КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

на тему: **Системи забезпечення мікроклімату житлового комплексу з кінотеатром в м.Черкаси.**

Лесик Артем Валентинович

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

Київ 2026р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТГПіВ
Предун К.М.

«___» _____20___р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Системи забезпечення мікроклімату житлового комплексу з кінотеатром в м.Черкаси.

(назва)

Виконав студент групи **ТВс-23**
Спеціальність: **192 Будівництво та цивільна інженерія**
ОПП: **теплогазопостачання і вентиляція**

Лесик Артем Валентинович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Керівник **Москвітіна А.С.**
(прізвище та ініціали)

доц., к.т.н
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую.

Київ 2026р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем і екології
Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції
Освітній рівень: «бакалавр»
Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТГПіВ
Предун К.М.
_____
«___» _____20___р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Лесик Артем Валентинович
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи **Системи забезпечення мікроклімату житлового комплексу з кінотеатром в м.Черкаси.**

затверджена наказом ректора КНУБА № ___від «___» _____ 20___р.

2. Керівник роботи
Москвітіна Анна Сергіївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту_____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
Розділ 1. Загальна частина_____
Розділ 2 Опалення_____
Розділ 3 Вентиляція і кондиціонування повітря_____
Розділ 4. Заходи з енергоефективності_____
Розділ 5. Заходи з охорони праці_____

Розділ 6. Організація та технологія монтажу інженерних систем_____
5. Графічний матеріал за розділами
Розділ 1.Відсутній_____
Розділ 2. Креслення системи опалення житлового комплексу та кінотеатру, аксонометричні схеми систем опалення, вузли обв'язки_____
Розділ 3. Креслення систем вентиляції та кондиціонування повітря кінотеатру, аксонометричні схеми систем вентиляції_____
Розділ 4. Відсутній_____
Розділ 5. Відсутній_____
Розділ 6. Монтажна схема системи вентиляції календарний план-графік виконання монтажних робіт._____

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Загальна частина	
Розділ 2. Опалення	
Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування повітря	
Розділ 4. Заходи з енергоефективності	
Розділ 5. Заходи з охорони праці	
Розділ 6. Організація та технологія монтажу інженерних систем	
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 5.	Клімова І.В.		
Розділ 6.	Сенчук М.П		

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Предун К.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник _____ Москвітіна А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)
Студент _____ Лесик А. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної випускної роботи студента:	**Лесика Артема Валентиновича**

Заклад вищої освіти	Київський національний університет будівництва і архітектури				
Тема КРБ	Системи забезпечення мікроклімату житлового комплексу з кінотеатром в м.Черкаси				
	Climate Control Systems for a Residential Complex with a Movie Theater in Cherkasy				
Освітній ступень	Бакалавр				
Факультет	Факультет інженерних систем та екології				
Кафедра	Теплогазопостачання та вентиляції				
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія				
Освітня програма	Теплогазопостачання та вентиляція				
Керівник	к.т.н., доц. Москвітіна А.С.				
Обсяг роботи:	Пояснювальна записка				креслень формату А1
	сторінок	розділів	таблиць	рисунків	
	125	6	28	17	6
Розділ 1	Загальна частина				
Розділ 2	Опалення				
Розділ 3	Вентиляція і кондиціонування повітря				
Розділ 4	Заходи з енергоефективності				
Розділ 5.	Заходи з охорони праці				
Розділ 6.	Технології та організація монтажу інженерних систем				
Висновки по роботі:	Розроблено проект систем забезпечення мікроклімату житлового комплексу з кінотеатром в м.Черкаси.				

Ключові слова: *Енергоефективність, забезпечення мікроклімату, опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, житлова будівля, кінотеатр.*

Keywords: *Energy efficiency, indoor climate control,,heating, ventilation, air conditioning, residential building, movie theater*

Керівник _____ Москвітіна А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Лесик А. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _____20___р.

Зміст

	Вступ	
1. 1.1 1.2 1.3	Загальна частина. Характеристика об’єкту проєктування. Вибір і обґрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях. Вибір і обґрунтування параметрів зовнішнього повітря.	
2. 2.1. 2.2. 2.3. 2.4. 2.5. 2.6.	Опалення: Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огороджень. Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень. Визначення теплової потужності системи опалення. Гідравлічний розрахунок трубопроводів. Тепловий розрахунок опалювальних приладів. Розрахунок і вибір обладнання ІТП, теплового лічильника тощо.	
3. 3.1. 3.2. 3.3. 3.4. 3.5. 3.6.	Вентиляція і кондиціонування повітря: Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількостей. Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях. Складання повітряного балансу. Вибір і обґрунтування систем вентиляції та кондиціонування повітря. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо. Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря. Розрахунок повітророзподілення	
4.	Заходи з енергоефективності	
5.	Заходи з охорони праці.	
6.	Технології та організація монтажу систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату.	
	Список літератури	

Вступ

Сучасне будівництво багатофункціональних житлових комплексів вимагає комплексного підходу до створення комфортного та безпечного внутрішнього середовища. Особливо актуальним це стає для об’єктів, що поєднують житлові приміщення з громадськими, такими як кінотеатри, де параметри мікроклімату суттєво відрізняються залежно від призначення зон.

У місті Черкаси, з його континентальним кліматом, характерним значними сезонними коливаннями температури та вологості, забезпечення стабільних умов мікроклімату набуває особливого значення. Різні режими експлуатації житлових квартир і кінозалів з високою щільністю відвідувачів створюють додаткові виклики для інженерних систем. У житлових приміщеннях пріоритетом є підтримання оптимальних умов для тривалого перебування людей, а в кінозалах — забезпечення високої якості повітря, відсутність протягів та акустичного комфорту за умов значного тепловиділення від обладнання та глядачів.

Актуальність теми зумовлена зростанням вимог до енергоефективності будівель, необхідністю зниження споживання ресурсів та підвищення якості життя мешканців. Сучасні системи забезпечення мікроклімату повинні не лише відповідати нормам ДБН В.2.5-67:2013 та санітарно-гігієнічним вимогам, але й забезпечувати гнучкість роботи, індивідуальне регулювання параметрів і мінімальний вплив на довкілля.

Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря (скорочено ОВК) є сукупністю технічних галузей, що об'єднують види робіт, які забезпечують тепловий та аеравлічний (повітряний) комфорт. Ця характеристика застосовується до всіх типів будівель (житлових, громадсько-адміністративних, промислових) та транспортних засобів. Вона об'єднує спеціальності та спеціалістів у сферах опалення, вентиляції та кондиціювання.

Метою системи ОВК є забезпечення для користувачів гігієнічних умов та безпеки, що відповідають чинному законодавству, а також певного рівня комфорту.

Наукові методи та технології, що залучаються для проєктування та реалізації системи ОВК, дозволяють контролювати в будівлі:

- споживання та виробництво енергії;
- рівень гігієни (CO_2, забруднювальні речовини, мікрочастинки, запахи тощо);
- рівень безпеки (протипожежні клапани у вентиляційних каналах, димовидалення тощо);
- температуру навколишнього середовища (взимку та влітку);
- гігрометрію (вологість повітря);
- тиск (наприклад, робота з надлишковим тиском у харчовій промисловості та з розрідженням (зниженим тиском) в атомній енергетиці);
- оновлення повітря в закритому приміщенні.

Розділ 1. Загальна частина.

1.1. Характеристика об’єкту проєктування.

Ідеальна система ОВіК для багатоквартирних будинків: проектування з урахуванням здоров'я, комфорту та ефективності

Основними міркуваннями при проектуванні будь-забудь системи ОВіК (опалення, вентиляції та кондиціювання) мають бути здоров'я, комфорт та ефективність — саме в такому порядку важливості.

Якщо ми досягаємо ефективності за рахунок здоров'я, це неприйнятно.

Так само забезпечення здоров'я за відсутності комфорту є однаково небажаним.

Дивно, але це трапляється набагато частіше, ніж ви можете подумати.

Гарна новина полягає в тому, що проектування механічних систем для багатоквартирних будинків не має бути жонглюванням. Ми маємо можливість і технології для одночасного досягнення здоров'я, ефективності та комфорту без жертвування жодним із цих трьох компонентів.

Системи ОВіК, спроектовані для вологого та змішано-вологого клімату, які не враховують контроль вологості разом із належним чином забезпеченою вентиляцією, є інженерним еквівалентом російської рулетки. Вам може щастити в певному відсотку випадків, але зрештою шанси заявлять про себе. Не вірте мені на слово, просто запитайте колегу, який мав неприємний досвід судового позову через цвіль.

Контроль вологості всередині квартир є вирішальним компонентом довговічності будівлі. Спори цвілі є природними і присутні повсюдно. Для росту цвілі потрібні лише правильна температура, джерело живлення та волога. Спори неможливо повністю знищити. Температура визначається мешканцем. Будівельні матеріали, меблі в квартирі, одяг, їжа або будь-що органічне є потенційним джерелом живлення для цвілі. Волога — це єдиний елемент вищевказаного рівняння, яким можна адекватно керувати для запобігання появі цвілі всередині квартир.

Здоров'я, комфорт та ефективність мають бути спільною метою кожного проектувальника, підрядника, власника будівлі та мешканця. Якщо ми згодні з цим пунктом, то решта має бути простою, чи не так? За словами Лі Корсо, аналітика коледжного футболу на ESPN: «Не так швидко, мій друже».

Вам коли-небудь доводилося жонглювати?

Підтримання комфорту разом із забезпеченням здорової вентиляції та одночасною енергоефективністю здебільшого рівнозначне жонглюванню. Зосередження на одній кулі часто означає, що ви випускаєте з поля зору інші.

Типові системи ОВіК

Зважте на те, що більшість систем ОВіК, встановлених у багатоквартирних будинках, — це одноступінчасті традиційні спліт-теплові насоси та кондиціонери. Чому так?

Більшість забудовників багатоквартирних будинків обирають механічні системи не тому, що вони забезпечують кращий комфорт, належну вентиляцію чи досягають оптимальної ефективності. Більшість забудовників обирають системи на основі початкової вартості.

Ви можете запитати: «Чому ж одноступінчасті традиційні системи не працюють?» Вони працюють… але лише іноді. Для цього не те щоб потрібен парад планет, але це не так уже й далеко від істини.

Для того щоб одноступінчасте традиційне обладнання належним чином виконувало основні завдання системи ОВіК, система спочатку має бути правильно підібрана за потужністю, тобто система ОВіК не повинна бути занадто малою або занадто великою для приміщення. Якщо агрегат занадто малий, він не може підтримувати комфорт (відчутне теплое навантаження). Якщо агрегат занадто великий, він не може підтримувати належну вологість (приховане навантаження). Останній сценарій часто трапляється в невеликих квартирах і кондомініумах, оскільки традиційні системи потужністю менше 18 000 БТО/год (1,5 тонни) наразі недоступні.

За словами Джона Страубе, доктора філософії, професійного інженера: «Брак контролю вологості, який забезпечують звичайні системи ОВіК, може

бути серйозною проблемою в кліматичних зонах із вологою літньою погодою (наприклад, Міннеаполіс, Маямі). Забезпечується лише випадкова кількість осушення, якщо і коли охолодження працює достатньо довго, щоб дозволити воді збиратися, накопичуватися на змійовиках, а потім стікати вниз і видалятися. Цей процес займає близько 10-15 хвилин безперервної роботи на охолодження, перед тим як починається осушення. Відтак, для ідеальної системи ОВіК потрібен окремий осушувальний пристрій».

Традиційні системи ОВіК важко справляються з контролем часткового навантаження вологості під час перехідних сезонів, коли температура недостатньо висока, щоб система охолодження працювала тривалий час і видаляла достатню кількість вологи. Хоча кондиціонер може бути правильно підібраний за потужністю для охолодження під час пікових літніх навантажень, він стає «занадто великим» навесні або восени, коли зовнішня температура падає і знижує за собою відчутне охолоджувальне навантаження. Приховане навантаження залишається незмінним, оскільки вологість не залежить від температури (відчутного навантаження).

Програми ефективності будівель

Енергоефективність будівлі є основним чинником її експлуатаційних характеристик. Зараз існує кілька програм ефективності будівель, які встановлюють критерії проектування, включаючи більш герметичні будівельні оболонки, меншу кратність повітрообміну та більш ефективне обладнання ОВіК разом із механічною вентиляцією.

Ми докладаємо величезних зусиль для герметизації будівельних оболонок і вимірювання ефективності за допомогою тестів аеродверима (blower door) та тестування повітроводів (duct blaster). Разом ці заходи є надзвичайно ефективними для зменшення охолоджувальних навантажень і заощадження енергії, значною мірою завдяки скороченню циклів роботи кондиціонера під час сезону охолодження. Приховані навантаження (волога), як правило, не вирішуються належним чином внаслідок більш ефективного відчутного охолодження.

Коли це трапляється, мешканець квартири постає перед одним із двох варіантів вибору. По-перше, вони можуть вирішити «переохолоджувати» приміщення, щоб задовольнити вимоги щодо видалення вологи. Альтернативно, мешканець може обрати більш комфортне налаштування температури, що призводить до накопичення вологи.

Надмірна потужність кондиціонерів не є проблемою з точки зору відчутних навантажень або охолодження. Насправді кондиціонер із надмірною потужністю дуже швидко охолодить квартиру і вимкнеться, щойно буде досягнуто заданого значення на термостаті. Надмірна потужність негативно впливає на приховану продуктивність кондиціонера — його здатність осушувати повітря.

Саме такий сценарій розігрується в багатьох будинках для літніх людей. З віком нашому тілу природно стає притаманна більша чутливість до холоду. Медикаменти, включаючи розріджувачі крові, посилюють цей стан. У поєднанні з обмеженими доходами та меншими квартирами, де використовуються кондиціонери надмірної потужності та механічна вентиляція, яка затягує вологе зовнішнє повітря, ми набагато ближчі до «Ідеального шторму цвілі», ніж до «Ідеальної системи ОВіК».

Постає питання: чи справді ми оптимізуємо енергоефективність, коли покладаємося на «переохолодження» як на стратегію задоволення вологих навантажень усередині квартир?

Більш ефективні системи ОВіК з вищим показником SEER (сезонний коефіцієнт енергоефективності) стали невід'ємною частиною програм ефективності будівель. Більшість, якщо не всі, програми зеленого будівництва тепер вимагають систем ОВіК з вищим SEER для сертифікації за їхніми програмами. Певні типи систем із вищим SEER можуть працювати проти контролю вологості в багатоквартирних системах.

Рейтинги SEER для систем ОВіК сертифікуються Інститутом кондиціювання повітря, опалення та охолодження (AHRI). Досить поширеною практикою є поєднання більшого внутрішнього блоку (кондиціонера або

випарника) з меншим компресорно-конденсаторним блоком для досягнення вищого рейтингу SEER. У квартирах це часто з'являється в механічних специфікаціях як 2-тонний внутрішній блок, поєднаний з 1,5-тонним зовнішнім конденсаторним блоком.

Більший змійовик випарника призведе до того, що кондиціонер швидше досягне бажаного значення на термостаті, а це означає менший час роботи. Чим більший змійовик випарника, тим більше води він утримуватиме. Оскільки більший змійовик зазвичай не стає таким холодним, як менший змійовик, видаляється менше вологи. Крім того, системи, які використовують затримку вимкнення вентилятора (що змушує внутрішній блок продовжувати працювати після того, як конденсаторний блок вимкнувся), можуть підвищити рейтинг агрегату до 0,5 SEER. Однак польові випробування показали, що це також може призвести до збільшення відносної вологості (ВВ) всередині житла до 10%, оскільки волога, що залишається на змійовику випарника, знову потрапляє в приміщення.

Умови низького або часткового навантаження можуть тривати місяцями навесні та восени, особливо в умовах змішано-вологого клімату. Подумайте про осінній день, коли надворі **21 °C** і йде дощ. У цьому випадку кондиціонер може бути непотрібним для охолодження квартири, але все одно існуватиме приховане навантаження від внутрішнього утворення вологи і, можливо, від механічної вентиляції.

Поширеним підходом до проектування систем ОВіК, спрямованим на подолання вологості при частковому навантаженні, є використання багатоступінчастого конденсаторного блоку в поєднанні з вентилятором із регульованою швидкістю. Система з двоступінчастим компресором, а також вентилятором внутрішнього блоку з регульованою швидкістю може опускатися до першого ступеня приблизно на дві третини від загальної потужності, коли охолоджувальні навантаження є нижчими.

Ці системи вимагають термостата із вбудованим гігростатом для вимірювання відносної вологості (ВВ). Коли система керування розпізнає

підвищену ВВ, вона уповільнює швидкість вентилятора внутрішнього блоку, щоб змійовик випарника ставав холоднішим і видаляв більше вологи. Ця стратегія є переохолодженням для осушення і може призвести до проблем із комфортом. Такі системи є поширеними в індивідуальних будинках, де проживають самі власники.

Встановлення такого типу системи в невеликій квартирі або кондомініумі може мати катастрофічні наслідки. Один із таких сценаріїв, що стосувався однокімнатної квартири з використанням двоступінчастого теплового насоса з вентилятором регульованої швидкості, було задокументовано в тематичному дослідженні.

Зрештою, традиційні механічні спліт-системи ОВіК працюють, але ТІЛЬКИ ЯКЩО:

1. Вони ПРАВИЛЬНО ПІДІБРАНІ за потужністю
2. Вони ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ за призначенням

Волога, що генерується мешканцями

Концепція «будинок як система» говорить про динамічну систему, що постійно змінюється, ключовим компонентом якої є мешканець. Трьома безперервними процесами, що відбуваються у квартирі, є потоки тепла, потоки повітря та потоки вологи. Ці потоки мають значний вплив на енергоефективність, комфорт мешканців, якість повітря в приміщенні та довговічність квартири. Якщо цими потоками добре керувати, житло функціонуватиме належним чином.

Якщо ні, можуть виникнути значні проблеми. Важливо зазначити, що орендарі перебувають біля пульта керування і значною мірою визначають цю ефективність.

Приготування їжі, прийняття душу, прибирання і навіть дихання виділяють вологу в наші домівки. Використовуючи емпіричне правило, ми можемо оцінити обсяг типового виділення вологи під час звичайної повсякденної діяльності.

Одна людина додає близько чверті фунта вологи від дихання плюс додатково чверть фунта вологи від діяльності в будинку за годину. Використовуючи цю оцінку, чотири мешканці додаватимуть приблизно два фунти вологи до будинку за годину. Фунт вологи — це приблизно еквівалент пінти. Припускаючи, що чотири мешканці перебували і були активними в квартирі 12 годин на добу, це становило б приблизно 24 пінти вологи, що генерується мешканцями, кожні 24 години.

Звичайно, це лише оцінка. Насправді кількість вологи, що генерується мешканцями, сильно відрізняється в різних квартирах. Кількість орендарів, які проживають у квартирі, що називається щільністю заселення, є ключовим фактором, що визначає утворення вологи. Частота та стиль приготування їжі також відіграють велику роль. Наприклад, людина, яка часто варить пасту, виділятиме значно більше вологи у вигляді водяної пари в квартиру, ніж той, хто їсть готові запаковані салати тощо.

Нещодавнє дослідження Міністерства енергетики дійшло висновку: «Зв'язок із кількістю мешканців свідчить про те, що внутрішнє утворення вологи є не лише значним джерелом вологи; воно сильно варіюється від дня до дня».

Витяжна вентиляція — відстій (буквально всмоктує повітря)

Пам'ятаєте, чому більшість забудовників обирають традиційні механічні спліт-системи для квартир і кондомініумів? Якщо ви сказали «тому що вони є найменш дорогим варіантом», ви, швидше за все, маєте рацію.

Тут немає нічого дивного, так само йдеться і з вентиляційними системами. Витяжна вентиляція зазвичай використовується в квартирах і кондомініумах, тому що вона дешева і тому що вона раніше працювала.

За словами Джозефа Лстібурека, доктора філософії, професійного інженера, члена ASHRAE, «…вона не працює в герметичних будівельних оболонках і точно не працює в нових будинках, квартирах, таунхаусах і рядних будинках. По суті, ні в чому новому, що ми будуємо».

Одна з основних проблем проектування вентиляційних систем для багатоквартирних будинків полягає в самій природі структури. Чи є багатоквартирний будинок єдиною комерційною спорудою, чи це кілька окремих житлових об'єктів, що ділять одну будівлю? З поважних причин і задля стислості, давайте припустимо останнє.

Повітряні потоки, спричинені ефектом тяги (stack effect) у висотних будівлях, ставлять під загрозу контроль задимлення та пожежну безпеку, негативно впливають на якість повітря в приміщенні та комфорт, а також збільшують експлуатаційні витрати на енергію для кондиціювання приміщень. Шляхом компартменталізації (розділення на зони) окремих блоків ми можемо краще контролювати внутрішні повітряні потоки, зумовлені ефектом тяги.

Однак існують практичні межі компартменталізації, саме тому припливна вентиляція не є варіантом для квартир і кондомініумів. Використання виключно припливної вентиляції може виштовхувати забруднювачі та навіть вологу через стінові конструкції в сусідні приміщення, що призводить до проблем із запахами та забруднюючими речовинами.

Витяжна вентиляція також призводить до значного розрідження повітря (депресуризації) в квартирах, побудованих відповідно до Міжнародного будівельного кодексу 2015 року. За словами Джо Лстібурека, у нас є лише один варіант, коли йдеться про вентиляційну систему, яка працює всюди і в усьому, — збалансована вентиляція. «Отже, розподілені системи збалансованої вентиляції працюють скрізь і в усьому. Але, і це велике "але", у малих приміщеннях і малих будинках нам знадобиться додаткове осушення…».

У лютому 2018 року ASHRAE запропонувала Додаток "o" до Стандарту 62.2-2016 «Вентиляція та прийнятна якість повітря в житлових будівлях». Цей запропонований додаток вимагатиме, щоб нові багатоквартирні житлові одиниці мали збалансовану вентиляцію. Це вирішило б занепокоєння щодо

того, що незбалансована вентиляція неефективно працює в багатоквартирних будинках.

Отже, як нам найкраще забезпечити комфорт та здорову вентиляцію енергоефективним способом? Ідеальна система ОВіК для квартир і кондоміній повинна включати положення не лише для опалення та охолодження, але й для вентиляції та фільтрації з підтриманням прийнятної вологості.

Майже всі квартири та багато кондоміній використовуються як орендоване житло, а тому не заселені власниками. Це важлива відмінність, яку часто упускають з поля зору. Відтак, хіба ми не повинні проектувати механічні системи з урахуванням цього? Моя ідеальна система ОВіК для квартир і кондоміній враховувала б це.

Завдяки вдосконаленню технологій ми тепер можемо проектувати системи ОВіК для орендованого житла, які не лише забезпечують здоров'я, комфорт та ефективність, але й містять певну гарантію для власників та операторів, що система ОВіК спроектована таким чином, щоб мати захист від «помилки оператора». Наприклад, коли мешканець вирішить вимкнути кондиціонер, ця система продовжуватиме захищати від мікробних проблем, пов'язаних із вологістю, а також від прискореного старіння будівельних матеріалів.

Як ми це робимо? По-перше, ми можемо продовжувати використовувати одноступінчасті спліт-кондиціонери та теплові насоси, що дозволить утримати витрати на обладнання на низькому рівні для забудовників. Далі додаємо збалансовану вентиляцію на рівні окремої квартири, щоб мінімізувати дисбаланс тиску по всьому житлу.

Вбудований у стіну осушувач повітря Ultra-Aire MD-33

Наостанок, нам потрібен автономний осушувач повітря, здатний виявляти підвищену вологість і працювати незалежно від кондиціонера лише тоді, коли це необхідно для видалення надлишкової вологи. Цей агрегат має бути підключений до електромережі напряму (hard-wired) із прихованими

елементами керування і, звичайно, мати рейтинг EnergyStar для оптимальної ефективності. Приховування елементів керування агрегатом заважає орендарю вмикати або вимикати пристрій, що гарантує контроль вологості в руках керуючої компанії.

Справа не в жарі, справа в вологості…

Ви коли-небудь чули про ефект відчутної температури (The Apparent Temperature Effect)? Відчутна температура — це міра відносного дискомфорту через поєднання тепла та високої вологості. Вона була розроблена Р. Г. Стэдманом (1979) і базується на фізіологічних дослідженнях випарного охолодження шкіри для різних комбінацій температури навколишнього середовища та вологості.

Зауважте, що **24 °C** при 50% ВВ відчуваються як **24 °C**, тоді як **24 °C** при 70% ВВ відчуваються як **25 °C**.

Кілька нещодавніх тематичних досліджень показали, що багато мешканців підвищують значення охолодження на термостаті, коли ВВ вдається підтримувати на стабільному та комфортному рівні. Коли це відбувається, кондиціонер працює менше, і енергія заощаджується.

У періоди, коли необхідне кондиціювання полягає у видаленні вологи, а не в охолодженні, високоефективний осушувач повітря малої потужності споживатиме лише частку енергії, необхідної навіть для найменшого, найефективнішого традиційного кондиціонера спліт-системи. Як результат, мешканець відчуває оптимальний комфорт, а власник будівлі зберігає життєздатний актив без страху перед цвіллю. Здоров'я, комфорт, ефективність.

Ось тепер ми жонглюємо.

HVAC 101 для забудовників багатоквартирного житла

Час читання: 4 хвилини

Люди проводять дедалі більше часу в приміщеннях, тому важливо забезпечити для них якісні системи вентиляції та кондиціювання повітря. Під час розробки проєкту багатоквартирного будинку вам необхідно визначитися з типом системи ОВК (опалення, вентиляції та кондиціювання) ще до початку

реалізації проєкту. Розуміючи, що це рішення матиме довгострокові наслідки, важливо, щоб ви знали факти!

Багатоквартирні будинки мають вимоги до систем ОВК, які відрізняються від вимог до приватних будинків для однієї сім'ї. Стандарт ASHRAE 62 є загальним стандартом для вентиляції. ASHRAE 62.2 тепер поширюється на житлові приміщення в середньоповерхових та багатоповерхових будинках, а також на окремо розташовані будинки для однієї сім'ї та малоповерхові суміжні багатоквартирні житлові будинки.

Типи систем ОВК для багатоквартирних будинків

Тип системи ОВК, який ви оберете для свого проєкту, може значною мірою залежати від вартості та енергоефективності. Забудовники багатоквартирного житла можуть обирати між двома категоріями систем ОВК: централізованими та децентралізованими системами.

- **Централізовані системи ОВК:** Найпростіший спосіб описати централізовану систему ОВК для багатоквартирної власності — це порівняти її з системою опалення та охолодження приватного будинку для однієї сім'ї. Оскільки централізовані системи ОВК коштують дорожче, ви частіше побачите їх у багатоповерхових та середньоповерхових об'єктах з великою кількістю окремих квартир.
- **Децентралізовані системи ОВК:** Ці типи охолоджувальних установок є секційними (розділеними на відсіки), що означає, що кожна квартира розглядається як окрема будівля відносно решти квартир. Окремі системи охолодження подають бажане повітря в індивідуальні квартири, на відміну від централізованої системи, яка інтенсивно працює з одного центрального місця в будівлі.



Ось найпоширеніша **централізована система**, впровадження якої ми спостерігали в проєктах багатоквартирного житла за останні роки:

- **Мультизональна/Міні-VRF система:** Мульти-спліт системи складаються з кількох внутрішніх блоків, підключених до одного зовнішнього блоку.

Ось дві найпоширеніші **децентралізовані системи**, впровадження яких ми спостерігали в проєктах багатоквартирного житла за останні роки:

- **Система Magic-Pak:** Magic-Pak — це вертикальний термінальний кондиціонер (VTAC). Це моноблочна (пакетна) система, яка потребує встановлення всередині технічної шафи або ніші.
- **Спліт-система з припливно-витяжною установкою (AHU):** Спліт-системи кондиціювання повітря з повітропроводами є одним із найпоширеніших типів кондиціонерів. Один внутрішній блок підключається до одного зовнішнього блоку.



Вентиляція вашого проєкту багатоквартирного будинку

Існують різні способи вентиляції, що забезпечують «свіже повітря» в житлових будинках. У житловому проєктуванні можуть бути реалізовані три конкуруючі варіанти дизайну: природна вентиляція, механічна вентиляція та гібридний підхід. Залежно від географічного розташування, а також загального дизайну та стилю багатоквартирного будинку, кожен із цих варіантів вентиляції може створити ідеальне життєве середовище для мешканців.

Оптимізація розподілу повітря в театрах та кінотеатрах: проектування дифузорів та решіток систем ОВК (HVAC)

При проектуванні систем опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВК) для театрів та кінотеатрів розподіл повітря є одним із найскладніших, але водночас критично важливих завдань. Добре спроектована система забезпечує комфорт глядачів, підтримує якість повітря в приміщенні та мінімізує енергоспоживання. Неправильна організація повітряних потоків може призвести до нерівномірності температур, відчуття протягів або навіть появи шуму, що негативно впливає на враження від перегляду.

