

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

Теплотехніки

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

на тему:

Сучасна система вентиляції і кондиціонування повітря громадської будівлі
з торгівельним приміщенням в м. Києві

ШАРИПАНОВА АЛІНА АНТОНІВНА
(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 2025 року

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

Сучасна система вентиляції і кондиціонування повітря громадської будівлі
з торговельним приміщенням в м. Києві
(назва)

Виконала: Шарипанова Аліна Антонівна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 Будівництво та цивільна інженерія

(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція

(освітня програма)

Група ТВ-21-2

Керівник: к.т.н., доц. Чепурна Н.В.

(прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: Теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри теплотехніки

„___” _____ 2025 року

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

ШАРИПАНОВА АЛІНА АНТОНІВНА

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

Тема роботи Сучасна система вентиляції і кондиціонування повітря
громадської будівлі з торгівельним приміщенням в м. Києві

Затверджена наказом ректора КНУБА № 736/24/25 від «13» червня
2025 року

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

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

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту 23.06.2025

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Характеристики будівельного об'єкту

Р. 2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Р. 3. Опалення

Р. 4. Вентиляція та кондиціонування повітря

Р. 5. Охорона праці та захист навколишнього

5.Графічний матеріал за розділами

Р. 1. _____

- P. 2. _____
- P. 3. _____
- P. 4. _____
- P. 5. _____

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Характеристики будівельного об'єкту	Травень, 25р.
Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	Травень, 25р.
Розділ 3. Опалення	Червень, 25р.
Розділ 4. Вентиляція та кондиціонування повітря	Червень, 25р.
Розділ 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища	Червень, 25р.
Остаточне оформлення роботи	Червень, 25р.
Направлення роботи для перевірки на плагіат	Червень, 25р.
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	Червень, 25р.
Направлення роботи на рецензування	Червень, 25р.

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис

Дата видачі завдання _____

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

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

Здобувач _____ Шарипанова А.А.
(прізвище, ініціали) (підпис)

Зміст

Вступ

Розділ 1 Характеристики будівельного об'єкту

1.1 Характеристики будівельного об'єкту.....

Розділ 2 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

2.1 Послідовність теплотехнічного розрахунку та підбору огорожувальних конструкцій. Зовнішні стіни (ЗС).....

2.2 Внутрішні стіни (ВС).....

2.3 Результати підбору огорожувальних конструкцій.....

2.2 Внутрішні стіни.....

2.3 Розрахунок теплотехнічних параметрів вікон та зовнішніх дверей.....

2.4 Результати підбору огорожувальних конструкцій.....

Розділ 3. Опалення

3.1 Вибір системи опалення.....

3.2 Визначення теплової потужності системи.....

3.3 Розрахунок діаметрів фреоноводів.....

3.4 Розрахунок опалювальних приладів.....

Розділ 4. Вентиляція та кондиціонування повітря

4.1 Розрахунок надходження шкідливостей до приміщення.....

4.1.1 Від людей.....

4.1.2 Надходження теплоти від сонячної радіації.....

4.1.3 Теплонадходження від штучного освітлення.....

4.2 Тепловий баланс у приміщенні.....

4.2.1 Визначення градієнта температури в приміщенні.....

4.3 Розрахунок повітрообміну.....

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3.1 Розрахунок повітрообміну на видалення надлишків теплоти і вологи.....	
4.3.2 Побудова процесів обробки повітря в I-d діаграмі.....	
Розділ 5. Заходи з енергозбереження.....	
Розділ 6. Автоматизація.....	
Розділ 7. Охорона праці та захист навколишнього середовища.....	
7.1 Загальні положення та нормативна база.....	
7.2 Небезпечні та шкідливі факторів що можуть виникнути під час роботи.....	
7.3 Профілактика та запобігання шкідливих факторів.....	
7.3.1 Падіння з висоти матеріалів, конструкцій.....	
7.3.2 Падіння з висоти людини.....	
7.3.3 Недостатність освітлення робочого місця.....	
7.3.4 Пожежна безпека.....	
7.3.5 Незадовільні параметри мікроклімату робочої зони.....	
7.3.6 Рівень шуму вище норми.....	
7.3.7 Ураження електричним струмом.....	
7.3.8 Підвищена температура.....	
7.3.9 Шкідливі і токсичні хімічні речовини.....	
Список літератури.....	

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

На сьогодні однією з ключових задач сучасного будівництва є забезпечення комфорту, безпеки а також енергоефективність. Ці критерії не обійшли також системи вентиляції та кондиціонування повітря.

В даній роботі розглядається проектування і здійснюється розрахунок системи вентиляції і кондиціонування повітря в громадській будівлі з торгівельним приміщенням в місті Києві. Важливим аспектом є те, що в для кондиціонування та вентиляції використовується сучасна мультizonна VRF-система, що є невід'ємною та найбільш підходящою серед альтернатив частиною системи кондиціонування для подібних приміщень.

Метою даної роботи є розробка енергоефективної, надійної та технічно обґрунтованої системи вентиляції і кондиціонування повітря, що відповідає будівельним нормам, санітарно-гігієнічним вимогам і забезпечує комфортний мікроклімат у приміщенні. В процесі роботи виконані теплотехнічні розрахунки, підбрано основне обладнання а також враховано вимоги охорони праці, пожежної безпеки та екологічного захисту.

Результатом дослідження є комплексне інженерне рішення, яке дозволяє досягти необхідного рівня комфорту в приміщенні при мінімальних витратах і високій ефективності роботи системи.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Характеристики будівельного об'єкту

Розробляється система вентиляції та кондиціонування для торговельного приміщення в м. Києві.

ВИХІДНІ ДАНІ

Торговельне приміщення в м. Києві.

Висота приміщень від підлоги до стелі 5 м. Загальна площа приміщень 382 м².

Режим роботи

Відповідно до завдання зазначається режим роботи всіх приміщень протягом доби. Ці дані необхідні для обчислення максимальних сумарних надходжень тепла від внутрішніх джерел (як то людей, освітлення, ін.) та сонячної радіації.

Розрахункові параметри зовнішнього та внутрішнього повітря наведено відповідно у таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Розрахункові параметри зовнішнього повітря.

Період року	Розрахункова температура зовнішнього повітря, $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Ентальпія зовнішнього повітря, $I_{ext}, \text{кДж/кг}$	Відносна вологість $\phi_{ext}, \%$	Швидкість вітру $v_{в}, \text{м/с}$
Теплий	28.0	55.4	50	3
Теплий з охолодження м	28.0	55.4	50	3
Холодний	-22.0	-23.1	82	3

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Період року	Температура внутрішнього повітря, $t_{wz}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість ϕ , %	Швидкість повітря v , м/с	Рівень концентрації CO_2 у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm
Теплий	+27	60	0,15	500
Холодний	+20	50	0,15	

Характеристика будівлі

Об'єкт розташований у м. Києві. Будівля являє собою одноповерхове торговельне приміщення з висотою від підлоги до стелі 5 м.

У санітарних кімнатах передбачено встановлення унітазів зі зливними бачками та умивальників зі змішувачами. У чайній кімнаті передбачено мийку зі змішувачем.

Температура гарячої води $55\text{ }^\circ\text{C}$.

Температура холодної води $5\text{ }^\circ\text{C}$.

Забезпечення господарсько-питного холодного та гарячого водопостачання:

Гарантований напір холодної води на ввіді до будівлі забезпечується для всіх точок водорозбору згідно з нормативними вимогами.

Внутрішня система господарсько-побутової каналізації, що забезпечує ефективне відведення стоків від санітарних приладів відповідно до санітарних і технічних вимог.

Внутрішня температура повітря $\theta_{int} = 19\text{ }^\circ\text{C}$.

Вологість $\phi = 55\%$.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вологісний режим приміщення нормальний з відносною вологістю в межах комфортних значень.

Кліматичні данні для м. Київ представлені в таблиці 1.3 згідно ДБН В.2.5-67:2013:

Таблиця 1.3

Місто	Зона вологості	Температура найхолоднішої доби $t_{зовн.1}, \text{C}$	Температура найхолоднішої п'ятиденки $t_{зовн.5}, \text{C}$	Опалювальний сезон		Кількість градусо-днів $S_{o.c}, \text{ гр.-днів}$	Кліматична зона
				Середня температура $t_{o.c}, \text{C}$	Тривалість $Z_{o.c}, \text{ днів}$		
Київ	нормальна	-22	-22	1.08	185	3500	II

РОЗДІЛ 2

**ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зовнішніх огорожувальних і внутрішніх конструкцій, які розділяють приміщення з різницею температур повітря в 3 °С і більше, необхідно дотримуватись наступних умов:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min},$$

$$\Delta t_{пр} \leq \Delta t_{cr},$$

$$\tau_{в \min} > t_{\min},$$

де

$R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (відповідає опору теплопередачі для термічно однорідних конструкцій), $m^2 \cdot K/Вт$;

$R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції, визначене залежно від кліматичної зони для житлових та громадських будівель, $m^2 \cdot K/Вт$.

