КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ БАКАЛАВР

на тему:

Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря дитячої спортивної школи у місті Києві

Шевченко Андрій Анатолійович

(прізвище, ім’я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2026 р.

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 БАКАЛАВР

Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря дитячої спортивної школи у місті Києві

(назва)

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

Здобувач Шевченко Андрій Анатолійович

(прізвище, ім’я по батькові повністю)

Будівництво та цивільна інженерія

(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція

(освітня програма)

Група ТВ-23с

Керівник Проф.Мілейковський Віктор Олександрович

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент_____

Ідентичність підтверджую

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем і екології

Випускова кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Ступінь вищої освіти: Бакалавр

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____

„___”_____20___ р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ БАКАЛАВР

Шевченко Андрій Анатолійович

(прізвище, ім’я та по батькові студента)

1. Тема роботи: Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря дитячої спортивної школи у місті Києві.

затверджена наказом ректора КНУБА №___ від „___”_____20___р.

2. Керівник роботи Проф.Мілейковський Віктор Олександрович

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

3. Термін подання здобувача роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Вступна частина

Розділ 2. Характеристика об’єкта будівництва

Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

Розділ 4. Розрахунок системи кондиціонування та опалення

Розділ 5. Система вентиляції

Розділ 6. Технологія та організація монтажу інженерних систем

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища

5. Графічний матеріал за розділами

Аркуш 1. План першого поверху; другого поверху, третього поверху; план ПРУ; умовні позначення; експлікація приміщень першого, другого, третього поверхів, експлікація приміщень протирадіаційного укриття.

Аркуш 2. План першого поверху; другого поверху, третього поверху; план ПРУ; умовні позначення; експлікація приміщень першого, другого, третього поверхів, експлікація приміщень протирадіаційного укриття.

Аркуш 3. План першого поверху; другого поверху, третього поверху; план ПРУ; експлікація приміщень першого, другого, третього поверхів, експлікація приміщень протирадіаційного укриття; принципова схема встановлення нагрівальних приладів

Аркуш 4. Аксонометрична схема системи опалення ПРУ та 1-го поверхів; Аксонометрична схема системи опалення 2-го та 3-го поверхів; Принципова схема підключення гребінки; Вузол видалення повітря зі стояка; Вузол міжповерхового проходження мереж; Умовні позначення.

Аркуш 5. Аксонометрична схема системи опалення ПРУ та 1-го поверхів; Аксонометрична схема системи опалення 2-го та 3-го поверхів; Принципова схема підключення гребінки; Вузол видалення повітря зі стояка; Вузол міжповерхового проходження мереж; Умовні позначення.

Аркуш 6. Монтажна схема системи вентиляції П-1; комплектуальна відомість на вироби і деталі; умовні позначення.

Аркуш 7. Календарний план-графік системи вентиляції, кондиціонування та опалення; графіки руху робочої сили; Таблиця розрахунку сітьового графіку; сітьовий графік в масштабі часу; схема сітьової моделі.

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вступна частина	
Розділ 2. Характеристика об’єкта будівництва	
Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій	
Розділ 4. Розрахунок системи опалення	
Розділ 5. Розрахунок системи вентиляції та кондиціонування	
Розділ 6. Технологія та організація монтажу інженерних систем	
Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища	

Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

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

8. Дата видачі завдання_____

Керівник _____ Мілейковський В.О.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Здобувач _____ Шевченко А.А.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Зміст

1 Розділ. Вступна частина

2 Розділ. Характеристика об’єкта будівництва

2.1 Паспорт проєкту

2.2 Загальна характеристика об’єкта будівництва

3 Розділ. Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій

3.1 Теплотехнічний розрахунок огороджень.

3.2.Розрахунок тепловтрат приміщень.

4 Розділ. Розрахунок системи опалення

4.1 Обґрунтування вибору системи опалення

4.2 Основні проєктні показники системи

4.3 Вибір опалювальних приладів

4.4 Запірно-регулювальна та балансувальна арматура

4.5 Трубопроводи та особливості їх прокладання

4.6 Розподільчі вузли та поверхове розведення

4.7 Джерело теплопостачання та режим роботи системи

4.8 Експлуатаційні вимоги та висновок щодо прийнятого рішення

4.9 Технічна характеристика системи за кресленнями

4.10 Обґрунтування вибору опалювальних приладів ROMSTAL

4.11 Трубопроводи, прокладання та теплова ізоляція

4.12 Регулювання, балансування та експлуатаційна надійність

4.13 Вимоги до монтажу системи опалення

4.14 Заходи енергоефективності в системі опалення

4.15 Висновок до розділу

5 Розділ. Розрахунок системи вентиляції та кондиціонування

5.1 Вихідні дані

5.2. Розрахунок теплонадходжень приміщення

5.3. Складання теплового балансу в приміщенні

5.4. Розрахунок надходження шкідливостей

5.5. Визначення повітрообміну за шкідливостями

6 Розділ. Технології і організація монтажу інженерних систем

6.1. Технології монтажу вентиляційних систем

6.2. Організація виконання робіт по монтажу систем вентиляції

7 Розділ. Охорона праці та навколишнього середовища

7.1 Основні завдання охорони праці

7.2 Небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт

7.3 Заходи безпеки навколишнього середовища

Список використаної літератури

Додатки

РОЗДІЛ 1

ВСТУПНА ЧАСТИНА

Вступ

Метою даної бакалаврської атестаційної роботи є розроблення технічно обґрунтованих рішень з опалення, вентиляції та кондиціонування повітря для дитячої спортивної школи в місті Києві. Проєкт спрямований на формування стабільного мікроклімату в приміщеннях різного призначення: у вестибюлі, залі виставок, зоні прийому їжі, офісних кабінетах, конференц-залі, номерному фонді, санітарно-побутових приміщеннях і протирадіаційному укритті. Основна увага приділена не лише підтриманню нормативної температури та повітрообміну, а й зручності подальшої експлуатації інженерних мереж.

Вихідною основою для прийняття проєктних рішень є архітектурно-планувальні матеріали будівлі, експлікації приміщень та креслення систем ОВіК. Об’єкт має підземний рівень протирадіаційного укриття площею 332,21 м², перший поверх площею 231,92 м², другий поверх площею 283,88 м² та третій поверх площею 214,10 м². Загальна розрахункова площа приміщень за наведеними вихідними даними становить 1062,11 м². Таке функціональне зонування потребує окремого підходу до повітрообміну, теплового навантаження та розміщення обладнання на кожному рівні будівлі.

У роботі запроєктовано систему водяного опалення з використанням сталевих панельних радіаторів РОМСТАЛ типорозмірів 22-50V, 22-90V та окремих приладів із нижнім підключенням. Розрахункова теплова потужність джерела теплоти прийнята 84,5 кВт, а робоча точка системи характеризується перепадом тиску 48909 Па. На кресленнях передбачені стояки та розподільні вузли з трубопроводами dn 40, dn 32, dn 25, dn 20x2,8 та dn 25x2,5 залежно від ділянки мережі. Для балансування та регулювання використано арматуру ASV-M, ASV-P, розподілювачі на декілька відгалужень, повітровідвідники та термостатичні елементи на нагрівальних приладах.

Прийнята схема опалення забезпечує подавання теплоносія до приміщень підземного, першого, другого та третього поверхів з урахуванням тепловтрат кожної зони. Радіатори підібрано за потрібною тепловіддачею, що дає змогу компенсувати охолодження огороджувальних конструкцій і підтримувати

комфортні умови в холодний період року. Трубопроводи прокладаються організовано, із можливістю відключення окремих гілок для ремонту або налаштування. Для зменшення непродуктивних втрат тепла передбачено теплоізоляційне покриття труб товщиною 9 мм, а для видалення повітря з приладів застосовано крани Маєвського.

Вентиляція будівлі вирішена системами припливу, витяжки та припливно-витяжного повітрообміну. Основні мережі позначені як ПВ-1, П-1, П-0.1 та В-0.1, окремо виконані витяжні системи із санвузлів, кухонної зони та допоміжних приміщень. Для протирадіаційного укриття передбачено припливну систему П-0.1 з обладнанням EHSAHU-80-50 та електричним нагрівачем REH 250/6.0, а також витяжну систему В-0.1 з вентилятором ERF-80-50-K-315. Таке розділення систем дозволяє забезпечити необхідний повітрообмін у звичайному режимі експлуатації та підтримати працездатність інженерних мереж у спеціальних приміщеннях.

Повітропроводи прийнято переважно прямокутного перерізу з оцинкованої сталі. На кресленнях застосовано ділянки 620х400, 600х300, 400х200, 300х600, 250х200, 250х150, 200х250, 200х200, 200х150, 150х200, 150х150, 150х100 та 100х100 мм, а також круглі вертикальні витяжні канали діаметром 100 і 125 мм. Розподіл повітря у приміщеннях здійснюється через припливні та витяжні решітки, повітророзподільники, анемостати й витяжні зонти. У місцях, де це необхідно за протипожежними вимогами, передбачено встановлення вогнезатримуючих клапанів КПВ та ущільнення проходів через будівельні конструкції.

Система кондиціонування передбачена для підтримання комфортних параметрів у теплий період року та в приміщеннях з підвищеними внутрішніми теплонадходженнями. На планах показано зовнішні блоки кондиціонерів на даховому поверсі, а також внутрішні блоки настінного і канального типу на першому, другому та третьому поверхах. Траси холодоагенту та дренажу прокладаються з урахуванням планувальної структури будівлі, щоб мінімізувати перетини з іншими інженерними мережами. Відведення

конденсату передбачається організовано, з подальшим підключенням до системи водовідведення відповідно до прийнятих технічних рішень.

Запропоновані рішення з опалення, вентиляції та кондиціонування повітря утворюють єдину інженерну систему, що відповідає призначенню дитячої спортивної школи та особливостям його приміщень. Поєднання водяного опалення, механічної вентиляції, протипожежних елементів, регулювальної арматури й локального кондиціонування дозволяє забезпечити нормативний мікроклімат, безпечну роботу обладнання, зручне технічне обслуговування та раціональне використання енергоресурсів протягом усього періоду експлуатації будівлі.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА

2.1 Паспорт проєкту

Об’єктом проєктування у даній атестаційній випускній роботі є дитяча спортивна школа, розташована в місті Києві. Тема роботи передбачає розроблення та технічне обґрунтування систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря для будівлі громадського призначення, у якій одночасно перебувають діти, тренерський склад, адміністративний персонал та відвідувачі. Основною метою прийнятих інженерних рішень є створення стабільних параметрів внутрішнього мікроклімату, необхідних для навчально-тренувального процесу, короткочасного перебування людей, роботи адміністративних приміщень і безпечної експлуатації допоміжних зон.

Будівля має декілька функціональних рівнів: поверх протирадіаційного укриття, перший, другий та третій поверхи. За вихідними кресленнями площа приміщень ПРУ становить 332,21 м², першого поверху - 231,92 м², другого поверху - 283,88 м², третього поверху - 214,10 м². Загальна площа приміщень, врахованих у планувальних рішеннях, становить орієнтовно 1062,11 м². До складу будівлі входять вестибюльна група, зала виставок, зала прийому їжі, санітарні вузли, адміністративно-офісні приміщення, приймальня, кабінети, конференц-зала, хол, номери або кімнати тимчасового перебування, пральня та сушильна, а також технічні й захисні приміщення укриття.

Планувальна структура об’єкта визначає необхідність поділу інженерних систем на окремі функціональні групи. Приміщення з постійним або тривалим перебуванням людей потребують організованої подачі свіжого повітря, стабільного температурного режиму та можливості регулювання параметрів мікроклімату. Санітарні вузли, приміщення приготування та видачі їжі, технічні приміщення й укриття потребують окремої витяжки або спеціального режиму повітрообміну. Такий поділ дозволяє забезпечити гігієнічні вимоги, уникнути перетікання забрудненого повітря між зонами та підвищити надійність роботи систем.

Система опалення прийнята водяна, двотрубна, з розподілом теплоносія по окремих гілках і можливістю балансування. Джерелом теплоти для будівлі є тепловий ввід із розрахунковою встановленою тепловою потужністю 84,5 кВт. За матеріалами креслень робоча точка системи характеризується перепадом тиску 48909 Па, що враховується під час вибору арматури та гідравлічного ув'язування мережі. Для розподілу теплоносія передбачено стояки, колекторні вузли та розподілювачі на декілька відгалужень, що дає змогу обслуговувати окремі групи опалювальних приладів без зупинки всієї системи.

Як опалювальні прилади застосовуються сталеві панельні радіатори типу ROMSTAL 22-50V та ROMSTAL 22-90V різної довжини і теплової потужності. На підводках до приладів передбачаються термостатичні елементи та радіаторні терморегулятори, що дозволяють підтримувати задану температуру у приміщеннях залежно від їхнього призначення та режиму експлуатації. Для видалення повітря із системи використовуються крани Маєвського та повітровідвідники, а для гідравлічного регулювання - балансувальна і запірна арматура типу ASV-M, ASV-P та арматура HERZ.

Трубопроводи системи опалення прокладаються відповідно до планувальних і конструктивних особливостей будівлі. На кресленнях передбачені ділянки з трубами dn 20x2,8, dn 25x2,5, dn 25, dn 32 та dn 40. У місцях проходу через будівельні конструкції трубопроводи розміщуються у захисних гільзах, а відкриті або приховані ділянки покриваються теплоізоляцією. Для зменшення непродуктивних втрат теплоти та запобігання перегріванню конструкцій передбачене теплоізоляційне покриття трубки товщиною 9 мм.

Для забезпечення нормативного повітрообміну запроєктовано механічну припливно-витяжну вентиляцію. Схеми вентиляції включають систему ПВ-1, припливну систему П-1, систему П-0.1 для укриття, витяжну систему В-0.1, а також окремі витяжні канали від санітарних вузлів, кухонних і допоміжних приміщень. Повітря подається та видаляється через мережі повітропроводів прямокутного і круглого перерізу, припливні та витяжні решітки, витяжні зонти

круглого перерізу, канальні або дахові вентилятори та інші повітророзподільні елементи.

Повітропроводи передбачаються з оцинкованої сталі та прокладаються з урахуванням архітектурного планування приміщень. У місцях перетину протипожежних перешкод передбачаються вогнезатримувальні клапани. Для систем укриття, санітарних вузлів і допоміжних зон вентиляція має працювати з урахуванням специфіки приміщень, запобігаючи накопиченню вологи, запахів і забрудненого повітря. Прийняте рішення спрямоване на підтримання санітарно-гігієнічних умов та безпечного перебування людей у будівлі.

Система кондиціонування розглядається як складова комплексу заходів із забезпечення комфортних параметрів повітря у теплий період року. Вона повинна компенсувати надлишкові теплонадходження від людей, освітлення, обладнання, сонячної радіації та зовнішнього повітря. Для дитячої спортивної школи особливо важливим є уникнення перегрівання приміщень, різких температурних перепадів і надмірної швидкості руху повітря в зоні перебування дітей.

Прийняті інженерні рішення повинні відповідати вимогам чинних будівельних, санітарно-гігієнічних, енергетичних та протипожежних норм України. Під час експлуатації систем передбачається можливість регулювання, технічного обслуговування, очищення повітряних каналів, перевірки арматури, заміни фільтрів і контролю роботи вентиляційного та опалювального обладнання.