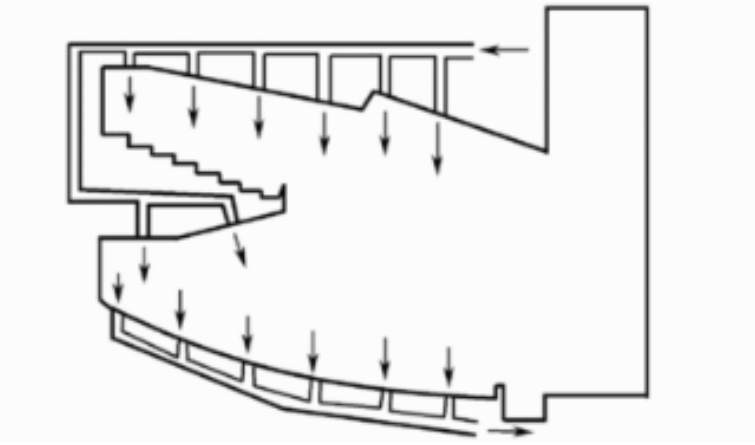
Розподіл повітря в театрах та кінотеатрах

Ключові вимоги до розподілу повітря в залах:

- **Рівномірність потоку та температурного поля** – зона перебування глядачів повинна охоплюватися потоком із послідовним розподілом швидкості та температури.
- **Відсутність дискомфорту від протягів** – холодне повітря не повинно дути прямо на глядачів, а тепле повітря не повинно накопичуватися під стелею, створюючи температурну стратифікацію.
- **Адаптивність до систем зі змінною витратою повітря (VAV)** – зменшення об’єму повітря не повинно погіршувати ефективність його розподілу.
- **Ефективна конструкція витяжної вентиляції** – правильне розміщення витяжних решіток допомагає усунути «мертві зони» та забезпечує збалансовану циркуляцію.
- **Простота системи та економічна ефективність** – зменшення кількості дифузорів та спрощення системи повітроводів знижує як початкові інвестиції, так і експлуатаційні витрати.

Поширені стратегії припливу та витяжки повітря

Стельовий приплив з низьким рівнем витяжки



Традиційний підхід, при якому дифузори розміщуються на стелі, подаючи повітря зверху, а витяжка здійснюється біля підлоги. Цей метод забезпечує хорошу ефективність охолодження та чистий потік повітря, проте

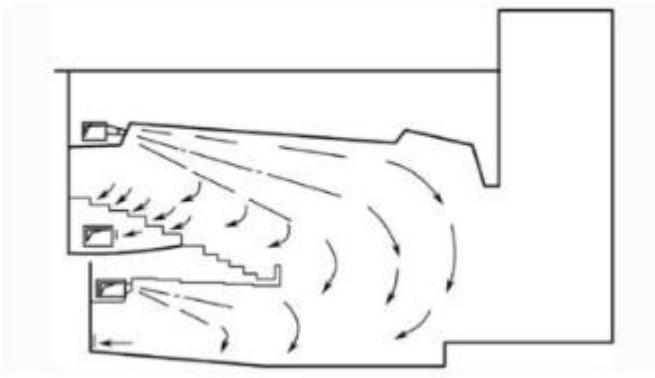
може призвести до енергонеефективності в опалювальний сезон через вертикальні температурні градієнти.

Струминний (Jet) розподіл повітря



Використання струминних сопел з низьким рівнем витяжки: Високоіндукційні струминні сопла подають повітряні потоки з великою дальністю дії, що ідеально підходить для високих театральних зал. Струмені холодного повітря спрямовуються вниз, тоді як теплі струмені піднімаються вгору, створюючи збалансовану циркуляцію в глядацькій зоні. Ця система дозволяє зменшити об’єм повітря та розмір повітроводів, знижуючи вартість обладнання.

Настінний приплив з низьким рівнем витяжки



Дифузори, встановлені на бічних стінах на висоті 3–4 м, подають повітря горизонтально або під кутом вниз. Це запобігає появі холодних протягів,

одночасно дозволяючи виводити тепло від освітлювального обладнання у верхніх зонах.

Розподіл повітря на сцені



Сцени висувають унікальні вимоги: високі стелі, теплові навантаження від освітлення, наявність завіс та декорацій, які не повинні піддаватися впливу потоків повітря. Рішення включають підсценний приплив, бічні сопла або ретельно розташовані дифузори, що утворюють повітряні завіси для запобігання низхідним потокам холодного повітря.

Конструктивні міркування

- **Запобігання холодним протягам:** Вибирайте дифузори з високим коефіцієнтом індукції (наприклад, вихрові дифузори), які забезпечують швидке змішування повітря та уникають прямого впливу холодного потоку на аудиторію.
- **Уникнення температурної стратифікації:** Використовуйте низхідні струминні сопла або регульовані дифузори для ефективної доставки теплого повітря до нижніх зон, де знаходяться глядачі.
- **Енергоефективність:** Розглядайте стратегії температурного розшарування, видаляючи надлишкове тепло з верхніх рівнів та кондиціонуючи лише зону перебування людей.

• **Гнучкість витяжної вентиляції:** Комбінуйте витяжку через підлогу, бічні настінні решітки або приховані системи під сидіннями для оптимізації балансу повітряних потоків.

Рішення для театрів та кінотеатрів:

• **Вихрові дифузори (Swirl Diffusers)** – висока індукційна здатність для рівномірного охолодження без протягів.

• **Струминні сопла (Jet Nozzles)** – велика дальність викиду повітря для високих приміщень та зон сцени.

• **Лінійні щілинні дифузори** – непомітний дизайн з гнучкими можливостями розподілу повітря.

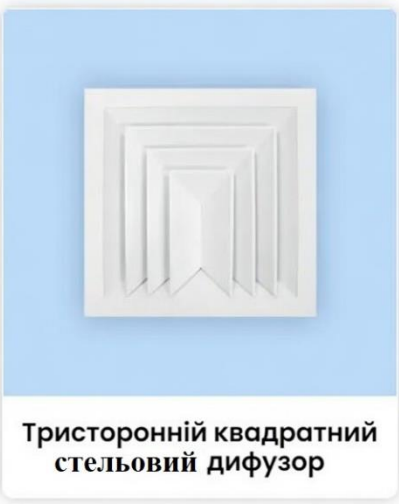
• **Настінні та підлогові решітки** – надійна робота витяжної вентиляції для комфорту аудиторії.



Лінійний щілинний дифузор вентиляції



Алюмінієвий круглий стельовий дифузор подачі повітря



Тристоронній квадратний стельовий дифузор

1.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря приймаємо згідно 2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».

Період	*Температура, t_{ext}, ^0C*	*Ентальпія, i_{ext}, кДж/кг*	*Вологовміст, d_{ext}, г/кг*	*Відносна вологість, φ, %*	*Швидкість вітру, v, м/с*
ТП	*24*	*52,8*	*11,28*	*69*	*1*
ХП	*-21*	*-21*	*0,04*	*83*	*1*

Таблиця додаткових тепловтрат β_v через зовнішні огородження за напрямками та повторюваністю вітру в м. Черкаси

	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	Б	З	ПнЗ
Повторюваність вітру, %	11,0	6,0	10,3	11,9	12,1	6,6	19,7	22,4
Швидкість вітру V, м/с	5,9	3,3	4,0	4,0	4,8	4,8	5,8	6,0
Коефіцієнт β_v	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,10**	**0,10**

Коефіцієнт β_v

	П<15%	П≥15%
V<5м/с	**0,00**	**0,05**
V≥5,0м/с	**0,00**	**0,10**

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

Таблиця визначення додаткових тепловтрат Σβ через огородження.

	Пн	*ПнС*	*С*	*ПдС*	*Пд*	*ПдЗ*	*З*	*ПнЗ*
1 поверх	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20
2 поверх	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20
3 поверх	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15
4 поверх	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10
Типовий поверх	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10

Коефіцієнт β_n

β_n розрахункове	10≤N≤15	N≥16
0,10	0,10	0,20
0,10	0,10	0,20
0,05	0,05	0,15
0	0	0,10
0	0	0

1.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря у приміщеннях

Період року / Тип приміщення (зона обслуговування)	Розрахункова температура внутрішнього повітря tв, °С	Розрахункова відносна вологість всередині φв, %	Оптимальна швидкість руху повітря v, м/с
ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ			
• Житлова кімната (опалювальний сезон)	+20,0 … +22,0	30 … 45 %	≤ 0,15
• Зала кінотеатру (глядацька зала)	+18,0 … +20,0	30 … 45 %	≤ 0,20
ТЕПЛИЙ ПЕРІОД РОКУ			
• Житлова кімната (при кондиціонуванні)	+23,0 … +25,0	30 … 60 %	≤ 0,20
• Зала кінотеатру (при кондиціонуванні)	+23,0 … +25,0	30 … 60 %	≤ 0,25

Розділ 2. Опалення.

Системи опалення будинків використовують теплову енергію з різних джерел палива для обігріву житлових приміщень. Кожен тип має свої особливості й може функціонувати як незалежно, так і разом із системою охолодження будинку. HVAC — це абревіатура від англійських слів Heating (опалення), Ventilation (вентиляція) та Air Conditioning (кондиціонування повітря), що описує систему, яка керує кліматом у будинку. Ці системи часто працюють на природному газі, пропані, мазуті, біопаливі, сонячній енергії або електриці, і в деяких будинках може бути встановлено кілька таких систем одночасно.

Розуміючи відмінності між 10 поширеними системами опалення, ви зможете вибрати найкращий варіант для свого будинку.

1. Системи повітряного опалення/охолодження (Forced Air Systems)



Найкраще для: багатоцільового HVAC, що швидко нагріває та охолоджує.

Безумовно, найпоширеніша система HVAC у сучасних північноамериканських будинках — це система примусової подачі повітря. Вона використовує піч (furnace) із вентилятором, який подає підігріте повітря до різних кімнат будинку через мережу повітропроводів. Такі системи дуже швидко змінюють температуру в приміщенні, а оскільки системи кондиціонування можуть використовувати той самий вентилятор і повітропроводи, це ефективна загальна система HVAC. Встановлення нової системи HVAC із примусовою подачею повітря зазвичай коштує від 5 000 до 10 000 доларів США. Ціна залежить від площі вашого будинку, і більші

будинки вимагатимуть потужніших установок, що може збільшити витрати. Ці системи можуть прослужити до 25 років, перш ніж знадобиться заміна.

- **Джерела палива:** Печі можуть працювати на природному газі, зрідженому пропані (LP), мазуті або електриці.
- **Розподіл:** Повітря, нагріте пальником або нагрівальним елементом печі, розподіляється через мережу повітропроводів до вентиляційних отворів у кімнатах. Інша система повітропроводів повертає повітря до печі через канали зворотного потоку холодного повітря.

Плюси:

- Можна додати повітряні фільтри та зволожувачі.
- Найвищі показники AFUE (річний коефіцієнт використання палива) серед усіх систем опалення.
- Поєднання можливостей охолодження та опалення.

Мінуси:

- Потребує повітропроводів і місця в стінах.
- Може створювати сухе, схильне до алергенів повітря без використання фільтрів і зволожувачів.
- Нагріває повітря, а не предмети в кімнаті.

2. Гравітаційні повітряні печі (Gravity Air Furnace Systems)



Найкраще для: довговічної системи опалення з мінімальним обслуговуванням.

Попередник систем із примусовою подачею повітря, гравітаційні печі також розподіляють повітря через металеві повітропроводи, але замість примусового нагнітання вентилятором вони працюють на основі простої фізики: тепле повітря піднімається, а холодне опускається. Проте регулювання температури відбувається повільно, оскільки системи працюють на простих конвекційних потоках. Гравітаційна піч у підвалі нагріває повітря, яке потім піднімається в кімнати через канали. Холодне повітря повертається до печі через систему каналів зворотного потоку. Так звані «восьминогі» печі, що зустрічаються в багатьох старих будинках, — це і є гравітаційні печі. Такі системи більше не встановлюють, а витрати на їх обслуговування мають бути мінімальними. У багатьох старих будинках вони продовжують ефективно працювати.

- **Джерела палива:** Природний газ, зріджений пропан або мазут. Рідко — електрика, оскільки це старі системи.
- **Розподіл:** Кондиціоноване повітря циркулює через мережу металевих каналів.

Плюси:

- Немає рухомих частин; можуть працювати десятиліттями.
- Потребують мало обслуговування.
- Тиха робота.

Мінуси:

- Повітря неможливо ефективно фільтрувати.
- Менш енергоефективні, ніж новіші печі.
- Повільне регулювання температури.

3. Підлогові системи радіантного (променевого) опалення (In-Floor Radiant Heating)



Найкраще для: сучасного променевого опалення в регіонах з м'якою зимою.

Сучасне підлогове променеве опалення складається з пластикових трубок для води, які встановлюються всередині бетонної плити підлоги або кріпляться під дерев'яним покриттям. Це тиха і, як правило, енергоефективна система. Вона нагрівається повільніше за системи з примусовою подачею повітря, але тепло є стабільнішим. Хоча доступ до прихованих труб для обслуговування може бути важким, такі системи мають працювати кілька десятиліть. Променеве опалення нагріває предмети та матеріали (меблі, підлогу), а не просто повітря. Більшість систем розподіляють тепло через воду, нагріту в котлі. Проте ці системи неможливо поєднати з кондиціонуванням. Існують також електричні системи під підлогою (електричні мати), які частіше використовуються у ванних кімнатах. Встановлення коштує від 1 800 до 6 000 доларів.

- **Джерела палива:** Центральний котел (газ, пропан, електрика) або сонячні водонагрівальні системи.
- **Розподіл:** Гаряча вода, що циркулює через пластикові трубки.

Плюси:

- Комфортне, рівномірно розподілене тепло.
- Енергоефективність при використанні котлів.
- Можливість роботи на сонячній енергії.

Мінуси:

- Повільний нагрів при зміні температури.
- Дороге встановлення.
- Складне обслуговування прихованих труб.

4. Традиційні котли та радіатори (Traditional Boiler and Radiator Systems)



Найкраще для: променевого опалення всього будинку.

Ці системи включають центральний котел, який циркулює пару або гарячу воду через труби до радіаторів, розміщених по всьому будинку. Існує два типи: справжні парові котли (циркулюють пару) та сучасні системи гарячої води (циркулюють воду за допомогою електричних насосів). Заміну котлів і радіаторів варто очікувати кожні 10-15 років. Вартість становить від 3 700 до 8 200 доларів.

- **Джерела палива:** Природний газ, зріджений пропан, мазут, електрика (колись — вугілля).
- **Розподіл:** Пара або гаряча вода циркулює через металеві труби до радіаторів.

Плюси:

- Повітря не таке сухе, як при системі примусової подачі.

- Радіатори можна замінити на сучасні плінтусні чи настінні панелі.
- Енергоефективність з новими котлами.

Мінуси:

- Радіатори можуть виглядати неестетично.
- Обмежують розстановку меблів.
- Не сумісні з кондиціонуванням.

5. Плінтусні радіатори з гарячою водою (Hot Water Baseboard Radiator)



Найкраще для: променевого опалення з компактнішою системою, ніж традиційні радіатори.

Гідронна система, де гаряча вода від центрального котла циркулює через низькопрофільні плінтусні блоки. Тепло розсіюється через металеві ребра, що оточують трубу. Це еволюційна версія старих радіаторів. Вартість встановлення: 450–1 200 доларів.

- **Джерела палива:** Газ, пропан, мазут, електрика, сонячна енергія.
- **Розподіл:** Гаряча вода по трубах подається до «ребристих» плінтусних блоків.

Плюси:

- Відмінна енергоефективність і мінімальне обслуговування.
- Тиха робота та точний контроль температури.

Мінуси:

- Мають залишатися відкритими (не закривати меблями).

- Не сумісні з кондиціонуванням.
- Ризик замерзання труб при виході системи з ладу.

6. Системи теплових насосів (Heat Pump Heating Systems)



Найкраще для: опалення та охолодження без повітропроводів у м'якому кліматі.

Це новітня технологія. Тепловий насос витягує тепло з повітря (або землі/води) і передає його в будинок. Вартість встановлення: від 4 202 до 7 673 доларів.

- **Джерела палива:** Переважно електрика.
- **Розподіл:** Настінні блоки (фенкойли), пов’язані з зовнішнім насосом.

Плюси:

- Поєднання опалення та охолодження без повітропроводів.
- Енергоефективність.

Мінуси:

- Найкраще працюють у м'якому кліматі.
- Потребують індивідуального налаштування для кожної кімнати.

7. Електричні системи резистивного опалення (Electric Resistance Heating Systems)



Найкраще для: додаткового опалення в рідко використовуваних кімнатах.

Наприклад, електричні плінтусні обігрівачі. Не використовуються як основна система через високу вартість електроенергії. Дешеві в установці (450–1 200 доларів), не потребують повітропроводів.

- **Джерела палива:** Електрика.
- **Розподіл:** Природна конвекція або вбудовані вентилятори.

Плюси:

- Універсальність, тиха робота, легкий монтаж.

Мінуси:

- Дорогі в експлуатації.
- Можуть перевантажувати електромережу.

8. Гібридні системи опалення (Hybrid Heat Systems)



Найкраще для: регіонів зі зміною сезонів і помірною зимою.

Поєднують електричний тепловий насос і газовий котел. Коли температура падає нижче 5°C, тепловий насос стає менш ефективним, і автоматично вмикається газовий котел.

- **Джерела палива:** Електрика (тепловий насос) та газ (котел).
- **Розподіл:** Через спільну систему повітропроводів.

Плюси:

- Автоматизація, висока ефективність, надійне тепло в сильні морози.

Мінуси:

- Дві системи потребують обслуговування, вищі витрати на встановлення.

9. Канальні міні-спліт системи (Ductless Mini-Split)



Найкраще для: добудованих кімнат, віддалених зон або м'якого клімату.

Складаються з невеликого зовнішнього компресора та одного або кількох внутрішніх блоків. Енергоефективні, але менш ефективні в екстремально холодну чи спекотну погоду. Вартість: 2 000 – 14 500 доларів.

- **Джерела палива:** Електрика.
- **Розподіл:** Транспортування повітря між зовнішнім та внутрішнім блоками.

Плюси:

- Не потребують повітропроводів, зручне розміщення, режим кондиціонування.

Мінуси:

- Дорогі в монтажі, потребують професійної установки.

10. Дров'яні системи опалення (Wood Heating Systems)



Найкраще для: будинків, де віддають перевагу економічним джерелам палива.

Включають дров'яні котли, пелетні котли, комини, масивні печі-каміни.

- **Джерела палива:** Дрова, пелети (пресоване дерево).
- **Розподіл:** Конвекція, випромінювання тепла поверхнею, вентилятори.

Плюси:

- Дешевше паливо, працюють під час відключення електрики (більшість моделей).

Мінуси:

- Пожежна небезпека, необхідність чищення, ризик забруднення повітря димом.

Вибір системи опалення

При виборі важливо зважити всі «за» і «проти» з огляду на ваш клімат та бюджет. Найкраще звернутися до професійного технічного фахівця HVAC, який допоможе оцінити розмір вашого будинку, планування та регіональні особливості.

Проектується житловий будинок у місті **Черкаси**

Кількість поверхів - **14**

Висота вікон, $h_в$ = 1,5 м

Висота зовнішніх і балконних дверей, $h_д$ = 2,1 м

Товщина міжповерхового перекриття, $\delta_{пер}$ = 0,3 м

Висота приміщень (від підлоги до стелі), $h_{пр}$ = **2,7** м

Конструкція зовнішних стін:

- *кладка із шлакобетонних блоків (за технологією "НЕВЕЛ")*

Конструкція панелей горищного перекриття та перекриття над підвалом:

- *суцільний залізобетон з утеплювачем із мінераловатних плит*

Конструкція покрівлі горища - з рулонних матеріалів

Джерело теплопостачання - ТЕЦ

Орієнтація зовнішньої стіни сходової клітки за сторонами світу: **ПдС**

Розрахунковий перепад температур у тепловій мережі $T_г - t_о$ = 130 - 70 °С

Розрахунковий перепад тисків на уводі теплової мережі в будинок:

$\Delta P_{ув}$ = 120 кПа

Розрахунковий переклад температур води в системі опалення:

$t_г - t_о$ = **85** - **65** °С

Опалювальні прилади:

- *сталеві панельні радіатори VONOVA (Vogel & Noot)*

Розташування опалювальних приладів: • *вільно у стіні*

Регулююча арматура на підводках до опалювальних приладів:

- *терморегулятори фірми "Herz"*

Підлога - *лінолеум*

Підвал:

- *піркінг на 12 автомобілів з розрахунковою температурою +5° С без світлових прорізів у зовнішніх стінах*

Згідно з дод.1 [1] кліматологічні дані для холодного періоду року становлять:

Місто	Середня температура за рік $t_{зовн.р}$, С	Зона вологості	Температура найхолоднішої доби $t_{зовн.1}$, С	Температура найхолоднішої п'ятиденки $t_{зовн.5}$, С	Опалювальний сезон		Кількість градусо-діб $S_{о.с}$, гр.-діб	Кліматична зона
					Середня температура $t_{о.с}$, С	Тривалість $Z_{о.с}$, діб		
Черкаси	7,9	С	-26	-21	-0,3	178	3614	I

2.1. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

Результати розрахунку та підбору огороджуючих конструкцій житлового будинку зводимо у таблицю:

Найменування огороджуючої конструкції	*Rq, min*	$R_{заг}$	*Коефіцієнт теплопередачі k, Вт/(м²•°С)*	*Опис конструкцій*	$\delta^{заг}$
Зовнішня стіна	4,00	**4,26**	0,235	**Вн.штукатурка ρ=1700 кг/м3-λ= 0,87 Вт/м°С δ-0,005м +Бетон на домених грн.шлаках ρ=1400 кг/м^{3,} λ= 0,58 Вт/м°С δ - 0,07м + Бетон ніздрюватий ρ= 400кг/м3, λ= 0,13 Вт/м°С - $\delta_{ут}$ = 0,38 м + Бетон на домених грн.шлаках ρ=1600 кг/м3 λ= 0,64 Вт/м°С δ - 0,08м**	**0,535**
Горищне перекриття	6,00	**7,06**	0,142	**Бетон на гравії або щебені з природного каменю ρ= 2400 кг/м3 δ = 0,14 м λ=1,86 Вт/м + пароізоляція 0,03 м2°С/Вт + вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна ρ= 70 кг/м3 δ = 0,21 м λ=0,045 Вт/м + розчин цементно-піщаний ρ= 1800 кг/м3 δ = 0,03 м λ=0,93 Вт/м**	**0,380**
Перекриття над підвалом	5,00	**5,49**	0,183	**Дуп поперек волокон ρ= 700 кг/м3 δ = 0,012 м λ=0,23м +розчин цементно-піщаний ρ= 1800 кг/м3 δ = 0,08 м λ=0,93 Вт/м + гідро-пароізоляція + вироби з жорсткого пінополіуретану ρ= 40 кг/м3 δ = 0,14 м λ=0,040 Вт/м + залізобетон ρ= 2500кг/м3 δ = 0,14 м λ=2, 04 Вт/м**	**0,372**
Вікна та балконні двері	0,90	**0,98**	1,021	**Вікна з двокамерними склопакетами 4М1-16-4М1-16-4і**	-
Зовнішні двері	0,70	**0,78**	1,282	**Одинарні металеві двері без утеплювача + Тамбур + Одинарні соснові двері 0,04м**	**0,040**
Внутрішні стіни	-	**0,71**	1,408	**Кладка з порожнистої глиняної цегли λ= 0,52 Вт/м°С - 1ц.**	**0,110**
Міжповерхове перекриття	-	**1,36**	0,737	**Кладка з порожнистої глиняної цегли λ= 0,52 Вт/м°С - 1ц.**	**1,250**

Примітка: Опір теплопередачі вхідних дверей до квартир прийнятий рівним опору внутрішніх стін.

Теплотехнічний розрахунок ОК кінотеатру

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	ср	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Замечания
	м		Вт/(м·К)	кг/м3	кДж/(кг·К)	м2·К/Вт	м'2·К/Вт	мг/(м·ч·Па)		м2ч·Па/г	м2ч·Па/г	
КРОВЛЯ	Кровля 50,2 см											
Вид ограждения: Кровля, Влажностные условия: Нормальный												
БЕТОН-ЗК11	0,0700		0,460	1100	0,840	0,152	0,152	260,00	3	269,2	269,2	
PSW-460/A	0,2000	Плиты изол. полиурет. пенки PSW-460/A	0,025	50	1,460	8,000	8,000	12,00	60	16666,7	16666,7	
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2200		1,700	2500	0,840	0,129	0,129	30,00	24	7333,3	7333,3	
ГИПС-КАРТ	0,0120		0,230	1000	1,000	0,052	0,052	75,00	10	160,0	160,0	
											Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:	0,100
											Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м2·К/Вт]:	0,040
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:	8,474
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:	0,118
ПОЛ	Отдача тепла от перекрытия вниз 46,5 см											
Вид ограждения: Отдача тепла от перекрытия вниз, Влажностные условия: Нормальный												
ТЕРРАКОТА	0,0150		1,050	2000	0,840	0,014	0,014	250,00	3	60,0	60,0	
БЕТОН-ЗК11	0,1000		0,460	1100	0,840	0,217	0,217	260,00	3	384,6	384,6	
ПОЛИУРЕТ-В	0,1500		0,025	30	1,460	6,000	6,000	12,00	60	12500,0	12500,0	
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2000		1,700	2500	0,840	0,118	0,118	30,00	24	6666,7	6666,7	
											Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:	0,170
											Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:	0,170
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:	6,689
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:	0,149
СВ-15	Стена внутренняя 15,0 см											
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный												
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150		0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
КИРП-ДЫРЧ	0,1200		0,620	1400	0,880	0,194	0,194	135,00	5	888,9	888,9	
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150		0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
											Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:	0,130
											Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:	0,130
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:	0,490
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:	2,040
СН-50-PW	Стена наружная 51,0 см											
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный												
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150		0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3	
АЭРОК	0,3300	Газобетон1	0,110	400	1,000	3,000	3,000	75,87	9	4349,5	4349,5	
МИНВАТ-СТ	0,1000		0,045	70	0,750	2,222	2,222	480,00	2	208,3	208,3	
СЛ.ВОЗД.ХВ	0,0500	Прослойка воздуха хорошо вентилируемого.				0,000	0,000	10000,00	0	0,0	0,0	
АЛЮМИНИЙ	0,0150		200,000	2700	0,870	0,000	0,000	0,01	72000	########	0,0	
											Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:	0,130
											Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м2·К/Вт]:	0,130
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:	5,501
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:	0,182

Символ	Описание	d	R_i	R_e	R	U	$Ф_T$	A
		м	$м^2 \cdot К/Вт$	$м^2 \cdot К/Вт$	$м^2 \cdot К/Вт$	$Вт/м^2 \cdot К$	Вт	$м^2$
ДВ	Дверь наружная					1,200	575	14,05
ДВ2	Дверь наружная					1,000		
КРОВЛЯ	Кровля 50,2 см	0,502	0,100	0,040	8,474	0,118	9252	1966,75
ОК	Окно наружное (фонарь)					1,000	7389	182,21
ПОЛ	Отдача тепла от перекрытия вниз 46,5 см	0,465	0,170	0,170	6,689	0,149	2584	1926,60
СВ-15	Стена внутренняя 15,0 см	0,150	0,130	0,130	0,490	2,040		
СН-50-PW	Стена наружная 51,0 см	0,510	0,130	0,130	5,501	0,182	5059	707,75

2.2. Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень.

