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: **Опалення вентиляція та кондиціонування повітря житлового комплексу Amber Park м. Рівне.**

Швидкий Іван 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:

Опалення вентиляція та кондиціонування повітря житлового комплексу Amber Park м. Рівне.

(назва)

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

Швидкий Іван Миколайович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Керівник **Микитенко М.Р.**
(прізвище та ініціали)

PhD
(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

Швидкий Іван Миколайович
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи **Опалення вентиляція та кондиціонування повітря житлового комплексу Amber Park м. Рівне.**

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

2. Керівник роботи
Микитенко Максим Русланович, PhD
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту_____

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

Розділ 6. Організація та технологія монтажу інженерних систем_____
5. Графічний матеріал за розділами
Розділ 1.Відсутній_____
Розділ 2. Креслення системи опалення житлового комплексу, аксонометричні схеми стояків, вузли обв'язки, креслення системи опалення офісів_____
Розділ 3. Креслення систем вентиляції та кондиціонування повітря офісів, 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 _____ Микитенко М.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)
Студент _____ Швидкий І.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної випускної роботи студента:	**Швидкого Івана Миколайовича**

Заклад вищої освіти	Київський національний університет будівництва і архітектури				
Тема КРБ	Опалення вентиляція та кондиціонування повітря житлового комплексу Amber Park м. Рівне.				
	Heating, Ventilation, and Air Conditioning at the Amber Park Residential Complex in Rivne.				
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	Ас. Микитенко М.Р.				
Обсяг роботи:	Пояснювальна записка				креслень формату А1
	сторінок	розділів	таблиць	рисунків	
	124	6	32	4	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 опаленню, вентиляції і кондиціонуванню повітря житлового комплексу з вбудованими офісними приміщеннями.				
Ключові слова: *Енергоефективність, опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, монтаж, житлова будівля, офіс, забезпечення мікроклімату.* Keywords: *Energy efficiency, heating, ventilation, air conditioning, installation, residential building, office, indoor climate control*					

Керівник _____ Микитенко М.Р..
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Швидкий І.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.	Опалення: Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огороджень. Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень. 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.	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. Підбір холодильного обладнання	
4.	Заходи з енергоефективності	
5.	Заходи з охорони праці.	
6.	Технології та організація монтажу систем інженерного забезпечення параметрів мікроклімату.	
	Список літератури	

Вступ

Проектування систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК) у сучасних житлових комплексах є одним із ключових завдань інженерної підготовки будівлі. Житловий комплекс Amber Park у місті Рівне — це багатофункціональний об’єкт, який поєднує житлові квартири з вбудованими офісними приміщеннями, розміщеними на цокольному поверсі. Таке планувальне рішення створює різні умови експлуатації та вимоги до мікроклімату в межах однієї будівлі.

Клімат Рівненщини характеризується холодними зимами та достатньо теплим і вологим літом. Розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду становить близько –21 °С, що зумовлює значні тепловтрати будівлі в опалювальний сезон. У теплий період року виникає потреба в ефективному охолодженні та осушенні повітря, особливо в офісній зоні, де присутні додаткові тепловиділення від людей, оргтехніки та освітлення.

Особливу увагу при проектуванні необхідно приділити цокольному поверху з офісами. Тут важливо забезпечити стабільний повітрообмін, якісне видалення надлишкового тепла та вологи, а також дотримання високих вимог до акустичного комфорту. У житловій частині комплексу пріоритетом є підтримання стабільних комфортних параметрів повітря, можливість індивідуального регулювання температури та мінімальний рівень шуму від інженерного обладнання.

Метою проекту є розробка ефективної, надійної та енергоефективної системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря для житлового

комплексу Amber Park, яка забезпечить високі стандарти комфорту для мешканців і працівників офісів, відповідатиме чинним нормативним вимогам та сучасним принципам енергозбереження.

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішити такі основні завдання:

- вивчення кліматичних особливостей міста Рівне та теплотехнічних характеристик будівлі;
- визначення тепловологісних навантажень для житлової та офісної зон;
- вибір найбільш оптимальних систем та схем ОВК;
- розрахунок основного обладнання та повітроводів;
- оцінка енергоефективності та екологічності запроектованих рішень.

Розділ 1. Загальна частина.

1.1. Характеристика об’єкту проєктування.

Проєктування та встановлення систем HVAC

Метою системи HVAC (опалення, вентиляції та кондиціонування повітря) є забезпечення належного потоку повітря, опалення та охолодження в кожній кімнаті. Це визначає ключові критерії, що описують якісну систему, а також основні міркування щодо проєктування та встановлення, яких слід дотримуватися для досягнення цієї мети. Нижче наведено детальну інформацію щодо проєктування, виготовлення, встановлення та перевірки ефективності.

Критерії якісної системи HVAC

Система HVAC повинна:

- Мати належний розмір для забезпечення правильного потоку повітря та відповідати розрахунковим навантаженням на опалення та охолодження для кожної кімнати окремо.
- Бути встановленою таким чином, щоб падіння статичного тиску повітря на виході з обробного пристрою (air handler) відповідало специфікаціям виробника та проєктним вимогам для забезпечення здатності справлятися з розрахованими навантаженнями.
- Мати герметичні повітроводи системи подачі повітря, що забезпечать правильний потік повітря.
- Бути встановленою з системою повернення повітря, розрахованою на правильний потік повітря, що повертається.

- Мати герметичні повітроводи системи повернення повітря, що забезпечують правильний потік повітря до вентилятора та запобігають потраплянню повітря в систему HVAC із забруднених зон (наприклад, вихлопні гази автомобілів, випари від хімікатів, що зберігаються, та частинки з горища).
- Мати збалансовані потоки повітря між системами подачі та повернення для підтримки нейтрального тиску в будинку.
- Мінімізувати прирощення або втрату температури повітря в повітроводах між обробним пристроєм та кімнатними решітками (дифузорами), а також між зворотними решітками та обробним пристроєм.
- Бути належним чином заправленою холодоагентом.
- Мати правильну роботу пальника та належну тягу.

Процедури проєктування та встановлення системи розподілу повітря

Для забезпечення ефективності та комфорту при проєктуванні та встановленні системи HVAC слід виконувати такі кроки:

- Визначити навантаження та потоки повітря для кожної кімнати за допомогою методик розрахунку ACCA Manual J (або їхніх аналогів).
- Спланувати систему повітроводів на плані поверху, враховуючи напрямок балок, схилів даху, протипожежних перегородок та інших потенційних перешкод. Визначити розташування та типи решіток, довжину повітроводів та з'єднання, необхідні для реалізації плану з урахуванням будівельних обмежень.

- Визначити розмір системи повітроводів відповідно до методик розрахунку ACCA Manual D (або їхніх аналогів).
- Визначити розмір обладнання HVAC відповідно до відчутного навантаження (sensible load) за методиками ACCA Manual S (або їхніх аналогів).
- Встановити обладнання та повітроводи згідно з проєктними специфікаціями, використовуючи вимоги та процедури встановлення, зазначені в специфікаціях виробників. Система повітроводів повинна бути практично герметичною.
- Належним чином заправити систему та перевірити заправку за допомогою методу перегріву випарника або методу переохолодження (або їхніх аналогів).
- Перевірити правильність роботи пальника печі та тягу в камері згоряння.
- Перевірити систему, щоб переконатися в її належній роботі: визначити, чи система правильно підібрана за розміром, чи не має вона витоків, а також чи має вона правильний статичний тиск у камері (пленумі) або правильні потоки повітря в кімнатах та системі повернення.

Рекомендовані деталі для системи HVAC: матеріали, виготовлення, дизайн, встановлення та перевірка ефективності

МІНІМАЛЬНІ СПЕЦИФІКАЦІЇ МАТЕРІАЛІВ

Наведені нижче специфікації є мінімальними рекомендованими матеріалами для забезпечення надійної та герметичної установки:

Усі матеріали:

- Повинні мати мінімальні показники температури експлуатації згідно з UL181 (повітроводи), UL181A (системи герметизації для жорстких повітроводів), UL181B (системи герметизації для гнучких повітроводів) та/або UL 181BM (мастика).
- Повинні мати показник поширення полум'я не більше 25 та максимальний показник утворення диму не більше 50 (ASTM E 84).

Заводські системи повітроводів:

- Усі заводські системи повітроводів повинні включати повітроводи, внесені до списку UL 181, із затвердженими системами герметизації, включаючи хомути, з'єднання та стики.
- Усі чутливі до тиску та активовані теплом стрічки, що використовуються у виробництві жорстких скловолоконних повітроводів, повинні бути внесені до списку UL 181A.
- Усі чутливі до тиску стрічки та мастики, що використовуються у виробництві гнучких повітроводів, повинні бути внесені до списку UL 181B (стрічка) або UL 181BM (мастика).

Системи повітроводів, виготовлені на місці (польові):

- **Повітроводи:** Заводські повітроводи для систем, що виготовляються на місці, повинні бути внесені до списку UL 181.
- **Мастичні герметики та сітка:**
    - Герметики повинні бути внесені до списку UL 181BM, бути нетоксичними та водостійкими.

- Герметики для внутрішнього застосування повинні пройти тести ASTM C 731 (екструдованість після старіння) та D 2202 (випробування на осідання на вертикальних поверхнях).
- Герметики та сітки повинні бути розраховані для зовнішнього використання.
- Герметики для зовнішнього застосування повинні пройти тести ASTM C 731, C 732 (тест на штучне вивітрювання) та D 2202.

