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: **Реконструкція адміністративно-офісного центру в м. Фастів, Київської області.**

Чугай Денис Миколайович

(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:

Реконструкція адміністративно-офісного центру в м. Фастів, Київської області.

(назва)

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

Чугай Денис Миколайович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Керівник **Корбут В.П.**
(прізвище та ініціали)

проф., д.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

Чугай Денис Миколайович
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи **Реконструкція адміністративно-офісного центру в м. Фастів, Київської області.**

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

2. Керівник роботи
Корбут Вадим Павлович, д.т.н., проф.
(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 адміністративно-офісного, аксонометричні схеми систем опалення, вузли обв'язки_____
Розділ 3. Креслення систем вентиляції та кондиціонування повітря адміністративно-офісного, 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 _____ Корбут В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
Студент _____ Чугай Д. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної випускної роботи студента:	**Чугая Дениса Миколайовича**

Заклад вищої освіти	Київський національний університет будівництва і архітектури				
Тема КРБ	Реконструкція адміністративно-офісного центру в м. Фастів, Київської області				
	Renovation of the Administrative and Office Center in Fastiv, Kyiv Oblast				
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	д.т.н., проф. Корбут В.П.				
Обсяг роботи:	Пояснювальна записка				креслень формату А1
	сторінок	розділів	таблиць	рисунків	
	110	6	29		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 по реконструкції адміністративно-офісного центру в м. Фастів, Київської області				
Ключові слова: О*палення, вентиляція, кондиціонування повітря, монтаж, забезпечення мікроклімату, енергоефективність, офіс* Keywords: *Heating, ventilation, air conditioning, installation, indoor climate control, energy efficiency, office*					

Керівник _____ Корбут В.П..
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Чугай Д.М.
(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

Оновлення повітря в приміщенні: Як забезпечити здорове дихання на робочому місці?

Чи знаєте ви, яких правильних звичок варто набути, щоб дихати якіснішим повітрям?

У середньому ми вдихаємо **15 000 літрів повітря щодня** і проводимо **90% свого часу в приміщенні** — між офісом, транспортом та домом. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), повітря всередині приміщень може бути **до 8 разів бруднішим**, ніж на вулиці.

Згідно з дослідженням, проведеним Університетом Пердью у 2019 році, цей показник є ще вищим для офісних працівників, які працюють у просторах типу *open-space* (відкритий офіс). Вони змушені дихати повітрям, яке в **10–20 разів перевищує рівень забруднення** ззовні.

Що каже законодавство?

Ззобов'язує роботодавців контролювати якість повітря в офісах відповідно до таких положень:

- **Підтримувати мінімальний об'єм повітря** для кожного працівника.
- **Гарантувати норму оновлення повітря** (мінімальний приплив) на рівні **25 м³/год на одного з присутніх**.

Офіси та робочі зони юридично розглядаються як приміщення з *неспецифічним забрудненням*. Тому закон вимагає, щоб вони були постійно обладнані вентиляцією — ручною або механічною.

Щодо пилу, закон встановлює максимальний поріг вдихання на людину на рівні **10 мг на м³ повітря** за середній 8-годинний робочий день. Ця вартість знижується до **5 mg/m³** для так званого *альвеолярного пилу* (який здатний проникати глибоко в дихальні шляхи аж до легеневих альвеол).

Головні джерела забруднення в офісах

В офісному середовищі зазвичай виявляють такі категорії забруднювачів:

- **Тверді мікрочастинки:** Пил (який активно переноситься та піднімається в повітря системами вентиляції, опалення та кондиціонування), пилок рослин, волосся тощо.
- **ЛОС (Леткі органічні сполуки) та гази:** Вони виділяються матеріалами, які використовувалися під час будівництва та оздоблення споруди. Ці речовини (зокрема, формальдегід та бензол) можуть забруднювати повітря протягом багатьох років після завершення робіт. Меблі та офісне приладдя також є потужними джерелами ЛОС — особливо чорнила для принтерів (вуглеводні) або прилади згоряння (опалювальні котли).
- **Поведінкові фактори:** Самі працівники можуть погіршувати якість повітря через використання парфумів, дезодорантів чи косметики. Крім того, якщо зони для куріння розташовані близько до вікон або дверей, тютюновий дим легко потрапляє всередину. Сюди ж відноситься і використання хімічних освіжувачів повітря.
- **Мікроорганізми:** Патогени, бактерії та пліснява, які з'являються в офісах через високий рівень вологості або через перебування на робочому місці хворих колег.

Рішення для покращення якості повітря

Проблема обмеженого доступу: Природне провітрювання через вікна має безліч переваг, оскільки воно розбавляє концентрацію хімічних забруднювачів. Однак в офісних центрах це не завжди можливо: деякі кабінети взагалі не мають вікон, або ж вони заблоковані задля дотримання теплових норм, економії енергії та правил безпеки.

Для вирішення цієї проблеми застосовують комплексний підхід:

1. Механічна вентиляція (VMC)

Більшість сучасних будівель обладнано системами примусової припливно-витяжної вентиляції (одно- або двопотоковими).

- **Принцип роботи:** Система витягує відпрацьоване повітря з кімнати й викидає його на вулицю, одночасно подаючи всередину свіже зовнішнє повітря.
- **Результат:** Зниження рівня CO_2, зменшення надмірної вологості та загальне розбавлення концентрації токсичних речовин.

2. Свідомий вибір матеріалів

Матеріали навколо нас безпосередньо впливають на склад повітря. Наприклад, під час ремонту доцільно обирати **очищувальні (деполюючі) фарби**. Їхня формула розроблена для того, щоб уловлювати та нейтралізувати шкідливі хімічні елементи, що насичують кімнату. Це альтернатива, яка працює на довгострокову перспективу.

Якісна вентиляційна система є базовою потребою для робочих просторів, оскільки вона зменшує рівень вуглекислого газу та знижує концентрацію токсинів. Проте вентиляція розбавляє повітря, але не здатна повністю ліквідувати всі мікрочастинки.

Саме тому інноваційні системи **очищення (пурифікації) повітря** виступають як ідеальне доповнення, що дозволяє замкнути золоту тріаду здорового мікроклімату: **провітрювати, вентилювати, очищати**.

Розділ 1. Загальна частина.

1.1. Характеристика об’єкту проєктування.

Процес проектування комерційних систем ОВК (опалення, вентиляції та кондиціювання) впливає на їхню ефективність. Хороший чи поганий проект визначає те, наскільки якісно регулюватиметься опалення та охолодження. Дизайн і проектування мають значення, і це також актуально для комерційних систем ОВК. Проектування комерційних систем ОВК впливає на опалювальну вентиляцію, функціональність системи охолодження та навіть на витрати на електроенергію. Добре спроектовані комерційні системи ОВК можуть працювати краще, заощаджуючи енергію та служачи довше.

Тому під час встановлення або модернізації ваших агрегатів вкрай важливо мати правильно розроблений проект системи ОВК.

Погане проектування систем ОВК: приклади та ознаки

Основні цілі будь-якої системи ОВК полягають у забезпеченні опалення, охолодження та вентиляції для комерційних і промислових будівель, а також інших спеціалізованих об'єктів. Але якщо знехтувати певними нюансами монтажу та процедурами тестування ефективності, якість проектування системи ОВК може суттєво постраждати.

Кондиціювання повітря, якість повітря в приміщенні та опалення мають працювати оптимально. Але поганий проект може завадити саме цьому внаслідок:

- **Неправильно підібраного розміру** систем повітряного опалення та охолодження, які не забезпечують повітряний потік, що відповідає навантаженням на опалення та охолодження для кожного конкретного приміщення;
- **Негерметичної системи повітроводів**, яка допускає витоки або неефективний рух повітря, а також дозволяє зовнішньому або забрудненому повітрю потрапляти в комерційну систему ОВК;
- **Неправильно підібраного розміру рециркуляційної (зворотної) системи**, що обмежує зворотний потік повітря;

- **Неможливості впоратися з падінням статичного тиску повітря**, що впливає на здатність агрегату подавати належну кількість нагрітого та охолодженого повітря;
- **Невміння збалансувати повітряний потік** між припливною та зворотною системами, що заважає підтримувати стабільний нейтральний тиск у приміщенні;
- **Великих перепадів температури повітря** в повітроводах між припливною установкою та вентиляційними решітками в приміщеннях;
- **Неправильної роботи пальника** та неналежної тяги.

Як хороший проект допомагає системам ОВК

Добре продуманий і ретельний процес проектування може значною мірою сприяти належній функціональності, економії коштів і забезпеченню найкращої роботи високопродуктивного обладнання ОВК.

Кілька ключових етапів у процесі проектування вказують на якості та ознаки правильно розробленого проекту системи ОВК, серед яких:

1. Підбір обладнання

Пошук і встановлення правильного обладнання ОВК для конкретного завдання — це перший крок, який впливає на всі інші результати. Так, системи кондиціювання та опалення виконують схожі функції. Але те, як саме вони регулюють повітряний потік і температуру, відрізняється.

2. Розрахунок навантажень та подача повітря

Визначення найкращих способів управління опаленням та охолодженням повітря включає розрахунок навантажень, який може показати ступінь потреби конкретного простору в теплі та холоді. Добре спроектована система містить розрахунки та враховує рівні теплоізоляції, наявність вікон і дверей, види діяльності, що відбуваються в приміщенні, а також сезонні фактори.

3. Розподіл обладнання ОВК

Розміщення агрегатів ОВК, а також інших вентиляційних отворів і компонентів має бути логічним та ефективним. Повітряний потік від системи

охолодження та від опалювальних пришлюзів рухається певним чином, і процес проектування повинен враховувати схеми розподілу повітря.

Енергоефективність також відіграє важливу роль. Комерційні системи ОВК, які можуть нагрівати, охолоджувати та переміщувати повітря з мінімальними витратами енергії, допомагають знизити витрати на комунальні послуги.

4. Оптимальне трасування повітроводів

Вентиляція, опалення та кондиціювання вимагають, щоб тепле та холодне повітря долало значні відстані всередині комерційної будівлі. Система повітроводів, яка враховує ефективність, використовує мінімум вигинів для доставки повітря та забезпечує правильні монтажні зазори.

Коли ці чотири кроки, з-поміж інших, беруться до уваги, результатом стає правильно спроектована, ефективна система. Грамотно виконаний проект комерційної системи ОВК демонструє:

- Правильний тиск повітря;
- Стабільне опалення та охолодження;
- Ефективний розмір і планування;
- Збалансовані повітряні потоки;
- Належну систему повітроводів.

Клімат в офісі та кімнатна температура 2026: Що вимагають правила облаштування робочих місць і як створюється здоровий мікроклімат

Занадто жарко влітку, занадто холодно взимку, протяг від кондиціонера, сухе повітря від опалення — мікроклімат у приміщенні є найпоширенішим постійним конфліктом в офісному повсякденні. За цим повсякденним роздратуванням ховається серйозна тема охорони праці: роботодавці мають чіткі законодавчі обов'язки щодо офісного клімату, які на практиці часто не виконуються. Цей посібник пояснює, які правила діють, як температура впливає на продуктивність і як технічно забезпечити хороший офісний мікроклімат.

Що правила облаштування робочих місць приписують щодо температури

Правило **ASR A3.5 — «Кімнатна температура»** є визначальним регламентом для температур в офісних приміщеннях. Воно розрізняє температуру повітря та температуру поверхонь, а також встановлює диференційовані вимоги для різних видів діяльності та пор року.

Для переважно сидячої роботи — стандартного випадку в офісі — діє таке правило: температура повітря в офісних приміщеннях має становити **не менше 20 °C**. Це мінімальне, а не цільове значення. Норма рекомендує як зону комфорту **20–22 °C** в опалювальний період. Влітку кімнатна температура не повинна перевищувати **26 °C** — чого на практиці часто важко дотриматися.

Якщо зовнішня температура перевищує 26 °C, замість жорсткої заборони діють ступінчасті заходи:

- Починаючи з кімнатної температури понад **26 °C**, необхідні технічні або організаційні захисні заходи (захист від сонця, посилена вентиляція, послаблення дрес-коду, забезпечення прохолодними напоями).
- Починаючи з кімнатної температури **35 °C**, робоче місце, як правило, вважається непридатним для виконання обов'язків.

Важливо: Межа 26 °C для внутрішніх приміщень не є абсолютною забороною на роботу за такої температури — вона є тригером для вжиття захисних заходів. Багато працівників, а також виробничі ради (Betriebsräte) помилково інтерпретують ASR A3.5 як загальне право відмовлятися від роботи, якщо кімнатна температура сягає 26 °C. Це не відповідає звичному зводу правил — проте у разі тривалого перевищення роботодавець зобов'язаний діяти, а виробнича рада має право на спільне прийняття рішень у сфері охорони здоров'я відповідно до § 87 абз. 1 № 7 Закону про організацію підприємств (BetrVG).

Для вологості повітря правило **ASR A3.6** дає орієнтовні значення: **40–60 відсотків** відносної вологості повітря вважаються комфортною зоною. При

вологості нижче 30 відсотків пересихають слизові оболонки і зростає сприйнятливість до інфекцій. При вологості понад 70 відсотків виникає ризик появи цвілі. Ці значення є орієнтовними, а не обов'язковими граничними величинами, але вони є основою для оцінки ризиків (Gefährdungsbeurteilung).

Температура та продуктивність праці: що показують дослідження

Зв'язок між кімнатною температурою та когнітивною продуктивністю добре вивчений. Комплексний метааналіз Національної лабораторії Лоуренса в Берклі (*Seppänen et al., 2006*, опублікований в *Indoor Air*) оцінив 24 дослідження та виявив чітку закономірність: продуктивність праці під час офісної діяльності є найвищою в діапазоні **21–22 °C**. Нижче 20 °C продуктивність помітно падає — холод негативно впливає на дрібну моторику, концентрацію та когнітивну гнучкість. Вище 24 °C продуктивність також знижується: спочатку повільно, а починаючи з 27 °C — більш суттєво. Таким чином, оптимальна температура в офісі становить від 20 до 24 °C, з оптимумом на рівні 21–22 °C.

Цікавою є гендерна різниця: кілька досліджень — серед яких широко відоме дослідження 2019 року авторства *Chang et al. (PLOS ONE)* — показують, що жінки в середньому віддають перевагу вищій температурі, ніж чоловіки, і їхня когнітивна продуктивність сильніше погіршується при нижчих кімнатних температурах. У багатьох офісах системи кондиціювання налаштовані на температури, орієнтовані на комфортні вподобання працівників-чоловіків — це структурне упередження, яке можна виправити простим налаштуванням термостата на 1–2 градуси тепліше.

Вентиляція: чому CO2 є недооціненою проблемою в офісі

Погане повітря в офісі зазвичай асоціюється з неприємними запахами — хоча справжня проблема є невидимою: зростання вмісту CO2 у погано провітрюваних приміщеннях. Люди видихають CO2, і в приміщенні без достатнього постачання свіжого повітря концентрація CO2 безперервно зростає.

Зовнішнє повітря містить близько **420 ppm** CO2 (актуальне значення на 2026 рік). У добре провітрюваному офісі вміст CO_2 не повинен перевищувати **1 000 ppm**. Уже при 1 000–1 500 ppm дослідження (*Allen et al., Гарвардська школа громадського здоров'я ім. Т. Х. Чана, 2015*, в *Environmental Health Perspectives*) показують значні втрати у складному мисленні та прийнятті рішень — до 61 відсотка порівняно з умовами хорошої вентиляції при 550 ppm. При 2 500 ppm, які легко виникають у погано провітрюваних, повністю заповнених залах засідань через 60–90 хвилин, когнітивна продуктивність різко обмежується.

Технічні вимоги регулюються правилом **ASR A3.6 — «Вентиляція»**: робочі приміщення повинні забезпечуватися достатньою кількістю свіжого повітря. Стандарт **DIN EN 16798-1** (Енергоефективність будівель — Вентиляція для нежитлових будівель) для категорії вентиляції II вказує граничне значення CO2 на рівні 550 ppm вище рівня зовнішнього повітря — тобто при нинішньому зовнішньому повітрі цільовим показником для приміщень є **прибл. 970 ppm**. Це значення значно суворіше за поширене практичне правило «1 000 ppm» і відповідає сучасному стану досліджень.

CO2-світлофори (датчики з індикацією червоний/жовтий/зелений) — це простий і недорогий спосіб зробити вміст CO2 у залах засідань та офісах видимим. Вартість: 50–200 € за пристрій. Вони привертають увагу до необхідності провітрювання та, як доведено, впливають на поведінку — приміщення з CO2-світлофором провітрюються частіше та раніше, ніж приміщення без нього. Добре підходять і є простими у використанні моделі від *Aranet, Netatmo* або *Trotec*.

Для приміщень без вікон, що відкриваються, або з недостатньою площею вікон необхідна механічна вентиляційна система (RLT-система — система кондиціювання та вентиляції повітря). Вона повинна регулярно проходити технічне обслуговування та гігієнічну перевірку відповідно до **VDI 6022** — занедбані RLT-системи стають джерелами бактерій та грибків. Особи, відповідальні за гігієну на підприємстві, та технічний відділ управління

об'єктами (Facility Management) відповідають за виконання цього обов'язку з технічного обслуговування.

Кондиціонер в офісі: охолодження, протяги та гігієнічні ризики

Кондиціонери в офісах до глобального потепління були скоріше винятком, ніж правилом — зараз вони дедалі частіше стають стандартом у новобудовах та реконструйованих існуючих будівлях. При цьому існують три основні вимоги, які часто недооцінюють:

- **Захист від протягів:** Правило ASR A3.5 приписує уникати протягів на робочому місці. Потік повітря швидкістю понад 0,15 м/с за кімнатної температури нижче 22 °C сприймається як протяг і може призвести до напруження м'язів, застуди та втрати концентрації. Отвори для виходу повітря з кондиціонера повинні бути спрямовані та розраховані так, щоб не було прямого обдування робочих місць. На практиці це поширена помилка проектування: той, хто встановлює кондиціонери без урахування розташування робочих місць, створює хронічні скарги на протяги.
- **Різниця температур:** Правило ASR A3.5 рекомендує, щоб кімнатне повітря було не більше ніж на 6 Кельвінів прохолоднішим за зовнішнє — тобто за зовнішньої температури 34 °C охолоджувати максимум до 28 °C. На практиці кондиціонери часто охолоджують сильніше (20–22 °C у розпал літа), що посилює температурний шок при вході та виході й різко збільшує споживання енергії. Кожен Кельвін меншої різниці температур економить близько 6–8 відсотків енергії на охолодження.
- **Гігієнічні ризики — легіонели та цвіль:** Кондиціонери зі ступенями зволоження або піддонами для конденсанту, які не обслуговуються регулярно, можуть стати джерелом легіонел, пліснявих грибків та бактерій. Норма VDI 6022 приписує проведення піврічних гігієнічних перевірок для RLT-систем із зволожувачами. Перевірка на легіонели є обов'язковою для кондиціонерів із водяним контуром відповідно до **42-го розпорядження Федерального закону про контроль за викидами (42. BImSchV)**. Ці обов'язки на практиці

часто недооцінюють або делегують — із потенційно серйозними ризиками для здоров'я.

Параметр	Рекомендований діапазон	Правова основа	Типова помилка
Кімнатна температура для сидячої роботи взимку	20–22 °C	ASR A3.5	Нижче 20 °C (занадто холодно, несправне опалення)
Кімнатна температура для сидячої роботи влітку	22–26 °C	ASR A3.5	Понад 26 °C (відсутнє охолодження) або нижче 22 °C (занадто сильно охолоджено)
Відносна вологість повітря	40–60 %	ASR A3.6	Нижче 30 % (опалювальний період, сухість слизових оболонок)
Вміст CO2 у приміщенні	Менше 1 000 ppm	DIN EN 16798-1	Понад 1 500 ppm (закриті приміщення, відсутність провітрювання)
Швидкість руху повітря на робочому місці	Менше 0,15 м/с	ASR A3.5	Пряме обдування з вихідного отвору кондиціонера (протяг)

У офісних будівлях система опалення часто є старішою за IT-інфраструктуру і відповідно неефективною. Три заходи з найкращим співвідношенням витрат і вигоди:

1. **Гідравлічне балансування:** У багатьох системах опалення об'єми потоку в різних радіаторах збалансовані не оптимально — деякі кімнати опалюються занадто сильно, інші — занадто слабко. Гідравлічне балансування, виконане майстром з опалення, виправляє це шляхом налаштування термостатичних клапанів і лінійних регулювальних клапанів. Вартість: 500–3 000 € для середнього офісу, економія енергії після цього: 10–20 відсотків. BAFA (Федеральне відомство з питань економіки та експортного контролю) субсидує гідравлічне балансування в межах Федерального фінансування ефективних будівель (BEG).

2. **Програмовані термостати / Smart Heating:** Офіси стоять порожніми вночі та у вихідні дні — опалювальні системи, які в цей час гріють

до нормальної робочої температури, марно витрачають значну кількість енергії. Програмовані термостати або системи розумного дому (наприклад, *Tado, Netatmo, Bosch Smart Home*) знижують температуру поза робочим часом до 16–18 °C і вчасно прогрівають приміщення до початку роботи. Вартість: 30–100 € на один радіатор, окупність за 1–3 роки.

3. **Перевірка клапанів радіаторів:** Закальциновані або заклинені термостатичні клапани або гріють постійно, Oreo не гріють взагалі — поширена проблема в старих будівлях. Заміна коштує 20–50 € за радіатор і виконується за 30 хвилин. В офісах, де працівники скаржаться на нерівномірне опалення, це часто є найдешевшим першим заходом.

Літній період: захист від спеки без кондиціонера

Не кожен офіс має кондиціонер — і навіть за наявності кондиціонера зовнішній захист від сонця є більш ефективним і дешевим першим заходом. Фізична логіка: сонячне випромінювання, яке не потрапило в будівлю, не потрібно виводити назад за допомогою енергії на охолодження. Зовнішній захист від сонця (зовнішні ролети, рафштори, маркізи) у 3–5 разів ефективніший за внутрішній захист від сонця (внутрішні ролети, жалюзі), оскільки він затримує сонячне тепло ще до його проникнення в будівлю.