Питома компенсац.теплова потужн. при періодичн.опаленні f_{RH}, Вт/ **0**

Коефіцієнт інфільтраційного повтрообміну n_{50}, 1/год **4**

Ефективність рекуператора припливно-вит.вентиляції, д.од. **0** *(0,6….0,7)*

Розрахункова температура зовнішнього повітря θ_e, °С **-21** ***ПнС***

Середньорічна температура зовнішнього повітря θ_{me}, °С **-0,3** ***1,00***

Розрахункова температура підвалу, горища та сход.клітки θ_u, °С **5** **16**

Аз.п.= *9828* $м^2$

ПдС ***1,00***

			3,9	5,1		5,2	4,4	3,9	3,9	4,4	5,2	5,1		3,9		45,0
6,3	***01***	***02***		***A1***	***03***	***04***	***05***	***06***	***A2***	***07***			***08***	6,3	***ПдЗ***
4,7	***22***												***09***	4,7	***1,00***
4,6	***21***	***20***	***19***	***18***	***17***	***16***	***15***	***14***	***13***	***12***	***11***		***10***	4,6	
1,8	3,9	3,6	3,6	3,9	3,6	3,9	3,9	3,6	3,9	3,6	3,6	3,9		1,8	45,0

Висота приміщень, м **2,7** 17,4 ***ПнЗ*** ***1,10*** 17,4

Приміщення			*Огороджувальна конструкція*						*Теплові мости*														
№ Приміщення / Найменування	*Площа приміщення, A_p, $м^2$*	*Температура, θ_{int}, °С*	*Позначення*	*Орієнтація*	*Довжина, a, м*	*Ширина (висота), b(h), м*	*Площа, $A_к$, $м^2$*	*Коефіцієнт теплопередачі, $U_к$, $Вт/м^2*°С$*	*Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_1*	*Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, ψ_i*	*Довжина теплового мосту, l, м*	*Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_1*	*Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), b_u*	*Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю*	*Характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні*	*Характеристика трансмісійних тепловтрат опал. прим. через ОК до*	*Трансмісійні тепловтрати приміщення, $Ф_T$, Вт*	*Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в*	*Характеристика інфільтраційних*	*Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної*	*Тепловтрати (теплопотічні) тепловтрати (надходж.), $Ф_в$, Вт*	*Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних*	*Теплова потужність системи опалення приміщення, $Ф_{НД}$, Вт*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*	*21*	*22*	*23*	*24*
101	*22,1*	*16*	*Зс*	*ПнС*	*6,3*	*3,37*	*21,2*	*0,235*	*1,10*						*5,491*								
СК	*3,157*		*Зс*	*ПдС*	*3,90*	*3,37*	*13,2*	*0,235*	*1,10*						*3,399*		*382,3*	*29,8*	*10,1*	*436*	*-110*	*272*	*708*
			Пл	-	*6,3*	*3,90*	*24,6*	*0,183*	*1,0*				*0,3*			*1,34*							
201	*22,1*	*22*	*ЗС*	*ПнС*	*6,30*	*3,00*	*17,1*	*0,235*	*1,1*						*4,42*								
ЖК	*3,16*		*ЗС*	*ПдС*	*3,90*	*3,00*	*9,9*	*0,235*	*1,1*						*2,55*		*475*	*54,0*	*18,4*	*789*	*-110*	*365*	*1154*
	3,6		*В*	*ПнС*	*1,30*	*1,40*	*1,8*	*1,021*	*1,1*						*2,04*								
			В	*ПдС*	*1,30*	*1,40*	*1,8*	*1,021*	*1,1*						*2,04*								
1401	*22,1*	*22*	*Зс*	*ПнС*	*6,30*	*3,38*	*19,5*	*0,235*	*1,0*						*4,58*								
Жк	*3,16*		*Зс*	*ПдС*	*3,90*	*3,38*	*11,4*	*0,235*	*1,0*						*2,67*								
	3,6		*В*	ПнС	*1,30*	*1,40*	*1,8*	*1,021*	*1,0*						*1,86*		*621*	*54,0*	*18,4*	*789*	*-110*	*511*	*1300*
			В	ПдС	*1,30*	*1,40*	*1,8*	*1,021*	*1,0*						*1,86*								
			Ст		*6,30*	*3,90*	*24,6*	*0,142*	*1,0*						*3,49*								
202	*29,4*	*22*	*ЗС*	*ПдС*	*5,10*	*3,00*	*13,5*	*0,235*	*1,1*						*3,48*								
ЖК	*4,2*		*ВС*	-	*6,30*	*3,00*	*18,9*	*1,408*	*1,0*					*0,14*	*3,71*		*397*	*54,0*	*18,4*	*789*	*-147*	*250*	*1040*
			В	*ПдС*	*1,30*	*1,40*	*1,8*	*1,021*	*1,1*						*2,04*								
203	*25,14*	*22*	*ЗС*	*ПдС*	*4,40*	*3,00*	*11,4*	*0,235*	*1,0*						*2,67*								
ЖК	*3,6*		*В*	*ПдС*	*1,30*	*1,40*	*1,8*	*1,021*	*1,0*						*1,86*		*1339*	*54,0*	*18,4*	*789*	*-126*	*1213*	*2003*
			ВС	-	*6,30*	*3,00*	*18,9*	*1,408*	*1,0*						*26,61*								

204	20,94	22	ВС	-	3,90	3,00	11,7	1,408	1,0					0,14		2,30						
ЖК	2,6		ЗС	ПдС	3,90	3,00	9,9	0,235	1,0						2,32		179,74	54	18,4	789	-105	75,03	864,5
			В	ПдС	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								
205	17,31	22	ЗС	ПдС	3,90	3,00	9,9	0,235	1,00						2,32								
ЖК	2,5		Вс		6,30	3,00	18,9	0,235	1,1						4,89		397,81	54	18,4	789	-86,5	311,3	1101
			В	0	1,30	1,40	1,8	1,021	1,1						2,04								
206	19,69	22	ЗС	Пдз	4,40	3,00	13,2	0,235	1,00						3,10								
ЖК	2,8		Вс	-	6,30	3,00	17,1	0,235	1,1						4,42		411,13	54	18,4	789	-98,5	312,7	1102
			В	ПдС	1,30	1,40	1,8	1,021	1,1						2,04								
207	23,03	22	ЗС	ПдС	5,10	3,00	15,3	0,235	1,00						3,60								
ЖК	3,3		Вс		6,30	3,00	17,1	0,235	1,1						4,42		432,35	54	18,4	789	-115	317,2	1107
			В	ПдС	1,30	1,40	1,8	1,021	1,1						2,04								
208	17,31	22	ЗС	ПдС	3,90	3,00	9,9	0,235	1,1						2,55								
ЖК	2,5		ЗС	Пдз	6,30	3,00	17,5	0,235	1,1						4,52		480,13	54	18,4	789	-86,5	393,6	1183
	3,6		В	Пдз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,1						2,04								
			В	ПдС	1,30	1,40	1,8	1,021	1,1						2,04								
209	11,5	20	ЗС	Пдз	4,70	3,00	14,1	0,235	1,1						3,64		149,44	54	18,4	789	-57,5	91,95	881,4
СН																							
210	11,13	22	ЗС	Пдз	6,40	3,00	17,4	0,235	1,0						4,08								
Ку	1,6		ЗС	Пнз	3,90	3,00	9,9	0,235	1,1						2,55		453,24	54	18,4	789	-55,7	397,6	1187
			В	Пдз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								
			В	Пнз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,1						2,04								
211	10,21	22	ЗС	Пнз	3,60	3,00	10,8	0,235	1,0	0,44	3,60	1,0			4,12		265,14	55,5	18,9	811	-51,1	214,1	1025
Ку	1,5		В	Пнз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,1						2,04								
212	10,21	22	ЗС	Пнз	3,60	3,00	9,0	0,235	1,0						2,11								
ЖК	1,5		В	Пнз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86		1006,2	55,5	18,9	811	-51,1	955,1	1766
			Вс	-	4,60	3,00	13,8	1,408	1,0						19,43								
213	11,13	22	ЗС	Пнз	3,90	3,00	9,9	0,235	1,1						2,55		189,72	55,5	18,9	811	-55,7	134,1	945,5
ЖК			В	Пнз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								
214	10,21	22	ЗС	Пнз	3,60	3,00	9,0	0,235	1,0	0,44	3,60	1,0			3,69		238,76	55,5	18,9	811	-51,1	187,7	999,1
Ку			В	Пнз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								
215	11,13	22	ЗС	Пнз	3,90	3,00	9,9	0,235	1,0						2,32		179,74	54	18,4	789	-55,7	124,1	913,6
Ку			В	Пнз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								
216	11,1	22	ЗС	Пнз	3,90	3,00	9,9	0,235	1,0						2,32		179,74	54	18,4	789	-55,7	124,1	913,6
К			В	Пнз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								
217	10,2	22	ЗС	Пнз	3,60	3,00	9,0	0,235	1,0	0,44	3,60	1,0			3,69		238,76	55,5	18,9	811	-51,1	187,7	999,1
Ку			В	Пнз	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								

218	11,1	22	ЗС	ПнЗ	3,90	3,00	9,9	0,235	1,0						2,32		179,74	55,5	18,9	811	-55,7	124,1	935,5
ЖК			В	ПнЗ	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								
219	10,2	22	ЗС	ПнЗ	3,60	3,00	9,0	0,235	1,0						2,11		170,65	55,5	18,9	811	-51,1	119,6	931
ЖК			В	ПнЗ	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								
220	10,2	22	ЗС	ПнЗ	3,60	3,00	9,0	0,235	1,0	0,44	3,60	1,0			3,69		238,76	55,5	18,9	811	-51,1	187,7	999,1
ЖК			В	ПнЗ	1,30	1,40	1,8	1,021	1,0						1,86								
221	17,94	22	ЗС	ПнС	6,40	3,00	17,4	0,235	1,1						4,49		560	54,0	18,4	789	-90	470	1260
Ку	2,56		ЗС	ПнЗ	3,90	3,00	9,9	0,235	1,1	0,44	3,90	1,1			4,44								
	3,6		В	ПнС	1,30	1,40	1,8	1,021	1,1						2,04								
			В	ПнЗ	1,30	1,40	1,8	1,021	1,1						2,04								
222	11,5	20	ЗС	ПнС	4,70	3,00	14,1	0,235	1,0						3,31		135,85	54	18,4	789	-57,5	78,37	867,8
СН																							
А1	27,6	16	ЗС	ПдС	5,20	42,9	197,7	0,235	1,0	0,44	5,20	1,0			48,75		2913	355	121	5193	0	2913	8106
СК	1184		В	ПдС	1,20	1,4	21,8	1,021	1,0						22,30								
	$м^3$		ПЛ	-	6,30	5,20	32,8	0,183	1,0				0,30			1,78							
			СТ	-	6,30	5,20	32,8	0,142	1,0				0,30			1,38							
			ВД	ПдС	1,60	2,20	3,5	1,282	1,0						4,51								
А2	27,6	16	ЗС	ПдС	5,2	42,9	197,7	0,235	1	0,44	5,2	1			48,75		2913	355	121	5193	0	2913	8106
СК	1184		В	ПдС	1,2	1,4	21,84	1,021	1						22,30								
	$м^3$		ПЛ	-	6,3	5,2	32,76	0,183	1				0,3			1,78							
			СТ	-	6,3	5,2	32,76	0,142	1				0,3			1,38							
			ВД	ПдС	1,6	2,2	3,52	1,282	1						4,51								

4086,2 м2

Розрахунок тепловтрат кінотеатру

Символ	Описание	θint,H	A	V	ΦHL	nmin	Vmin	Vinfv	Vsu min	Vsu	Vex min
		°C	м2	м3	Вт	1/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч
A1	Лестница A1	8,0	49,00	245,0	942	0,30	73,5	34,3	73,5	73,5	73,5
A2	Лестница A2	8,0	49,00	245,0	942	0,30	73,5	34,3	73,5	73,5	73,5
101	глядацька зала 101	20,0	230,40	1152,0	11831	3,00	3456,0	241,9	3456,0	3456,0	3456,0
102	Коридор 102	18,0	250,00	1250,0	6885	0,50	625,0	262,5	625,0	625,0	625,0
103	Комната 103	20,0	49,20	246,0	2693	0,60	147,6	51,7	147,6	147,6	147,6
104	Санузел 104	20,0	49,20	246,0	2595	0,50	123,0	51,7	123,0	123,0	123,0
105	Санузел 105	20,0	49,20	246,0	2666	0,50	123,0	51,7	123,0	123,0	123,0
106	кафетерій 106	20,0	75,00	375,0	2566	4,00	1500,0	0,0	1500,0	1500,0	1500,0
107	більярд 107	18,0	206,40	1032,0	10602	5,00	5160,0	216,7	5160,0	5160,0	5160,0
108	Подсобное пом. с окном	16,0	22,00	110,0	876	0,50	55,0	23,1	55,0	55,0	55,0
109	каса 109	20,0	70,00	350,0	1419	2,00	700,0	0,0	700,0	700,0	700,0
110	Магазин 110	20,0	120,00	600,0	1596	1,00	600,0	0,0	600,0	600,0	600,0
111	буфет 111	20,0	70,00	350,0	2395	4,00	1400,0	0,0	1400,0	1400,0	1400,0
112	дитяча зон 112	20,0	297,60	1488,0	13614	1,50	2232,0	312,5	2232,0	2232,0	2232,0
113	зона відпочинку 113	20,0	220,00	1100,0	14501	2,00	2200,0	231,0	2200,0	2200,0	2200,0
114	Офис 114	20,0	120,00	600,0	4809	1,00	600,0	126,0	600,0	600,0	600,0

Vex	n	Vv	θv	ΦT	ΦV	HT	HV	Φ	φHL,A	φHL,V	ΦHL,c
м3/ч	1/ч	м3/ч	°C	Вт	Вт	Вт/К	Вт/К	Вт	Вт/м2	Вт/м3	Вт
73,5	0,4	107,8	4,2	801	141	27,63	4,85	942	19,2	3,8	942
73,5	0,4	107,8	4,2	801	141	27,63	4,85	942	19,2	3,8	942
3456,0	3,2	3697,9	13,5	3641	8190	88,80	199,76	11831	51,3	10,3	11831
625,0	0,7	887,5	5,0	2958	3927	75,84	100,69	6885	27,5	5,5	6885
147,6	0,8	199,3	6,3	1767	926	43,11	22,58	2693	54,7	10,9	2693
123,0	0,7	174,7	5,0	1704	892	41,55	21,75	2595	52,7	10,5	2595
123,0	0,7	174,7	5,0	1775	892	43,29	21,75	2666	54,2	10,8	2666
1500,0	4,0	1500,0	15,9	475	2091	11,59	51,00	2566	34,2	6,8	2566
5160,0	5,2	5376,7	14,4	4044	6558	103,70	168,15	10602	51,4	10,3	10602
55,0	0,7	78,1	5,0	584	292	15,78	7,90	876	39,8	8,0	876
700,0	2,0	700,0	15,9	443	976	10,81	23,80	1419	20,3	4,1	1419
600,0	1,0	600,0	15,9	760	836	18,54	20,40	1596	13,3	2,7	1596
1400,0	4,0	1400,0	15,9	443	1952	10,81	47,60	2395	34,2	6,8	2395
2232,0	1,7	2544,5	11,4	6147	7467	149,92	182,13	13614	45,7	9,1	13614
2200,0	2,2	2431,0	12,4	8214	6287	200,34	153,34	14501	65,9	13,2	14501
600,0	1,2	726,0	9,5	2216	2593	54,04	63,24	4809	40,1	8,0	4809

2.3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНІСТІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Для системи водяного опалення будинку необхідно визначити:
- розрахункову теплову потужність
- питому теплову потужність
- розрахункове річне теплоспоживання
- питоме річне теплоспоживання
- витрату води

Для визначення загальних тепловтрат приміщеннями будинку заповнемо підсумкову таблицю тепловтрат. Для визначення тепловтрат на першому, другому, третьому та останньому поверхах всіх приміщень, скористуємось відповідними коефіцієнтами знайденими для першого приміщення.

$k_1 = Q_{101}/Q_{401} =$ 0,67 $k_2 = Q_{201}/Q_{401} =$ 1,1 $k_3 = Q_{301}/Q_{401} =$ 1,05 $k_{14} = Q_{1001}/Q_{401} =$ 1,13

тоді $Q_{10i} = k_1 Q_{40i}$ $Q_{20i} = k_2 Q_{40i}$ $Q_{30i} = k_3 Q_{40i}$ $Q_{90i} = k_9 Q_{40i}$

№ поверху	Номер приміщення																							
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	А1	А2	
1	779	710	1360	590	750	750	750	800	600	810	700	1200	640	680	620	620	680	640	630	680	850	590			8214
2	1270	1150	2210	960	1220	1220	1220	1310	970	1310	1130	1950	1050	1100	1010	1010	1100	1030	1030	1100	1390	960			13350
3	1212	1100	2110	910	1160	1160	1170	1250	930	1250	1080	1860	1000	1050	960	960	1050	990	980	1050	1330	920			12741
4-13	1154	1040	2003	865	1101	1102	1107	1183	881,4	1187	1025	1766	945	999	914	914	999	935	931	999	1260	868	8106	8106	12089
14	1300	1180	2260	980	1240	1250	1250	1340	1000	1340	1160	1990	1070	1130	1030	1030	1130	1060	1050	1130	1420	980			13660
Всього	16106	14539	27970	12085	15377	15402	15457	16531	12314	16581	14325	24665	13215	13951	12756	12756	13951	13075	13000	13951	17587	12128			168860
		4880		4270		3520			ГЦК	4930		3150		2200				2190		2180					

Розрахункові тепловтрати будинку без сходового та ліфтового холів - $Q_1 =$ 168860 Вт

Розрахункові тепловтрати будинку із сходовим та ліфтовим холами - $Q_{1A} =$ 176966 Вт

Розрахункове річне споживання системою опалення

Величину розрахункового річного теплоспоживання системою опалення будинку W, ГДж/рік розраховується за формулою:

$$W = \frac{3{,}6 * Q_{c.o.} * 24 * Zo.c. * (t_{вн} - t_{o.c.}) * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн.б}} = \frac{3{,}6 * Q_{c.o.} * 24 * S_{j.c.} * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн.б}}$$

Витрата води в системі опалення

Витрату води в системі опалення визначають за формулою:

$$G_{C.O.} = \frac{0{,}86 \cdot Q_{C.O}}{t_c - t_o} = \quad 7610 \text{ кг/год}$$

Кількість поверхів - $n=$ 14 *поверхів* $t_г=$ 85 °С

Висота поверху (з перекриттям) - $h_{пов}=$ 3,00 *м* $t_о=$ 65 °С

Розрахунок природного тиску у циркуляційних кільцях, що проходять через горизонтальні приладові вітки на 1 поверсі будинку, за формулою:

$$\Delta Pnp_i = g*h_i*(\rho_о-\rho_г) \quad (9.1)$$

де, g = 9,81 м/с^2 прискорення вільного падіння; h_i - вертикальна відстань між центром нагрівання води і центром охолодженням води в опалювальних приладах горизонтальної приладової вітки і-поверху, м;

$\rho_о$-$\rho_г$ -відповідно густина охолодженої і гарячої води в системі опалення, кг/м^3.

Аналогічно обчислюємо розрахункові природний і циркуляційні тиски для інши циркуляційних кілець, що проходять через горизонтальні приладові вітки решти поверхів будинку.

Розрахункові гравітаційні тиски в циркуляційних кільцях

Коефіцієнт врахування максимально природного тиску слід приймати **0,7**

Параметр	*Поверх*													
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*
Висота h_i,м	2,70	5,70	8,70	11,70	14,70	17,70	20,70	23,70	26,70	29,70	32,70	35,70	38,70	41,70
Тиск $\Delta P_{пі}$,Па	421	889	1356	1824	2291	2759	3227	3694	4162	4630	5097	5565	6033	6500
Тиск з урахуванням коеф., Па	295	622	949	1277	1604	1931	2259	2586	2913	3241	3568	3895	4223	4550

327

Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів двохтрубної поквартирної системи опалення

Номер розрахункової ділянки	Теплове навантаження ділянки	Коефіцієнт проходу тепловоо та гідравлического потоків	Витрата води на ділянці	Довжина ділянки	Діаметр трубопроводу	Приведений коефіцієнт тертя	Питома витрата води	Питомий динамічний тиск	Швидкість води на ділянці	Сумма коефіцієнтів місцевих опорів	Приведений коефіцієнт місцевих опорів	Характеристика опору ділянки	Втрати тиску на ділянці	Загальні втрати тиску	*Примітка*
№ діл.	*$Q_{діл}$, Вт*	*φ*	*G, кг/год*	*l, м*	*d, мм*	*λ/d, м$^{-1}$*	*G/ν, (кг/год)/(м/с)*	*A*10^{-4}, Па/(кг/год)^2*	*V, м/с*	*Σξ*	*$\xi_{пр}$*	*S, Па/(кг/год)^2*	*$\Delta P_{діл}$, Па*	*ΣΔP, Па*	*Перелік місцевих опорів*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*
ІТП-1	*168860*	*1,0000*	*7261*	*7,5*	*70*	*0,38*	*13600*	*0,0000027*	*0,534*	*1,2*	*4,05*	*0,000011*	*577*	*577*	*відвід відігнутий 90°-0,3*4шт=1,2*
ІТП"-1"	*168860*	*1,0000*	*7261*	*8,7*	*70*	*0,38*	*13600*	*0,0000027*	*0,534*	*1,2*	*4,506*	*0,000012*	*641*	*1218*	*відвід відігнутий 90°-0,3*4шт=1,2*
1-2	*160645*	*0,9514*	*6908*	*3,00*	*70*	*0,38*	*13600*	*0,0000027*	*0,508*	*1*	*2,14*	*0,000006*	*276*	*1494*	*трійник на прохід=1*
1"-2"	*160645*	*0,9514*	*6908*	*3,00*	*70*	*0,38*	*13600*	*0,0000027*	*0,508*	*1*	*2,14*	*0,000006*	*276*	*1769*	*трійник на прохід=1*
2-3	*147296*	*0,8723*	*6334*	*3,00*	*70*	*0,38*	*13600*	*0,0000027*	*0,466*	*1*	*2,14*	*0,000006*	*232*	*2001*	*трійник на прохід=1*
2"-3"	*147296*	*0,8723*	*6334*	*3,00*	*70*	*0,38*	*13600*	*0,0000027*	*0,466*	*1*	*2,14*	*0,000006*	*232*	*2233*	*трійник на прохід=1*
3-4	*134554*	*0,7968*	*5786*	*3,00*	*70*	*0,38*	*13600*	*0,0000027*	*0,425*	*1,5*	*2,64*	*0,000007*	*239*	*2472*	*трійник на прохід=1+раптове звуження=0,5=1,5*
3"-4"	*134554*	*0,7968*	*5786*	*3,00*	*70*	*0,38*	*13600*	*0,0000027*	*0,425*	*2*	*3,14*	*0,000008*	*284*	*2755*	*трійник на прохід=1+раптове розширення=1=2*
4-5	*122465*	*0,7252*	*5266*	*4,00*	*50*	*0,54*	*7810*	*0,0000081*	*0,674*	*3*	*5,16*	*0,000042*	*1159*	*3914*	*трійник на прохід=1+П-подібний коліно=2*
4"-5"	*122465*	*0,7252*	*5266*	*4,00*	*50*	*0,54*	*7810*	*0,0000081*	*0,674*	*3*	*5,16*	*0,000042*	*1159*	*5073*	*трійник на прохід=1+П-подібний коліно=2*
5-6	*110376*	*0,6537*	*4746*	*3,00*	*50*	*0,54*	*7810*	*0,0000081*	*0,608*	*1*	*2,62*	*0,000021*	*478*	*5551*	*трійник на прохід=1*
5"-6"	*110376*	*0,6537*	*4746*	*3,00*	*50*	*0,54*	*7810*	*0,0000081*	*0,608*	*1*	*2,62*	*0,000021*	*478*	*6030*	*трійник на прохід=1*
6-7	*98286*	*0,5821*	*4226*	*3,00*	*50*	*0,54*	*7810*	*0,0000081*	*0,541*	*1*	*2,62*	*0,000021*	*379*	*6409*	*трійник на прохід=1*
6"-7"	*98286*	*0,5821*	*4226*	*3,00*	*50*	*0,54*	*7810*	*0,0000081*	*0,541*	*1*	*2,62*	*0,000021*	*379*	*6788*	*трійник на прохід=1*

7-8	86197	0,5105	3706	3,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,475	1,5	3,12	0,000025	347	7135	трійник на прохід=1+раптове звуження=0,5 = 1,5
7"-8"	86197	0,5105	3706	3,00	50	0,54	7810	0,0000081	0,475	2	3,62	0,000029	403	7538	трійник на прохід=1+раптове розширення=1 = 2
8-9	74107	0,4389	3187	3,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,682	3	5,25	0,000118	1200	8737	трійник на прохід=1+П-подібний конденсатор=2
8"-9"	74107	0,4389	3187	3,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,682	3	5,25	0,000118	1200	9937	трійник на прохід=1+П-подібний конденсатор=2
9-10	62018	0,3673	2667	3,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,571	1	3,25	0,000073	520	8058	трійник на прохід=1
9"-10"	62018	0,3673	2667	3,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,571	1	3,25	0,000073	520	8578	трійник на прохід=1
10-11	49928	0,2957	2147	3,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,460	1,5	3,75	0,000084	389	10326	трійник на прохід=1+раптове звуження=0,5 = 1,5
10"-11"	49928	0,2957	2147	3,00	40	0,75	4670	0,0000225	0,460	2	4,25	0,000096	441	10766	трійник на прохід=1+раптове розширення=1 = 2
11-12	37839	0,2241	1627	3,00	32	0,9	3580	0,0000383	0,454	1,5	4,2	0,000161	426	9004	трійник на прохід=1+раптове звуження=0,5 = 1,5
11"-12"	37839	0,2241	1627	3,00	32	0,9	3580	0,0000383	0,454	2	4,7	0,000180	477	9480	трійник на прохід=1+раптове розширення=1 = 2
12-13	25750	0,1525	1107	3,00	25	1,3	2040	0,0001180	0,543	3,5	7,4	0,000873	1071	11837	трійник на прохід=1+П-подібний конденсатор=2 + раптове звуження=0,5
12"-13"	25750	0,1525	1107	3,00	25	1,3	2040	0,0001180	0,543	4	7,9	0,000932	1143	12980	трійник на прохід=1+П-подібний конденсатор=2+ раптове розширення=1
13-14	13660	0,0809	587	3,00	20	1,79	1250	0,0003150	0,470	1	6,37	0,002007	692	10172	трійник на прохід=1
13"-14"	13660	0,0809	587	3,00	20	1,79	1250	0,0003150	0,470	1	6,37	0,002007	692	10865	трійник на прохід=1

Q_{14} = 13660 *Вт*

N= 0,00 %

Для забезпечення гідравлічної сталості роботи системи опалення при статичному балансуванні приймаємо, що втрати тиску у приладових ділянках складають не менше 70% від загальних втрат у головному циркуляційному кільці. Тоді мінімальні втрати тиску у найбільш навантаженій приладовій ділянці IX поверху повинні бути не менше:

$$\Delta P_{CT.9.1} = \frac{\Delta P_{З.Д}}{0,3} \times 0,7 = \quad 17101 \text{ Па}$$

При динамічному балансуванні гідравлічна теплова сталість роботи поквартирних приладових ділянок забезпечується регулятором перепаду тиску автоматично і не потребує 70%-ної втрати тиску в стояку.

Для забезпечення ефективності теплового регулювання теплової потужності опалювального приладу втрати тиску на радіаторному термостатичному клапані повинні складати як можна більше але не менше 25% від загальних втрат на регулюємій ділянці головного циркуляційного кільця. Встановлення автоматичних регуляторів перепаду тиску на приладовій поквартирній ділянці дозволяє зменшити розміри (і відповідно втрати тиску) регулюємої ділянки від головного циркуляційного кільця до розмірів поквартирного стояка. Це приводить до збільшення зовнішнього авторитету клапану і значного покращення регулювання тепловим потоком опалювального приладу.

$$\Delta P_{PTK}^{\min} = 0,25 \times \Delta P_{CT.9.1} = \quad 4275 \text{ Па}$$

№ діл.	$Q_{діл}$, Вт	φ	G, кг/год	l, м	d, мм	λ/d, $м^{-1}$	G/v, (кг/год)/(м/с)	$A*10^{-4}$, Па/$(кг/год)^2$	V, м/с	Σξ	$\xi_{пр}$	S, Па/$(кг/год)^2$	$\Delta P_{діл}$, Па	ΣΔР, Па	Опис підбору опорів
10-К10	62018	0,3673	300	0,05	20	1,79	1250	0,0003150	0,240	3,25	3,3395	0,001052	94	10959	Трійник на прохід з поворотом 1,5 + кульовий кран 0,75 + раптове розширення 1
10"-К10"	62018	0,3673	300	0,15	20	1,79	1250	0,0003150	0,240	2,75	3,0185	0,000951	85	11044	раптове звуження 0,5 + кульовий кран 0,75 + трійник на прохід з поворотом 1,5

Для приладових віток приймаємо металопластикові трубопроводи фірми Herz PE-RT/Al/PE-HD - DxS =16x2, $d_{вн}$ = **12** мм

K14-a	**4930**	0,0292	212	**6,3**	15	1,79	1250	0,000315	0,170	**46,85**	58,127	0,018310	823	11867	Трійник на прохід з поворотом **1,5** (гребінка) +Раптове звуження **0,5** + запірий вентиль Герц
K14"-a"	**4930**	0,0292	212	**6,3**	**12**	**1,86109**	**395,83**	**0,003103691**	0,536	**0**	11,7249	0,036390	1635	13503	
a-b	**3680**	0,0218	158	**3,8**	12	1,86109	395,8257	0,0031037	0,400	**1**	7,97909	0,024765	620	14123	трійник на прохід 1,0
a"-b"	**3680**	0,0218	158	**3,8**	12	1,86109	395,8257	0,0031037	0,400	**1**	7,97909	0,024765	620	14743	трійник на прохід 1,0
b-c	**2340**	0,0139	101	**2,7**	12	1,86109	395,8257	0,0031037	0,254	**1,5**	6,52494	0,020251	205	14948	трійник на прохід з поворотом 1,5
b"-c"	**2340**	0,0139	101	**2,7**	12	1,86109	395,8257	0,0031037	0,254	**1,5**	6,52494	0,020251	205	15153	трійник на прохід з поворотом 1,6
c-d	**1340**	0,0079	58	**4,1**	12	1,86109	395,8257	0,0031037	0,146	**1,5**	9,03741	0,028049	93	15246	трійник на прохід з поворотом 1,7
c"-d"	**1340**	0,0079	58	**4,1**	12	1,86109	395,8257	0,0031037	0,146	**1,5**	9,03741	0,028049	93	15339	трійник на прохід з поворотом 1,8
d-on1410	**670**	0,0040	29	**2,6**	12	1,86109	395,8257	0,0031037	0,073	**1,5**	6,31092	0,019587	16	15355	трійник на прохід з поворотом 1,9
d"-on1410"	**670**	0,0040	29	**2,6**	12	1,86109	395,8257	0,0031037	0,073	**1,5**	6,32022	0,019616	16	15372	трійник на прохід з поворотом 1,10
on1410	**670**	0,0040	29	**0,3**	12	1,86109	395,8257	0,0031037	0,073	**22,6**	23,1583	0,071876	4960	19908	Herz 3000 21 + радіатор 1,6 + HERZ TS-90V
				50,575											
			8	1770,1	п.м.										