$\Delta t_{пр}$ – різниця між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

Δt_{cr} – максимально допустима за санітарно-гігієнічними нормативами різниця між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

$\tau_{в \min}$ – мінімальна температура внутрішньої поверхні в місцях теплопровідних включень в огорожувальної конструкції, °С;

t_{\min} – мінімальна допустима температура внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

Вологісний режим приміщень у холодний період року визначається спираючись на значення відносної вологості та температури внутрішнього повітря згідно з даними таб.1 ДБН В.2.2-16-2005. При $12 < t_{вн} < 24^\circ C$ і відносній вологості $\varphi = 55 \%$ встановлюється нормальний режим експлуатації приміщень.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Огороджуючі конструкції необхідно підбирати відповідно до умов їх експлуатації, які залежать від вологісного режиму приміщень та кліматичної зони вологості.

Для проектованої будівлі умови експлуатації будівельних конструкцій включають стійкість до ударних навантажень, перепадів температур і рівня вологості. Особливу увагу слід приділити забезпеченню стійкості конструкцій до механічного зносу, пожежній безпеці, регулярному технічному обслуговуванню та естетичним вимогам. Виконання цих умов гарантує надійність та безпеку будівлі протягом усього експлуатаційного періоду.

Згідно з вимогами ДБН В.2.6-31-2006 опір теплопередачі огорожуючих конструкцій ($R_{\text{зар}}$) має бути не нижчим за нормативний (R_{minq}). Відповідно до ДБН В.2.2-16-2005, необхідний опір теплопередачі внутрішніх конструкцій (стін, перегородок, перекриттів) між приміщеннями з заданою температурою повітря слід визначати у випадках коли різниця розрахункових температур повітря у цих приміщення перевищує 4°C.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1 Послідовність теплотехнічного розрахунку та підбору огорожувальних конструкцій. Зовнішні стіни (ЗС)

Огороджувальні конструкції відіграють значиму роль у формуванні теплового режиму будівлі виконуючи функцію, свого роду, бар'єру між внутрішнім і зовнішнім середовищем. Для торгівельного приміщення було обрано багат шарові конструкції з високим теплоізоляційними властивостями що відповідають сучасним будівельним нормам ДБН В.2.6-31:2021.

Розрахунок опору теплопередачі R важливий для кожної конструкції, адже саме від нього залежить оцінка їхньої ефективності. Чим вище значення R , тим кращі теплоізоляційні властивості має конструкція. Коефіцієнт теплопередачі U , що є оберненою величиною до R , показує скільки теплової енергії проходить через 1 м^2 огороження при перепаді температури в $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Нормативний опір теплопередачі для зовнішніх стін $R_{qmin} = 4,00 \text{ м}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$.

Для зовнішніх стін використано такі матеріали:

1) Цегляна кладка з пустотної керамічної цегли:

$$\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta = 0,510 \text{ м}$$

$$\lambda = 0,52 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$$

2) Утеплювач – пінополістирол:

$$\rho = 50 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta = 0,113 \text{ м}$$

$$\lambda = 0,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$$

3) Штукатурка на цементно-піщаному розчині:

$$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta = 0,02 \text{ м}$$

$$\lambda = 0,76 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна товщина утеплювача обраховується за формулою 2.1:

$$\delta_{\text{ут. min}} = \lambda_{\text{ут}} \left(R_{q \text{ min}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \quad (2.1)$$

де:

$\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, Вт/(м²·К) (приймаємо 8,7 Вт/(м²·К) для вертикальних поверхонь).

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, Вт/(м²·К) (приймаємо 23 Вт/(м²·К) для зовнішніх поверхонь).

Розрахунок товщини утеплювача:

$$\delta_{\text{ут. min}} = 0,04 \left(4 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,51}{0,52} - \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right) = 0,116 \text{ м}$$

Вважатимемо, що товщина утеплювача $\delta_{\text{ут}} = 0,12 \text{ м}$.

Приведений опір теплопередачі розраховуємо за формулою 2.2:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \quad (2.2)$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{23} + \frac{0,12}{0,04} + \left(\frac{0,51}{0,52} + \frac{0,02}{0,76} \right) + \frac{1}{8,7} = 4,165 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$R_{\Sigma} > R_{q \text{ min}}; \quad 4,165 > 4$$

2.2 Внутрішні стіни (ВС)

Конструкція внутрішніх стін:

1) Цегляна кладка з керамічної цегли:

$$\rho = 1300 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$\delta = 0,185 \text{ м}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda = 0,52 \text{ Вт/(м·К)}$$

2) Штукатурка на вапняно-піщаному розчині:

$$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$$

$$\delta = 0,02 \text{ м}$$

$$\lambda = 0,7 \text{ Вт/(м·К)}$$

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в1}} + \frac{\delta_{ц}}{\lambda_{ц}} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} + \frac{1}{\alpha_{в2}} \quad (2.3)$$

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,185}{0,52} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{8,7} = 0,614 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

2.3 Розрахунок теплотехнічних параметрів вікон та зовнішніх дверей

Вікна

Конструкція являє собою вікна з двокамерними склопакетами 4М1-16-4М1-16-4К

Нормативний опір теплопередачі $R_{q\min} = 0,60 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma\text{пр}} = 0,93 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

Коефіцієнт теплопередачі $U_k = 1,076 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$

Перевірка умови $R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q\min}$

$$0,93 \geq 0,60$$

Умова виконується

Зовнішні двері

Одинарні металеві двері без утеплювача

Нормативний опір теплопередачі $R_{q\min} = 0,5 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma\text{пр}} = 0,704 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

Коефіцієнт теплопередачі $U_k = 1,421 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$

Перевірка умови $R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q\min}$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$0,704 \geq 0,5$ Умова виконується

2.4 Результати підбору огорожувальних конструкцій

Таблиця 2.1

Найменування огорожувальної конструкції	Опір теплопередачі, $\text{m}^2\text{K}/\text{Вт}$		Коефіцієнти теплопередачі $U_k, \text{Вт}/\text{m}^2 \cdot \text{°C}$	Опис конструкцій
	R_{qmin}	$R_{\Sigma пр}$		
Зовнішня стіна	4	4,17	0,241	Цегляна кладка з пористої керамічної цегли на цементно-піщаному розчині з утеплювачем пінополістеролом
Внутрішні стіни	-	0,614	1,628	Цегляна кладка з керамічної цегли на вапняно-піщаному розчині
Вікна	0,60	1,076	1,076	вікна з двокамерними склопакетами 4М1-16-4М1-16-4К
Зовнішні двері	0,5	0,704	1,421	Одинарні металеві двері без утеплювача

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ОПАЛЕННЯ

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1 Вибір системи опалення

Для опалення і кондиціонування будівлі було обрано мультizonальну VRF-систему, що працює в режимі теплового насоса. Вона є гарним та універсальним рішенням для об'єктів зі змінними тепловими навантаженнями, оскільки система може забезпечувати як опалення так і охолодження приміщень адаптуючись до потреб різних зон. VRF-система складається з основного зовнішнього блоку та декількох внутрішніх блоків різного типу що підключені до основного блоку за допомогою фреонових труб. Фреон виступає в ролі холодоагенту, він циркулює між зовнішнім і внутрішніми блоками, в залежності від режиму, поглинаючи або віддаючи тепло. У режимі теплового насоса може переносити тепло від зовнішнього повітря до внутрішнього що робить її високоефективною для опалення навіть при низьких температурах навколишнього середовища.

Переваги VRF-системи для опалення:

VRF-системи споживають значно менше електроенергії в порівнянні з електронагрівачами або централізованими системами опалення, що робить їх більш енергоефективними. Тепло вони беруть із зовнішнього повітря, що допомагає зменшити витрати на підтримку потрібної температури в приміщенні.

Монтаж VRF-системи є простішим, оскільки вона потребує менше проходів через перекриття. Завдяки зручній схемі розводки холодоагенту, можна врахувати особливості планування приміщення, правильно використовуючи доступний простір.