- **Чутливі до тиску стрічки:**
  - Стрічка повинна бути рекомендована виробником гнучких повітроводів та відповідати його вимогам.
  - Стрічка, що використовується для вентиляційних плит (duct board), повинна бути внесена до списку UL 181A та позначена відповідним знаком, або бути алюмінієвою стрічкою з бутиловим клеєм (мінімум 15 міл).
- **Стяжки (drawbands):**
  - Повинні бути або хомутами з нержавіючої сталі, або стійкими до ультрафіолету нейлоновими стяжками.
  - Повинні мати мінімальну температуру експлуатації 165 градусів за Фаренгейтом (безперервно, згідно з тестом типу UL 181A) та мінімальну міцність на розрив 50 фунтів.
  - Повинні бути затягнуті згідно з рекомендаціями виробника за допомогою інструменту для регулювання натягу.

ПРОЄКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ

Загальні положення:

- Повітроводи, камери (пленуми) та фітинги повинні бути виготовлені з оцинкованого металу, вентиляційних плит або гнучких повітроводів. Будівельні порожнини не можна використовувати як повітроводи без герметичної внутрішньої обшивки.
- Корпус обробного пристрою (air handler) повинен бути герметичним.
- Повітряні фільтри повинні бути легкодоступними для заміни, а випарні котушки — для чищення.
- Повітроводи повинні бути налаштовані та підтримані таким чином, щоб запобігти використанню надлишку матеріалу, пошкодженню та звуженню діаметра.
- Вигини гнучких повітроводів не повинні проходити через гострі кути або мати контакт з металевими кріпленнями, трубами чи коробами, які можуть стиснути або пошкодити повітровод.

Розрахунок навантажень та потоків повітря:

- Обов'язковим є розрахунок навантаження за ACCA Manual J або аналогом.
- Розрахуйте втрату тепла та теплоприріст для кожної кімнати.
- Підсумуйте навантаження для визначення вимог до системи.

Розміщення системи розподілу повітря:

- Сплануйте шлях повітроводів на плані, щоб оптимізувати циркуляцію повітря та мінімізувати довжину повітроводів.
- Враховуйте розташування балок, схилів даху та інших перешкод.

- Уникайте гострих вигинів гнучких повітроводів, щоб вони не перетискалися (kink).

Визначення розмірів системи:

- Обов'язковим є розрахунок за ACCA Manual D або аналогом.
- Розрахуйте правильний потік повітря (CFM) для кожної кімнати та загальний для будівлі.
- Виберіть решітки для оптимізації розподілу повітря та статичного тиску.
- Розрахуйте площу фільтрів згідно з Manual D.

ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ГЕРМЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Усі типи повітроводів:

- Усі з'єднання та шви повинні бути загерметизовані мастикою, мастикою з армуючою сіткою або затвердженою стрічкою, що відповідає UL181.
- Усі герметики повинні використовуватися суворо за інструкціями виробника.
- Поверхні перед наклеюванням стрічки повинні бути чистими та сухими.
- Рекомендується герметизувати всі коробки решіток до гіпсокартону або підлоги за допомогою герметика.

Гнучкі повітроводи:

- Повинні з'єднуватися через металевий рукав (collar) або муфту. Внутрішня оболонка повинна механічно кріпитися до фітингів (за допомогою стяжок або гвинтів).
- Зовнішня оболонка (пароізоляція) повинна бути повністю герметичною.

Металеві повітроводи:

- З'єднання метал-метал повинні бути очищені та загерметизовані.
- Отвори більше 1/16 дюйма закриваються мастикою з сіткою; менші — мастикою або стрічкою UL-181A.

ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ

Тестування має підтвердити, що:

1. Потоки повітря в кожній кімнаті правильні.
2. Загальна подача повітря відповідає проєкту.
3. Загальний обсяг повернення повітря дорівнює загальному обсягу подачі.
4. Повітроводи та обробний пристрій герметичні.
5. Статичний тиск правильний.

Вимоги до витоків:

- Робоча система (без обробного пристрою) не повинна мати витоків більше 0,03 * на площу підлоги (м²), виміряно при 50 Па.
- Повна встановлена система (з обробним пристроєм та решітками) не повинна мати витоків більше 0,07 * на площу підлоги (м²), виміряно при 50 Па.

Проблеми з прийнятими методами розрахунку розмірів

Зв'язок між продуктивністю системи повітроводів, процедурами ACCA та якістю встановленої системи

Передісторія: Асоціація кондиціонерних підрядників України (АКПУ) публікує чотири посібники, що стосуються житлових систем опалення та кондиціонування.

- **ACCA Manual J:** Стандарт розрахунку навантаження.

- **ACCA Manual S:** Процедури вибору обладнання.
- **ACCA Manual D:** Процедури проєктування повітроводів.
- **ACCA Manual T:** Основи розподілу повітря.

Розгляд продуктивності повітроводів у ACCA Manual J: Manual J робить два фундаментальні припущення:

1. Витоків у повітроводах немає.
2. Втрати через теплопровідність повітроводів незалежні від їхньої довжини та дизайну.

Численні дослідження в Каліфорнії та інших штатах демонструють, що витоки в повітроводах збільшують енергоспоживання систем на 15–20% в середньому. Ігнорування цього факту призводить до того, що розрахункові навантаження в Manual J не відповідають реальним умовам, що відчуває обладнання.

Чому Manual J не призводить до критичного недорозмірення систем? Оскільки Manual J залишає значний простір для "безпечних" припущень підрядника (вибір обладнання більшого розміру, використання найгіршої орієнтації будинку тощо), на практиці системи часто виявляються навіть надмірно великими.

Проблеми з дизайном та комфортом: Припущення про постійні коефіцієнти втрат для всіх секцій повітроводів призводить до того, що система проєктується з викривленим розподілом повітря. Наприклад, спальня, найближча до печі, має значно менші втрати енергії, ніж майстер-спальня в

кінці довгової траси повітроводів, яка часто виявляється недорозміреною. Це призводить до нерівномірного нагрівання та охолодження.

Рекомендована стратегія: Рекомендується двофазна стратегія покращення якості:

1. **Фаза I:** Модифікація множників втрат у Manual J з урахуванням витоків та навчання підрядників для уникнення надмірного збільшення розмірів обладнання.
2. **Фаза II:** Впровадження методології розрахунку втрат для кожного окремого реєстру в будинку під час проєктування (методика Палмітера, ASHRAE Standard 152P). Це забезпечить як кращий комфорт, так і вищу енергоефективність.

7 причин обрати HVAC-технологію VRV/VRF для нового кондиціонування

Якщо плануєте замінити HVAC-систему (опалення, вентиляції та кондиціонування) у своєму комерційному приміщенні або елітному житлі в Україні, вам варто дізнатися про одну сучасну технологію. Вона називається VRF або VRV (змінний об'єм або потік холодоагенту) і має безліч переваг.

Переваги HVAC-систем VRV/VRF:

Постійний комфорт

Безшумна робота

Енергоефективність

Гнучкість монтажу, ідеально для обмеженого простору

Одночасне нагрівання та охолодження

Зональне опалення та охолодження

Ультрасучасне керування

Менше поломок / менше простоїв у роботі

Можливість дистанційного моніторингу

Що таке HVAC-система VRV/VRF?

HVAC-системи VRV/VRF, можливо, не так добре відомі в США, як спліт-системи, але ця технологія насправді існує вже десятиліттями. Вона тривалий час є пріоритетним вибором для систем HVAC в Європі, Японії, Китаї та інших частинах світу. Протягом останніх 10 років системи VRV/VRF стають усе більш популярними в Україні, особливо у великих мегаполісах, таких як Київ.

Як і традиційні центральні системи кондиціонування, що використовуються в житлових та невеликих комерційних приміщеннях, HVAC-системи VRV/VRF мають повітряне охолодження та працюють на основі холодоагенту, використовуючи зовнішні компресорно-конденсаторні блоки та внутрішні фанкойли. Але на цьому схожість закінчується.

Замість одного великого шумного блоку, який подає повітря на весь простір, система VRV/VRF складається з кількох менших внутрішніх блоків (кондиціонерів), кожним з яких можна керувати окремо і які підключені до єдиної системи. Термін «змінний потік/об'єм холодоагенту» (VRV/VRF) вказує на здатність системи регулювати кількість холодоагенту, що надходить до кожного з цих невеликих внутрішніх блоків.

Ця складна сучасна HVAC-технологія здатна забезпечувати не лише охолодження, а й тепло, і навіть робити це одночасно в різних зонах одного

приміщення. Використання кількох внутрішніх блоків дозволяє створювати зони з індивідуальним керуванням. Крім того, ці системи працюють дуже тихо та енергоефективно, оскільки компресор зі змінною швидкістю обертів працює лише на тій потужності, яка необхідна для поточних умов.

Приміщення в Україні ідеально підходять для HVAC-систем VRV/VRF

В Україні, де простір коштує дорого, а витрати на електроенергію високі, мешканці та власники бізнесу все частіше обирають системи VRV/VRF для таких типів приміщень:

Елітне житло, включаючи таунхауси з бурого каменю (брандмауери) та розкішні апартаменти

Ресторани

Роздрібні магазини

Офісні приміщення

Будь-які місця, що потребують індивідуального опалення та охолодження у кількох зонах

7 причин обрати HVAC-систему VRV/VRF

1. Енергоефективність. HVAC-системи VRV/VRF споживають менше електроенергії з кількох причин. Система спроєктована так, щоб забезпечувати саме ту кількість охолодження, яка потрібна для поточних умов, а це означає, що вона вмикається рідше і працює на меншій потужності. Вона також здатна вловлювати тепло, що виділяється в процесі охолодження, і повторно використовувати його в інших зонах, де потрібне опалення.

2. Безшумна робота. У HVAC-системі VRV/VRF більш шумний конденсаторний блок зазвичай розташовується на вулиці, а внутрішні блоки менші та працюють тихіше, ніж у традиційній спліт-системі.