2.2 Загальна характеристика об’єкта будівництва

2.2.1 Місце розташування та характеристика об’єкта

Дитяча спортивна школа розміщується в межах міста Києва, яке є великим адміністративним, освітнім, транспортним і культурним центром України. Розташування об’єкта в міському середовищі обумовлює підвищені вимоги до інженерного забезпечення, енергоефективності, акустичного комфорту та надійності роботи систем життєзабезпечення. Будівля належить до громадських об’єктів спортивно-освітнього призначення, тому під час проєктування

враховуються не лише теплотехнічні показники, а й безпека дітей, зручність експлуатації та можливість обслуговування обладнання без порушення основної діяльності закладу.

Функціональне призначення будівлі передбачає поєднання навчально-тренувальних, адміністративних, побутових, технічних і захисних приміщень. На першому поверсі розташовані тамбур, вестибюль, зала виставок, зала прийому їжі, санітарні вузли, ліфтова шахта та сходова клітина. Другий поверх включає офісні приміщення, приймальню, кабінет, конференц-залу, проекторну кімнату, коридор і санвузли. На третьому поверсі передбачені хол, кімнати тимчасового перебування, санітарні вузли, пральня та сушильна. Поверх протирадіаційного укриття має самостійний набір приміщень: основні приміщення для укриття, тамбури-шлюзи, санітарний пост, медичний пункт, технічні приміщення, бойлерну, зону для підігріву та видачі їжі, приміщення для зберігання продовольства і води.

Наявність ПРУ суттєво впливає на прийняття проєктних рішень. Такі приміщення потребують надійного повітрообміну, можливості автономнішої роботи окремих систем, правильної організації витяжки, а також врахування підвищених вимог до безпеки. У звичайному режимі ці приміщення можуть не мати такого самого графіка використання, як надземні поверхи, однак їх інженерні системи повинні залишатися справними й готовими до роботи.

Будівля забезпечується основними інженерними мережами: електропостачанням, водопостачанням, каналізацією, теплопостачанням та системами вентиляції. Міська інфраструктура Києва дозволяє організувати підключення об’єкта до необхідних комунікацій, однак щільність забудови та обмеженість вільного простору вимагають раціонального розміщення обладнання, повітрозабірних і повітровикидних пристроїв, теплових вводів, вентиляційних шахт і трас трубопроводів.

Під час проєктування систем ОВК важливо враховувати режим роботи закладу. У спортивній школі можливе нерівномірне заповнення приміщень

протягом дня: у певні години збільшується кількість дітей, тренерів і відвідувачів, а в інший час працюють переважно адміністративні та технічні зони. Тому системи опалення, вентиляції та кондиціонування повинні мати достатній запас регулювання, щоб підтримувати комфортні умови як при частковому, так і при максимальному завантаженні будівлі.

2.2.2 Рельєф території

Територія будівництва розташована в межах урбанізованої частини міста Києва. Для такої ділянки характерний частково сформований штучний рельєф, який утворився внаслідок попередньої забудови, планування території, прокладання дорожнього покриття, тротуарів та підземних інженерних мереж. Рельєф можна вважати відносно спокійним, без значних перепадів висот, що позитивно впливає на організацію будівельно-монтажних робіт і прокладання зовнішніх комунікацій.

Незначні ухили території можуть використовуватися для організації поверхневого водовідведення. При цьому під час експлуатації будівлі необхідно не допустити накопичення дощової та талої води біля входів, приямків, вентиляційних шахт, зовнішніх повітрозабірних пристроїв і технічних проходів. Для інженерних систем це має практичне значення, оскільки підтоплення або надмірне зволоження зон прокладання комунікацій може негативно впливати на довговічність обладнання, теплоізоляції та захисних конструкцій.

Рельєф ділянки не створює суттєвих обмежень для розміщення будівлі та інженерного обладнання. Водночас розташування об’єкта в міському середовищі потребує врахування доступу для обслуговування, ремонту та заміни елементів систем ОВК. Особливо це стосується вентиляційних установок, повітропроводів, теплового вводу, запірно-регулювальної арматури, обладнання укриття та вузлів, які мають періодично перевірятися експлуатаційним персоналом.

2.2.3 Геологічні та гідрогеологічні умови

Геологічні умови району будівництва приймаються характерними для міської забудови Києва. Верхні шари ґрунту можуть бути представлені техногенними насипними ґрунтами, що утворилися внаслідок попереднього освоєння території, прокладання комунікацій і благоустрою. Нижче можуть залягати природні суглинисті, супіщані або піщані ґрунти різної щільності. Для інженерних систем ці умови мають значення під час прокладання зовнішніх мереж, улаштування вводів у будівлю, розміщення підземних ділянок трубопроводів і захисту конструкцій від вологи.

Гідрогеологічні умови в межах ділянки оцінюються як такі, що потребують стандартних заходів захисту підземних і заглиблених приміщень. Оскільки у складі будівлі передбачено поверх протирадіаційного укриття та технічні приміщення, необхідно забезпечити надійний захист конструкцій від проникнення вологи, організувати відведення можливих інфільтраційних вод і не допустити впливу вологості на роботу вентиляційного та теплотехнічного обладнання.

Під час прокладання трубопроводів через стіни, перекриття та огороджувальні конструкції необхідно передбачати гільзи, ущільнення проходок і захист від корозії. Особливу увагу слід приділяти місцям, де інженерні комунікації проходять через конструкції укриття або приміщення з підвищеними вимогами до герметичності й пожежної безпеки. Належне виконання таких вузлів підвищує довговічність систем, знижує ризик аварійних ситуацій і полегшує подальше технічне обслуговування.

У процесі експлуатації будівлі геологічні та гідрогеологічні фактори опосередковано впливають на роботу систем ОВК. Підвищена вологість у заглиблених приміщеннях може збільшувати навантаження на вентиляцію, сприяти появі конденсату та погіршувати умови зберігання обладнання. Саме тому для ПРУ, бойлерної, приміщення вентиляційного і фільтровентиляційного обладнання, технічних зон та санітарних вузлів необхідна стабільна витяжка і

контроль вологості повітря.

2.2.4 Кліматичні умови

Клімат міста Києва є помірно континентальним, із холодним зимовим і теплим літнім періодами. Такий кліматичний режим визначає потребу в повноцінній системі опалення в холодний період року, організованій вентиляції протягом усього року та заходах щодо охолодження або кондиціонування повітря в теплий період. Для громадської будівлі спортивно-освітнього призначення стабільність мікроклімату має особливе значення, оскільки діти більш чутливі до переохолодження, перегрівання, протягів і надмірної сухості повітря.

У холодний період року зовнішнє повітря має низьку температуру, а тепловтрати через огороджувальні конструкції, інфільтрацію та вентиляцію зростають. Для розрахунку систем опалення приймається розрахункова температура зовнішнього повітря мінус 22 °С. Це значення використовується під час визначення теплового навантаження будівлі, вибору опалювальних приладів, перевірки потужності джерела теплоти та гідравлічного розрахунку системи. Недостатній облік зимових параметрів може призвести до заниження потужності обладнання, тому система повинна забезпечувати нормативну температуру навіть за несприятливих погодних умов.

У теплий період року основними чинниками, що впливають на мікроклімат, є температура зовнішнього повітря, сонячна радіація, кількість людей у приміщеннях, робота освітлення та обладнання. У приміщеннях спортивної школи можливі значні внутрішні теплонадходження, особливо під час занять або масового перебування людей. Тому вентиляція та кондиціонування повинні працювати узгоджено: вентиляція забезпечує подачу свіжого повітря та видалення надлишків вологи і вуглекислого газу, а кондиціонування або охолодження компенсує надлишкову теплоту.

Відносна вологість повітря у Києві змінюється протягом року. У холодний період вона зазвичай вища, проте при нагріванні зовнішнього повітря в системах

вентиляції відносна вологість у приміщеннях може зменшуватися. У теплий період, навпаки, підвищена вологість у поєднанні з високою температурою може створювати відчуття задухи та дискомфорту. Для спортивних і навчальних приміщень важливо підтримувати не лише температуру, а й достатній повітрообмін, оскільки саме якість повітря безпосередньо впливає на самопочуття дітей та ефективність тренувального процесу.

Вітровий режим враховується під час розташування повітрозабірних і повітровикидних пристроїв. Необхідно запобігти повторному потраплянню видаленого повітря до припливних каналів, а також уникнути зон, де можливе занесення пилу, запахів або продуктів роботи інженерного обладнання. Для систем з механічним спонуканням руху повітря вітровий вплив не є основним джерелом переміщення повітря, однак він може впливати на роботу зовнішніх решіток, шахт і дахових елементів.

З урахуванням кліматичних умов Києва прийняті системи повинні забезпечувати енергоощадну роботу протягом року. У холодний період доцільним є використання теплової ізоляції трубопроводів та повітропроводів, автоматичного регулювання і, за можливості, рекуперації теплоти витяжного повітря. У теплий період важливими є правильний вибір витрат повітря, запобігання перегріванню приміщень і підтримання допустимої швидкості руху повітря в робочій зоні.

2.2.5 Вихідні архітектурно-планувальні показники

Архітектурно-планувальні рішення будівлі визначають трасування мереж опалення, вентиляції та кондиціонування. Наявність приміщень різного функціонального призначення в межах однієї будівлі потребує розподілу систем на окремі гілки та зони обслуговування. Для адміністративних і навчальних приміщень передбачається комфортний режим, для санітарних вузлів - переважно витяжний повітрообмін, для технічних приміщень - видалення надлишкової теплоти, вологи та можливих забруднень, а для приміщень укриття - спеціальний

підхід до повітрообміну і безпеки.

На першому поверсі найбільшу площу займає зала виставок площею 101,57 м², що вимагає організованого повітрообміну та рівномірного розподілу повітря. Вестибюль площею 54,22 м² є зоною змінного теплового навантаження через відкривання вхідних дверей і рух людей. Зала прийому їжі площею 31,97 м² потребує посиленої уваги до вентиляції, оскільки в ній можливі локальні запахи, волога та збільшена кількість людей у певні години.

На другому поверсі переважають офісні, адміністративні та допоміжні приміщення. Найбільшими за площею є конференц-зала 59,85 м² та офісне приміщення 53,31 м². Ці зони мають змінну кількість людей і потребують регулювання повітрообміну залежно від фактичного використання. Кабінети, приймальня і проекторна кімната потребують підтримання стабільної температури та достатнього рівня свіжого повітря без надмірного шуму від вентиляційного обладнання.

Третій поверх включає хол площею 43,02 м², кімнати тимчасового перебування та санітарні вузли. Для таких приміщень важливо забезпечити індивідуальний тепловий комфорт, стабільну витяжку з санвузлів і недопущення поширення запахів у суміжні зони. Пральня та сушильна площею 7,00 м² потребують видалення надлишкової вологи, тому робота вентиляції в цьому приміщенні має особливе значення.

Поверх ПРУ має площу 332,21 м² і включає основні приміщення для укриття, технічні приміщення, санітарні вузли, тамбури-шлюзи, медичний пункт, пункт керування і пожежний пост. Така структура потребує чіткого поділу потоків повітря, надійного видалення забрудненого повітря та забезпечення працездатності систем у різних режимах експлуатації.

2.2.6 Висновок щодо вихідних умов проєктування

Вихідні дані свідчать, що об’єкт має складну, але логічну функціональну структуру. Поєднання спортивно-освітніх, адміністративних, технічних,

побутових і захисних приміщень потребує комплексного підходу до проєктування систем опалення, вентиляції та кондиціонування. Основними критеріями вибору технічних рішень є безпека, санітарно-гігієнічна якість повітря, енергоефективність, ремонтопридатність і можливість регулювання параметрів мікроклімату.

Для подальших розрахунків приймаються архітектурно-планувальні показники, наведені у вихідних кресленнях, кліматичні параметри для міста Києва, розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду мінус 22 °С, встановлена теплова потужність джерела 84,5 кВт та запроєктовані схеми систем опалення і вентиляції. Саме ці показники є основою для теплотехнічного розрахунку, визначення тепловтрат, підбору опалювальних приладів, розрахунку повітрообміну та вибору обладнання систем ОВК.

РОЗДІЛ 3

ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Теплотехнічний розрахунок огороджень.

3.1.1 Методика розрахунку огороджень

Метою теплотехнічного розрахунку є вибір конструкції огородження таким чином щоб фактичний опір теплопередачі був не менший розрахункового

$$R_0^{ф} >= R_0^{н}.$$

Фактичний опір теплопередачі визначається:

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \ldots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_з}; \frac{м^2 \cdot {}^0C}{Вт} \quad (1)$$

$\alpha_в$ - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до внутрішньої стінки огородження (для стін, гладких стель – 8,7 Вт/(м^2 ^{0}С));

$\delta_1 \ldots \delta_i$ - товщини шарів огородження;

$\lambda_1 \ldots \lambda_i$ - коефіцієнт теплопровідності матеріалів приймаємо в залежності від умов експлуатації огороджень. Умови експлуатації огороджень визначаємо в залежності від вологісного режиму приміщення та зони вологості приміщення. Для даного варіанту вологісний режим приміщень нормальний і зона вологості нормальна. Отже умови експлуатації огороджувальних конструкцій буде А.

$\alpha_з$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішнього поверхні огороджень зовнішньому повітрю визначаємо (для стін - $\alpha_з$=23 Вт/(м^2 ^{0}С) ;для горищного перекриття $\alpha_з$=12 Вт/(м^2 ^{0}С);для над підвального перекриття $\alpha_з$=6 Вт/(м^2 ^{0}С)).

Результати розрахунку та підбору огороджуючих конструкцій зводимо у таблицю:

Найменування огороджуючої конструкції	***R_{min}***	***$R_{заг}$***	***Коефіцієнт теплопередачі k, Вт/(м²•°С)***	***Опис конструкцій***	***$\delta^{заг}$***
Зовнішня стіна	4,00	**4,58**	0,219	**Газобетон 1200 кг/м³ λ= 0,5 Вт/м°С - δ = 0,3 м + Мінвата175 кг/м3 λ= 0,052 Вт/м°С - $\delta_{ут}$ = 0,2 м + Розчин вапнянопіщаний 1600 кг/м3 λ= 0,81 Вт/м°С - δ = 0,05 м**	**0,550**
Горищне перекриття	6,00	**6,20**	0,162	**Залізобетонне перекриття 2500 кг/м3 λ= 2,04 Вт/м°С δ = 0,22 м + Мінеральні вати на основі базальтового волокна λ= 0,052 Вт/м°С - $\delta_{ут}$ = 0,3 м + Розчин цементно-піщаний 1800 кг/м3 λ= 0,93 Вт/м°С δ =0,05м**	**0,570**
Перекриття над підвалом	5,00	**5,22**	0,192	**Паркет дошка дубова 700 кг/м3 λ= 0,23 Вт/м°С - δ = 0,015м + Розчин цементно-піщаний1800 δ = 0,05 м + Пароізоляція 0,03 м2°С/Вт +Вироби з екструдованого пінополістеролу λ= 0,043 Вт/м°С - δут = 0,2 м + Залізобетонне перекриття 2500 кг/м3 λ= 2,04 Вт/м°С δ = 0,3 м**	**0,515**
Вікна та балконні двері	0,90	**0,93**	1,076	**Вікна з двокамерними склопакетами 4i-10-4M1-10-4i**	-
Зовнішні двері	0,70	**0,74**	1,360	**Сталь арматурнам 7850 кг/м3 λ= 58 Вт/м°С - δ = 0,025м + Мінеральні вати на основі базальтового волокна λ= 0,052 Вт/м°С - δут = 0,03 м + Сталь арматурнам 7850 кг/м3 λ= 58 Вт/м°С - δ = 0,025м**	**0,040**
Внутрішні стіни	-	**0,71**	1,408	**Кладка з порожнистої глиняної цегли λ= 0,52 Вт/м°С - 1ц.**	**0,250**

Для визначення необхідної товщини теплоізоляції необхідно в формулу підставити нормативний опір теплопередачі. Нормативний опір теплопередачі визначаємо за додатком 16 [1]. Для даного варіанту нормативний опір становить:

3.2.Розрахунок тепловтрат приміщень.