Субсидія BAFA на сонячні захисні системи більше не існує як окрема виплата після скасування відповідного цільового фінансування, але захист від сонця як частина комплексної термомодернізації будівлі може фінансуватися через BEG. Гідравлічне балансування в поєднанні з вентиляційною системою та захистом від сонця є найбільш економічно вигідним пакетом для існуючих будівель без кондиціонера.

Інші заходи у випадку спеки згідно з ASR A3.5: При температури повітря понад 26 °C рекомендується, а понад 30 °C — обов'язково надавати відповідні напої (наприклад, питну воду). Також варто послабити дрес-код, запропонувати кімнати відпочинку в прохолодніших зонах будівлі, змістити основний робочий час на прохолодніші ранкові години. Ці заходи не є факультативними — вони є обов'язком роботодавця при кімнатній

температурі понад 30 °C. Повні критерії надання та актуальний текст правил облаштування робочих місць публікує Федеральне міністерство праці та соціальних питань (BMAS) — там також можна знайти релевантні зміни 2022 року щодо літньої спеки та поточну редакцію Постанови про робочі місця (ArbStättV), на якій базується ASR A3.5.

Оцінка ризиків мікроклімату: що необхідно документувати

Мікроклімат у приміщенні є самостійним фактором ризику в оцінці ризиків відповідно до **§ 5 Закону про охорону праці (ArbSchG)**. Роботодавець повинен документувати для кожної робочої зони, які кліматичні умови наявні, чи відповідають вони вимогам ASR A3.5 та A3.6, і яких заходів вживають у разі перевищення граничних значень. Цю документацію необхідно надавати під час перевірок підприємства відповідальним відомством з нагляду за промисловістю (Gewerbeaufsichtsamt) — відсутність або застарілість оцінок ризиків може призвести до штрафів.

Виробнича рада відповідно до **§ 87 абз. 1 № 7 BetrVG** має право на спільне прийняття рішень щодо правил охорони здоров'я — а отже, і при визначенні заходів стосовно температури, вентиляції та кондиціювання. Заводські угоди (Betriebsvereinbarungen) щодо мікроклімату в приміщеннях можуть встановлювати такі правила, як мінімальні та максимальні температури, обов'язки щодо відкриття вентиляції, моніторинг CO_2 та заходи з компенсування спеки, і, таким чином, є ефективним інструментом для забезпечення належних умов праці.

Висновок та чек-лист заходів: систематичне покращення офісного клімату

Мікроклімат в офісі — це не питання розкоші; це охорона праці, захист здоров'я та фактор продуктивності в одному флаконі. Той, хто підтримує температуру в зоні комфорту, забезпечує достатню кількість свіжого повітря та уникає протягів від кондиціонера, створює фізичну основу, на якій взагалі можлива зосереджена робота. Норми вказують напрямок — техніка робить це можливим.

Масштабний чек-лист заходів — Офісний клімат 2026:

- **Дотримуватися температури:** 20–22 °C взимку, 22–26 °C влітку (ASR A3.5) — вимірювати та документувати.
- **Понад 26 °C зовнішньої температури:** вживати захисних заходів (захист від сонця, напої, дрес-код).
- **Вологість повітря:** 40–60 % відносної (ASR A3.6) — взимку підтримувати за допомогою кімнатних рослин або зволожувачів.
- **CO2 -світлофор:** у кожній залі засідань, ціль — менше 1 000 ppm — провітрювати, коли світлофор стає жовтим/червоним.
- **Вентиляція:** забезпечити щонайменше 30 м³ свіжого повітря/особу/годину (DIN EN 16798-1).
- **Обслуговування RLT-систем:** гігієнічна інспекція згідно з VDI 6022 кожні півроку для систем із зволожувачем.
- **Кондиціонер:** уникати протягів на робочому місці (макс. 0,15 м/с), різниця температур макс. 6 K.
- **Гідравлічне балансування:** у разі нерівномірного опалення — економія 10–20 %, можливе фінансування від BAFA.
- **Програмовані термостати:** зниження до 16–18 °C поза робочим часом.
- **Зовнішній захист від сонця:** у 3–5 разів ефективніший за внутрішні ролети — перший захід перед кондиціонером.
- **Оцінка ризиків:** документувати мікроклімат як фактор ризику (§ 5 ArbSchG).
- **Залучати виробничу раду:** право на спільне прийняття рішень щодо заходів із клімат-контролю (§ 87 абз. 1 № 7 BetrVG).
- **Легіонели:** перевіряти кондиціонери з водяним контуром відповідно до 42. BImSchV.

Кондиціювання в open space

Кондиціювання в open space: створення комфортного робочого середовища

Управління мікрокліматом в офісах типу open space (відкритих просторах) є критично важливим для забезпечення теплового комфорту працівників. Відкриті робочі зони створюють унікальні виклики, оскільки вони вміщують велику кількість людей із різними потребами щодо температури. Щоб гарантувати приємну атмосферу, вкрай важливо правильно підібрати кондиціонер для open space, який відповідатиме розміру та конфігурації приміщення.

Системи кондиціювання для робочих просторів повинні забезпечувати рівномірний розподіл повітря, щоб уникати занадто холодних або занадто гарячих зон. Серед ефективних рішень можна виділити касетні кондиціонери, канальні моделі, а також настінні блоки з можливістю точного регулювання. Якісне кондиціювання в open space не лише підвищує комфорт, але й покращує продуктивність команд, знижуючи рівень відволікання через термічний дискомфорт.

Проте проектування та монтаж кондиціонування для робочого простору мають бути ретельно продумані, щоб уникнути шумового навантаження та мінімізувати споживання енергії. Вибір енергоефективних та програмованих моделей дозволяє поєднати комфорт із турботою про довкілля.

У підсумку, ефективне кондиціювання в open space базується на грамотному підборі обладнання, регулярному технічному обслуговуванні та врахуванні потреб працівників. Це гарантує приємне робоче середовище, що сприяє колективній продуктивності.

Кондиціювання open space

Кліматизація open space: аналіз та обмеження

1. Оцінка специфічних потреб open space

- **Площа та об'єм:** Розрахувати площу в квадратних метрах і висоту стелі, щоб визначити необхідну потужність охолодження.
- **Кількість працівників:** Врахувати кількість присутніх людей, оскільки вони виділяють тепло.

- **Електронне обладнання:** Ідентифікувати пристрої (комп'ютери, принтери тощо), які виділяють додаткове тепло в навколишнє середовище.

2. Аналіз обмежень приміщення open space

- **Планування простору:** Вивчити розташування об'єктів (перегородки, робочі місця, відкриті зони).
- **Орієнтація та теплоізоляція:** Дослідити надходження тепла через вікна, сонячне опромінення та якість теплоізоляції.

3. Вибір типу системи кондиціювання для open space

- **Спліт-система:** Підходить для середніх просторів, складається з одного внутрішнього та одного зовнішнього блоків.
- **Централізована система:** Ідеально підходить для великих площ із забезпеченням рівномірного контролю температури.
- **Мобільний кондиціонер:** Підходить для тимчасових потреб, але менш ефективний для великих площ.

4. Правильний розрахунок потужності кондиціонера для open space

- Використовувати стандартну формулу: **100–150 Вт/м²**, скориговану відповідно до конкретних умов (якість ізоляції, орієнтація вікон).
- Обирати систему з невеликим запасом потужності, щоб передбачити пікові періоди спеки.

5. Монтаж системи кондиціювання open space

- **Стратегічне розміщення:** Розташувати внутрішні блоки для рівномірного розподілу повітря без створення дискомфорту (прямого обдування) для працівників.
- **Ізоляція повітроводів:** Гарантувати якісну ізоляцію повітряних каналів для запобігання втратам енергії.
- **Професійний монтаж:** Звернутися до кваліфікованого техніка для забезпечення монтажу відповідно до чинних норм і стандартів.

6. Забезпечення якісної вентиляції приміщення open space

- Додати систему оновлення (припливу) повітря, щоб уникнути його застою та гарантувати високу якість повітряного середовища.

• Передбачити вентиляційні решітки або витяжні вентилятори для видалення вологи та забруднюючих речовин.

7. Регулярне технічне обслуговування системи

• Очищувати фільтри щомісяця для підтримання ефективності роботи та якості повітря. Запланувати щорічне професійне сервісне обслуговування для запобігання поломкам.

8. Оптимізація використання кондиціонера

• Підтримувати температуру в межах **від 22°C до 26°C** для досягнення балансу між комфортом та енергоефективністю.

• Використовувати штори або сонцезахисні плівки для зменшення теплових надходжень через вікна.

• Вимикати кондиціонер у позаробочий час.

Дотримання цих кроків дозволить забезпечити оптимальний тепловий комфорт в open space, мінімізуючи витрати та вплив на довкілля.

Реверсивне кондиціювання в open space: комфорт протягом усього року

Встановлення реверсивної системи кондиціювання (з функцією теплового насоса) в open space є ідеальним рішенням для задоволення потреб у тепловому комфорті в будь-який сезон. Ця система дозволяє охолоджувати open space влітку та обігрівати його взимку, забезпечуючи приємні умови праці для співробітників.

У відкритих офісах управління температурою може бути складним завданням через значні масштаби та конфігурацію приміщень. Реверсивне кондиціювання вирізняється своєю здатністю підтримувати однорідну температуру завдяки використанню такого обладнання, як настінні блоки, канальні системи або касетні блоки, що вбудовуються в стелю.

Окрім комфорту, цей тип кондиціювання є енергоефективним, що знижує експлуатаційні витрати у довгостроковій перспективі. Він також сприяє підвищенню продуктивності, обмежуючи дискомфорт, пов'язаний із різкими коливаннями температури. Правильне проектування та регулярне технічне

обслуговування є ключовими факторами для оптимізації продуктивності системи та задоволення потреб користувачів.

Купівля та встановлення реверсивного кондиціонера для open space — це стратегічний вибір, який дозволяє поєднати комфорт, високу продуктивність та економію енергії в сучасних офісах.

Кондиціонер та опалення в open space: економічне підтримання оптимальної температури

Опалення у відкритому робочому просторі (open space) є важливим фактором для забезпечення комфорту працівників, підтримання високої продуктивності та зниження витрат на енергоносії. Нижче розглянуто найкращі рішення для опалення офісів типу open space, які відповідають економічним та екологічним вимогам.

Проблематика опалення в open space

- Відкриті простори потребують рівномірного регулювання температури, щоб уникнути утворення надто гарячих або холодних зон.
- Різні індивідуальні вподобання працівників щодо мікроклімату (чутливість до тепла чи холоду) додають складності управлінню системою.
- У великих за об'ємом приміщеннях втрати енергії часто є доволі суттєвими.

Критерії вибору якісної системи опалення

- **Енергоефективність:** Надавати перевагу системам із низьким рівнем споживання енергії, таким як теплові насоси або енергоефективні інерційні радіатори.
- **Рівномірність розподілу тепла:** Уникати опалювальних приладів, які створюють точки концентрованого перегріву.
- **Гнучкість та адаптивність:** Такі рішення, як розумні термостати або зональне регулювання, дозволяють краще задовольняти специфічні потреби кожної робочої зони.
- **Відповідність екологічним стандартам:** Обирати системи, що мінімізують викиди CO_2.

Рекомендовані рішення для оптимального опалення в open space

- **Теплові насоси «повітря-повітря»:** Забезпечують чудовий баланс між ефективністю та економічністю, гарантуючи швидке та рівномірне опалення.
- **Тепла підлога (підлогове опалення):** Ідеально підходить для м'якого та рівномірного розподілу тепла, хоча первинний монтаж є дорогим.
- **Інфрачервоні (променисті) панелі:** Зручні для обігріву конкретних зон та економічні з точки зору споживання енергії.
- **Інерційні радіатори:** Підходять для підтримки постійного тепла без надмірного споживання електроенергії.

Підтримання комфортної температури щодня

- Ідеальна температура в офісному приміщенні становить близько 21°C.
- Використовувати теплоізоляційні штори та подбати про ізоляцію конструкцій для обмеження тепловтрат.
- Налаштувати графік роботи опалення відповідно до робочого розкладу компанії.
- Підвищувати обізнаність працівників щодо методів енергозбереження.

Переваги теплових насосів «повітря-повітря» для open space

Теплові насоси типу «повітря-повітря» є популярними рішеннями для опалення та кондиціювання завдяки своїй енергоефективності та здатності забезпечувати стабільний термічний комфорт. В open space вони мають такі переваги, як рівномірний розподіл повітря, гнучкість монтажу та довгострокова економія на рахунках за електроенергію. Проте вони мають і певні обмеження, зокрема рівень шуму, потребу в регулярному сервісному обслуговуванні та високу початкову вартість.

Попри ці виклики, вони чудово підходять для сучасних open space, де їхня здатність підтримувати стабільну комфортну температуру безпосередньо впливає на гарне самопочуття персоналу та продуктивність праці.

Економічне опалення: рентабельна інвестиція Правильний вибір системи опалення дозволяє знизити витрати на комунальні послуги та підвищити рівень задоволеності працівників. Для максимальної ефективності

в межах бюджету рекомендується комплексний підхід, який поєднує якісну ізоляцію, сучасне обладнання та інтелектуальні системи контролю.

Опалення та кондиціювання open space

Вентиляція та кондиціювання в open space: яку систему вентиляції обрати?

Вентиляція в open space має вирішальне значення для забезпечення оптимальної якості повітря, комфорту присутніх та підвищення продуктивності. Вона допомагає підтримувати приплив свіжого повітря, видаляти забруднюючі речовини (такі як вуглекислий газ, пил та алергени) і регулювати температуру навколишнього середовища.

Існує кілька вентиляційних систем, придатних для open space, зокрема примусова (механічна) вентиляція та реверсивні системи кондиціювання. Сучасні рішення часто включають датчики для моніторингу якості повітря в режимі реального часу та автоматичного регулювання витрати повітря. Ці системи також дозволяють знизити рівень шуму, що є критично важливим аспектом для відкритих просторів, де надмірний шум може стати проблемою.

Проектування якісної вентиляції повинно враховувати габарити приміщення, кількість людей та характер виконуваної роботи. Рівномірний розподіл повітря необхідний для того, щоб уникнути появи надто гарячих або холодних зон. Зазвичай перевага надається централізованим системам, проте вони потребують регулярного очищення та сервісу для запобігання накопиченню пилу та плісняви, які можуть зашкодити здоров'ю.

Енергоефективність також є ключовим фактором. Добре спроектована вентиляція може зменшити споживання енергії завдяки використанню таких технологій, як теплообмінники та припливно-витяжні системи з рекуперацією тепла (які забирають тепло від витяжного повітря для попереднього підігріву свіжого припливного повітря).

Основні етапи монтажу системи вентиляції в open space:

1. **Аналіз потреб**

- Оцінити розміри приміщення, кількість робочих місць та специфіку діяльності.
- Визначити відповідність місцевим стандартам вентиляції та якості повітря.

2. **Проектування системи**
   - Обрати тип вентиляції: механічна, природна або змішана.
   - Розрахувати переріз повітроводів, підібрати вентиляційні решітки, дифузори та обладнання (вентилятори, фільтри тощо).
   - Передбачити збалансовану систему витяжки та припливу повітря.
3. **Підбір та закупівля обладнання**
   - Придбати відповідні агрегати: припливно-витяжну установку (вентиляційну централь), повітроводи, витяжні вентилятори тощо.
   - Перевірити сумісність обладнання за енергетичними та акустичними параметрами.
4. **Підготовка об'єкта**
   - Звільнити простір для зручного проведення монтажних робіт.
   - Розмітити траси для проходження повітроводів та місця встановлення основних блоків.
5. **Монтаж повітроводів**
   - Прокласти вентиляційні канали та надійно закріпити їх на стелі або стінах.
   - Встановити вентиляційні решітки та анемостати/дифузори.
6. **Встановлення головних агрегатів та пусконалагодження**
   - Закріпити вентиляційні установки або вентилятори.
   - Підключити повітроводи та виконати електричні з'єднання.
   - Протестувати систему для перевірки витрати повітря, проектних дебітів та загальної ефективності.
   - Налаштувати робочі параметри відповідно до специфічних потреб об'єкта.
7. **Обслуговування та моніторинг**
   - Запланувати регулярний сервіс (очищення та заміна фільтрів, перевірка технічного стану компонентів).

- Проінструктувати працівників щодо правил експлуатації або взаємодії з системою.

Кожен етап може бути адаптований залежно від індивідуальних обмежень проекту або вимог місцевих нормативних документів.

Забезпечення комфорту для уникнення незручностей: рішення для кондиціювання в open space

Кондиціювання у відкритих офісах є базовою потребою для забезпечення гарного самопочуття працівників, проте його впровадження має бути чітко вивіреним, щоб уникнути побічних ефектів. До основних викликів належать: рівномірний розподіл охолодженого повітря, адаптація до різноманітних потреб людей у приміщенні та оптимізація витрат на електроенергію.

Для досягнення оптимальних результатів необхідне попереднє технічне дослідження простору, що включає аналіз розташування робочих місць, напрямків повітряних потоків та орієнтації вікон. Сучасні рішення, такі як централізовані системи кондиціювання або системи з зональним регулюванням, дозволяють тонко налаштовувати температуру відповідно до специфіки кожної зони офісу. Новітні технології (наприклад, інтелектуальні датчики та термостати) здатні автоматично коригувати температурний режим та згладжувати різкі коливання.

Тепловий комфорт базується на балансі: уникнення занадто низьких або занадто високих температур, забезпечення циркуляції повітря без виникнення прямих протягів та підтримання належного рівня відносної вологості. Неправильне керування цими параметрами може призвести до фізичного нездужання співробітників та падіння продуктивності праці.

Зрештою, вкрай важливо підвищувати екологічну та енергетичну відповідальність працівників щодо використання кліматичних систем, а також чітко дотримуватися графіку регулярного сервісного обслуговування для тривалої та ефективної роботи обладнання.

Монтажник реверсивних систем кондиціювання — безкоштовна консультація та зустріч *Сертифікований інсталятор RGE для житлових*

приміщень, будинків, а також професійного комерційного та третинного сектору.

Динаміка офісних просторів кардинально змінилася, особливо у зв'язку з переходом до більшої гнучкості робочих місць після COVID-19. Зараз, під час ремонту та модернізації приміщень у постпандемічний період, пріоритет надається створенню інтерактивних робочих зон, які задовольняють мінливі потреби та моделі поведінки працівників.

1. Розгляньте можливість декарбонізації опалення за допомогою повітряних теплових насосів

Щоб підвищити рівень комфорту, екологічні показники та ринкову привабливість об'єкта, вкрай важливо розглянути можливість декарбонізації систем опалення. Вивчіть переваги повітряних теплових насосів (ASHP), які не лише покращують внутрішні умови, але й сприяють економії енергії. Це відповідає зростаючому попиту на екологічно безпечну нерухомість на постпандемічному ринку житла та комерційних об'єктів.

2. Переоцінка проектної потужності системи для забезпечення адаптивності

Традиційні системи ОВК з постійною витратою повітря (CAV), які часто використовувалися в густонаселених офісах кабінетного або комірчастого («кубічного») типу, можуть не відповідати новим потребам сучасних офісів. Розгляньте можливість зменшення розмірів повітроводів або вибору підлогових (витісняючих) установок для ефективної вентиляції із заощадженням цінного простору. З огляду на потенційно нижчий рівень заповнюваності офісів після COVID, критично важливим стає досягнення балансу між контролем рівня CO_2 та підтриманням гігієни в приміщеннях. Такий адаптивний підхід забезпечує економічну ефективність та оптимальне використання простору.

3. Впровадження вентиляції за вимогою (Demand Control)

Сучасні офіси, де заповнюваність варіюється протягом тижня, оскільки гнучкий графік повернення до офісу стає нормою, можуть отримати значну

економію енергії завдяки впровадженню систем вентиляції за вимогою (DCV). Обирайте кінцеві пристрої (термінали), які можуть ефективно справлятися з коливаннями об'ємів повітря, мінімізуючи споживання енергії і водночас підтримуючи комфортне внутрішнє середовище та запобігаючи виникненню протягів у зоні перебування людей. Регульовані соплові дифузори можуть додатково підвищити цю гнучкість, реагуючи на мінливі потреби офісу з часом, якщо робочі столи, стіни чи перегородки переміщуватимуться відповідно до вимог орендарів.

4. Впровадження екологічного моніторингу

Ефективний клімат-контроль виходить далеко за рамки простого врахування кількості людей. Розгляньте можливість регулювання внутрішнього клімату на основі таких факторів, як потреби в потужності, присутність людей, рівень CO2, леткі органічні сполуки (ЛОС) і навіть дрібнодисперсні частинки (PM2.5). Добре спроектована система управління попитом повинна легко адаптуватися до постійно мінливих потреб і поведінки майбутніх користувачів приміщення, забезпечуючи безперервний комфорт та енергоефективність.

5. Вибір системного рішення з можливістю індивідуального налаштування

Вентиляційні системи, ймовірно, зазнаватимуть змін у конфігурації протягом усього терміну їхньої служби. Зробіть вибір на користь стійкої системи, яка дозволяє виконувати кастомізацію як на рівні апаратного, так і програмного забезпечення. Система, що працює за вимогою, полегшує швидке та просте регулювання, дозволяючи вашій будівлі розвиватися без руйнівних та дорогих капітальних ремонтів. Розглядайте цю адаптивність як невід'ємну частину вашої стратегії проектування ОВК.

6. Балансування повітряних та водяних систем вентиляції

Уважно зважте, яка вентиляція — повітряна чи водяна — більше підходить для вашого простору. У той час як повітряні рішення, такі як решітки та дифузори, підходять для зон із високими вимогами до об'єму

повітря, охолоджувальні балки, що використовують воду для контролю температури, можуть бути більш енергоефективними. Комбінований підхід, наприклад, використання охолоджувальних балок в основних офісних зонах і дифузорів у кімнатах для переговорів, дозволяє підібрати рішення відповідно до конкретних вимог кожного простору.

Проектування екологічно стійкої та ефективної системи ОВК для сучасних офісів вимагає далекоглядного підходу. Інтегруючи ці шість ключових аспектів — від декарбонізації опалення до впровадження гнучкості в проектуванні та управлінні за вимогою — проектувальники систем ОВК можуть гарантувати, що їхні системи не лише задовольнятимуть поточні потреби, але й безперешкодно адаптуватимуться до викликів завтрашнього дня.