Також можна контролювати подачу тепла в кожній зоні за допомогою термостатичних або електронних клапанів. Для контролю витрат електроенергії застосовуються лічильники, що дає змогу вести облік і економити.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система виконує функції як опалення, так і охолодження, спрощує проектування та обслуговування, робить користування системою більш комфортним.

Недоліки:

Для монтажу фреонових труб необхідне дотримання технології та належна підготовка майстрів.

Первинні витрати на VRF-систему можуть бути вищими, ніж у звичайних систем, але згодом це окупається завдяки меншому споживанню електроенергії та більшим можливостям.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1

Перелік основного обладнання VRF-системи

Модель	Кількість	Опис
GCHV- E252W/HZR1-DK01	1	CHV-PRO Outdoor Unit (380- 415V/3PH/50Hz)
CMV-V56Q/HR1- C	2	4-way Cassette Type (220- 240V/1PH/50Hz)
CMV-V56QR/HR1	2	Round Flow Cassette Type (220- 240V/1PH/50Hz)
CMV- V36Q4/HR1-C	2	4-way Compact Cassette Type (220- 240V/1PH/50Hz)
CMV- V28Q4/HR1-C	1	4-way Compact Cassette Type (220- 240V/1PH/50Hz)
SP-FQG-N02D	2	Рефнет
SP-FQG-N01D	4	Рефнет
Ø22.2	23,0 m	Мідна трубка
Ø15.88	17,0 m	Мідна трубка
Ø12.7	26,8 m	Мідна трубка
Ø9.52	50,0 m	Мідна трубка
Ø6.35	36,8 m	Мідна трубка
SP-D099	1	Центральный пульт керування

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Blank area for the qualification work content.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Визначення теплової потужності системи опалення

Визначення теплової потужності дозволяє розрахувати кількість енергії що необхідна для компенсації тепловтрат будівлі та підтримання комфортного мікроклімату, цей розрахунок також враховує втрати через огороджувальних конструкції.

Для системи опалення необхідно визначити:

- розрахункову теплову потужність
- розрахункове річне теплоспоживання
- питомих річне теплоспоживання

Розрахункове річне теплоспоживання системою опалення W , ГДж/рік дозволяє оцінити загальний обсяг теплової енергії, що необхідна для опалення протягом всього сезону. Розраховується за формулою 3.1:

$$W = \frac{3,6 \cdot Q_{c.o.} \cdot 24 \cdot Z_{o.c.} \cdot (t_{вн} - t_{o.c.}) \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot b \cdot c}{t_{вн} - t_{зovн5}} \quad (3.1)$$

$$W = \frac{3,6 \cdot 17,4 \cdot 24 \cdot 185 \cdot (20 - 1,08) \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1}{20 - (-22)} = 0,0615 \text{ ГДж/рік}$$

Де:

$Q_{c.o.}$ - розрахункова теплова потужність

$t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього приміщення

$t_{зovн5}$ - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки

$b=0,9$ коефіцієнт, який враховується коли більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними регуляторами.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питоме річне теплоспоживання системою опалення

Дозволяє порівняти енергоефективність будівлі з нормативними вимогами. Це значення показує скільки теплової енергії споживається на опалення 1м² опалювальної площі за рік. Цей показник є важливим для сертифікації енергоефективності будівлі.

Величину питомого річного теплоспоживання системою опалення будинку ω , ГДж/(рік·м²) розраховується за формулою 3.2:

$$\omega = W/A_{з.п.} \quad (3.2)$$

$$\omega = \frac{0,0615}{1382} = 0,0001609 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік} \cdot \text{м}^2} = 0,0447 \text{ кВт} \cdot \text{год}/(\text{рік} \cdot \text{м}^2)$$

$A_{з.п.}$ – загальна опалювальна площа приміщення

Низьке значення ω свідчить про те що теплоізоляція огорожувальних конструкцій а також система опалення підібрані грамотно та енергоефективно.

3.3 Розрахунок діаметрів фреоноводів

Зазвичай гідравлічний розрахунок несе собою мету визначення оптимальних діаметрів трубопроводів, швидкостей теплоносія та втрат тиску в мережі. За рахунок цих значень можна забезпечити необхідну витрату теплоносія до всіх опалювальних приладів та коректний підбір насосного обладнання або зовнішніх блоків.

У даному проекті в якості системи опалення та кондиціонування використовується VRF-система, у трубопроводах якої використовується холодоагент як теплоносій і на відміну від звичайних водяних систем опалення, де гідравлічний розрахунок можна виконати вручну, для VRF-систем такий розрахунок вручну не виконується, натомість це робиться за допомогою спеціалізованих програм.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливості проектування VRF-системи

Програмні забезпечення для розрахунку частіше за все надаються виробником обладнання. Ця програма враховує складні фізичні процеси зміни стану холодоагенту а також взаємодію всіх компонентів системи.

Також програма може розраховувати еквівалентну довжину трубопроводів. Вона включає фактичну довжину та еквівалентні довжини всіх фітингів та інших елементів які можуть створювати додатковий опір.

Для гарантій ефективної та надійної роботи системи, виробники встановлюють обмеження щодо максимальної довжини фреонових проводів, а також максимальних перепадів висот між зовнішніми та внутрішніми блоками.

Для розгалуження фреонових проводів до внутрішніх блоків використовується рефнети - спеціальні розподільні елементи, які також враховується в програму розрахунку.

Результати гідравлічного розрахунку для VRF-системи, виконані за допомогою ПО GCHV:

Максимальна сумарна довжина трубопроводів: 79,8 м

Фактична найбільш віддалена довжина: 45м

Найбільша еквівалентна довжина: 47,5 м

Загальна заправка холодоагентом: 12,26 кг

3.4 Розрахунок опалювальних приладів

Внутрішні блоки VRF-системи виконують функцію опалювальних приладів забезпечуючи подачу теплого повітря до приміщень.

Визначення розрахункового теплового потоку для кожного внутрішнього блоку здійснюється на основі теплових втрат приміщення що ним обслуговується.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення розрахункового теплового потоку та підбір внутрішніх блоків

Підбір внутрішніх блоків проводиться з урахуванням теплових витрат у кожному окремому приміщенні чи зоні що вони обслуговують. Номінальна теплопродуктивність (ТН) внутрішнього блоку, що зазначена в технічній документації виробника, повинна бути достатньою для компенсації теплових витрат конкретної зони, тобто відповідати або перевищувати розрахункові теплові втрати цієї зони. $TN \geq Q_{зр}$

Таблиця 3.2

Кінцеві дані це результат комплексного інженерного розрахунку за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Модель внутрішнього блоку	Кількість	Номінальна теплопродуктивність Вн. блоків ТН, Вт	Сумарна теплопродуктивність за моделлю, Вт
CMV-V56Q/HR1-C	2	2960, 2940	5900
CMV-V56QR/HR1	2	2940, 2920	5860
CMV-V36Q4/HR1-C	2	1850, 1830	3680
CMV-V28Q4/HR1-C	1	1450	1450
Сума всіх внутрішніх блоків	7		16890

Оскільки VRF-системи мають відмінний від традиційних водяних систем опалення з радіаторами тип теплоносія, їх розрахунки не є типовими. Таким чином підбір опалювальних приладів для VRF-системи зводиться до вибору внутрішніх блоків з відповідними характеристиками для кожної зони, що ґрунтується на теплотехнічних розрахунках для кожної зони.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

**ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ
ПОВІТРЯ**

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1 Розрахунок надходження шкідливостей до приміщення

Розрахунок виконується відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 з урахуванням всіх джерел надходження шкідливостей(вологи, надлишкової теплоти, вуглекислого газу, тощо) у повітря.\

Прийняті дані для розрахунку:

площа приміщення $S=382 \text{ м}^2$

Висота приміщення $h=5 \text{ м}$

Загальний об'єм приміщення $V=382 \cdot 5=1910 \text{ м}^3$

Кількість людей $n=61$

4.1.1 Від людей

Питомі виділення для теплого періоду року

Питоме виділення повної теплоти $q_{hf}=105 \text{ Вт/люд.}$

Питоме виділення явної теплоти $q_{явна}=60 \text{ Вт/люд.}$

Питомі виділення для холодного періоду року

Питоме виділення повної теплоти $q_{hf}=105 \text{ Вт/люд.}$

Питоме виділення явної теплоти $q_{явна}=75 \text{ Вт/люд.}$

Повна кількість теплоти $Q_{л,hf}$:

$$Q_{л,hf}=n \cdot q_{hf} \quad (4.1)$$

Теплий період:

$$Q_{л,hf \text{ тп}}=61 \cdot 105=6405 \text{ Вт}=14.4 \text{ ккал/год} \cdot \text{м}^2$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Холодний період:

$$Q_{л, hf \text{ хп}} = 61 \cdot 105 = 6405 \text{ Вт} = 14,4 \text{ ккал/год} \cdot \text{м}^2$$