Розрахункові теплові втрати приміщення за рахунок теплопередачі через будівельні огородження $\Phi_{T,i}$, Вт, слід обчислювати за формулою, що наведена нижче і враховує основні можливі варіанти влаштування приміщення:

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

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

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

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

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

Розміри в осях, орієнтацію будинку та додаткові тепловтрати у вигляді Σβ вказуємо на схемі будинку.

Тепловтрати приміщень на інших поверхах розраховуємо за допомогою приведеного коефіцієнта.

Тепловтрати на 2-8 поверхах будуть однакові. На цих поверхах тепловтрати через міжповерхове перекриття не враховується.

Проектне теплове навантаження системи опалення приміщення визначають за формулою теплового балансу приміщення

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} + \Phi_{Q,i}, \text{ Вт}$$

де: $\Phi_{T,i}$ – трансмісійні тепловтрати через огороджувальні конструкції приміщення, Вт;

$\Phi_{V,i}$ – вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення, Вт;

$\Phi_{RH,i}$ – додаткова компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення, яка враховує ефект тимчасовості обігріву приміщення, Вт;

$\Phi_{Q,i}$ – інші можливі регулярні тепловтрати, або теплонадходження до опалюваного

приміщення, Вт.

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря:

$$H_{T,ie} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l \text{ , Вт/°С}$$

Останні поправочні коефіцієнти визначаються національними будівельними стандартами. За відсутності національних стандартів, їх значення за замовчуванням приймаються за додатком D.4.1 [2] і дорівнюють 1,0. Коефіцієнт теплопе-редачі k-будівельної конструкції огородження приміщення Uk визначається на попередніх етапах проектування системи опалення при теплотехнічному розрахунку зовнішніх будівельних конструкцій згідно ДБН В.2.5-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»

Характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через неопалюване приміщення до зовнішнього середовища визначається за формулою

$$H_{T,iue} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u \text{ , Вт/°С}$$

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через огороджувальні конструкції, що контактують із ґрунтом:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\Sigma_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot) \cdot G_w \text{ , Вт/°С}$$

Характеристика трансмісійних тепловтрат (теплонадходжень) в приміщеннях, що мають різні розрахункові температури внутрішнього повітря:

$$H_{T,ij} = \Sigma_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k \text{ , Вт/°С}$$

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення:

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

При відсутності організованого притоку:

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

$$V_{inf,i} = 2 \cdot v_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \text{ , м}^3\text{/год}$$

Для нежитлових та невиробничих:

$$V_{min,i} = Q_{tot} = n \cdot q_p + S \cdot q_B, \text{ м}^3\text{/год}$$

Додаткову компенсаційну теплову потужність для системи періодичного опалення:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}, \text{ Вт}$$

Проектне теплове навантаження опалення будівлі визначають за формулою:

$$\boldsymbol{\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Sigma\Phi_{RH,i}},\ \text{Вт}$$

Загальні розрахункові тепловтрати опалювального приміщення за спрощеною методикою обчислюються за формулою:

$$\boldsymbol{\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i}},\ \text{Вт}$$

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення $\Phi_{T,i}$ за спрощеною методикою обчислюються за формулою:

$$\boldsymbol{\Phi_{T,i} = \Sigma_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)},\ \text{Вт}$$

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення $\Phi_{V,i}$ за спрощеною методикою обчислюються за формулою:

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

Визначення теплової потужності системи опалення будівлі за спрощеною методикою виконується за формулою:

$$\boldsymbol{\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Sigma\Phi_{V,i} + \Sigma\Phi_{RH,i} + \sum\Phi_{Q,i}},\ \text{Вт}$$

Баланс тепловтрат по приміщеннях наведений в додатку № 1

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

4.1 Обґрунтування вибору системи опалення

Проєктування системи опалення дитячої спортивної школи в місті Києві виконано з урахуванням функціонального призначення будівлі, поверховості, наявності протирадіаційного укриття, режиму перебування людей та вимог до стабільного мікроклімату в навчальних, адміністративних, побутових і допоміжних приміщеннях. Основним завданням системи є компенсація тепловтрат через огороджувальні конструкції, підтримання нормативної температури внутрішнього повітря у холодний період року та забезпечення можливості індивідуального регулювання тепловіддачі опалювальних приладів.

За прийнятим технічним рішенням у будівлі передбачена водяна система опалення з розподілом теплоносія по поверхах через стояки та розподільчі вузли. Така схема є доцільною для об’єкта громадського призначення, оскільки дає змогу розділити теплові навантаження між окремими групами приміщень, спростити налагодження системи та забезпечити ремонтопридатність без повного зупинення роботи всієї мережі.

У кресленнях системи опалення передбачено окреме розведення для поверху протирадіаційного укриття, першого, другого і третього поверхів. Система охоплює приміщення різного призначення: вестибюль, залу виставок, залу прийому їжі, санітарні вузли, офісні приміщення, приймальню, конференц-залу, хол, номери, пральню та сушильне приміщення. Такий набір приміщень потребує не лише достатньої теплової потужності, а й гнучкого регулювання температури в окремих зонах.

На кресленнях джерело теплоти для системи опалення прийнято із встановленою тепловою потужністю $Ф_{tot,inst,H} = 84{,}5$ кВт. Розрахункова робоча точка системи становить $\Delta p = 48909$ Па, що враховується під час добору циркуляційного обладнання, балансувальної арматури та налагодження витрат теплоносія по гілках.

Перевагою прийнятої схеми є рівномірне подавання теплоносія до приладів, можливість відключення окремих ділянок, зручне балансування та сумісність із

сучасною терморегулювальною арматурою. Система також придатна для прихованого прокладання частини трубопроводів у конструкції підлоги, що важливо для громадської будівлі, де інженерні мережі не повинні погіршувати архітектурне рішення приміщень або створювати перешкоди для руху відвідувачів і персоналу.

До особливостей такого рішення належить потреба у якісному гідравлічному ув'язуванні контурів. Через значну кількість опалювальних приладів, різну довжину трубопроводів та наявність декількох поверхових гілок необхідно забезпечити однакову керованість усіх ділянок системи. Саме тому в проєкті передбачені розподільчі вузли, запірна, регулювальна і балансувальна арматура.

4.2 Основні проєктні показники системи

Для узагальнення прийнятих рішень основні параметри системи опалення наведено у таблиці 4.1. Дані прийнято відповідно до креслень системи опалення та специфікації обладнання.

Таблиця 4.1 - Основні характеристики запроєктованої системи опалення

Показник	Прийняте рішення
Об'єкт проєктування	Дитяча спортивна школа в м. Києві
Система	Водяне опалення з поверховим розведенням та розподільчими вузлами
Обслуговувані рівні	ПРУ, 1-й, 2-й та 3-й поверхи
Розрахункова теплова потужність джерела	Φtot,inst,H = 84,5 кВт
Робоча точка системи	Δp = 48909 Па
Основні діаметри трубопроводів	dn 15, dn 20×2,8, dn 25×2,5, dn 25, dn 32, dn 40
Опалювальні прилади	Сталеві панельні радіатори ROMSTAL типу 22-50V та 22-90V
Регулювання тепловіддачі	Термостатичні елементи, радіаторні терморегулятори, балансувальна арматура
Теплова ізоляція труб	Теплоізоляційне покриття трубки товщиною 9 мм

4.3 Вибір опалювальних приладів

Опалювальні прилади підібрано за розрахунковими тепловтратами приміщень та з урахуванням планувальної структури будівлі. На планах системи опалення передбачено застосування сталевих панельних радіаторів ROMSTAL типу 22-50V та 22-90V з різною монтажною довжиною. Потужність окремих приладів на кресленнях наведена у ватах, що дає можливість зв’язати вибір обладнання з тепловим навантаженням конкретного приміщення.

На першому поверсі встановлюються прилади для обігріву тамбура, вестибюля, зали виставок, зали прийому їжі та санітарних приміщень. Для протирадіаційного укриття радіатори розміщуються з урахуванням планувальних обмежень, шляхів евакуації та необхідності доступу до інженерного обладнання. На другому і третьому поверхах прилади розташовуються вздовж зовнішніх огороджень та біля зон найбільших тепловтрат, що дозволяє зменшити вплив холодних поверхонь на тепловий комфорт.

Сталеві панельні радіатори прийняті через високу питому тепловіддачу, компактність, відносно малу інерційність та зручність монтажу. У громадській будівлі це важливо, оскільки система повинна швидко реагувати на зміну режиму експлуатації приміщень, кількості людей і температури зовнішнього повітря.

На принциповій схемі встановлення нагрівальних приладів передбачено нижнє підключення радіатора висотою 300 або 500 мм. Такий спосіб підключення дозволяє виконати акуратне прокладання трубопроводів, зменшити кількість відкритих ділянок і полегшити прибирання приміщень. Для керування тепловіддачею біля приладу встановлюється термостатичний елемент і радіаторний терморегулятор, а для випуску повітря - кран Маєвського.

Прийняте розміщення опалювальних приладів забезпечує рівномірний розподіл тепла в об’ємі приміщень. Особлива увага приділяється зонам біля зовнішніх стін, вікон, входів і приміщень із підвищеною вологістю, оскільки саме ці ділянки найбільше впливають на відчуття теплового комфорту та стабільність внутрішнього мікроклімату.

4.4 Запірно-регулювальна та балансувальна арматура

Надійність системи опалення значною мірою залежить від правильного вибору арматури. У проєкті передбачено поєднання запірної, регулювальної, термостатичної та балансувальної арматури, що забезпечує можливість керування витратами теплоносія, локального відключення окремих приладів і стабільної роботи системи в цілому.

Для регулювання тепловіддачі радіаторів застосовуються термостатичні елементи та радіаторні терморегулятори. Вони автоматично змінюють витрату теплоносія через прилад залежно від фактичної температури повітря в приміщенні. Завдяки цьому зменшується перегрів окремих зон будівлі, підвищується комфорт і знижуються непродуктивні витрати теплової енергії.

На кресленнях аксонометричних схем передбачено застосування арматури ASV-M dn 25 та ASV-P dn 20, що використовується для гідравлічного балансування гілок. Таке рішення необхідне для системи з великою кількістю приладів і різною довжиною трубопроводів. Балансування дозволяє уникнути ситуації, коли ближні до джерела тепла прилади отримують надмірну витрату, а віддалені ділянки працюють із недостатнім прогрівом.

У вузлах підключення розподільчих гребінок передбачено використання елементів Herz 4111, Herz 4215R, Herz 4002, повітровідвідника, а також лічильника Metronic M 4 JS 1,5. Наявність цих елементів забезпечує облік, відключення, обслуговування, видалення повітря та контроль роботи окремих частин системи.

Видалення повітря із системи здійснюється через крани Маєвського на опалювальних приладах і повітровідвідники у вузлах обв’язки. Це зменшує ризик утворення повітряних пробок, шуму в трубопроводах, нерівномірного прогріву радіаторів і погіршення циркуляції теплоносія.

4.5 Трубопроводи та особливості їх прокладання

Трубопровідна мережа системи опалення запроєктована з урахуванням поверхового розподілу навантаження, розміщення опалювальних приладів і необхідності забезпечення доступу до основних вузлів обслуговування. На схемах системи опалення застосовані трубопроводи з позначеннями dn 20×2,8, dn 25×2,5, dn 15, dn 25, dn 32 та dn 40. Основні магістральні ділянки виконуються більшими діаметрами, а підводки до приладів - меншими, відповідно до потрібної витрати теплоносія.

Подаючий і зворотний трубопроводи прокладаються таким чином, щоб забезпечити мінімальну довжину трас, зручність монтажу та можливість подальшого огляду. У місцях проходу через стіни, перегородки та перекриття трубопроводи необхідно розміщувати в захисних гільзах. Це компенсує температурні деформації, захищає труби від механічного пошкодження і запобігає безпосередньому контакту з будівельними конструкціями.

Частина розподільчих трубопроводів прокладається приховано в конструкції підлоги. Таке рішення покращує зовнішній вигляд приміщень і звільняє стіни від великої кількості відкритих інженерних мереж. Водночас приховане прокладання потребує якісної теплоізоляції, надійних з’єднань і обов’язкового випробування системи до закриття конструкцій.

Для зменшення тепловтрат трубопроводи покриваються теплоізоляційним матеріалом. На принциповій схемі встановлення нагрівального приладу зазначено теплоізоляційне покриття трубки товщиною 9 мм. Ізоляція особливо важлива для ділянок, що проходять у конструкції підлоги, технічних зонах, біля зовнішніх огороджень та у приміщеннях із нерегулярним режимом експлуатації.

Під час монтажу необхідно дотримуватися проєктних ухилів, відстаней від будівельних конструкцій, місць встановлення запірної арматури та доступності роз’ємних з’єднань. Усі трубопроводи після монтажу підлягають промиванню, гідравлічному випробуванню та тепловому налагодженню.

4.6 Розподільчі вузли та поверхове розведення

Для розподілу теплоносія між окремими гілками системи передбачені розподільчі вузли. На кресленнях системи опалення зазначено розподільчі гребінки на 4, 3 та 8 відгалужень з умовними діаметрами dn 32 і dn 25. Такі вузли дозволяють організувати окреме живлення груп приладів, виконувати балансування та за потреби відключати окремі контури без втручання в роботу всієї системи.

На рівні ПРУ та першого поверху розподіл теплоносія виконано з урахуванням компактного розміщення приміщень та великої кількості санітарно-побутових і технічних зон. Для другого і третього поверхів передбачена окрема аксонометрична схема, що дає змогу простежити рух теплоносія від стояка до кожної групи опалювальних приладів.

Поверхове розведення підвищує керованість системи. Якщо виникає необхідність обслуговування одного поверху або певної групи приміщень, її можна відокремити від решти системи. Це особливо корисно для громадської будівлі, де повне припинення теплопостачання небажане під час навчального або робочого процесу.

Розміщення гребінок та балансувальної арматури повинно забезпечувати вільний доступ для огляду, налаштування і ремонту. У місцях встановлення вузлів доцільно передбачити ревізійні люки або технічні шафи, щоб обслуговування не вимагало демонтажу будівельних конструкцій.

4.7 Джерело теплопостачання та режим роботи системи

Джерелом теплової енергії для системи опалення є тепловий вузол, від якого теплоносій подається до розподільчої мережі будівлі. На схемі опалення вказано встановлену теплову потужність 84,5 кВт, що приймається як основний проєктний показник для забезпечення потреб будівлі в опаленні в розрахунковий холодний період.

Робота системи має забезпечувати підтримання нормативної температури

внутрішнього повітря в усіх приміщеннях дитячої спортивної школи. Для приміщень із постійним перебуванням людей температура повинна підтримуватися стабільно, без різких коливань. У санітарних вузлах, технічних приміщеннях, коридорах і допоміжних зонах допускається інший режим, проте система повинна виключати промерзання конструкцій і створення дискомфортних умов.

У процесі експлуатації теплова потужність приладів регулюється залежно від зовнішньої температури, фактичного тепловиділення від людей, сонячної радіації та режиму роботи вентиляції. Термостатичне регулювання на приладах дозволяє враховувати ці зміни без постійного ручного втручання персоналу.

Підживлення, заповнення, промивання та випробування системи повинні виконуватися відповідно до вимог робочої документації. Перед введенням в експлуатацію система перевіряється на герметичність, після чого проводиться налагодження витрат теплоносія по гілках і перевірка рівномірності прогріву опалювальних приладів.