1.2. Вибір і обґрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях.

Період	Температура, t, ^{0}C		Ентальпія, i_{wz}, кДж/кг	Вологовміст, d_{wz}, г/кг	Відносна вологість, φ, %	Рухливість повітря, м/с
	t_{wz}	t_l				
ТП	24	30,3	68,19	15,7	65	0,4
ХП	20	21,7	23,86	1,48	10	0,2

1.3. Вибір і обґрунтування параметрів зовнішнього повітря.

Період	Температура, t_{ext}, ^{0}C	Ентальпія, i_{ext}, кДж/кг	Вологовміст, d_{ext}, г/кг	Відносна вологість, φ, %	Швидкість вітру, v, м/с
ТП	27 23	54,7	11,22	69	1
ХП	-22	-21,2	0,37	83	6,2

Розділ 2. Опалення.

Системи опалення для офісів

Коли мова йде про системи опалення для офісів, вибір правильного комерційного рішення є критично важливим. Комерційні системи опалення не лише створюють комфортне та продуктивне середовище, але й забезпечують безпечне та якісне повітря в приміщенні для працівників. Незалежно від того, використовуєте ви традиційне центральне опалення чи найсучасніші енергоефективні теплові насоси, вибір правильного рішення залежить від унікальних потреб вашої будівлі, її розміру та бюджету. У цій статті ми детально розглянемо варіанти комерційного опалення та обговоримо деякі з найкращих рішень для підтримання ідеальної температури в офісних приміщеннях.

Чому опалення є важливим в офісних просторах

Офісні будівлі повинні забезпечувати ідеальне робоче середовище, особливо в регіонах, де зимова температура може різко падати. Належне опалення приміщень забезпечує комфорт працівників, запобігає таким проблемам, як утворення конденсату та поява цвілі, а також знижує витрати на енергію за умови правильного управління. Крім того, якісно обслуговувана система опалення може покращити якість повітря в приміщенні (IAQ), що є важливим для здоров'я та продуктивності. Коли офісні повітряні системи працюють належним чином, забезпечується кращий приплив чистого повітря, а контроль температури стає простішим та енергоефективнішим.

Основні типи комерційних систем опалення

Існують різні типи комерційних систем опалення, які підходять для офісних приміщень. Кожна система має свої унікальні переваги та підходить для різних розмірів і потреб офісу.

1. Системи центрального опалення

Центральне опалення — це традиційний метод, який забезпечує теплом кілька зон з одного центрального джерела, зазвичай з котла або печі. Воно

розподіляє тепло по всій будівлі за допомогою примусового повітря або гарячої води через систему повітроводів та радіаторів.

- **Плюси:** Центральне опалення є надійним і може ефективно обслуговувати великі комерційні будівлі.
- **Мінуси:** Ці системи можуть бути дорогими в монтажі та менш ефективними, ніж сучасні альтернативи, якщо їх не обслуговувати належним чином.

Центральні системи примусового повітря та інші методи центрального опалення досі часто використовуються у великих офісних будівлях, де вони забезпечують стабільне та рівномірне тепло на великих площах.

2. Системи ОВК (HVAC)

Системи ОВК (опалення, вентиляція та кондиціювання повітря) — це універсальне комплексне рішення, яке забезпечує як опалення, так і охолодження. Для офісів установки ОВК є чудовим вибором, оскільки вони регулюють температуру цілий рік, усуваючи потребу в окремих системах опалення та охолодження.

- **Плюси:** Системи ОВК є універсальними та підходять для регіонів із мінливою температурою.
- **Мінуси:** Вони потребують регулярного технічного обслуговування та можуть бути енергоємними, якщо не оптимізовані для максимальної ефективності.

3. Теплові насоси

Теплові насоси є сучасною енергоефективною альтернативою традиційним системам опалення. Вони працюють шляхом вилучення тепла із зовнішнього повітря та перенесення його всередину приміщення. Вони також можуть працювати в реверсивному режимі для забезпечення охолодження в теплі місяці, що робить їх ідеальними для регіонів із м'якою зимою.

- **Плюси:** Висока ефективність та подвійна функціональність (опалення та охолодження).

- **Мінуси:** Можуть бути менш ефективними за екстремально низьких температур і потребувати додаткового (допоміжного) опалення.

Теплові насоси часто обирають екологічно відповідальні компанії, оскільки вони споживають менше енергії та можуть суттєво знизити витрати на комунальні послуги з часом.

4. Агрегати повітряного опалення та кімнатні обігрівачі

Агрегати повітряного опалення та локальні обігрівачі — це зональні рішення, призначені для конкретних ділянок в офісній будівлі. Сюди можна віднести портативні обігрівачі або настінні агрегати, які забезпечують тепло в певних зонах без необхідності опалювати всю будівлю.

- **Плюси:** Гнучкість у використанні; ідеально підходять для малих просторів або як додаткове опалення.
- **Мінуси:** Не підходять як основне джерело опалення для великих офісних площ.

Локальні обігрівачі (як портативні, так і стаціонарні) особливо корисні в невеликих офісних будівлях або окремих приміщеннях, наприклад, у переговорних кімнатах, які потребують лише періодичного опалення.

5. Системи дестратифікації

Системи дестратифікації використовуються для забезпечення рівномірної температури по всьому простору шляхом змішування теплого повітря, що піднімається до стелі, з прохолоднішим повітрям внизу. Це допомагає зменшити температурне розшарування (стратифікацію) та підвищує ефективність опалення.

- **Плюси:** Допомагають підтримувати стабільну температуру та є енергоефективними.
- **Мінуси:** Найкраще використовувати як допоміжну систему, а не як основне джерело опалення.

Додаткові варіанти опалення для офісних просторів

Системи примусового повітряного опалення

Повітряне опалення із примусовою циркуляцією є одним із найпоширеніших варіантів для комерційних будівель, особливо в Сполучених Штатах. Ця система використовує піч або тепловий насос для нагрівання повітря, яке потім подається через повітроводи в приміщення.

- **Плюси:** Ефективно опалює великі простори і може поєднуватися з кондиціюванням для цілорічного комфорту.
- **Мінуси:** Може спричинити нерівномірне опалення та піднімати алергени або пил, якщо не проводити регулярне технічне обслуговування.

Системи з теплообмінниками

Теплообмінники використовуються в різних типах опалювальних систем для передачі тепла від одного середовища до іншого, часто від води або пари до повітря. У комерційному опаленні теплообмінники популярні в промислових умовах, але можуть бути адаптовані і для великих офісних приміщень, які потребують стабільного контролю температури.

Системи ротації повітря (повітряно-циркуляційні системи)

Ці системи забезпечують постійну циркуляцію повітря всередині простору, що допомагає запобігти появі надто гарячих або холодних ділянок і зменшує кількість енергії, необхідної для підтримки комфортної температури. Системи ротації повітря найчастіше зустрічаються у великих комерційних приміщеннях, таких як склади, але зараз їх усе частіше адаптують для офісних будівель.

Як правильно обрати комерційну систему опалення

При виборі системи опалення для офісу важливо враховувати такі фактори:

- **Енергоефективність:** Звертайте увагу на енергоефективні варіанти, такі як теплові насоси, системи ОВК або сучасні котли. Енергоефективне опалення знижує експлуатаційні витрати та є екологічно безпечним.
- **Розмір та планування будівлі:** Великі офісні приміщення з відкритим плануванням (open space) можуть виграти від центрального опалення або

ОВК, тоді як для менших офісів підійдуть локальні агрегати або теплові насоси.

- **Якість повітря в приміщенні (IAQ):** Системи, які використовують примусове повітря (наприклад, ОВК), повинні мати якісну фільтрацію для підтримки належного рівня IAQ. Системи дестратифікації та ротації повітря також допомагають підтримувати стабільну якість повітря та рівень комфорту.
- **Вартість монтажу та обслуговування:** Початкові витрати на встановлення, а також поточне технічне обслуговування є критично важливими факторами. Добре обслуговувана система прослужить довше і працюватиме ефективніше.

Особливості опалення та якості повітря (IAQ)

Підтримання хорошої якості повітря є важливим для здоров'я та гарного самопочуття працівників. Такі системи, як ОВК та примусове повітряне опалення, можуть ефективно фільтрувати повітря, але вкрай важливо обирати установки з надійною системою фільтрації. Фільтри слід регулярно міняти, а повітроводи ОВК — очищати, щоб запобігти циркуляції пилу, алергенів та забруднюючих речовин.

Важливість температурного контролю в офісах

В офісному середовищі контроль температури має вирішальне значення для комфорту та продуктивності. Дослідження показують, що екстремальні температури — як занадто високі, так і занадто низькі — можуть негативно впливати на концентрацію та продуктивність праці. Правильно спроектовані системи опалення з точним регулюванням температури дозволяють створити більш комфортні умови для роботи. Багато сучасних систем ОВК оснащені програмованими термостатами, які дозволяють встановлювати оптимальний температурний режим протягом дня та забезпечують економію енергії за рахунок зниження інтенсивності опалення в позаробочий час.

Оптимізація ефективності опалення

- **Регулярне технічне обслуговування:** Забезпечте регулярний сервіс котлів, теплових насосів та систем ОВК. Очищуйте фільтри, перевіряйте

повітроводи та оглядайте локальні обігрівачі для підтримання енергоефективності та високої якості повітря.

- **Розумне управління (Smart Controls):** Розумні термостати та датчики температури допомагають контролювати та коригувати опалення відповідно до мінливих потреб протягом дня.
- **Зонування:** Зонування розділяє офіс на сектори, які можна опалювати незалежно один від одного, що ідеально підходить для великих офісів або будівель із різним рівнем заповненості протягом дня.
- **Теплоізоляція:** Належна теплоізоляція зменшує потребу в надмірному опаленні, утримуючи тепло всередині будівлі.

Пошук правильного рішення для опалення

Вибір ідеальної комерційної системи опалення для офісу залежить від потреб будівлі, її планування та цілей щодо енергозбереження. Системи примусового повітря, теплові насоси та системи ОВК є ефективними варіантами, кожен з яких підходить для різних розмірів офісів та екологічних вимог.

Підтримання комфортного офісного середовища — це не лише питання температури; тип встановленої системи опалення впливає також на якість повітря в приміщенні, ефективність роботи обладнання і навіть на самопочуття працівників. Незалежно від того, чи потрібна вам модернізація старої системи, чи повне встановлення нової, комерційні рішення для опалення забезпечать як комфорт, так і економічну ефективність за умови їх продуманого вибору.

Общие данные:			
Название проекта:	адміністративно-офісний центр		
Город:	Луцк		
Адрес:			
Проектировщик:	Левченко		
Дата расчетов:	Понедельник 22 июня 2026 22:44		
Дата создания проекта:	Понедельник 15 июня 2026 22:44		
Файл данных:			
Нормы:			
Норма для выполнения расчета коэф. теплопередачи:	PN-EN ISO 6946		
Норма для выполнения расчета проект. тепловой нагр	PN-EN 12831:2006		
Климатические данные:			
Климатическая зона:	Киев (-22°C / 7,7°C /		
Проектная наружная температура θ_e:	-22	°C	
Средняя годовая наружная температура $\theta_{m,e}$:	7,7	°C	
Грунт:			
Вид грунта:	Песок или гравий		
Теплоемкость:	2,000	МДж/(м^3·К)	
Глубина периодического проникновения тепла δ:	3,167	м	
Коэффициент теплопроводности λ_g:	2,0	Вт/(м·К)	
Основные итоги расчетов здания:			
Отапливаемая площадь здания $A_н$:	900,0	м^2	
Отапливаемый объем здания $V_н$:	6577,2	м^3	

Проектные потери тепла за счет теплопередачи Φ_T:	36416	Вт
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V:	13851	Вт
Общие проектные потери тепла Ф:	50266	Вт
Избыток тепловой мощности Φ_{RH}:	0	Вт
Проектная тепловая нагрузка здания Φ_{HL}:	50266	Вт
Показатели и коэффициенты потерь тепла:		
Показатель Φ_{HL} по отношению к поверхности $\phi_{HL,A}$:	55,9	$Вт/м^2$
Показатель Φ_{HL} по отношению к кубатуре $\phi_{HL,V}$:	7,6	$Вт/м^3$
Итоги расчетов вентиляции для нужд проектной тепловой нагрузки:		
Инфильтрующийся воздух V_{infv}:	218,1	$м^3/ч$
Дополнительно инфильтрующийся воздух $V_{m.infv}$:	0,0	$м^3/ч$
Требуемый воздух, подаваемый механически $V_{su,min}$:	13580,3	$м^3/ч$
Воздух, подаваемый мех. V_{su}:	13580,3	$м^3/ч$
Требуемый воздух, удаляемый мех. $V_{ex,min}$:	13580,3	$м^3/ч$
Мех. удаляемый воздух V_{ex}:	13580,3	$м^3/ч$
Среднее количество воздухообменов n:	2,1	
Количество подаваемого вентиляционного воздуха V_v:	14016,5	$м^3/ч$
Средняя тепмература подаваемого воздуха θ_v:	12,7	°C
Итоги подбора отопительных приборов:		
Сумма проектных тепловых мощностей отопительных при	53111	Вт
Сумма реальных тепловых мощностей отопительных прибо	54539	Вт
Сумма дефицитов тепловых мощностей отопительных при	-1428	Вт
Сумма мощностей другого отопительного оборудования	0	Вт
Сумма мощностей отопительного оборудования $\Phi_{r,r}$+ Φ_{he}	54539	Вт
Сумма дефицитов мощностей отопительного оборудовани	-1428	Вт

Параметры расчетов проекта:		
Выполнение расчета теплопередачи при мин. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	K
Вариант выполнения расчетов потерь тепла в помещения из соседних групп:		
Выполнять расчет с ограничением до $\theta_{j,u}$		
Минимальная дежурная температура $\theta_{j,u}$:	16	°C
Выполнять расчет потерь в помещения из соседних		
зданий так, как бы они не отапливались:	Нет	
Автоматический расчет тепловых мостов:	Да	
Расчет тепловых мостов упрощенным методом:	Нет	
Параметры подбора отопительных приборов:		
Проектная темп. теплоносителя, подаваемого в сист.	80,0	°C
Проектное охлаждение теплонос. в отоп. приб. $\Delta\theta_r$:	20,0	K
Увеличение мощности отопительных приборов с термостатическими вентилями:		
Увеличивать за исключением помещений с избытком тепловой мощности Φ_{RH}.		
Увеличение отоп. приб. с термост. вентилями на:	15	%
Параметры по умолчанию подбираемых отопительных приборов:		
Символ отопительного прибора:	RADIK **-30	
Коэффициент расположения отопительного прибора:	1,00	
Коэффициент укрытия отопительного прибора:	1,00	
Максимальная длина отопительного прибора L_{max}:	0,00	м
Способ подключения по умолчанию:	AB	
Отоп. приб. по умолч. снабжены термостат. вент.:	Да	
По умолчанию отопительный прибор является:	Проектируемый	
Данные по умолчанию для расчетов:		

Тип здания:	Многоквартирное	
Тип конструкции здания:	Тяжелая	
Тип системы отопления в здании:	Конвекционное	
Ночной режим отопл. с пониженной темп. теплонос.:	Без понижения температур	
Регулирование теплоснабжения в группах:	Индивидуальное рег.	
Степень герметичности наружных огражд. констр.:	Большая	
Кратность обмена внутр. воздуха n_{50}:	2,0	1/ч
Степень заслонения здания:	С - городские районы с з	
Данные по умолчанию касающиеся вентиляции:		
Система вентиляции:	Приточно-вытяжная с рекуперацией тепла	
Температура подаваемого воздуха θ_{su}:	16,0	°C
Температура компенсационного воздуха θ_c:	20,0	°C
Данные по умолчанию, касающиеся рекуперации и рециркуляции:		
Температура подаваемого воздуха $\theta_{ex,rec}$:	20,0	°C
Проектный коэф. полезного действия рекуп. η_{recup}:	95,0	%
Сезонный коэф. полезного действия рекуп. $\eta_{E,recup}$:	66,5	%
Проектный процент использования рециркуляции η_{recir}:		%
Сезонный процент использования рециркуляции $\eta_{E,recir}$:		%
Геометрия здания:		
Отметка уровня грунта:	0,80	м
Отметка пола по умолчанию L_f:	0,00	м
Отметка грунтовой воды по умолчанию:	-8,00	м
Высота этажа по умолчанию H:	3,70	м
Выс. помещений в свете перекрытий по умолчанию H_i:	3,40	м
Площадь пола по грунту A_g:	252,00	$м^2$

2.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огороджень.

Символ	d	λ	ρ	cp	R	δ	Z	Замечания
	м	Вт/(м·К)	кг/м3	Дж/(кг·К	м2·К/Вт	μг/(м·ч·Па)	м2ч·Па/г	
ВС	Стена внутренняя							
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный								
ШТУКАТ-ИЗВ	0,0200	0,700	1700	0,840	0,029	75,00	266,7	
КИРП-К-2	0,1200	0,450	1300	0,880	0,267	135,00	888,9	
ШТУКАТ-ИЗВ	0,0200	0,700	1700	0,840	0,029	75,00	266,7	
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:								0,130
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:								0,130
ив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:								0,584
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:								1,713
ДАХ	Кровля							
Вид ограждения: Кровля, Влажностные условия: Нормальный								
БЕТОН-ЗК12	0,1000	0,540	1200	0,840	0,185	225,00	444,4	
ПЕНОПОЛИСТ	0,2500	0,045	30	1,460	5,556	12,00	20833,3	
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2000	1,700	2500	0,840	0,118	30,00	6666,7	
ШТУКАТ-ИЗВ	0,0300	0,700	1700	0,840	0,043	75,00	400,0	
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:								0,100
Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м2·К/Вт]:								0,040
ив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:								6,041
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:								0,166
ЗС	Стена наружная							
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Влажный								
ШТУКАТ-ИЗВ	0,0100	0,800	1700	0,840	0,013	75,00	133,3	
БЕТОН-ЗК12	0,3000	0,600	1200	0,840	0,500	225,00	1333,3	
TERMOBET12	0,1500	0,040	110	0,750	3,750	480,00	312,5	
ШТУКАТ-ИЗВ	0,0100	0,800	1700	0,840	0,013	75,00	133,3	
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:								0,130
Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м2·К/Вт]:								0,040
ив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:								4,445
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:								0,225
ПОЛ	Пол по грунту 45,5 см							
Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный								
Стена, примыкающая к полу: ЗС								
Разница высоты пола и грунтовой воды Zgw: 3,00 м								
Горизонтальная теплоизоляц.: БЕТОН-1900 толщиной dnh = 0,02 м и длиной Dh = 1,0								
Вертикальная теплоизоляц.: БЕТОН-1900 толщиной dnv = 0,02 м и длиной Dv = 1,00								
ПЛИТ-КЕРАМ	0,0150	1,050	2000	0,840	0,014	250,00	60,0	
БЕТОН-ЗК12	0,1000	0,540	1200	0,840	0,185	225,00	444,4	
ПЕНОПОЛИСТ	0,0400	0,045	30	1,460	0,889	12,00	3333,3	
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,1000	1,700	2500	0,840	0,059	30,00	3333,3	
ГРАВИЙ	0,1000	0,900	1800	0,840	0,111	35,00	2857,1	
ГРУНТ-ЗДАН	0,1000	1,740	1800	0,840	0,057	300,00	333,3	
противление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче Rg, [м2·К/Вт]:								1,854
ив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:								3,169
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:								0,316
ПП	Отдача тепла от перекрытия вниз							
Вид ограждения: Отдача тепла от перекрытия вниз, Влажностные условия: Нормальны								
ПЛИТ-КЕРАМ	0,0150	1,050	2000	0,840	0,014	250,00	60,0	

Символ	d	λ	ρ	ср	R	δ	Z	Замечания	
	м	Вт/(м·К)	кг/м3	Дж/(кг·К	м2·К/Вт	μг/(м·ч·Па)	м2ч·Па/г		
БЕТОН-ЗК12	0,1000	0,540	1200	0,840	0,185	225,00	444,4		
ПЕНОПОЛИСТ	0,1000	0,045	30	1,460	2,222	12,00	8333,3		
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2200	1,700	2500	0,840	0,129	30,00	7333,3		
ШТУКАТ-ИЗВ	0,0100	0,700	1700	0,840	0,014	75,00	133,3		
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:									0,170
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:									0,170
ив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:									2,905
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:									0,344
СВ-15	Стена внутренняя 25,0 см								
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный									
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	45,00	333,3		
КИРП-ДЫРЧ	0,2200	0,620	1400	0,880	0,355	135,00	1629,6		
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	45,00	333,3		
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:									0,130
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:									0,130
ив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:									0,651
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:									1,535
СВ-25	Стена внутренняя 33,0 см								
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный									
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	45,00	333,3		
TERMOBET12	0,0500	0,040	110	0,750	1,250	480,00	104,2		
КИРП-ДЫРЧ	0,2500	0,620	1400	0,880	0,403	135,00	1851,9		
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	45,00	333,3		
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:									0,130
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м2·К/Вт]:									0,130
ив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м2·К/Вт]:									1,950
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м2·К)]:									0,513

Зведена таблиця теплотехнічних характеристик ОК

Символ	Описание	d	Ri	Re	R	U	ФТ	As	A
		м	м2·К/Вт	м2·К/Вт	м2·К/Вт	Вт/м2·К	Вт	м2	м2
ОК-120Х120	Окно наружное (фонарь) LЧН= 120,0Ч120,0 см					1,050	5126	1,44	126,72
ВР	Ворота в гараж					2,000	422	6,60	6,60
ДАХ	Кровля	0,580	0,100	0,040	7,430	0,135	646		124,13
ДВ60	Дверь внутренняя LЧН= 60,0Ч200,0 см					5,100		1,20	
ДВ70	Дверь внутренняя LЧН= 70,0Ч200,0 см					5,100		1,40	
ДВ80	Дверь внутренняя LЧН= 80,0Ч200,0 см					5,100		1,60	
ДВ90	Дверь внутренняя LЧН= 90,0Ч200,0 см					5,100		1,80	
ДН1	Дверь наружная LЧН= 90,0Ч200,0 см					1,050		1,80	
ДН2	Дверь наружная LЧН= 150,0Ч240,0 см					1,300	880	3,60	18,00
ДН3	Дверь наружная LЧН= 100,0Ч240,0 см					1,050		2,40	
ЗС	Стена наружная	0,470	0,130	0,040	4,445	0,225	9506		1102,02
ОКФ	Окно наружное (фонарь)					1,050	2570		61,20
ПОЛ	Пол по грунту 45,5 см	0,455	1,865		3,403	0,294	1982		887,74
ПП	Отдача тепла от перекрытия вниз	0,445	0,170	0,170	3,461	0,289			144,00
СВ-25	Стена внутренняя 33,0 см	0,330	0,130	0,130	1,950	0,513	0		48,10

2.2. Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень.