3. Одночасне нагрівання та охолодження. HVAC-система VRV/VRF уловлює залишкове тепло, поглинуте з повітря під час охолодження, і перенаправляє його в інші частини будівлі, які потребують обігріву. Це означає, що ви можете увімкнути кондиціонер у вітальні, де проходить вечірка, і водночас обігрівати спальню, де спить дитина. Або ж узимку ви можете подавати тепло в прохолодні кутові офіси біля вікон та вмикати кондиціонування в центральному конференц-залі для великих зборів.

4. Постійний комфорт. Компресор системи VRV/VRF може визначати точні потреби кожної зони та надсилати саме ту кількість холодоагенту, яка необхідна для виконання завдання. Як результат, у кожній частині вашого приміщення підтримується постійний комфорт із чітко контрольованою вологістю, без перепадів температур чи «гарячих і холодних точок».

5. Менше простоїв у роботі. Оскільки HVAC-система VRV/VRF розроблена для роботи лише за потреби та в умовах часткового навантаження, знос деталей зменшується. Це означає меншу кількість поломок. Крім того, якщо з ладу виходить один внутрішній блок, інші часто продовжують працювати без змін. Тобто все ваше приміщення не залишиться без кондиціонування одночасно.

6. Потребує менше простору. Оскільки внутрішні блоки менші, а HVAC-системи VRV/VRF можуть працювати без повітроводів, вони не займають

багато місця на стінах та стелі. Це означає, що ви зможете зберегти ті розкішні високі стелі у вашій квартирі.

7. Сучасне керування. Для житлових приміщень ви можете скористатися технологіями мобільного керування, які дозволяють налаштовувати температуру для кожної зони з вашого мобільного пристрою. У комерційній сфері вбудовані елементи керування системою VRV/VRF дозволяють обійтися без купівлі дорогого програмного забезпечення для управління будівлею (BMS). За системою можна навіть стежити дистанційно для більш ефективного обслуговування.

Фактори, які слід врахувати при виборі HVAC-системи VRV/VRF

1. Потенційно вища початкова вартість.

HVAC-системи VRV/VRF на початковому етапі можуть коштувати дорожче, ніж традиційні центральні системи кондиціонування. Проте ці витрати з часом компенсуються нижчими рахунками за електроенергію та меншими видатками на ремонт. Попросіть експерта з HVAC допомогти вам порівняти витрати та вигоди.

2. Потребує досвідченого монтажника.

Ці системи є надзвичайно складними та вимагають підготовленого й досвідченого фахівця з монтажу. Якщо ви оберете компанію, яка не розуміє унікальних вимог до HVAC-систем VRV/VRF, ви отримаєте низьку ефективність роботи системи й у підсумку заплатите більше, залучаючи експерта для виправлення помилок.

3. У Нью-Йорку може знадобитися додаткове опалення.

HVAC-система VRV/VRF може виявитися нездатною повноцінно обігріти ваше приміщення в Нью-Йорку в найхолодніші місяці. Багато власників будинків і бізнесів встановлюють систему теплої підлоги як додаткове джерело тепла за потреби.

4. Враховуйте розмір внутрішніх блоків при виборі бренду.

Якщо простір обмежений (а коли в Нью-Йорку буває інакше?), обов'язково попросіть свого монтажника перевірити розміри внутрішніх блоків, коли він рекомендуватиме той чи інший бренд.

Не забувайте про технічне обслуговування

Як і інші HVAC-системи, системи VRV та VRF потребують регулярного огляду та технічного обслуговування з боку професіоналів. Для такої складної системи важливо обрати постачальника послуг із відповідним досвідом, який зможе розробити договір на технічне обслуговування з урахуванням потреб саме вашого обладнання.

Коли замислюєтеся над заміною своєї старої кліматичної техніки на нову HVAC-систему VRV/VRF, ви можете хвилюватися, що ваша колишня компанія з обслуговування не впорається з цим завданням.

Пропуск проєктування комерційної системи HVAC може зіпсувати реновацію

Проєкт комерційної системи HVAC усуває дорогі помилки

Створення нового дизайну для вашого комерційного приміщення — це водночас складний та захоплюючий процес. Коли ви оновлюєте свій бізнес, доводиться вирішувати багато завдань і приймати безліч рішень. Ймовірно, ви з нетерпінням чекаєте на вибір нових колірних схем, планування, меблів та

декору, прагнучи отримати простір, який функціонуватиме так само чудово, як і виглядатиме. Проте є один аспект планування реновації, який ви могли упустити з виду, хоча він є критично важливим для комфорту та функціонування вашого нового приміщення: проєктування комерційної системи HVAC (опалення, вентиляції та кондиціонування).

Замисліться, чому ви взагалі вирішили розпочати цей проєкт реновації. Особливо якщо ви володієте рестораном, роздрібним магазином чи готелем, де задоволеність клієнтів є вирішальною, на потребу в ремонті, швидше за все, вплинули скарги працівників та відвідувачів. Можливо, ви прагнете покращити комфорт і функціональність вашого нового простору, а також зменшити витрати на електроенергію. Проєкт комерційної системи HVAC відіграє важливу роль у тому, наскільки успішно результат реновації відповідатиме вашим вимогам.

Згідно зі статтею у *FacilitiesNet*, результати проєктів реновації часто не виправдовують очікувань через помилки, допущені на етапі планування. Що ще гірше, ви можете зіткнутися з новими проблемами, яких не передбачали, як-от скарги на якість повітря в приміщенні, проблеми з комфортом або обладнання, обслуговування якого обходиться занадто дорого через те, як саме воно було встановлено.

Ці проблеми виникають тоді, коли будівельники та підрядники монтують системи HVAC без необхідних етапів комерційного проєктування. Їм часто бракує експертних знань, щоб підібрати правильну систему для потреб конкретного бізнесу. Якщо ви залучите експертів з проєктування комерційних систем HVAC на ранніх етапах планування реновації, ви зможете уникнути цих помилок.

Помилки в проєктуванні комерційних систем HVAC, які можуть зіпсувати вашу реновацію

ПОМИЛКА №1: Ігнорування нових HVAC-технологій

Сприймайте реновацію як можливість переосмислити спосіб опалення та охолодження вашого простору. Зараз відбувається багато змін: нові

планування приміщень змінюють зони, де потрібне опалення та охолодження, а нові будівельні матеріали можуть суттєво змінити самі потреби в кліматичному контролі. У багатьох випадках навантаження зменшується завдяки більш енергоефективним вікнам, теплоізоляції та освітленню. Якщо після ремонту зміняться призначення чи заповнюваність приміщення, це означає, що вимоги до опалення та охолодження також будуть іншими.

Якщо ви залишите проєктування системи HVAC будівельникам, ви можете отримати просто новішу модель вашої старої системи, що в найкращому разі є втраченою можливістю, а в найгіршому — серйозною помилкою. Ваша стара система може більше не бути найкращим варіантом для вашого простору та бізнесу. Замість спліт-системи тепловий насос або система VRF могли б виявитися ефективнішими та продуктивнішими. Процес проєктування комерційної системи HVAC гарантує, що ви встановите саме ту систему, яка відповідає вашим специфічним вимогам.

ПОМИЛКА №2: Неправильний розрахунок необхідної потужності (навантаження)

Якщо ваш будівельник або підрядник автоматично замінить ваш кондиціонер на новий такого ж розміру, ви майже напевно отримаєте систему надлишкової потужності. Частково це пояснюється тим, що ваша колишня система, скоріш за все, від самого початку була завеликою.

У минулі роки діяло емпіричне правило «чим більше, тим краще», оскільки люди вважали, що потреби в кондиціонуванні з часом лише зростатимуть. Сьогодні ми знаємо, що все з точністю до навпаки. Завдяки підвищенню енергоефективності будівель та ефективності нових технологій, часто для вже існуючого простору потрібен агрегат меншої потужності, ніж використовувався раніше. Якщо ви просто оберете блок такого ж розміру, після завершення ремонту він часто виявиться занадто великим.

Що поганого в занадто великій системі? Надпотужні кондиціонери не лише марно витрачають енергію, а й працюють неефективно. Це призводить

до нестабільної температури та вологості в приміщенні, а також до частіших поломок і скорочення терміну служби обладнання.

З іншого боку, ваші потреби в потужності можуть зрости, якщо після реновації кардинально збільшиться кількість людей або інтенсивність використання простору. Якщо ви отримаєте замалу систему, рівень комфорту буде недостатнім, а система працюватиме безперервно, намагаючись досягти заданої температури. Це також призведе до високих рахунків за електроенергію та частіших поломок.

Експерт із проєктування комерційних систем HVAC може виконати всі необхідні розрахунки, щоб переконатися, що ваша нова система підібрана правильно за розміром і потужністю для забезпечення ефективної роботи та максимального комфорту.

ПОМИЛКА №3: Вибір обладнання найдешевших брендів

Вибір найдешевшого обладнання, яке ви тільки зможете знайти, часто обертається проти вас. Система, яка здавалася такою вигідною покупкою, може мати відомі проблеми з надійністю та продуктивністю, через що в довгостроковій перспективі вона коштуватиме дорожче.

Експерт із проєктування комерційних систем HVAC, який працює з усіма брендами кліматичного обладнання, може зробити неупереджену рекомендацію на основі необхідного типу системи та потужності. На вибір бренду впливає багато факторів, зокрема продуктивність, енергоефективність, довгострокова надійність та зручність в обслуговуванні.

ПОМИЛКА №4: Погане проєктування розподілу повітря в комерційній системі HVAC

Навіть правильний тип і бренд обладнання з точно підібраною потужністю не зможуть виконувати свою роботу ефективно без грамотно спроєктованої системи розподілу. Процес проєктування комерційної системи HVAC гарантує, що у вашому приміщенні буде скрізь однаково комфортно завдяки ретельному плануванню вентиляції та механізмів керування для кожної зони. Цей процес планування є критично важливим для великих

будівель, де периметр (із вікнами, додатковим світлом та зовнішнім повітрям) може мати зовсім інші потреби в опаленні та охолодженні, ніж внутрішні частини простору.