4.8 Експлуатаційні вимоги та висновок щодо прийнятого рішення

Для забезпечення довговічної роботи системи опалення необхідно передбачити регулярний огляд запірної та балансувальної арматури, контроль тиску в системі, своєчасне видалення повітря, перевірку стану теплоізоляції та очищення опалювальних приладів від пилу. У приміщеннях дитячої спортивної школи це має не лише технічне, а й санітарно-гігієнічне значення, оскільки забруднення поверхонь приладів погіршує тепловіддачу і може впливати на якість повітря.

Під час експлуатації не допускається закривання радіаторів меблями, декоративними панелями або іншими предметами, що перешкоджають циркуляції повітря. Вільний рух повітря біля нагрівальних приладів забезпечує правильну конвекцію, рівномірне прогрівання приміщення та ефективне використання теплової енергії.

Прийнята система опалення відповідає функціональному призначенню об’єкта, забезпечує потрібну теплову потужність, дозволяє регулювати температуру по приміщеннях і має достатню ремонтопридатність. Використання сталевих панельних радіаторів, розподільчих вузлів, термостатичної та балансувальної арматури формує технічно обґрунтоване рішення для дитячої спортивної школи в місті Києві.

Таким чином, система опалення, прийнята в дипломному проєкті, забезпечує комфортні умови перебування дітей, працівників і відвідувачів, підтримує стабільний тепловий режим у холодний період року та створює передумови для раціонального використання теплової енергії протягом усього строку експлуатації будівлі.

4.9 Технічна характеристика системи за кресленнями

За робочими кресленнями система опалення будівлі поділена на окремі ділянки, що обслуговують поверх протирадіаційного укриття, перший, другий та третій поверхи. Джерело теплоти прийняте з установленою тепловою потужністю $Ф_{tot,inst,H} = 84,5$ кВт. Робоча точка системи за перепадом тиску становить $\Delta p = 48909$ Па. Ці параметри характеризують загальне теплове та гідравлічне навантаження системи.

На планах поверхів розміщення опалювальних приладів виконане біля зовнішніх огороджень та у зонах можливого охолодження внутрішнього повітря. Такий принцип розташування дозволяє компенсувати холодні потоки від світлопрозорих конструкцій і зменшити ризик утворення зон дискомфорту. Для дитячої спортивної школи це особливо важливо, оскільки діти можуть перебувати в приміщеннях тривалий час, а різкі температурні перепади небажані.

Основними нагрівальними приладами прийняті сталеві панельні радіатори ROMSTAL типу 22-50V і 22-90V різної довжини. У кресленнях зустрічаються прилади довжиною 0,400 м, 0,500 м, 0,600 м, 0,700 м, 0,800 м, 0,900 м, 1,000 м та 1,100 м із різною тепловою потужністю. Така різноманітність типорозмірів дає

можливість точніше прив’язати тепловіддачу до розрахункових тепловтрат конкретного приміщення.

Для організації розподілу теплоносія передбачені розподільчі вузли на 3, 4 і 8 відгалужень. Вони дозволяють згрупувати окремі контури за поверхами та приміщеннями, спростити налагодження системи і забезпечити доступ до запірно-регулювальної арматури. На аксонометричній схемі також передбачено вузол обліку з лічильником Metronic M 4 JS 1,5, що дає змогу контролювати витрати теплоносія і роботу системи загалом.

Таблиця 4.2 - Узагальнені технічні показники системи опалення

Показник	**Прийняте значення або характеристика**
Об’єкт	Дитяча спортивна школа у м. Києві
Тип системи	Водяна двотрубна система опалення з розподільчими вузлами
Джерело теплоти	Теплова мережа / тепловий ввід будівлі
Встановлена теплова потужність	84,5 кВт
Робочий перепад тиску	48909 Па
Основні опалювальні прилади	Сталеві панельні радіатори ROMSTAL 22-50V, ROMSTAL 22-90V
Регулювання	Термостатичні елементи, клапани Herz, балансувальні клапани ASV-M та ASV-P
Основні діаметри трубопроводів	dn 15; dn 20x2,8; dn 25x2,5; dn 25; dn 32; dn 40
Теплоізоляція	Трубна теплоізоляція товщиною 9 мм у вузлах підключення та на необхідних ділянках

4.10 Обґрунтування вибору опалювальних приладів ROMSTAL

Сталеві панельні радіатори є поширеним рішенням для громадських будівель завдяки компактності, високій тепловіддачі та можливості встановлення терморегулювальної арматури. Для проєктованої будівлі вони прийняті як основні нагрівальні прилади, оскільки забезпечують швидку реакцію на зміну температурного режиму та дозволяють підтримувати комфортні умови в приміщеннях різного призначення.

Радіатори типу 22 мають дві нагрівальні панелі та конвективні елементи, що підвищують інтенсивність тепловіддачі. Передача тепла відбувається шляхом випромінювання від поверхні панелей та конвекції повітря вздовж внутрішніх ребер. У приміщеннях зі значною площею зовнішніх огороджень така конструкція

дозволяє ефективно компенсувати тепловтрати без надмірного збільшення габаритів приладів.

У кресленнях застосовані модифікації ROMSTAL 22-50V і ROMSTAL 22-90V. Позначення 50V і 90V вказує на висоту приладу та виконання з нижнім підключенням. Нижнє підключення зручне для прихованого прокладання трубопроводів, зменшує кількість видимих комунікацій та покращує зовнішній вигляд приміщення. Для навчально-спортивного об’єкта це має значення, оскільки інженерні мережі повинні бути не лише функціональними, а й безпечними для користувачів.

Потужність окремих приладів на кресленнях змінюється залежно від довжини і типорозміру. Наприклад, радіатори довжиною 0,400 м забезпечують меншу тепловіддачу і застосовуються у невеликих приміщеннях або зонах з малими тепловтратами, тоді як прилади довжиною 0,900-1,100 м використовуються для більших приміщень, кутових зон або ділянок біля зовнішніх огороджень.

Таблиця 4.3 - Характеристика застосування опалювальних приладів

Тип приладу	**Особливості застосування**
ROMSTAL 22-50V	Основний сталевий панельний радіатор для більшості приміщень із помірними тепловтратами
ROMSTAL 22-90V	Прилад підвищеної висоти та потужності для зон із більшим тепловим навантаженням
Прилади з нижнім підключенням	Дає змогу виконати акуратне підключення трубопроводів і зменшити кількість відкритих комунікацій
Термостатичні елементи	Забезпечують індивідуальне регулювання температури в приміщеннях
Крани Маєвського	Служать для видалення повітря з приладів під час заповнення та експлуатації системи

4.11 Трубопроводи, прокладання та теплова ізоляція

Трубопроводи системи опалення є основним елементом транспортування теплоносія від джерела теплоти до нагрівальних приладів. Їх діаметри приймаються за результатами гідравлічного розрахунку з урахуванням

допустимих швидкостей руху води, втрат тиску на тертя та місцевих опорів. На кресленнях системи передбачено застосування трубопроводів різних діаметрів, що відповідає зміні витрати теплоносія на магістральних і підвідних ділянках.

Магістральні ділянки мають більший діаметр, оскільки транспортують сумарну витрату теплоносія до групи приладів або розподільчих вузлів. Підвідні ділянки до окремих радіаторів виконуються меншими діаметрами. Такий підхід дозволяє уникнути перевитрати матеріалів, зменшити об’єм теплоносія в системі та забезпечити стійку роботу регулювальної арматури.

Під час проходу трубопроводів через будівельні конструкції необхідно передбачати захисні гільзи. Це зменшує ризик механічного пошкодження труб, компенсує температурні деформації та полегшує виконання будівельно-монтажних робіт. У місцях доступу до арматури передбачаються ревізійні люки або відкриті ділянки, що дозволяють виконувати обслуговування без демонтажу оздоблення.

Теплоізоляція трубопроводів застосовується для обмеження непродуктивних тепловтрат, захисту від перегрівання прилеглих конструкцій та підвищення енергоефективності системи. На принциповій схемі встановлення нагрівального приладу вказане теплоізоляційне покриття трубки товщиною 9 мм. Така ізоляція доцільна на ділянках, прокладених у підлозі, нішах або зонах, де тепловіддача труб не повинна враховуватися як корисна.

4.12 Регулювання, балансування та експлуатаційна надійність

Ефективна робота двотрубної системи опалення залежить від правильного розподілу теплоносія між усіма контурами. Якщо систему не збалансувати, найближчі до джерела теплоти прилади можуть отримувати надлишкову витрату, а віддалені контури працюватимуть із недостатнім тепловим потоком. Для уникнення цього явища у проєкті застосовано балансувальні клапани ASV-M та ASV-P.

Балансувальна арматура підтримує необхідний гідравлічний режим і забезпечує стабільну роботу термостатичних клапанів. У системах із великою кількістю приладів це особливо важливо, оскільки робота термостатів постійно змінює витрату теплоносія. Автоматичне або напівавтоматичне балансування дозволяє уникнути шуму в клапанах, перепадів температури та нерівномірного прогрівання приміщень.

Термостатичні клапани біля опалювальних приладів дають змогу підтримувати задану температуру в приміщенні без постійного ручного регулювання. При підвищенні внутрішньої температури клапан зменшує витрату теплоносія через радіатор, а при зниженні температури збільшує її. Завдяки цьому система реагує на внутрішні теплонадходження від людей, освітлення, обладнання та сонячної радіації.

Для забезпечення експлуатаційної надійності передбачаються повітровідвідники, крани Маєвського, запірні вентилі та вузли спорожнення. Під час заповнення системи видалення повітря є обов’язковою операцією, оскільки повітряні пробки знижують циркуляцію теплоносія, погіршують тепловіддачу приладів і можуть спричинити шум у трубопроводах.

4.13 Вимоги до монтажу системи опалення

Монтаж системи опалення необхідно виконувати після завершення основних будівельних робіт, підготовки отворів і проходів для трубопроводів, а також перевірки відповідності фактичного планування приміщень робочим кресленням. До початку монтажу слід виконати розмітку трас трубопроводів, місць встановлення радіаторів, розподільчих вузлів, балансувальних клапанів і запірної арматури.

Радіатори встановлюються на кронштейнах або монтажних елементах, що забезпечують надійне кріплення та необхідні відстані від підлоги, стіни й підвіконня. Дотримання монтажних зазорів потрібне для нормальної циркуляції

повітря навколо приладу. Якщо радіатор розташувати занадто близько до підлоги або стіни, його фактична тепловіддача зменшиться.

Після завершення монтажу трубопроводи та з’єднання перевіряються на герметичність. Гідравлічне випробування дозволяє виявити нещільності до закриття труб у конструкціях підлоги або декоративних коробах. Після успішного випробування виконується теплоізоляція, промивання системи, заповнення теплоносієм, видалення повітря та пусконалагоджувальні роботи.

Під час налагодження необхідно перевірити роботу термостатичних клапанів, балансувальної арматури, повітровідвідників і вузла обліку. Система повинна забезпечувати прогрівання всіх приладів без шуму, гідравлічних ударів і надмірних перепадів температури між окремими приміщеннями.

Таблиця 4.4 - Основні монтажні операції системи опалення

Операція	**Зміст виконання**
Підготовчі роботи	Перевірка креслень, розмітка трас, підготовка проходів і місць кріплення
Монтаж трубопроводів	Прокладання магістралей, підвідок, встановлення гільз і кріплень
Встановлення приладів	Монтаж радіаторів, підключення клапанів, кранів Маєвського та термостатів
Монтаж арматури	Встановлення запірної, регулювальної і балансувальної арматури
Випробування	Перевірка герметичності трубопроводів та з’єднань
Пусконалагодження	Заповнення системи, видалення повітря, балансування контурів
Передача в експлуатацію	Перевірка температурного режиму і складання виконавчої документації

4.14 Заходи енергоефективності в системі опалення

Енергоефективність системи опалення забезпечується не одним окремим елементом, а сукупністю технічних рішень. До них належать правильне визначення теплового навантаження, підбір опалювальних приладів відповідної потужності, застосування термостатичного регулювання, теплоізоляція трубопроводів, гідравлічне балансування та контроль роботи системи.

Надмірне завищення теплової потужності приладів призводить до

нестабільної роботи термостатичних клапанів, перегрівання приміщень і зайвих витрат теплової енергії. Недостатня потужність, навпаки, не забезпечує нормативної температури у холодний період. Тому підбір радіаторів повинен виконуватись за результатами розрахунку тепловтрат і з урахуванням фактичної температури теплоносія.

Термостатичні елементи дозволяють використовувати безкоштовні внутрішні теплонадходження. У приміщеннях з тимчасовим перебуванням людей, офісних зонах, конференц-залі, номерах і допоміжних приміщеннях теплове навантаження протягом доби змінюється. Автоматичне регулювання зменшує подачу тепла тоді, коли в приміщенні достатньо внутрішніх теплонадходжень.

Гідравлічне балансування також є енергозберігаючим заходом. За його відсутності насосне обладнання працює з більшим навантаженням, а частина приміщень може перегріватися. Після балансування витрата теплоносія наближається до розрахункової, що підвищує ефективність роботи системи і покращує комфорт користувачів будівлі.

4.15 Висновок до розділу

У розділі розглянуто систему опалення дитячої спортивної школи в місті Києві. На підставі вихідних даних та креслень прийнято водяну двотрубну систему з розподільчими вузлами, сталевими панельними радіаторами ROMSTAL, термостатичним регулюванням і балансувальною арматурою. Встановлена теплова потужність системи становить 84,5 кВт, а робочий перепад тиску - 48909 Па.

Прийняте технічне рішення відповідає функціональному призначенню будівлі, забезпечує можливість індивідуального регулювання температури в приміщеннях, створює умови для енергоефективної експлуатації та спрощує обслуговування системи. Застосування балансувальних клапанів, термостатичних елементів і теплоізоляції трубопроводів дозволяє підвищити стабільність роботи

системи та зменшити непродуктивні втрати теплової енергії.

Розроблені рішення можуть бути використані як основа для подальшого виконання гідравлічного розрахунку, складання специфікації обладнання, розроблення монтажної карти та організації робіт із улаштування системи опалення.

Примітка: Теплотехнічний розрахунок втрат теплоти приміщень можна переглянути в додатку А.

РОЗДІЛ 5

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ

5.1. Вихідні дані

5.1.1. Призначення та основні характеристики будівлі

Місцерозташування будівлі:	***Київ***
Геграфічна широта, град.пн.ш:	***51***
Барометричний тиск, гПа:	***990***
Призначення будівлі:	***Дитяча спортивна школа***
Призначення основного приміщення:	***Зала виставок***
Висота основного приміщення, м:	***3***
Площа основного приміщення, м^2:	***102***
Кількість людей:	***85***
Об'єм приміщення, тис.м^3:	***304.71***
Лампи основного приміщення:	***люмінісцентні***

5.1.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря приймаємо згідно ДСТУ "Будівельна кліматологія"

В теплий період збільшуємо показники температури та ентальпії на 5^{0}С та 5 кДж/кг відповідно згідно п.3.2 рекомендацій [2].