имвс	θint,H	A	V	ΦHL	Hi	n50	nmin	Vmin	Vinfv	Vv	θv	ΦT	ΦV	Φ	φHL,A	φHL,V	ΦHL,c
	°C	м2	м3	Вт	м	1/ч	1/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	°C	Вт	Вт	Вт	Вт/м2	Вт/м3	Вт
101	10,0	446,98	1519,7	7462	3,40	2,0	2,00	3039,5	121,6	3161,0	8,8	6139	1323	7462	16,7	4,9	7462
104	18,0	37,17	252,8	4537	6,80	2,0	5,00	1263,8	10,1	1273,9	17,6	3764	180	4537	122,1	17,9	4537
115	22,0	20,97	71,3	1435	3,40	2,0	2,00	142,6	5,7	148,3	14,5	1059	376	1435	68,4	20,1	1435
118	16,0	20,77	141,2	2676	6,80	2,0	0,30	42,4	11,3	53,7	8,0	2181	146	2676	128,8	18,9	2676
119	18,0	347,29	1180,8	8351	3,40	2,0	3,00	3542,4	94,5	3636,8	17,0	7066	1285	8351	24,0	7,1	8351
120	16,0	55,00	187,0	2573	3,40	2,0	5,00	935,0	15,0	950,0	17,3	2983	-411	2573	46,8	13,8	2573
201	18,0	360,00	1224,0	17157	3,40	2,0	3,00	3672,0	97,9	3769,9	9,2	5838	11320	17157	47,7	14,0	17157
210	20,0	34,84	118,5	1375	3,40	2,0	0,50	59,2	9,5	68,7	10,8	1159	216	1375	39,5	11,6	1375
220	20,0	44,86	152,5	993	3,40	2,0	1,00	152,5	12,2	164,7	13,2	611	382	993	22,1	6,5	993
222	20,0	45,00	153,0	1261	3,40	2,0	1,00	153,0	12,2	165,2	13,2	878	383	1261	28,0	8,2	1261
224	20,0	110,00	374,0	3870	3,40	2,0	1,00	374,0	29,9	403,9	13,2	2934	936	3870	35,2	10,3	3870
226	20,0	60,00	204,0	1730	3,40	2,0	1,00	204,0	16,3	220,3	13,2	1219	510	1730	28,8	8,5	1730

2.4. Гідравлічний розрахунок трубопроводів.

Гідравлічний розрахунок циркуляційних кілець

Головне циркуляційне кільце (Ділянки 1–7 та зворотні 7–1)

№ ділянки	Q, Вт	G, кг/год	d, мм	V, м/с	Σζ	R, Па/м	l, м	рд, Па	Z, Па	R·l, Па	R·l+Z, Па
1	237	8,15	15	0,01	10,8	0,28	1,8	0,08	0,86	0,51	1,37
2	690	23,73	15	0,04	2,1	2,41	3	0,68	1,42	7,24	8,66
3	1558,5	53,6	15	0,08	1	12,32	4,6	3,45	3,45	56,65	60,1
4	3914	134,61	15	0,21	7,5	77,68	6,2	21,74	163,03	481,59	644,61
5	4676	160,82	20	0,14	1,7	21,55	2,4	9,82	16,69	51,72	68,41
6	5019	172,61	20	0,15	0,2	24,83	2,7	11,31	2,26	67,03	69,3
7	5792	199,2	20	0,18	5,2	33,06	6	15,06	78,32	198,39	276,7
7	5792	199,2	20	0,18	5,5	33,06	6	15,06	82,84	198,39	281,22
6	5019	172,61	20	0,15	0,5	24,83	2,7	11,31	5,65	67,03	72,69
5	4676	160,82	20	0,14	2,1	21,55	2,4	9,82	20,61	51,72	72,33
4	3914	134,61	15	0,21	11,7	77,68	6,2	21,74	254,32	481,59	735,91
3	1558,5	53,6	15	0,08	5,2	12,32	4,6	3,45	17,92	56,65	74,57
2	690	23,73	15	0,04	8,8	2,41	3	0,68	5,94	7,24	13,19
1	237	8,15	15	0,01	6,5	0,28	1,8	0,08	0,52	0,51	1,03
Σ											2380,10 Па

Гілка з ділянками 1'–9' та зворотними 9'–1'

№ ділянки	Q, Вт	G, кг/год	d, мм	V, м/с	Σζ	R, Па/м	l, м	рд, Па	Z, Па	R·l, Па	R·l+Z, Па
1′	908	31,23	15	0,05	12,3	4,18	4,7	1,17	14,39	19,65	34,04
2′	1474	50,69	15	0,08	0,4	11,02	2,6	3,08	1,23	28,64	29,88
3′	2040	70,16	15	0,11	0,3	21,1	2,6	5,9	1,77	54,86	56,63
4′	2691	92,55	15	0,15	1,7	36,72	5,8	10,27	17,47	212,96	230,43
5′	3342	114,94	15	0,18	0,2	56,63	5,2	15,85	3,17	294,48	297,65
6′	3993	137,33	15	0,22	6,7	80,84	5,9	22,62	151,57	476,97	628,55
7′	5724	196,86	20	0,17	0,3	32,29	3,4	14,71	4,41	109,79	114,21
8′	7455	256,39	20	0,21	0,2	54,78	3,1	24,95	4,99	169,81	174,8
9′	9592	329,89	20	0,29	5,2	90,68	20	41,31	214,79	1813,64	2028,43
9′	9592	329,89	20	0,29	5,6	90,68	20	41,31	231,31	1813,64	2044,96
8′	7455	256,39	20	0,21	0,6	54,78	3,1	24,95	14,97	169,81	184,78
7′	5724	196,86	20	0,17	1,4	32,29	3,4	14,71	20,59	109,79	130,39

6′	3993	137,33	15	0,22	7,1	80,84	5,9	22,62	160,62	476,97	637,59
5′	3342	114,94	15	0,18	0,6	56,63	5,2	15,85	9,51	294,48	303,99
4′	2691	92,55	15	0,15	2,1	36,72	5,8	10,27	21,58	212,96	234,54
3′	2040	70,16	15	0,11	1,4	21,1	2,6	5,9	8,27	54,86	63,13
2′	1474	50,69	15	0,08	2,1	11,02	2,6	3,08	6,47	28,64	35,12
1′	908	31,23	15	0,05	8	4,18	4,7	1,17	9,36	19,65	29,01
Σ											7258,11 Па

Гілка з ділянками 1''–4'' та зворотними 4''–1''

№ ділянки	Q, Вт	G, кг/год	d, мм	V, м/с	Σζ	R, Па/м	l, м	рд, Ра	Z, Па	R·l, Па	R·l+Z, Па
1″	584	20,09	15	0,03	6,3	1,73	1	0,48	3,05	1,73	4,78
2″	1105	38	15	0,06	2,1	6,19	3	1,73	3,64	18,57	22,21
3″	2830,5	97,35	15	0,15	1,5	40,62	6,2	11,37	17,05	251,86	268,91
4″	4526	155,66	20	0,14	6,9	20,19	6	9,2	63,46	121,14	184,6
4″	4526	155,66	20	0,14	8,6	20,19	6	9,2	79,09	121,14	200,23
3″	2830,5	97,35	15	0,15	5,7	40,62	6,2	11,37	64,8	251,86	316,66
2″	1105	38	15	0,06	4,7	6,19	3	1,73	8,14	18,57	26,72
1″	584	20,09	15	0,03	2	1,73	1	0,48	0,97	1,73	2,7
Σ											1026,80 Па

Гідравлічна ув'язка циркуляційних кілець виконується за допомогою балансувальних клапанів.

2.5. Тепловий розрахунок опалювальних приладів.

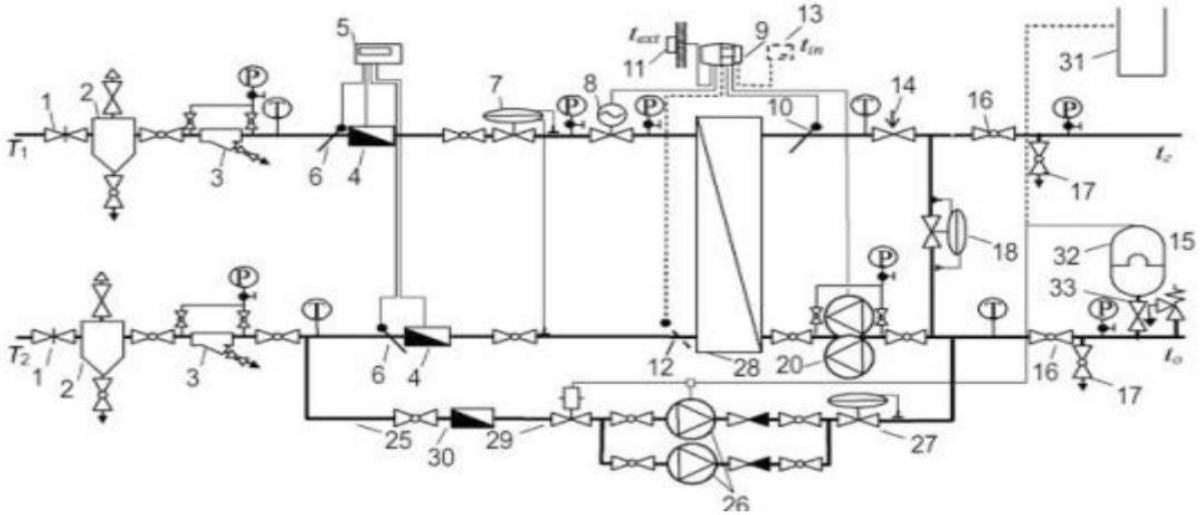
Описание помещения	Символ	L	H	G	Φp,r	Φr,r	Φdef,r	θr,s	Δθr	Δθr,r	M	Φпр.
		м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
склад 101	RADIK 11-30	1,400	0,300	0,063	746	820	-74	80,00	20,0	21,98	0,00891	10,0
Зала 104	RADIK 21-30	1,800	0,300	0,066	1134	1192	-58	80,00	20,0	21,02	0,01355	25,0
Зала 104	RADIK 21-30	1,800	0,300	0,066	1134	1192	-58	80,00	20,0	21,02	0,01355	25,0
Зала 104	RADIK 21-30	1,800	0,300	0,066	1134	1192	-58	80,00	20,0	21,02	0,01355	25,0
Зала 104	RADIK 21-30	1,800	0,300	0,066	1134	1192	-58	80,00	20,0	21,02	0,01355	25,0
роздягальня 115	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1435	1529	-94	80,00	20,0	21,31	0,01714	100,0
Лестница 118	RADIK 21-30	2,000	0,300	0,066	1338	1398	-60	80,00	20,0	20,90	0,01598	50,0
Лестница 118	RADIK 21-30	2,000	0,300	0,066	1338	1398	-60	80,00	20,0	20,90	0,01598	50,0
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
цех збірки 119	RADIK 11-30	1,100	0,300	0,063	557	548	9	80,00	20,0	19,69	0,00665	6,7
Котельная 120	RADIK 11-30	1,200	0,300	0,063	643	630	13	80,00	20,0	19,59	0,00768	25,0
Котельная 120	RADIK 11-30	1,200	0,300	0,063	643	630	13	80,00	20,0	19,59	0,00768	25,0
Котельная 120	RADIK 11-30	1,200	0,300	0,063	643	630	13	80,00	20,0	19,59	0,00768	25,0

Описание помещения	Символ	L	H	G	Φp,r	Φr,r	Φdef,r	θr,s	Δθr	Δθr,r	M	Φпр.
		м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
Котельная 120	RADIK 11-30	1,200	0,300	0,063	643	630	13	80,00	20,0	19,59	0,00768	25,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
цех збірки 201	RADIK 22-30	2,000	0,300	0,100	1716	1738	-22	80,00	20,0	20,26	0,02049	10,0
Кухня эл. с окном	RADIK 22-30	0,400	0,300	0,100	275	315	-40	80,00	20,0	22,91	0,00329	20,0
Кухня эл. с окном	RADIK 22-30	0,400	0,300	0,100	275	315	-40	80,00	20,0	22,91	0,00329	20,0
Кухня эл. с окном	RADIK 22-30	0,400	0,300	0,100	275	315	-40	80,00	20,0	22,91	0,00329	20,0
Кухня эл. с окном	RADIK 22-30	0,400	0,300	0,100	275	315	-40	80,00	20,0	22,91	0,00329	20,0
Кухня эл. с окном	RADIK 22-30	0,400	0,300	0,100	275	315	-40	80,00	20,0	22,91	0,00329	20,0
Офис 220	RADIK 11-30	0,700	0,300	0,063	331	329	2	80,00	20,0	19,88	0,00395	33,3
Офис 220	RADIK 11-30	0,700	0,300	0,063	331	329	2	80,00	20,0	19,88	0,00395	33,3
Офис 220	RADIK 11-30	0,700	0,300	0,063	331	329	2	80,00	20,0	19,88	0,00395	33,3
Офис 222	RADIK 11-30	0,900	0,300	0,063	420	422	-2	80,00	20,0	20,08	0,00502	33,3
Офис 222	RADIK 11-30	0,900	0,300	0,063	420	422	-2	80,00	20,0	20,08	0,00502	33,3
Офис 222	RADIK 11-30	0,900	0,300	0,063	420	422	-2	80,00	20,0	20,08	0,00502	33,3
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 224	RADIK 11-30	0,800	0,300	0,063	387	379	8	80,00	20,0	19,59	0,00462	10,0
Офис 226	RADIK 11-30	1,200	0,300	0,063	577	567	10	80,00	20,0	19,67	0,00689	33,3
Офис 226	RADIK 11-30	1,200	0,300	0,063	577	567	10	80,00	20,0	19,67	0,00689	33,3
Офис 226	RADIK 11-30	1,200	0,300	0,063	577	567	10	80,00	20,0	19,67	0,00689	33,3

2.6. Розрахунок і вибір обладнання ІТП, теплового лічильника тощо.

Витрата води в системі опалення $G_{C.O.} = \frac{0{,}86 \times Q_{c.o.}}{t_г - t_о} =$ 2345 кг/год

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*

Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування повітря

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

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Приміщення	Період року	Температура		Відносна вологість ϕ_{ext}, %	Швидкість повітря V, м/с	ГДК CO_2, г/кг
		t_{wz}	t_l			
виробничий цех (прим.19)	Теплий	20	22,3	40	0,26	3,44
	Холодний	18	20,3	40	0,26	

Теплонадходження від сонячної радіації через вікна

виробничий цех
Пд
q'= 139
$q_{в.п}$= 231
$q_{в.р.}$= 73
$K_{1=}$ 0,52
$k_{2=}$ 0,88

Приміщ.	q'	кільк. Вікон, шт.	Загальна площа $м^2$	Qс.р , Вт
виробничий цех (прим.19)	139	12	43,2	7738

Теплонадходження через огороджуючі конструкції

Приміщ.	Стіна, орієнт.	twz	Fст,$м^2$	Fприм, $м^2$	Δt_1	Δt_2	Δt_3
виробничий цех (прим.19)	Пд	20	285,6	347,26	0,15	30	24

Δt_4	Δt_5	Δt_6	Δt_7	$Q_{покрівлі}$	$Q_{стін}$	$\sum Q$
6,7	14,4	17,48	6,7	1625	1299	2924

Теплонадходження від штучного освітлення

Приміщ.	Площа приміщення, $м^2$	Qосв
виробничий цех (прим.19)	347,26	7200

Надходження шкідливостей від людей

Приміщення	Кількість людей,чол.	Сум.кіл-ть теплонадх., Вт
виробничий цех (прим.19)	60	12600

Надходження шкідливостей в приміщення

Приміщення	Кількість людей,чол.	$m_{вл}$, г	Σ, г
виробничий цех (прим.19)	60	93	5580

Вологонадходження в холодний період року

Приміщення	Кількість людей,чол.	$m_{вл}$, г/люд.	Σ, г/год
виробничий цех (прим.19)	60	77	4620

Кількість вуглекислого газу

Приміщення	Кількість людей,чол.	M_{CO2}	Σ, г/год
виробничий цех (прим.19)	60	73	4380

Надходження шкідливостей в приміщення

Джерела теплонадходження	Теплонадходження в період року, Вт	
	Теплий	***Холодний***
виробничий цех (прим.19)		
від освітлення	7200	7200
від людей	210	210
від обладнання	6357	6357
Всього	13767	13767

період року	тепловтрати	теплонадлишки	теплонадходження	теплова напруженість
виробничий цех (прим.19)				
ТП			13767	6
ХП	10754	3013	13767	6

3.2. Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях. Складання повітряного балансу.

Розрахунок повітрообміну за санітарними нормами

Приміщення	Площа	Кіл-ть л.	Q_{tot},м3/год	Gc.н.,кг/год
виробничий цех (прим.19)	347,26	60	2387	2865

Розрахунок повітрообміну на розбавлення до ГДК

Приміщення	Gco2,кг/год	L_{CO2},м3/год
виробничий цех (прим.19)	983	819

Розрахунок повітрообміну в приміщенні в теплий період року

Приміщення	ε
виробничий цех (прим.19)	4,8

Приміщення	twz	Δt	tin
виробничий цех (прим.19)	20	5	15

	ТП		
Приміщення	G_Q	I_l	I_{in}
виробничий цех (прим.19)	3102	46,1	37,5

Визначаємо необхідний повітрообмін з умов асиміляції надлишків вологи

	ТП		
Приміщення	G_w	d_l	d_{in}
виробничий цех (прим.19)	6200	8,4	7,5

Приймаємо загальний повітрообмій найбільший з усіх вище наведених

Приміщення	$G_{заг}$	$L_{заг}$
виробничий цех (прим.19)	3102	2585

Приміщення	$G_{заг}$	G_{max}	$G_{рец}$
виробничий цех (прим.19)	3102	2865	238

Приміщення	dc	G_{ext}	dext	$G_{рец}$	dl	$G_{заг}$
виробничий цех (прим.19)	15,5	2865	16,1	238	8,4	3102

Приміщення	$G_{заг}$	I_c	I_o	Q_x,кВт
виробничий цех (прим.19)	3102	53	30	20

Приміщення	$G_{заг}$	d_c	d_o	Q_x,кВт
виробничий цех (прим.19)	3102	15,5	7,5	7

Приміщення	$G_{заг}$	I_{in}	I_o	Q_x, кг/год
виробничий цех (прим.19)	3102	37	30	6

Розрахунок повітрообміну в приміщенні в холодний період року

Приміщення	ε
виробничий цех (прим.19)	5,8

Приміщення	twz	Qh	$G_{заг}$	tin
виробничий цех (прим.19)	18	7410	3102	8

Приміщення	G_{ext}	dext	$G_{рец}$	dl	$G_{заг}$	dc
виробничий цех (прим.19)	2865	0,5	238	7,5	3102	1,0

Прим.	$G_{заг}$	I_c	I_t	I_o	I_{in}	Q_1	Q_2
виробничий цех (прим.19)	3102	24	27	27	32,5	3	5

	Параметри повітря у вентиляційній системі					
Період	Точка	Опис	t,C	I,кдж/кг	d, г/кг	ф,%
	виробничий цех					
Тепплий	ext	зовнішнє пов.	28	73	13,5	69
	wz	в робочій зоні	20	40	7,1	48
	l	видаляєме	22,3	46,1	8,4	44
	in	припливне	15	37,5	7,5	62
	C	точка суміші	27	55	15,5	49
	O	камера зрошення	10,3	31	7	90
Холодний	T	Підігрів в 1 кал.	12	26	6	54
	O	Камера зрошення	8,8	26	7,1	94
	ext	Зовнішнє повітря	-22	-22	0,5	83
	C	Суміш	10,3	22	0,9	63

	in	Припливне повітря	8	31	6,6	63
	wz	Робоча зона	18	40	7,2	52
	l	Видаляєме повітря	20,3	45	7,3	45

Повітрообмін у розрахунковому приміщенні

виробничий цех		
Повітрообмін	G, кг/год	L, $м^3$/год
За санітарними нормами	2865	2387
За розбавленням СО2 до ГДК	983	819
За асиміляцією теплонадлишк.	3102	2585
За асиміляцією вологонадлишк.	6200	5167
Загальний повітрообмін	3102	2585
Витрата рециркуляційного повітря	238	198
Витрата зовнішнього повітря	2865	2387

Розрахунок повітрообмінів здійснено по кратностях:

1 поверх							
№	**назва приміщення**	**висота, м**	**площа, м2**	**об'єм ,м3**	**кратність**	**об'єм, м3**	
						приток	**витяжка**
1	Зона довгостроковог о складу	2,8	446,98	1251, 5	6,5	8100	8100
2	Тамбур	2,8	6,75	18,9	-	-	-
3	Тамбур	2,8	3,97	11,1	-	-	-
4	Експозиційна зона	2,8	37,17	104,1	3,8	400	400
6	Хол	2,8	29,07	81,4	2,5	200	-
7	Коридор	2,8	5,12	14,3	7,0	100	-
8	Коридор	2,8	45,27	126,8	1,6	200	-
9	Санвузол роздягальні	2,8	2,19	6,1	4,9	-	30
10	Душова	2,8	4,44	12,4	12,1	-	150
11	Санвузол Ч	2,8	19,94	55,8	5,4	-	300
12	Санвузол Ж	2,8	5,22	14,6	6,8	-	100
13	Санвузол МГН	2,8	4,15	11,6	4,3	-	50
14	Комора	2,8	2,65	7,4	4,0	-	30

15	Роздягальня	2,8	20,97	58,7	5,1	300	300
16	Еклектрощитова	2,8	18,61	52,1	-	-	100
17	Санвузол котельні	2,8	2,80	7,8	6,4	-	50
18	Сходова клітина	2,8	20,77	58,2	-	-	-
20	Котельня	2,8	47,25	132,3	-	-	-
21	Приміщення прибирального інвентарю	2,8	2,05	5,7	5,2	-	30

2 поверх							
№	**назва приміщення**	**висота, м**	**площа, м2**	**об'єм, м3**	**кратність**	**об'єм, м3**	
						приток	**витяжка**
1	Тамбур	2,8	3,1	8,7	-	-	-
2	Виробничий цех	2,8	360,0	1007,9	5,8	3500	5800
4	Хол	2,8	29,1	81,3	4,3	350	350
5	Рецепція	2,8	25,0	70,0	3,0	210	210
6	Коридор	2,8	26,5	74,3	-	-	-
7	Коридор	2,8	27,9	78,2	9,1	710	-
8	Коридор	2,8	10,0	28,1	-	-	-
9	Пропускний пункт	2,8	12,9	36,2	4,1	150	150
10	Кухня	2,8	34,9	97,6	1,4	-	140
11	Санвузол Ч	2,8	19,9	55,8	5,4	-	300
12	Санвузол Ж	2,8	25,0	70,1	5,0	-	350
13	Приміщення прибирального інвентарю	2,8	6,9	19,4	1,5	-	30
14	Санвузол МГН	2,8	6,2	17,4	2,9	-	50
15	Комора	2,8	6,5	18,3	4,4	-	80
16	Офісне приміщення №1	2,8	19,4	54,2	2,4	130	130
17	Комутаційна	2,8	12,2	34,0	23,8	-	810
18	Серверна	2,8	9,2	25,9	-	-	-
19	Переговорна	2,8	28,7	80,4	4,7	380	380
20	Конструкторський відділ	2,8	44,9	125,6	2,5	320	320

21	РСО(Режимно секретний орган) Залізовна кімната	2,8	8,3	23,1	2,2	50	50
22	РСО(Режимно секретний орган) Секретна частина(архів)	2,8	45,0	126,1	1,5	190	190
23	РСО(Режимно секретний орган) Кімнати секретного діловодства	2,8	5,2	14,5	2,8	40	40
24	OpenSpace	2,8	109,5	306,5	2,9	900	900
25	Сходова клітина	2,8	20,7	58,0	-	-	-
26	OpenSpace	2,8	59,7	167,2	2,8	460	460

3.3.Вибір і обґрунтування систем вентиляції та кондиціонування повітря.

