівня пилу та шкідливих речовин у повітрі. Зелені рослини також можуть бути ефективними для покращення якості повітря, оскільки вони сприяють його зволоженню та очищенню від токсичних сполук.

Організація перерв для провітрювання приміщення є ще одним простим, але ефективним заходом. Це дозволяє наситити приміщення киснем і зменшити концентрацію забруднювачів. Водночас необхідно стежити за тим, щоб уникати протягів, які можуть стати причиною простудних захворювань.

Дотримання цих заходів профілактики сприяє створенню сприятливого мікроклімату в офісі, покращенню самопочуття працівників, підвищенню їхньої продуктивності та зниженню ризику захворювань, пов'язаних із несприятливими умовами середовища.

4.2.3. Недостатнє освітлення

Для профілактики недостатнього освітлення в офісі необхідно забезпечити відповідні умови, які сприяють комфортній та ефективній роботі працівників. Недостатнє освітлення може призводити до підвищеного напруження зору, головного болю, зниження продуктивності праці та загального дискомфорту. Комплекс заходів спрямований на оптимізацію рівня освітленості відповідно до встановлених норм і стандартів.

Основним кроком є правильне планування системи освітлення. Робочі місця повинні розташовуватися так, щоб забезпечувався максимальний доступ природного світла. Великі вікна, прозорі перегородки та мінімізація перешкод для проходження світла сприяють покращенню природного освітлення. Однак необхідно також уникати

прямого потрапляння сонячного світла на монітори або робочі поверхні, оскільки це може створювати відблиски.

У разі недостатнього природного освітлення важливо організувати якісне штучне освітлення. Використання світлодіодних ламп з високою енергоефективністю і відповідним рівнем яскравості дозволяє забезпечити рівномірне освітлення робочих зон. Рівень освітлення повинен відповідати нормативним вимогам, наприклад, для офісних приміщень рекомендується освітленість не менше 500 люкс.

Робочі місця мають бути обладнані індивідуальними джерелами світла, такими як настільні лампи з регульованою яскравістю та кутом нахилу. Це дозволяє кожному працівнику налаштувати освітлення відповідно до своїх потреб. Водночас варто забезпечити загальне освітлення, яке рівномірно розподіляє світло по всьому приміщенню та виключає утворення тіней.

Регулярне обслуговування систем освітлення є ще одним важливим заходом. Необхідно своєчасно замінювати несправні лампи, очищувати світильники від пилу та бруду, які можуть знижувати їхню ефективність. Крім того, важливо використовувати лампи з відповідною кольоровою температурою, яка не викликає дискомфорту для очей. Для офісів оптимальним вважається нейтральне біле світло з температурою 4000-5000 К.

Навчання працівників правилам використання освітлення також сприяє профілактиці проблем із недостатнім освітленням. Працівники повинні бути поінформовані про необхідність правильної організації робочого місця, уникнення роботи в умовах недостатнього світла та необхідність регулярного відпочинку для очей.

Усі ці заходи забезпечують якісне освітлення в офісі, знижують ризики для здоров'я працівників, підвищують їхню продуктивність та сприяють створенню комфортного робочого середовища.

4.2.4. Заходи профілактики високого рівня шуму

Для профілактики високого рівня шуму в офісі необхідно реалізовувати багатогранний підхід, спрямований на зменшення інтенсивності шумового впливу та створення комфортного акустичного середовища для працівників. Шум у робочому просторі може стати джерелом стресу, зниження концентрації, підвищеної втоми, а також негативно впливати на фізичне і психічне здоров'я співробітників. Тому забезпечення акустичного комфорту є важливою умовою для підвищення продуктивності праці та покращення загального самопочуття колективу.

Першим кроком у профілактиці шумового впливу є правильне планування акустичних характеристик приміщення під час його проектування або переоблаштування. Використання спеціальних звукопоглинальних матеріалів, таких як акустичні стельові плити, панелі на стінах та підлогові покриття, значно зменшує відлуння та рівень шуму в приміщенні. Додатково м'які меблі, штори, декоративні елементи з тканин та килими сприяють поглинанню звукових хвиль, що дозволяє зменшити загальний шумовий фон. У великих офісах доцільно використовувати «акустичні острови» – спеціальні зоновані конструкції, які поглинають шум у відкритих просторах.