Явна кількість теплоти $Q_{л, hf}$:

$$Q_{л, явна} = n \cdot q_{явна} \tag{4.2}$$

Теплий період:

$$Q_{л, явна \text{ тп}} = 61 \cdot 60 = 3660 \text{ Вт} = 8,2 \text{ ккал/год} \cdot \text{м}^2$$

Холодний період:

$$Q_{л, явна \text{ хп}} = 61 \cdot 75 = 4575 \text{ Вт} = 10,3 \text{ ккал/год} \cdot \text{м}^2$$

4.1.2 Надходження теплоти від сонячної радіації

Визначається як сума надходжень теплоти $Q_{сон}$ через перекриття та вікна для теплого періоду року

Тепловий потік через світловий отвір:

$$Q_{ос, i} = (q_p K_1 + q_{п} K_2) K_3 \cdot K_4 \cdot A_{ос} \tag{4.3}$$

де: q_p , $q_{п}$ - поверхнева густина теплового потоку Вт/м^2 від розсіяної і прямої сонячної радіації, $q_p = 100 \text{ Вт/м}^2$ $q_{п} = 300 \text{ Вт/м}^2$

K_1 , K_2 – коефіцієнти що враховують кут падіння променів, K_1 , $K_2 = 1$

K_3 – коефіцієнт для жалюзі $K_3 = 0,5$

K_4 – коефіцієнт для подвійного скла $K_4 = 0,75$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

A_{oc} – загальна площа вікон 20 м^2

$$Q_{\text{сон, скл}} = (100 \cdot 1 + 300 \cdot 1) \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 20 = 3000 \text{ Вт}$$

Тепловий потік через масивні огорожі $Q_{\text{м,і}}$

Де $Q_{\text{м,тп}} = 500 \text{ Вт}$

$$Q_{\text{сон, тп}} = Q_{\text{м,тп}} + Q_{\text{сон, скл}} = 500 + 3000 = 3500 \text{ Вт} \quad (4.4)$$

4.1.3 Теплонадходження від штучного освітлення

Даний вид теплонадходження відбувається через те що частина електричної енергії перетворюється в теплову.

$$Q_{\text{осв}} = A \cdot E \cdot q_{\text{ос}} \cdot \eta_{\text{ос}} \quad (4.5)$$

де

$A = 382 \text{ м}^2$ площа підлоги

$E = 200 \text{ Лк}$ освітленість

$q_{\text{ос}} = 0,05 \text{ Вт/м}^2 \text{ Лк}$ питоме виділення теплоти для люмінісцентних ламп

$\eta_{\text{ос}} = 0,55$ коефіцієнт надходження теплоти у робочу зону для люмінісцентних ламп

$$Q_{\text{осв}} = 382 \cdot 200 \cdot 0,05 \cdot 0,55 = 2101 \text{ В}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Тепловий баланс в приміщенні

Таблиця 4.1

Загальні надходження шкідливостей до приміщення

Дерело теплонадходження	Теплий період року, Вт	Холодний період року, Вт
Люди(явна)	3660	4575
Люди (повна)	6405	6405
Сонячна радіація	3500	0
Штучне освітлення	0	2101
Електрообладнання	2000	2000
Всього(явні)	9160	8676
Всього(повні)	11905	10506

4.2.1 Визначення градієнта температури в приміщенні

Таблиця 4.2

Період року	Параметри	Надходжен ня Вт	Витрати, Вт	Надлишки, Вт	Теплона- пруженість, Вт/м ³
Теплий	Явна	9160	-	9160	4,79
	Повна	11905	-	11905	
Холодн ий	Явна	8676	-	8676	4,54
	Повна	10506	-	10506	

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Градiєнт температури $Q_{\text{ТН}}$ - це змiна температури на одиницю довжини

$$Q_{\text{ТН}} = \frac{\Delta Q_{\text{нпр}}}{V_{\text{п}}} \quad (4.5)$$

$V_{\text{пр}}=1910\text{м}^3$ Об'єм примiщення

$\Delta Q_{\text{нпр. х}}=8676$ Вт явна надлишкова теплота холодного перiоду

$\Delta Q_{\text{нпр. т}}=9160$ Вт явна надлишкова теплота теплого перiоду

$$Q_{\text{ТН х}} = \frac{8678}{1910} = 4,54 \text{ Вт/м}^3 \text{ grad}_t=0,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{ТН т}} = \frac{9160}{1910} = 4,79 \text{ Вт/м}^3 \text{ grad}_t=0,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

4.3 Розрахунок повітрообмiну

4.3.1 Розрахунок повітрообмiну на видалення надлишкiв теплоти i вологи.

Загалом повітрообмiн є важливим пунктом до виконання, являє собою кiлькiсть повітря що необхідно для пiдтримання розрахункових параметрiв повітряного середовища. Це робиться для безпеки перебування у примiщеннi.

Повітрообмiн буває таких видiв:

- за надлишками повної та явної теплоти в примiщеннi
- за надлишками вологи в примiщеннi
- на розбавлення CO_2

Необхiдний повітрообмiн, що потрiбен для видалення зайвого тепла i вологи, мiняється в залежностi вiд параметрiв зовнiшнього повітря. Саме через це повітрообмiн визначається для теплого i холодного перiодiв року.

Коли в теплий перiод року не можна вiдкривати вiкна для покращення вентиляцiї, або вони взагалi вiдсутнi, тодi систему механiчної припливно-втяжної вентиляцiї Розраховуємо як для теплого перiоду.

					Квалiфiкацiйна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Пiдпис	Дата		

Коли в теплий період є можливість робити провітрювання відкриваючи вікна, то продуктивність припливної вентиляції визначають за нормами для холодного періоду.

Загальнообмінну вентиляцію можна проектувати з рециркуляцією повітря або без неї, закладах громадського харчування(їдальні кафе та ін.) рециркуляцію використовувати не можна, там потрібно подавати тільки свіже повітря.

Визначаємо необхідний повітрообмін за надлишками повної теплоти :

$$G_{hf} = \frac{\Delta Q_{hf,тп}}{I_l - I_{ext}} = \frac{11905}{66,3 - 55,4} = 1092,2 \text{ кг/год} \quad (4.6)$$

Де:

$\Delta Q_{hf,тп}$ – надлишки повної теплоти Вт

I_l – ентальпія видаляемого повітря кДж/кг

I_{ext} - ентальпія зовнішнього повітря кДж/кг

Необхідний повітрообмін за надлишками явної теплоти:

$$G_h = \frac{\Delta Q_{h,тп}}{c_p(t_l - t_{ext})} = \frac{9160}{1,005(28,6 - 28)} = 15190,71 \text{ кг/год} \quad (4.7)$$

Де:

$\Delta Q_{h,тп}$ – надлишки явної теплоти Вт

t_l – температура видаляемого повітря °С

t_{ext} - температура зовнішнього повітря °С

c_p – теплоємність повітря кДж/кг °С

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідний повітрообмін за надлишками вологи:

$$G_{\text{вол}} = \frac{W_{\text{вол,тп}}}{d_l - d_{\text{ext}}} = \frac{3965}{14,7 - 11,5} = 1239,06 \text{ кг/год} \quad (4.8)$$

Де:

$W_{\text{вол,тп}}$ – надлишки вологи г/год

d_l – вологовміст видаляемого повітря г/кг

d_{ext} - вологовміст зовнішнього повітря г/кг

Повітрообмін на розбавлення CO_2 м³/год

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{M_{\text{CO}_2} \cdot 1000}{1,83 \cdot \Delta C} = \frac{3660 \cdot 1000}{1,83 \cdot 500} = 4000 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.9)$$

Де:

M_{CO_2} – надходження CO_2 в приміщення г/год

ΔC – допустима концентрація CO_2

Масова витрата повітря $G_{\text{CO}_2} = L_{\text{CO}_2} \cdot \rho$ (4.10)

де $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ середня густина повітря

$$G_{\text{CO}_2} = 4000 \cdot 1,2 = 4800 \text{ кг/год}$$

Мінімальна витрата зовнішнього повітря:

Визначаємо за формулою

$$L_{\text{min}} = 3,6 \cdot (N_{\text{людей}} \cdot q_p + S \cdot q_v) = 3,6 \cdot (61 \cdot 25,2 + 382 \cdot 2,52) = 8999$$