Пасивна вентиляція призначена для забезпечення кращого контролю над швидкістю вентиляції, ніж природна вентиляція, шляхом включення однієї або кількох димарів або веж у конструкцію будівлі для вилучення застарілого повітря, тоді як свіже повітря надходить через передбачені отвори, такі як вентиляційні отвори або жалюзі. Потоки повітря в пасивному димарі створюються внаслідок комбінації двох кліматичних сил: різниці між внутрішньою та зовнішньою температурою та вітром. Негативний тиск на вершині димаря часто є критичним фактором. (Тиск вітру здебільшого негативний з боків будівель, а не з «підвітряного» боку в багатьох ситуаціях; див. рисунок 1). Поєднання тиску теплішого повітря в приміщенні та негативного тиску вітру на вершині димаря призводить до витяжки повітря з димарів.

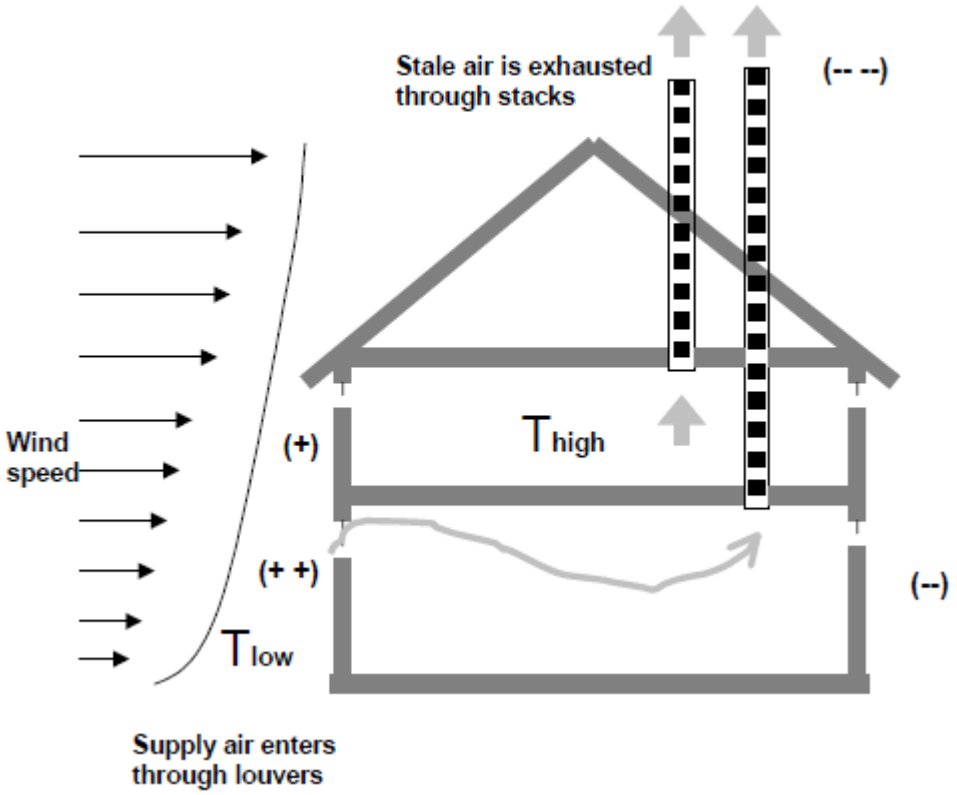


Рисунок 1. Сили диференціальної стеки створюються як швидкістю вітру, так і різницею температур у приміщенні та на вулиці.

Хоча пасивні вентиляційні системи рідко використовуються в Сполучених Штатах, вони широко використовуються в Європейському Союзі. Аксель (2001, в AIVC TN 54) виявив, що в Англії 90%, а в Нідерландах більшість односімейних будинків використовують пасивну вентиляцію (90% та 65% відповідно). Еммеріх та Долс (2003) використали деякі підходи Аксель для створення інструменту проектування та аналізу пасивної вентиляції для використання в багатозонному середовищі.

Висота та розташування димаря важливі для підтримки негативного тиску на кінці димаря та запобігання зворотним потокам у будівлю. Вищий димар менш чутливий до швидкості та напрямку вітру. Інструкції з встановлення та будівельні норми відображають важливість розташування димаря відносно даху. Доступні різноманітні кінцеві ковпачки, які розроблені та розташовані для забезпечення постійного негативного тиску (незалежно від напрямку вітру) на виході з димаря. (Акслей, Дж. В. 2001.) Димарі повинні

мати більший діаметр, ніж механічні системи повітроводів, щоб зменшити опір потоку в умовах низького перепаду тиску.

Швидкість вентиляційного потоку може значно відрізнятися від кімнати до кімнати. Зокрема, верхні, підвітряні кімнати можуть бути недостатньо провітрюваними та легко не мати зовнішнього повітря. Для контролю та розподілу потоків повітря можна вжити ретельних конструктивних заходів. Зазвичай системи проектуються з вентиляційними отворами або жалюзі, які можна регулювати вручну для контролю швидкості потоку, але вони найкраще працюють, коли неконтрольований рівень інфільтрації низький (а огороджувальні конструкції будівлі герметичні). Кожна кімната повинна мати перехідну решітку або вентиляційний отвір, щоб забезпечити вільний розподіл повітря. Хоча ці ж критерії актуальні для механічної вентиляції, це питання часто є більш критичним для пасивної вентиляції через менші рушійні сили.

Багато окремих випадків свідчать про те, що пасивні вентиляційні системи продемонстрували здатність забезпечувати адекватну довгострокову вентиляцію, але вони не здатні забезпечити короткочасну високу вентиляцію під час пікових епізодів утворення забруднюючих речовин (наприклад, купання або приготування їжі). Оскільки вони спроектовані аналогічно механічним системам, але без механічних компонентів, пасивні димарні вентиляційні системи можуть знизити витрати на будівництво та експлуатацію житлових будівель. Під час будівництва слід враховувати ретельне проектування внутрішніх просторів, щоб забезпечити циркуляцію повітря між кімнатами будівлі та від припливних отворів через витяжні простори. Потрібні відносно більші повітроводи, ніж механічна система, якщо опір потоку є проблемою. Експлуатаційні витрати (на транспортування повітря) відсутні; однак зазвичай бувають дні в році, коли погодні умови (низька швидкість вітру та/або невеликі перепади температур всередині та зовні приміщення) створюють недостатній потік повітря.

У роботі будь-якої системи існує певна невизначеність, яка залежить від природних рушійних сил. У певний час року можна очікувати недостатню або

надмірну вентиляцію. (Yoshino, H., Liu, J., et. al., 2003.) Wilson та Walker (1992) показали що навіть за наявності кількох великих пасивних вентиляційних отворів, окремі будинки не можуть бути належним чином провітрювані (порівняно з 62-89) у періоди слабкого вітру (менше 10 км/год) або невеликих перепадів температур (Δ10°C). Ці умови поширені навесні та восени. У цей час належної вентиляції можна досягти лише тоді, коли мешканець відчиняє вікно або іншим чином доповнює систему.

Зазвичай природні сили є найсильнішими в холодні дні, створюючи надмірну вентиляцію, холодні протяги та втрати енергії. Доступні саморегульовані вентиляційні отвори, які можуть зменшувати або контролювати надмірну вентиляцію. Доступні чутливі до тиску вентилятори, які можуть забезпечувати постійну швидкість вентиляції в широкому діапазоні тиску, але ці пасивні блоки керування є відносно рідкісними (Axley, 2001 у AIVC Tech Note 54).

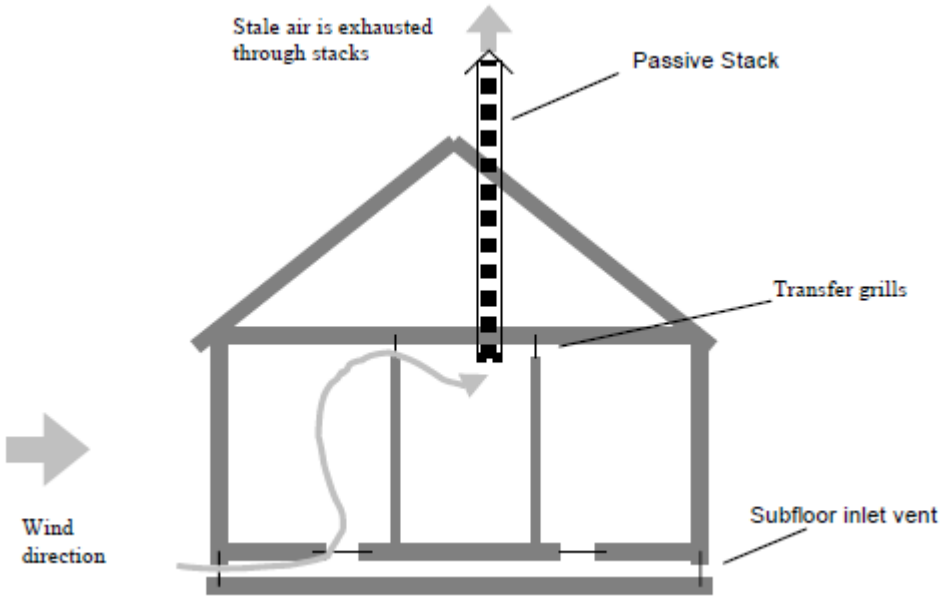


Рисунок 2. Використання впускних отворів під підлогою може пом'якшити холодне припливне повітря та забезпечити певну рекуперацію тепла.

Пасивні системи поступаються механічним системам у сферах фільтрації та рекуперації тепла. Фільтрація припливного повітря неможлива, а

рекуперація тепла також є відносно рідкісною. Шао та ін. (1998) показали, що теплові труби можна використовувати з ефективністю рекуперації тепла 50%. Іншою стратегією рекуперації тепла є встановлення впускних отворів у підлозі (див. рисунок 2). Ця стратегія дозволить пом'якшити холодне припливне повітря та допомогти уникнути холодних протягів, а також зменшить чутливість швидкості вентиляції до напрямку вітру (Хаяші та Ямада, 1996).

Сонячна шахта

Сонячна шахта – це пасивна система, оснащена сонячною колекторною панеллю (або часто скляними стінами з південної сторони будівлі), яка використовується для нагрівання повітря в шахті, що призводить до збільшення плавучості повітря в шахті. Збільшуючи різницю температур між внутрішньою та зовнішньою частинами димаря, швидкість вентиляції значно покращується в теплі сонячні дні з низькою швидкістю вітру. (Bansal et. al., 1994.) Це підвищує ефективність вентиляційної системи пасивного димаря протягом усього року. Швидкість повітряного потоку можна збільшити на 20% порівняно з пасивними димарями без сонячних димарів. (Jaros, M., Charvat, K. 2004.)

Хедарі та ін. (2003) вивчали ефективність сонячних димоходів у будівлях з кондиціонерами та повідомили, що сонячний димохід може зменшити навантаження на систему кондиціонування повітря за допомогою вентиляційного охолодження, що призводить до середньої економії електроенергії на 10-20%. Перевагами цієї системи є підвищення надійності пасивної димохідної системи, а також безшумність та прозорість системи для мешканців. Недоліками є додаткові витрати на проектування, встановлення та вартість сонячних скляних панелей. Ця система найбільше підійде для сонячного, теплого клімату.

Гібридні системи

Гібридні системи – це пасивні системи з вентилятором низької потужності для посилення потоку повітря через димарі або вентиляційні отвори, поєднуючи таким чином переваги пасивної системи з надійністю

механічної системи. Поєднання двох систем покращує якість повітря в приміщенні, одночасно зменшуючи споживання енергії завдяки інтелектуальному контролеру. (Heiselberg, 2005.)

Існує кілька способів поєднання цих двох систем. Будівля може мати дві незалежні системи, з'єднані контролером для перемикання з однієї на іншу (наприклад, механічний витяжний вентилятор для літа та зими та природна вентиляція для помірних сезонів). Інша комбінація – це природна вентиляція з вентилятором, де основна вентиляція забезпечується природними силами, але вентилятор низької потужності може бути ввімкнений для сприяння вентиляції в періоди слабких природних сил. Третя подібна стратегія полягає у включенні невеликого вентилятора в систему пасивного димаря, щоб допомогти створити оптимальну різницю тиску в димарі. Йошіно та ін. (2003) показали, що гібридна система може забезпечити адекватну швидкість вентиляції навіть за погодних умов, які створюють погану вентиляцію в пасивній системі. Використання вентилятора для посилення вентиляції димової труби в періоди низької швидкості вітру запобігало недостатній вентиляції. А використання регулювання заслінок на вентиляційних отворах запобігало надмірній вентиляції при великих перепадах температур.

Часто ці системи включають використання складних систем керування, таких як датчики CO2, температури в приміщенні, датчики витрати повітря, моторизовані вікна та навіть метеостанція. Фільтрація припливного повітря не є поширеним явищем. Основним недоліком гібридних систем є складна система керування. Вони додають додаткові витрати на встановлення з точки зору дорогих деталей та навченого персоналу для їх встановлення. Більшість мешканців почуваються комфортно з (або віддають перевагу) простішим інтерфейсом користувача.

Випадкова вентиляція

Випадкова (або випадкова) вентиляція стосується функцій або ефектів, які не були розроблені для забезпечення вентиляції всього будинку, але насправді можуть бути такими. Коли вони дійсно випадкові, їх не

«враховують» у проекті вентиляції, але їх може знадобитися врахувати, щоб визначити фактичний вплив конкретної конструкції на енергію та клімат у приміщенні.

Наприклад, теплообмінник повітря-повітря може рекуперувати лише енергію повітря, яке проходить через нього. Якщо будівля має негерметичність і значна частина фактичного вентиляційного повітря проходить байпасом, енергетична ефективність обміну буде серйозно порушена. На противагу цьому продуктивність теплового насоса на витяжному повітрі менше залежить від герметичності оболонки, хоча й не є повністю незалежною.

Інфільтрація

Витік повітря через огороджувальні конструкції будівлі може негативно вплинути на ефективність вентиляції незалежно від системи вентиляції. Рівень інфільтрації не є постійним, оскільки залежить від погоди. Як механічні, так і пасивно вентильовані будинки з протіканням втрачатимуть енергію, коли рівень інфільтрації високий протягом опалювального сезону. У огороджувальній конструкції будівлі відбувається дуже мала рекуперація тепла (Walker and Sherman, 2003), що зазвичай призводить до втрати енергії, яка використовується для кондиціонування інфільтруючого повітря. Збалансовані системи вентиляції також зазнають зниження продуктивності, коли повітря обходить блок рекуперації тепла. Однак, занадто щільні будівлі також можуть постраждати від зниження якості повітря в приміщенні. Механічні витяжні системи можуть створювати негативний тиск усередині житла, коли рівень інфільтрації низький. Це може призвести до зворотних тяг від приладів згоряння, поганої якості повітря в приміщенні та високих вимог до потужності вентиляторів.

Існує кілька методів вимірювання протікання через огороджувальні конструкції будівлі (Sherman 1990, Sherman and Chan 2004, Ask 2003, Dorer 2004). В ідеалі будівля повинна пропускати не більше повітря, ніж потрібно для здорового повітря в приміщенні. Кількість інфільтрації залежатиме від

герметичності будівлі, різниці температур всередині та зовні приміщення, а також тиску вітру. Щільна огороджувальна конструкція будівлі забезпечить дуже малу вентиляцію від інфільтрації та вимагатиме наявності окремої системи вентиляції. Швидкість інфільтрації необхідно враховувати під час проектування системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Шерман (1995) створив карту зон інфільтрації, необхідних для відповідності стандартам вентиляції ASHRAE 62-89, на основі кліматичних даних кожної зони. У м'якому кліматі (наприклад, узбережжя Каліфорнії) самої лише інфільтрації недостатньо для забезпечення належної вентиляції в нових добре ізольованих будинках. У той же час у суворіших кліматичних умовах рівень інфільтрації може бути настільки високим, що спричинить надмірну вентиляцію, втрати енергії та проблеми з комфортом через протяги. Ця зона вимагатиме найщільнішої конструкції будинку.

Відкривальні вікна

У більшості будинків у кожній кімнаті повинні бути вікна, що відкриваються. Мешканці, ймовірно, почуватимуться комфортніше, коли вони контролюватимуть систему вентиляції, а вікна забезпечуватимуть звичну систему вентиляції. Якщо вікна використовуються щодня, вони можуть забезпечити вентиляцію, необхідну для дотримання чинних норм. Ліддамент (2001) розглянув кілька досліджень поведінки мешканців та вентиляції та виявив, що вікна найчастіше відкриваються за таких умов: сонячні дні, вища щільність населення, вища температура зовнішнього повітря, низька швидкість вітру, під час прибирання або приготування їжі, а також під час куріння. Однак існує багато обставин, коли відкривання вікна непрактичне, такі як шум, дощ або сильний вітер, забруднювачі зовнішнього повітря, холодні протяги, проблеми з конфіденційністю, безпекою та захистом, втрати енергії, або вікном може бути важко керувати. Ці спостереження свідчать про те, що відкривання або закривання вікна не завжди відповідає потребам вентиляції.

Локальні витяжні вентилятори

Локальні витяжні вентилятори часто використовуються в приміщеннях з високою вологістю для забезпечення контролю джерела забруднення за потреби — найчастіше на кухнях та у ванних кімнатах, але пральні, підсобні приміщення та туалети також можуть мати локальні витяжні вентилятори. Локальні витяжні вентилятори не призначені для розбавлення забруднюючих речовин, а радше для їх видалення, поки вони ще концентровані. Таким чином, вони є заходом контролю джерела забруднення, а не вентиляцією у звичайному сенсі.

Виконуючи свою роботу з видалення джерела забруднення, вони також можуть збільшити загальну вентиляцію будівлі і в цьому сенсі є випадковою вентиляцією. Наприклад, високопродуктивна кухонна витяжка 400 куб. футів/хв гарантує, що загальна швидкість вентиляції буде (тимчасово) щонайменше 400 куб. футів/хв, що значно перевищує мінімальні показники 62,2. Оскільки робочий цикл цих локальних витяжних вентиляторів визначається мешканцями та, ймовірно, пов'язаний з діяльністю, що генерує джерело забруднення, не можна розраховувати на те, що вони задовольнять мінімальні вимоги до вентиляції.

Помітним винятком з останнього твердження є вентилятор для ванної кімнати «подвійного режиму». У цій конструкції безперервно працюючий локальний витяжний вентилятор одночасно задовольняє потреби як у локальній витяжці, так і в вентиляції всього будинку. За умови, що вентилятор відповідає відповідним вимогам (наприклад, розмір, шум), 62.2 дозволяє такий підхід.

Фактори реального світу

Стандарт 62.2 — або будь-який інший стандарт чи кодекс вентиляції — це набір мінімальних вимог, дотримання яких забезпечить певний мінімальний рівень якості повітря в приміщенні. Однак, вирішуючи, як застосовувати такі вимоги, необхідно враховувати різноманітні фактори реального світу. Часто ці рішення визначаються потребами клієнта (або забудовника) більше, ніж вимогами стандарту. (Rudd and Lstiburek, 2001)

Проблеми будівництва та монтажу

Потенційна проблема існує, коли технології не встановлені або не спроектовані належним чином (Dorer, 1998). Будь-яка система вентиляції не досягне свого потенціалу продуктивності, якщо компоненти погано виготовлені або встановлені неправильно. У 2001 році групу нещодавно збудованих будинків у Міннесоті було обстежено на предмет різних показників продуктивності. Sheltersource, Inc. (2002) виявила, що середня виміряна витяжна потужність вентилятора у ванній кімнаті становила лише від 71 до 75% від загальної номінальної потужності. Кілька факторів сприяли низькій продуктивності, включаючи велику довжину повітроводів. Стиснення в гнучких повітроводах також може збільшити перепад тиску до дев'яти разів. Це призвело до втрати швидкості вентиляції та значного збільшення споживання енергії та енергії системою опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (Abushakra, Walker, and Sherman, 2003). Герметичність будівлі – це ще одна сфера, де якість будівництва та проектування будівлі є такою ж важливою, як і матеріали, для визначення бажаної герметичності огороджувальних конструкцій будівлі (Sherman and Chan, 2004).