Організація робочого простору має велике значення у мінімізації впливу шуму. Розподіл офісу на зони – тихі зони для зосередженої роботи та зони для комунікації – дозволяє зменшити перехресний шум. Використання стаціонарних або мобільних перегородок між робочими місцями, особливо в офісах відкритого типу, створює індивідуальні зони, які знижують акустичне навантаження на працівників. Перегородки з звукопоглинальних матеріалів допомагають ефективно ізолювати сторонні звуки, зокрема розмови чи шум техніки.

Технічне обладнання, таке як принтери, копіювальні апарати, сервери або інші гучні пристрої, слід розміщувати в окремих приміщеннях або спеціальних

шафах із шумоізоляцією. Використання сучасного обладнання з мінімальним рівнем шуму є важливим аспектом профілактики. У разі необхідності для серверних кімнат і приміщень із великою кількістю техніки рекомендується встановлювати додаткові шумопоглинальні конструкції.

Навчання працівників правил поведінки в офісі також сприяє зменшенню шумового дискомфорту. Розробка політики акустичного етикету, яка передбачає обмеження гучних розмов, використання гарнітури для телефонних дзвінків і створення окремих переговорних кімнат для зустрічей, дозволяє уникнути зайвого шуму в робочих зонах. Крім того, правила користування мультимедійним обладнанням, такі як обмеження гучності динаміків у загальних просторах, допомагають підтримувати комфортний рівень шуму.

Систематичний моніторинг рівня шуму є ще одним важливим заходом профілактики. Використання шумомірів або спеціалізованих датчиків для вимірювання акустичних параметрів дозволяє виявляти проблемні зони в офісі. У разі перевищення допустимих рівнів шуму необхідно вживати коригувальні дії, наприклад, впроваджувати додаткові звукоізоляційні рішення або змінювати розташування техніки.

Особливу увагу слід приділити психологічним аспектам впливу шуму. Надмірний шум може викликати дратівливість і напругу серед працівників, тому підтримання спокійного та зручного акустичного середовища є важливим фактором для запобігання стресу. Організація зон відпочинку в офісі, де працівники можуть відновити сили в тиші, також сприяє зниженню впливу шуму.

Дотримання цих заходів дозволяє створити комфортне робоче середовище, мінімізувати вплив шуму на працівників, підвищити їхню продуктивність, покращити концентрацію і підтримати загальне здоров'я. Такий підхід забезпечує не

лише фізичний комфорт, а й сприяє формуванню позитивної атмосфери в офісі, що є важливим елементом успішної організації роботи.

4.2.5. Електромагнітне випромінювання

Для профілактики впливу електромагнітного випромінювання в офісі необхідно впроваджувати комплексні заходи, спрямовані на зменшення його інтенсивності та мінімізацію тривалого впливу на працівників. Важливим кроком є вибір сучасного обладнання, яке відповідає стандартам безпеки та має низький рівень випромінювання. Перевагу слід надавати сертифікованій техніці з маркуванням «Low Radiation» або пристроям, обладнаним вбудованими екранами, що зменшують інтенсивність електромагнітних полів. Це стосується не лише комп'ютерів і моніторів, а й принтерів, Wi-Fi роутерів, мобільних телефонів та іншого офісного обладнання.

Правильне розташування техніки також є важливим аспектом профілактики. Монітори, комп'ютери та Wi-Fi роутери повинні бути розміщені на відстані не менше 50–100 см від робочих місць. Роутери бажано встановлювати в приміщеннях, де працівники не перебувають постійно, наприклад, у технічних кімнатах або окремих зонах. У разі неможливості забезпечити достатню відстань, можна використовувати спеціальні захисні екрани, що блокують випромінювання, або екранізовані кабелі, які знижують вплив електромагнітних полів.