Коли вам потрібна нова система кондиціонування повітря, вкрай важливо обрати монтажника з досвідом проєктування комерційних систем HVAC, щоб бути впевненими, що ви отримаєте максимум від своїх інвестицій. Якщо ви не впевнені, що ваша нинішня компанія з кондиціонування має достатню кваліфікацію для цього, але не знаєте, як діяти далі, візьміть копію нашого безкоштовного посібника *«Впевненість у контракті: перехід до нового постачальника послуг HVAC»*.

Синдром Золотоволоски: як неправильний підбір розміру HVAC може коштувати вам грошей

Ми називаємо це «синдромом Золотоволоски»: це те, що відбувається, коли ви обираєте неправильний розмір системи HVAC (опалення, вентиляції та кондиціонування) для свого житлового простору.

Ви пошкодуєте про свій вибір, якщо придбаєте замалий або завеликий кондиціонер. Комфорт гарантовано лише тоді, коли розмір та потужність вашої системи HVAC підібрані ідеально. На жаль, синдром Золотоволоски є дуже поширеним явищем. Менш обізнані підрядники автоматично замінюють ваш кондиціонер на агрегат такого ж розміру, який у вас був раніше, або базують рішення щодо розміру HVAC виключно на квадратних метрах вашого приміщення.

Насправді існує набагато більше факторів, які необхідно враховувати, щоб правильно підібрати розмір HVAC.

Можливо, ви запитуєте себе, чому розмір має таке значення? Тому що розмір вашої системи HVAC має величезний вплив як на рівень вашого комфорту, так і на рівень ваших витрат.

Чому розмір HVAC має значення

Це той випадок, коли розмір не просто має значення, а є критично важливим. Якщо ви помилитеся, ви не отримаєте того комфорту, на який

розраховуєте від свого нового кондиціонера, а ваші рахунки за електроенергію зростуть. Це може стати справжнім шоком, якщо ви щойно виклали купу грошей за високоефективний блок, який у підсумку коштує вам БІЛЬШЕ в експлуатації лише тому, що він неправильного розміру.

Що відбувається, коли ваш кондиціонер замалий:

- Він працює безперервно, марно намагаючись охолодити ваше приміщення до заданої температури.
- Коли агрегат працює весь час, він споживає багато електроенергії та збільшує ваші рахунки за комунальні послуги.
- У вашому приміщенні ніколи не буває достатньо прохолодно.

Що відбувається, коли ваш кондиціонер завеликий:

- Система буде часто вмикатися та вимикатися (це називається коротким циклом), що також споживає більше електроенергії та збільшує ваші рахунки.
- Короткі цикли призводять до нерівномірного охолодження: коливань температури, а також появи гарячих і холодних зон.
- Оскільки система працює лише короткими сплесками, вона не встигає повноцінно видалити вологу, тому у вашому приміщенні відчувається вогкість і духота.
- Підвищена вологість у повітрі може призвести до появи плісняви та грибка.
- Короткі цикли також викликають передчасне зношування деталей, а це означає, що ваш агрегат ламатиметься частіше і вийде з ладу задовго до закінчення свого типового терміну служби.

Пов'язана стаття: Системи HVAC у Нью-Йорку: 8 причин, чому більше — не завжди краще.

Коли розмір вашої системи HVAC підібраний ідеально:

- У вашому приміщенні постійно комфортно.
- Ваш агрегат працює ефективно.
- Ваші витрати на електроенергію знижуються.

Як підібрати розмір HVAC ідеально

Вірите чи ні, але за старих часів установники кондиціонерів використовували картонні трафарети різних розмірів, щоб оцінити вашу площу. Чоловік ставав на певній відстані від будинку і піднімав картонні вирізки, щоб подивитися, яка з них збігається з вашим будинком. Саме так обирався розмір кондиціонера. Не дивно, що зараз працює багато старих систем, розмір яких підібрано неправильно.

Залишається лише сподіватися, що ніхто більше не використовує цей метод розрахунку навантаження, але є безліч людей, які досі користуються методом «на око». Тобто, вони оглядають ваше приміщення і вгадують правильний розмір HVAC, базуючись лише на приблизній площі простору.

Або, що ще гірше, автоматично замінюють вашу стару систему на систему такого ж розміру. Якщо стара система була підібрана неправильно (що цілком ймовірно), нова теж не буде правильною. Особливо якщо ви робите ремонт і змінюєте планування та матеріали, використані для будівництва приміщення.

Визначення правильного розміру HVAC для вашого простору передбачає виконання розрахунків навантаження на основі безлічі факторів.

Насправді це дуже науковий процес під назвою «Розрахунок навантаження Manual J», розроблений Асоціацією підрядників з кондиціонування повітря Америки (ACCA).

Фактори, що використовуються для визначення правильного розміру HVAC

Розрахунки проводяться для кожної кімнати у вашому приміщенні та враховують усі ці фактори, які впливають на вимоги до опалення та охолодження простору:

- Клімат, у якому ви живете
- Площа приміщення (квадратні метри)
- Конструкція будівлі: цегла, дерево чи бетон
- Кількість і якість теплоізоляції

- Кількість сонця та тіні, яку отримує кімната
- Кількість вікон і дверей, а також те, куди вони виходять
- Наявність та інтенсивність використання освітлення та побутових приладів, що виділяють тепло

Окрім факторів, пов'язаних безпосередньо з приміщенням, необхідно також враховувати особливості експлуатації простору та потреби в охолодженні його мешканців. Чи перебуває хтось дома більшу частину часу (а це означає, що кондиціонер повинен працювати більше годин щодня)? Чи потрібне охолодження переважно в одній зоні, чи воно буде необхідне по всьому приміщенню постійно?

Якщо ви збираєтеся встановлювати канальну систему HVAC, необхідно також виконати аналогічний розрахунок «Manual D» для визначення правильного розміру та розведення повітроводів.

Пов'язана стаття: 3 кроки для купівлі нового кондиціонера (правильний шлях).

Довіртеся професіоналам, щоб підібрати розмір HVAC ідеально

Очевидно, що розрахунок потреб у навантаженні для вашого нового кондиціонера — це не те завдання, яке ви захочете взяти на себе, якщо тільки ви не є експертом з HVAC.

Щоб знайти кваліфікованого спеціаліста, шукайте компанію з обслуговування HVAC, яка має сертифікацію MSCA або NATE. Таким чином ви зможете уникнути синдрому Золотоволоски та отримати систему HVAC, розмір якої точно відповідає вашим потребам.

1.2. Вибір і обґрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря:

Період	Температура, t, °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

Приміщення	Період року	Температура		Відносна вологість ϕ_{ext}, %	Швидкість повітря V, м/с	ГДК CO_2, г/кг
		t_{wz}	t_l			
01	Теплий	22	24,6	50	0,3	3,7
	Холодний	20	22,6	50	0,3	
03	Теплий	24	26,85	50	0,3	3,7
	Холодний	22	24,85	50	0,3	
06	Теплий	24	26,6	50	0,3	3,7
	Холодний	22	24,6	50	0,3	

1.3. Вибір і обґрунтування параметрів зовнішнього повітря.

Період року	Температура t,°C	Ентальпія I, кДж/кг	Вологовміст d, г/кг	Відносна вологість φ, %	Швидкість вітру V, м/с
Теплий	27	54,8	11,2	73	3,3
Холодний	-21	-21,7	0,5	86	4,8

Розділ 2. Опалення

Опалення в багатоквартирних будинках

У багатоквартирних будинках опалення може бути індивідуальним або колективним (центральним). Останнє використовується найчастіше, оскільки воно є економічнішим для мешканців і менш шкідливим для довкілля.
Потужність котла розрахована на задоволення потреб усіх квартир у житловому комплексі. Мережа трубопроводів дозволяє забезпечити теплом усі радіатори по всьому будинку.

Первинна енергія, що використовується, стає все більш «чистою» завдяки поступовій відмові від мазуту або газу на користь підключення до міських теплових мереж. Останні використовують щонайменше 50% відновлюваних джерел енергії.

Залежно від віку будівлі або середнього рівня споживання житлового комплексу, нормативні зобов'язання вимагають встановлення нового обладнання з метою зниження споживання енергії та зменшення викидів CO2. Прикладом цього є індивідуалізація витрат на опалення, яка є обов'язковою з 25 жовтня 2020 року і вимагає встановлення терморегуляторів (термостатичних кранів) та приладів обліку спожитої енергії.

Як працює колективне опалення?

Колективне опалення — це система, яка дозволяє генерувати тепло для всіх квартир у будівлі. Головною перевагою є розподіл витрат на технічне обслуговування та обладнання. Технічні аспекти та обслуговування контролюються професіоналами. Існує можливість цілодобового аварійного ремонту (24h/24h). Крім того, ця система дозволяє економити місце, оскільки житло не захаращене котлом.

Забезпечувати енергією багатоквартирний будинок можуть кілька видів обладнання:

- Котел на природному газі, мазуті або деревині.
- Тепловий насос (ТН).
- Підключення до тепломережі.

Це обладнання розташовується в технічному приміщенні, яке називається котельнею (або тепловим пунктом / підстанцією у випадку тепломереж).

Для підключення котла до тепловищих приладів (радіаторів) у квартирах використовуються різні розподільчі мережі.

- **Однотрубна система розподілу: найстаріша.**

  Цей контур складається лише з однієї труби для подачі тепла до радіаторів. Усі випромінювачі тепла підключені послідовно: вихід першого є входом для другого, що викликає зниження температури від одного радіатора до іншого. Перший радіатор завжди отримує значно більше тепла.