м³/год

Де:

$N_{\text{людей}} = 61$ - кількість людей

$q_p = 25,2 \text{ м}^3/\text{год}/\text{люд}$ – питома витрата повітря на одну людину

$S = 382 \text{ м}^2$ - площа приміщення

$q_v = 2,52 \text{ м}^3/\text{год}/\text{м}^2$ - питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення

будівельних забруднень

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3.2 Побудова процесів обробки повітря в I-d діаграмі

Процес обробки повітря в теплий період року:

1. Точка ext: зовнішнє повітря $t=28\text{ }^\circ\text{C}$, $I=55,4\text{ кДж/кг}$, $d=11,5\text{ г/кг}$, $\phi=50\%$

2. Температура повітря, що видаляється з приміщення:

$$t_l = t_{wz} + \text{grad}_t(H-h_{wz}) = 27 + 0,5(5 - 1,8) = 28,6\text{ }^\circ\text{C} \quad (4.12)$$

h_{wz} – висота робочої зони

Ентальпія $I_l \approx 69,5\text{ кДж/кг}$, вологовміст $d_l \approx 16,0\text{ г/кг}$ за $\phi=60\%$

3. Температура припливного повітря після рекуператора: для теплового періоду рекуператор охолоджує зовнішнє повітря

$$t_{in,ц} = -\theta \cdot (t_{ext} - t_l) = 28 - 0,65(28 - 28,6) = 28,39\text{ }^\circ\text{C} \quad (4.13)$$

$I_{in,ц} \approx 54,8\text{ кДж/кг}$, $d_{in,ц} \approx 11,5\text{ г/кг}$

4. Сумарне навантаження теплоти на охолодження

$$Q_{пi} = \Delta Q_{hf,ГП} - \frac{I_l - I_{in,ц}}{3,6} = 11905 - \frac{4831,2(69,5 - 54,8)}{3,6} = 4704,1\text{ Вт} \quad (4.14)$$

5. Кут променя процесу з урахуванням додаткового навантаження ε

$$\varepsilon = \frac{3,6Q_{пi}}{W_{вол,ГП} + G_{ext} \cdot (d_{ext} - d_{wz})} = \frac{3,6 \cdot 4704,1}{3965 + 4831,2 \cdot (11,5 - 13,4)} = -3,25\text{ кДж/г} \quad (4.15)$$

Оскільки ε від'ємне, то відбувається осушення повітря з охолодженням

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Точка ext: зовнішнє повітря $t = -22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $I = -23,1\text{ кДж/кг}$, $d = 0,7\text{ г/кг}$, $\phi = 82\%$

2. Температура повітря, що видаляється з приміщення:

$$t_l = t_{wz} + \text{grad}_t(H - h_{wz}) = 20 + 0,5(5 - 1,8) = 21,6\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (4.16)$$

$I_l \approx 45,5\text{ кДж/кг}$, $d_l \approx 8,1\text{ г/кг}$ за $\phi = 50\%$

3. Вологовміст повітря що видаляється:

$$d_l = d_{ext} + \frac{W_{\text{вол,ХП}}}{G_{ext}} = 0,7 + \frac{3721}{4831,2} = 1,47\text{ г/кг} \quad (4.17)$$

d_l – вологовміст повітря в робочій зоні а не повітря, що видаляється з приміщення при прямоточному обміні без зволоження.

4. Кут променя процесу в приміщенні ε

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot Q_{hf,ХП}}{W_{\text{вол,ХП}}} = \frac{3,6 \cdot 10506}{3721} = 10,16\text{ кДж/г} \quad (4.18)$$

5. Температура повітря після нагріву в пластинчатому рекуператорі t_r :

$$t_r = t_{ext} + \theta \cdot (t_l - t_{ext}) = (-22) + 0,65(21,6 - (-22)) = 6,34\text{ }^{\circ}\text{C}$$

(4.19)

$\theta = 0,65$ - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3

Параметри повітря у вентиляційному процесі

період	точка	Опис	t, °C	I, кДж/кг	D г/кг	Φ, %
теплий	ext	Зовнішнє повітря	28	55,4	11,5	50
	In, ц	Припливне після рекуператора	28,39	57,92	11,5	50
	wz	Робоча зона	27	61,3	13,4	60
	I	Видаляємо повітря	28,6	66,3	14,7	60
Холодний	ext	Зовнішнє повітря	-22	- 23,1	0,7	82
	tr	Після нагріву в рекуператорі	6,34	8,1	0,7	10
	wz	Робоча зона	20	38,5	7,3	50
	I	Видаляємо повітря	21,6	42	8,0	50

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні заходи

1. Використання енергоефективного обладнання:

- Встановлення вентиляторів з електродвигунами класу енергоефективності IE3 або IE4.
- Заміна старих кондиціонерів на інверторні системи.

2. Рекуперація тепла:

- Встановлення рекуператорів у системах вентиляції для повторного використання тепла витяжного повітря.

3. Зонування системи кондиціонування:

- Поділ приміщень на зони з окремим керуванням температурою.

4. Ізоляція повітроводів:

- Теплоізоляція повітроводів для зменшення втрат енергії.

Автоматизація та керування

1. Системи автоматичного керування (BMS):

- Впровадження системи диспетчеризації для моніторингу та оптимізації роботи вентиляції та кондиціонування.

2. Датчики присутності та CO₂:

- Регулювання вентиляції залежно від кількості людей у приміщенні.

3. Таймери та графіки роботи:

- Автоматичне вимкнення систем у неробочий час.

Організаційні заходи

1. Регулярне технічне обслуговування:

- Чистка фільтрів, перевірка герметичності, налаштування систем.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Навчання персоналу:

- Інструктаж щодо раціонального використання систем кондиціонування.

3. Контроль температурних режимів:

- Встановлення оптимальних температур (наприклад, +24°C влітку).

Висновок

Застосування комплексу технічних, організаційних та автоматизованих заходів з енергозбереження в системах вентиляції та кондиціонування дозволяє суттєво знизити споживання енергії в торговельному корпусі.

Встановлення енергоефективного обладнання, впровадження систем рекуперації тепла, автоматичне регулювання роботи систем відповідно до реальних потреб, а також належне обслуговування та навчання персоналу — усе це сприяє підвищенню енергоефективності будівлі, зменшенню експлуатаційних витрат та покращенню мікроклімату для відвідувачів і працівників.

Раціональне використання енергоресурсів є не лише економічно вигідним, а й екологічно доцільним кроком у напрямку сталого розвитку.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6

АВТОМАТИЗАЦІЯ

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для всіх систем автоматизації визначаються загальні вимоги рядом нормативних документів, головними з яких є:

- ДСТУ Б А.2.4-3:2009 «Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів»,

- «Правила устройства электроустановок (ПУЭ)»,

- ДНАОП 0.00-1.32-01

В ДНАОП 0.00-1.32-01 приведені правила влаштування устроїв електрообладнання спеціальних установок, тобто об'єктів, встановлення СКП обов'язкове.

Для припливної та витяжної вентиляції, кондиціонування, холодопостачання та місцевого зволоження повітря в приміщеннях обов'язкове автоматичне регулювання параметрів.

Основні параметри, які контролюються:

- температура повітря та теплоносія (холодоносія) на вході та виході устаткувань;

- температура зовнішнього повітря та в контрольних точках приміщення;

- тиск тепло-та холодоносія до та після устаткування, де тиск змінює своє значення;

- витрата теплоти, яка споживається системою опалення та вентиляції;

- тиск (різницю тисків) повітря в системах кондиціонування повітря з фільтрами та теплоутилізаторами по потребі технічних умов на обладнання чи по умові експлуатації.

Технологічними вимогами визначається необхідність дистанційного контролю основних параметрів.

Розміщувати датчики потрібно в характерних точках робочої зони приміщення, в місцях, де вони не піддаються впливу нагрітих чи охолоджених поверхонь або струменів припливного повітря.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматичне блокування передбачається в:

- системах із змінною витратою зовнішнього та припливного повітря для забезпечення мінімально допустимої подачі повітря;
- теплообмінниках першого підігріву та рекуператорах для попередження їхнього заморожування;
- контурах повітрообміну, циркуляції теплоносія та холодоагенту для захисту теплообмінників; ТЕН, компресорів та ін.;
- системах протипожежного захисту та вимкнення обладнання в аварійних ситуаціях.