Втрати тиску на приладовій ділянці, Па	***9287***
Авторитет приладової ділянки, %	***46,65033***
Авторитет радіаторного клапана, %	***198,8559***

Обладнання	***Ступінь попереднього налаштування***	***ΔP, Па***
Herz-TS-90V	5	4900
Herz-4002 41	1	6000

Гідравлічний розрахунок інших ділянок поквартирного стояка 13-1.

on1008"-b1'	670	0,0040	29	**4,7**	**12**	1,86109	395,826	0,0031037	0,073	**1**	9,7471	0,030252	25
b-b1	1340	0,0079	58	**4,1**	**12**	1,86109	395,826	0,0031037	0,146	**1**	8,6305	0,026786	89
b1-on1408/2	670	0,0040	29	**2,7**	**12**	1,86109	395,826	0,0031037	0,073	**1**	6,0249	0,018700	16
a-on1407	1250	0,0074	54	7,20	**12**	1,86109	395,826	0,0031037	0,136	**1**	14,4	0,044693	129

Гідравлічна увязка опалювальних приладів приладової ділянки 1 кв. 14-го поверху

Поверх-квартира-оп.прилад	Розрахункові величини					
	$Q_{о.п.}$, Вт	Go.п., кг/год	$\Delta P_{потр.РТК}$ Па	Ступінь попереднього налаштування Herz-TS-90-V	$\Delta p_{д.РТК}$ Па	Невязка %
1407	1250	53,8	4701	7	***4000***	*7,55*
1408/1	670	28,8	4782	4	***4700***	*0,88*
1408/2	670	28,8	4782	4	***4700***	*0,88*
1409	1000	43,0	-	FlorFix	-	*FlorFix*
1410/1	670	28,8	4900	4	***4900***	*0,00*
1410/2	670	28,8	4900	4	***4900***	*0,00*

2.5. Тепловий розрахунок опалювальних приладів.

№ опал.приміщ.	Необхідна розрахункова теплова потужність	Витрата води у ОП	Температура води на вході у ОП	Перепад температури води в опал. приладі	Розрахункова температура приміщення	Температурний напір ОП	Тепловіддача відкрито прокладених труб	Розрахункова теплова потужн. опал.приладу	Поправ.коеф. на витрату води в ОП	Поправ.коеф. на температурний напір ОП	Потрібний тепловий потік опал. приладу	Довжина опал.приладу	Фактичний тепловий потік опал. приладу	Невязка	Тип радіатору	
№ прим.	Q_1, Вт	$G_{оп}$, кг/год	$t_{вх}$, °С	$\Delta t_{о.п}$, °С	$t_{вн}$, °С	$\Delta t_т$, °С	$Q_{тр}$, Вт	$Q_{оп}$, Вт	φ_1	φ_2	$Q^{потр}_н$, Вт	мм	$Q^{ф}_н$, Вт	М, %	H=500мм	
101	779	33	85	20	20	55	0	787	0,73	0,95	549	500	574	4,64	FTV11	2 ОП
102	710	31	85	20	20	55	0	717	0,73	0,95	1002	900	1032	2,98	FTV11	
103	1360	58	85	20	20	55	0	1374	0,73	0,96	1895	700	1941	2,44	FTV33	
104	590	25	85	20	20	55	0	596	0,73	0,95	836	800	918	9,83	FTV11	
105	750	32	85	20	20	55	0	758	0,73	0,95	1057	600	1158	9,51	FTV22	
106	750	32	85	20	20	55	0	758	0,73	0,95	1057	600	1158	9,51	FTV22	
107	750	32	85	20	20	55	0	758	0,73	0,95	1057	600	1158	9,51	FTV22	
108	800	34	85	20	20	55	0	808	0,73	0,95	563	600	688	22,15	FTV11	2 ОП
109	600	26	85	20	22	53	0	606	0,70	0,95	892	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	
110	810	35	85	20	20	55	0	818	0,73	0,95	570	600	688	20,68	FTV11	2ОП
111	700	30	85	20	20	55	0	707	0,73	0,95	988	1000	1147	16,06	FTV11	
112	1200	52	85	20	20	55	0	1212	0,73	0,96	1676	700	1941	15,81	FTV33	
113	640	28	85	20	20	55	0	646	0,73	0,95	905	900	1032	14,01	FTV11	
114	680	29	85	20	20	55	0	687	0,73	0,95	961	900	1032	7,43	FTV11	
115	620	27	85	20	20	55	0	626	0,73	0,95	877	500	965	9,98	FTV22	
116	620	27	85	20	20	55	0	626	0,73	0,95	877	500	965	9,98	FTV22	
117	680	29	85	20	20	55	0	687	0,73	0,95	961	900	1032	7,43	FTV11	
118	640	28	85	20	20	55	0	646	0,73	0,95	905	500	965	6,61	FTV22	
119	630	27	85	20	20	55	0	636	0,73	0,95	891	500	965	8,27	FTV22	
120	680	29	85	20	20	55	0	687	0,73	0,95	961	900	1032	7,43	FTV11	
121	850	37	85	20	20	55	0	859	0,73	0,96	598	600	688	15,11	FTV11	2 ОП
122	590	25	85	20	22	53	0	596	0,70	0,95	877	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	
											20956		**21079**	**0,59**		
201	1270	55	85	0	20	65	0	1283	0,91	0,96	713	700	803	12,64	FTV11	2 ОП
202	1150	49	85	0	20	65	0	1162	0,91	0,96	1294	700	1351	4,42	FTV22	
203	2210	95	85	0	20	65	0	2232	0,91	0,97	2454	700	2773	13,00	FTV33	
204	960	41	85	0	20	65	0	970	0,91	0,96	1084	1000	1174	8,31	FTV11	
205	1220	52	85	0	20	65	0	1232	0,91	0,96	1371	600	1664	21,38	FTV33	
206	1220	52	85	0	20	65	0	1232	0,91	0,96	1371	800	1544	12,63	FTV22	
207	1220	52	85	0	20	65	0	1232	0,91	0,96	1371	800	1544	12,63	FTV22	
208	1310	56	85	0	20	65	0	1323	0,91	0,96	735	800	918	24,90	FTV11	2 ОП
209	970	42	85	0	22	63	0	980	0,87	0,96	1140	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix
210	1310	56	85	0	20	65	0	1323	0,91	0,96	735	800	918	24,90	FTV11	2ОП
211	1130	49	85	0	20	65	0	1141	0,91	0,96	1272	800	1544	21,41	FTV22	
212	1950	84	85	0	20	65	0	1970	0,91	0,97	2171	900	2496	14,99	FTV33	
213	1050	45	85	0	20	65	0	1061	0,91	0,96	1183	700	1351	14,16	FTV22	
214	1100	47	85	0	20	65	0	1111	0,91	0,96	1239	500	1387	11,98	FTV33	
215	1010	43	85	0	20	65	0	1020	0,91	0,96	1139	700	1351	18,59	FTV22	
216	1010	43	85	0	20	65	0	1020	0,91	0,96	1139	700	1351	18,59	FTV22	
217	1100	47	85	0	20	65	0	1111	0,91	0,96	1239	500	1387	11,98	FTV33	
218	1030	44	85	0	20	65	0	1040	0,91	0,96	1161	700	1351	16,33	FTV22	
219	1030	44	85	0	20	65	0	1040	0,91	0,96	1161	700	1351	16,33	FTV22	
220	1100	47	85	0	20	65	0	1111	0,91	0,96	1239	500	1387	11,98	FTV33	
221	1390	60	85	0	20	65	0	1404	0,91	0,96	779	800	918	17,86	FTV11	2 ОП
222	960	41	85	0	22	63	0	970	0,87	0,96	1129	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	
											27118		**28563**	**5,33**		
301	1212	52	85	0	20	65	0	1224	0,91	0,96	681	700	803	17,89	FTV11	2 ОП
302	1100	47	85	0	20	65	0	1111	0,91	0,96	1239	700	1351	9,07	FTV22	
303	2110	91	85	0	20	65	0	2131	0,91	0,97	2345	900	2496	6,43	FTV33	
304	910	39	85	0	20	65	0	919	0,91	0,96	1029	400	1109	7,82	FTV33	
305	1160	50	85	0	20	65	0	1172	0,91	0,96	1305	800	1544	18,33	FTV22	
306	1160	50	85	0	20	65	0	1172	0,91	0,96	1305	800	1544	18,33	FTV22	
307	1170	50	85	0	20	65	0	1182	0,91	0,96	1316	800	1544	17,34	FTV22	
308	1250	54	85	0	20	65	0	1263	0,91	0,96	702	700	803	14,39	FTV11	2 ОП
309	930	40	85	0	22	63	0	939	0,87	0,96	1094	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	
310	1250	54	85	0	20	65	0	1263	0,91	0,96	702	800	918	30,78	FTV11	2ОП
311	1080	46	85	0	20	65	0	1091	0,91	0,96	1217	700	1351	11,05	FTV22	
312	1860	80	85	0	20	65	0	1879	0,91	0,97	2072	1200	2316	11,75	FTV22	
313	1000	43	85	0	20	65	0	1010	0,91	0,96	1128	700	1351	19,75	FTV22	
314	1050	45	85	0	20	65	0	1061	0,91	0,96	1183	500	1387	17,20	FTV33	
315	960	41	85	0	20	65	0	970	0,91	0,96	1084	1100	1262	16,43	FTV11	
316	960	41	85	0	20	65	0	970	0,91	0,96	1084	1100	1262	16,43	FTV11	
317	1050	45	85	0	20	65	0	1061	0,91	0,96	1183	500	1387	17,20	FTV33	
318	990	43	85	0	20	65	0	1000	0,91	0,96	1117	1100	1262	12,97	FTV11	
319	980	42	85	0	20	65	0	990	0,91	0,96	1106	1100	1262	14,10	FTV11	
320	1050	45	85	0	20	65	0	1061	0,91	0,96	1183	500	1387	17,20	FTV33	
321	1330	57	85	0	20	65	0	1343	0,91	0,96	746	800	918	23,06	FTV11	2 ОП
322	920	40	85	0	22	63	0	929	0,87	0,96	1083	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	
											25904		**27257**	**5,22**		

401/1301	1154	50	85	20	20	55	0	1166	0,73	0,96	807	800	918	13,78	FTV11	2 ОП
402/1302	1040	45	85	20	20	55	0	1050	0,73	0,96	1457	800	1544	6,00	FTV22	
403/1303	2003	86	85	20	20	55	0	2023	0,73	0,97	2769	1100	3050	10,15	FTV33	
404/1304	865	37	85	20	20	55	0	873	0,73	0,96	1215	700	1351	11,16	FTV22	
405/1305	1101	47	85	20	20	55	0	1112	0,73	0,96	1540	1600	1835	19,15	FTV11	
406/1306	1102	47	85	20	20	55	0	1113	0,73	0,96	1542	1600	1835	19,00	FTV11	
407/1307	1107	48	85	20	20	55	0	1118	0,73	0,96	1548	1600	1835	18,52	FTV11	
408/1308	1183	51	85	20	20	55	0	1195	0,73	0,96	826	900	1032	24,88	FTV11	2 ОП
409/1309	881	38	85	20	22	53	0	890	0,70	0,96	1300	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	
410/1310	1187	51	85	20	20	55	0	1199	0,73	0,96	829	900	1032	24,46	FTV11	2ОП
411/1311	1025	44	85	20	20	55	0	1036	0,73	0,96	1437	600	1664	15,81	FTV33	
412/1312	1766	76	85	20	20	55	0	1784	0,73	0,97	2448	1000	2773	13,27	FTV33	
413/1313	945	41	85	20	20	55	0	955	0,73	0,96	1327	800	1544	16,37	FTV22	
414/1314	999	43	85	20	20	55	0	1009	0,73	0,96	1401	600	1664	18,81	FTV33	
415/1315	914	39	85	20	20	55	0	923	0,73	0,96	1283	1300	1491	16,22	FTV11	
416/1316	914	39	85	20	20	55	0	923	0,73	0,96	1283	1300	1491	16,22	FTV11	
417/1317	999	43	85	20	20	55	0	1009	0,73	0,96	1401	600	1664	18,81	FTV33	
418/1318	990	43	85	20	20	55	0	1000	0,73	0,96	1388	800	1544	11,24	FTV22	
419/1319	931	40	85	20	20	55	0	940	0,73	0,96	1307	800	1544	18,14	FTV22	
420/1320	999	43	85	20	20	55	0	1009	0,73	0,96	1401	600	1664	18,81	FTV33	
421/1321	1260	54	85	20	20	55	0	1272	0,73	0,96	879	900	1032	17,42	FTV11	2 ОП
422/1322	868	37	85	20	22	53	0	877	0,70	0,96	1280	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	
											30667		32507	6,00		
1401	1300	56	85	20	20	55	0	1313	0,73	0,96	907	400	1109	22,31	FTV33	2 ОП
1402	1180	51	85	20	20	55	0	1192	0,73	0,96	1649	1600	1835	11,30	FTV11	
1403	2260	97	85	20	20	55	0	2283	0,73	0,97	3117	1800	3474	11,46	FTV22	
1404	980	42	85	20	20	55	0	990	0,73	0,96	1374	800	1544	12,35	FTV22	
1405	1240	53	85	20	20	55	0	1252	0,73	0,96	1731	1100	2123	22,66	FTV22	
1406	1250	54	85	20	20	55	0	1263	0,73	0,96	1744	1100	2123	21,70	FTV22	
1407	1250	54	85	20	20	55	0	1263	0,73	0,96	1744	1100	2123	21,70	FTV22	
1408	1340	58	85	20	20	55	0	1353	0,73	0,96	934	600	1158	24,02	FTV22	2 ОП
1409	1000	43	85	20	22	53	0	1010	0,70	0,96	1471	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	
1410	1340	58	85	20	20	55	0	1353	0,73	0,96	934	600	1158	24,02	FTV22	2ОП
1411	1160	50	85	20	20	55	0	1172	0,73	0,96	1621	1000	1930	19,04	FTV22	
1412	1990	86	85	20	20	55	0	2010	0,73	0,97	2751	1200	3328	20,96	FTV33	
1413	1070	46	85	20	20	55	0	1081	0,73	0,96	1498	900	1737	15,96	FTV22	
1414	1130	49	85	20	20	55	0	1141	0,73	0,96	1580	700	1941	22,84	FTV33	
1415	1030	44	85	20	20	55	1	1039	0,73	0,96	1442	600	1664	15,42	FTV33	
1416	1030	44	85	20	20	55	2	1038	0,73	0,96	1440	600	1664	15,52	FTV33	
1417	1130	49	85	20	20	55	3	1139	0,73	0,96	1576	700	1941	23,13	FTV33	
1418	1060	46	85	20	20	55	4	1067	0,73	0,96	1479	900	1737	17,43	FTV22	
1419	1050	45	85	20	20	55	5	1056	0,73	0,96	1464	900	1737	18,64	FTV22	
1420	1130	49	85	20	20	55	6	1136	0,73	0,96	1573	700	1941	23,43	FTV33	
1421	1420	61	85	20	20	55	7	1428	0,73	0,97	984	1100	1262	28,26	FTV11	2 ОП
1422	980	42	85	20	22	53	8	983	0,70	0,96	1432	FlorFix	FlorFix	FlorFix	FlorFix	
											34445		37529	8,95		

РОЗРАХУНОК ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ СХОДОВОГО ТА ЛІФТОВОГО ХОЛІВ

В плані будинку знаходиться два загальнодоступних приміщення (сходова клітина, ліфтовий хол), а вони, в свою чергу, не розділені між собою, тому дозволяється розраховувати їх як одне приміщення.

Але для більшого комфорту приймаємо опалювальні прилади окремо в сходовій клітині на першому поверсі, а в ліфтовому холі - на кожному поверсі.

Розрахунок опалювального приладу в сходовому холі

Розрахункову теплову потужність системи опалення сходового холу обчислюємо за формулою:

$$Q_{ск} = (Q_{1ск}\ b_1\ b_2)/0.97 = \quad 9000 \quad \text{Вт} \qquad (6.1)$$

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальні прилади сходового та ліфтового холу:

$$G_{т.м.} = G_{о.п.} = \frac{0{,}86 \times (Q_{с.о.} + Q_{с.к.})}{T_г - t_о} = \quad 2341{,}40 \quad \text{кг/год} \qquad (6.2)$$

$G_{ск} =$ 2341,4 кг/год + $G_{лх} =$ 0 кг/год = 2341,40

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу:

$$Q_{о.п.} = (Q_1 - Q_{вн} - 0{,}9Q_{тр} - Q_{з.п.}) \times b_2 \times b_3 = Q_1 = \quad 8106 \quad \text{Вт} \qquad (6.3)$$

Перепад температур в опалювальному приладі:

$$\Delta t_{о.п.} = \frac{0{,}86 Q_{о.п.}}{G_{о.п.}} = \quad 2{,}98 \ ^\circ\text{C} \qquad (6.4)$$

Температурний напір в опалювальних приладах:

$$\Delta t_T = T_г - \frac{\Delta t_{о.п.}}{2} - t_{вн} = \quad 112{,}5 \ ^\circ\text{C} \qquad (6.5)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_T}{70}\right)^{1+n} = \quad 1{,}77 \qquad (6.6)$$

$$\varphi_2 = \left(\frac{G_{о.п.}}{360}\right)^{p} = \quad 1{,}06 \qquad (6.7)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометричному тиску для **м. Черкаси** приймаємо рівним - 0,99

Значення інших коефіцієнтів:

$\psi_1 =$ 0,99 - схема руху води "зверху-вниз"

$\psi_2 =$ 1 - дворядна установка радіаторів по вертикалі

$\psi_3 =$ 0,94 - дворядна установка радіаторів у глибину

$c =$ 1 - показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов:

$$Q_н^{потр} = \frac{Q_{о.п.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3} = \quad 4076 \ \text{Вт} \qquad (6.8)$$

Приймаємо до установки 14- конвекторів К2А-0,336К

з номінальним тепловим потоком $Q_н =$ 4704 Вт

Перевищення потребуємого теплового потоку складає - 13,35 %

Посібник із вибору та специфікації фанкойлів

Фанкойли (Fan Coil Units, скорочено FCU) — це системи кондиціювання повітря, популярні в комерційних і житлових будівлях. Вони складаються з вентилятора, нагрівального та/або охолоджувального теплообмінника (котушки) та системи керування, яка регулює температуру повітря, що розподіляється по приміщенню. Вибір та специфікація фанкойлів може бути складним процесом, але, володіючи деякими базовими знаннями, ви зможете прийняти обґрунтоване рішення при виборі правильного фанкойла для ваших потреб.

Характеристики фанкойлів (FCU Features):

Перед вибором фанкойла необхідно врахувати його характеристики. До ключових елементів, на які слід звернути увагу, належать такі:

1. **Витрата повітря (Airflow Rate)** – визначає, яку кількість повітря фанкойл може забезпечити циркуляцією за хвилину.
2. **Статичний тиск (Static Pressure)** – це різниця тисків між входом і виходом фанкойла. Вибір фанкойла з достатнім статичним тиском є важливим для забезпечення ефективної циркуляції повітря.
3. **Рівні шуму (Sound Levels)** – фанкойли можуть створювати значний рівень шуму. Вибір фанкойла з низьким рівнем шуму є важливим для забезпечення комфорту перебування людей.
4. **Енергоефективність (Energy Efficiency)** – фанкойли можуть бути енергоємними. Вибір енергоефективного фанкойла може суттєво знизити експлуатаційні витрати.
5. **Повітряні фільтри (Air Filters)** – фанкойли повинні бути оснащені високоефективними повітряними фільтрами, щоб гарантувати, що циркулююче повітря є чистим і безпечним для здоров'я.

Критерії вибору фанкойлів (FCU Selection Criteria):

При виборі фанкойла слід враховувати кілька критеріїв:

1. **Розмір будівлі (Building Size)** – розмір будівлі визначатиме кількість необхідних фанкойлів та їхню витрату повітря.

2. **Клімат (Climate)** – клімат у місці розташування будівлі визначатиме, що саме потрібно — опалення чи охолодження, а також необхідну потужність охолодження або нагрівання.

3. **Призначення будівлі (Building Use)** – використання будівлі визначатиме необхідну кратність повітрообміну (витрату повітря) та вимоги до його якості.

4. **Комфорт мешканців/користувачів (Occupant Comfort)** – фанкойли слід підбирати так, щоб забезпечити максимальний комфорт для людей у будівлі.

5. **Енергоефективність (Energy Efficiency)** – фанкойли повинні бути обрані з урахуванням того, щоб вони були енергоефективними та мали низький вуглецевий слід.

Специфікація фанкойлів (FCU Specification):

Після вибору фанкойла важливо правильно скласти його специфікацію, щоб переконатися, що він відповідає вимогам будівлі. Специфікація повинна включати наступне:

1. **Тип фанкойла (FCU Type)** – існує кілька різних типів фанкойлів, включаючи горизонтальні, вертикальні та стельові моделі. Кожен тип розроблений для конкретного застосування і має свої переваги та недоліки. Горизонтальні фанкойли зазвичай використовуються для приміщень із низькими стелями, тоді як вертикальні фанкойли ідеально підходять для вищих зон. Стельові фанкойли є чудовим вибором для кімнат із обмеженим простором на стінах.

2. **Вимоги до системи керування (System Requirements)** – система керування фанкойла регулює температуру повітря, яке розподіляється по всьому простору. Доступно кілька систем керування, зокрема ручні, термостатичні та цифрові. Ручна система керування є найпростішим типом, але вона вимагає від користувача регулювання температури вручну. Термостатична система керування є більш просунутою і може бути запрограмована на підтримку певного діапазону температур. Цифрова система

керування є найбільш інноваційною і може керуватися дистанційно за допомогою смартфона або іншого пристрою.

3. **Витрата повітря (Airflow Rate)** – повітряний потік фанкойла — це кількість повітря, яка переміщується через пристрій за певний проміжок часу. Вона вимірюється в кубічних футах за хвилину (CFM) [або в кубічних метрах за годину, м³/год]. Правильний повітряний потік для фанкойла залежить від розміру приміщення та бажаного діапазону температур. Якщо повітряний потік занадто низький, простір не буде належним чином охолоджуватися або нагріватися, а якщо потік занадто високий, робота пристрою буде неефективною.

4. **Визначення вимог до навантаження (Determine the Load Requirements)** – підбір фанкойла визначає вимоги до теплового та холодоносійног навантаження приміщення. Це передбачає розрахунок тепла, яке необхідно видалити з кімнати або додати до неї. Необхідно враховувати такі фактори, як розмір приміщення, орієнтація за сторонами світу, теплоізоляція та рівень заселеності (кількість людей). Розрахунок навантаження повинен виконуватися кваліфікованим фахівцем з ОВК (HVAC) для забезпечення точності.

5. **Рівень шуму (Sound Level)** – рівень шуму фанкойла є важливим фактором, який слід враховувати, особливо в житлових приміщеннях. Рівень шуму зазвичай вимірюється в децибелах (дБ); важливо вибрати фанкойл, який працює з рівнем шуму, прийнятним для простору, в якому він буде встановлений. Деякі фанкойли мають вбудовані звукопоглинальні елементи, що допомагає знизити рівень шуму.

6. **Енергоефективність (Energy Efficiency)** – енергоефективність фанкойла повинна бути вказана в кВт/тонну [або через коефіцієнти EER/COP]. Енергоефективність є вирішальним фактором при виборі фанкойла. Пристрій повинен бути спроєктований для ефективної роботи, що допоможе зменшити витрати на електроенергію та мінімізувати вплив на навколишнє середовище.

Агрегат повинен мати енергозбережні функції, такі як двигуни зі змінною швидкістю (EC-двигуни) та високоефективні вентилятори.

7. **Повітряні фільтри (Air Filters)** – якість повітря в приміщенні (IAQ) є важливим фактором при виборі фанкойла. Пристрій повинен бути спроєктований так, щоб забезпечувати чисте, свіже повітря та видаляти забруднювальні речовини. Система фільтрації повинна мати здатність уловлювати та видаляти повітряні полютанти, такі як пил, пилок та інші алергени. Пристрій також повинен бути сконструйований таким чином, щоб запобігати росту цвілі та бактерій.

8. **Технічне обслуговування (Maintenance)** – вимоги до технічного обслуговування фанкойла також повинні бути враховані. Пристрій має бути спроєктований для простого обслуговування та сервісу, з легким доступом до фільтрів, теплообмінників та інших компонентів. Виробник повинен надати інформацію про рекомендовані графіки та процедури технічного обслуговування.

9. **Монтаж (Installation)** – вимоги до монтажу фанкойла також слід брати до уваги. Пристрій має бути розроблений для легкого встановлення, з чіткими інструкціями та схемами, наданими виробником. Процес монтажу повинен бути зрозумілим і простим, з мінімальними незручностями для мешканців або працівників будівлі.

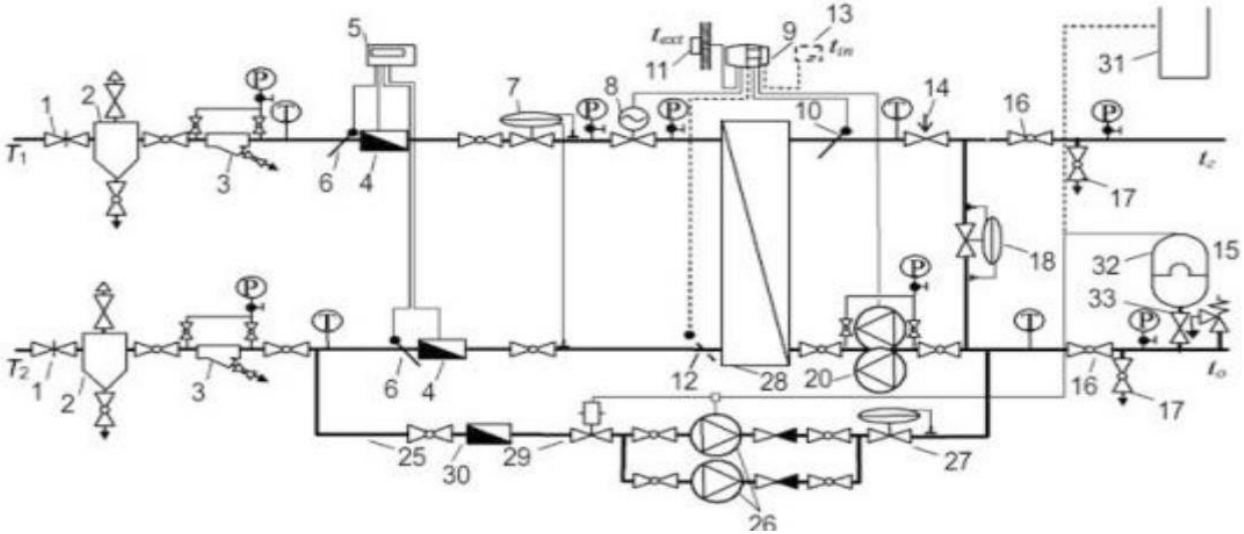
Висновок

На завершення, вибір відповідного фанкойла є вирішальним для досягнення оптимальної роботи системи ОВК та енергоефективності. Вибір та специфікація фанкойла вимагають ретельного врахування типу застосування, системних вимог, якості повітря в приміщенні, енергоефективності, рівня шуму, вимог до обслуговування та монтажу. Співпрацюйте з кваліфікованим фахівцем у сфері ОВК, щоб переконатися, що обраний агрегат відповідає потребам будівлі, а також усім релевантним нормам і стандартам.

2.6.РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ

Витрата води в системі опалення $G_{C.O.} = \frac{0{,}86 \times Q_{c.o.}}{t_г - t_о} =$ 7610 кг/год (8.1)

За допомогою комп'ютерної програми Wilo select, використовуючи відомі нам величини, підбираємо насоси, які задовольняють робочі параметри нашої системи опалення.