Період	Температура, t_{ext}, ^{0}С	Ентальпія, i_{ext}, кДж/кг	Вологовміст, d_{ext}, г/кг	Відносна вологість, φ, %	Швидкість вітру, v, м/с
ТП	28	66	15,80	74	1
ХП	-22	-20,7	0,57	88,44	4,2

5.1.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Параметри внутрішнього повітря приймаємо згідно дод.11 [3]:

Період	Температура, ^{o}С	Відносна вологість, %	Рухливість повітря, м/с
ХП	20-22	45-30	0,1-0,15
ТП	22-25	60-30	<0,3

Розрахункові параметри внутрішнього повітря:

Період	Температура, t, ^{0}C		Ентальпія, i_{wz}, кДж/кг	Вологовміст, d_{wz}, г/кг	Відносна вологість, φ, %	Рухливість повітря, м/с
	t_{wz}	t_l				
ХП	20	20,4	31	4,4	30	0,15
ТП	23	23,6	44	8,9	50	0,2

5.2. Розрахунок теплонадходжень приміщення

5.2.1. Теплонадходження від сонячної радіації

Теплонадходження у приміщення через світлові прорізи та дахові покриття, суміщені з перекриттям, за рахунок сонячної радіації визначається за спрощеною залежністю:

$$Q_{с.р} = F_{пр} \cdot q_{с.р}^{пр} + F_{пер} \cdot q_{с.р}^{пер}$$

, де

$F_{пер}$ - площа перекриття, суміщеного з покриттям.

Розраховуємо за вихідними даними, м^2: ***102*** м^2

$q_{с.р.}^{пер}$ - питомі теплонадходження через перекриття, таб.4.3.[4], Вт/м^2: ***17*** Вт/м^2

$Q_{с.р}$= 102*17= ***1734*** *Вт*

5.2.2. Теплонадходження від освітлення

Теплонадходження від освітлення визначаються за формулою: $$Q_{осв} = F \cdot E \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}$$, де

E - освітленість, Лк

Приймаємо згідно табл. 4.2 [4]: ***200***

$q_{осв}$ - питомі виділення теплоти, Вт/м^2: ***0,1***

$\eta_{осв}$ - коефіцієнт, що враховує надходження теплоти у робочу зону: ***0,55***

F - площа підлоги приміщення: ***102*** *м^2*

$Q_{осв}$= 102*200*0,1*0,55= ***1122,1*** *Вт*

5.2.3. Теплонадходження від людей

Повна кількість теплоти, що надходить від людей, визначається за формулою:

$$Q_{л}^{hf} = \sum_{i=1}^{n} q_{i}^{hf} \cdot n_{i}$$ де

q^{hf}_i - питоме виділення повної теплоти однією людиною, Вт/люд, приймаємо рівною при легкій роботі:

$q_{hf}^{ТП}$= ***147*** *Вт/люд*

$q_{hf}^{ХП}$= ***150*** *Вт/люд*

$Q_{л\ ТП}^{hf}$= ***12495*** *Вт*

$Q_{л\ ХП}^{hf}$= ***12750*** *Вт*

Явна кількість теплоти визначається за аналогією до повної теплоти:

$$Q_{л}^{явн} = \sum_{i=1}^{n} q_{i}^{явн} \cdot n_{i}$$

$q^{явн}_i$ - питоме виділення явної теплоти однією людиною, Вт/люд, приймаємо рівною при легкій роботі:

$q_{явн}^{ТП}$= ***100*** *Вт/люд*

$q_{явн}^{ХП}$= ***79*** *Вт/люд*

$Q_{л\ ТП}^{явн}$= ***8500*** *Вт*

$Q_{л\ ХП}^{явн}$= ***6715*** *Вт*

5.2.4. Розрахунок теплонадходжень

Приміщення	Джерела теплоти	Теплонадходження в періоди року, *Вт*			
		теплий		холодний	
		явні	повні	явні	повні
Зала виставок	*Сонячна радіація*	*1734*	*1734*		
	Освітлення	*1122,1*	*1122,1*	*1122,1*	*1122,1*
	Люди	*8500*	*12495*	*6715*	*12750*
Всього	-	***11356,1***	***15351,1***	***7837,1***	***13872,1***

5.3. Складання теплового балансу в приміщенні

Розрахунок теплового балансу приміщення виконується при умові стану теплової рівноваги огорож та обладнання, що диктується постійністю та незмінністю їх температури. У загальному вигляді рівняння теплового балансу
запишеться наступним чином:

$$\Delta Q = \sum_{i=1}^{n} Q_{над_i} - \sum_{j=1}^{m} Q_{втр_j}$$

Приміщення	Період	Тепловтрати, $\Sigma Q_{втр}$, Вт		Теплонадходження, $\Sigma Q_{надх}$, Вт		Асимілююча здатність, ΔQ, Вт	
		явні	повні	явні	повні	явні	повні
Зала виставок	ХП	-	-	*7837,1*	*13872,1*	*7837,1*	***13872,1***
	ТП			*11356,1*	*15351,1*	*11356,1*	***15351,1***

5.4. Розрахунок надходження шкідливостей

5.4.1. Виділення вологи від людей

Вологонадходження від людей визначаються за формулою:

$$W_{вол\ .л} = \sum_{i=1}^{n} M_{л_i} \cdot n_i$$

, де

Млі - питомі вологонадходження від однієї людини, при легкій роботі:

$M_{лі}^{ХП}$= ***75*** *г/год*

$M_{лі}^{ТП}$= ***115*** *г/год*

$W_{вол.л}^{ХП}$= *75*85=* ***6375*** *г/год*

$W_{вол.л}^{ТП}$= *115*85 =* ***9775*** *г/год*

5.4.3. Виділення вуглекислого газу

Кількість вуглекислого газу визначають шляхом сумування газовиділеньгрупами людей з різною інтенсивністю фізичного навантаження за формулою:

$$m_{PO_{CO_2}} = \sum_{i=1}^{k} m_{PO_{CO_2}} \cdot n_i$$

mРОСО2 - к-сть вуглекислого газу, яка виділяється однією людиною залежно від характеру роботи: ***30*** *г/год*

$m_{PO_{CO_2}}$ = *30*85 =* ***2550*** *г/год*

Результати розрахунків зводимо до таблиці:

Приміщення	Період	Вологовиділення, ***Wвол,*** *кг/год*	Виділення CO_2, ***mРОСО2,*** *кг/год*	Всього, *кг/год*
Зала виставок	ХП	6,375	2,55	8,925
	ТП	9,775	2,55	12,325

5.5. Визначення повітрообміну за шкідливостями

5.5.1. Повітрообмін за санітарними нормами

Визначаємо повітрообмін по мінімальній кількості повітря на одну людину за формулою:

$$G_{in}^{сан} = 1.2 \cdot g_{сан} \cdot n$$

, де

***g**сан* - кількість повітря на одну людину за санітарними нормами, м3/год,
приймаємо згідно табл.5.1 [4]: ***20***
n - кількість людей у приміщенні.

$G_{in}^{сан}$ = *1.2*20*85* = ***2040*** *кг/год*

5.5.2. Повітрообмін на розбавлення вуглекислого газу до ГДК

Визначаємо необхідний повітрообмін з умов асиміляції вуглекислого газу:

$$G_{in}^{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{c_{wz} - c_{ext}}$$

, де

***m**CO2* - кількість CO_2, що виділяється.
$c_в = c_{гдк}$ - гранично допустима концентрація в приміщенні, г/кг згідно с.45 [5] приймаємо: ***2,16***
c**ext* - концентрація CO_2 в зовнішньому повітрі, згідно с.45 [5] рівне: ***0,61

$$G_{in}^{CO_2} = \frac{2550}{2,16-0,61} = ***1645,2*** \text{ кг/год}$$

Таким чином *повітрообміну по мінімальній кількості зовнішнього повітря* буде відповідати повітрообмін за санітарними нормами, як більший з двох вище розрахованих.

$G_{ext}^{ТП}$ = ***2040*** *кг/год*

Таблиця навантаження на систему вентиляції

№ прим. по експл.	Назва приміщень	тем-ра оС	Площа м2	Висота м	Об'єм м3	Приплив розрах	Витяжка розрах	Приплив м3/год	Витяжка м3/год	рішення по притоку	рішення по витяжці
	1 пов										
1,01	Тамбур	18	7,32	3	21,96	-	-	-	-		
1,02	Хол	18	54,22	3	162,66	2	2	200	-	ПВ-1	ПВ-1
1,03	Зала виставок	18	101,57	3	304,71	2	2	630	630	ПВ-1	ПВ-1
1,04	Зала прийому їжі	18	31,97	3	95,91	1,5		150		ПВ-1	ПВ-1
1,05	С/в чол	18	9,14	3	27,42	-	50м3/г на 1 ун.	-	150	ПВ-1	В1
1,06	С/в жін	18	9,62	3	28,86	-	50м3/г на 1 ун.	-	150	ПВ-1	В2
1,07	С/в МГН	18	4,45	3	13,35	-	50м3/г на 1 ун.	-	50	ПВ-1	В3
1,08	Ліфтова шахта	18	7,32	3	21,96	-	-	-	-		
1,09	Сходова клітка	18	9,84	3	29,52	-	-	-	-		
								980	980		
	2 пов										
2,01	Сходинкова клітина	16	9,84	3	29,52	-	-	-	-		
2,02	Офісне приміщення	18	53,31	3	159,93	-	-	345	-		
2,03	С/в чол	18	9,14	3	27,42	-	50м3/г на 1 ун.	-	150	ПВ-1	В4
2,05	С/в жін	18	9,14	3	27,42	-	75м3/г на1душ	-	150	ПВ-1	В5
2,04	С/в МГН	18	4,45	3	13,35	-	50м3/г на 1 ун.	-	45	ПВ-1	В6
2,06	Приймальня	18	18,9	3	56,7	1	1	60	60	ПВ-1	ПВ-1
2,07	Офісне приміщення	18	28,08	3	84,24	1	1	85	85	ПВ-1	ПВ-1
2,08	Кабінет	18	21,22	3	63,66	1	1	65	65	ПВ-1	ПВ-1
2,09	Офісне приміщення	18	18,2	3	54,6	1	1	55	55	ПВ-1	ПВ-1
2,1	Офісне приміщення	18	19,14	3	57,42	1	1	60	60	ПВ-1	ПВ-1
2,11	Конференц-зала	18	59,85	3	179,55	2	2	360	360	ПВ-1	ПВ-1
2,12	Проекторна кімната	18	18,9	3	56,7	3	3	170	170	ПВ-1	ПВ-1
2,13	Коридор	18	9,92	3	29,76	-	-	-			
2,14	Ліфтова шахта	18	3,8	3	11,4	-	-	-			
								1200	1200		

	3 пов										
3,01	Сходинкова клітина	16	8,03	3	24,09	-	-	-	-		
3,02	Ліфтова шахта	18	3,8	3	11,4	-	-	-			
3,03	Хол	18	43,02	3	129,06	2	-	35			
3,04	Номер №1	18	17,64	3	52,92	2 чол	2 чол	120		П-1	
3,05	С/в МГН	18	3,06	3	9,18	-	50м3/г на 1 ун.	-	125		В7
3,06	Номер №2	18	17,66	3	52,98	2 чол	2 чол	120		П-1	
3,07	С/в МГН	18	3,23	3	9,69	-	50м3/г на 1 ун.	-	125		В8
3,08	Номер №3	18	14,43	3	43,29	2 чол	2 чол	120		П-1	
3,09	С/в МГН	18	3,23	3	9,69	-	50м3/г на 1 ун.	-	125		В9
3,1	Номер №4	18	17,23	3	51,69	2 чол	2 чол	120		П-1	
3,11	С/в МГН	18	3,23	3	9,69	-	50м3/г на 1 ун.	-	125		В10
3,12	Номер №5	18	17,15	3	51,45	2 чол	2 чол	120		П-1	
3,13	С/в МГН	18	3,23	3	9,69	-	50м3/г на 1 ун.	-	125		В11
3,14	Номер №6	18	23,04	3	69,12	2 чол	2 чол	120		П-1	
3,15	С/в МГН	18	3,23	3	9,69	-	50м3/г на 1 ун.	-	125		В12
3,16	Номер №7	18	21,12	3	63,36	2 чол	2 чол	120		П-1	
3,17	С/в МГН	18	4	3	12	-	50м3/г на 1 ун.	-	125		В13
3,18	Пральня та сушилка	18	7	3	21	3	3	65	65	П-1	В14
								940	940		

Примітка: Аеродинамічний розрахунок можна переглянути в додатку Б.

РОЗДІЛ 6

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

Вихідні дані та проектна характеристика системи В3

Вихідними даними для розроблення технологічної карти є архітектурно-будівельна частина, план 1-го поверху з нанесеними трасами повітропроводів, схема систем В2-В5 та специфікація вентиляційного обладнання. У роботі прийнято, що монтаж здійснюється після завершення основних будівельних робіт у приміщенні, коли забезпечено доступ до місць кріплення повітропроводів і обладнання.

За проектним рішенням система В3 складається з мережі круглих повітропроводів діаметром 100, 125 та 150 мм, канального вентилятора Вентс 150 ВКО, круглого шумоглушника Вентс СР 150/600, зворотного клапана Вентс КОМ 150, регулювальних клапанів Вентс КР 100 і Вентс КР 125, а також повітророзподільних пристроїв. Головна ділянка системи виконується діаметром 150 мм, відгалуження до окремих решіток виконуються меншими діаметрами відповідно до розрахункових витрат.

Система призначена для видалення забрудненого або застійного повітря з приміщення зберігання інвентарю. У таких приміщеннях можливе накопичення запахів від спортивного обладнання, вологи після використання інвентарю та пилу, тому стабільна витяжка є важливою умовою підтримання належного санітарного стану. Витрата 260 м³/год дозволяє організувати регулярне повітрооновлення без надмірного шуму та без значного збільшення швидкості повітря в повітропроводах.

Таблиця 6.2.

Елемент системи В3	**Марка / розмір**	**Кількість**	**Призначення**
Канальний вентилятор	Вентс 150 ВКО	1 шт.	створення розрахункового розрідження та переміщення повітря
Шумоглушник круглий	Вентс СР 150/600	1 шт.	зниження шуму від вентилятора та руху повітря

Зворотний клапан	Вентс КОМ 150	1 шт.	захист від зворотного руху повітря
Регулювальний клапан	Вентс КР 100	2 шт.	балансування витрати на ділянках Ø100
Регулювальний клапан	Вентс КР 125	2 шт.	балансування витрати на ділянках Ø125
Решітка вентиляційна	Вентс ОРГ 200х200	1 шт.	забір повітря або оформлення отвору системи
Повітропроводи круглі	Ø100, Ø125, Ø150	за трасуванням	транспортування повітря від решіток до викиду
Фасонні частини	муфти, відводи, трійники	за схемою	зміна напрямку, підключення відгалужень і з’єднання ділянок

6.1. Технології монтажу вентиляційних систем

Підготовчі роботи перед монтажем

Підготовчий етап є основою якісного монтажу, оскільки саме на ньому уточнюють відповідність фактичних будівельних умов проектним рішенням. До початку робіт у зоні прокладання повітропроводів повинні бути завершені основні будівельні процеси, прибрані сторонні матеріали, забезпечені проходи для монтажників, підготовлені місця складування та підведене тимчасове електроживлення для ручного інструменту.

Перед доставкою виробів у монтажну зону перевіряють комплектність обладнання за специфікацією. Окремо звіряють марку вентилятора, шумоглушника, зворотного клапана, регулювальних клапанів і решіток. Діаметри фасонних частин мають відповідати проектним ділянкам. Особливу увагу приділяють круглим елементам Ø150, оскільки саме вони формують основну магістраль системи В3 і впливають на роботу вентилятора.

Під час вхідного контролю перевіряють відсутність механічних пошкоджень, деформацій кромок, перекосів фланців або патрубків, пошкодження захисного покриття та комплектність кріпильних елементів. Повітропроводи і фасонні частини тимчасово закривають заглушками або плівкою, щоб усередину не потрапляв пил. Вентилятор і шумоглушник зберігають у сухому місці, оскільки забруднення робочого колеса або звукопоглинального шару зменшує якість роботи системи.