Передбачається автоматичне блокування в:

1. Контурах повітрообміну, циркуляції теплоносія та холодоагенту для захисту теплообмінників; ТЕН, компресорів та ін..
2. Системах із змінною витратою зовнішнього та припливного повітря для забезпечення мінімально допустимої подачі повітря.
3. Системах протипожежного захисту та вимкнення обладнання в аварійних ситуаціях.
4. Теплообмінниках першого підігріву та рекуператорах для попередження їхнього заморожування.

Негативною причиною можливого замерзання води в трубах є ламінарний рух води при від'ємній температурі зовнішнього повітря та переохолодження води в апараті. До замерзання вода схильна в першому ряді трубок з боку потоку зовнішнього повітря.

Основні фактори, які впливають на замерзання води:

- а) неправильне проектування та пов'язані із завищеною поверхнею нагріву, обв'язкою по теплоносію та засобом керування;
- б) перетік холодного повітря із-зі негерметичності клапану зовнішнього повітря та при повному закритті плунжера водяного клапана;
- в) занадто висока температура гарячої води та, як наслідок, різке зниження швидкості води, із-за чого створюється замерзання води в теплообмінниках

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Від замерзання теплообмінників захист виконується на базі двохпозиційних регуляторів з датчиками температури перед апаратом та у зворотньому трубопроводі води.

Небезпека заморожування за температурою повітря перед апаратом ($t_3 < 3 \text{ }^\circ\text{C}$) та одночасним зниженням температури зворотньої води. За таких умов повністю відкривають клапани та зупиняють припливний вентилятор. В неробочий час клапан залишається трохи відкритим (5-25%) при закритій заслонці зовнішнього повітря.

До основних функцій автоматичної системи керування вентиляцією та кондиціювання повітря відносять:

а) перевод системи припливної та витяжної вентиляції в енергозберігаючі режими роботи в години знижених навантажень, зокрема, автоматичне закриття засувки на повітропроводах, які обслуговують приміщення при його переході в неробочий стан і відповідно зниження потужності вентиляторних установок припливної та витяжної вентиляції, а також відпрацювання заданих алгоритмів увімкнення та вимкнення місцевих вентиляційно- кондиційних установок;

б) підтримання параметрів повітря в границях санітарних норм та спеціальних вимог в приміщеннях, завдяки керуванню кондиціонерами- доводчиками;

в) індикація технологічних параметрів окремих вузлів системи вентиляції на локальних пультах керування з можливістю налаштування цих вузлів та зв'язок з рівнем диспетчерського керування;

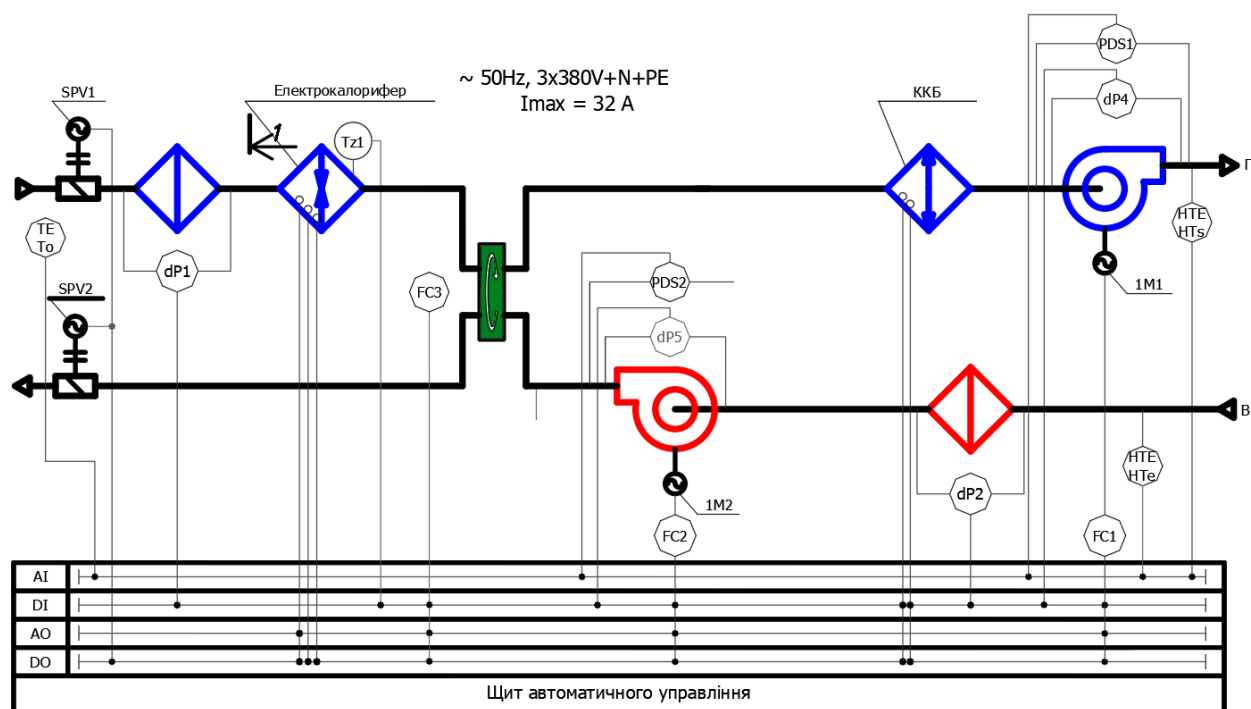
г) перевод систем в аварійні режими функціонування у визначених ситуаціях, зокрема, вимкнення агрегатів загальнообмінної припливної та витяжної вентиляції та запуск аварійної вентиляції для видалення диму при пожежі.;

д) регулювання температури та вологості повітря, яке поступає в систему повітропроводів припливної вентиляції;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

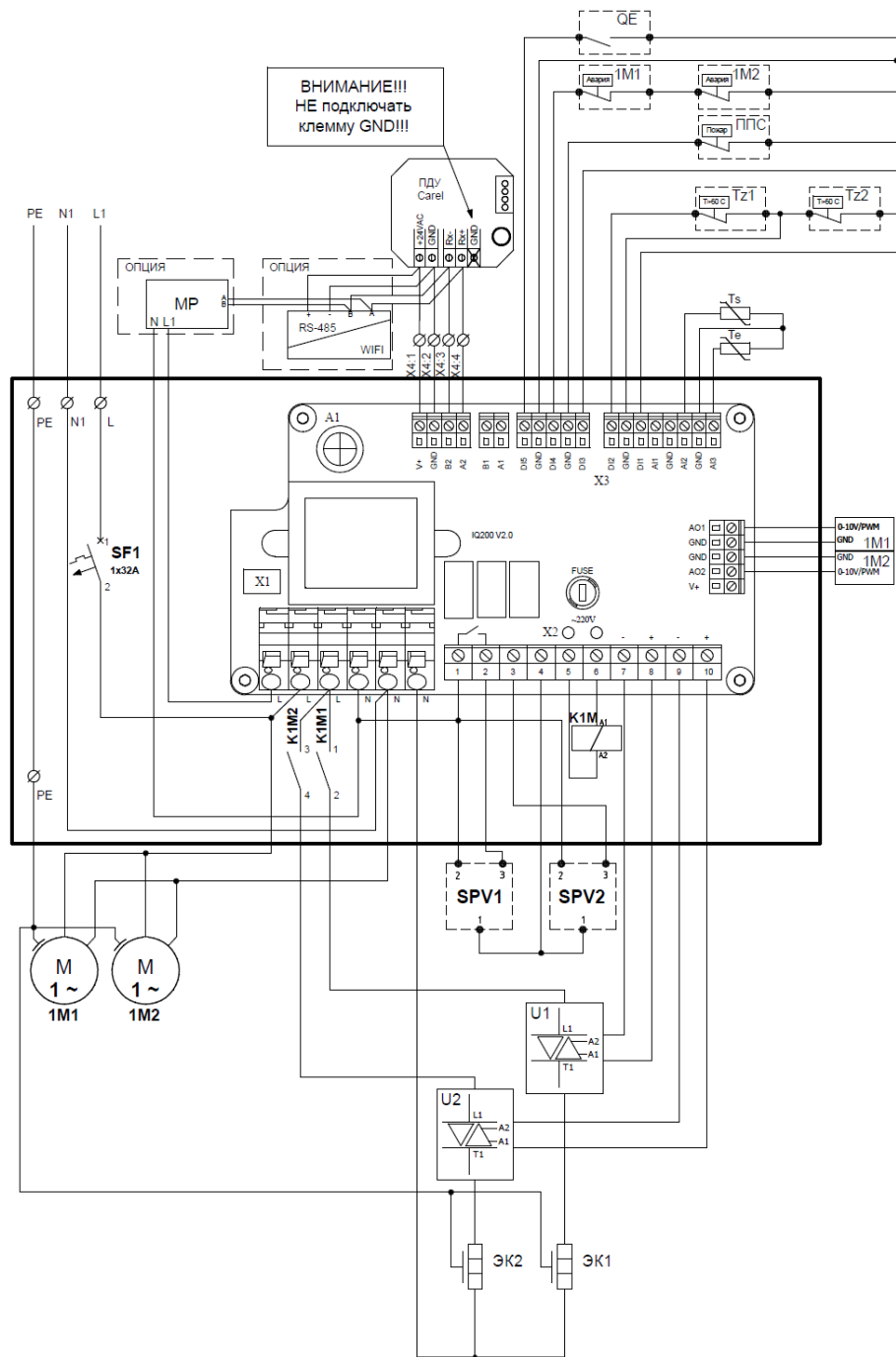
е) оповіщення оператора при відмові окремих приладів та агрегатів, а також при виникненні предаварійних ситуацій та на випадок, якщо які небудь вузли системи вентиляції знаходяться в робочому стані, хоча по регламенту їм належить бути вимкненими.