Щоб знизити кумулятивний ефект від випромінювання, рекомендується обмежити час роботи з пристроями, які є джерелами електромагнітного поля. Працівники повинні робити регулярні перерви, наприклад, кожні 60 хвилин відводити час для відпочинку від екранів і переходити на виконання інших завдань. Використання мобільних телефонів також потребує уваги: бажано віддавати перевагу режиму

гучного зв'язку або користуватися гарнітурою, щоб уникнути тривалого контакту пристрою з тілом.

Систематичне обслуговування техніки допомагає підтримувати її у належному стані та знижувати рівень випромінювання. Несправні або застарілі пристрої можуть створювати вищий рівень електромагнітного поля, ніж передбачено їхньою конструкцією, тому своєчасне виявлення несправностей і заміна обладнання є важливими заходами профілактики. Регулярне очищення від пилу, перевірка кабелів і оновлення програмного забезпечення також сприяють зменшенню впливу.

Не менш важливим є інформування працівників про правила безпечної роботи з технікою. Проведення навчальних семінарів або тренінгів дозволяє підвищити рівень обізнаності працівників щодо потенційних ризиків і способів їх зниження. Співробітники мають знати, як правильно організувати своє робоче місце, використовувати захисні засоби і дотримуватися режиму роботи.

Впровадження цих заходів дозволяє створити безпечне робоче середовище, знизити негативний вплив електромагнітного випромінювання на працівників і забезпечити їхнє здоров'я, комфорт і високу продуктивність. Це сприяє не лише благополуччю співробітників, а й загальному успіху організації.

4.2.6. Пожежна безпека

Забезпечення пожежної безпеки в офісних приміщеннях є важливим аспектом організації роботи, спрямованим на попередження виникнення пожеж і мінімізацію їх наслідків. Заходи профілактики включають комплекс дій, що охоплюють правильне облаштування приміщень, дотримання правил експлуатації обладнання та навчання працівників.

Одним із основних заходів є оснащення офісу засобами пожежогасіння. У приміщеннях повинні бути встановлені вогнегасники, пожежні сигналізації, системи автоматичного пожежогасіння та датчики диму. Усі ці засоби повинні регулярно перевірятися на справність і відповідати чинним нормам. Важливо, щоб плани евакуації були розміщені на видимих місцях, а шляхи евакуації залишалися вільними від будь-яких перешкод.

Дотримання правил експлуатації електроприладів є ще одним ключовим аспектом. Працівники повинні використовувати тільки справне обладнання та уникати перевантаження електромережі. Всі кабелі, розетки та подовжувачі мають бути у належному технічному стані. Забороняється залишати ввімкнене обладнання без нагляду, а також використовувати побутові прилади, які не відповідають стандартам безпеки.

Регулярне проведення навчань і тренувань з пожежної безпеки сприяє підвищенню готовності працівників до дій у разі надзвичайної ситуації. Працівники повинні бути обізнані щодо користування засобами пожежогасіння, дій у разі виявлення загоряння та правил евакуації. Крім того, відповідальні особи повинні регулярно проводити інструктажі та перевірки знань із пожежної безпеки.

Ще одним важливим аспектом є організація куріння в спеціально відведених місцях, оснащених засобами для утилізації недопалків. Забороняється куріння в офісних приміщеннях, оскільки це є однією з основних причин пожеж. Також важливо забезпечити дотримання правил використання легкозаймистих матеріалів і речовин.

Ретельне прибирання та утримання приміщень у чистоті допомагають уникнути накопичення горючих матеріалів, таких як папір, картон чи текстиль, які можуть стати джерелом пожежі. Усі горючі матеріали повинні зберігатися в безпечних місцях, подалі від джерел тепла.

Дотримання цих заходів профілактики пожежної безпеки дозволяє знизити ризик виникнення пожеж, забезпечити захист життя та здоров'я працівників, а також зберегти матеріальні цінності компанії. Систематичний контроль і оновлення заходів пожежної безпеки гарантують їхню ефективність і відповідність сучасним вимогам.