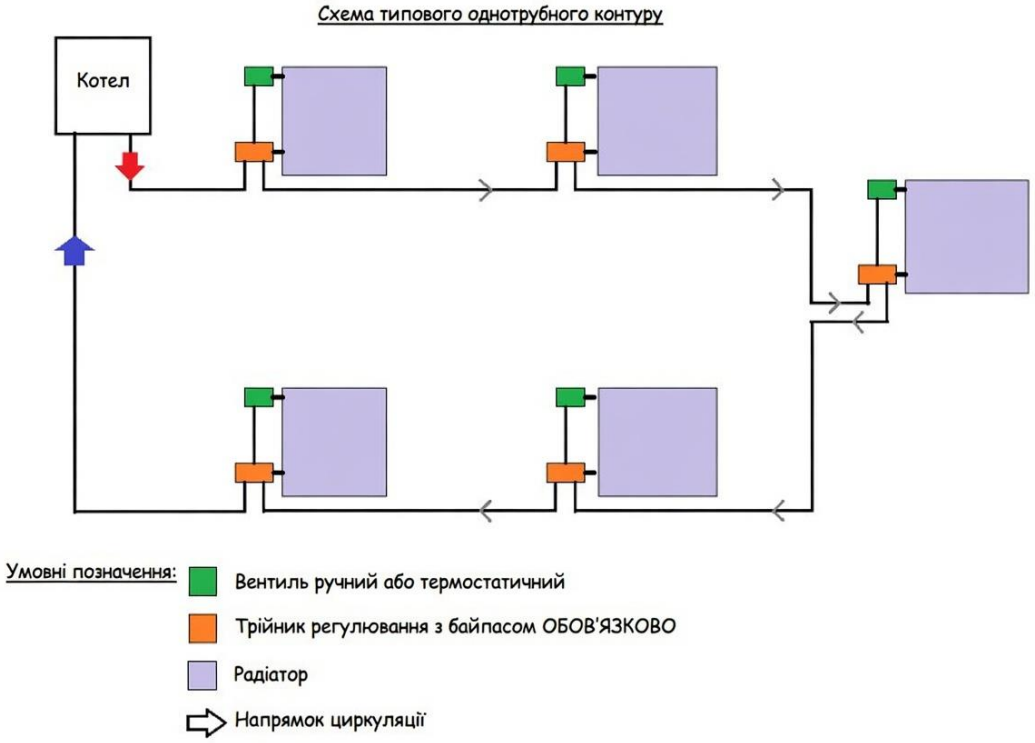


Рис.2.1. Однотрубний контур

- **Двотрубна система розподілу: найпоширеніше рішення.**

  Цей контур складається з двох систем труб.

  Одна транспортує гарячу воду з котельні до радіаторів; її називають контуром гарячої води.

  Другий контур повертає охолоджену воду від радіаторів назад до котельні, щоб вона знову нагрілася і повторно використовувалася контуром гарячої води. Це контур теплої (зворотної) води.

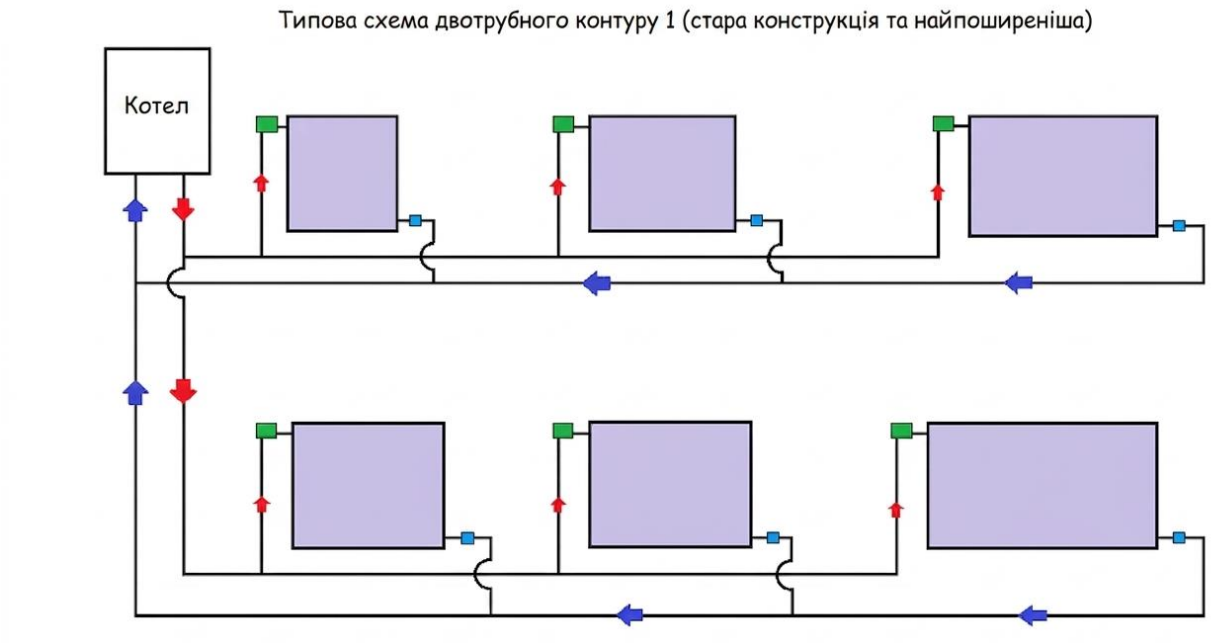


Рис.2.2. Двотрубний контур

- **Горизонтальна система розподілу: використовується у новобудовах.** Гаряча вода виробляється в колективній котельні та надходить до кожного помешкання через окрему опалювальну петлю (контур), яка належить конкретній квартирі.

Дата увімкнення та вимкнення колективного опалення

Зазвичай центральне опалення запускають приблизно 15 жовтня. Точна дата встановлюється на основі складних розрахунків або за порадою оракулів! Іноді вона визначається правилами співвласності (ОСББ) або голосуванням на загальних зборах.

Вимкнення колективного опалення відбувається між березнем та квітнем залежно від регіону та типу будівель.

Розподіл витрат на опалення

Історично в системах колективного опалення рахунок за енергію розподілявся відповідно до площі житла, за частками (коефіцієнтами tantième). Такий спосіб нарахування оплат створює проблеми:

- він не заохочує до екологічно свідомої та ощадливої поведінки;
- заміна вікон чи дверей не призводить до зниження суми в рахунку;
- тощо.

Рішення: індивідуалізація витрат на опалення

У межах індивідуалізації витрат на опалення 30% рахунку за опалення пов'язано із загальнобудинковими приміщеннями (розподіл за частками площі).

Решта 70% представляють собою індивідуальну частку відповідно до енергії, яка була реально спожита конкретною квартирою.

Системи обліку дозволяють фіксувати споживання кожної квартири та справедливо розподіляти витрати на опалення.

Цей захід дозволяє знизити загальне споживання будівлі, а отже — і рахунок за енергію!



Рис.2.3. розподіл витрат на колективне опалення

Контроль споживання енергії в багатоквартирному будинку

Індивідуалізація витрат на опалення

З 25 жовтня 2020 року індивідуалізація витрат на опалення є обов'язковою в будівлях, обладнаних колективним опаленням, де середнє річне споживання перевищує 80 кВт·год.

Мета полягає в тому, щоб підвищити відповідальність мешканців та стимулювати ощадливу поведінку.

За даними ADEME (2), впровадження цього заходу дозволить знизити споживання на 15%!

Умови індивідуалізації

В принципі, всі багатоквартирні будинки повинні перейти на індивідуалізацію витрат на опалення, щоб мешканці платили за власне споживання.

Однак існує кілька винятків:

- Коли багатоквартирний будинок має індивідуальне опалення;
- Коли технічно неможливо встановити обладнання для обліку;
- Коли розрахунок рентабельності є невигідним;
- Коли споживання опалення будівлею становить менше 80 кВт·год/м2/рік.



Рис.2.4. обов'язок індивідуалізації витрат на опалення - дата

Двотрубна система опалення

Прийшовши на зміну однотрубному опаленню, яке було складним у розрахунку, двотрубне опалення протягом останніх десятиліть стало однією з найпоширеніших систем водяного центрального опалення. Маючи високу теплову потужність, воно забезпечує житло м'яким теплом за допомогою теплої підлоги або водяних радіаторів, підключених до контуру, який призначений виключно для транспортування теплоносія. Це дозволяє підтримувати стабільну температуру від одного кінця розподільчого контуру гарячої води до іншого, на відміну від однотрубного опалення. У наступних рядках ви знайдете все, що необхідно знати про двотрубне опалення.

Що таке двотрубне опалення?

Двотрубне опалення — це система водяного центрального опалення, яка найчастіше використовується в індивідуальних або багатоквартирних житлових будинках. Гаряча вода виробляється за допомогою котла, теплового насоса або сонячного водонагрівача, а потім розподіляється через мережу труб по водяних радіаторах, розміщених у помешканні. Зауважте, що двотрубна система опалення також може забезпечувати роботу теплої підлоги. Як випливає з назви, двотрубне опалення складається з двох основних контурів:

- **перший контур** (подаючий) транспортує гарячу воду від котла до різних радіаторів, підключених до системи;
- **другий контур** (зворотний) збирає після використання охолоджену (теплу) воду на виході з радіаторів і направляє її назад до системи нагріву, щоб вона знову нагрілася перед поверненням у розподільчий контур.

Двотрубне опалення працює в закритому контурі. Воно використовує одну й ту саму гарячу воду для живлення кожного радіатора, але робота кожного радіатора є незалежною.