Енергія та витрати

Вентиляція потребує енергії для переміщення повітря та кондиціонування припливного повітря. Крім того, вона вимагає витрат на придбання, проектування та встановлення обладнання. Використання енергії для вентиляції та інфільтрації є значним і може становити від однієї третини до половини загальної енергії, що потребується для кондиціонування приміщень (Sherman and Matson, 1993). Споживання енергії в будівлях становить приблизно 40% від загального споживання первинної енергії в розвинених країнах. З них житловий сектор використовує від 60 до 70% для кондиціонування приміщень (Orme, 1998). Можна вжити практичних заходів для економії енергії, забезпечуючи при цьому здорову вентиляцію. До них належать уникнення непотрібних повітрообмінів (через протікання в

будівлях), використання належних стратегій контролю (не відкривання вікон під час періодів опалення та охолодження) та оптимізація ефективності вентиляторів та обладнання. Orme (2001) зазначив, що втрати енергії від повітрообміну такі ж важливі, як і втрати на теплопровідність та обладнання.

Sherman and Matson (1993) підрахували, що 2,1 EJ на рік можна заощадити, зміцнивши існуючий житловий фонд США. Більшість житлового фонду США використовує інфільтрацію як систему вентиляції. Середня швидкість вентиляції оцінюється в понад 1 обмін повітря на годину з розрахунковим енергетичним навантаженням 4 ЕДж на рік. Якби існуючий житловий фонд був удосконалений і була б встановлена система безперервної механічної вентиляції, яка б забезпечувала середню по країні швидкість обміну повітря 0,52 ACH, дослідники оцінили енергетичне навантаження в 1,8 ЕДж з економією коштів у 2,4 мільярда доларів (Шерман і Матсон, 1997).

Системи механічної вентиляції можуть заощаджувати енергію, яка використовується для кондиціонування припливного повітря, якщо огороджувальна конструкція будівлі герметична, а інфільтрація обмежена. Споживання енергії можна зменшити на 9-21%, встановивши систему механічної вентиляції з рекуперацією тепла (Hekmat, Feustel, and Modera, 1986). Існують додаткові витрати на придбання, встановлення та експлуатацію обладнання. У таблиці 1 (Rudd, 2005) підсумовано витрати на різні механічні системи припливної та витяжної вентиляції.

Усі системи працюють безперервно, але зроблено оцінку вартості роботи центрального вентилятора для змішування, якщо це буде варіантом для деяких будинків. Результати показують, що система витяжки з одним отвором є найдешевшою для придбання та встановлення, її орієнтовна вартість становить 70 доларів. Це підтверджують Wray et al. (2002), які також виявили, що система механічної витяжки є найдешевшою в експлуатації. Хоча 4-точкова система вентиляції з рекуперацією енергії буде найдорожчою для придбання та встановлення (1720 доларів), переваги покращеного розподілу повітря, можливостей фільтрації та економії енергії можуть переважити

початкові витрати. Як і очікувалося, модернізація існуючого будинку дорожча за нове будівництво, а багатоточкові розподільчі системи були дорожчими за одноточкову. Якщо в будинку є існуюча центральна система вентиляції, то інтеграція припливної вентиляції з одноточковою витяжкою не обов'язково має бути надмірно дорогою.

Витрати на обладнання та встановлення нових та модерні-зованих систем механічної вентиляції (Rudd, 2005).

Ventilation System Description	*Central fan use**	*Equipment Costs ($US)*	*Installation Costs ($US)*	*Total Costs ($US)*
Single-point Exhaust, new construction	Off 10min/hr	70 125	0 20	70 145
Single-point Exhaust, retrofit	Off 10min/hr	100 155	200 240	300 395
Multi-point Exhaust, new construction, 2 bath fans	Off 10min/hr	140 195	0 20	140 215
Multi-point Exhaust, new construction, remote fan	Off	450	3 points, 400 4 points, 500	850 950
Multi-point Exhaust, retrofit, remote fan	Off	450	3 points, 800 4 points, 1000	1250 1450
Single-point Supply, new construction, remote fan	Off 10min/hr	350 405	350 370	700 775
Multi-point Supply, new construction, remote fan	Off	350	3 points, 550 4 points, 650	900 1000
Single-point HRV, new construction	Off 10min/hr	800 800	550 570	1350 1370
Multi-point HRV, new construction	Off	800	3 points, 750 4 points, 770	1550 1570
Single-point ERV, new construction	Off 10min/hr	800 800	550 570	1350 1370
Multi-point ERV, new construction	Off	950	3 points, 750 4 points, 770	1700 1720
Central-fan integrated supply with continuous single-point exhaust	Off 15min/hr 15min/hr with damper	125 125 180	100 100 120	225 225 300
Central-fan-integrated supply with intermittent single-point exhaust	Off 15min/hr	160 160	100 100	260 260

Навіть якщо такі оцінки витрат доступні, їх не обов'язково достатньо для оптимального вибору системи вентиляції. Окремі користувачі можуть надавати високі значення критеріям, які не були враховані або мали велику вагу. Для оптимізації такої багатоцільової системи іноді потрібні екзотичні підходи до оптимізації. Наприклад, Роберсон та ін. (1998) розробили таку

незвичайну оптимізацію для загальної економічної ефективності (яка включала врахування витрат на встановлення, експлуатаційних витрат, ефективності розподілу та потенціалу для розгерметизації та конденсації), що багатоточкова система подачі повітря виявилася найкращою системою загалом. У холодному кліматі група рекомендувала збалансовану систему (багатопортове постачання з однопортовим витяжним отвором) для запобігання проблемам з вологою в стінах будівлі. Однак у більшості цих випадків проста система безперервної витяжки виявилася б більш економічно ефективною, якби єдиною метою було відповідати Стандарту 62.2.

Клімат може мати великий вплив на споживання енергії. У жаркому, вологому кліматі осушення повітря необхідне в будинках з контрольованими системами вентиляції. За даними Радда та ін. (2003), механічна вентиляція з окремою системою осушення забезпечила найкращу загальну цінність, включаючи контроль вологості, витрати на встановлення та експлуатаційні витрати. Деякими ключовими факторами, що сприяли економії енергії, були розташування повітропроводів всередині кондиціонованого простору, використання ізоляції та встановлення високоефективних вікон.

Елементи керування

Доступні різноманітні системи керування, від простих до складних, для регулювання швидкості вентиляції з метою досягнення комфорту та економії енергії. Доступні різноманітні системи, включаючи таймери, датчики присутності, датчики CO2, датчики зовнішньої температури або вологості. Найменш надійна система покладається на те, що мешканець відкриватиме та/або закриватиме вікна. Мешканець реагуватиме на запахи, протяги, шум або потребу в приватності, а не на потребу в певній швидкості вентиляції.

Сфера керування вентиляцією в житлових приміщеннях продовжуватиме зростати, оскільки користувачі бажатимуть скористатися перевагами періодичної вентиляції, мати механічні системи, чутливі до забруднюючих речовин або погодних умов, тощо.

3.4. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо.

Аеродинамічний розрахунок П2

Виробничий цех(19)

Приток

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 dϑ,, 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 коефіцієнті в місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Ртер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питома 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	500	8	3	0,046	250х150	250х150	0,038	3,7	1	1	8,24	0,97	7,8	1,85	1	15,24	23,00	23,00		

2	1000	1	4	0,069	400x150	400x150	0,060	4,63	1	1	12,91	1,18	1,2	0,37	1	4,78	5,96	28,96		
3	1500	3,5	4	0,104	400x250	400x250	0,100	4,17	1	1	10,47	0,65	2,3	0,37	1	3,87	6,15	35,11		
4	3000	15	5	0,167	400x400	400x400	0,160	5,2	1	1	16,34	0,71	10,7	0,37	1	6,05	16,70	51,81		
Відгалуження																				
5	500	1	3	0,046	250x150	250x150	0,038	3,7	1	1	8,24	0,97	1,0	1,85	1	15,24	16,21	16,21	44	0,98
6	1500	20	3	0,139	400x250	400x250	0,100	4,17	1	1	10,47	0,65	13,0	1,85	1	19,37	32,37	32,37	54	0,26

Виробничий цех(19)

Витяжка

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 dϑ,, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість в перерізі uд, м/с	Коефіцієнт шорсткості βш	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динаміч ний) 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 = Ртер +	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку ме	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питома 1 п.м R, Па/м	На всій ділянці Рділ = R·l·βш·К1							

																	Pz, Па	ре жі, Па		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Магістраль 1																				
1	490	3	3	0,045	250x150	250x150	0,037	3,63	1	1	7,93	0,93	2,8	1,85	1	14,67	17,46	17,46		
2	980	4	3	0,091	400x150	400x150	0,060	4,54	1	1	12,41	1,14	4,6	0,37	1	4,59	9,15	26,61		
3	1470	4	4	0,102	400x250	400x250	0,100	4,1	1	1	10,02	0,62	2,5	0,37	1	3,71	6,19	32,80		
4	1960	4	4	0,136	400x300	400x300	0,126	4,32	1	1	11,23	0,59	2,4	0,37	1	4,16	6,52	39,31		
5	2450	3	5	0,136	500x300	500x300	0,158	4,32	1	1	11,23	0,52	1,6	0,37	1	4,16	5,72	45,03		
6	2940	2	5	0,163	500x300	500x300	0,157	5,2	1	1	16,22	0,73	1,5	0,37	1	6,00	7,46	52,49		
7	3430	2	5	0,191	500x400	500x400	0,200	4,76	1	1	13,64	0,53	1,1	0,37	1	5,05	6,11	58,60		
8	4900	15	5	0,272	500x400	500x400	0,200	6,81	1	1	27,92	1,03	15,5	0,37	1	10,33	25,78	84,38		
Відгалуження																				
9	490	3	3	0,045	250x150	250x150	0,037	3,63	1	1	7,93	0,93	2,8	1,85	1	14,67	17,46	17,46		

10	980	4	3	0,091	400x150	400x150	0,060	4,54	1	1	12,41	1,14	4,6	1,85	1	22,96	27,52	27,52		
11	1470	4	4	0,102	400x250	400x250	0,100	4,1	1	1	10,02	0,62	2,5	1,85	2	37,07	39,55	39,55	53	1,38

3.5. Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря

ПВ1	Припливно-витяжна установка зовнішнього виконання (ліва) з роторним ре-куператором , в комплекті з автоматикою та щитом керування, у складі:	KG Top 1510		ТОВ «ВОЛЬФ ТЕХНІК»	шт	1		**ТКП 124-ОВ Від 28.05.2025**
	Приплив:			або аналог				
	1.Секція повітряного клапана з електроприводом (розм. 714х510мм)				шт	1		
	2.Секція фільтру М5 (кишеньковий)				шт	1		
	3. Секція роторного рекуператора нагрів повітря від -22°С до +12,8°С				шт	1		
	4.Секція пуста				шт	1		
	5. Секція вентилятора. Вентилятор припливний L=3000х1,1=3900 м3/ год., N=1,29кВт , n=3270 об/хв, електродвигун N=1,5кВт , n=2865 об/хв , 3ф/400 V, Р=400Па	F315C - 1,5 - 3000 M IE3			шт	1		
	6.Секці нагріву. Теплоносій вода Т1=80°С, Т2=60°С, Qт =4,19кВт				шт	1		
	7.Секция охолодження Qox =18,41кВт, двоступенева, охолодження від +28 °С до +20°С.(2-х контурна).				шт.	1		
	Витяжка В1 :							
	8. Секція фільтру М5 (кишеньковий) ISO ePM10 50%				шт.	1		
	9. Секція вентилятора. Вентилятор витяжний L=4900х1,1=5400 м^3/ год., N=1,68 кВт, n=3000об/хв, електродвигун N=2,2кВт , n=2880 об/хв, 3ф/400 V Р=400Па	FE355C - 2,2 - 3000 IE3			шт.	1		
	10. Секція повітряного клапана з електроприводом (розм. 714х510мм)				шт.	1		
	Гнучке з'єднання				шт.	4		

ККБ1	Компресорно-конденсаторний блок Galletti, 3ф, 400В, Qх =19,2 кВт, N=6,7 кВт	MTE018C		ТОВ «ВОЛЬФ ТЕХНІК» або аналог	шт.	1		**ТКП 124-ОВ Від 28.05.2025**
	Комплект підключення MRV				шт.	1		
ПВ2	Припливно-витяжна установка зовнішнього виконання (ліва) з роторним ре-куператором , в комплекті з автоматикою та щитом керування, у складі:	KG Top 2015		ТОВ «ВОЛЬФ ТЕХНІК»	шт	1		**ТКП 124-ОВ Від 28.05.2025**
	Приплив:			або аналог				
	1.Секція повітряного клапана з електроприводом (розм. 1019х815мм)				шт	1		
	2.Секція фільтру М5 (кишеньковий) ISO ePM10 50%				шт	1		
	3. Секція роторного рекуператора нагрів повітря від -22°С до +6,1°С				шт	1		
	4.Секція пуста				шт	1		
	5. Секція вентилятора. Вентилятор припливний L=8600х1,1=9500 м3/ год., N=2,94кВт , n=2010 об/хв, електродвигун N=4,0кВт , n=1455 об/хв , 3ф/400 V, P=400Па	FE500C - 4 - 1500 IE3			шт	1		
	6.Секці нагріву. Теплоносій вода Т1=80°С, Т2=60°С, Qт =31,55кВт				шт	1		
	7.Секция охолодження Qox =51,78кВт, двоступенева, охолодження від +29,4 °С до +20°С.(2-х контурна).				шт.	1		
	Витяжка В2 :				шт.	1		
	8. Секція фільтру М5 (кишеньковий) ISO ePM10 50%							
	9. Секція вентилятора. Вентилятор витяжний L=8100х1,1=9000 м3/ год., N=2,29 кВт, n=1830об/хв, електродвигун N=3,0кВт , n=1450 об/хв, 3ф/400 V P=400Па	FE500C - 3 - 1500 IE3			шт.	1		
	10. Секція повітряного клапана з електроприводом (розм.1019х815мм)				шт.	1		
	Гнучке з'єднання				шт.	4		
ККБ2	Компресорно-конденсаторний блок Galletti, 3ф, 400В, Qх =55,3 кВт, N=16,0 кВт	MTE053C		ТОВ «ВОЛЬФ ТЕХНІК» або аналог	шт.	1		**ТКП 124-ОВ Від 28.05.2025**
	Комплект підключення MRV				шт.	1		

3.6. Розрахунок повітророзподілення

Параметр	Значення	Одиниці
Витрата повітря на приміщення	2120	$м^3$/год
Висота приміщення	3,5	м
Нормативна температура в робочій зоні	24	°C
Нормативна рухливість повітря в робочій зоні	0,25	м/с
Різниця температур	8	°C
Кількість повітророзподільників	6	шт.
Витрата повітря на 1 повітророзподільник	350	$м^3$/год
Площа живого перерізу	0,037	$м^2$
Швидкість виходу повітря	2,6	м/с
Відстань до робочої зони	1,5	м
Відношення $X_п$ / $\sqrt{F_0}$	7,8	—
Коефіцієнти m / n	2,7 / 1,9	—

№	Параметр	Значення / Розрахунок	Результат
1	Критерій Архімеда на виході ($Ar_{0,1}$)	$11,1 \times (8 \times \sqrt{0,037}) / (2,6^2 \times 297)$	**0,008**
2	Поточний критерій Архімеда ($Ar_{x,1}$)	$(1,9^2 / 2,7^2) \times 0,008 \times (1,5 / (1,13 \times \sqrt{0,037}))^2$	**0,07**
3	Коефіцієнт K_h	$\sqrt[3]{(1 + 1,3 \times 0,07)}$	**1,02**
4	Швидкість на осі струмини в робочій зоні	$2,6 \times (2,7 \times 0,9 \times 0,8 \times 1,02 \times \sqrt{0,037}) / 1,5$	**0,24 м/с**
5	Перепад температур на осі струмини	$8 \times (1,9 \times 0,8 \times \sqrt{0,037}) / (1,5 \times 1,02 \times 0,9)$	**1,4 °C**

Розділ 4. Заходи з енергоефективності.

Розумні системи HVAC та сенсорні технології для «розумних» будівель

Чому компанії інвестують у технології для «розумних» будівель? Очевидна перевага — це значне скорочення витрат на споживання енергії та експлуатаційні витрати. Проте існують і інші вагомі причини, чому «розумні» системи HVAC (опалення, вентиляції та кондиціонування), датчики та інші технології надають компаніям конкурентну перевагу:

Зниження експлуатаційних витрат дозволяє компаніям більше інвестувати в ініціативи, що приносять прибуток, наприклад, у розробку нових продуктів та послуг.

Заощаджені кошти можна реінвестувати в програми трансформації робочого середовища, які допомагають залучати таланти, покращувати співпрацю та стимулювати нові ідеї й інновації.

Більший контроль над системами будівлі, а також інтелектуальні дані, необхідні для прийняття кращих стратегічних рішень щодо управління об'єктами.

Навіть можна використовувати технології «розумних» будівель для покращення досвіду співробітників. У часи, коли компанії намагаються повернути працівників в офіси, важливість досвіду на робочому місці є вищою, ніж будь-коли.

Чому «розумні» системи HVAC такі ефективні

Технологія «розумного» HVAC зменшує витрати на енергію, полегшує навантаження на технічний персонал та забезпечує кращі умови комфорту для співробітників. Але що саме таке «розумний» HVAC і як він працює?

Як і інші типи технологій для «розумних» будівель, «розумний» HVAC використовує датчики, які інтегруються з вашою системою автоматизації будівлі. Ці датчики збирають дані про умови по всій будівлі. Інше спеціалізоване обладнання HVAC дозволяє точно налаштовувати температуру, вологість та потік повітря в різних зонах (на основі даних від

датчиків), щоб оптимізувати комфорт, одночасно зменшуючи споживання енергії.

Сенсорні технології для «розумного» HVAC

Термічні датчики

Стратегічно розміщені термічні датчики можуть виявляти різницю в умовах у кожній зоні вашого простору. Наприклад, людна конференц-зала може швидко нагрітися, тоді як у відкритому офісному просторі з високими стелями може стати прохолодно (оскільки тепле повітря піднімається вгору, а люди знаходяться ближче до підлоги). «Розумна» система HVAC використовує ці дані, щоб адаптуватися до змін умов протягом дня чи тижня.

Датчики CO2

Згідно з нещодавнім дослідженням Гарвардської школи громадського здоров'я, високий рівень CO2 у будівлі може мати прямий негативний вплив на мислення та прийняття рішень. Датчики CO2 можуть виявляти рівень вуглекислого газу в приміщенні, який може зростати до небажаних значень при збільшенні кількості людей. Коли поріг досягнуто, система HVAC може збільшити подачу свіжого повітря. Ця технологія може мати значний вплив на добробут персоналу.

Датчики присутності (окупантності)

Датчики присутності корисні для офісних середовищ, де використання простору не є рівномірним протягом усього часу. Мобільні працівники дедалі частіше залишають робочі столи та конференц-зали порожніми до 50–60 відсотків часу. Тим часом ви витрачаєте енергію на опалення та охолодження простору для людей, яких там немає.

Датчики присутності визначають наявність людей (зазвичай за допомогою фіксації руху). Ці дані можна використовувати для регулювання температури на основі реального використання, заощаджуючи ваші кошти на споживанні енергії.

Хоча система HVAC споживає від 40 до 70 відсотків енергії вашої будівлі, електрика для освітлення також є величезною статтею витрат — 25 відсотків і

більше. Крім керування системою HVAC, датчики присутності також контролюють освітлення для подальшого зменшення витрат.

Датчики освітленості

Сучасні офісні простори проєктуються так, щоб впускати більше природного світла. Однак зміни денного світла від ранку до вечора і від однієї частини будівлі до іншої можуть призвести до збоїв у роботі системи HVAC. У результаті сонячні зони стають занадто гарячими, тоді як ділянки з меншою кількістю природного світла можуть стати занадто холодними.

Рішення? Датчики, які виявляють рівень навколишнього світла і відповідно коригують роботу вашого «розумного» HVAC та освітлення.

Додатки для HVAC, що підвищують комфорт на робочому місці

Одна з найбільших скарг працівників в офісі — це температура. Дискомфорт дає співробітникам ще одну причину уникати офісу. А для тих, хто все ж таки приходить, спека чи холод знижують продуктивність.

Тепер існують додатки, які вирішують цю проблему. Співробітники можуть повідомляти про свій рівень комфорту в режимі реального часу (за лічені секунди через додаток на телефоні), а технічний персонал може точно побачити, де виникла проблема, і внести зміни в налаштування систем будівлі. У деяких випадках продукт інтегрується з елементами керування будівлею та може автоматично вносити корективи на основі відгуків користувачів.

Докладніше: «Краудсорсинговий контроль температури в офісі за допомогою додатків»

Більше технологій HVAC для комфорту та продуктивності

Вентиляція з контролем за запитом (DCV)

Це технологія «розумного» HVAC, яка дозволяє налаштовувати умови в будівлі на основі даних від датчиків присутності. Коли рівень використання приміщень падає нижче розрахункових показників, спеціалізоване вентиляційне обладнання зменшує забір зовнішнього повітря, що знижує споживання енергії.

Вентилятори зі змінною швидкістю

Традиційні двигуни вентиляторів HVAC працюють лише на одній швидкості: на повну потужність. Двигуни зі змінною швидкістю можуть коригувати роботу відповідно до рівня заповненості приміщень або поточних умов. Для модернізації існуючих вентиляторів можна встановити комплекти приводів зі змінною частотою.

Системи VRF (Variable Refrigerant Flow)

Якщо ви робите ремонт або будуєте новий офіс, технологія VRF — це найсучасніше рішення в опаленні та охолодженні. Ось чому ці системи стають вибором для сучасних офісних просторів:

Ефективний дизайн дозволяє їм споживати значно менше енергії.