Після приймання матеріалів виконують розмітку трас. На стінах, стелі або несучих елементах позначають осі повітропроводів, місця встановлення хомутів, підвісок, кронштейнів, вентилятора, шумоглушника, зворотного клапана та регулювальних пристроїв. Розмітку виконують з урахуванням проектних відміток, можливості обслуговування обладнання та доступу до регулювальних клапанів після завершення монтажу.

Таблиця 6.3

Підготовча операція	Зміст виконання	Результат контролю
Вивчення креслень	уточнення траси В3, діаметрів, місць встановлення обладнання	монтажники мають робочу схему системи
Приймання обладнання	звірення марок Вентс 150 ВКО, СР 150/600, КОМ 150, КР 100, КР 125	підтверджена комплектність
Огляд повітропроводів	перевірка геометрії, кромок, чистоти внутрішньої поверхні	вироби придатні до монтажу
Підготовка робочої зони	прибирання, освітлення, встановлення драбин або риштувань	забезпечено безпечний доступ
Розмітка трас	нанесення осей, місць кріплень, відміток обладнання	виконана прив’язка до будівельних конструкцій

Монтаж кріплень і опорних елементів

Кріплення повітропроводів системи В3 виконують до початку складання основних ділянок. Для круглих повітропроводів застосовують хомути, шпильки, підвіски або кронштейни, які забезпечують надійне утримання мережі без провисання та вібрацій. Відстань між кріпленнями приймають такою, щоб повітропровід не деформувався під власною масою та масою фасонних частин.

Місця встановлення вентилятора і шумоглушника потребують посиленого кріплення. Вентилятор не можна підвішувати тільки на тонкостінних ділянках повітропроводу без окремої опори, оскільки під час роботи він створює вібрацію. Шумоглушник Вентс СР 150/600 має більший зовнішній діаметр, тому для нього передбачають достатній монтажний простір і надійне закріплення з урахуванням його довжини.

Кріпильні елементи встановлюють після перевірки міцності основи. Якщо кріплення виконується до бетонних або цегляних конструкцій, використовують дюбелі або анкери. Якщо кріплення виконується до металевих елементів,

застосовують болтові з’єднання або інші рішення, передбачені проектом виконання робіт. Після монтажу кріплень перевіряють їх вертикальність, горизонтальність і відповідність позначеним осям.

Монтаж повітропроводів системи В3

Монтаж повітропроводів виконують у напрямку від основної магістралі до відгалужень або від обладнання до кінцевих решіток, залежно від доступності робочої зони. Для системи В3 доцільно спочатку зібрати ділянки Ø150, оскільки вони утворюють головний шлях руху повітря, а вже після цього під’єднати відгалуження Ø125 і Ø100. Такий порядок зменшує кількість переробок і полегшує вирівнювання системи.

Круглі повітропроводи з’єднують за допомогою муфт, ніпелів або інших типових з’єднувальних елементів. Перед складанням перевіряють чистоту торців, правильність посадки деталей і відсутність задирок. Після з’єднання стики ущільнюють, щоб уникнути підсмоктувань повітря. Нещільності в системі В3 можуть зменшити фактичну витрату через решітки і призвести до того, що вентилятор працюватиме з перевантаженням або підвищеним шумом.

Відводи встановлюють із плавним розворотом потоку. Різкі зміни напрямку небажані, тому що вони збільшують місцеві опори. Трійники та відгалуження монтують так, щоб забезпечити мінімальний гідравлічний опір та доступ до регулювальних клапанів. Якщо на ділянці передбачено дросель-клапан, його вісь повинна бути доступна для регулювання після монтажу та під час налагодження.

Після складання кожної ділянки перевіряють збіг осей, відсутність перекосів, щільність кріплення та надійність з’єднань. Під час монтажу не допускається спирання повітропроводів на решітки, корпус вентилятора або шумоглушник. Усі елементи повинні передавати навантаження на власні кріплення, а не на сусідні деталі системи.

Таблиця 6.4

Діаметр повітропроводу	Площа перерізу, м²	Площа поверхні на 1 м, м²/м	Призначення у системі В3
Ø100	0,00785	0,314	малі відгалуження та підключення окремих решіток
Ø125	0,01227	0,393	відгалуження з більшою витратою повітря
Ø150	0,01766	0,471	основна магістраль, підключення вентилятора і шумоглушника

Монтаж вентилятора Вентс 150 ВКО

Канальний вентилятор Вентс 150 ВКО є основним обладнанням системи В3. Його завдання полягає у створенні необхідного тиску для переміщення 260 м³/год повітря через решітки, повітропроводи, шумоглушник і зворотний клапан. Перед монтажем перевіряють марку вентилятора, цілісність корпуса, стан робочого колеса, наявність клемної коробки та відповідність напрямку руху повітря проектній схемі.

Вентилятор встановлюють на ділянці Ø150 відповідно до стрілки напрямку повітря на корпусі. Корпус повинен бути закріплений так, щоб не виникало перекосу патрубків. Для зменшення передачі вібрації на повітропроводи доцільно передбачити еластичні вставки або акуратне компенсаційне з’єднання, якщо це дозволяє прийняте проектне рішення. Електричне підключення виконується після механічного монтажу і перевірки доступу до обслуговування.

Після встановлення вентилятора перевіряють надійність кріплення, відсутність сторонніх предметів у корпусі, легкість обертання робочого колеса та правильність підключення. Перший пуск виконують короткочасно, щоб переконатися у правильному напрямку переміщення повітря та відсутності стороннього шуму. Остаточна робота вентилятора оцінюється під час

налагодження системи за фактичними витратами повітря.

Монтаж шумоглушника Вентс СР 150/600

Шумоглушник Вентс СР 150/600 встановлюють для зменшення шуму, який може виникати від вентилятора та руху повітря у круглих каналах. Для системи В3 це важливо, оскільки приміщення розташоване в будівлі спортивного комплексу, де надмірний шум інженерних систем небажаний. Монтаж шумоглушника виконують на прямій ділянці, без перекосу і без стискання корпуса.

Під час встановлення шумоглушника враховують його габарити: діаметр підключення Ø150 мм і довжина 600 мм. Зовнішній корпус більший за діаметр повітропроводу через наявність звукопоглинального шару, тому перед монтажем перевіряють, чи вистачає місця для встановлення та подальшого огляду. Не допускається пошкодження внутрішньої перфорованої частини або звукопоглинального матеріалу.

З'єднання шумоглушника з повітропроводами ущільнюють так само, як і інші стики системи. Після монтажу перевіряють, щоб шумоглушник не мав контакту з будівельними конструкціями, який може передавати вібрацію. Якщо шумоглушник розташований поруч із вентилятором, кріплення обох елементів повинні працювати незалежно, без додаткового навантаження один на одного.

Монтаж зворотного клапана та регулювання клапанів

Зворотний клапан Вентс КОМ 150 встановлюють на ділянці викиду або на тій частині мережі, де необхідно запобігти зворотному руху повітря. Під час монтажу обов'язково перевіряють напрямок відкривання стулок. Якщо клапан встановити навпаки, система не зможе працювати з проектною продуктивністю, а вентилятор створюватиме зайвий шум і опір.

Регулювальні клапани Вентс КР 100 і Вентс КР 125 встановлюють на відгалуженнях для балансування витрат повітря. Їх не можна ховати в недоступних зонах без ревізійного доступу, оскільки після монтажу необхідно

виконати налагодження. Положення заслінки фіксують після досягнення проектної витрати, щоб під час експлуатації воно не змінювалося випадково.

Після монтажу клапанів перевіряють вільний хід заслінки або стулок, відсутність заклинювання та щільність приєднання до повітропроводу. Усі регулювальні елементи повинні мати зрозуміле положення відкрито/закрито або можливість маркування робочого положення після пусконалагоджувальних робіт.

Монтаж решіток та повітрозабірних пристроїв

Решітки та повітрозабірні пристрої є кінцевими елементами системи, через які повітря надходить у витяжну мережу. У системі В3 передбачено застосування решітки Вентс ОРГ 200х200 та інших повітророзподільних елементів, що відповідають проектній схемі. Їх встановлюють після завершення основного монтажу повітропроводів, щоб не пошкодити лицьові поверхні під час робіт.

Перед встановленням решітки перевіряють розміри прорізу, рівність площини монтажу та чистоту повітропроводу. Решітка повинна щільно прилягати до поверхні без перекосів і зазорів. Якщо решітка має регульовані ламелі, їх положення встановлюють так, щоб не створювати зайвого місцевого опору та не погіршувати рівномірність забору повітря.

Після монтажу повітрозабірних пристроїв виконують зовнішній огляд: перевіряють горизонтальність, надійність кріплення, відсутність пошкодження лакофарбового покриття та доступність для очищення. Під час експлуатації саме на решітках накопичується пил, тому їх конструкція повинна дозволяти періодичне обслуговування.

Таблиця 6.5.

Виріб	**Прийняті габарити для розрахунку**	**Орієнтовна площа поверхні**	**Матеріал / товщина**
Вентс 150 ВКО	Ø150, L=108 мм	0,051 м²	ABS-пластик, δ≈2 мм
Вентс СР 150/600	Dзовн.=250 мм, L=600 мм	0,471 м²	оцинкована сталь, δ≈0,5 мм
Вентс КОМ 150	Ø150, L=115 мм	0,054 м²	оцинкована сталь, δ≈0,5 мм
Вентс ОРГ 200х200	200х200 мм	0,040 м²	алюміній, δ≈1,0 мм
Повітропровід Ø150	на 1 м довжини	0,471 м²/м	оцинкована сталь, δ≈0,5 мм
Повітропровід Ø125	на 1 м довжини	0,393 м²/м	оцинкована сталь, δ≈0,5 мм
Повітропровід Ø100	на 1 м довжини	0,314 м²/м	оцинкована сталь, δ≈0,5 мм

Послідовність виконання робіт

- одержання робочих креслень, перевірка системи В3 за планом і схемою;
- підготовка робочого місця, освітлення, інструменту, драбин і засобів підмощування;
- приймання вентилятора, шумоглушника, клапанів, решіток, повітропроводів та фасонних частин;
- розмітка осей повітропроводів і місць встановлення кріплень;
- монтаж хомутів, підвісок, кронштейнів та опор під обладнання;
- складання основної магістралі Ø150 з перевіркою стиків і ухилів;
- підключення відгалужень Ø125 та Ø100 із встановленням регулювальних клапанів;
- монтаж шумоглушника Вентс СР 150/600 і канального вентилятора Вентс 150 ВКО;
- встановлення зворотного клапана Вентс КОМ 150 у правильному напрямку руху повітря;
- монтаж решіток та остаточне закріплення кінцевих елементів;

- перевірка герметичності, міцності кріплень і чистоти внутрішньої порожнини каналів;
- підключення електроживлення вентилятора та короткочасний пробний пуск;
- вимірювання витрат повітря, балансування клапанами КР 100 і КР 125;
- оформлення актів прихованих робіт, результатів випробувань і виконавчої схеми.

Контроль якості монтажу

Контроль якості виконують на кожному етапі монтажу, а не тільки після завершення робіт. На підготовчій стадії контролюють відповідність обладнання проекту та комплектність поставки. Під час монтажу перевіряють правильність встановлення кріплень, збіг осей повітропроводів, якість стиків, наявність ущільнення і відсутність механічних пошкоджень.

Особливу увагу приділяють системі В3 як окремій витяжній мережі. Для неї важливо забезпечити герметичність магістралі Ø150, правильне підключення вентилятора Вентс 150 ВКО і вільну роботу зворотного клапана КОМ 150. Якщо клапан заклинює або встановлений із неправильним напрямком, фактична витрата повітря буде нижчою за проектну.

Після завершення монтажу проводять зовнішній огляд усієї траси, перевіряють чистоту решіток, надійність з’єднань, відсутність провисання ділянок і доступність регулювальних пристроїв. Результати контролю заносять до журналу робіт або оформлюють актом, якщо операція належить до прихованих чи відповідальних.

Таблиця 6.6.

Контрольована операція	**Що перевіряється**	**Спосіб контролю**	**Результат**
Вхідний контроль	марка, кількість, стан виробів	огляд, звірення зі специфікацією	допуск до монтажу
Розмітка трас	відповідність кресленню, доступність обладнання	рулетка, рівень, візуальний контроль	позначені місця кріплень
Кріплення	надійність, крок, відсутність перекосів	огляд і пробне навантаження	дозвіл на монтаж каналів
Стики повітропроводів	щільність, якість ущільнення	огляд, перевірка під час пуску	відсутність підсмоктувань
Вентилятор	напрямок потоку, обертання, шум	короткочасний пуск	підтверджена працездатність
Клапани	вільний хід, доступність регулювання	ручна перевірка, налагодження	робоче положення зафіксовано
Решітки	надійність і рівність монтажу	візуальний контроль	готовність до експлуатації

Випробування, регулюванн та здавання системи В3

Після закінчення монтажних робіт систему В3 готують до індивідуального випробування. Перед пуском перевіряють, чи прибрані сторонні предмети з повітропроводів, чи відкриті регулювальні клапани, чи правильно встановлений зворотний клапан і чи забезпечено живлення вентилятора. Пробний пуск виконують короткочасно, після чого оглядають систему на наявність вібрації, стороннього шуму або нещільностей.

Основним показником роботи системи є фактична витрата повітря. Її вимірюють у повітрозабірних пристроях або на контрольних ділянках за допомогою анемометра. Отримані значення порівнюють із проектною витратою 260 м³/год. Якщо витрата на окремих гілках відрізняється від потрібної, виконують балансування регулювальними клапанами КР 100 і КР 125.

Після регулювання перевіряють стабільність роботи вентилятора та відсутність зворотного руху повітря після його вимкнення. Остаточне положення заслінок фіксують, а результати вимірювань заносять до акта випробувань. Система вважається готовою до експлуатації після підтвердження проектної витрати, усунення зауважень і оформлення виконавчої документації.

6.2. Організація виконання робіт по монтажу систем вентиляції

6.2.1. Розробка календарного план-графіка виконання робіт.

Календарний план-графік є одним з основних документів організації будівельно-монтажного виробництва. Він встановлює послідовність виконання робіт, їх взаємне ув’язування в часі та просторі, строки виконання окремих процесів, а також потребу в трудових, технічних, матеріальних і фінансових ресурсах. Для монтажу систем вентиляції календарний план-графік дає можливість завчасно визначити порядок виконання робіт, уникнути простоїв бригад і забезпечити своєчасне введення системи в експлуатацію.

Під час монтажу вентиляції календарний план охоплює весь комплекс робіт: підготовку об’єкта, розмітку трас, встановлення кріплень, монтаж повітропроводів, фасонних частин, вентиляторів, клапанів, шумоглушників, вентиляційних решіток, герметизацію стиків, перевірку якості монтажу та пусконалагоджувальні роботи. Кожен із цих процесів має бути розміщений у графіку відповідно до технологічної послідовності.

Основне призначення календарного плану полягає в тому, щоб пов’язати обсяги робіт з реальними строками їх виконання та з наявними ресурсами. У графіку встановлюють початок і завершення кожного виду робіт, кількість робітників у бригаді, тривалість процесів, а також можливість суміщення окремих робіт без порушення технології монтажу.

Для складання календарного план-графіка використовують комплекс вихідних даних, які дозволяють точно визначити обсяги, трудомісткість і тривалість робіт. До таких даних належать робочі креслення, специфікації обладнання та матеріалів, технологічні карти, нормативна документація, дані про будівельну організацію, склад бригад, наявні механізми, умови виконання робіт і директивні строки будівництва.