ПРИНЦИПОВА СХЕМА ЕЛЕМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ



Обозначение	Наименование	Тип	Кол-во	Комплект
-	Щит управления	Аэростар	1	с автоматикой
-	Схема электрическая принципиальная	Аэростар	1	
ПДУ	Пульт управления	CAREL th Tune	1	
Ts, Te	Резистивный датчик температуры каналный	T-W (NTC-10k)	2	
U1	Твердотелое реле + радиатор 122x26 мм	QIANJI AC 480V 25A	1	с электрокалорифером
Tz1	Защитный термостат	----	1	
Tz2	Защитный термостат	----	1	заказывается отдельно (опция)
QE	Датчик CO ₂ или Гигростат (реле)	----	1	
SPV1, SPV2	Привод воздушного клапана	S6061-02DN/220V	2	
----	Подключение через сеть Wi-Fi	WiFi 211	1	

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Основні елементи електричної схеми:

- ЭК1- електрокалорифер;
- 1M1- двигун припливного вентилятора;
- 1M2- двигун витяжного вентилятора;
- 1M3- двигун роторного рекуператора;
- FC1-FC3- частотні перетворювачі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Невід’ємною частиною будь-якого проекту є організація охорони праці та захист навколишнього середовища, це гарантує безпеку та здоров’я працівників і мінімізує негативний вплив на довкілля.

Надання безпеки та охорона праці працівникам під час монтажу, експлуатації та обслуговування інженерних систем є пріоритетом що спрямований на запобігання нещасним випадкам, аварійним ситуаціям та професійним захворюванням. Всі роботи повинні виконуватися відповідно до чинних нормативно-правових актів України з охорони праці.

7.1 Загальні положення та нормативно-правова база

Охорона праці в Україні регулюється законодавчими та нормативно-правовими актами які встановлюють вимоги до безпеки праці та виробничого середовища. Одними з основних документів є:

Закон України «Про охорону праці». Визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їхнього життя і здоров’я в процесі трудової діяльності.

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення вентиляція та кондиціонування». Містить вимоги до проектування та облаштування інженерних систем які впливають на безпеку експлуатації.

ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення» враховує безпеку та доступність для всіх груп населення.

НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті». Встановлюють вимоги до безпеки при роботах що виконуються на висоті. Наприклад при монтажі зовнішніх блоків VRF-системи, повітропроводів або обслуговуванні обладнання на даху.

НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Регламентують вимоги до безпеки при роботі з електронним обладнанням та мережами що є критичними для в VRF-системи, вентиляційних установок, освітлення та електрообладнання.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Визначають допустимі параметри повітряного середовища для забезпечення комфорту та здоров'я працівників.

Адміністрації торговельного приміщення несе відповідальність за організацію безпечних умов праці, проведення інструктажів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та контроль за дотриманням норм охорони праці.

Працівник зобов'язаний пройти інструктажі з охорони праці, а саме:

- Під час прийому на роботу(вступний)
- На робочому місті (вступний)
- Додатково мінімум раз на три місяці(повторний)
- Якщо було порушення правил безпеки, що призвело, або могло призвести до негативних наслідків, при змінах у робочому процесі, при перерві більше ніж 60 днів(позаплановий)
- При виконанні разових робіт, які не мають відношення до основної діяльності(цільовий)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2.Небезпечні та шкідливі факторів що можуть виникнути під час роботи

Таблиця 5.1

№	Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів(види робіт)	Кількісні оцінки	Нормативні документи
1	2	3	4	5
1	Падіння з висоти матеріалів, конструкцій тощо	Робота на висоті, монтаж важких конструкцій без належного кріплення. Роботи при розташуванні робочих місць поблизу перепаду в 1.3 м та більше земляні Монтажні покрівельні опоряджувальні: зовнішні внутрішні	3,5м 18 м 18 м 18 м 3,2 м	ДБН А.3.2-2:2009 р. 10, 14, 17, 15
2	Падіння з висоти людини	відсутність огорож захисних систем або використання надійної драбини Роботи при	3,5м 18 м 18 м 18 м 3,2 м	ДБН А.3.2-2:2009 р. 10, 14, 17, 15 ДБН В.2.2-41:2019

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		розташуванні робочих місць поблизу перепаду в 1.3 м та більше земляні Монтажні покрівельні опоряджувальні: зовнішні внутрішні		
3	Недостатність освітлення робочого місця	недостатнє або несправне освітлення в зонах монтажу прокладання комунікації. монтаж конструкцій, монтажні, опоряджувальні: внутрішні, зовнішні	30 лк 30 лк 30 лк 50 лк 30 лк	ДСТУ Б.А.3.2- 15:2011 ДБН В.2.5- 28-2018
4	Пожежна безпека	порушення правил зберігання легкозаймистих матеріалів вогневі роботи без допуску	$K_{п/б}$ $K_{вог.}$	ДБН В.1.1- 7-2016 ДБН В.1.2- 7-2008 ДСТУ Б В.1.1.-36:2016
5	Незадовільні параметри	Недостатня вентиляція сильний	$t=20-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\phi=46-60\%$	ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	мікроклімату робочої зони	перегрів або переохолодження приміщення, тепловипромінююче обладнання	$V=0,3\text{м/с}$	ДСН 3.3.6.042-99
6	Рівень шуму вище норми	Використання шумного обладнання напр. дрилі, компресори, без шумозахисту. будівельні машини, обладнання	L_p дБа	ДСН 3.3.6.037-99
7	Ураження електричним струмом	пошкодження ізоляції кабелів роботи з електро обладнанням без вимкнення живлення, під напругою, електромонтаж, освітлення	220,380 В допустимі значення	ДБН В 2.5- 28-2018 ДСТУ Б.А.3.2- 13:2011 НПАОП 40.1-1.21-98
8	Підвищена температура	роботи що пов'язані з високими температурами, наприклад зварювання плавленням металів та інші що мають високий ризик	$t \leq 180^\circ\text{C}$	ДБН А.3.2- 2-2009 (р.16)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		створити опіки. Роботи поблизу тепло генераторів у машинних відділеннях без належної вентиляції		
9	Шкідливі і токсичні хімічні речовини	робота з фреоном, клеєм, герметиками, лаками або іншими хімічними речовинами без ЗІЗ	Гранично допустима концентрація 0,15 мг/м ³	НПАОП 0.00-5.23-16 ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007

7.3.Профілактика та запобігання шкідливих факторів

7.3.1. Падіння з висоти матеріалів, конструкцій

Перед тим як розпочати роботи на висоті, треба обов'язково оцінити, що може становити небезпеку. Наприклад, якщо вантаж піднімається краном — важливо перевірити якість стропування, міцність кріплення, та чи не перевищена допустима маса. Усі матеріали й інструменти на висоті мають бути зафіксовані. Забороняється залишати речі на краю. Зони, над якими проводиться підйом або переміщення вантажів, мають бути огорожені й позначені табличками або стрічками. Стояти під вантажем категорично заборонено. Обов'язкова наявність каски з фіксатором в межах зони роботи.

Персонал має вміти переносити, кріпити, фіксувати вантажі. Варто регулярно оглядати стропи, гаки, фіксатори.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3.2. Падіння з висоти людини

Найчастіше падіння трапляються через нехтування безпекою: неправильно встановлена драбина, відсутність страхувальної системи, нестійка платформа.