1 – вимикаюча арматура	*17 – спускні (дренажні) крани*
2 – грязевик	*18 – перепускний клапан*
3 – фільтр	*19 – пусковий байпас із запірним краном*
4 – витратомір	*20 – насосна група*
5 – теплообчислювач	*21,22 і 24 – зворотний клапан*
6 – датчик температури теплоносія	*23 – регулятора підпору*
7 – регулятор перепаду тиску	*25 – лінія підживлення*
8 – клапан регулятора теплового потока	*26 – підживлюючий насос*
9 – електронний регулятор (ECL)	*27 – регулятор тиску «після себе»*
10 і 12 – датчик температури теплоносія	*28 – теплообмінник*
11 – датчик температури зовнішнього повітря (ESMT)	*29 – соленоїдний клапан*
13 – датчик температури внутрішнього повітря (ESMB10)	*30 – водомір підживлення*
14 – регулювальний вентиль системи опалення	*31 – відкритий розширювальний бак*
15 – запобіжний клапан	*32 – закритий розширювальний бак*
16 – вимикаюча арматура системи опалення	*33 – запірний клапан розширювального бака*

РОЗРАХУНКОВИЙ ТИСК ЦИРКУЛЯЦІЙНОГО НАСОСУ В СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ

Тиск $P_н$ циркуляційного насосу системи опалення визначаємо за формулою:

$$P_н = 1.1 \cdot (\Delta P_{со} - 0.7 \cdot P_е), \quad (7.1)$$

де $\Delta P_{со}$ - втрата тиску в системі опаленя, Па

$P_е$ - максимальний природний тиск, Па, який розраховується по формулі:

$$P_е = 10^{-3} \cdot g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot (H_{max.о/п} - H_{ит}), \quad (7.2)$$

де g - прискорення вільного падіння

β - середній приріст об"ємної маси води при охолодженні її на 1°С, яке в інтервалі температур 65...95°С приймаємо рівним 0.624 кг/(м^{3}К)

Δt - розрахункова різниця температур в подаючому та зворотньому трубопроводах системи опалення, °С

$H_{max.о/п}$ - відмітка о/п найбільш віддаленого ОП по вертикалі від джерела теплоти, м

$H_{ит}$ - відмітка джерела теплоти, м

$P_е$= 4162 Па

$\Delta P_{со}$= 10900 Па

$P_н$= 8785 Па

Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування повітря

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

Теплонадходження від людей

101 Глядацька зала	q_{hf} =	95	Qhfтп=	6755
103 Гардероб	q_{hf} =	95	Qhfтп=	2350
106 Кафетерій	q_{hf} =	95	Qhfтп=	1640
107 Більярдна	q_{hf} =	95	Qhfтп=	1370
109 Каса	q_{hf} =	95	Qhfтп=	1240

110 Магазин	q_{hf} =	120	Qhfхп=	3540
111 Буфет	q_{hf} =	120	Qhfхп=	1150
112 Дит.зона	q_{hf} =	120	Qhfхп=	3470
113 Зона відпочинку	q_{hf} =	120	Qhfхп=	1880
114 Прим.охорони	q_{hf} =	120	Qhfхп=	930

Явна кількість теплоти:

101 Глядацька зала	q_h =	60	Qhтп=	5730
103 Гардероб	q_h =	60	Qhтп=	1780
106 Кафетерій	q_h =	60	Qhтп=	950
107 Більярдна	q_h =	60	Qhтп=	1050
109 Каса	q_h =	60	Qhтп=	935

110 Магазин	q_h =	90	Qhхп=	3150
111 Буфет	q_h =	90	Qhхп=	740
112 Дит.зона	q_h =	90	Qhхп=	2860
113 Зона відпочинку	q_h =	90	Qhхп=	1665
114 Прим.охорони	q_h =	90	Qhхп=	725

Теплонадходження від джерел штучного освітлення

101 Глядацька зала	$Q_{осв}$ =	1550	A=	340
103 Гардероб	$Q_{осв}$ =	450	A=	80
106 Кафетерій	$Q_{осв}$ =	780	A=	235
107 Більярдна	$Q_{осв}$ =	950	A=	115
109 Каса	$Q_{осв}$ =	300	A=	55

Теплонадходження від обладнання

110 М агазин: Комп’ютер = 150Вт : 150*2= 300Вт Принтер = 150 Вт: 150*2 = 300Вт **Сумма:** 600 Вт
106 Кафетерій : Комп’ютер = 150Вт : 150*2=300 Вт Принтер = 150 Вт: 150*1 =150 Вт **Сумма:** 450Вт
111 Буфет : Комп’ютер = 150Вт : 150*1=150 Вт Принтер = 150 Вт: 150*1 =150 Вт **Сумма:** 300Вт
112 Дит.зона: Комп’ютер = 150Вт : 150*1=150 Вт **Сумма:** 150Вт

Теплонадходження від сонячної радіації :

Теплонадходження для приміщення 101 :

101	Пд	Inp	73	174	258	302.5	302.5	258	174	73	1.5	0	0
		Ipo з	80	83.5	85.5	86.5	86.5	85.5	83.5	80	72	55	25
		As	77	62	42.5	17	17	42.5	62	77	88.5	99.5	111
		hs	40	49.5	57.5	63	63	57.5	49.5	40	29.5	19.5	9.5
		Kп.г	0.92	0.89	0.83	0.67	0.67	0.83	0.89	0.92	0.95	0.96	0.98
		Кп.з	0.99	1.05	1.14	1.35	1.35	1.14	1.05	0.99	0.94	0.89	0.82
		K1	0.908748	0.930164	0.943544	0.898609	0.898609	0.943544	0.930164	0.908748	0.887287	0.855417	0.807609
		K2	0.7728	0.7728	0.7728	0.7728	0.7728	0.7728	0.7728	0.7728	0.7728	0.7728	0.7728
		K3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
		K4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
		β	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52
		γ	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98
		As	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
		Qco	**265.8**	**469.4**	**641.8**	**702.3**	**702.3**	**641.8**	**469.4**	**265.8**	**118.1**	**88.1**	**40.1**

101	Пд	17.9	Imax	226	333.5	417	459	459	417	333.5	226	135	73	33.5
			Icorp	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
			As	77	62	42.5	17	17	42.5	62	77	88.5	99.5	111
			hs	40	49.5	57.5	63	63	57.5	49.5	40	29.5	19.5	9.5
			an	0.526	0.509	0.473	0.423	0.35	0.294	0.274	0.254	0.237	0.227	0.217
			Y	778.10	778.10	778.10	778.10	778.10	778.10	778.10	778.10	778.10	778.10	778.10		Y/A
			Δ	356.49	356.49	356.49	356.49	356.49	356.49	356.49	356.49	356.49	356.49	356.49		2.18
			ē1	1.00	0.97	0.87	0.71	0.50	0.26	0.00	0.26	-0.50	-0.71	-0.87		
			At	24.69	28.21	30.95	32.32	32.32	30.95	28.21	24.69	21.05	19.67	18.38		
			Qt	180.04	205.83	201.59	163.30	97.90	19.71	-57.81	4.03	-159.21	-192.38	-211.86		
			Qj	469.97	701.39	831.21	779.43	607.70	411.07	208.96	144.04	101.14	150.88	198.83		
	Пд	26.6	Imax	226	333.5	417	459	459	417	333.5	226	135	73	33.5		
			Icorp	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		
			As	77	62	42.5	17	17	42.5	62	77	88.5	99.5	111		
			hs	40	49.5	57.5	63	63	57.5	49.5	40	29.5	19.5	9.5		
			an	0.519	0.504	0.47	0.42	0.35	0.295	0.275	0.255	0.24	0.23	0.22		
			Y	1729.51	1729.51	1729.51	1729.51	1729.51	1729.51	1729.51	1729.51	1729.51	1729.51	1729.51		Y/A
			Δ	765.82	765.82	765.82	765.82	765.82	765.82	765.82	765.82	765.82	765.82	765.82		2.26
			ē1	1.00	0.97	0.87	0.71	0.50	0.26	0.00	0.26	-0.50	-0.71	-0.87		
			At	24.69	28.21	30.95	32.32	32.32	30.95	28.21	24.69	21.05	19.67	18.38		
			Qt	266.85	305.07	298.78	242.08	145.10	29.22	-85.68	5.98	-235.97	-285.13	-314.00		
			Qj	690.85	1032.35	1226.06	1148.75	900.70	611.23	311.15	214.30	148.81	222.82	286.91		

Теплонадходження для приміщення 103

	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	229.69157	204.261138	217.433395	229.476951	238.75163	243.02544	243.93857	237.69918	228.0991	213.202261
qicp	1.7953325	1.79533246	1.79533246	1.79533246	1.7953325	1.7953325	1.7953325	1.7953325	1.7953325	1.79533246
Δqi	0.3282952	0.09317659	0.21496151	0.32631095	0.4120606	0.4515744	0.4600167	0.4023301	0.313572	0.17584229
qn	134	0	0	0	0	0	0	0	0	0
qp	111	100	90	83	78	72	66	54	42	28
qсумм	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Ri	3.4540752	3.45407521	3.45407521	3.45407521	3.4540752	3.4540752	3.4540752	3.4540752	3.4540752	3.45407521
β2	0	0.26	0.5	0.71	0.87	0.96	1	0.96	0.87	0.71
Ai	120	-25	-35	-42	-47	-53	-59	-71	-83	-97

	Стіна ОП		Fc=	33.92	ПнЗх	tн=	27	tв=	23	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	60.146355	66.1836466	71.7065629	76.7827098	81.083308	96.436133	110.64222	116.66612	114.39783	99.51825
qicp	2.060441	2.06044098	2.06044098	2.06044098	2.060441	2.060441	2.060441	2.060441	2.060441	2.06044098
Δqi	-0.2872583	-0.10927215	0.05354967	0.20320023	0.3299867	0.7826054	1.2014168	1.3790084	1.3121367	0.8734697
qn	0	0	0	0	0	134	266	344	357	264
qp	72	78	83	90	100	111	123	119	102	71
qсумм	177	177	177	177	177	177	177	177	177	177
Ri	3.4540752	3.45407521	3.45407521	3.45407521	3.4540752	3.4540752	3.4540752	3.4540752	3.4540752	3.45407521
β2	0	0.26	0.5	0.71	0.87	0.96	1	0.96	0.87	0.71
Ai	-105	-99	-94	-87	-77	68	212	286	282	158

Теплонадходження для приміщення 106

	Вікно ОП		Fп=	0	-	tн=	27	tв=	23	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qп	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
qпр	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
qпт	11.428571	14.4	17.1428571	19.5428571	21.371429	22.4	22.857143	22.4	21.371429	19.5428571
qп	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
qр	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kинс	0.9391951	1.08292583	0.82005434	0.82005434	1.0829258	0.9391951	1.0116999	0.8578877	0.9825382	1.1872819
β	-1.1652669	0.49715216	0.2110088	0.2110088	0.4971522	-1.1652669	-0.6780586	0.5346277	-1.4045991	-0.75330784
h	50	59	5	5	59	50	40	29	19	9
Ac.o.	70	90	117	117	90	70	57	45	35	24
tн.уст	27	28.04	29	29.84	30.48	30.84	31	30.84	30.48	29.84
β2	0	0.26	0.5	0.71	0.87	0.96	1	0.96	0.87	0.71
αн	25.55	25.55	25.55	25.55	25.55	25.55	25.55	25.55	25.55	25.55

6Теплонадходження для приміщення 109

	Стіна ОП		Fc=	60.16	ПдСх	tн=	27	tв=	23	
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Qi	194.39866	196.383285	187.251331	170.249823	147.92277	144.70401	143.89522	139.60187	133.93301	125.811778
qicp	2.060441	2.06044098	2.06044098	2.06044098	2.060441	2.060441	2.060441	2.060441	2.060441	2.06044098
Δqi	1.1709197	1.20390884	1.05211439	0.76950953	0.3983816	0.3448784	0.3314344	0.2600688	0.1658391	0.03084523
qn	446	400	305	173	21	0	0	0	0	0
qp	159	158	143	124	104	85	71	54	40	27
qсумм	177	177	177	177	177	177	177	177	177	177
Ri	3.4540752	3.45407521	3.45407521	3.45407521	3.4540752	3.4540752	3.4540752	3.4540752	3.4540752	3.45407521
β2	0	0.26	0.5	0.71	0.87	0.96	1	0.96	0.87	0.71
Ai	428	381	271	120	-52	-92	-106	-123	-137	-150

Загальні теплонадходження:

Назва приміщення	Джерела теплонадходження	Теплонадходження в періоди року, Вт			
		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні
101	Сонячна радіація	1600	1600	-	-
	Штучне освітлення	628	514	475	475
	Люди	3540	6755	3540	6755
	Обладн.	300	300	300	300
	Від їжі:	560	560	560	560
	Всього:	6628	9729	4875	8090
103	Сонячна радіація	1120	1120	-	-
	Штучне освітлення	450	450	450	450
	Люди	2350	3350	2350	3350
	Обладн.	300	300	300	300
	Всього:	4220	5220	3100	5100
106	Сонячна радіація	1420	1420	-	-
	Штучне освітлення	780	780	780	780
	Обладн.	300	300	300	300
	Люди	950	1640	950	1640
	Всього:	3450	4140	2030	2720
107	Сонячна радіація	835	835	-	-
	Штучне освітлення	950	950	950	950
	Обладн.	300	300	300	300
	Люди	460	660	460	460
	Всього:	2125	2325	1390	1390
109	Сонячна радіація	1150	1150	-	-
	Штучне освітлення	250	250	250	250
	Обладн.	600	600	600	600
	Люди	1050	1370	1050	1370
	Всього:	3050	3370	1900	2220

Тепловий баланс інших приміщень

Приміщення	Період року	Параметри	Надходження	Надлишки	Теплонапруженність Вт/м^3
101	ТП	Явна теплота	6628	6628	31,26
		Повна теплота	9729	9729	
	ХП	Явна теплота	4875	4875	26,54
		Повна теплота	8090	8090	
103	ТП	Явна теплота	4220	4220	24,18
		Повна теплота	5220	5220	
	ХП	Явна теплота	3100	3100	19,79
		Повна теплота	5100	5100	
106	ТП	Явна теплота	3450	3450	12,92
		Повна теплота	4140	4140	
	ХП	Явна теплота	2030	2030	9,73
		Повна теплота	2720	2720	
107	ТП	Явна теплота	2125	2125	6,53
		Повна теплота	2325	2325	
	ХП	Явна теплота	1390	1390	4,66
		Повна теплота	1390	1390	
109	ТП	Явна теплота	3050	3050	5,44
		Повна теплота	3370	3370	
	ХП	Явна теплота	1900	1900	3,16
		Повна теплота	2220	2220	

3.2. Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях. Складання повітряного балансу.

Параметри повітря у вентиляційній системі

Період	Точка	Опис	t,°C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	23,1	50,5	11,4	61
	wz	робоча зона	26,1	57,1	12,9	59
	l	видаляєме повітря	28,3	62	14	56
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-22	-21	0,5	93
	C	суміш	-1,2	3,9	2,0	60
	in	припливне повітря	17,5	22,7	2,0	15
	wz	робоча зона	20	27,9	3	19
	l	видаляєме повітря	21,3	29,2	3,6	21
Перехідний	ext	зовнішнє повітря	8	22,5	5,8	81
	in	припливне повітря	9	24	5,8	80
	wz	робоча зона	20	40,1	8,4	56
	l	видаляєме повітря	21,3	42,2	8,7	52

Повітрообмін у розрахунковому приміщенні

Повітрообмін	G кг/год	L $м^3$/год
Теплий період		
За санітарними нормами	11112	9260
За розбавленням CO_2 до ГДК	8780	7310
За асиміляцією теплонадлишків	21960	18300
За асиміляцією вологонадлишків	21850	18200
Загальний повітрообмін	21960	18300
Холодний період		
Витрата зовнішнього повітря	11112	9260
Витрата рециркуляційного повітря	10848	9040

Повітряний баланс у приміщеннях

Номер приміщення	Приміщення	Обєм приміщення $V_м^3$/год	Приплив		Витяжка		Примітка
			$k_р$, год$^{-1}$	L, м^3/год	$k_р$, год$^{-1}$	L, м^3/год	
101	Глядацька зала	55	2	110	2	110	
102	Коридор	210	3	630	3	630	
103	Гардероб	100	2	200	–	–	
104	Туалет Ж	100	–	–	3	300	100 м^3/год, унітаз
105	Туалет Ч	100	–	–	3	300	100 м^3/год, унітаз
106	Кафетерій	260	3	780	6	1560	
107	Більярдна	660	3	1980	3	1980	
108	Кладова	70	–	–	2	140	
109	Каса	375	2	750	–	–	
110	Магазин	30	3	90	3	90	30 м^3/год, каса
111	Буфет	160	1	160	1	160	
112	Дитяча зона	300	2	600	2	600	
113	Зона відпочинку	600	2	1200	2	1200	

3.3.Вибір і обґрунтування систем вентиляції та кондиціонування повітря.

1.Чому вентиляція важлива в наших будівлях?

Спосіб, яким ми живемо, змінився кардинально протягом століть. Ми стали все більше залежними від промисловості та машин, щоб виробляти їжу, енергію, рух та інші речі, необхідні для сучасного життя. Це мало величезний вплив як на нашу планету, так і на якість повітря.

На додаток до генерації забруднювачів і частинок, вуглекислий газ (CO_2) та інші гази, які ці процеси генерують, спричиняють підвищення середніх глобальних температур. Погана якість повітря та екстремальні температури негативно впливають на здоров'я людей і навколишнього середовища та роблять ефективну вентиляцію в наших будівлях ще більш життєво важливою.

Вентиляція будівлі описує процес введення зовнішнього або оновленого повітря в внутрішні приміщення. Це витісняє застояне повітря, усуваючи CO_2

, вологу, запахи, пил, аерозолі, бактерії, алергени, повітряні віруси або інші забруднювачі, що виникають з різних джерел, які могли накопичитися під час перебування людей, і замінює його свіжим, збагаченим киснем повітрям. Цей рух повітря може призвести до кількох важливих переваг для мешканців і самої будівлі.

Щоденні джерела забруднювачів у повітрі:

- Тварини + сільське господарство
- Меблі + оздоблення
- Промисловість
- Люди + технологічні процеси
- Автотранспорт

Переваги для людей

Люди проводять приблизно 90% свого життя в приміщеннях, тому цілком логічно, що повітря, яким ми дихаємо в цих внутрішніх просторах, матиме значний вплив на наші тіла. Існує безліч наукових досліджень, які підтверджують тісний зв'язок між якістю повітря в приміщеннях (IAQ) та здоров'ям людини.

Проведення часу в кімнаті з високими обсягами забруднювачів повітря може викликати те, що зазвичай називають «Синдромом хворої будівлі».

Дратівливість очей, горла, носа + шкіри

- Нейротоксичні ефекти:
- головний біль
- втома
- загальне нездужання

Неналежна вентиляція також може спровокувати більш серйозні стани, такі як респіраторні захворювання.

Шкідливі патогени можуть потрапити в організм через природні отвори, такі як ніс і рот, різними способами, включаючи повітря, яке ми дихаємо. Погана вентиляція та сухе повітря - це два фактори, які відомі тим, що

збільшують як поширення респіраторних вірусних захворювань, так і нашу сприйнятливість до них. Погана вентиляція дозволяє забруднювачам накопичуватися.

Збільшена вентиляція витісняє забруднювачі свіжим повітрям.

Хвороби та вірусні навантаження

Існує зростаюча кількість досліджень, які підтверджують позитивний ефект, який покращена вентиляція може мати на обмеження поширення повітряних захворювань і патогенів:

• Дослідження 2019 року виявило, що можливо зменшити розрахунковий ризик передачі туберкульозу (ТБ) для медичних працівників або пацієнтів, які чекають, в середньому на 72%, просто збільшивши швидкість вентиляції в лікарняних залах очікування та консультаційних кімнатах.

• Інше дослідження 2019 року виявило, що забезпечення навіть мінімальних рівнів вентиляції з вулиці зменшило передачу грипу так само, як якби 50-60% людей у будівлі були вакциновані.

• Продовжене підвищення вологості в повітрі може викликати конденсацію, вологість і ріст цвілі. Було повідомлено Всесвітньою організацією охорони здоров'я, що біологічні агенти, які вони вивільняють у повітря, можуть збільшити ризик респіраторних захворювань у дітей і дорослих на 50%.

Хоча більшість початкових рекомендацій зосереджувалася на впровадженні соціального дистанціювання та покращених процедур прибирання, тепер визнано, що слід вжити додаткових заходів для управління потенційними ризиками повітряного переносу в закритих приміщеннях.

Для COVID-19 та інших респіраторних вірусів існує три основні шляхи передачі:

•Передача в зоні близького контакту (1-2 м) через краплі та аерозолі, що виділяються інфікованою особою під час чхання, кашлю, дихання, розмови тощо.

•Далекодистанційна повітряна (аерозольна) передача

•Контакт з інфікованими поверхнями

Ризик, що виникає від повітряних крапель і аерозолів на вулиці, вважається відносно низьким. Однак у закритих внутрішніх середовищах вони можуть становити реальний ризик передачі, і тому забезпечення відмінної вентиляції є життєво важливим.

Основна рекомендація полягає в тому, щоб постачати якомога більше зовнішнього повітря, збільшуючи кількість повітряних обмінів у будівлі. Такі заходи можуть включати:

• Зниження встановленої точки CO2 у системах з контролем за попитом для збільшення швидкості вентиляції.

• У будівлях, де використовується природна вентиляція, відкриття цих каналів значно більше, ніж зазвичай, навіть якщо це призводить до певного компромісу в термічному комфорті.

• Збільшення годин роботи системи, щоб допомогти «промити» будівлю свіжим повітрям до і після кожного робочого дня.

Будь-яка механічна вентиляція або система кондиціонування повітря, яка використовує рециркуляцію повітря, повинна бути налаштована на роботу на повному зовнішньому повітрі, де це можливо. У випадках, коли це може обмежити потужність системи опалення або охолодження, заслінки повинні залишатися закритими, оскільки управління ризиком передачі повинно мати пріоритет над термічним комфортом. Однак впровадження систем рекуперації тепла може допомогти збалансувати це.

Рекомендується не вносити подальші зміни в роботу системи щодо зволоження або кондиціонування повітря, оскільки коронавірус є високостійким до цих змін.

Звичайно, здоров'я - це більше, ніж просто фізичне. Хороша якість повітря в приміщеннях (IAQ) також корисна для нашого психічного благополуччя, як показують численні дослідження, проведені по всьому світу в різних типах будівель і з різними мешканцями:

Працюючи в будівлі з адекватною вентиляцією

Офісні працівники проводять 1/3 свого дорослого життя на роботі:

- 288% краща стратегічна думка
- 299% краще використання інформації
- 31% краще в питаннях реагування на кризу

Працюючи в класах з вищою якістю повітря

Діти проводять до 40 годин на тиждень в освітніх просторах

- 2.2% краща реакція на вибір
- 8% краща пам'ять на зображення
- 15% краще розпізнавання слів

2. Запобігання вогкості

Запобігання вогкості та цвілі є корисним не лише для здоров'я людини, але й для здоров'я будівлі. В Європі, за оцінками, 10%-50% будівель (залежно від країни) страждають від вогкості. Окрім того, що це викликає багато проблем зі здоров'ям і є непривабливим, ці проблеми можуть завдати значної шкоди будівлі та її вмісту. Занадто висока вологість у повітрі також ускладнює підтримання тепла в приміщеннях, знижуючи тепловий комфорт і збільшуючи рахунки за енергію. Ефективна вентиляція може допомогти вирішити ці проблеми. У будівлях, де перегрів може бути проблемою, методи вентиляції можуть допомогти підтримувати внутрішні приміщення прохолодними, зменшуючи тепловий стрес конструкції, оздоблення та вмісту, а також мешканців.

Переваги для будівель

Будівництво та експлуатація будівель, за оцінками, становлять 36% глобального кінцевого споживання енергії та 39% викидів CO_2, пов'язаних з

енергією — найбільша частка серед усіх секторів. Одним із найшвидше зростаючих видів споживання енергії є «охолодження приміщень», яке з 2010 року зросло більш ніж утричі. Це частково пов'язано зі зростанням володіння та використання кондиціонерів. Вони часто мають високий енергетичний попит і іноді використовують екологічно шкідливі охолоджуючі хімікати, такі як хлорфторвуглеці (CFC) та гідрохлорфторвуглеці (HCFC). Пасивні, природні методи вентиляції можуть зменшити потребу в електричних системах охолодження, що робить їх легшими для компенсації відновлювальною енергією.

Створення здорової та добре провітрюваної будівлі може підвищити вартість нерухомості. У опитуваннях майже половина власників будівель сказала, що здорові будівлі легші для оренди, а 28% сказали, що вони командують преміальними орендними ставками, в той час як понад третина інвесторів у нерухомість визначила збереження та збільшення вартості як основні переваги сталого нерухомості.

Вартість

Покоління, і в деяких випадках навіть повністю усунути потребу в них. На додаток до зменшення операційного енергетичного попиту та покращення вуглецевого сліду будівлі, це дозволяє користувачам будівлі здійснювати реальні заощадження на рахунках за енергію, покращуючи їхній фінансовий результат.

Крім того, це надає можливість бізнесу продемонструвати корпоративну та соціальну відповідальність, що є ключовим у сучасному свідомому споживчому ринку.

Переваги для безпеки

Дим + контроль забруднення

У деяких типах будівель, таких як паркінги або виробничі підприємства, вентиляційна система є не лише життєво важливою для щоденної аерації, але й для видалення токсичних парів, що виникають внаслідок роботи машин або інших діяльностей.

Вентиляційні стратегії також можуть відігравати важливу роль у управлінні ризиками пожежі. У більшості пожеж у будівлях найбільша загроза для життя зазвичай походить не від самої пожежі, а від диму, що утворюється внаслідок горіння вмісту.

Інтеграція заходів управління димом у план вентиляції максимізує цінність від однієї системи, допомагаючи захистити людей від наслідків вдихання диму, забезпечити цінний час для втечі та мінімізувати шкоду для майна.

Вивільняючи частину тепла від пожежі, ці системи також можуть допомогти затримати та запобігти обвалу конструкцій.

Важливо, щоб будь-яка вентиляційна система, яка також буде використовуватися для контролю диму, була спроектована, встановлена, протестована та обслуговувалася відповідно до місцевих норм і будівельних стандартів.

4.Міркування щодо вибору вентиляційної системи

Хоча планування стратегії вентиляції може здаватися простим завданням на папері, забезпечення ефективної та продуктивної системи може бути неймовірно складним, вимагаючи ретельної оцінки низки різних параметрів, специфічних для проекту.

Ті, хто визначає систему, повинні мати чітке розуміння не лише доступних рішень, але й будівлі, в якій вона буде використовуватися, та відповідних стандартів, що застосовуються.

4.1. Специфікації будівлі

Об'єм, форма та організація внутрішнього простору впливають на те, як повітря рухається через будівлю. Програмне забезпечення для обчислювальної гідродинаміки (CFD) може бути використане для розуміння того, як повітря переміщується через простір і які методи вентиляції будуть найбільш ефективними. Це особливо важливо для розуміння при специфікації пасивної системи, яка покладається на природний вітер і термічну плавучість.

Будівельний матеріал також може впливати на вимоги до вентиляції. Усі будівлі матимуть певний рівень повітряного проникнення, коли внутрішнє та зовнішнє повітря проникає всередину та назовні через щілини в конструкції. Старі будівлі матимуть високі показники проникнення, тоді як сучасні конструкції будуються для досягнення все більшої герметичності для термічної ефективності.

4.2 Розташування

Оцінка місцевої якості повітря та клімату на етапі проектування може допомогти визначити, який метод вентиляції буде найбільш ефективним. Системи природної вентиляції залежать від того, щоб зовнішня якість повітря була вищою, ніж всередині будівлі. Якщо це не так, потрібно буде використовувати механічні рішення з фільтрацією повітря, щоб зменшити концентрацію часток, що потрапляють у будівлю. Пануючі погодні умови також можуть мати вплив.

4.3 Будівництво

Конструкція будівлі також може впливати на вимоги до вентиляції. Усі будівлі матимуть певний рівень інфільтрації повітря, коли внутрішнє та зовнішнє повітря просочується та виходить через щілини в конструкції. Старіші будівлі матимуть високий рівень інфільтрації, тоді як сучасні споруди будуються для досягнення дедалі вищої герметичності для теплової ефективності.

4.4 Тип

Від малих шкіл і офісів до великих виробничих залів, кожен тип будівлі матиме свій специфічний набір необхідних норм вентиляції, рівнів гігієни повітря, температурних параметрів і може навіть підпадати під специфічне законодавство.

Внутрішні активності, рівні заповнюваності та тип заповнюваності також вплинуть на якість повітря і, отже, на те, яка норма вентиляції потрібна.

Також важливо встановити, як буде використовуватися вентиляційна система; наприклад, чи буде вона працювати протягом дня під час

заповнюваності або використовуватися для нічних охолоджувальних стратегій?

4.5 Тип + використання

Пов'язані як зі будівництвом, так і з типом або призначенням будівлі є матеріали, що використовуються всередині будівлі.

Фарби, килими, підлоги, меблі та інші предмети обстановки можуть виділяти молекули того, що відомо як леткі органічні сполуки (ЛОС), які можуть вдихатися мешканцями, викликаючи всілякі проблеми зі здоров'ям.

Важливо, щоб ці фактори також враховувалися при розрахунку якості повітря в приміщенні і, отже, необхідної норми вентиляції.

Це вплине на необхідну норму вентиляції, причому вищі рівні потрібні, чим менше природного руху повітря відбувається.

Сонячні теплові надходження через скління, орієнтацію або важкі будівельні матеріали також потрібно враховувати, оскільки вони збільшать потребу в охолодженні під час спекотних місяців.

5. Вимоги до проекту

5.1 Положення + стандарти

Будівлі можуть підпадати під різні регуляції в залежності від їх типу, заповнюваності або обраних методів вентиляції. Додатково, деякі проекти можуть прагнути досягти добровільних стандартів будівництва, що стосуються сталого розвитку або здоров'я та добробуту, і повинні досягти визначених рівнів енергоефективності та якості повітря в приміщеннях (IAQ).

5.2 Енергетична ефективність

На додаток до ефективності вентиляції, слід враховувати вплив обраної системи на загальний енергетичний попит будівлі. Природні методи вентиляції, звичайно, є найефективнішим варіантом для підтримки низького попиту. Однак у будівлях, де потрібна механічна вентиляція, специфікація більш енергоефективних вентиляторів або створення гібридної системи, що використовує як активні, так і пасивні стратегії вентиляції, може допомогти мінімізувати навантаження.

5.3 Бюджетні обмеження

Як і в будь-якому аспекті будівельного проекту, бюджет є ключовим. Важливо враховувати не лише капітальні витрати системи, але й витрати, які вона понесе протягом свого життєвого циклу, і як ці витрати співвідносяться з перевагами, які вона принесе. Хоча недостатня специфікація може призвести до системи вентиляції, яка не відповідає призначенню, надмірна специфікація може призвести до непотрібних витрат і, у випадку механічних засобів, до вищих рахунків за енергію.

5.4 Інтеграційні технології

Багато вентиляційних систем можуть запропонувати багатофункціональні переваги, такі як використання в рамках плану управління димом або стратегії денного світла, коли їх використовують з відкриваючимися дахами або стінними вікнами. Це максимізує цінність від однієї системи. Однак важливо визначити ці вимоги на ранньому етапі процесу проектування, щоб забезпечити цілісний та оптимізований підхід

5.5 Естетика

Деякі системи можуть бути інтегровані так, щоб безшовно вписуватися в функціональний та естетичний дизайн будівлі, такі як приховані автоматизовані приводи у вікнах і світлових люках або механічні системи, вмонтовані в підвісні стелі. Для механічних систем також важливо визначити як внутрішній простір кімнати, необхідний для повітропроводів, так і зовнішній простір даху або стіни для зовнішніх вентиляторів, а також вплив, який вони можуть мати на загальну естетику будівлі.

5.6 Акустика

Акустичний комфорт також слід ретельно враховувати, особливо в будівлях для секторів, які вимагають концентрації, таких як освіта, бізнес і охорона здоров'я. Наприклад, природні системи, які використовують відкриваючіся дахи або стінні блоки, можуть дозволити певному рівню зовнішнього шуму проникати всередину, тоді як механічні системи можуть вимагати звукоізоляційних елементів.