Принцип функціонування двотрубного опалення

Робота двотрубного опалення відносно проста. Рідкий теплоносій — у більшості випадків вода або, значно рідше, суміш води з гліколем для будинків, схильних до ризику замерзання — нагрівається в одній єдиній точці,

а потім розподіляється по всьому житлу, щоб по черзі живити радіатори, які працюють за принципом теплообмінника.

Таким чином, двотрубне опалення є комплексною системою, що складається з різних елементів:

- **система виробництва гарячої води:** теплоносій, що циркулює в трубах живлення радіаторів, доводиться до потрібної температури в котлі (електричному, газовому, на рідкому паливі, вугіллі або деревині), тепловому насосі або сонячному водонагрівачі;
- **циркуляційний насос котла** (або просто циркуляційний насос), який забезпечує рух теплоносія в опалювальному контурі під правильним тиском (як правило, від 1 до $1{,}5$ бар);
- **контур подачі**, що складається з труби (зі сталі, міді, зшитого поліетилену (PEX/PER) або металопластику в найсучасніших системах), яка транспортує гарячу воду, проходячи по житлу від радіатора до радіатора;
- **радіатори** (зі сталі, алюмінію або чавуну), підключені паралельно за допомогою врізки (відгалуження) в магістральний контур подачі та врізки в контур збору зворотної води, або тепла підлога;
- **контур збору (зворотний контур)**, який послідовно збирає охолоджену воду на виході з кожного радіатора та транспортує її назад до котла.

На яку температуру налаштовувати котел двотрубного опалення?

Все залежить від типу радіаторів, якими обладнано ваше житло. Якщо це низькотемпературні радіатори, такі як традиційні чавунні радіатори, температура теплоносія не повинна перевищувати 45 °C. Ця верхня межа піднімається до 60 °C для середньотемпературних радіаторів і до 75 °C для високотемпературних радіаторів.

Розподіл теплоносія в двотрубній системі опалення

Існує три різні способи розподілу теплоносія в контурі живлення радіаторів від котла із підтриманням стабільного та регулярного тиску:

- **верхня розводка («парасолька» / distribution parapluie):** цей тип розподілу не обов'язково вимагає використання циркуляційного насоса, оскільки рух води може відбуватися за принципом термосифона (природної циркуляції). Природне розширення води під впливом високої температури в поєднанні з силою Архімеда змушує воду циркулювати по трубах. Вода піднімається до верхньої точки, а потім опускається по контуру живлення від радіатора до радіатора назад до котла;
- **нижня розводка («свічка» / distribution chandelle):** за такого типу розподілу гаряча вода підводиться безпосередньо через контур живлення до нижнього рівня кожного радіатора. Таким чином, трубопроводи проходять під радіаторами. Цей спосіб є більш поширеним, непомітним і простішим у монтажі, ніж верхня розводка, проте нижня розводка обов'язково має супроводжуватися встановленням циркуляційного насоса для приведення води в рух у контурі;
- **вертикальна розводка («прапор» / distribution drapeau):** цей варіант є пріоритетним для багатоповерхових будинків або багатоквартирних житлових комплексів. Вона складається з двох великих вертикальних стояків (один для гарячої води, інший для повернення охолодженої води), які піднімаються від котла з поверху на поверх. На кожному поверсі виконується відгалуження від головних контурів подачі та зворотної лінії для живлення радіаторів.

Верхня розводка («парасолька») теоретично є найпростішою системою для впровадження, оскільки вона не потребує встановлення пристрою для примусової циркуляції води на виході з котла — теплоносій рухається по трубах природним шляхом. Тим не менш, вона не є найпопулярнішою, оскільки вимагає дуже точного розрахунку діаметрів розподільчої системи, щоб гаряча вода циркулювала належним чином.

Особливий випадок: петля Тіхельмана (петля Тихельмана)

Петля Тіхельмана — це система розподілу теплоносія, яка дозволяє вирівняти втрати тиску (гідравлічний опір) між різними ділянками гідравлічного контуру. Практично це означає, що зворотний контур повинен мати точно таку ж довжину, як і контур подачі, що дозволяє отримати однаковий розхід (витрату) води на вході в кожен радіатор.

Ця система зустрічається нечасто, оскільки вона вимагає прокладання приблизно на 30% більше труб, які до того ж бажано ізолювати, щоб уникнути надмірних втрат тепла. Проте вона дозволяє забезпечити регулярну циркуляцію води по всьому контуру без використання циркуляційного насоса та/або балансувальних клапанів.

Як розпізнати двотрубне опалення?

Двотрубна система опалення вирізняється наявністю двох паралельних контурів: один підводить гарячу воду, а інший збирає охолоджену воду на виході з радіатора. Щоб ідентифікувати двотрубне опалення, достатньо перевірити, чи має кожен радіатор у помешканні окреме підключення (врізку) до труби подачі та окреме підключення до труби зворотної лінії.

Теплові та енергетичні показники двотрубного опалення

Як і всі системи водяного опалення, двотрубне опалення відоме своєю інерційністю та м'яким, однорідним теплом, яке воно поширює в житлі, не пересушуючи повітря, як це може робити електричне опалення (яке в такому разі вимагало б встановлення зволожувача на радіатор). Проте передача тепла від радіаторів до навколишнього повітря відбувається виключно шляхом природної конвекції. Повітря не нагнітається примусово, як у випадку канального опалення, що може сповільнити процес підняття температури в приміщенні.

Самі по собі енергетичні показники двотрубного опалення оцінити важко. Його рентабельність, тобто кількість кВт·год енергії, необхідної для виробництва тепла, насправді значною мірою залежить від використовуваної системи нагріву. При абсолютно однаковій схемі монтажу двотрубне опалення, що живиться від електричного котла, буде, наприклад, набагато

енерговитратнішим, ніж двотрубне опалення, яке працює від газового конденсаційного котла.

Система опалення, яку обирають французи?

Хоча у новобудовах його поступово витісняють колекторні (променеві або гідрокабельні) системи опалення, які дозволяють індивідуально живити кожен радіатор безпосередньо від колектора котла, двотрубне опалення залишається найпоширенішою системою водяного центрального опалення у Франції, будучи одним із тих рішень, що пропонують найкращий компроміс між тепловою ефективністю та споживанням енергії.

Переваги та недоліки двотрубного опалення

Двотрубне опалення — це система водяного центрального опалення, яка зустрічається найчастіше як у багатоквартирних, так і в індивідуальних будинках. Вона може працювати від різних джерел тепла, включаючи найсучасніші та найбільш енергоефективні, і забезпечує м'яке та регулярне тепло по всьому житлу. З боку недоліків слід зазначити насамперед складність та високу вартість її монтажу.

Переваги двотрубного опалення

Двотрубне опалення є однією з найулюбленіших систем опалення серед французів. Незважаючи на те, що в новобудовах воно поступово замінюється іншими еквівалентними рішеннями, такими як колекторні мережі або канальні системи опалення, воно все ж має численні переваги:

- **комфорт опалення:** двотрубна система забезпечує м'яке та безперервне поширення тепла, на відміну, наприклад, від електричного опалення, яке чергує цикли ввімкнення/вимкнення. Тепло є більш однорідним і стабільним у часі;
- **велика інерція та висока теплова потужність:** гаряча вода, що постійно міститься в трубах і радіаторах, нагріває не лише навколишнє повітря, а й стіни, віконні рами та меблі, надаючи велику інерційність цьому типу систем, що особливо підходить для регіонів із холодними та вологими зимами;

- **кожен радіатор є незалежним:** за двотрубного опалення радіатори підключені до контуру живлення паралельно (через відгалуження). Таким чином, витрату гарячої води, яку вони отримують, можна регулювати індивідуально, щоб налаштовувати температуру окремо в кожній кімнаті;
- **постійна температура по всьому контуру:** на відміну від однотрубного опалення, кожен радіатор у двотрубній системі підключений до окремого зворотного контуру, призначеного для відведення охолодженої води. Таким чином, теплоносій залишається однакової температури до самого кінця контуру, не зазнаючи значних втрат тепла в дорозі;
- **хороший енергетичний ККД:** двотрубне опалення сумісне з будь-якою системою виробництва гарячої води, включаючи найновіші моделі котлів, які забезпечують в середньому до 35% економії енергії. Ним також можна керувати централізовано та покімнатно за допомогою кімнатного термостата для ще більшої економії.

Недоліки двотрубного опалення

Успіх двотрубного опалення зумовлений головним чином його високою тепловою потужністю, що робить цю систему опалення дуже популярною в країнах із холодним кліматом, насамперед у Росії. Проте вона має певні недоліки, починаючи з високої вартості монтажу, через що її встановлення є малодоцільним, якщо ваші потреби в опаленні є періодичними або обмеженими:

- **висока вартість монтажу:** залежно від обраної системи нагріву, встановлення повної двотрубної системи опалення (котел, трубопроводи та радіатори) може досягати 30 000 євро з урахуванням податків, або навіть більше для великого будинку, що є суттєвою інвестицією, навіть за умови використання державної допомоги;
- **повільне підняття температури:** поширення тепла, що виділяється двотрубним опаленням, відбувається шляхом природної конвекції, коли навколишнє повітря нагрівається при безпосередньому контакті з радіаторами.

Через це теплу може знадобитися деякий час, щоб рівномірно розподілитися по всій кімнаті, особливо якщо вона має велику висоту стелі;

- **вимагає великої кількості труб:** двотрубна система опалення потребує встановлення двох незалежних контурів: першого — для підведення теплоносія до радіаторів, і другого — для повернення охолодженої води до котла. Ці трубопроводи можуть бути складними в монтажі та займати відносно багато місця;
- **високі втрати тиску (гідравлічні втрати):** довжина трубопроводів двотрубної системи опалення може призвести до втрат тиску, тобто до зниження напору, необхідного для руху води. Чим більше в мережі місцевих опорів (колін, відгалужень, фільтрів тощо), тим вищими можуть бути втрати тиску, які в такому разі мають компенсуватися встановленням балансувальних клапанів або відповідного циркуляційного насоса.