№	Вихідні дані	Значення для монтажу вентиляції
1	Календарний план будівництва в складі проекту виконання робіт	Визначає загальні строки та межі виконання монтажних процесів.
2	Робоча та проектно-кошторисна документація	Містить плани, схеми, специфікації, обсяги повітропроводів, фасонних частин і обладнання.
3	Технологічні карти	Визначають прийняту технологію монтажу, склад операцій, послідовність виконання та вимоги до якості.
4	Нормативна та довідкова документація	Використовується для визначення трудомісткості, норм часу, складу бригади і вимог безпеки.
5	Дані про будівельну організацію	Враховують наявну чисельність робітників, професійний склад бригад, змінність і забезпечення механізмами.
6	Умови будівельного майданчика	Впливають на можливість складування матеріалів, переміщення заготовок і виконання монтажу на висоті.

Послідовність розробки календарного план-графіка

Розробка календарного плану виконується поетапно. Спочатку визначають номенклатуру робіт і їх технологічну послідовність, потім розраховують обсяги,

підбирають методи виконання робіт і механізми, визначають трудомісткість, машиномісткість, змінність, тривалість процесів і склад бригад. Після цього будують графічну частину плану та за потреби коригують графік відповідно до встановлених строків.

– визначення переліку робіт із встановленням технологічної послідовності їх виконання;

– розрахунок обсягів робіт за кресленнями, специфікаціями та відомостями матеріалів;

– вибір методів виконання робіт та необхідних механізмів;

– визначення трудомісткості й машиномісткості робіт;

– встановлення змінності виконання робіт;

– визначення тривалості кожного процесу;

– розрахунок складу бригад і ланок;

– побудова графічної частини календарного плану;

– коригування графіка за строками виконання будівельно-монтажних робіт.

Для монтажу систем вентиляції перелік робіт формують з урахуванням конструкції системи та прийнятої схеми монтажу. Наприклад, спочатку виконують підготовчі операції та розмітку трас, потім встановлюють опори, підвіски й кріплення, після чого переходять до монтажу повітропроводів і фасонних частин. Вентилятори, шумоглушники, клапани та решітки монтують після підготовки відповідних ділянок мережі. Завершальними операціями є герметизація, перевірка, регулювання та здавання системи.

Визначення технологічної послідовності робіт

Технологічна послідовність робіт повинна забезпечувати безпечне, якісне й безперервне виконання монтажу. Під час її встановлення враховують конструктивні особливості будівлі, розташування вентиляційних шахт і отворів, відмітки прокладання повітропроводів, габарити обладнання, можливість доставки матеріалів до місця монтажу, а також послідовність виконання суміжних будівельних і оздоблювальних робіт.

Роботи, які залежать одна від одної, розміщують у графіку послідовно. Наприклад, монтаж повітропроводів неможливо виконати до встановлення кріплень, а випробування системи не можна проводити до завершення монтажу, герметизації та перевірки правильності встановлення обладнання. Водночас окремі процеси можуть виконуватися паралельно, якщо вони не заважають одне одному. Наприклад, монтаж різних вентиляційних систем або робота на різних поверхах можуть виконуватися одночасно різними ланками.

№	**Фактор**	**Що враховується**
1	Конструктивні особливості будівлі	Визначають доступність монтажних зон, проходи через перекриття, стіни та фасади.
2	Прийнята технологія монтажу	Впливає на спосіб збирання повітропроводів, порядок укрупнення вузлів і послідовність операцій.
3	Габарити і маса виробів	Визначають потребу в механізмах, кількість робітників та умови безпечного встановлення.
4	Суміщення робіт	Дозволяє скоротити загальну тривалість монтажу за умови відсутності технологічних конфліктів.

5	Вимоги охорони праці	Враховують роботи на висоті, електробезпеку, застосування інструментів і механізмів.
6	Вимоги якості	Передбачають герметичність стиків, правильність напрямку руху повітря та відповідність проектним відміткам.

Визначення тривалості робіт і складу бригади

Тривалість виконання кожного виду робіт визначають на основі трудомісткості, кількості робітників у бригаді та прийнятої змінності. Трудомісткість може бути визначена за нормативами часу або за розрахунком обсягів робіт. Для вентиляційних систем обсягами робіт є довжина повітропроводів, кількість фасонних частин, кількість вентиляційного обладнання, клапанів, решіток, шумоглушників, кріплень та інших елементів.

Якщо відома трудомісткість процесу в людино-днях і прийнята кількість робітників, тривалість процесу визначають діленням трудомісткості на чисельність бригади. Отриманий результат округлюють до цілого числа робочих днів з урахуванням реальних умов виконання робіт.

$$T = Q / n$$

де T — тривалість виконання роботи, дні; Q — трудомісткість роботи, люд.-дні; n — кількість робітників у ланці або бригаді.

Склад бригади добирають так, щоб забезпечити безперервне виконання робіт і раціональне використання робітників. Для монтажу вентиляції до складу бригади можуть входити монтажники систем вентиляції, слюсарі-вентиляційники, електромонтажники для підключення обладнання, а також

робітники, які виконують допоміжні операції, доставку і подавання елементів у монтажну зону.

6.2.2 Побудова лінійного графіка монтажу та графіка зміни чисельності робітників

Лінійний графік є графічною частиною календарного план-графіка. На ньому кожний вид робіт зображають у вигляді горизонтальної лінії або смужки, довжина якої відповідає тривалості виконання процесу. Ліва межа смужки показує початок роботи, а права межа — її завершення. Початок відліку часу відповідає початку монтажу.

У лівій частині графіка зазвичай подають перелік робіт, одиниці виміру, обсяги, трудомісткість, кількість робітників і тривалість. У правій частині розміщують календарну шкалу за днями або змінами. На перетині рядка роботи й відповідних днів виконання зафарбовують клітинки або проводять горизонтальну лінію.

Для систем вентиляції лінійний графік дозволяє показати логіку монтажу: підготовка об’єкта, розмітка трас, монтаж кріплень, встановлення повітропроводів, монтаж фасонних частин, встановлення обладнання, герметизація стиків, перевірка системи та пусконалагоджувальні роботи. Такий спосіб зображення є простим і наочним, тому його зручно використовувати для дипломного проектування та монтажу інженерних систем на невеликих або середніх об’єктах.

№	**Вид робіт**	**Відображення на лінійному графіку**
1	Підготовчі роботи	Виконуються на початку графіка; забезпечують готовність об’єкта до монтажу.

2	Розмітка трас	Проводиться після підготовки приміщень і до встановлення кріплень.
3	Монтаж кріплень	Передує встановленню повітропроводів.
4	Монтаж повітропроводів	Є основним процесом і займає найбільшу частину графіка.
5	Монтаж обладнання	Виконується після підготовки відповідних ділянок мережі.
6	Герметизація та перевірка	Проводиться після завершення збирання системи.
7	Пусконалагоджувальні роботи	Виконуються на завершальному етапі перед здаванням системи.

Переваги та недоліки лінійного графіка

Перевагами лінійного графіка є простота побудови, наочність і зрозуміла прив’язка робіт до календарного часу. За допомогою такого графіка легко визначити, які роботи виконуються в конкретний день, які процеси можуть виконуватися паралельно та коли завершується монтаж певної частини системи.

До недоліків лінійної моделі належить те, що на ній складно показати всі технологічні й організаційні зв’язки між роботами. Якщо змінюється тривалість одного процесу, часто потрібно перебудовувати значну частину графіка. Тому для великих об’єктів із великою кількістю взаємопов’язаних процесів лінійний графік може бути менш зручним. Однак для монтажу окремих інженерних

систем, зокрема вентиляції, він є достатньо наочним і практичним.

Побудова графіка зміни чисельності робітників

Графік зміни чисельності робітників складають на підставі лінійного графіка календарного плану. Для цього по кожному дню або зміні визначають сумарну кількість робітників, які зайняті на виконанні всіх робіт, запланованих на цей період. Отримані значення наносять на графік у вигляді лінії, стовпчиків або табличної діаграми.

Графік зміни чисельності робітників дозволяє оцінити рівномірність використання трудових ресурсів. Він показує, у які дні на об’єкті працює мінімальна, середня або максимальна кількість робітників. За цим графіком можна визначити потребу в побутових приміщеннях, інструментах, робочих місцях і засобах безпеки. Також він допомагає уникнути різких перепадів чисельності бригади, які можуть свідчити про нераціональну організацію робіт.

– визначення максимальної кількості робітників на об’єкті;

– перевірка рівномірності використання трудових ресурсів;

– планування складу бригади та ланок;

– організація робочих місць, побутових приміщень і безпечних проходів;

– виявлення днів із можливим перевантаженням або простоєм робітників;

– коригування календарного плану для більш рівномірного виконання монтажу.



Розрахунок середньої чисельності робітників і коефіцієнта нерівномірності

Середню чисельність робітників визначають як відношення сумарних витрат праці до загальної тривалості виконання монтажних робіт. У розрахунках також може враховуватися чисельність робітників на окремих етапах і тривалість цих етапів.

$$ncep = (n1 \cdot t1 + n2 \cdot t2 + ... + ni \cdot ti) / T$$

де ncep — середня кількість робітників; ni — кількість робітників на окремому етапі; ti — тривалість окремого етапу; T — загальна тривалість монтажу.

Для оцінки рівномірності використання робітників визначають коефіцієнт нерівномірності зміни чисельності робітників. Він дорівнює відношенню максимальної кількості робітників до середньої кількості робітників за весь період монтажу.

$$Kp = nmax / ncep$$

де Kp — коефіцієнт рівномірності або нерівномірності зміни чисельності робітників; nmax — максимальна кількість робітників на об’єкті; ncep — середня кількість робітників.

Чим ближче значення коефіцієнта до одиниці, тим рівномірніше організовано виконання робіт. Якщо коефіцієнт має велике значення, це означає, що в окремі дні на об’єкті працює значно більше робітників, ніж у середньому. У такому випадку календарний план доцільно оптимізувати: перенести частину робіт, змінити тривалість окремих процесів або перерозподілити склад бригад.

6.2.3 Виконавча документація

Після завершення монтажу системи В3 оформлюють комплект виконавчої документації. До нього входять виконавча схема з фактичним положенням повітропроводів, акти на приховані роботи, результати перевірки кріплень і герметичності, документи на обладнання, а також акт індивідуального

випробування системи. Якщо під час монтажу були внесені незначні зміни трасування, вони повинні бути відображені на виконавчій схемі.

Окремо фіксують результати регулювання витрати повітря. У документації зазначають фактичні показники після балансування, положення регулювальних клапанів і висновок про відповідність роботи системи проектним параметрам. Для системи В3 контрольним значенням є проектна витрата 260 м³/год.

Система вважається готовою до експлуатації після усунення всіх зауважень, підтвердження працездатності вентилятора, правильної роботи зворотного клапана, відсутності нещільностей і передавання виконавчої документації відповідальній особі. Надалі система повинна періодично оглядатися, а решітки та доступні ділянки очищатися від пилу.

Таблиця 6.10.

Документ	**Що підтверджує**	**Коли оформлюється**
Акт приймання обладнання	комплектність і придатність виробів до монтажу	перед початком монтажу
Акт прихованих робіт	якість ділянок, які після завершення будуть недоступні	до закриття конструкцій або облицювання
Журнал виконання робіт	послідовність і дата виконання операцій	протягом монтажу
Акт індивідуального випробування	працездатність системи В3	після пробного пуску
Протокол регулювання витрат	досягнення проектної витрати повітря	після балансування
Виконавча схема	фактичне положення елементів системи	перед здаванням робіт

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1 Основні завдання охорони праці

Під час будівництва об’єктів обов’язково повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення, яке перебуває на прилеглих до будівельного об’єкта теориторії, небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Життя і здоров’я людини є пріорететом, тому метою розділу «Охорона праці і навколишнього середовища» є розроблення питань щодо створення безпечних і здорових умов праці в виробничому приміщенні, на робочих місцях та в робочих зонах; запобігання можливості отримання виробничих травм, професійних захворювань, отруєнь, пожеж, вибухів, аналіз впливу проектних рішень на навколишнє середовище.

Основні завдання охорони праці:

- Проектування підприємств, технологічних процесів і конструювання обладнання з обов’язковим дотриманням вимог охорони праці;
- Знаходження оптимальних співвідношень між різними факторами виробничого середовища, що дозвоялє забезпечити мінімум несприятливого впливу на здоров’я працівників;
- Встановлення, законодавче оформлення визначених норм для кожного з несприятливих або небезпечних факторів, постійний контроль за їх застосуванням;
- Розроблення конкретних заходів для покліпшення умов праці та забезпечення безпеки на робочому місці, використовуючи передові наукові та технічні досягнення у виробництві.
- Застосування раціональних засобів для захисту працівників від негативного впливу виробничого середовища, а також впровадження організаційних заходів, які зменшують ступінь цього впливу на організм людини.

Розробка та використання методів і засобів оцінки ефективності заходів з охорони праці, які плануються і виконуються.

Під час виконання робіт на людину діють шкідливі та несприятливі чинники (наприклад шум, пил, гази, пари, шкідливі речовини, тощо). Вони можуть

призвести до захворювань і втрати працездатності. Для усунення причин, умов і чинників, які мають негативний вплив на здоров'я людини, розробляються науково-організаційні, санітарно-гігієнічні заходи, для покращення умов праці і підвищення працездатності на всіх стадіях технологічного процесу.

Шкідливі і небезпечні виробничі чинники поділяються на чотири групи:

- Фізичні, до них відносяться: елементи машин і механізмів; недопустима температура машин; обладнання і повітря в робочій зоні; недопустимий рівень шуму; підвищений рівень вібрації; різні види випромінювання; підвищена напруженість електричного поля; незадовільна освітленість робочих місць; будівельні роботи на великій висоті відносно рівня землі;
- Хімічні, до них відносять: токсичні речовини, які застосовують для будівельних робіт або які знаходяться в будівельних матеріалах;
- Біологічні – різні мікроорганізми;
- Психофізіологічні – фізичні навантаження (наприклад, підйом і перенесенні вантажу у процесі робіт), нервово-психічні перевантаження, емоційні, монтонність праці та інші.

7.2 Небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів наведений у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерела виникнення факторів (види робіт)	Кількісна оцінка (допустимий параметр, чинний норматив)	Нормативні документи
1	2	3	4
Метрологічні умови виробничого середовища	Монтаж конструкцій, експлуатація систем	t= 20-22 °С ϕ = 60-40% V=0,2-0,4 м/с	ДСН 3.3.6.042-99

Освітлення робочих зон	Монтаж санітарно-технічних конструкцій, опоряджувальні внутрішній та зовнішні роботи	30 лк 30 лк 50 лк 30 лк	ДСТУ Б А.3.2-15:2011
Виробничий шум	Роботи з будівельним інструментом, механізмами, експлуатація машин	< 80дБ А < 80дБ А < 80дБ А	ДСН 3.3.6-037-99 ДБН В.1.2 10:2021
Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	ДБН В.1.1-7:2016 ДБН В.1.2-7:2021
Шкідливі речовини	Зварювальні – ацителен; Опоряджувальні - ацетон	ГДК 300 мг/м3 ГДК 300 мг/м3	Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020
Ураження електричним струмом	Електромонтажні, Зварювальні, Освітлення Машини і механізми	220 В 380 В 220 В 220 В, 380 В	ДСТУ Б В.2.5-82:2016 ДБН А.3.2-2-2009
Падіння з висоти людини	Монтажні роботи А) зовнішні Б) внутрішні	Н = 37,7 м Н=37,7 м Н=4,4 м	НПАОП 0.00-1.80-18

Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	Монтажні, Покрівельні, Опоряджувальні А) зовнішні Б) внутрішні	Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 4,4 м	НПАОП 0.00-1.80-18

Метрологічні умови виробничого середовища

Метрологічні умови виробничого середовища мають досить суттєвий вплив на стан організму працівника та його процездатність.