4.2.7. Психологічний стрес

Профілактика психологічного стресу в офісі є важливим аспектом підтримки здоров'я працівників і забезпечення їхньої продуктивності. Стрес на робочому місці може виникати через надмірне навантаження, конфлікти, монотонність завдань, відсутність підтримки з боку колег або керівництва, а також через невідповідні умови праці. Щоб запобігти негативним наслідкам стресу, слід впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на створення комфортного і психологічно сприятливого робочого середовища.

Одним із ключових заходів є оптимізація робочого навантаження. Важливо забезпечити справедливий розподіл завдань, щоб уникнути перевантаження окремих співробітників. Для цього керівництво має враховувати обсяг роботи, її складність та реальні можливості працівників. Також слід підтримувати баланс між роботою та відпочинком, заохочуючи регулярні перерви протягом робочого дня та забезпечуючи гнучкий графік за потреби.

Створення сприятливої атмосфери в колективі є ще одним важливим аспектом. Для запобігання конфліктам слід впроваджувати ефективні комунікаційні стратегії, проводити тренінги з командної роботи та забезпечувати підтримку відкритого діалогу. Керівники повинні проявляти емпатію до співробітників, враховувати їхні думки та підтримувати у складних ситуаціях.

Організація комфортного робочого простору також сприяє зниженню стресу. Ергономічні робочі місця, достатнє освітлення, оптимальний мікроклімат і відсутність надмірного шуму допомагають створити комфортні умови для роботи. Крім того, важливо передбачити зони для відпочинку, де працівники можуть релаксувати під час перерв.

Навчання управлінню стресом є корисним заходом профілактики. Проведення тренінгів із тайм-менеджменту, технік розслаблення та медитації допомагає працівникам навчитися краще справлятися з навантаженням. Також можна організовувати воркшопи, присвячені способам боротьби зі стресом і підтримці психологічного благополуччя.

Соціальна підтримка з боку колег і керівництва відіграє значну роль у зменшенні стресу. Заохочення до командної роботи, взаємодопомоги та визнання досягнень сприяють формуванню позитивної атмосфери. Також корисно організовувати корпоративні заходи, які зміцнюють стосунки між співробітниками.

Регулярне опитування працівників щодо рівня їхнього задоволення робочими умовами та виявлення стресових чинників допомагає вчасно вносити необхідні зміни. Важливо забезпечити конфіденційність таких опитувань, щоб співробітники могли відкрито висловлювати свої думки.

Дотримання цих заходів профілактики допомагає знизити рівень стресу в офісі, підвищити задоволеність роботою, покращити психологічний клімат у колективі та забезпечити стабільну ефективність працівників.

4.2.8. Інфекційні ризики

Профілактика інфекційних ризиків в офісі є важливим завданням для забезпечення здоров'я працівників і підтримання продуктивності. Інфекційні ризики виникають через тісний контакт між працівниками, спільне використання обладнання та поверхонь, недостатню вентиляцію та недотримання гігієнічних норм. Щоб мінімізувати ці ризики, необхідно впроваджувати комплекс заходів профілактики.

Основою профілактики є регулярне прибирання і дезінфекція робочих приміщень. Поверхні, які часто торкаються (столи, клавіатури, дверні ручки, кнопки ліфтів), мають оброблятися дезінфекційними засобами не менше одного разу на день. Спеціальну увагу слід приділяти спільним зонам, таким як кухні, санвузли та конференц-зали, де ризик передачі інфекцій найвищий.

Важливо забезпечити офіс засобами особистої гігієни, такими як антисептики, рідке мило, паперові рушники та маски для обличчя. У зоні вхідної групи доцільно встановити дезінфектори для рук, щоб працівники та відвідувачі могли обробляти руки одразу після входу. Використання безконтактних дозаторів зменшує ризик передачі інфекцій через спільне торкання поверхонь.

Система вентиляції має працювати ефективно, забезпечуючи постійний приплив свіжого повітря. Регулярне очищення вентиляційних систем і фільтрів знижує ризик накопичення бактерій і вірусів. За можливості приміщення слід провітрювати кілька разів на день, навіть за наявності механічної вентиляції.