Резюме переваг та недоліків двотрубного опалення

У таблиці нижче наведено підсумок основних переваг та недоліків двотрубного опалення:

Переваги (Avantages)	Недоліки (Inconvénients)
• Постійна та однорідна температура по всьому контуру	• Висока вартість інвестицій (матеріали та монтаж)
• Незалежне регулювання кожного радіатора	• Повільний запуск (інерційність системи)
• Сумісність з енергоефективними системами (ТН, конденсаційні котли)	• Складність монтажу та велика кількість трубопроводів
• Високий рівень теплового комфорту (м'яке тепло, велика інерція)	• Ризик значних втрат тиску у великих мережах

Як встановити двотрубне опалення?

Встановлення двотрубного опалення є відносно складним процесом, особливо що стосується трубопроводів, які повинні проходити через усе житло в закритому контурі від котла. Для кожного радіатора має бути

виконано підключення до труби подачі та підключення до труби зворотної лінії — це тонка операція, навіть коли зварювання не потрібне.

Правильний розрахунок діаметрів мережі, встановлення котла, його підключення до розподільчої мережі через циркуляційний насос, а також налаштування тиску й температури — все це також є відносно складними операціями. Самостійний монтаж повної двотрубної системи опалення слід залишати лише для досвідчених майстрів.

До кого звернутися для встановлення двотрубного опалення?

Для монтажу двотрубного опалення бажано залучити кваліфікованого інженера-теплотехніка (опалювальника), який зможе взяти на себе весь комплекс робіт. До речі, плануйте залишити приміщення на час виконання робіт, оскільки вони є тривалими та пов'язані з капітальним втручанням.

Щоб знайти кваліфікованого спеціаліста, скористайтеся рекомендаціями знайомих або одним із наступних способів:

- професійні каталоги, такі як каталоги сертифікаційних органів *Qualibat, QualiPAC* або *Eco Artisan*;
- реєстр сертифікованих фахівців RGE, розміщений на урядовому сайті *faire.gouv.fr*;
- через постачальника енергії в межах програми енергетичних субсидій (еко-премій).

Скільки коштує встановлення двотрубного опалення?

Загальна вартість двотрубного опалення є дуже мінливою, і неможливо вказати єдиний ціновий діапазон, оскільки відмінності між двома проєктами можуть бути величезними. Перевага, віддана одній системі нагріву замість іншої, або вибір на користь теплої підлоги замість стандартних водяних радіаторів, може змінити вартість утричі або навіть більше.

Які б опції ви не обрали, встановлення повної двотрубної системи опалення залишається дорогою справою. Для орієнтиру щодо мінімальної ціни: вам доведеться викласти не менше 10 000 євро, щоб обладнати невеликий приватний будинок площею 70 м².

2.1. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огороджень.

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	c_p	R	R_{cor}	δ	μ	Z	Z_{cor}	Комментарии
	м		Вт/(м·К)	кг/м³	кДж/(кг·К)	м²·К/Вт	м²·К/Вт	мг/(м·ч·Па)		м²ч·Па/г	м²ч·Па/г	
ГП	Перекрытие под неотаплив. чердаком											
Вид ограждения: Перекрытие под неотаплив. чердаком, Влажностные условия: Нормальный												
ТЕРАКОТА	0,0150		1,050	2000	0,840	0,014	0,014	250,00	3	60,0	60,0	
Р-ЦЕМПІЩ	0,0800	Розчин цементно-піщаний. Густина 1800 кг	0,760	1800	0,840	0,105	0,105	90,00	8	888,9	888,9	
TERMPIR AL	0,1500	теплоізоляційні плити з поліізоціанурату	0,022	36	1,470	6,818	6,818	12,00	60	12500	12500	
ЗАЛІЗБЕТОН	0,2000	Залізобетон, густина 2500 кг/м3.	1,920	2500	0,840	0,104	0,104	30,00	24	6666,7	6666,7	
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0	
												Сопротивленеие теплопередаче внутри R_i, [м²·К/Вт]: 0,100
												Опір теплопередачі зовні R_e, [м²·К/Вт]: 0,100
												Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]: 7,285
												Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]: 0,137
ПОЛ-ПОД	Пол в подвале											
Вид ограждения: Пол в подвале, Влажностные условия: Нормальный												
Стена, примыкающая к полу: СТЕНА-ПОД												
Разница высоты пола и грунтовой воды Z_{gw}: 10,00 м												
Высота заглубления стены, примыкающей												
ТЕРАКОТА	0,0080		1,050	2000	0,840	0,008	0,008	250,00	3	32,0	32,0	
ПІДЛ-БЕЗШОВ	0,0060		0,520	1300	0,840	0,012	0,012	115,00	6	52,2	52,2	
Р-ЦПС-600	0,1000	Розчин цементно-пінополістирольний. Густ	0,120	600	0,840	0,833	0,833	70,00	10	1428,6	1428,6	
TERMPIR AL	0,1000	теплоізоляційні плити з поліізоціанурату	0,022	36	1,470	4,545	4,545	12,00	60	8333,3	8333,3	
ЗАЛІЗБЕТОН	0,2000	Залізобетон, густина 2500 кг/м3.	1,920	2500	0,840	0,104	0,104	30,00	24	6666,7	6666,7	
РУБЕРОЙД	0,0150	Руберойд, густина 1000 кг/м3.	0,170	1000	1,680	0,088	0,088	1,00	720	15000	15000	
ГРАВІЙ	0,3000		0,900	1800	0,840	0,333	0,333	35,00	21	8571,4	8571,4	
												Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче R_g, [м²·К/Вт]: 2,450
												Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]: 8,374
												Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]: 0,119

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	c_p	R	R_{cor}	δ	μ	Z	Z_{cor}	Комментарии
	м		Вт/(м·К)	кг/м³	кДж/(кг·К)	м²·К/Вт	м²·К/Вт	мг/(м·ч·Па)		м²ч·Па/г	м²ч·Па/г	
СН	Стена наружная											
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный												
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0	
АЭРОК	0,3000	Газобетон1	0,110	400	1,000	2,727	2,727	75,87	9	3954,1	3954,1	
МІНВАТ-ЩІУ	0,1000		0,042	130	0,750	2,381	2,381	480,00	2	208,3	208,3	
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,700	1700	0,840	0,043	0,043	75,00	10	400,0	400,0	
Сопротивленеие теплопередаче внутри R_i, [м²·К/Вт]:												0,130
Опір теплопередачі зовні R_e, [м²·К/Вт]:												0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:												5,364
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:												0,186
СТВ	Стена внутренняя											
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный												
КЦКПЦ-ЦП14	0,2500	Цегляна кладка з керамічної порожнистої	0,520	1400	0,880	0,481	0,481	160,00	5	1562,5	1562,5	
Сопротивленеие теплопередаче внутри R_i, [м²·К/Вт]:												0,130
Сопротивленеие теплопередаче внутри R_i, [м²·К/Вт]:												0,130
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:												0,741
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:												1,350
СТЕНА-ПОД	Наружная стена, примыкающая к грунту											
Вид ограждения: Наружная стена, примыкающая к грунту, Влажностные условия: Влажный												
Пол, примыкающий к стене:: ПОЛ-ПОД												
Высота заглубления стены, примыкающей												
ШТУКАТ-ВАП	0,0300		0,800	1700	0,840	0,038	0,038	75,00	10	400,0	400,0	
ЗАЛІЗБЕТОН	0,4000	Залізобетон, густина 2500 кг/м3.	2,040	2500	0,840	0,196	0,196	30,00	24	13333	13333	
TERMPIR AL	0,1000	теплоізоляційні плити з поліізоціанурату	0,023	36	1,470	4,348	4,348	12,00	60	8333,3	8333,3	
РУБЕРОЙД	0,0150	Рубероид, густина 1000 кг/м3.	0,170	1000	1,680	0,088	0,088	1,00	720	15000	15000	
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче R_g, [м²·К/Вт]:												2,155
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:												6,825
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:												0,147

Вид	d	R_i	R_e	R	U	Φ_T	A_{Gl}	Gl_s	g_G	A	A_{Gl}	Q_T	Q_{sol}	Q_{proc}
	м	$м^2 \cdot К/Вт$	$м^2 \cdot К/Вт$	$м^2 \cdot К/Вт$	$Вт/м^2 \cdot К$	Вт	$м^2$	%	(TR)	$м^2$	$м^2$	GJ/rok	GJ/rok	%
Перекрытие под неотаплив. черда	0,475	0,100	0,100	7,285	0,137	1476				291,46		14,39		1,0
Дверь наружная					1,000	6640		50,0	0,50	148,20	74,10	58,55	60,56	3,9
Окно наружное					1,000	94343		80,0	0,50	2185,70	1748,56	852,64	1306,13	56,6
Пол в подвале	0,729	2,450		8,374	0,119	831				648,65		23,91		1,6
Стена наружная	0,460	0,130	0,040	5,364	0,186	56305				7229,13		524,63		34,8
Стена внутренняя	0,250	0,130	0,130	0,741	1,350	0				1023,00		5,80		0,4
Наружная стена, примыкающая к г	0,545	2,155		6,825	0,147	1573				560,79		25,52		1,7

2.2. Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень.