3.4. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо.

Аеродинамічний розрахунок П2

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці L, м3\год	Довжина ділянки l, м	Розрахункова швидкість в перерізі v_p, м\с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу fр, м2	Діаметр повітропроводу d, мм	Еквівалентний діаметр dв,, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість в перерізі υд, м/с	Коефіцієнт шорсткості βш	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Рmep + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На всій ділянці Рділ = R·l·βш·К1							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Магістраль 1																				
1	1204	4,8	3	0,111	355	355	0,099	3,38	1	1	6,88	0,39	1,9	2,20	1	15,14	17,01	17,01	–	–
2	2408	4,5	4	0,167	450	450	0,159	4,21	1	1	10,67	0,43	1,9	0,37	1	3,95	5,88	22,89	–	–
3	3612	7,3	4	0,251	500	500	0,196	5,11	1	1	15,72	0,54	3,9	0,37	1	5,82	9,76	32,65	–	–
4	7224	5,6	5	0,401	630	630	0,312	6,44	1	1	24,97	0,62	3,5	3,85	1	96,13	99,61	132,26	–	–
5	10836	5,6	6	0,502	800	800	0,531	5,67	1	1	19,35	0,36	2,0	3,85	1	74,50	76,51	208,77	–	–
6	14455	35	7	0,574	900	900	0,636	6,31	1	1	23,97	0,38	13,3	3,85	1	92,28	105,58	314,35	–	–
Відгалуження																				
7	1204	1	3	0,111	355	355	0,099	3,38	1	1	6,88	0,39	0,4	2,20	1	15,14	15,53	15,53	32	0,68
8	1204	1	3	0,111	355	355	0,099	3,38	1	1	6,88	0,39	0,4	2,20	1	15,14	15,53	15,53	52	1,08

Аеродинамічний розрахунок В2

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці L, м3\год	Довжина ділянки l, м	Розрахункова швидкість в перерізі v_p, м\с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу fр, м2	Діаметр повітропроводу d, мм	Еквівалентний діаметр d⊕,, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість в перерізі υд, м/с	Коефіцієнт шорсткості βш	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Rтер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На всій ділянці Рділ = R·l·βш·К1							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Магістраль 1																				
1	1204	4,8	3	0,111	355	355	0,099	3,38	1	1	6,88	0,39	1,9	2,20	1	15,14	17,01	17,01	–	–
2	2408	4,5	4	0,167	450	450	0,159	4,21	1	1	10,67	0,43	1,9	0,37	1	3,95	5,88	22,89	–	–
3	3612	7,3	4	0,251	500	500	0,196	5,11	1	1	15,72	0,54	3,9	0,37	1	5,82	9,76	32,65	–	–
4	7224	5,6	5	0,401	630	630	0,312	6,44	1	1	24,97	0,62	3,5	3,85	1	96,13	99,61	132,26	–	–
5	10836	5,6	6	0,502	800	800	0,531	5,67	1	1	19,35	0,36	2,0	3,85	1	74,50	76,51	208,77	–	–
6	14455	35	7	0,574	900	900	0,636	6,31	1	1	23,97	0,38	13,3	3,85	1	92,28	105,58	314,35	–	–
Відгалуження																				
7	1204	1	3	0,111	355	355	0,099	3,38	1	1	6,88	0,39	0,4	2,20	1	15,14	15,53	15,53	32	0,68
8	1204	1	3	0,111	355	355	0,099	3,38	1	1	6,88	0,39	0,4	2,20	1	15,14	15,53	15,53	52	1,08

Аеродинамічний розрахунок П3

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці L, м3\год	Довжина ділянки l, м	Розрахункова швидкість в перерізі v_p, м\с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу fр, м2	Діаметр повітропроводу d, мм	Еквівалентний діаметр $d_{екв}$, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість в перерізі $v_д$, м/с	Коефіцієнт шорсткості βш	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Rтер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Неув'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На всій ділянці Рділ = R·l·βш·К1							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Магістраль 1																				
1	837	5,5	3	0,078	315	315	0,064	3,635	1	1	5,42	0,37	2,0	1,85	1	10,03	12,06	12,06		
2	1674	4,5	4	0,116	400	400	0,125	3,73	1	1	8,38	0,4	1,8	1,85	1	15,50	17,30	29,37		
3	2511	4,5	5	0,140	450	450	0,158	4,42	1	1	11,76	0,47	2,1	1,85	1	21,76	23,87	53,24		
4	5022	10,3	5	0,279	560	560	0,245	5,7	1	1	19,56	0,57	5,9	1,85	1	36,19	42,06	95,29		
5	7533	4,5	6	0,349	630	630	0,310	6,76	1	1	27,51	0,68	3,1	1,85	1	50,89	53,95	149,25		
6	15072	38	6	0,698	800	800	0,504	8,3	1	1	41,77	0,74	28,1	0,37	1	15,45	43,57	192,82		
Відгалуження																				
7	837	5,5	3	0,078	315	315	0,064	3,635	1	1	5,42	0,37	2,0	1,85	1	10,03	12,06	12,06	59	2,04
8	837	5,5	3	0,078	315	315	0,064	3,635	1	1	5,42	0,37	2,0	1,85	1	10,03	12,06	12,06	77	3,46

Аеродинамічний розрахунок В3

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці L, м3\год	Довжина ділянки l, м	Розрахункова швидкість в перерізі v_p, м\с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу fр, м2	Діаметр повітропроводу d, мм	Еквівалентний діаметр d_{e}, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість в перерізі $v_д$, м/с	Коефіцієнт шорсткості βш	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Rтер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Неув'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На всій ділянці Рділ = R·l·βш·К1							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Магістраль 1																				
1	837	5,5	3	0,078	315	315	0,064	3,635	1	1	5,42	0,37	2,0	1,85	1	10,03	12,06	12,06		
2	1674	4,5	4	0,116	400	400	0,125	3,73	1	1	8,38	0,4	1,8	1,85	1	15,50	17,30	29,37		
3	2511	4,5	5	0,140	450	450	0,158	4,42	1	1	11,76	0,47	2,1	1,85	1	21,76	23,87	53,24		
4	5022	10,3	5	0,279	560	560	0,245	5,7	1	1	19,56	0,57	5,9	1,85	1	36,19	42,06	95,29		
5	7533	4,5	6	0,349	630	630	0,310	6,76	1	1	27,51	0,68	3,1	1,85	1	50,89	53,95	149,25		
6	15072	38	6	0,698	800	800	0,504	8,3	1	1	41,77	0,74	28,1	0,37	1	15,45	43,57	192,82		
Відгалуження																				
7	837	5,5	3	0,078	315	315	0,064	3,635	1	1	5,42	0,37	2,0	1,85	1	10,03	12,06	12,06	59	2,04
8	837	5,5	3	0,078	315	315	0,064	3,635	1	1	5,42	0,37	2,0	1,85	1	10,03	12,06	12,06	77	3,46

3.5. Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря

Технічні параметри
Вентиляційний агрегат
№Q-9062026-01-0

Версія:VB AHU Select 2.02.6
Rev. 06/05/2025

Інформація про проєкт							
Проєкт №	9062026	Дата:	09 Jun 2026	Установка №	Q-9062026-01-0	Позначення проєкту:	ПВ1

Конструкція агрегату			
Типорозмір агрегату	AVF06		
Позначення агрегату			
Кількість	1		
Виконання	Внутрішнє		
Сторона доступу	Права		
Model Box	F40MW		
Каркас	Frameless Design		
Матеріал внут. панелей	Zinc-Aluminum (0,7)		
Матеріал зовн. панелей	Zinc-Aluminum (0,7)		
Ізоляція	Мінеральна вата - 40 мм		
Товщина панелі	38 +/- 2 mm		
Тип даху	Немає		
Монтажна рама	2mm galv steel base120		
Довжина	3830 mm		
Ширина	960 mm		
Висота	1410 mm		
Вага, прибл. + - 5%	1124кг		
	Приплив	Витягання	
Продуктивність	4900	3780	м3/год
Загальний статичний тиск вентиляторів	887	762	Па
Зовнішній статичний тиск	500	500	Па
Швидкість в перерізі	2.46	1.89	м/с
Потужність двигунів вентиляторів	3.00	1.50	кВт

Енергоспоживання				
	Приплив	Витягання	Загалом	
SFPv (чисті фільтри вкл.інвертор)	1.66	1.21	2.59	кВт/(м3/с)
SFP Int	329	222	550	Вт/(м3/с)
SFP Int Limit 2016	659			Вт/(м3/с)
SFP Int Limit 2018	579			Вт/(м3/с)
SFP conform	No			

Вага і розміри секцій				
Секція №	Довжина	Ширина	Висота	Вага, прибл. + - 5%
A	470 mm	960 mm	705 mm	45кг
B	1280 mm	960 mm	1410 mm	201кг
C	880 mm	960 mm	705 mm	158кг
D	430 mm	960 mm	705 mm	62кг
E	770 mm	960 mm	705 mm	113кг
F	770 mm	960 mm	705 mm	99кг
G	430 mm	960 mm	705 mm	32кг
H	880 mm	960 mm	705 mm	138кг
I	470 mm	960 mm	705 mm	50кг

Акустичні хар-ки припливу										
Частота		63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц	Заг. дБ(а)
Звукова потужність на вході	(дБ)	63	56	62	78	76	74	70	63	82
Звукова потужність на виході	(дБ)	55	47	53	57	52	54	58	52	63
Звукова потужність,що переноситься повіт.	(дБ)	44	35	61	58	58	56	52	47	65
Звуковий тиск на вході @ 3 М.	(дБ)	46	38	44	61	58	57	52	45	64
Звуковий тиск на виході @ 3 М.	(дБ)	37	30	35	39	35	37	40	35	45
Звуковий тиск повітря @ 3 М.	(дБ)	26	18	43	40	41	39	34	30	47

Технічні параметри
Вентиляційний агрегат
№Q-9062026-01-0

Версія:VB AHU Select 2.02.6
Rev. 06/05/2025

Інформація про проєкт						
Проєкт №	9062026	Дата:	09 Jun 2026	Установка №	Q-9062026-01-0	Позначення проєкту: ПВ1

Акустичні хар-ки витягання										
Частота		63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц	Заг. дБ(a)
Звукова потужність на вході	(дБ)	52	42	43	36	26	25	28	27	46
Звукова потужність на виході	(дБ)	56	48	62	72	78	80	78	71	84
Звукова потужність,що переноситься повіт.	(дБ)	40	30	59	46	47	43	40	35	59
Звуковий тиск на вході @ 3 М.	(дБ)	34	24	26	18	9	8	11	9	29
Звуковий тиск на виході @ 3 М.	(дБ)	38	30	44	54	60	62	61	54	66
Звуковий тиск повітря @ 3 М.	(дБ)	22	12	41	28	29	25	23	18	42

Приплив, секція

[1] Секція забору повітря

Тип	Заслінка повітряна	Заслінка зовнішнього повітря	
Розташування пластин	Протилежне	Додатково	Гнучкий фланець 130 мм
Опір за повітрям	4 Pa		

	Розмір (ВхШхД)	Матеріал	Швидкість	Положення
Заслінка повітряна	500 x 700 x 170 mm	Алюміній	3.89 m/s	З торця (вхід)

[2] Кишеньковий фільтр

Тип	Кишеньковий	Ступінь очищення	G4
Розмір фільтра 1 (К-сть x Ш x В x Д)	1 x 878 x 564 x 300 mm	Виробник	Vents
Розмір фільтра 2 (К-сть x Ш x В x Д)	N/A	Ефективність	COARSE 50%
		Клас енергоефективності	
Швидкість повітря фронтальна	2.74 m/s	Розрахункова міра засміченості	Середня
Доступ до рамки	Збоку	Перепад тиску, початковий	45.8 Pa
Матеріал фільтру	Поліестер	Перепад тиску, кінцевий	200 Pa
Запасні комплекти	0	Перепад тиску, середній	122.9 Pa

Знімна панель

Розміри	Тип
388 x 625 mm	Знімна панель

Дворівнева секція

Технічні параметри
Вентиляційний агрегат
№Q-9062026-01-0

Версія:VB AHU Select 2.02.6
Rev. 06/05/2025

Інформація про проєкт							
Проєкт №	9062026	Дата:	09 Jun 2026	Установка №	Q-9062026-01-0	Позначення проєкту:	ПВ1

[3] Пластинчатий теплообмінник
Energy efficiency (DIN EN 13053) 45.00 %
Efficiency at balanced flow (EN308) 48.00 %

Виробник	Recuperator	Модель	FZ AL 08 N 0520 M 1 AE SM

ЗИМА, ПРИПЛИВ			ЗИМА, ВИТЯГАННЯ		
Продуктивність		4900 m^3/h	Продуктивність		3780 m^3/h
Холодопродуктивність, повна		34.00 kW	Холодопродуктивність, повна		34.00 kW
Суха ефективність		65.00 %	Заслінка байпасу		
Волога ефективність		42.00 %			
Опір за повітрям		185.00 Pa	Опір за повітрям		128.00 Pa
Опір за повітрям стд. густини		212.00 Pa	Опір за повітрям стд. густини		133.00 Pa
На вході	Температура	-22.0°C	На вході	Температура	20.0°C
	Відн. вологість/темп. вол. терм.	90.0 % / -22.1°C		Відн. вологість/темп. вол. терм.	40.0 % / 12.4°C
На виході	Температура	0.0°C	На виході	Температура	0.0°C
	Відн. вологість/темп. вол. терм.	13.00 % / -5.0°C		Відн. вологість/темп. вол. терм.	88.00 % / -0.6°C
OACF		1.0	EATR		0.0 %
			К-ть конденсату		11.00 l/h

Додатково			
Дренажний піддон			
Тип	Знімний x 2	Ширина	880 mm880 mm
Матеріал	Неіржавна сталь (304)	Сторона підключення	Права

Приплив, секція

[4] Вентилятор (вільне колесо)

Загальні відомості		Вентилятор			Двигун			
Вільний напір установки	500Па				Виробник		BLAUBERG	
Загальний статичний тиск вентиляторів	887Па	Тип		Вільн. напору	Тип		AC	
Повний тиск вентилятора	1032.3Па	Модель	ER31C-2DN.E7.1R-130602/0Z01		Номінальна потужність вентилятора		3.00	
Продуктивність	4900 m^3/h	Кількість		1	Кількість		1	
Метод пуску	Прямий пуск / зірка-трикут.	Швидкість повітря через фланець на виході		2.47м/с	Мережа живлення		400/3/50	
Частотний регулятор		Швидкість обертання вентилятора		3624об/хв	Швидкість обертання номінальна		2890об/хв	
Переріз на виході	1010 x 1010 mm	Швидкість обертання максимальна		4060об/хв	Полюсність		2	
Доступ для сервісу	Знімна панель	Ел.потужність без VSD		2.33кВт	Ел.потужність с VSD		2.40кВт	
Сторона доступу	Права	Ел.потужність (чисті фільтри)		2.26кВт	Робочий струм		5.79 A	
		ККД (Static)		50.37 %	Тип монтажної рами		100L	
К-фактор вентилятора	95	ККД (Total)		58.63 %	Робоча частота AC/EC		62.71/50.00 Гц	
		ККД (Overall)		57.45 %	Напруга керування (тільки для EC-моторів)		V	
					Клас енергоефективності		IE3	

	Звукова потужність	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц
На стороні всмоктування [dB]		76	71	75	84	79	79	78	74
На виході [dB]		77	75	80	90	91	88	84	80

Знімна панель	
Розміри	Тип
838 x 625 mm	Знімна панель

Приплив, секція

Технічні параметри
Вентиляційний агрегат
№Q-9062026-01-0

Версія:VB AHU Select 2.02.6
Rev. 06/05/2025

Інформація про проєкт									
Проєкт №	9062026	Дата:	09 Jun 2026	Установка №	Q-9062026-01-0	Позначення проєкту:	ПВ1		

[5] Водяний повітронагрівач			
Тип	Основний	Теплоносій	Вода
Код нагрівача	NKW-800-500-3	Кількість нагрівачів	1
Рядність / Щільність ореберення FPI	3 / 10	Кількість контурів	5
Температура повітря ДО	0.0°C	Температура теплоносія на вході	80.0°C
Температура повітря ПІСЛЯ	20.1°C	Температура теплоносія на виході	60.0°C
Теплова потужність	33.52 kW	Витрата теплоносія	0.4 l/s
Опір за повітрям	53 Pa	Швидкість рідини	1.3 m/s
Швидкість повітря фронтальна	3.4 m/s	Гідравлічний опір	30.3 kPa
Коефіцієнт байпасу	0.03	Об'єм теплоносія в теплообміннику	3.7 litres
		Тип гліколю / %	None / 0.0 %
Матеріал ореберення	Алюміній 0.11	Тип підключення	Різьба BSP
Матеріал трубок	3/8" CU	Підключення вхід/вихід	1 x 1 " / 1 x 1 "
Матеріал фланця	мідь	Сторона підключення	Права
Матеріал корпусу теплообмінника	Оцинкована сталь	Тип покриття	Без покриття

Панель теплообмінника	
Розміри	Тип
388 x 625 mm	Панель теплообмінника

Приплив, секція

[6] Шумоглушник								
Довжина / висота шумогасної панелі		600 / 625 mm		Товщина панелі			100 mm	
Матеріал і тип панелі		F/STD - Full Length - Standard		Відстань між панелями			100 mm	
Кількість панелей		4		Кількість бічних панелей			0	
	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц
Зменшення рівня шуму [dB]	5	9	16	30	39	39	31	26

Знімна панель	
Розміри	Тип
688 x 625 mm	Знімна панель

[7] Секція розподілення повітря				
Тип	Заслінка відпрацьованого повітря	Заслінка зовнішнього повітря		
Розташування пластин	Протилежне	Додатково		Гнучкий фланець 130 мм
Опір за повітрям	0 Pa			
	Розмір (ВхШхД)	Матеріал	Швидкість	Положення
Заслінка відпрацьованого повітря	0 x 0 x 0 mm	Алюміній	3.89 m/s	З торця

Витягання, секція

[8] Секція забору повітря				
Тип	Заслінка повітряна	Заслінка зовнішнього повітря		
Розташування пластин	Протилежне	Додатково		Гнучкий фланець 130 мм
Опір за повітрям	0 Pa			
	Розмір (ВхШхД)	Матеріал	Швидкість	Положення
Заслінка повітряна	0 x 0 x 0 mm	Алюміній	3.0 m/s	З торця (вхід)

[9] Шумоглушник								
Довжина / висота шумогасної панелі		600 / 625 mm		Товщина панелі			100 mm	
Матеріал і тип панелі		F/STD - Full Length - Standard		Відстань між панелями			100 mm	
Кількість панелей		4		Кількість бічних панелей			0	
	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц
Зменшення рівня шуму [dB]	5	9	16	30	39	39	31	26

Версія:VB AHU Select 2.02.6
Rev. 06/05/2025

Інформація про проєкт							
Проєкт №	9062026	Дата:	09 Jun 2026	Установка №	Q-9062026-01-0	Позначення проєкту:	ПВ1

Знімна панель	
Розміри	Тип
688 x 625 mm	Знімна панель

Витягання, секція

[10] Кишеньковий фільтр			
Тип	Кишеньковий	Ступінь очищення	G4
Розмір фільтра 1 (К-сть x Ш x В x Д)	1 x 878 x 564 x 300 mm	Виробник	Vents
Розмір фільтра 2 (К-сть x Ш x В x Д)	N/A	Ефективність	COARSE 50%
		Клас енергоефективності	
Швидкість повітря фронтальна	2.12 m/s	Розрахункова міра засміченості	Середня
Доступ до рамки	Збоку	Перепад тиску, початковий	35.3 Pa
Матеріал фільтру	Поліестер	Перепад тиску, кінцевий	200 Pa
Запасні комплекти	0	Перепад тиску, середній	117.7 Pa

Знімна панель	
Розміри	Тип
388 x 625 mm	Знімна панель

Витягання, секція

[11] Вентилятор (вільне колесо)

Загальні відомості		Вентилятор			Двигун			
Вільний напір установки	500Па				Виробник		BLAUBERG	
Загальний статичний тиск вентиляторів	762Па	Тип		Вільн. напору	Тип		AC	
Повний тиск вентилятора	795Па	Модель	ER40C-4DN.D7.1R-130590/0Z01		Номінальна потужність вентилятора		1.50	
Продуктивність	3780 m^3/h	Кількість		1	Кількість		1	
Метод пуску	Прямий пуск / зірка-трикут.	Швидкість повітря через фланець на виході		1.91м/с	Мережа живлення		400/3/50	
Частотний регулятор		Швидкість обертання вентилятора		2000об/хв	Швидкість обертання номінальна		1449об/хв	
Переріз на виході	1010 x 1010 mm	Швидкість обертання максимальна		2150об/хв	Полюсність		4	
Доступ для сервісу	Знімна панель	Ел.потужність без VSD		1.38кВт	Ел.потужність с VSD		1.42кВт	
Сторона доступу	Зліва	Ел.потужність (чисті фільтри)		1.27кВт	Робочий струм		3.35 A	
		ККД (Static)		56.48 %	Тип монтажної рами		90L	
К-фактор вентилятора	154	ККД (Total)		58.93 %	Робоча частота AC/EC		69.04/50.00 Гц	
		ККД (Overall)		58.94 %	Напруга керування (тільки для EC-моторів)		V	
					Клас енергоефективності		IE3	

Звукова потужність	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1 кГц	2 кГц	4 кГц	8 кГц
На стороні всмоктування [dB]	68	65	74	71	68	69	67	64
На виході [dB]	72	70	79	77	80	75	72	68

Знімна панель	
Розміри	Тип
838 x 625 mm	Знімна панель

Витягання, секція

[12] Секція вирівнювання потоку			
Довжина	350 mm	Сторона доступу	Зліва

Версія:VB AHU Select 2.02.6
Rev. 06/05/2025

Інформація про проєкт							
Проєкт №	9062026	Дата:	09 Jun 2026	Установка №	Q-9062026-01-0	Позначення проєкту:	ПВ1

[13] Секція розподілення повітря				
Тип	Заслінка відпрацьованого повітря	Заслінка зовнішнього повітря		
Розташування пластин	Протилежне	Додатково		Гнучкий фланець 130 мм
Опір за повітрям	3 Pa			
	Розмір (ВхШхД)	Матеріал	Швидкість	Положення
Заслінка відпрацьованого повітря	500 x 700 x 170 mm	Алюміній	3.0 m/s	З торця

3.6. Розрахунок повітророзподілення

магазин

Вихідні дані: Витрата повітря L = 740 м³/год;
Висота приміщення H = 4.2 м;
Розміри приміщення = 7× 10 м (Площа $F_{пр}$ = 70 м²)

Параметри робочої зони: Температура t_{wz} = 24°C; Рухливість повітря v_{wz} = 0.25 м/с; Різниця температур Δt_o = 4°C (задана) / 8°C (розрахункова)

№	Етап розрахунку та формула	Параметри та хід обчислень	Результат
1	**Визначення кількості повітророзподільників (z)** Поділ приміщення на квадрати рівної площі. $z = F_{пр} / F_п$	$F_{пр}$ = 7 × 10= 70 м² Площа одного квадрату $F_п$ = 35 м²	**2 шт.**
2	**Витрата повітря на один плафон (L_o) та швидкість (V_o)** Прийнято тип: **4-АПР 450х450** Площа живого перерізу F_o = 0.083 м² $V_o = L_o / (3600 \cdot F_o)$	L_o = 740 / 2 = 370 м³/год V_o = 370 / (3600 · 0.083)	**370 м³/год** **1.24 м/с**
3	**Розрахункова відстань ($X_п$)** Від нижньої площини плафона до верхньої межі робочої зони. $X_п = H - h_{р.з.}$	Висота приміщення H = 3.5 м Висота робочої зони $h_{р.з.}$ = 1.5 м 3.5 - 1.5	**2.0 м**
4	**Визначення коефіцієнтів m та n** Залежно від безрозмірного комплексу: $X_п / \sqrt{F_o}$	2 / √0.083 = 5.9 За графіками/таблицями для 4-АПР:	**m = 3.0** **n = 2.6**
5	**Коефіцієнти стиснення, взаємодії та неізотермічності**	Коефіцієнт стиснення струмини K_c = 0.9 Коефіцієнт взаємодії струмин $K_в$ = 0.8 Коефіцієнт неізотермічності $K_н$ (розраховано нижче)	**K_c = 0.9** **$K_в$ = 0.8** **$K_н$ = 2.1**
6	**Критерій Архімеда та коефіцієнт $K_н$** $Ar_{0.1} = 11.1 \cdot (\Delta t_o \cdot \sqrt{F_o}) / (V_o^2 \cdot T_{окр})$	Δt_o = 8°C; $T_{окр}$ = 297 K $Ar_{0.1}$ = 11.1 · (8 · √0.083) / (1.24² ·	**$Ar_{0.1}$ = 0.056**

№	Етап розрахунку та формула	Параметри та хід обчислень	Результат
	$Ar_{x,1} = (n/m) \cdot Ar_{0.1} \cdot [X_n / (1.13 \cdot \sqrt{F_o})]^2$ $K_н = \sqrt[3]{(1 + 1.3 \cdot Ar_{x,1})}$	297) = 0.056 $Ar_{x,1}$ = (2.6/3.0) · 0.056 · [2 / (1.13 · √0.083)]² = 6.1 $K_н = \sqrt[3]{(1 + 1.3 \cdot 6.1)}$	**$Ar_{x,1}$ = 6.1** **$K_н$ = 2.1**
7	**Швидкість повітря на осі струмини (V_x)** При входженні в робочу зону: $V_x = V_o \cdot (m \cdot K_c \cdot K_в \cdot K_н \cdot \sqrt{F_o}) / X_n$	1.24 · (3.0 · 0.9 · 0.8 · 2.1 · √0.083) / 2 **Примітка: у вихідному формульному рядку було помилково вказано коефіцієнт 0.3 замість m=3.0, проте фінальний результат порахований вірно.*	**0.11 м/с (< 0.25 м/с)**
8	**Перепад температур на осі струмини (Δt_x)** При входженні в робочу зону: $\Delta t_x = \Delta t_o \cdot (n \cdot K_в \cdot \sqrt{F_o}) / (X_n \cdot K_н \cdot K_c)$	8 · (2.6 · 0.8 · √0.083) / (2 · 2.1 · 0.9)	**0.13 °C (В межах норми)**

Параметри повітряного середовища на вході в робочу зону магазину повністю відповідають нормативним вимогам.

Розділ 4. Заходи з енергоефективності.

Опалення вашого будинку споживає більше енергії та коштує дорожче, ніж будь-яка інша система у вашому домі — як правило, це становить близько 29% вашого рахунку за комунальні послуги.

Незалежно від того, яка система опалення у вас встановлена, ви можете заощадити гроші та підвищити рівень комфорту завдяки належному обслуговуванню та модернізації обладнання. Але пам'ятайте: енергоефективна піч сама по собі не матиме такого значного впливу на ваші рахунки за енергію, як використання «комплексного підходу до всього будинку». Поєднуючи належне технічне обслуговування та модернізацію обладнання з рекомендованою ізоляцією, герметизацією повітря та правильними налаштуваннями термостата, ви можете заощадити близько 30% на рахунках за енергоносії, одночасно зменшуючи викиди в навколишнє середовище.

Поради щодо опалення

- Якщо у вас звичайна система опалення, встановіть програмований термостат на мінімально комфортну температуру взимку та знижуйте її, коли ви спите або перебуваєте поза домом. Проте для теплових насосів температуру не потрібно знижувати під час сну чи відсутності. Теплові насоси настільки ефективні, що золоте правило для них — «встановив і забув». Просто переконайтеся, що ви встановили розумну температуру.
- За потреби очищуйте вентиляційні отвори, плінтусні обігрівачі та радіатори; переконайтеся, що вони не заблоковані меблями, килимами чи шторами.
- Випускайте повітря з радіаторів гарячого водопостачання один або два рази на сезон; якщо ви не впевнені, як це зробити, зверніться до фахівця.
- Розміщуйте жаростійкі відбивачі за радіаторами на зовнішніх стінах.
- Вимикайте кухонні, ванні та інші витяжні вентилятори протягом 20 хвилин після завершення готування або купання; при заміні витяжних

вентиляторів подумайте про встановлення високоефективних моделей з низьким рівнем шуму.

- Взимку тримайте штори та жалюзі на південних вікнах відкритими вдень, щоб сонячне світло потрапляло у ваш дім, і закривайте їх на ніч, щоб зменшити відчуття холоду від вікон.
- Обирайте енергоефективні продукти при покупці нового опалювального обладнання. Ваш підрядник має надати інформаційні листки про енергоспоживання для різних типів, моделей та конструкцій, щоб допомогти вам порівняти їх. Ознайомтеся зі стандартами ефективності щодо мінімальних рейтингів та шукайте етикетку **ENERGY STAR** при придбанні нових товарів.

Системи вентиляції можна широко поділити на дві основні категорії: природні та механічні.

Зазвичай, природні системи вентиляції розглядаються першими; однак, немає суворих правил, які б визначали використання однієї з них замість іншої, і вимоги кожного проекту повинні оцінюватися незалежно, щоб визначити найбільш ефективне рішення

Природні або пасивні системи вентиляції, такі як стінні та дахові вентиляційні отвори або дахові вікна, що відкриваються, використовують природні рушійні сили вітру та теплової конвекції для видалення застояного повітря та заміни його свіжим повітрям ззовні. Завдяки їх низькому споживанню енергії, низьким вимогам до обслуговування та низьким капітальним витратам, вони часто є переважним вибором, де це можливо.