Клімат внутрішнього середовища виробничого приміщення визначається показниками температури, відносної вологості, швидкості руху повітря та теплового випромінювання нагрітих поверхонь. Під час праці людина взаємодіє з тепловим середовищем.

При оптимальних мікрокліматичних умовах в організмі працівника підтримується стала температура тіла (36,6 °С) завдяки терморегуляції.

Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі залежить від мікрокліматичних умов виробничого середовища. Тепло віддається через випромінювання та випаровування вологи з поверхні шкіри. При низькій температурі повітря і великій швидкості його руху організм віддає більше тепла. При високій температурі повітря значна частина тепла втрачається через випаровування.

Досить великий вплив на самопочуття та працездатність людини має вологість повітря. Висока вологість зменшує віддачу тепла через випаровування. Підвищення вологості погіршує процес тепловіддачі. Занадно низька вологість призводить до виникнення проблем з дихальними шляхами.

Тепловіддача з поверхні шкіри залежить від швидкості руху в робочій зоні. Рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. Різкі коливання температуры можуть призвезти до простудних захворювань.

Завдання роботодавця полягає у створенні на робочому місці оптимальних або прийнятних мікрокліматичних умов для збереження здоров'я працюючих.

Оптимальні і допустимі значення цих показників встановлюються для робочого середовища з урахуванням важкості робіт, які виконуються та періоду року.

Робітникам видається теплий спецодяг для запобігання переохолодження. Він повинен бути повітро- та вологопроникним та зручним. Для захисту голови та запобігання травм голови працівникам необхідно використовувати каски. Для захисту очей використовують окуляри, а для обличчя – маски з відкидним прозорим екраном. Під час опадів робітники захист робітників досягається використанням плащів та гумових чобіт. При роботах на відкритому повітрі в холодний період року встановлюється режим роботи, при якому наявні періодичні перерви для підігріву в спеціальних приміщеннях. Всі роботи на відкритому повітрі при швидкості вітру більше 15 м/с в умовах низьких температур заборонено за ДБН А.3.2-2-2009 [22].

Для внутрушніх робіт також необхідно організувати сприятливий мікроклімат. Для цього потрібно організувати необхідний повітрообмін в приміщенні шляхом провітрювання.

Освітлення робочих зон

Правильне освітлення і рівномірне розподілення світла на робочих місцях є одним із чинників зниження виробничого травматизму. Освітлення повинно бути рівномірним і достатнім для здійснення робочих процесів.

У виробничих умовах використовують три види освітлення: природне, штучне і змішане.

Найкориснішим для зору людини є природне освітлення.

Якщо недостатньо денного світла, а також в сутінках і вночі, необхідно забезпечити достатнє штучне освітлення.

Яскравість або інтенсивність - це основний параметр штучного освітлення. Крім інтенсивності, важливим фактором є ріномірність освітлення.

Визначеннярівномірності освітлення полягає у відношенні найменшої освітленості до середньої освітленості на поверхні, але не повинно перевищувати 1:5.

Рівномірність штучного освітлення значно залежить від розташування ламп.

З точки зору рівномірності освітлення, системи поділяються на:

- загальне освітлення
- лампи розташовані симетрично на стелі місцеве освітлення
- лампи розташовані на робочому місці
- комплексне (змішане) освітлення
- поєднання двох вищезазначених систем.

Найбільш сприятливим для очей людини з точки зору рівномірності є загальне освітлення, але воно не є економічно вигідним.

На робочій поверхні необхідно забезпечити рівномірне розподілення яскравості, оскільки нерівномірне освітлення може призвести до стомлення зору через постійну переадаптацію очей під час роботи. Для ділянок, де встановлюється система вентиляції та опалення, також потрібно забезпечити рівномірне освітлення з освітленістю не менше 30 лк, згідно з [13].

Освітлення будівельного майданчика та індивідуальних, особливо нестаціонарних робочих місць, повинно бути розроблене з урахуванням можливості вільного переміщення працівників по всій території та чіткого бачення об'єктів візуальної роботи під час виконання робіт.

Виробничий шум

Шум - це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, що виникають в результаті коливання частинок у пружних середовищах (твердих, рідких, газоподібних). Шумом також вважають будь-який небажаний для людини звук. Важливою характеристикою шуму є його частотний склад. Якщо в складі шуму переважають звуки з частотою коливань до 400 Гц, такий шум називається низькочастотним, якщо переважають звуки з частотою 400 – 1000 Гц –

середньочастотним, якщо понад 1000 Гц – високочастотним.

Низькочастотний шум інтенсивністю до 100 дБ не викликає відчутної несприятливої дії на орган слуху; для середньочастотного шуму ця норма складає 85 – 90 дБ згідно з [14, 15] ; для високочастотного – 75 – 85 дБ згідно з [14, 15]. Несприятливі суб'єктивні відчуття і вплив на організм людини зумовлює високочастотний шум.

Шум підступний, його шкідливий вплив на організм відбувається незримо, непомітно. Організм людини проти шуму практично беззахисний.

Шумовий впливна організм людини переважно пов'язаний з використанням нового, високопродуктивного обладнання, механізацією або автоматизацією робочих процесів, що передбачають роботу з різними верстатами та агрегатами. Джерелами шуму можуть бути двигуни, насоси, компресори, пневматичні та електричні інструменти, молоти, дробарки, верстати, центрифуги та інше обладнання, яке має рухомі деталі.

Основними засобами боротьби із шумом є: використання малошумних технологічних процесів та устаткування; дотримання правил технфчної експлуатації; проведення планових оглядів та ремонтів; своєчасне проходження працівниками медичних оглядів; застосування засобів індивідуального захисту (вкладки, втулки, навушники, шоломи та інше).

Пожежна безпека

На будівельному майданчику дотримуються вимог Закону України "Про пожежну безпеку" [22] та інших нормативних актів з цієї сфери. Роботодавець має зобов'язання призначити особу, яка буде відповідальна за дотримання правил пожежної безпеки працівниками на будівельному майданчику.

На кожному об'єкті необхідно мати інструкції з пожежної безпеки та інструкції для всіх приміщень, які є вибухопожежонебезпечними або пожежонебезпечними (дільниці, цехи, склади тощо). Працівники можуть розпочати роботу лише після проходження інструктажу з пожежної безпеки, а у разі зміни характеру роботи - після додаткового інструктажу. Залежно від

особливостей будівельного майданчика, розмірів та умов експлуатації приміщень, наявного обладнання і кількості робочих місць, а також максимально можливої кількості працівників, необхідно мати достатню кількість первинних засобів пожежогасіння.

Усі будівлі, що будуються, тимчасові споруди, підсобні приміщення, будівельні майданчики тощо повинні мати первинні засоби пожежогасіння, засоби контролю та оперативного оповіщення у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Кількість, розташування, розміри шляхів евакуації і виходів визначаються залежно від характеру робіт, розмірів і облаштування будівельного майданчика і приміщень, а також від максимально можливої кількості осіб, які там можуть перебувати. Шляхи евакуації повинні бути вільними від сторонніх предметів і якнайкоротшими до евакуаційних виходів, які повинні бути позначені знаками пожежної безпеки. На будівельних об’єктах забороняється закривати на замки двері евакуаційних виходів під час перебування людей. Шляхи евакуації повинні бути обладнані автоматичними аварійними джерелами світла. Обов’язково повинен бути захист будівлі від блискавки.

Всі системи опалення, вентиляції та кондиціонування в будівлі мають проектні рішення, які включають противибухові та протипожежні заходи відповідно до вимог норм та правил.

Шкідливі речовини

Під час монтажу сантехнічних систем основним джерелом виділення шкідливих газів є зварювальні роботи. Під час цих робіт виникає значна кількість шкідливих оксидів. Щоб уникнути негативного впливу цих газів на організм працівників, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. Також важливо слідкувати за природним видаленням шкідливих речовин та їх асиміляцією до допустимих норм.

Ураження електричним струмом

Електроустаткування становить потенційну небезпеку для життя та здоров'я людини. Основними причинами появи виробничого травматизму електричним струмом є випадковий дотик до неізольованих електропроводів, несправного електроінструменту та механізмів, робота без засобів індивідуального захисту, несправність мережі заземлення, порушення правил техніки безпеки.

Небезпечні струмовідні частини електроустановки повинні бути недоступні для випадкового прямого дотику.

Необхідно забезпечити достатні заходи захисту від ураження електричним струмом під час виготовлення електрообладнання або монтажу електроустановки.

Захисне заземлення - це намірене електричне з'єднання певної точки електричної мережі, металевих непровідних частин електроустановки або обладнання, які можуть бути під напругою через пошкодження ізоляції з зонами розтікання, з метою забезпечення безпеки від електричного струму. Щоб забезпечити швидке відведення струму в землю та уникнути накопичення електричної енергії, заземлення повинно мати низький опір. Заземлення повинно забезпечувати ефективне відведення струму короткого замикання в землю, щоб запобігти пошкодженню обладнання та забезпечити безпеку.

Заземлення сприяє зменшенню електромагнітних перешкод і випромінювання, які можуть впливати на роботу електроніки та інших пристроїв. Відведення надлишкового струму в землю допомагає уникнути електричних шумів і зменшити електромагнітні впливи.

Для забезпечення належного захисту, важливо правильно спроектувати та встановити заземлення відповідно до вимог національних та міжнародних нормативних документів. Також рекомендується проконсультуватися з кваліфікованим фахівцем.

Падіння з висоти людей та предметів

Роботи на висоті включають в себе ситуації, коли працівник знаходиться на відстані менше двох метрів від незахищених зовнішніх або неперекритих внутрішніх перепадів по висоті, які перевищують 1,3 метра від робочої поверхні. Також до цих робіт відносяться роботи на похилій робочій поверхні.

Основним небезпечним фактором при роботі на висоті є те, що робоче місце знаходиться вище поверхні землі або над простором, що знаходиться нижче поверхні землі. Це може призвести до падіння працівника або падіння предметів на працівника.

Причини падіння з висоти працівників можуть бути різними:

- технічні, виникикають при відсутності огороджень, запобіжних поясів, недостатня міцність настилів, колисок чи сходів;
- технологічні, виникають при неправильній технології виконанні робіт;
- психологічні та фізичні, виникають при порушенні координації рухів, необережність дій недбалого ставлення до виконання робт;
- метеорологічні, виникають при появі сильного вітру, температури, дощу, снігу, туману.

Також, травмування працівників може статися в результаті падіння предметів з висоти.

Причинами падіння предметів можуть бути:

- падіння вантажу, який переміщують за допомогою вантажопідйомних машин, неправильного старпування;
- падіння конструкцій, що монтуються;
- виникнення аварій будівельних конструкцій через порушення технології виготовлення збірних конструкцій, низької якості будівельно-монтажних робіт;
- падіння матріалів, елеметрів конструкцій, інструменту та інш., внаслідок порушення вимог правил безпеки;

Під час виконання робіт на висоті повинні бути встановлені огорожі, і бути

позначеними в установленому порядку межі небезпечних зон. Такі заходи необхідні для обмеження доступу працівників в зони можливого падіння з висоти, травмування падаючими матеріалами, інструментом та іншими предметами.

На межах зон, де постійно присутні небезпечні виробничі фактори, встановлюються охоронні бар'єри, а на кордонах зон потенційної небезпеки встановлюються сигнальні бар'єри та знаки безпеки.

Під час виконання робіт на висоті небезпечні зони визначаються, позначаються та захищаються внизу під місцем робіт. Якщо роботи виконуються на одній вертикалі, то нижче розташовані місця обладнуються захисними пристроями (настилами, сітками, козирками) на відстані не більше 6 м по вертикалі від найнижчого робочого місця.

Також, працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту. До них належать: страхувальні системи, спускові механізми, лебідки, підвисні сидіння, прив’язі, канатні, ланцюгові і тросові стропи, запобіжні лямкові і безлямкові пояси, кріплення акерного типу, карабіни, страхувальні канати та інші.

Не дозволяється виконувати роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 10 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, який затрудняє видимість в межах фронту робіт, а також у нічний час при недостатній освітленості та якщо температура повітря вище плюс 35 °С або нижче мінус 20 °С, згідно з [21]. Невідкладні роботи на висоті в більш складних погодних умовах (при інших температурах тощо) виконуються за рішенням роботодавця. При цьому в ПВР слід передбачити додаткові заходи безпеки, що відповідають цим умовам.

7.3 Заходи безпеки навколишнього середовища

Згідно зі статтею 51 Закону України "Про охорону навколишнього середовища" [23], при проектуванні, розміщенні, будівництві, введенні в експлуатацію нових або реконструкції існуючих підприємств, споруд та інших об'єктів, удосконаленні технологічних процесів та устаткування, а також під час

експлуатації цих об'єктів необхідно забезпечувати екологічну безпеку людей, раціональне використання природних ресурсів, дотримання нормативів щодо впливу на навколишнє природне середовище. Також необхідно передбачати вловлення, утилізацію, знешкодження шкідливих речовин і відходів або їх повну ліквідацію, а також виконання інших вимог щодо охорони навколишнього природного середовища та здоров'я людей.

У зонах житлової забудови відповідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря» під час будівельно-монтажних робіт вживають заходи для запобігання пилоутворень і забруднення атмосферного повітря.

Будівельні відходи та вторинна сировина повинні вивозитися до місця їх сладування або переробки, відповідно до Закону України «Про відходи». Вивезення відходів відбувається згідно з правил, які встановлюються місцевими органами.

Викиди шкідливих речовин в повітряний басейн відсутні. Технологічне обладнання з наднормативним рівнем шуму (45 дБ) також відсутнє. Шумова обстановка в районі будівництва під час експлуатації об'єкта не погіршується.

Об’єкт, що проєктується, не впливає на структуру земельних ресурсів та відсутнє забруднення грунту виробничими відходами.

Отже, можемо зробити такі висновки: вплив на атмосферне повітря відсутній, технологічне обладнання забезпечує нормальні рівні шуму, відстутнє забруднення грутну. З урахуванням цих факторів, експлуатація та будівництво об’єкта не призведе до негатиивного впливу на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Список використаної літератури

1. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 80 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2021. – 145 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплозасвоєння огороджувальних конструкцій». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 40 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 145 с.
5. ДСТУ EN 12831-1:2017 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження». – Київ: Держспоживстандарт України, 2017. – 60 с.
6. Проектування системи водяного опалення / О. П. Любарець, О. М. Зайцев, В. О. Любарець. – Відень-Київ-Сімферополь, 2010. – 201 с.
7. ДСТУ 8943:2019 «Труби сталеві електрозварні». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 35 с.
8. ДСТУ 8936:2019 «Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 28 с.
9. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник.- К.: КНУБА, 2002. -256 с.
10. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 22 с.
11. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування «Розрахунок надходжень шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель»/ уклад.: Москвітіна А.С., Шишина М.О. та Пефтєва І.О. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
12. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Розрахунок повітрообмінів» / уклад.: Мілейковський В.О., Вахула В.Р. –

Київ: КНУБА, 2023 – 54 с.

13. ДСН 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 20 с.
14. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
15. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
16. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
17. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
18. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009.
19. НПАОП 0.00-1.71-13. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ: Міністерство соціальної політики України, 2018.
20. Кодекс цивільного захисту України: Кодекс України від 02.10.2012 №5403-VI. Відомості Верховної Ради України. 2013. №34-35. Ст.458.
21. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". Стаття 51. Київ: Верховна Рада України, 1991.