Тиха робота є ідеальною для офісного середовища.

Система спроєктована для зонної роботи, що забезпечує стабільний комфорт без «гарячих» або «холодних» зон.

Сучасні елементи керування полегшують роботу технічного персоналу.

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

Поради з безпеки для техніків ОВК

Техніки з опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК) відповідають за встановлення, обслуговування та ремонт систем опалення та охолодження в житлових, комерційних та промислових приміщеннях. Техніки ОВК виконують важливу роботу, і ця галузь постійно зростає та змінюється, тому фахівці користуються великим попитом. Ця кар'єра пропонує чудову безпеку роботи, компенсацію та можливості для вирішення проблем, але техніки ОВК також щодня стикаються з ризиками для безпеки на роботі.

Оскільки робота в ОВК включає підйом важкого обладнання, роботу з електричним обладнанням та поводження з небезпечними матеріалами, техніки ОВК щодня стикаються з потенційними ризиками для безпеки. Ось чому дотримання правил безпеки має бути пріоритетом номер один для техніків ОВК.

Які найпоширеніші травми в ОВК? Техніки ОВК стикаються з професійними робочими небезпеками щодня, і навіть найбільш досвідчені техніки можуть стати учасниками нещасних випадків на роботі та отримати травми. Саме тому важливо пам'ятати про ризики безпеки в ОВК і завжди дотримуватися правил безпеки.

Деякі з найпоширеніших травм в ОВК:

- Розтягнення, вивихи, переломи кісток та забої
- Струси
- Травми, пов’язані зі стресом
- Опіки
- Травми внутрішніх органів
- Пошкодження дихальної системи та легень

Ви можете мінімізувати ризик травм в ОВК, дотримуючись цих порад.

11 порад для забезпечення безпеки в ОВК

1. Оцініть ситуацію перед початком роботи Робота в ОВК може передбачати взаємодію з небезпечними матеріалами, інструментами та системами, тому важливо оцінити будь-які потенційні ризики безпеки перед початком, окрім носіння захисного спорядження. Кожне завдання — це унікальна ситуація та локація, тому ви повинні вжити заходів безпеки, щоб виконати його належним чином.

2. Дотримуйтесь правил OSHA Як професійний технік ОВК, ви повинні бути в курсі правил Управління з охорони праці (OSHA), щоб убезпечити себе та інших на роботі. Правила OSHA охоплюють такі аспекти ОВК:

- Небезпечні матеріали
- Робота в замкнутому просторі
- Електричні стандарти
- Захист органів дихання
- Механічне обладнання

Ретельне навчання правилам OSHA рятує життя. Незалежно від того, працюєте ви на комерційних чи промислових будівельних майданчиках, правила OSHA гарантують, що ви не піддаєтеся впливу токсичних хімікатів чи газів, таких як чадний газ, не отримаєте травм від важкої техніки і не обпечетеся через несправну проводку.

3. Завжди носіть належне захисне спорядження При роботі з системами опалення та охолодження техніки ОВК повинні завжди носити відповідне захисне спорядження, включаючи:

- Захисні окуляри/маски
- Захисний щиток для обличчя
- Беруші
- Респіратор
- Каску
- Одяг, що повністю закриває тіло, включаючи довгі штани
- Високі робочі черевики зі сталевим носком
- Щільні робочі рукавички для ОВК

Під час роботи з небезпечними матеріалами або в тісних чи замкнутих просторах ви також повинні носити захисні рукавички та маски.

4. Обережно поводьтеся з хімікатами Небезпечні хімікати є найпоширенішою причиною травм на робочих майданчиках ОВК. Ці хімікати можуть включати чистильні рідини, розчинники, холодоагенти та миючі засоби. Хімічні холодоагенти можуть призвести до опіків та серйозних травм при неправильному поводженні. Горючі хімікати можуть спричинити вибухи, якщо з ними не поводитися обережно. Окрім носіння захисного спорядження, ніколи не змішуйте хімікати і завжди тримайте їх у оригінальних контейнерах. Щоразу, коли ви працюєте з хімікатами, обов'язково дотримуйтесь знаків і інструкцій на них. Якщо у вас є будь-які сумніви щодо певної хімічної речовини, знайдіть час, щоб дізнатися про неї або запитайте поради у наставника чи іншого експерта, перш ніж працювати з нею.

5. Перевіряйте своє обладнання Подорожуючи між робочими майданчиками, ви можете загубити важливі інструменти. Перед тим, як вирушити на наступний об'єкт, перевірте, чи є у вас усі необхідні інструменти і чи вони в справному робочому стані. Використання невідповідного обладнання може призвести до нещасних випадків, тому надайте пріоритет своїй безпеці і використовуйте лише належне обладнання. Несправне

обладнання також є основною причиною травм техніків ОВК. Перед використанням будь-якого обладнання перевірте, чи шнури живлення в хорошому стані і чи всі рухомі частини працюють належним чином.

6. Не йдіть на скорочені шляхи (не нехтуйте процедурами) Окрім перевірки обладнання, не йдіть на скорочені шляхи. Коли ви працюєте з електрикою, хімікатами та, можливо, екстремальними температурами, обережність і дотримання процедур мають бути вашим головним пріоритетом.

7. Використовуйте правильні техніки підйому Техніки часто повинні піднімати важке обладнання або матеріали, і важливо використовувати правильні техніки підйому, щоб запобігти травмам. Це означає згинання в колінах, тримання спини прямою і підйом за рахунок сили ніг. Для дуже важких об’єктів використовуйте візки та платформи.

8. Використовуйте правильні інструменти для ситуації Використання невідповідних інструментів може спричинити пошкодження обладнання, серйозні травми і навіть смерть. Наприклад, техніки ніколи не повинні використовувати викрутку як важіль, тому що викрутка може зламатися і спричинити серйозну травму.

9. Використовуйте правило 3-х точок при роботі на драбинах Використання правила трьох точок означає постійне підтримання трьох точок контакту з драбиною. Це означає, що ви повинні мати або обидві ноги і принаймні одну руку на драбині, або обидві руки і принаймні одну ногу на драбині в будь-який момент часу. Ви також повинні:

- Забезпечити, щоб основа драбини була під безпечним кутом, розмістивши її на відстані однієї четвертої частини її робочої висоти (довжини) від стіни, що її підтримує.
- Переконатися, що розширення або верхня частина прямої драбини виступає на три фути (прибл. 90 см) або більше над точкою опори, коли піднімаєте драбину над низьким дахом.
- Зачепити та встановити всі фіксатори при використанні складної або розсувної драбини.

10. Знеструмлюйте електричне обладнання При роботі з електричними системами техніки повинні завжди дотримуватися належних процедур електробезпеки. Це означає забезпечення відключення живлення перед початком робіт та носіння відповідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Ураження електричним струмом найімовірніше станеться при роботі з кондиціонерами, особливо при витоку в системі ОВК. Коли вода капає на електричні частини, ризик відмови обладнання та удару струмом високий. Якщо ви працюєте з системою, де присутня вода, заздалегідь вимкніть головний автоматичний вимикач.

11. Робіть регулярні перерви Оскільки робота в ОВК фізично виснажлива, техніки повинні робити перерви, щоб запобігти втомі та травмам. Регулярні перерви допомагають технікам залишатися пильними та зосередженими.

Як стати техніком ОВК

Першим кроком до того, щоб стати техніком ОВК, є проходження належного навчання в акредитованому закладі. Програма навчання технологіям ОВК/R навчить вас усьому необхідному для початку роботи в галузі, включаючи безпечну роботу з електричними системами, використання холодоагентів та дотримання інших процедур безпеки. По-друге, ви повинні отримати необхідні сертифікати ОВК. Програми навчання ОВК, стажування та досвід роботи — все це допоможе вам отримати ці сертифікати.

Плюси та мінуси роботи техніком ОВК

Основним мінусом роботи техніком ОВК є наявність професійних ризиків для безпеки та ризик виробничих травм. Інші мінуси полягають у тому, що робота в ОВК фізично вимоглива і іноді передбачає довгі робочі години. Професійні техніки ОВК також повинні продовжувати навчання та підвищувати кваліфікацію, щоб залишатися в курсі останніх тенденцій галузі. Але з безперервною освітою приходить постійний успіх і вища оплата праці. Перевагами роботи техніком ОВК є те, що галузь має чудові перспективи та чудову компенсацію, ви отримуєте зарплату, поки вчитеся роботі, зазвичай ви

отримуєте повний соціальний пакет, і ви можете працювати та жити майже в будь-якому місці.

10 порад з техніки безпеки для фахівців з ОВК, які ви повинні знати

Ви можете побудувати тривалу та успішну кар'єру технічного спеціаліста з ОВК (опалення, вентиляція та кондиціювання), якщо дотримуватиметеся правильного протоколу безпеки. Працюючи з хімікатами та холодоагентами, взаємодіючи з електричним струмом, піднімаючи важке обладнання та працюючи в обмежених або висотних просторах, ви повинні бути обережними, уважними та дотримуватися місцевих і федеральних нормативних актів. Щоб успішно виконувати свої обов'язки в галузі ОВК, дотримуйтесь цих 10 порад з безпеки:

1. Тримайте свою робочу зону ОВК в порядку

Коли ви прибуваєте на об'єкт, огляньте його та зверніть увагу на будь-які потенційні небезпеки, такі як оголені електричні дроти або сміття в безпосередній близькості. Початкова оцінка допоможе убезпечити вас, інших працівників та ваших клієнтів. Усуньте будь-які небезпеки та облаштуйте організований робочий простір. Тримайте необхідні інструменти під рукою, а не розкидайте їх по всій робочій зоні, що може сповільнити вас і ненавмисно створити додаткові небезпеки.

2. Носіть відповідні ЗІЗ для роботи з ОВК

Щоб убезпечити своє тіло від потенційних небезпек під час роботи, ви завжди повинні надягати відповідне спорядження. Це включає довгі штани, робочі черевики зі сталевим підноском та захисну каску. Якщо вам потрібно паяти дроти або працювати з холодоагентами, надягайте рукавички та захисні окуляри або маску для обличчя. Використовуйте респіратор, якщо вентиляція погана або якщо присутні пліснява чи азбест, і вставляйте беруші під час роботи з гучними інструментами.

3. Поводьтеся з хімікатами правильно

Під час роботи вам може знадобитися працювати з розчинниками, очисниками, мийними засобами, холодоагентами та іншими хімікатами, які

можуть бути небезпечними. Переконайтеся, що ви використовуєте відповідні ЗІЗ, а також будьте обережні, щоб не змішувати хімікати між собою. Їхня реакція може створити отруйний газ, вибух або спричинити хімічні опіки. Завжди читайте етикетку перед використанням хімікату та ретельно дотримуйтесь інструкцій. Якщо ви не знайомі з типом хімікату, запитайте про нього керівника перед використанням.

4. Отримайте сертифікацію для роботи з холодоагентами ОВК

Агентство з охорони довкілля (EPA) вимагає, щоб технічні спеціалісти з ОВК мали сертифікацію EPA 608 для роботи з холодоагентами. Ця сертифікація підтверджує, що ви знаєте, як безпечно поводитися з холодоагентами та як їх утилізувати. Існує чотири типи сертифікацій, що охоплюють малі прилади, прилади високого тиску, прилади низького тиску та все інше обладнання. Вам потрібно лише скласти стандартний іспит EPA, щоб отримати сертифікацію, яка не має терміну дії.

5. Вимикайте живлення перед роботою з електричними системами ОВК

Перш ніж встановлювати або ремонтувати блок кондиціонування, обов'язково спочатку вимкніть живлення. Системи ОВК працюють під високою напругою, яка може спричинити удар струмом або навіть смерть. Блоки також можуть містити делікатні компоненти, які можна легко пошкодити через стрибки напруги, якщо налаштування виконуються під час подачі живлення.

6. Правильно використовуйте драбини як технічний спеціаліст з ОВК

Якщо вам потрібно отримати доступ до кондиціонера на даху, дістатися до повітроводів або прокласти проводку в стелі, вам знадобиться допомога драбини. Завжди пам'ятайте про правило трьох точок опори при використанні драбини — ви повинні тримати принаймні дві руки й одну ногу або дві ноги й одну руку на драбині в будь-який час, щоб не впасти. Переконайтеся, що база розташована під правильним кутом, який становить одну четверту її висоти від стіни, і фіксуйте всі замки при використанні розсувної драбини.

7. Знайте, як піднімати важке обладнання

Обладнання, з яким ви працюєте, зокрема блоки, які ви обслуговуєте, є важким. Вам потрібно знати, як правильно їх піднімати, щоб запобігти травмам спини або шиї. Згинайте коліна, тримайте спину прямо і піднімайте ногами. Використовуйте візок або платформу для будь-якого обладнання, яке важить більше, ніж ви можете підняти.

8. Не йдіть на скорочення шляху як технічний спеціаліст з ОВК

Може виникнути спокуса піти шляхом найменшого опору, але встановлення та ремонт повинні виконуватися відповідно до точних специфікацій виробника. Їхні інструкції розроблені для того, щоб система працювала безпечно та з максимальною продуктивністю та енергоефективністю. Пропуск кроків або використання неправильних методів може призвести до ураження електричним струмом, витоку холодоагенту або пожежі. Виробники також можуть анулювати гарантію на неправильно встановлене обладнання.

9. Використовуйте правильні інструменти для ОВК

Дотримання інструкцій передбачає використання правильних інструментів та обладнання для роботи. Наприклад, якщо ви намагаєтеся підділи кришку вентиляції, яка застрягла, не використовуйте викрутку як лом. Вона може зламатися і призвести до травми — не кажучи вже про те, що ви зіпсуєте інструмент і вам знадобиться заміна.

10. Робіть перерви, коли ви працюєте технічним спеціалістом з ОВК

Усі вжиті вами заходи безпеки не матимуть значення, якщо ви не ставитимете пріоритетом своє здоров'я. Робіть регулярні перерви на 5–10 хвилин протягом робочого дня, щоб відпочити та відновити сили. Якщо ви працюєте в екстремальних умовах, наприклад при дуже високих або низьких температурах, або в обмеженому просторі протягом тривалого часу, робіть перерви частіше, щоб мати можливість розім'ятися та підтримувати належний рівень гідратації.

Ви зацікавлені в тому, щоб стати технічним спеціалістом з ОВК? Зв'яжіться з Charter College сьогодні. Ми пропонуємо сертифікат з ОВК/Х (опалення, вентиляція, кондиціювання/холодильні системи), який допоможе вам підготуватися до роботи початкового рівня в цій галузі. Програму можна завершити лише за 10 місяців, тож ви зможете розпочати свою нову кар'єру менш ніж за рік. Телефонуйте за номером 888-200-9942 або заповніть форму, щоб дізнатися більше.

Знайте стандарти, щоб уникнути падінь з даху

Кар'єрний шлях технічних спеціалістів з ОВК сповнений різноманітних перешкод, які вимагають зосередженості, відданості та ґрунтовного знання правил і норм безпеки.

Техніку часто доводиться пролізати в підпільний простір, пробиратися під будівлею або на горище. Усі ці завдання небезпечні, але одне завдання, яке вимагається від фахівців з ОВК — робота на дахах — є особливо небезпечним і вимагає від роботодавців надання специфічних засобів захисту від падіння та дотримання певних стандартів.

Зі Стандартів OSHA з охорони праці та здоров'я для будівництва (Стандарт 1926.01)

Загальна промисловість – Захист від падіння

Під час виконання технічного обслуговування ОВК на дахах, застосовується стандарт OSHA для загальної промисловості §1910.132(a). На комерційних дахах блоки ОВК зазвичай розташовані поблизу центру даху, що може значно знизити ризики падіння. Проте, там, де існує потенційна можливість падіння, повинен бути забезпечений захист.

Примітка для фахівців з ОВК щодо різних норм для будівельних робітників:

Стандарт OSHA щодо захисту від падіння під час будівництва, 29 CFR Part 1926 Subpart M (починаючи з §1926.500), загалом вимагає захисту від падіння, коли є відстань падіння 6 футів або більше. У кількох дуже специфічних ситуаціях (робота на дахах з малим нахилом, деякі роботи по

краю, зведення збірних бетонних конструкцій та житлове будівництво; див. §1926.501(b)(2), (12) та (13)), через обмеження технічної здійсненності, стандарт дозволяє використання попереджувальної лінії в поєднанні з іншими заходами замість звичайного захисту від падіння (системи поручнів, особисті системи запобігання падінню або системи захисних сіток), щоб тримати працівників подалі від краю.

Встановлення обладнання ОВК не підпадає під категорії: роботи по краю, зведення збірних бетонних конструкцій або житлове будівництво. Тому опція попереджувальної лінії на 6-футовій відстані не застосовується.

Як пояснено в листі Трокселла від 1 серпня 2000 року, за умови виконання певних вимог, використання попереджувальної лінії на відстані 15 футів від краю буде вважатися мінімальним порушенням критеріїв поручнів згідно з §1926.502(b). Умови, які повинні бути виконані для застосування цієї політики, наступні:

- Попереджувальна лінія використовується на відстані 15 футів або більше від краю;
- Попереджувальна лінія відповідає або перевищує вимоги §1926.502(f)(2);
- Ніякі роботи або робоча діяльність не повинні проводитися в зоні між попереджувальною лінією та краєм; і
- Роботодавець ефективно впроваджує робоче правило, що забороняє працівникам переходити за попереджувальну лінію.

Отже, там, де ці умови виконані, ви можете використовувати попереджувальну лінію на відстані 15 футів від краю для захисту працівників ОВК.

Наступні розділи застосовуються до фахівців з ОВК, які працюють на дахах:

501(a)(2) Роботодавець визначає, чи мають поверхні для ходьби/роботи, на яких мають працювати його працівники, достатню міцність і структурну цілісність, щоб безпечно підтримувати працівників. Працівникам

дозволяється працювати на цих поверхнях лише тоді, коли поверхні мають необхідну міцність і структурну цілісність.

501(b)(1) «Незахищені сторони та краї.» Кожен працівник на поверхні для ходьби/роботи (горизонтальна та вертикальна поверхня) з незахищеною стороною або краєм, що знаходиться на висоті 6 футів (1,8 м) або більше над нижчим рівнем, повинен бути захищений від падіння за допомогою систем поручнів, систем захисних сіток або особистих систем запобігання падінню.

501(b)(4)(i) Кожен працівник на поверхнях для ходьби/роботи повинен бути захищений від падіння крізь отвори (включаючи світлові люки) на висоті понад 6 футів (1,8 м) над нижчими рівнями за допомогою особистих систем запобігання падінню, покриттів або систем поручнів, зведених навколо таких отворів.

501(b)(4)(ii) Кожен працівник на поверхні для ходьби/роботи повинен бути захищений від перечіпання, крокування в отвори або крізь отвори (включаючи світлові люки) за допомогою покриттів.

501(b)(8)(ii) Кожен працівник, що знаходиться на висоті 6 футів (1,8 м) або більше над небезпечним обладнанням, повинен бути захищений від небезпеки падіння за допомогою систем поручнів, особистих систем запобігання падінню або систем захисних сіток.

501(b)(11) «Круті дахи.» Кожен працівник на крутому даху з незахищеними сторонами та краями на висоті 6 футів (1,8 м) або більше над нижчими рівнями повинен бути захищений від падіння за допомогою систем поручнів із відбійниками, систем захисних сіток або особистих систем запобігання падінню.

501(b)(15) «Поверхні для ходьби/роботи, не розглянуті іншим чином.» За винятком випадків, передбачених у 1926.500(a)(2) або в 1926.501(b)(1) через (b)(14), кожен працівник на поверхні для ходьби/роботи на висоті 6 футів (1,8 м) або більше над нижчими рівнями повинен бути захищений від падіння за допомогою системи поручнів, системи захисних сіток або особистої системи запобігання падінню.

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

Покроковий процес монтажу HVAC-систем у нових будівлях

Вступ до монтажу HVAC-систем у нових будівлях

Будівництво нового комерційного або промислового об'єкта передбачає координацію безлічі процесів. Проте є одна система, яка безпосередньо впливає на кожен квадратний метр простору — це **HVAC (опалення, вентиляція та кондиціонування)**. Правильно спланований та реалізований монтаж HVAC-системи забезпечує стабільний комфорт, експлуатаційну ефективність, відповідність нормативним вимогам та довгостроковий контроль витрат із першого дня роботи.

Для міст, що стрімко розвиваються, таких як Маямі, Форт-Лодердейл та Вест-Палм-Біч, компанії шукають надійних партнерів, як-от **Advanced Air System**, для досягнення ідеального результату на кожному етапі.

Ми спеціалізуємося на **встановленні комерційних кондиціонерів** та складних **промислових систем HVAC**, розроблених з урахуванням клімату Південної Флориди, місцевих будівельних норм та експлуатаційних вимог.

Наш підхід поєднує в собі інженерну точність, перевірені на практиці методи монтажу та підбір обладнання під конкретний клімат. Це гарантує, що нові будівлі працюватимуть ефективно з моменту відкриття їхніх дверей.

Чому важливий правильний монтаж HVAC

Ефективність системи HVAC чинить колосальний вплив на роботу всієї будівлі. Якісний монтаж — це різниця між стабільним затишком у приміщенні та астрономічними рахунками за комунальні послуги.

Професійно виконаний монтаж забезпечує такі відчутні переваги:

- **Підвищення енергоефективності:** Помилки при встановленні призводять до витоку повітря, неправильного заправлення холодоагенту та дисбалансу повітряних потоків, що суттєво збільшує експлуатаційні витрати.

- **Покращення якості повітря:** Правильне планування системи та конструкція фільтрації забезпечують чистий, збалансований потік повітря у всіх приміщеннях.
- **Продовження терміну служби обладнання:** Точне встановлення, вирівнювання та пусконалагоджувальні роботи знижують механічне навантаження та ризик раптових поломок.
- **Відповідність нормам і безпеці:** Будівельні та енергетичні кодекси Флориди вимагають суворого дотримання стандартів монтажу комерційних і промислових систем HVAC.

Довіряючи компанії Advanced Air System, клієнти отримують оптимізовані промислові та комерційні системи, підкріплені десятиліттями досвіду та глибоким розумінням специфіки регіону.