Природні системи вентиляції

Як вони працюють на практиці?

Існує три основні стратегії природної вентиляції:

- перехресна вентиляція
- сила вітру – вентиляція за рахунок димового ефекту
- теплова конвекція - стратегії нічного охолодження.

Коли підвищення температури або зниження якості повітря активує систему, або вона активується вручну, вентиляційні отвори або вікна з обох сторін приміщення відкриваються.

Свіже повітря потім надходить у будівлю з боку високого тиску, що дивиться на вітер, і проходить через приміщення.

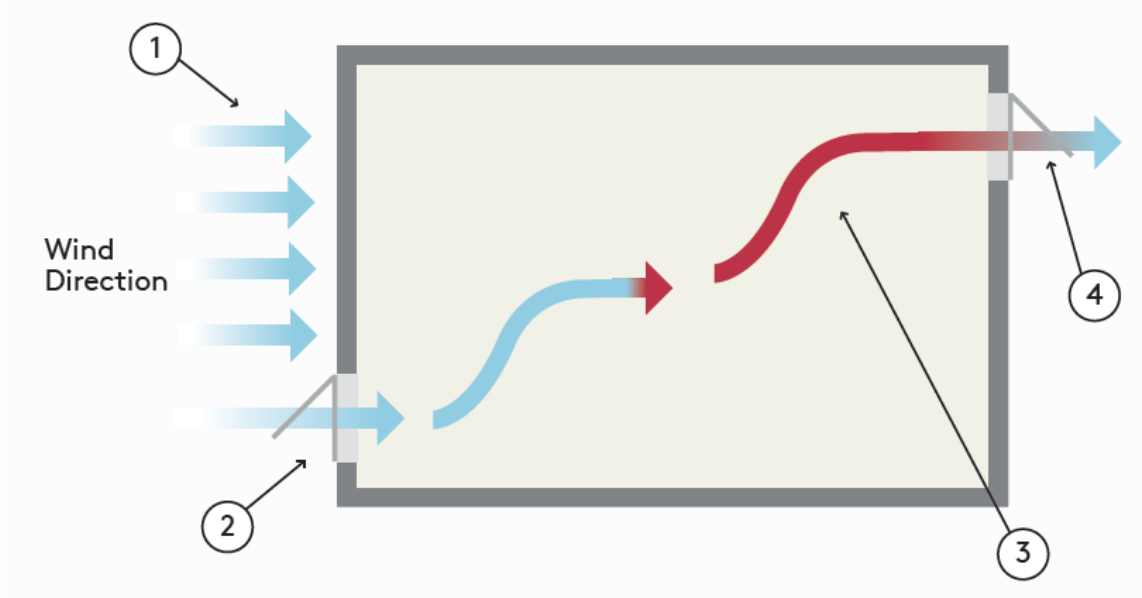
Тепле, затхле повітря всередині будівлі виводиться з будівлі завдяки різниці негативного тиску повітря, викликаної переважаючим напрямком вітру, створюючи безперервний потік через приміщення.

Зазвичай ці повітряні виходи встановлюються на більш високому рівні, щоб врахувати підйомну силу теплого повітря.

Перехресна вентиляція / сила вітру

Перехресна вентиляція є процесом, що викликаний вітром:

Напрямок вітру 2,1,4,3



1.Тепле повітря менш щільне, ніж холодне повітря, і тому піднімається до верху простору, створюючи область позитивного тиску.

2.Коли система активується і дахові та бічні вентиляційні отвори або вікна відкриваються, це потім виводиться з будівлі, оскільки зовнішній тиск повітря буде нижчим, ніж всередині будівлі.

3.Тим часом це створює негативний тиск внизу простору, всмоктуючи свіже повітря ззовні через низькорівневі входи.

Вентиляція через димар / термічна конвекція

Вентиляція через димар обумовлена термічною плавучістю: у високих просторах важливо забезпечити, щоб «нейтральна площина», де внутрішній і зовнішній тиск рівні, знаходилася вище тих областей, які потрібно провітрювати ззовні. Оскільки цей процес не залежить від зовнішніх вітрових умов, він ідеальний для дуже спекотної або безвітряної погоди та захищених будівель.

Природна вентиляція завжди повинна бути спроектована з урахуванням як поперечних, так і димарних ефектів, і обидві стратегії можуть бути використані в єдиній системі.

Автоматично відкриваючі вікна, люки або вентиляційні отвори налаштовані на відкриття на певний період часу вночі, коли будівля не зайнята.

Коли зовнішня температура нижча за внутрішню температуру будівлі (як вказують датчики), вона видаляє тепле, затхле повітря, що утворилося протягом дня від людей, освітлення та іншого обладнання.

Вона також охолоджує масу будівлі, вивільняючи будь-яке тепло, накопичене в конструкції будівлі, таке як підлоги та стіни, готове до наступного дня.

Нічні стратегії охолодження

Іноді їх називають нічним скиданням, стратегії нічного очищення використовують природні температурні різниці вночі:

Виконання цього процесу вночі, коли будівля не зайнята, може усунути потенційні проблеми з протягами або шумом. Однак безпека та охорона повинні бути враховані при визначенні відкриваючих вікон, вентиляційних отворів або люків.

Датчики дощу та вітру також повинні бути встановлені, щоб запобігти будь-яким пошкодженням будівлі.

Що є їхніми ключовими компонентами? Ці системи зазвичай складаються з:

1.Автоматичних відкриттів (люки, вікна, жалюзі) з моторизованим актуатором 2.Контрольного блоку (ручного, електричного або пневматичного залежно від вимог системи)

3.Внутрішніх і зовнішніх температурних датчиків

4.Водонепроникні бічні лопаті для вентиляції в будь-яку погоду

5.Система захисту від падіння та падіння через

6.Захисні датчики вітру/дощу Люки для виходу на дах (люки)

7.Внутрішні та зовнішні системи затінення, є також можливість включити: захисні сітки від комах (люки).

8.Відкриваючі скляні або полікарбонатні дахові вікна

9.Монор двостулкові вентиляційні отвори

10.Традиційні вікна та відкриваюче скління

11.Дахові жалюзі

12.Пристрої з випарним охолодженням

13.Є всілякі варіанти природної вентиляції на вибір, включаючи: металеві безперервні аератори, відкриваючі безперервні/аркадні дахові вікна, вертикальні жалюзі, пристрої для ловлення вітру.

Що за переваги пропонують ці системи?

1.Природні методи вентиляції можуть вентилювати великі обсяги повітря за дуже малої енергії в порівнянні з механічними методами. Це робить їх ідеальними для великих просторів, таких як атріуми або промислові склади, а також для менших проектів, де енергоефективність є ключовою.

2.На додаток до покращення екологічного профілю будівлі, це може допомогти знизити експлуатаційні витрати.

3.Одиниці природної вентиляції можуть бути виготовлені з матеріалів, таких як скло та полікарбонат, щоб забезпечити денне світло. Це зменшує енергетичний попит на штучне освітлення та надає додаткові переваги для здоров'я та добробуту.

4.Коли нагрівання сонячним теплом є проблемою, доступні полікарбонат з високою дифузією або інтегровані системи сонцезахисту.

5.Без необхідності в установках обробки повітря, повітроводах або підвісних стелях і прихованих приводах, системи природної вентиляції можуть запропонувати набагато гармонійніше рішення, коли їх проектують у будівлю.

6.Існує величезний вибір варіантів, які підходять для різних застосувань і типів будівель, від сучасних офісів і лікарень до промислових складів.

7.Низьке споживання енергії, високі можливості вентиляції.

8.Додаткове денне освітлення.

9.Багато систем природної вентиляції також можуть бути спроектовані для використання в контролі диму у випадку пожежі.

10.Важливо враховувати цю функцію при проектуванні системи, оскільки вона повинна працювати в рамках ширшого плану управління пожежами, на додаток до виконання будь-яких регіональних законодавчих вимог.

11.Окрім того, що допомагають мешканцям заощаджувати гроші на енергії та освітленні, системи природної вентиляції зазвичай є більш економічними в специфікації, установці та обслуговуванні через їх обмежену кількість компонентів.

12.Коли зовнішній шум не є великою проблемою, системи природної вентиляції можуть запропонувати тихий спосіб забезпечення свіжим повітрям приміщень, з тихими приводами, які відкриваються і без вентиляторів, що створюють низький рівень шуму.

13.Належно природно вентильованих офісних приміщень вважають “значно більш задоволеними своїм тепловим середовищем, ніж мешканці кондиціонованих будівель”. На додаток до відчуття більшого щастя з іншими екологічними параметрами, такими як вентиляція та рух повітря, освітлення та вологість, можливість для користувачів будівлі фізично відкривати та закривати вікна або світлові люки також підвищує сприйняття автономії та контролю над своїм середовищем, що ще більше підвищує задоволення. Завдяки своїм мінімальним компонентам та простій установці, системи

природної вентиляції вимагають дуже мало обслуговування протягом свого життєвого циклу, зменшуючи довгострокові витрати. Існує також знижений ризик того, що система міститиме пил або бактерії, які можуть поширюватися по будівлі.

Розділ 5. Заходи з охорони праці.

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів [34,35]

№п/п	Назва небезпечного або шкідливого виробничого фактора	Джерела виникнення фактора	Нормативне значення (параметри)	Нормативні документи (основа)
1	Наявність токсичних речовин, шкідливих хімічних речовин	Роботи зі зберіганням, обробкою, переробкою або використанням отруйних, корозійних або інших хімічних речовин. Це можуть бути хімічні процеси, які включають роботу з розчинами, реагентами, лаками, фарбами або легкозаймистими матеріалами.	ГДК 0,15 мг/м³(Бажано розглядати до кожної речовини ці значення окремо)	• НПАОП 0.00-1.71-16• Наказ МОЗ України № 1596 від 14.07.2020 року• Санітарні норми ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату у виробничих приміщень"
2	Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	Монтажні, покрівельні, опоряджувальні:а) зовнішніб) внутрішнінавант-розвантажувальні	h=32,0 мh=8,0 мh=32,0 мh=2,7 мh=32,0 м	• ДБН А.3.2-2-2009 Розділ 14; Розділ 17; Розділ 15
3	Ураження електричним струмом	електромонтажні, зварювальні, освітлення, машини й механізми	220В, 380В6000/380В,< 25В380В	• ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 • ПУЕ-2017;• ДБН А.3.2-2-2009
4	Вплив шкідливих речовин	Зварювальні: ацетиленОпоряджувальні: Ацетон	ГДК 300 мг/м³ГДК 200 мг/м³	• Наказ МОЗ № 1596 від 14.07.2020
5	Виробничий шум	Роботи з інструментом, механізмами, експлуатація машин	< 80 дБ А< 80 дБ А< 80 дБ А	• ДСН 3.3.6-037-99
6	Недостатнє освітлення робочих місць	монтаж конструкцій,монтажні, опоряджувальні:внутрішні,зовнішні,	30 лк30 лк30 лк50 лк30 лк	• ДСТУ Б.А.3.2-15-2011 • ДБН А.3.2-2-2009 • ДБН В.2.5-28-2018

7	Незадовільні параметри мікроклімату	Монтаж, експлуатація систем	t=20−22 °Cf=60−46%v=0,3 м/с	• МОЗ України. Наказ: Нормативи від 09.07.2024 № 1192 • ДСН 3.3.6.042-99
8	Атмосферна електрика	Захист від блискавки	II катег.	• ДСТУ Б.В.2.5-38-2008 • ДСТУ EN 62305-3:2012
9	Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк.категор. пож.безпеки В	• ДБН В.1.1-7-2016 • ДБН В.1.2-7-2008 • ДСТУ Б.В.1.1.-36:2016

Охорона праці на будівельних та монтажних майданчиках у сфері ОВК (опалення, вентиляції та кондиціонування)

Монтаж систем опалення — це центральна та багатогранна галузь у сфері інженерних систем будівель. Працівники часто виконують монтажні та інсталяційні роботи. Через постійну зміну місця виконання робіт вони, як показує досвід, наражаються на більшу небезпеку, ніж колеги, які працюють у стаціонарних умовах. Це підтверджується тим, що більшість нещасних випадків у галузі ОВК трапляються під час виконання робіт з розширення, реконструкції або технічного обслуговування за межами власного підприємства.

Класичні інсталяційні роботи відбуваються переважно всередині будівель. Однак через зростання кількості сонячних та фотоелектричних установок частішають роботи на дахах, що створює нові ризики.

Спіткнення, послизнення, падіння Падіння на рівній поверхні, спіткнення об кути та краї, через розкидані предмети або послизнення на гладкій підлозі — типові причини нещасних випадків. Безлад і бруд, недбало залишені інструменти, матеріали та упаковки, захаращені шляхи сполучення, незакриті отвори, а також забруднена підлога створюють додаткові ризики на

будівельних та монтажних майданчиках. Тому завжди слід дбати про те, щоб шляхи сполучення та підходи до робочого місця були безпечними. Місця на підлозі, де неможливо уникнути ризику спіткнення чи послизнення, мають бути позначені. Крім того, працівники повинні носити відповідне взуття, наприклад, робоче або захисне взуття.

Падіння з висоти та провалювання Статистично падіннями з висоти вважаються випадки з висоти понад один метр. Неналежні засоби підйому, відсутність заходів для захисту від падіння з висоти або провалювання крізь конструкції, а також недостатня стійкість часто є причинами нещасних випадків. На стаціонарних підприємствах, згідно з Технічними правилами для робочих місць (ASR) 2.1 «Захист від падіння та предметів, що падають, доступу до небезпечних зон», захисні заходи необхідні з висоти понад один метр; це також стосується будівельних майданчиків біля сходів та шахт. На всіх інших робочих місцях захисні заходи є обов'язковими з висоти двох метрів. Незалежно від цього, вирішальним є оцінка ризиків, яка визначає, чи потрібно вживати заходів навіть нижче цих граничних значень, оскільки роботи на незначній висоті часто призводять до серйозних травм.

До робіт на дахах, потреба в яких зростає, належать не лише встановлення сонячних та фотоелектричних систем, а й регулярні перевірки, технічне обслуговування чи ремонт. Існує ризик падіння з краю даху. Крім того, частим ризиком є провалювання крізь світлові куполи, світлові стрічки, світлові панелі та інші нетривкі конструкції на даху. Тому ці зони слід захищати, наприклад, огородженнями або покриттями, якщо на об'єкті відсутні встановлені захисні пристрої, як-от решітки чи сітки.

Перед початком робіт на висоті необхідно врахувати наступне:

- Як я безпечно дістануся до свого робочого місця? = **Безпечний шлях сполучення**
- Чи достатньо тривка основа, на якій я стою? = **Достатня стійкість**
- Які захисні заходи проти падіння є необхідними? = **Ефективний захист від падіння**

Робота з обладнанням для висотних робіт Для доступу до висотних робочих місць або виконання робіт на висоті часто використовують відповідне обладнання: риштування, мобільні робочі платформи (пересувні риштування) або автовишки. При використанні мобільних робочих платформ важливо, щоб вони збиралися фахівцями під наглядом компетентної особи згідно з інструкцією виробника. Інструкція з монтажу та експлуатації має бути доступною на місці. Після збирання необхідно перевірити правильність монтажу та функціональність.

Перед використанням автовишок працівники повинні пройти кваліфікаційну підготовку, щоб вміти працювати з обладнанням без ризику для себе чи інших. Після цього видається офіційний допуск (наприклад, посвідчення оператора). Особливо у шарнірно-телескопічних вишок існує небезпека викиду людей з платформи через так званий «ефект катапульти». Він виникає, коли накопичена енергія або ударний вплив на конструкцію вишки спричиняють раптовий рух, що передається через стрілу на платформу. Причинами можуть бути наїзд на вибоїну, зіткнення з іншими транспортними засобами або заклинювання конструкції. Тому обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) від падіння, які функціонують як система утримання, з'єднана з визначеною точкою кріплення.

Використання драбин як робочого місця або способу доступу на висоту сьогодні дозволено лише за певних умов, описаних у Технічних правилах з виробничої безпеки (TRBS) 2121 частина 2 «Небезпека для працівників при використанні драбин». Причина в тому, що нещасні випадки, пов'язані з драбинами, роками є основними серед падінь з висоти. Тому роботи на драбинах дозволені лише до висоти стояння 5 метрів, причому ноги мають стояти на сходинці або платформі. Однак відповідальні за охорону праці повинні заздалегідь перевірити (в рамках оцінки ризиків), чи існують інші, безпечніші засоби для таких робіт, і забезпечити ними працівників.

Поводження з ручними інструментами Спочатку потрібно вибрати інструмент, який підходить як для конкретного завдання, так і для людини.

Ергономічні ручки допомагають навіть власникам рук різного розміру надійно тримати інструмент і виконувати роботу з мінімальними зусиллями, уникаючи втоми та травм. Цілеспрямоване використання підвищує рівень безпеки, так само як і досвід поводження з інструментом, його догляд та обслуговування. Нещасні випадки часто стаються через незнання правил безпечного використання, брак досвіду та використання несправних інструментів. Пошкоджені інструменти слід негайно вилучити з використання та фахово відремонтувати. Електричні ручні інструменти повинні регулярно проходити перевірку згідно з нормами DGUV.

Транспортування матеріалів Ще одним складним аспектом при монтажі опалення є транспортування матеріалів. Робота з важкими, габаритними вантажами (радіатори, котли) може призвести до втрати контролю. Незручні ручки та гострі краї вантажів ускладнюють процес. Тіснота у старих будівлях та погані шляхи на будівельних майданчиках постійно призводять до нещасних випадків. Транспортування сходами також є значним ризиком. Допоміжні засоби (ремені для перенесення, підйомники для сходів) значно полегшують роботу. Залучення додаткових працівників розвантажує кожного окремого співробітника. Проактивне планування, знання місцевих умов та узгодження з відповідальними особами на місці (наприклад, щодо використання ліфтів) можуть значно покращити процес монтажу.

Зварювальні та паяльні роботи Такі роботи можуть спричинити пожежі, вибухи, опіки шкіри та очей, а також пошкодження здоров’я через випари від припою та флюсів або інші небезпечні речовини. Тому важливо забезпечити достатню вентиляцію та дотримання протипожежної безпеки. Для зон з ризиком пожежі/вибуху заходи безпеки мають бути визначені у «дозволі на зварювальні роботи». Залежно від методу роботи та матеріалів необхідно використовувати захисні окуляри, вогнетривкий захисний костюм або шкіряний фартух, захисні рукавиці та засоби захисту слуху.

Поводження з матеріалами, що містять азбест Під час санаційних та ремонтних робіт часто виявляються азбестовмісні конструкції або деталі будівель, систем чи обладнання. До таких робіт застосовуються суворі захисні заходи. Вони можуть проводитися лише з дотриманням оцінки ризиків згідно з Постановою про небезпечні речовини та Технічними правилами для небезпечних речовин (TRGS) 519 «Азбест: демонтажні, санаційні та ремонтні роботи». Відомо, що азбест може міститися навіть у будівельних сумішах: штукатурці, шпаклівці, плитковому клеї. Хоча концентрація цієї канцерогенної речовини там зазвичай низька, під час свердління стін, стель, підлоги, штроблення або створення отворів слід очікувати підвищеної концентрації азбестового пилу в повітрі. Якщо будівництво будівлі почалося після 31 жовтня 1993 року, зазвичай можна вважати, що азбесту в ній немає.

Наприкінці 2024 року набрала чинності оновлена Постанова про небезпечні речовини. У ній запроваджено концепцію ризикоорієнтованих заходів, що базуються на очікуваному навантаженні на робочому місці. Також з’явилися нові вимоги до кваліфікації працівників при роботі з азбестом, а також так звані обов’язки щодо співпраці та інформування для замовників (власників будівель або забудовників).

Вентиляція та запобігання професійним ризикам: ресурси для дій

Проєктування та встановлення відповідної системи вентиляції дозволяє ефективно діяти для запобігання професійним ризикам. Хоча це завдання іноді виявляється складним, компанії можуть спиратися на численні інструменти. Пояснення Бруно Куртуа, експерта з консультаційної підтримки INRS.

Чому вентиляція є важливим засобом запобігання професійним ризикам? Вентиляція відіграє головну роль у запобіганні професійним ризикам. Вона дозволяє обмежувати накопичення забруднювачів у робочих приміщеннях. Це сприяє, зокрема, контролю трьох видів професійних ризиків: хімічних, біологічних та ризиків вибуху. Вентиляцію слід впроваджувати тоді, коли усунення цих ризиків шляхом заміни продуктів або зміни технологічних

процесів неможливе. Це стосується всіх підприємств та всіх робочих приміщень.

В офісах вентиляція допомагає зберігати якість повітря в приміщенні, видаляючи вуглекислий газ та водяну пару, що виділяються при диханні людей, а також хімічні забруднювачі, які виділяються, зокрема, будівлею, меблями або комп'ютерним обладнанням. У промисловості, зокрема, можуть додаватися специфічні забруднювачі залежно від діяльності компанії.

Тип вентиляції, яку слід впровадити, залежить від діяльності, робочих ситуацій та аналізу ризиків, присутніх на підприємстві. Залежно від виявлених ризиків можна обрати загальну вентиляцію, яка служить для оновлення повітря, або локальну вентиляцію, що дозволяє вловлювати специфічні забруднювачі безпосередньо біля джерел їх виділення, перш ніж вони поширяться в робочій атмосфері. Варто підкреслити, що вловлювання біля джерела слід віддавати перевагу перед загальною вентиляцією, оскільки воно завжди виявляється ефективнішим, якщо його реалізація можлива.

Які елементи є важливими та на які моменти слід звернути увагу при встановленні системи вентиляції або вловлювання забруднювачів біля джерела? Для проєктування та встановлення системи вентиляції, і особливо пристрою для вловлювання біля джерела, необхідно скласти технічне завдання, щоб уточнити очікувані результати. Основними елементами, які слід врахувати, є:

- ефективність вловлювання забруднювачів або очікувані граничні концентрації у визначених робочих умовах;
- робота операторів;
- тепловий комфорт операторів;
- рівень шуму від установки;
- викид уловленого повітря назовні;
- мінімізація споживання енергії.

При прийманні системи вентиляції керівник підприємства повинен переконатися, що аераулічні показники (витрата або швидкість повітря)

відповідають потребам, зазначеним у технічному завданні, наданому інсталятору. Він також повинен перевірити дотримання очікуваних максимальних концентрацій (зазвичай це граничні значення професійного впливу — VLEP, якщо вони існують) у визначених робочих умовах.

Складання досьє на встановлене обладнання є регуляторним зобов'язанням як для систем загальної вентиляції, так і для пристроїв вловлювання біля джерела.

Система вентиляції повинна регулярно обслуговуватися, а перевірки мають проводитися принаймні один раз на рік відповідно до нормативних вимог. Ці перевірки мають на меті підтвердити, що витрата або швидкість повітря залишаються такими ж, як були виміряні під час початкового монтажу. Таким чином, підприємство може переконатися в підтримці належного функціонування установок та захисті здоров'я працівників протягом тривалого часу. Вимірювання, проведені під час початкового контролю та періодичних перевірок, повинні бути внесені до досьє на встановлене обладнання.

До кого можуть звернутися компанії, яким потрібна допомога у проєктуванні, експлуатації, обслуговуванні чи перевірці системи вентиляції? Проєктування систем вентиляції може бути складним і тому потребує залучення компетентних структур для проєктування, встановлення та технічного обслуговування вентиляційних мереж. Підприємства можуть звертатися до інсталяторів, дистриб’юторів або проєктних бюро. Вони були навчені технічним рекомендаціям Мережі запобігання ризикам Медичного страхування (Assurance Maladie - Risques professionnels) щодо:

- проєктування рішень для вловлювання забруднювачів;
- надання комерційних пропозицій з очікуваними зобов'язаннями;
- складу досьє на встановлене обладнання з довідковими показниками під час приймання.

Фізичні навантаження, пов'язані з професією монтажника систем опалення (переміщення важких вантажів, незручні робочі пози), контакт із хімічними речовинами (азбест, свинець, сажа тощо) або їх використання

(засоби для видалення накипу, холодоагенти, клеї...), а також робота з газом чи електрикою та бактеріями, що містяться в системах кондиціонування, є джерелами численних професійних ризиків. Для їх мінімізації необхідно впроваджувати засоби колективного та індивідуального захисту.

Монтажник систем опалення встановлює, вводить в експлуатацію та обслуговує промислові чи побутові прилади спалювання та їх трубопроводи (пальники, котли на мазуті чи газі, димоходи...), а також прилади для обробки повітря (фільтри, повітроводи механічної припливно-витяжної вентиляції, кондиціонери...).

Хоча деякі фахівці спеціалізуються лише на одній діяльності (холодильщики, ізолювальники), інші, навпаки, є універсалами, і багато сантехніків також працюють монтажниками опалювальних систем.

Основні професійні ризики для монтажників опалювальних систем

Фізичні ризики

Роботи з монтажу або технічного обслуговування вимагають ручного переміщення важких предметів (елементи котлів, трубопроводи, радіатори, кондиціонери...) і передбачають роботу в незручних позах (на колінах, лежачи, у скрученому стані...), часто в обмежених і погано освітлених просторах (підвали, технічні підпілля), з великим навантаженням на кінцівки (руки витягнуті або підняті вгору).

Це призводить до частих захворювань опорно-рухового апарату: тендиніти ліктя та плеча, болі в шийному та поперековому відділах, гігрома (бурсит) коліна, викликана повторюваними мікротравмами через тривалу роботу на колінах.

Крім того, існує багато причин для нещасних випадків:

- падіння на рівній поверхні через нерівну або слизьку підлогу, падіння з висоти або падіння предметів зі сходів, драбин чи риштувань;
- зварювальні роботи;

- роботи з прокладання штроб для прихованих труб або буріння стін за допомогою вібруючих пневматичних інструментів (перфоратори, відбійні молотки), портативних машин (дрилі, дискові пилки...).

Хімічні ризики

Потенційні небезпеки, пов'язані з використанням хімічних речовин, численні та поділяються на три основні типи:

1. Канцерогенний ризик Робота з матеріалами, що містять свинець (старі труби) та азбест (ізоляція, напилення, прокладки...), а також сажотрусні роботи (сажа містить поліциклічні ароматичні вуглеводні), може призвести до вдихання пилу та контакту з канцерогенами, що спричиняють серйозні легеневі захворювання (азбестоз), рак легенів, плеври чи шкіри, які можуть проявитися через тривалий час після впливу. Пил керамічних вогнетривких волокон має менший, але також небезпечний канцерогенний ризик.

2. Токсичний, подразнювальний, корозійний, алергічний ризики Застосування клеїв на основі розчинників, епоксидних смол, фарб, знежирення поверхонь або використання піноутворювачів (поліуретан...) передбачає роботу з летючими органічними сполуками (ЛОС). Через високу концентрацію в закритих приміщеннях (підвали...) ці випари потрапляють в організм, викликаючи подразнення очей та горла, проблеми з диханням, серцево-судинні розлади, нудоту та головний біль.

Різні засоби для чищення (кислоти, засоби для видалення накипу, наприклад сода, соляна кислота) мають корозійний ефект на шкіру. Кислотне очищення котлів від накипу може спричинити отруєння. Гідрат гідразину, що використовується як антикорозійний засіб, подразнює слизові оболонки та викликає алергію.

Фреони (холодоагенти), за винятком аміаку, не становлять великої небезпеки для здоров'я, якщо немає дефіциту кисню в приміщенні. Аміак має сильні подразнювальні та корозійні властивості. Зварювальний дим є токсичним і відповідальним за хронічні захворювання дихальних шляхів (астма, бронхопневмопатії тощо). Більшість інших продуктів (цемент,

мінеральна вата, фарби) здатні викликати шкірну або дихальну алергію (екзема, кропив’янка, риніт).

Біологічні ризики

Закриті, вологі приміщення (підвали, каналізаційні мережі, технічні підпілля) сприяють розмноженню інфекційних агентів та щурів. Працівники ризикують захворіти через вдихання або контакт із забрудненими предметами чи укуси тварин:

- **Гіперчутливий пневмоніт:** легеневе захворювання через вдихання плісняви чи бактерій («хвороба кондиціонерів»).
- **Легіонельоз:** легеневе захворювання, що часто виникає при запуску систем кондиціонування після простою.
- **Лептоспіроз:** передається через сечу щурів, викликає високу температуру, м'язові болі та ураження печінки.
- **Правець:** при порізах або уколах.
- **Вірусний гепатит та поліомієліт:** через контакт із застійною водою.

Ризики електрики та газу

Електричні удари через несправне обладнання або отруєння газом під час очищення котлів є потенційно смертельними небезпеками, нарівні з ризиками вибуху та пожежі.

Заходи щодо запобігання професійним ризикам

Навчання та допуски

Найкращою профілактикою є професійні навички та знання ризиків. Необхідна наявність відповідних дипломів (CAP, BEP, BTS). Для роботи з обладнанням, що містить холодоагенти, потрібен спеціальний дозвіл. Для зварювальних робіт потрібна відповідна атестація (PGN, PGP). Працівники, що контактують з азбестом, повинні пройти спеціальну підготовку. Ці початкові знання мають регулярно оновлюватися (електрична безпека, хімічні ризики, надання першої допомоги тощо).

Колективні заходи профілактики

- **Фізичні ризики:** Використання підйомних механізмів та засобів механізації. Організація майданчика: маркування шляхів, освітлення, постійне прибирання технічних приміщень.
- **Хімічні ризики:** Діагностика приміщень перед роботою. Забезпечення вентиляції, витяжка диму безпосередньо від джерела. Використання промислових пилососів з абсолютними фільтрами. Заміна небезпечних процесів на безпечні (наприклад, використання готових з'єднань замість зварювання).
- **Електричні та протипожежні ризики:** Процедура «захисного відключення» (кодування та блокування джерел енергії). Чітке маркування зон проведення робіт. Наявність вогнегасників та протипожежних ковдр у достатній кількості.