Інформування працівників про важливість дотримання гігієнічних правил є ще одним важливим аспектом профілактики. Проводьте регулярні інструктажі, які пояснюють необхідність миття рук, уникнення торкання обличчя та підтримання

чистоти на робочому місці. Також слід наголошувати на важливості залишатися вдома при появі симптомів захворювання, щоб уникнути поширення інфекцій.

Соціальне дистанціювання в офісі може бути досягнуто через реорганізацію робочого простору. Рекомендується розташовувати робочі місця на відстані не менше одного метра одне від одного або встановлювати перегородки між ними. У разі високого ризику інфекцій доцільно розглянути можливість дистанційної роботи для частини працівників.

Організація вакцинації співробітників є ефективним методом профілактики. Забезпечення доступу до щеплень проти сезонного грипу чи інших захворювань, які можуть поширюватися серед колективу, допомагає значно знизити ризик інфікування.

Дотримання цих заходів профілактики дозволяє створити безпечне робоче середовище, знизити поширення інфекційних захворювань в офісі, підтримати здоров'я працівників і зберегти стабільність робочого процесу.

4.2.9. Напруження зору

Для профілактики напруження зору в офісі необхідно впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на зменшення навантаження на очі, забезпечення комфортних умов для тривалої роботи та попередження розвитку зорової втоми. Робота за комп'ютером, недоліки освітлення або його надлишок, тривалий фокус на екрані монітора, а також неправильна організація робочого місця є основними чинниками, що викликають напруження зору, головний біль і зниження продуктивності. Тому профілактика має включати організаційні, технічні та індивідуальні заходи.

Одним із ключових аспектів є правильна організація робочого місця. Монітор комп'ютера повинен бути розташований на відстані 50–70 см від очей, а його верхній край має знаходитися на рівні або трохи нижче рівня погляду. Таке розташування дозволяє зменшити навантаження на шию та забезпечити комфортний кут огляду, що сприяє зменшенню втоми очей. Рекомендується використовувати монітори з сучасними дисплеями, які зменшують мерехтіння, мають захист від відблисків і технології зменшення синього світла, яке може негативно впливати на сітківку ока та циркадні ритми.

Освітлення робочого простору є ще одним важливим чинником профілактики. Світло повинно бути рівномірним, без різких перепадів і відблисків на поверхнях, особливо на екрані монітора. Найкращим варіантом є комбінація природного та штучного освітлення. Лампи з нейтральною білою температурою світла (4000–5000 К) забезпечують комфортне для очей освітлення, що не викликає перенапруження. Природне світло слід використовувати максимально ефективно, але екран монітора повинен бути розташований перпендикулярно до вікна, щоб уникнути засвічення.

Для запобігання синдрому сухого ока важливо підтримувати оптимальні параметри мікроклімату в приміщенні. Вологість повітря має знаходитися в межах 40–60%, а температура – в комфортному діапазоні (18–24 °C). Це можна забезпечити за допомогою систем вентиляції, кондиціонування, а також використання зволожувачів повітря. Якщо працівники відчувають сухість очей, доцільно використовувати зволожуючі краплі, які допомагають підтримувати природний захисний шар на поверхні ока.

Регулярні перерви в роботі за комп'ютером є необхідними для зняття напруги з очей. Ефективною методикою є правило "20-20-20", яке рекомендує кожні 20 хвилин переводити погляд на об'єкт, що знаходиться на відстані 20 футів (приблизно

6 метрів), і фокусуватися на ньому протягом 20 секунд. Це дозволяє розслабити м'язи очей, зменшити навантаження на зорову систему і запобігти розвитку зорової втоми.

Гімнастика для очей також є ефективним засобом профілактики. Вправи, такі як обертання очима, зміна фокусу між близькими і далекими об'єктами, часте моргання, сприяють покращенню кровообігу в зоні очей, розслабленню м'язів і зняттю напруження. Ці вправи можна виконувати під час коротких перерв протягом робочого дня.

Навчання працівників правилам гігієни праці та правильним технікам роботи за комп'ютером є важливим для зменшення напруження зору. Співробітники повинні знати, як налаштовувати обладнання, організовувати робочий простір і дотримуватися регулярності перерв. Інформування про ризики, пов'язані з порушенням цих правил, сприяє підвищенню обізнаності та відповідальності.