Передінсталяційне планування та консультація

Ретельний аналіз для оптимального проєктування HVAC

Що відбувається до початку монтажу HVAC у новій будівлі? Саме на цьому етапі закладається фундамент майбутнього успіху всієї системи.

Перед початком робіт команда Advanced Air System проводить детальну оцінку об'єкта, яка включає:

- **Розрахунок навантажень:** Точне визначення потреб в опаленні та охолодженні на основі площі, теплоізоляції, орієнтації будівлі за сторонами світу та кількості людей.
- **Підбір розміру системи:** Запобігає встановленню надто потужного або занадто слабкого обладнання, що прямо впливає на ефективність і комфорт.
- **Координація з кресленнями:** Узгодження дій з архітектурними, електричними та конструктивними планами для уникнення накладок і затримок.

Для **комерційного кондиціонування** цей етап є гарантією пікової ефективності. Для **промислового сектору** ми додатково аналізуємо вимоги до

вентиляції, тепловиділення обладнання, графіки роботи та відповідність стандартам OSHA (Охорони праці).

Вибір правильної HVAC-системи

Індивідуальні рішення для кожного типу будівлі

Як обрати правильну систему для нової комерційної чи промислової будівлі? Потрібно зіставити потужність, можливості керування та довговічність системи з реальним призначенням об'єкта.

Advanced Air System розробляє рішення на основі фактичних експлуатаційних потреб, відмовляючись від шаблонних підходів. Ми оцінюємо планування будівлі, характер її заповнення, вимоги до зонування та енергетичні цілі.

- **Варіанти для комерційної нерухомості:** Дахові кондиціонери (руфтопи), спліт-системи та VRF-системи для гнучкого зонування та високої ефективності.
- **Рішення для промисловості:** Чилери, припливно-витяжні установки, градирні та спеціалізована вентиляція для приміщень із високим тепловим або технологічним навантаженням.

Кожна рекомендація збалансована за початковою вартістю, життєвим циклом ефективності, доступністю для обслуговування та можливістю масштабування.

Проєктування повітропроводів та планування повітряних потоків

Ефективні схеми розведення для максимальної продуктивності

Будь-яка кліматична система ефективна лише настільки, наскільки ефективно розподіляється її повітряний потік. Проєктування повітропроводів відіграє вирішальну роль в оптимізації температури та збереженні енергії.

Advanced Air System використовує сучасне програмне забезпечення для моделювання, щоб:

- Прокласти оптимальні маршрути повітропроводів.
- Збалансувати тиск і швидкість повітря.
- Усунути зони перегріву чи переохолодження.

- Інтегрувати системи припливу свіжого повітря та витяжки.

Незалежно від того, чи це комерційний об'єкт у Форт-Лодердейлі, чи масштабний промисловий комплекс у Вест-Палм-Біч, точність виготовлення та монтажу повітропроводів гарантує стабільну роботу системи.

Монтаж основного HVAC-обладнання

Покроковий процес встановлення

Наші сертифіковані монтажники суворо дотримуються структурованого протоколу:

1. **Розміщення блоків:** Правильне позиціонування для забезпечення належної вентиляції, дренажу та легкого доступу для обслуговування.
2. **Підключення комунікацій:** Надійний монтаж магістралей холодоагенту, дренажних ліній та ліній електроживлення.
3. **Опорні конструкції:** Якісне кріплення з використанням спеціально розроблених інженерних платформ або дахових бордюрів (курбів).
4. **Інтеграція системи:** Безпроблемне підключення до термостатів, контролерів зонування та загальнобудинкових систем автоматизації (BMS).

Для промислових об'єктів цей етап також може містити монтаж чилерів, охолоджувальних веж, систем очищення повітря або технологічної вентиляції.

Зонування та налаштування термостатів

Розумний клімат-контроль завдяки зонуванню

Зонування дозволяє незалежно регулювати температуру в різних частинах будівлі, що знижує перевитрату енергії та покращує комфорт людей. Advanced Air System проектує стратегії зонування з урахуванням заповненості кімнат, сонячної сторони та графіка роботи підприємства. Ми встановлюємо зональні заслінки та програмовані термостати, які:

- Підтримують стабільний рівень комфорту.
- Знижують непотрібні витрати енергії.

- Підвищують швидкість реакції системи на зміну умов.

Зонування є особливо цінним для великих офісів та складних промислових просторів.

Тестування системи та перевірка ефективності

Контроль якості перед передачею об'єкта в експлуатацію

Як переконатися, що HVAC-система повністю готова до роботи? Лише за допомогою комплексного тестування та верифікації.

Перед завершенням проєкту ми проводимо:

- **Балансування повітряних потоків:** Підтверджує рівномірний розподіл повітря по всій будівлі.
- **Перевірку холодоагенту:** Гарантує оптимальний тиск у системі та максимальну енергоефективність.
- **Тестування електрики:** Підтверджує безпеку та відповідність усіх підключень чинним нормам.
- **Пробний експлуатаційний пуск:** Перевіряє точність підтримання температури та реакцію автоматики.

Цей крок є критично важливим для промислового сектору, де найменші збої в роботі HVAC можуть зупинити виробничі процеси або створити ризики для безпеки персоналу.

Фінальна інспекція та відповідність нормам

Відповідність будівельним стандартам Південної Флориди

Після завершення монтажу ми проводимо ретельну фінальну інспекцію, щоб переконатися, що система відповідає всім місцевим будівельним нормам та правилам безпеки. Це включає отримання погоджень від міських інспекторів, перевірку маркування всіх компонентів та підготовку повної технічної документації.

Advanced Air System гарантує повну відповідність Енергетичному кодексу Флориди (Florida Energy Conservation Code) та іншим локальним мандатам у Маямі, Форт-Лодердейлі чи Вест-Палм-Біч, забезпечуючи клієнтам спокій та успішне закриття проєкту.

Післямонтажна підтримка та технічне обслуговування

Контракти на сервіс для вашого спокою

Будь-яка система HVAC потребує регулярного догляду для роботи на піку своїх можливостей. Ми пропонуємо гнучкі програми післямонтажного сервісу:

- Програми планово-попереджувального ТО.
- Заміна фільтрів та очищення теплообмінників.
- Цілодобове аварійне реагування (24/7).
- Енергоаудит та оптимізація роботи системи.

Підприємства по всій Південній Флориді довіряють Advanced Air System захист своїх інвестицій у кліматичне обладнання протягом усього року.

Чому варто обрати Advanced Air System

Ваш надійний партнер у сфері HVAC у Південній Флориді

Що вирізняє Advanced Air System з-поміж інших:

- Глибокий досвід роботи в умовах специфічного клімату Флориди.
- Ліцензовані, сертифіковані та застраховані професіонали.
- Комплексна експертиза: від проєктування та будівництва до механіки.
- Використання передового обладнання та технологій монтажу.
- Доведений успішний досвід у комерційному та промисловому секторах.

Професійний монтаж HVAC — це інвестиція у ваш комфорт, енергоефективність та надійність будівлі. При зведенні нового об'єкта клімат-контроль ніколи не повинен залишатися "на потім" — це основа внутрішньої життєдіяльності будівлі.

Покроковий підхід Advanced Air System гарантує точність від першої консультації до фінальної здачі під ключ. Ми допомагаємо вашому бізнесу працювати ефективно з першого дня.

Огляд життєвого циклу будівельного процесу та передових технологій у сфері монтажу збірних інженерних систем (MEP)

У нашому сучасному суспільстві, яке стрімко розвивається, будівельна індустрія як життєво важлива основа людської діяльності постає перед дедалі більшою кількістю викликів та можливостей. З огляду на невпинні темпи урбанізації та постійне зростання населення, попит на будівництво безперервно розширюється. Це зумовлює підвищені очікування від будівельних проєктів у контексті досягнення вищих рівнів ефективності, швидкості та екологічної стійкості. На цьому тлі **«префабрикація» (заводське виготовлення збірних конструкцій)** перетворилася на інноваційне рішення, що привертає пильну увагу експертів.

Монтаж інженерних систем (MEP — механічних, електричних та сантехнічних), який часто називають «кровоносною системою» будівлі, є її незамінним компонентом. Вони забезпечують життєво важливе постачання та підтримку споруд, гарантуючи належне функціонування різноманітних об'єктів та обладнання. Крім того, це глибоко впливає на екологічність, комфорт та безпеку будівель.

Традиційний монтаж MEP часто вимагає значної кількості праці, матеріалів та часу. Наприклад, брак кваліфікованих робітників може призвести до зростання витрат на робочу силу, оскільки дисбаланс між попитом і пропозицією підштовхує заробітну плату вгору. Брак навичок також може спричинити зсуви у графіках виконання проєктів, оскільки пошук кваліфікованих робітників для виконання конкретних завдань вимагає більше часу. Некваліфіковані робітники можуть не забезпечити точності, необхідної для встановлення збірних компонентів, що здатно негативно вплинути на якість і безпеку кінцевої структури.

Натомість концепція **монтажу збірних систем** передбачає, що ключові компоненти, такі як обладнання MEP та трубопроводи, можуть бути заздалегідь виготовлені на заводах і швидко зібрані на будівельному майданчику. Цей підхід, який поєднує заводське виробництво з операційним збиранням на місці, суттєво підвищує ефективність будівництва, зменшує

марнотратство ресурсів і мінімізує вплив на довкілля, спрямовуючи будівельну галузь у русло інтелектуального та сталого розвитку.

Переваги монтажу збірних систем МЕР полягають не лише в економії часу та ресурсів, а й у їхній дивовижній адаптивності та гнучкості. Індивідуальні рішення можуть сприяти швидкому встановленню різних типів трубопроводів відповідно до вимог будь-яких сценаріїв. Модульний дизайн також пропонує зручніші варіанти для технічного обслуговування та модернізації обладнання МЕР. Зокрема, монтаж збірних систем МЕР має такі переваги, які дозволяють адаптуватися до ширших тенденцій і викликів у будівельній індустрії:

- **Стандартизація:** Збірні компоненти можуть бути стандартизовані в заводських умовах, що знижує складність будівництва на майданчику та потребу в специфічних навичках робочої сили.
- **Автоматизація:** Технології автоматизації можуть застосовуватися безпосередньо у процесі виробництва, зменшуючи залежність від ручної праці та нівелюючи дефіцит кваліфікованих кадрів.
- **Підвищення ефективності:** Заводська префабрикація здатна підвищити продуктивність праці та скоротити час, необхідний для монтажу на місці, тим самим зменшуючи загальні терміни будівництва.
- **Контроль якості:** У контрольованому заводському середовищі якість збірних компонентів забезпечується значно краще, що зводить до мінімуму потребу в коригуваннях та переробках на майданчику, заощаджуючи трудові ресурси.
- **Підвищення безпеки:** Префабрикація зменшує обсяг робіт безпосередньо на будівництві, особливо у високогірних та складних умовах, знижуючи потребу у висококваліфікованих операторах з техніки безпеки.

Однак досягнення модульності систем МЕР супроводжується певними викликами. Воно вимагає вирішення питань синергії між інженерним проєктуванням та виробництвом модулів, гарантуючи їхню якість і надійність. Водночас інтеграція передових цифрових технологій, таких як **BIM**

(інформаційне моделювання будівель), **IoT** (інтернет речей), робототехніка, **TLS** (наземне лазерне сканування) та **XR** (розширена реальність), є вкрай важливою для виведення монтажу MEP у цифрову епоху.

Численні вчені розпочали глибокі дослідження складних нюансів монтажу збірних інженерних систем (MEP). Серед них Ву та ін. зосередилися на проблемі браку чіткості під час монтажу MEP на майданчику, що може призвести до конфліктів у проєктуванні та прокладанні трубопроводів. Вони провели масштабні огляди літератури, кількісний аналіз та використали анкетування для виявлення 24 факторів, які впливають на монтаж збірних систем MEP.

Стосовно проєктування моделей MEP, відсутність комплексних 3D-моделей стала ключовим викликом у цій сфері. Ван та ін. запропонували практичну структуру BIM, спрямовану на оптимізацію компонування MEP від початкового проєктування до етапу будівництва. У межах цієї структури BIM-модель розділена на п'ять чітких рівнів деталізації:

1. 3D-модель попереднього проєктування MEP;
2. 3D-модель детального проєктування MEP;
3. 3D-модель конструктивного проєктування MEP;
4. Будівельна модель MEP;
5. Збірна (префабрикована) модель MEP. Вони розробили набір із чотирьох кроків координації для ефективного вирішення проблем проєктування та технологічності будівництва.

У сфері оптимізації модулів MEP Самарасінгхе та ін. створили автоматизований та ефективний модульний алгоритм, інтегрувавши нечітку логіку (fuzzy logic), матриці структури залежностей та ієрархічну кластеризацію. Цей алгоритм розраховує оптимальну кількість модулів та точки поділу на основі витрат на префабрикацію та транспортування кожного модуля, що зрештою мінімізує загальну вартість монтажу. Крім того, Цернг та ін. запропонували раціональний алгоритм планування, який використовує методи просторового планування для поділу великих і складних систем MEP

на кілька менших збірних компонентів. Цей підхід підвищує ефективність процесу монтажу, а для підтвердження дієвості алгоритму було наведено наочний практичний приклад.

Для вирішення проблем, пов'язаних із колізіями (clashes) в MEP, Акпоневаре та ін. провели дослідження фундаментальних причин конфліктів щодо аспекту «уникнення колізій» у стандартах етапу проєктування BIM у Великій Британії. Вони застосували послідовний змішаний метод для збору та аналізу практичного досвіду BIM-координаторів з усього світу. Схожим чином Сю та ін. використали машинні навчання та евристичні методи оптимізації для розробки системи штучного інтелекту, адаптованої для вирішення подібних конфліктів проєктування. Крім того, Сє та ін. створили автоматизовану систему перевірки правил на основі управління знаннями та інформаційного моделювання будівель. Ця система інтегрує розширення модельної інформації, вилучення даних, перевірку цілісності системи та інспектування відстаней між компонентами, підвищуючи ефективність вирішення конфліктів у проєктах.

Нарешті, вирішуючи питання забезпечення якості монтажу модулів MEP, Го та ін. запропонували технологію автоматичного геометричного контролю якості на основі тривимірного лазерного сканування. Цей метод передбачає алгоритмічну підгонку даних сканування для виявлення кожного елемента MEP всередині модуля відповідно до специфічних форм різних типів елементів. Крім того, Шалхуб та ін. залучили іммерсивну доповнену реальність (AR) для виявлення розбіжностей в архітектурній інформаційній моделі в просторах стельової вентиляції. Результати продемонстрували, що іммерсивна AR може ефективно використовуватися для перевірки змонтованих будівельних елементів на відповідність очікуваній моделі, одночасно підвищуючи швидкість та точність інспекцій.

Проте інженерія монтажу збірних систем MEP є системною та безперервною будівельною технологією, і більшість досліджень звертали увагу лише на один певний етап, одну спеціальність або одну частину проєкту,

втрачаючи цілісну та систематичну перспективу. Водночас зрілість застосування різних технологій, пов'язаних із монтажем збірних систем МЕР, суттєво відрізняється. Складна інтеграція технологій та інженерії, разом із безпекою даних, конфіденційністю та іншими питаннями, гальмує розвиток МЕР у збірному будівництві.

Відтак, які технології є рушійними для інженерії монтажу збірних систем МЕР і як побудувати технічну систему монтажних робіт, зберігаючи прогресивність і скоординованість — це головні проблеми, що стоять перед галуззю сьогодні. Крім того, як практичний аспект реалізації проєктів, дослідження та розробка технологій, а також інновації в інженерії монтажу МЕР для збірних будівель також є питаннями, що потребують пильної уваги.

Як наслідок, вищезгадані дослідження демонструють значні зусилля багатьох науковців у галузі МЕР. Проте наразі бракує комплексного огляду прогресу досліджень у цій сфері. Тому ця стаття має на меті глибоко зануритися в поточний стан розвитку, переваги та виклики модульних систем МЕР, проаналізувати перспективи застосування монтажу МЕР та обговорити потенційні рішення для подолання технічних викликів. Мета полягає в тому, щоб зробити вагомий внесок у сталий розвиток цієї індустрії.

Огляд історії розвитку монтажу інженерних систем (МЕР) у збірних будівлях

Починаючи з минулого століття, технології префабрикації безперервно розвивалися, принісши революційні зміни в будівельну індустрію. Завдяки методам збірного монтажу компоненти МЕР, такі як обладнання, трубопроводи та кабельні лотки, заздалегідь обробляються, збираються та тестуються на заводах. Згодом вони транспортуються повністю або частинами на будівельний майданчик для встановлення. На основі аналізу існуючої літератури, розвиток індустрії монтажу модульних систем МЕР можна розділити на кілька етапів:

- **Етап обробки та монтажу на місці (польовий етап):** На ранніх стадіях збірного будівництва для систем МЕР (механічних, електричних

та сантехнічних) проєкти були відносно простими, в основному залучаючи префабрикацію базового обладнання MEP, такого як повітропроводи та водяні насоси. Ці компоненти зазвичай виготовлялися безпосередньо на будівельному майданчику і там же монтувалися.

- **Етап планування префабрикації:** Оскільки будівельна індустрія прагне до ефективності та якості монтажу, технологія збірного монтажу розвивалася далі. Багато виробників впровадили нові технології для виробництва компонентів та ранньої префабрикації деталей, що призвело до більшої різноманітності в якості та дизайні компонентів MEP.
- **Цифровий етап:** З безперервним прогресом цифрових технологій збірний монтаж увійшов у цифрову епоху. Поява технології BIM, зокрема, відкрила нові можливості для монтажу MEP з акцентом на деталізоване проєктування систем. Завдяки цифровому проєктуванню та виробництву збірний монтаж досяг високого рівня точності та інтеграції.
- **Етап великомасштабного та промислового збірного виробництва:** Разом із поступом індустріалізації в будівництві проєкти монтажу збірних систем MEP отримали подальший розвиток. Застосування промислових методів виробництва та автоматизованих ліній дозволяє здійснювати великосерійне виробництво обладнання MEP на заводах, підвищуючи ефективність і стандартизацію префабрикації компонентів MEP та секцій трубопроводів.
- **Етап модульного збірного виробництва та монтажу:** Модульний етап є критично важливою стадією розвитку. Цей етап зосереджений на збиранні, з'єднанні та встановленні попередньо виготовленого обладнання MEP, компонентів або модульних блоків у цільовому місці відповідно до конкретних стандартів та процедур. Точність і якість монтажу стають першочерговими під час цієї фази.

- **Інтелектуальний етап збірного монтажу:** Інтелектуальний монтаж підкреслює використання цифрових, автоматизованих та розумних технологій для підвищення ефективності, точності та екологічності будівництва. Протягом цієї фази передові технології, такі як датчики, аналітика даних, штучний інтелект та машинне навчання, забезпечують моніторинг у реальному часі, прогнозоване технічне обслуговування, дистанційне керування та оптимізований контроль, роблячи монтаж збірних систем МЕР інтелектуальнішим.
- **Етап сталого розвитку:** У монтажі збірних систем МЕР дедалі більше підкреслюється екологічність. Використання готових заводських компонентів дозволяє зменшити вплив монтажних робіт на ресурси та довкілля, тоді як збірний монтаж пропонує кращий контроль за відходами матеріалів. Багато вчених зараз зосереджують увагу на екологічніших та ефективніших методах префабрикації.

Монтаж збірних систем МЕР як критично важлива частина будівельних проєктів стрімко розвивається, відкриваючи нові можливості для майбутнього розвитку будівель та одночасно відповідаючи на зростаючі вимоги будівельної індустрії.

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.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2014.- 149 с.
3. 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.
4. 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.
5. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ» , 2022. – 63 с.
6. Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
7. 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.
8. Hamza M. et al. HVAC Systems Evaluation and Selection for Sustainable Office Buildings: An Integrated MCDM Approach // Buildings. 2023. Vol. 13, No. 7. 1847. DOI: 10.3390/buildings13071847.
9. Wang Y. et al. Energy optimization for HVAC systems in multi-VAV open offices: A deep reinforcement learning approach // Applied Energy. 2024. Vol. 347. DOI: 10.1016/j.apenergy.2023.121xxx.

10. Cuce E. et al. Role of HVAC in building energy consumption: a critical review // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2026. DOI: 10.1007/s10973-026-15322-9.

11. Jalayerian M., Jensen T., Griffin K. Post-Pandemic HVAC Systems Strategies For High-Rise Office Buildings. Chicago : CTBUH, 2020. URL: https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/4363-post-pandemic-hvac-systems-strategies-for-high-rise-office-buildings.pdf (дата звернення: 22.06.2026).

12. 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.

13. Moveh S. et al. Thermodynamic Optimization of Building HVAC Systems Using Machine Learning and Model Predictive Control // Sustainability. 2025. Vol. 17, No. 5. 1955. DOI: 10.3390/su17051955.

14. Borodinecs A. et al. Assessment of HVAC Performance and Savings in Office Buildings Using Data-Driven Approach // Journal of Sustainability Research. 2024. Vol. 6, No. 2. 41. DOI: 10.20900/jsr20240041.

15. Aghili S. A. Artificial Intelligence Approaches to Energy Management in HVAC Systems: A Systematic Review // Buildings. 2025. Vol. 15, No. 7. 1008. DOI: 10.3390/buildings15071008.

16. Hosamo H. et al. Data-Driven Ventilation and Energy Optimization in Smart Office Buildings: Insights from a High-Resolution Occupancy and Indoor Climate Dataset // Sustainability. 2025. Vol. 17, No. 1. 58. DOI: 10.3390/su17010058.

17. Faulkner C. A. et al. Investigation of HVAC operation strategies for office buildings during COVID-19 pandemic // Building and Environment. 2021 (updated analyses 2022). DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108xxx.

18. Cho J. Energy-cost analysis of HVAC system for office buildings // Energy and Buildings. 2018. Vol. 167. P. 1–14. DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.02.026.

19. Kumar R. et al. Emerging HVAC Technologies and Best Practices for Commercial Buildings // Energies. 2026. Vol. 19, No. 5. 1296. DOI: 10.3390/en19051296.

20. 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.

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

22. 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.

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

24. 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.

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

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

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

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

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

30. 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.

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

32. 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.

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

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

35. 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)

36. 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.

37. 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.

38. 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.

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

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