Індивідуальні заходи профілактики

- Використання спецвзуття, касок, захисних окулярів, рукавиць та засобів захисту слуху.
- Спеціальний захист для колін (наколінники або підставки).
- Одноразові комбінезони, пилозахисні маски типу FFP3.
- Захисні креми для шкіри та рук.
- Зварювальні шоломи з адаптованими екранами.
- Регулярна вакцинація (правець, дифтерія, поліомієліт, тиф, гепатити А та В, лептоспіроз) для персоналу, що працює в місцях контакту з каналізаційними водами або слідами життєдіяльності щурів.

Розділ 6. Технології та організація монтажу систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату.

Будівельна індустрія є важливою індустрією в глобальному масштабі. Ефективне управління будівельними проектами, що веде їх до виконання, є критично важливою експертною областю для забезпечення успіху будівельної індустрії. Цей розділ надає всебічне розуміння управління будівельними проектами з точки зору будівельної компанії. Він починається з огляду будівельної індустрії, включаючи введення в різні типи будівельних проектів. Потім надається огляд управління будівельними проектами та визначаються різні підтримуючі аспекти, такі як проект, управління проектом, атрибути успішного будівельного проекту, життєвий цикл проекту, учасники проекту, організації будівельних проектів, планування перед початком роботи, документація проекту.

Старт і мобілізація, передпроектна нарада, проектна документація та закриття проекту. Основна частина глави присвячена чотирьом ключовим функціям управління будівельними проектами. Це: оцінка витрат, планування проекту, контроль проекту та будівельні контракти і системи доставки. Кожна функція пояснюється детально, включаючи опис процесу, визначення різних аспектів та ілюстрацію технік, що використовуються для виконання функцій. Деякі з технік демонструються за допомогою прикладів. Цей розділ має дати читачам чітке розуміння того, як ці функції застосовуються для управління будівельним проектом. Останній розділ містить обговорення застосовності управління будівельними проектами для нової сфери зелених будівель. Він вводить системи оцінки зелених будівель і аналізує роль технік і практик управління будівельними проектами у зв'язку з вимогами зеленого будівництва.

Управління будівельними проектами

M.G. Matt Syal та Daniel Duah©Енциклопедія систем підтримки життя (EOLSS) старт і мобілізація, передпроектна нарада, проектна документація та закриття проекту. Основна частина глави присвячена чотирьом ключовим

функціям управління будівельними проектами. Це: оцінка витрат, планування проекту, контроль проекту та будівельні контракти і системи доставки. Кожна функція пояснюється детально, включаючи опис процесу, визначення різних аспектів та ілюстрацію технік, що використовуються для виконання функцій. Деякі з технік демонструються за допомогою прикладів. Цей розділ має дати читачам чітке розуміння того, як ці функції застосовуються для управління будівельним проектом. Останній розділ містить обговорення застосовності управління будівельними проектами для нової сфери зелених будівель. Він вводить системи оцінки зелених будівель і аналізує роль технік і практик управління будівельними проектами у зв'язку з вимогами зеленого будівництва.

Будівельна індустрія є важливою галуззю для майже кожної країни світу, незалежно від їхнього економічного розвитку. Вона слугує ключовим індикатором економічного зростання, що очевидно з акценту на цю галузь у швидко розвиваючих економіках Китаю, Індії, Бразилії тощо. Будівельна індустрія вносить близько 10% у світовий валовий внутрішній продукт (ВВП). Будівельна індустрія також є основним генератором зайнятості та забезпечує робочі місця майже для семи відсотків робочого населення у всьому світі (Economy Watch 2010a).

У більшості країн акцент будівельної індустрії робиться на проекти в міських районах, які зазвичай включають будівництво нерухомості та супутньої інфраструктури. Ремонт і зміни в існуючих будівлях та інфраструктурі є ще одним аспектом будівельної індустрії. Загалом будівельну індустрію можна умовно поділити на три основні сегменти (Economy Watch 2010b, Бюро статистики праці 2012):

Будівництво будівель: включає житлові (одноквартирні або багатоквартирні), комерційні, інституційні, промислові та інші будівлі.

Важке, дорожнє, інфраструктурне та цивільне будівництво: включає каналізацію, дороги, шосе, мости, тунелі та інші проекти, пов'язані з інфраструктурою.

Спеціалізоване будівництво: включає діяльність, що здійснюється спеціалізованими підрядниками, такими як роботи з фундаментами, конструкції, зовнішні роботи, обладнання, оздоблення, фарбування, сантехніка, електромонтажні роботи тощо.

Зазвичай у будівельному проекті беруть участь три основні сторони. Ці сторони: власники або клієнти, включаючи власників будинків, приватних розробників нерухомості та державні/урядові агентства; дизайнери, які перетворюють бачення власника з концепції на проектні та будівельні документи; та будівельники або підрядники, які або будують, або управляють будівництвом об'єкта.

Проект, управління проектом та управління будівельними проектами

Проект можна визначити як серію діяльностей і завдань, які споживають ресурси і мають конкретну мету, що повинна бути виконана з певними специфікаціями, визначеними датами початку та завершення, а також фінансовими обмеженнями. Управління будівельними проектами еволюціонувало з управління бізнес-проектами, яке визначається як планування, організація, укомплектування, координація, управління та контроль ресурсів компанії для відносно короткострокової мети, що була встановлена для досягнення конкретних цілей і завдань. Управління будівельними проектами визначається як процес застосування принципів управління проектами в управлінні будівельними проектами, що веде до їх успішного виконання.

У Сполучених Штатах величезний ріст будівельних проектів у 1940-х і 1950-х роках призвів до розвитку управління будівельними проектами як незалежної та чітко визначеної сфери. Сфера управління бізнес-проектами була добре встановлена в той час через свій акцент на виробничу промисловість. Основною причиною еволюції управління будівельними проектами була унікальна природа кожного будівельного проекту в порівнянні з повторюваною природою виготовлених продуктів. Крім того, управління

будівельними проектами було необхідним для прогнозування продуктивності в незнайомих умовах через планування робочої сили невідомої кваліфікації, використання команди управління, зібраної лише для одного проекту, залежність від постачальників матеріалів і субпідрядників з невизначеною надійністю, роботу для представників власника з невідомою жорсткістю та відсутність єдиного джерела влади та контролю (Syal 2011).

Атрибути успішного будівельного проекту

Як зазначено в останньому розділі, концепція управління будівельними проектами базується на успішному виконанні побудованих проектів. Існують певні атрибути, які роблять будівельний проект успішним. Як показано на малюнку 1, успіх будівельного проекту в основному визначається його завершенням у межах витрат і часу. Інші атрибути, які впливають на успіх будівельного проекту, включають: високу якість, мало контрактних суперечок, безпеку під час будівництва та задоволення або гордість серед усіх учасників. Учасники включають всі сторони, пов'язані з проектом, такі як власники, користувачі, підрядники, субпідрядники, дизайнери тощо.

У останні роки сталий розвиток також став атрибутом успішного будівельного проекту.

Життєвий цикл проекту

Важливо розуміти весь життєвий цикл будівельного проекту, щоб управляти успішним завершенням будівельного проекту. Весь життєвий цикл типового будівельного проекту можна розділити на чотири широкі фази: доцільність, проектування, будівництво та післябудівництво. Кожну фазу можна далі поділити на кілька підфаз, як показано на рисунку 2. Професіонали в управлінні будівництвом зазвичай відіграють важливу роль у фазі будівництва, але можуть бути залучені й на інших етапах життєвого циклу будівельного проекту.

Призначення / Закупівля послуг будівельних підрядників

Це призначення або закупівля послуг будівельних підрядників може бути широко поділена на дві категорії (додаткові деталі наведені в розділі 3.4 Будівельні контракти та системи доставки):

Конкурентна пропозиція: зазвичай використовується для державних/урядових проектів, де обирається найнижчий учасник торгів, у більшості випадків. Ці контракти є або фіксованою сумою, або фіксованою ціною за одиницю.

Узгоджена: зазвичай використовується приватними власниками, де вони можуть вільно вести переговори з обраними підрядниками. Ці контракти можуть бути або фіксованою ціною, або типу "вартість плюс гонорар".

Учасники проекту

Існує кілька учасників проекту, які беруть участь у життєвому циклі будівельного проекту, і всі вони мають вплив на успіх проекту. Підрядник повинен взаємодіяти з усіма учасниками в один час чи інший в рамках зазначених етапів проекту. У типовому проекті офісної будівлі кількість учасників може перевищувати сто. Основні категорії учасників:

Власники / Користувачі

Дизайнери/Консультанти, включаючи субконсультантів

Будівельники (Генеральні підрядники або Менеджери будівництва)

Субпідрядники, включаючи суб-субпідрядників

Постачальники матеріалів та продукції

Державні/Регуляторні/Інспекційні агентства

Інші: Фінансові, Страхові, Гарантійні, Історичні товариства, Групи сусідів, Групи з особливими інтересами тощо.

Організація будівельного проекту

Організація будівельного проекту значно варіюється в залежності як від розміру проекту, так і від структури будівельної компанії, відповідальної за його виконання. Загалом, організація будівельного проекту складається з окремих компонентів офісного та польового управління, які доповнюють один одного.

Компонент офісу компанії відповідає за функції до початку будівництва, включаючи планування, оцінку, тендери, складання графіків, переговори щодо контрактів тощо, а також за загальні функції управління проектом під час виконання проекту, включаючи контроль проекту, запити на оплату, закупівлю матеріалів тощо.

Польовий компонент в основному відповідає за управління будівельними роботами на місці та взаємодію з субпідрядниками, постачальниками, представниками власника та дизайнера.

Зазвичай існує чотири широкі типи організацій проектів, що базуються на розмірі та складності проекту (Halpin 2006, Syal 2011).

Проекти, що керуються двома партнерами: Ці проекти зазвичай дуже малі, і будівельна компанія управляється двома партнерами, де один партнер відповідає за всі функції офісу компанії, а інший партнер відповідає за всі функції управління на місці.

Проекти, що керуються суперінтендантом/майстром: Ці проекти є малими, і кожен проект вимагає, щоб хтось на проекті управляв функціями на місці. Партнер компанії, відповідальний за функції управління на місці, виконує загальне управління проектом для всіх проектів.

Проекти, що керуються подорожуючим менеджером проекту: Ці проекти зазвичай є проектами середнього розміру, і кожен проект має менеджера проекту на додаток до одного або кількох суперінтендантів або майстрів. У випадку малих-середніх проектів один менеджер проекту може відповідати за кілька проектів, але у випадку середніх-великих проектів один менеджер проекту зазвичай відповідає за один проект. Подорожуючий менеджер проекту часто подорожує між офісом компанії та місцем проекту.

Організація проекту на місці: Ці проекти зазвичай є дуже великими проектами, де майже всі функції управління проектом, включаючи допоміжні функції, які зазвичай виконуються в офісі компанії для менших проектів, виконуються в польових офісах.

Ключовий персонал будівельної компанії на типовому проекті середнього розміру, як зазначено в обговоренні вище, є:

- Менеджер проекту: загальний відповідальний за всі аспекти проекту для підрядника.
- Суперінтендант проекту: відповідальний за управління всіма будівельними роботами на місці для підрядника.
- Інженер проекту (польовий): зазвичай, початкова позиція для підтримки польових управлінських діяльностей менеджера проекту підрядника та суперінтенданта проекту.
- Інженер проекту (офіс): зазвичай, початкова позиція для підтримки основних управлінських діяльностей офісу менеджера проекту підрядника, кошторисника та планувальника.
- Представник проекту на місці / Клерк робіт / Інспектор власника на місці: Ця особа є представником власника або дизайнера на місці проекту і відповідає за те, щоб перевірена робота виконувалася відповідно до планів і специфікацій.

Попереднє планування: Початок проекту та мобілізація

Після того, як проект передано підряднику і отримано повідомлення про початок робіт, початкові заходи та процедури, які виконуються, мають глибокий вплив на успіх проекту. Перед початком роботи над новим проектом першим кроком є розробка стратегії початку проекту. Організація та підготовка цієї проектної стратегії називається "попереднє планування".

Залежно від обсягу та складності проекту, попереднє планування включатиме ряд факторів і змінних, а також ряд ключових осіб, які були або будуть пов'язані з проектом. Нижче наведені типові дії, які допомагають визначити загальну стратегію початку проекту:

- Перегляд кошторису та графіка, підготовлених під час тендеру або переговорів
- Адміністративні вимоги проекту
- Налаштування організації проекту

- Логістика та спеціальні вимоги
- Обладнання та допоміжні вимоги
- Відносини з працівниками та питання профспілок
- Переговори з субпідрядниками та закупівля (викуп робіт)
- Закупівля критичних матеріалів
- Вимоги безпеки
- Захист від пожеж, крадіжок та вандалізму
- Рівні можливості працевлаштування
- Екологічні міркування
- Вимоги до страхування
- Вимоги до внутрішньої звітності про хід виконання
- Вимоги до зовнішньої звітності про хід виконання
- Вимоги до внутрішньої звітності про контроль витрат
- Вимоги до зовнішньої звітності про контроль витрат
- Зустрічі з субпідрядниками
- Попередня зустріч з власником

Попереднє планування призводить до мобілізації проекту, яка включає діяльність, що передує фактичному початку будівництва. Це включає організацію та мобілізацію ресурсів підрядника, доставку та встановлення обладнання на майданчику проекту, а також зведення тимчасових споруд, таких як офіси, комунікації, склади тощо. Представники проектної команди повинні здійснити попередній візит на майданчик. Однак дозвіл власника, в письмовій формі, має бути отримано перед тим, як будь-яке обладнання, споруди або персонал компанії займатимуть майданчик. Нижче наведені основні дії, які необхідно виконати для завершення мобілізації проекту:

Усі стандартні страхування проекту повинні бути в силі перед тим, як будь-яке обладнання, споруди або персонал компанії займатимуть майданчик.

Обстеження майданчика, фотозйомка або відеозйомка, повинні бути завершені перед встановленням будь-якого обладнання або початком будь-

яких робіт. План використання майданчика, включаючи розташування польового офісу, запланований доступ, зберігання матеріалів, паливні та/або хімічні зони зберігання та зберігання субпідрядників тощо, має бути завершено. Відповідні знаки та бар'єри повинні бути сплановані та отримані перед мобілізацією. Команда проекту повинна отримати адресу для кореспонденції на будівельному майданчику та повідомити головний офіс про цю мобілізацію. Усі необхідні дозволи та/або ліцензії повинні бути отримані та перевірені суперінтендантом проекту перед початком будь-яких робіт.

Усі вимоги до тестування повинні бути обговорені з лабораторією тестування. Інші області, які можуть потребувати уваги, включають: безпеку та огорожу, рух транспорту, виявлення та маркування підземних комунікацій, вимоги щодо запобігання шуму та пилу, тимчасові комунікації, повітряні електричні лінії тощо. Після мобілізації проекту доступ буде обмежено лише для затверджених будівельних транспортних засобів та персоналу.

Передбудівельна нарада

Як частина ефективних практик управління будівельними проектами, передбудівельна конференція проводиться після того, як проект в основному мобілізований, і перед початком будівельних робіт. Цю нараду зазвичай спільно ведуть представник власника/дизайнера та керівник проекту підрядника. Метою цієї наради є встановлення основних правил проекту, щоб кожен учасник команди проекту розумів адміністративні вимоги проекту та погоджувався на систему комунікації/звітності. Типовий порядок денний таких нарад включає:

- Визначення ключових осіб усіх сторін
- Список субпідрядників та суб-субпідрядників
- Плани для майданчикових нарад
- Ієрархія та процедура кореспонденції
- Повідомлення про початок робіт та будівельний дозвіл
- Будівельний графік
- Графік вартостей

- Процес подання заявки на оплату
- Процедури сертифікації заробітної плати або ставок оплати
- Процедура робочих креслень
- Процедура польових рішень та змін у замовленнях
- Фотографії прогресу
- Координаційні креслення
- Клерк робіт / представник резидента / інспектор майданчику
- Ведення облікових документів
- Безпека майданчику та будівлі
- Процедури безпеки та першої допомоги
- Тимчасове укриття та обігрів під час будівництва
- Гарантійний внесок та гарантія оплати праці та матеріалів
- Сертифікати страхування, включаючи відповідальність, майно тощо
- Вимоги рівних можливостей або інші подібні вимоги

Документація проекту

Типовий будівельний проект має кілька типів документації, які потрібно підтримувати. Мета документації проекту полягає в тому, щоб зафіксувати інформацію про проект, яка може допомогти в управлінні проектом. Документи повинні бути в юридичному форматі, фактичними та послідовними, щоб можна було порівнювати з попередніми звітами. Основні типи проектних документів включають: Щоденні журнали; Звіти про хід виконання; Звіти про випробування; Фотографії; Звіти про нещасні випадки; Виконані креслення; Подання та передачі ; Запити на інформацію (RFI); Телефонні дзвінки та листи; Файли польового офісу будівництва, що містять кореспонденцію, креслення робіт, креслення майстерні, заявки на оплату, зразки тощо.

Закриття проекту

Завершення проекту дуже часто виявляється складнішим, ніж його початок. Якщо команда проекту не визнає цю проблему і не розробить

реалістичний план завершення, це може створити дуже нещасливий кінець для інакше успішного проекту. Надзвичайно важливо для репутації компанії вміти "завершити" проект, а не "вичерпати" його. Успішні фірми встановили детальні процедури для ефективного управління цим процесом так само, як вони управляють іншими фазами проекту. Нижче наведені ключові дії для сприяння успішному закриттю проекту.

Підготувати стандартизований контрольний список кроків і завдань закриття

Процедури закриття субпідрядів та угод про закупівлю шляхом узгодження змін, зворотних витрат, утримань, звільнень від застави та остаточних платежів

Процедури для очищення та збереження записів і файлів проекту

Процедури для закриття рахунків витрат проекту, коли отримано остаточний платіж і проект завершено

Встановити рахунки для гарантійних предметів для робіт після "завершення".

Координувати навчальні сесії з обладнання та об'єктів з персоналом об'єктів власника.

Доставити виконані креслення, посібники з експлуатації та обслуговування та гарантії власнику.

Систематично демобілізувати персонал і об'єкти проекту

Скласти записи проекту для передачі в головний офіс

Виконати попередній список, список недоліків та остаточні перевірки з представником власника

Підготувати графіки ключів

Надати сертифікати відповідності кодам

Відмови від застави та згода поручителя на остаточний платіж

Подати запит на остаточний платіж.

Цей розділ представляє ключові функції управління будівельними проектами. Щодо Атрибутів успішних будівельних проектів, вартість і час є двома найкритичнішими атрибутами.

Крім того, розробка форматів контролю проекту та історичних записів є двома допоміжними фазами управління будівельними проектами.

Планування проекту: Ця фаза включає розробку плану дій для успішного завершення проекту. Вона складається з відповідей на такі питання:

- Хто це зробить?
- Як це буде зроблено?
- Коли це буде зроблено (планування)?
- Скільки це коштуватиме (оцінка вартості)?

Контроль проекту: Ця фаза включає ефективну реалізацію планів проекту під час виконання проекту.

- Вона складається з чотирьох етапів:
- Безперервний моніторинг прогресу та виконання відповідно до плану
- Звітність про відхилення від плануо
- Дозволення керівництву ініціювати корекціїо
- Оновлення плану проекту

Наступний розділ обговорює ключові функції етапів планування проекту та контролю проекту в управлінні будівельними проектами. Ці функції включають оцінку вартості, планування проекту, контроль проекту та будівельні контракти і системи доставки.

Оцінка вартості

Оцінка вартості, ймовірно, є найважливішою функцією управління будівельними проектами. Вона встановлює вартість проекту на основі розробки дизайну. Вона представляє собою прогноз роботи, яка має бути виконана, та вартості виконання цієї роботи. Точність оціненої вартості залежить від рівня деталей, доступних про проект. Обсяг і точність оцінки залежать від стадії розвитку проекту. Кроки розробки оцінки:

Наступні кроки представляють собою типові кроки розробки оцінки. Залежно від типу та розміру проекту та оцінки, деякі з цих кроків можуть бути об’єднані. Серед наведених нижче кроків чотири кроки, які можуть бути підтримані комп’ютерним програмним забезпеченням, пов’язаним з оцінкою, позначені знаком *.

- Ознайомитися з контрактними документами (креслення та специфікації)
- Розробити структуру розподілу робіт (WBS) та створити список робочих елементів
- Розрахувати кількість робочих елементів
- Призначити бригаду (робоча сила та обладнання)
- Визначити/вирішити продуктивність бригади
- Розрахувати прямі витрати на робочі елементи
- Додати прямі витрати всіх робочих елементів
- Визначити/вирішити непрямі витрати (накладні витрати та прибуток)
- Розрахувати загальну вартість оцінки
- Сформувати різні звіти та профілі

Вищезазначені кроки можна поділити на дві основні категорії: кількісне обстеження або зняття кількості, яке включає вимірювання кількості робіт, що мають бути виконані, та оцінку витрат, яка включає розрахунок витрат, необхідних для виконання виміряної кількості робіт.

Кількісне зняття:

Для виконання кількісного зняття проект розбивається на його складові частини. Розподіл проекту на його складові частини до наступних нижчих рівнів, які є меншими та керованими, називається структурою розподілу робіт (WBS). Розподіл триває до тих пір, поки проект не буде повністю визначений з точки зору "які" робочі елементи потрібно виконати для завершення проекту. Як тільки ці робочі елементи визначені, їх можна виміряти з точки зору необхідних матеріалів, робочої сили та обладнання. WBS зазвичай розробляється графічно, як показано на прикладі в Рисунку 6 для проекту фундаменту. У цій WBS кількість для кожного з робочих елементів під рівнем

3 розраховується та співвідноситься з ресурсами (робоча сила, матеріали, обладнання тощо), необхідними для виконання цього робочого елемента.

Оцінка витрат:

Це прогноз витрат і включає розрахунок витрат на кількість виміряних робіт. Витрати проекту включають дві основні категорії: прямі витрати та непрямі витрати. Разом ці дві категорії витрат забезпечують загальну вартість проекту. Прямі витрати — це витрати, безпосередньо пов’язані з виконанням робочих елементів, тоді як непрямі витрати пов’язані з підтримуючими діяльностями, наглядом, накладними витратами та прибутками. Щоб розрахувати прямі витрати на елементи робіт, спочатку кількості складаються в результаті процесу визначення кількостей. Крім того, оцінювачеві потрібно приймати рішення щодо складу бригад, обладнання, яке буде використовуватися, продуктивності праці та обладнання, а також одиничних витрат на працю, обладнання та матеріали. Ці рішення базуються на попередньому досвіді оцінювача, інформації, доступній з попередніх проектів, та інформації, доступній з опублікованих джерел.

Витрати на будівельний проект зазвичай організовані за розділами та підрозділами. Загальноприйнята система організації витрат у США була розроблена Інститутом специфікацій будівництва і називається MasterFormat. Вона складається з 48 розділів, з кількома розділами, залишеними для майбутнього розширення, як зазначено нижче (MasterFormat 2012). Більшість публікацій даних витрат третіх сторін, включаючи Means, також використовують це розподілення.

Завжди ведуться зусилля для покращення функції оцінки витрат через її вирішальну роль у прогнозуванні витрат проекту. З розвитком комп'ютерних технологій на ринку з'явилося кілька програмних пакетів, які підтримують всебічність та точність оцінок витрат. У США найпоширеніші програми для оцінки, на додаток до програм електронних таблиць, включають Timberline Precision Estimating та MC² (Syal 2011).

Список літератури:

1. ДБН В.2.2-9:2018. ГРОМАДСЬКІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ. Зі Зміною № 1 - [Чинні від 2018-28-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2022.- 43с.
2. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення (з урахуванням зміни №1).- [Чинні від 2019-12-01].- Мінрегіон України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2019.- 44 с.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2014.- 149 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. - [Чинні від 2011-10-10]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2011.- 123 с.
5. ДБН В.2.6-31.2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. - [Чинні від 2022-01-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2022.- 23 с.
6. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ» , 2022. – 63 с.
7. Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
8. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Сімферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
9. McQuiston F. C., Parker J. D., Spitler J. D. Heating, Ventilating, and Air Conditioning : Analysis and Design. 7th ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2023. 768 p.

10. Althouse A. D., Turnquist C. H., Bracciano A. F. Modern Refrigeration and Air Conditioning. 22nd ed. Tinley Park : Goodheart-Willcox, 2022. 1216 p.

11. Whitman W. C., Johnson B., Tomczyk J. Refrigeration and Air Conditioning Technology. 10th ed. Boston : Cengage Learning, 2021. 1696 p.

12. Angel W. L. HVAC Design Sourcebook. 2nd ed. New York : McGraw-Hill Education, 2020. 416 p.

13. Kreider J. F., Curtiss P. S., Rabl A. Heating and Cooling of Buildings : Principles and Practice of Energy Efficient Design. 3rd ed. Boca Raton : CRC Press, 2018. 862 p.

14. Recknagel H., Sprenger E., Schramek E.-R. Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik. 82. Auflage. München : Oldenbourg Industrieverlag, 2021.

15. Le Roy L. 100 fiches pratiques de climatisation et ventilation : Fonctionnement, optimisation et maintenance. Paris : Dunod, 2023. 224 p.

16. Herr H. Production de froid et fluides frigorigènes, climatisation et traitement d’air. Paris : Dunod, 2020.

17. Bouvenot J.-B. Génie climatique et énergétique : Régulation des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation. 2e éd. Paris : Dunod, 2024.

18. Yang Y., Bjørnskov J., Jradi M. Optimizing HVAC systems with model predictive control : integrating ontology-based semantic models for energy efficiency and comfort // Frontiers in Energy Research. 2025. Vol. 13. DOI: 10.3389/fenrg.2025.1542107.

19. Ildiri N. et al. Impacts of HVAC cleaning on energy consumption and indoor air quality in commercial buildings // Energy and Buildings. 2025. DOI: 10.1016/j.enbuild.2024.114512.

20. Bera M. et al. Advancing energy efficiency : innovative technologies and strategies for sustainable buildings // Clean Energy. 2025. Vol. 9. DOI: 10.1093/ce/zkaf048.

21. Jørgensen B. N. et al. Energy Efficiency and Decarbonization Strategies in Buildings : A Scoping Review // Applied Sciences. 2025. Vol. 15, No. 21. P. 11660. DOI: 10.3390/app152111660.

22. Методичні вказівки «Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» до виконання практичних занять для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія.» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція» /уклад.: А.С. Москвітіна, М.О. Шишина, І.О. Пефтєва. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.

23. Росковшенко Ю. К.Центральні системи кондиціонування повітря: Навч. посібник. Київ : ІВНВКП "Укргеліотех", 2008.216 с.

24. Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря будівель: навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.

25. Джеджула В. В. Вентиляція та кондиціювання громадських об’єктів : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. -71 с.

26. Москвітіна А., Вакуленко Д. Техніко-економічний аналіз застосування регенеративних реверсивних пристроїв для підвищення класу енергетичної ефективності житлових будинків та зменшення навантаження систем опалення // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. 2025. Т. 54. С. 76–93.

27. Зінич. П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К.:КНУБА,2002.- 256 с.

28. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – чинні з 01.03.2018. – Норми.

29. ДБН А.3.2-2-2014. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – К.: Мінрегіон України, 2014. – чинні від 01.01.2015. – Норми.

30. Рожков А.П. Пожежна безпека: навчальний посібник. - К.: Пожінформтехніка. 1999. - 256 с.

31. Войналович О. Охорона праці на будівельних об’єктах АПК: навчальний посібник / О. Войналович. Д. Кофто. М. Мотрич. - Центр навчальної літератури. 2017. - 398 с.

32. Апостолюк С.О. Безпека праці: ергономічні та естетичні основи: навчальний посібник / С.О Апостолюк. В.С. Джигирей, А.С. Апостолюк. І.А. Соколовський та ін. - К. : Знання. 2007. -215 с.

33. Протоєрейський О.С. Охорона праці в галузі: навчальний посібник / О.С. Протоєрейський, О.І. Запорожець. - К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. - 268 с.

34. Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: навчальний посібник: за редакцією В.В. Сафонова. - К.: Основа. 2011. - 480 с.

35. Законодавство України про охорону праці: у 3 т. - К.: Основа. 2008. - Т.1. - 368 с.. Т.2. - 352 с.. Т.3. - 464 с.

36. Вахонєва Т.М. Основи охорони праці в Україні. - Дакор. 2019. -508 с.

37. Довбуш О.М., Возняк О.Т., Жуковський С.С. Системи обігрівання та вентиляції. Технологіїзаготівельних і монтажних робіт: навчальний посібник. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2005. – 276 с. – (шифр: 697, авторський знак: Д58)

38. Сашко В.О., Терещенко В.М. Труби та арматура: навчальний посібник. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 102 с. – НП Труби та арматура, Київ, 2019.pdf.

39. Жуковський С.С., Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та монтажних робіт: навчальний посібник. - – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 1999. – 448 с. (шифр: 697, авторський знак: Ж86) НП Технологія заг. спец. монт. робіт, Дьвів,1999.djvu.

40. Степанов М.В., Вакалюк А.С. Організація будівельно-монтажних робіт: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2011. – 88 с. – https://library.knuba.edu.ua/books/20_1_11.rar.

41. Дорош А.М. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник. – К.: Аграрна політика, 2011. – 255 с. – НП Організація-буд.-вир-ва, Київ, 2011.pdf.

42. ДБН А.3.1.-5:2016. Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіон України, 2016. – чинні від 01.01.2017. – Норми.