Дотримання цих заходів дозволяє мінімізувати напруження зору, запобігти розвитку проблем, таких як короткозорість або синдром сухого ока, і забезпечити комфортні умови для продуктивної роботи протягом усього дня. Крім того, це сприяє загальному покращенню самопочуття працівників і підтримці їхнього здоров'я.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2013.- 141 с.
2. ДБН В.2.2-23:2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. Зміна №1/ Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2019.- 21 с.
3. ДБН В.2.2-25:2009. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства)/ Мінрегіонбуд України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2010.- 85 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"// Мінрегіонбуд України.- К.:2011.
5. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель./ Мінбуд України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2017.- 70 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
7. ДСТУ Б EN 12831:2008. Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження.
8. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення./ Мінрегіонбуд України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2012.- 122 с.
9. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва/ Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2016.- 51 с.
- 10.« Вентиляція громадських будівель. Нвчальний посібник» / уклад:

П.Л. Зінич- К: КНУБА, 2002 р.

11. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.І. Отопление /В.Н.Богословский, Б.А.Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И.Шиллера. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1990. - 344 с.; ил. - /Справочник проектировщика/.
12. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
13. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплотехнічний розрахунок і підбір огороджувальних конструкцій» курсового проекту / уклад.: Ю.К. Росковшенко, О.П. Любарець, М.П. Сенчук, В.О. Мілейковський, В.О. Любарець. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.
14. Степанов М.В., Вакалюк А.С. Організація будівельно-монтажних робіт: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2011. – 88 с.
15. Організація і планування будівництва. В.М. Майданов, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін. За ред. Г.Д. Малишевського та С.А. Ушацького.— К.: Урожай, 1993. - 432 с.
16. Законодавство України про охорону праці: У 3 т. – К.: Основа, 2008.- Т.1.-368 с., Т.2-352с., Т.3-464с.
17. Вахонєва Т.М. Основи охорони праці в Україні. - Дакор, 2019. - 508 с.
18. Каталог euroventgroup «Зонти витяжні з нержавіючої сталі».
<https://www.euroventgroup.ru/>

19. Промислова та комерційна вентиляція, каталог Vents, 2014р
<https://vents.ua/>
20. Каталог повітророзподільників Вентс
21. Блохін В.С., Жидков В.М., Шуваєва О.І. "Системи опалення, вентиляції та кондиціонування: теорія і практика". – К.: Вид-во "Будівельник", 2018. – 256 с.
22. Іванов П.М., Коваленко О.М. "Енергозбереження в системах опалення та вентиляції". – Харків: ХНУБА, 2015. – 184 с.
23. Савінов Ю.М., Виноградов В.П. "Сучасні системи вентиляції та кондиціонування". – Одеса: ОНМУ, 2017. – 312 с.
24. Каталог обладнання систем кондиціонування Daikin. – Daikin Europe N.V., 2020. – [Електронний ресурс].
25. Довідник проектувальника "Системи вентиляції та кондиціонування" / за ред. А.Г. Трофімова. – Харків: УкрДАНТЕП, 2021. – 285 с.
26. Лекції з дисципліни "Теплогазопостачання та вентиляція" для студентів спеціальності "Будівництво". – Київ: КНУБА, 2020. – 104 с.
27. ASHRAE Handbook: Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications. – 2021 Edition. – Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2021. – 892 p.
28. ГОСТ 30494-2011. Житлові і громадські будівлі. Параметри мікроклімату в приміщеннях. – М.: Стандартінформ, 2011.
29. СНиП 41-01-2003. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. – М.: Мінрегіонбуд РФ, 2003. – 152 с.
30. Інструкція з експлуатації систем вентиляції та кондиціонування, видана компанією Vents, 2020.
31. Котельников С.Е. "Автоматизація систем опалення та вентиляції". – Харків: ХНТУБА, 2016. – 198 с.
32. Керівництво користувача VRF-систем LG Multi V. – LG Electronics, 2021. – [Електронний ресурс].