Згідно з нормативами, всі роботи, які ведуться на висоті понад 1,3 м, мають виконуватись із застосуванням колективних (огороження, люльки, перехідні містки) або індивідуальних засобів захисту (прив'язі, страхувальні пояси, анкерні системи). Особливо це важливо на монтажних роботах, де багато відкритих країв, щілин і відсутні огороження.

Риштування має бути сертифікованим, встановленим на твердий рівний ґрунт і не перевантаженим. Драбини перед використанням перевіряються на міцність і стійкість.

Потрібно регулярно проводити Навчання правил роботи на висоті. Кожна висотна робота має починатися з оформлення наряду-допуску, де вказано відповідальних осіб та всі необхідні заходи безпеки. У випадку несприятливої погоди такі роботи краще перенести — це прямо впливає на безпеку.

Крім того, об'єкт повинен мати план евакуації з висоти. Працівники мають знати ці інструкції й не панікувати в критичних ситуаціях.

7.3.3. Недостатність освітлення робочого місця

Якщо на ділянці темно, ризик травматизму значно зростає. Людина може не побачити перешкоду чи неправильно оцінити відстань до елемента конструкції. Особливо це критично під час монтажу, різання металу, роботи з електрикою або важкою технікою.

Рівень освітлення повинен відповідати вимогам будівельних норм. У зонах з точними роботами - це мінімум 300 лк. Джерела світла мають бути встановлені так, щоб не утворювались тіні чи засліплення. Там, де стаціонарне світло поставити складно, використовують переносні лампи, що мають захист від ударів та вологи.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електричні кабелі повинні бути заізолювані та прокладені так, щоб через них ніхто не перечепився. Не допускається, щоб світильники висіли на ненадійних конструкціях, були без плафонів або світили в інший бік.

Всі лампи мають регулярно перевірятись, у разі поламки заміна повинна бути негайною. Також варто передбачити резервне аварійне світло на випадок зникнення електрики.

Для персоналу проводяться інструктажі з правил користування переносним освітленням і загальних вимог до світлового середовища. У важких умовах, наприклад, у вузьких проходах або у шахтах, бажано використовувати каски з ліхтариками.

7.3.4. Пожежна безпека

На будмайданчику мають бути пожежні щити, вогнегасники та доступ до джерел води або пінних систем. Якщо ведуться вогневі роботи, на них оформлюється допуск, без нього працювати не можна. Також має бути відповідальна особа, яка стежить за дотриманням правил безпеки.

Горючі речовини повинні зберігатися у герметичних ємностях з відповідним маркуванням у добре провітрюваному приміщенні. Легкозаймисте сміття (тирса, ганчір'я) потрібно регулярно прибирати.

Необхідно регулярно проводити інструктажі з пожежної безпеки: як користуватися вогнегасником, де знаходяться аварійні виходи. Всі електроустановки треба оглядати на перегрів та іскріння. Вентиляційні системи повинні бути зв'язані з пожежною сигналізацією, щоб автоматично вимикатись у разі задимлення. На об'єкті обов'язково мають бути евакуаційні схеми, місця збору та контакти пожежної служби.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3.5. Незадовільні параметри мікроклімату робочої зони

При надмірній спеці або холоді організм швидко виснажується, знижується концентрація що підвищує ризик помилок і травм.

Згідно санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99, є чітка регламентація щодо клімату. У приміщеннях повинна працювати вентиляція або кондиціонери - залежно від сезону. Взимку важливо мати рівномірне опалення. Улітку - системи охолодження або вентилятори.

Якщо параметри не відповідають нормам, перебувати на об'єкті довше допустимого часу не можна. Це має контролювати керівник робіт або уповноважена особа.

Необхідно ставити термогігрометри й анеметри для постійного нагляду за умовами. Ввести графіки провітрювання приміщень. Для працівників - спецодяг по сезону: утеплений в холодну пору року, легкий у спеку. Обов'язково має бути питна вода на місці. У вологих зонах доцільно ставити осушувачі повітря.

7.3.6. Рівень шуму вище норми

7.3.7.

У разі постійного впливу надмірний рівень шуму може призвести до втрати слуху, головного болю, проблем із нервовою системою. Якщо гучність перевищує 80 дБА — це вже зона ризику.

Для уникнення негативних наслідків необхідно ізолювати джерела шуму ставити кожухи, використовувати шумопоглинаючі панелі. Де можливо, обладнання виносять в окремі приміщення або ставлять звукоізоляційні бар'єри. Також важливо регулярно перевіряти машини й механізми — часто шум виникає через знос або несправність. Якщо деталь зламана, то вона не лише буде створювати надмірний шум, а й створювати потенційну небезпеку.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо надмірного шуму не уникнути, необхідно забезпечити персонал берушами або навушниками з шумозахистом. Проводити заміри шуму спеціальними за допомогою дозиметрів або шумомірів й вести документацію.

Працівники, які постійно перебувають у шумному середовищі, повинні проходити медогляд, особливо перевірку слуху. Для деяких процесів доцільно впровадити дистанційне керування або автоматизацію.

7.3.8. Ураження електричним струмом

Особливо небезпечними для роботи з електрикою є мокрі умови, несправне обладнання, порушення правил відключення живлення.

Електромонтажні роботи можуть виконувати лише працівники з відповідною групою допуску. Перед будь-якими діями з електроустановками обладнання має бути знеструмлене. Обов'язково використовуються діелектричні рукавички, ізоляційні інструменти, килимки. Інструмент повинен мати заземлення й бути справнимі без пошкоджень.

Слід також регулярно перевіряти опір ізоляції, справність автоматів, пристрої захисного вимкнення. Щити мають бути вільними для доступу, з чіткими підписами.

7.3.9. Підвищена температура

Перегрів впливає на здоров'я, знижує уважність і викликає втрату свідомості.

У таких зонах з надмірною температурою потрібно встановлювати захисні екрани, термоштори або ізоляційні кожухи на джерелах тепла. Також важлива ефективна вентиляція або охолодження без цього температура швидко перевищує допустимі межі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Організують режим з частими перервами, видають холодну питну воду або електроліти. Одяг має бути термостійкий, з вентиляцією. У спекотні дні медик має бути на об'єкті.

Обладнання для вентиляції чи кондиціонування потрібно регулярно обслуговувати, якщо воно перегріється чи зламається, температура стрімко підвищується.

7.3.10. Шкідливі і токсичні хімічні речовини

В будівництві часто використовуються токсичні речовини такі як клеї, герметики, фарби, хімічні суміші, фреони тощо. Їхні випари можуть спричинити алергію, отруєння, ураження слизових, а при довготривалому впливі — хронічні хвороби.

Небезпечні речовини повинні бути сертифіковані та зберігатися у спеціально облаштованих місцях з вентиляцією та застережувальними. Вогневі роботи поруч - заборонені. Працювати з хімікатами можна лише в захисному одязі: респіратори, рукавиці, окуляри.

Необхідно проводити інструктажі перед кожним новим типом робіт. У небезпечних зонах аварійні душі, пункти промивання очей, сорбенти для випадкових розливів для нейтралізації негативних наслідків.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.05-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Мінрегіонбуд України, 2013.-141 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція будівель" Мінрегіону України, 2022.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія
4. ДБН В.2.6-31:2006 Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель
5. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
6. Закон України «Про охорону праці»
7. Підприємства торгівлі ДБН В.2.2-23:2009
8. Система стандартів безпеки праці ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007
9. ДСТУ Б EN 15232 "Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, управління та управління будівлями".
10. ДСТУ 8936:2019 "Труби водогазопровідні"
11. ДСТУ 8943:2019 "Труби електрозварні".
12. ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем
13. Розрахунок теплонадходжень Cold Balance ua <https://www.soft HVAC.com/uk/cold-balance-pro>
14. ДСТУ Б А.2.4-8:2009 Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем
15. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Симферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
16. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник.-К.: КНУБА, 2002.-256 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Класифікація систем вентиляції та кондиціонування [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурса.: <http://ukrblog.vents.ua/articles/klassifikaciya-sistem-kondicionirovaniya-i-ventilyacii.html>
18. EN 15241. Ventilation for buildings. Calculation methods for energy losses due to ventilation and infiltration in buildings (includes Corrigendum AC:2011).
19. Римкевич А.А. Системний аналіз оптимізації загальнообмінної вентиляції та кондиціонування повітря. - М.: Будвидав, 1990.
20. ДБН В.1.1-31:2013-«Захист територій, будинків і споруд від шуму»
21. ДБН В.1.1-7:2016 – «Пожежна безпека об'єктів будівництва»

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