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
001	20,0	3747	0	Офис 001
002-04,05	-15,5	0	0	Санузел 002-04,05
003	20,0	4631	0	Офис 003
006	20,0	2447	0	Офис 006
007-08	20,0	2325	0	Санузел 007-08
009	-15,5	0	0	Прихожая 009
010	12,0	0	0	Прихожая 010
A01	16,0	7701	0	Лестница A01
A02	16,0	7701	0	Лестница A02
101	20,0	525	0	Комната 101
102	20,0	1016	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 102
103	20,0	605	0	Комната 103
104	20,0	509	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 104
105	20,0	581	0	Комната 105
106	16,0	273	0	Прихожая 106
107	20,0	661	0	Комната 107
108	20,0	495	0	Комната 108
109	20,0	615	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 109
110	20,0	468	0	Комната 110
111	20,0	504	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 111
112	20,0	594	0	Комната 112
113	20,0	1006	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 113
114	20,0	525	0	Комната 114
201	20,0	525	0	Комната 201
202	20,0	1016	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 202
203	20,0	604	0	Комната 203
204	20,0	509	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 204

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
205	20,0	519	0	Комната 205
206	20,0	495	0	Комната 206
207	20,0	598	0	Комната 207
208	20,0	495	0	Комната 208
209	20,0	616	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 209
210	20,0	468	0	Комната 210
211	20,0	504	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 211
212	20,0	594	0	Комната 212
213	20,0	1006	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 213
214	20,0	525	0	Комната 214
301	20,0	525	0	Комната 301
302	20,0	1016	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 302
303	20,0	604	0	Комната 303
304	20,0	509	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 304
305	20,0	519	0	Комната 305
306	20,0	495	0	Комната 306
307	20,0	598	0	Комната 307
308	20,0	495	0	Комната 308
309	20,0	616	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 309
310	20,0	468	0	Комната 310
311	20,0	504	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 311
312	20,0	594	0	Комната 312
313	20,0	1006	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 313
314	20,0	525	0	Комната 314
401	20,0	532	0	Комната 401
402	20,0	1031	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 402
403	20,0	610	0	Комната 403

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$ °C	$\Phi_{HL,c}$ Вт	Φ_{hg} Вт	Описание
404	20,0	514	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 404
405	20,0	524	0	Комната 405
406	20,0	503	0	Комната 406
407	20,0	605	0	Комната 407
408	20,0	502	0	Комната 408
409	20,0	623	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 409
410	20,0	473	0	Комната 410
411	20,0	509	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 411
412	20,0	600	0	Комната 412
413	20,0	1021	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 413
414	20,0	532	0	Комната 414
501	20,0	532	0	Комната 501
502	20,0	1031	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 502
503	20,0	610	0	Комната 503
504	20,0	514	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 504
505	20,0	524	0	Комната 505
506	20,0	503	0	Комната 506
507	20,0	605	0	Комната 507
508	20,0	502	0	Комната 508
509	20,0	623	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 509
510	20,0	473	0	Комната 510
511	20,0	509	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 511
512	20,0	600	0	Комната 512
513	20,0	1021	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 513
514	20,0	532	0	Комната 514
601	20,0	532	0	Комната 601
602	20,0	1031	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 602

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$ °C	$\Phi_{HL,c}$ Вт	Φ_{hg} Вт	Описание
603	20,0	610	0	Комната 603
604	20,0	514	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 604
605	20,0	524	0	Комната 605
606	20,0	503	0	Комната 606
607	20,0	605	0	Комната 607
608	20,0	502	0	Комната 608
609	20,0	623	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 609
610	20,0	473	0	Комната 610
611	20,0	509	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 611
612	20,0	600	0	Комната 612
613	20,0	1021	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 613
614	20,0	532	0	Комната 614
701	20,0	532	0	Комната 701
702	20,0	1031	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 702
703	20,0	610	0	Комната 703
704	20,0	514	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 704
705	20,0	524	0	Комната 705
706	20,0	503	0	Комната 706
707	20,0	605	0	Комната 707
708	20,0	502	0	Комната 708
709	20,0	623	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 709
710	20,0	473	0	Комната 710
711	20,0	509	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 711
712	20,0	600	0	Комната 712
713	20,0	1021	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 713
714	20,0	532	0	Комната 714
801	20,0	532	0	Комната 801

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$ °C	$\Phi_{HL,c}$ Вт	Φ_{hg} Вт	Описание
802	20,0	1031	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 802
803	20,0	610	0	Комната 803
804	20,0	514	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 804
805	20,0	524	0	Комната 805
806	20,0	503	0	Комната 806
807	20,0	605	0	Комната 807
808	20,0	502	0	Комната 808
809	20,0	623	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 809
810	20,0	473	0	Комната 810
811	20,0	509	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 811
812	20,0	600	0	Комната 812
813	20,0	1021	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 813
814	20,0	532	0	Комната 814
901	20,0	532	0	Комната 901
902	20,0	1031	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 902
903	20,0	610	0	Комната 903
904	20,0	514	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 904
905	20,0	524	0	Комната 905
906	20,0	503	0	Комната 906
907	20,0	605	0	Комната 907
908	20,0	502	0	Комната 908
909	20,0	623	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 909
910	20,0	473	0	Комната 910
911	20,0	509	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 911
912	20,0	600	0	Комната 912
913	20,0	1021	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 913
914	20,0	532	0	Комната 914

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$ °C	$\Phi_{HL,c}$ Вт	Φ_{hg} Вт	Описание
1001	20,0	541	0	Комната 1001
1002	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1002
1003	20,0	618	0	Комната 1003
1004	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1004
1005	20,0	533	0	Комната 1005
1006	20,0	516	0	Комната 1006
1007	20,0	615	0	Комната 1007
1008	20,0	511	0	Комната 1008
1009	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1009
1010	20,0	480	0	Комната 1010
1011	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1011
1012	20,0	609	0	Комната 1012
1013	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1013
1014	20,0	541	0	Комната 1014
1101	20,0	541	0	Комната 1101
1102	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1102
1103	20,0	618	0	Комната 1103
1104	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1104
1105	20,0	533	0	Комната 1105
1106	20,0	516	0	Комната 1106
1107	20,0	615	0	Комната 1107
1108	20,0	511	0	Комната 1108
1109	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1109
1110	20,0	480	0	Комната 1110
1111	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1111
1112	20,0	609	0	Комната 1112
1113	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1113

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
1114	20,0	541	0	Комната 1114
1201	20,0	541	0	Комната 1201
1202	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1202
1203	20,0	618	0	Комната 1203
1204	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1204
1205	20,0	533	0	Комната 1205
1206	20,0	516	0	Комната 1206
1207	20,0	615	0	Комната 1207
1208	20,0	511	0	Комната 1208
1209	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1209
1210	20,0	480	0	Комната 1210
1211	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1211
1212	20,0	609	0	Комната 1212
1213	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1213
1214	20,0	541	0	Комната 1214
1301	20,0	541	0	Комната 1301
1302	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1302
1303	20,0	618	0	Комната 1303
1304	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1304
1305	20,0	533	0	Комната 1305
1306	20,0	516	0	Комната 1306
1307	20,0	615	0	Комната 1307
1308	20,0	511	0	Комната 1308
1309	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1309
1310	20,0	480	0	Комната 1310
1311	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1311
1312	20,0	609	0	Комната 1312

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
1313	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1313
1314	20,0	541	0	Комната 1314
1401	20,0	541	0	Комната 1401
1402	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1402
1403	20,0	618	0	Комната 1403
1404	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1404
1405	20,0	533	0	Комната 1405
1406	20,0	516	0	Комната 1406
1407	20,0	615	0	Комната 1407
1408	20,0	511	0	Комната 1408
1409	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1409
1410	20,0	480	0	Комната 1410
1411	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1411
1412	20,0	609	0	Комната 1412
1413	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1413
1414	20,0	541	0	Комната 1414
1501	20,0	541	0	Комната 1501
1502	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1502
1503	20,0	618	0	Комната 1503
1504	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1504
1505	20,0	533	0	Комната 1505
1506	20,0	516	0	Комната 1506
1507	20,0	615	0	Комната 1507
1508	20,0	511	0	Комната 1508
1509	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1509
1510	20,0	480	0	Комната 1510
1511	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1511

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
1512	20,0	609	0	Комната 1512
1513	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1513
1514	20,0	541	0	Комната 1514
1601	20,0	541	0	Комната 1601
1602	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1602
1603	20,0	618	0	Комната 1603
1604	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1604
1605	20,0	533	0	Комната 1605
1606	20,0	516	0	Комната 1606
1607	20,0	615	0	Комната 1607
1608	20,0	511	0	Комната 1608
1609	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1609
1610	20,0	480	0	Комната 1610
1611	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1611
1612	20,0	609	0	Комната 1612
1613	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1613
1614	20,0	541	0	Комната 1614
1701	20,0	541	0	Комната 1701
1702	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1702
1703	20,0	618	0	Комната 1703
1704	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1704
1705	20,0	533	0	Комната 1705
1706	20,0	516	0	Комната 1706
1707	20,0	615	0	Комната 1707
1708	20,0	511	0	Комната 1708
1709	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1709
1710	20,0	480	0	Комната 1710

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
1711	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1711
1712	20,0	609	0	Комната 1712
1713	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1713
1714	20,0	541	0	Комната 1714
1801	20,0	541	0	Комната 1801
1802	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1802
1803	20,0	618	0	Комната 1803
1804	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1804
1805	20,0	533	0	Комната 1805
1806	20,0	516	0	Комната 1806
1807	20,0	615	0	Комната 1807
1808	20,0	511	0	Комната 1808
1809	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1809
1810	20,0	480	0	Комната 1810
1811	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1811
1812	20,0	609	0	Комната 1812
1813	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1813
1814	20,0	541	0	Комната 1814
1901	20,0	541	0	Комната 1901
1902	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1902
1903	20,0	618	0	Комната 1903
1904	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1904
1905	20,0	533	0	Комната 1905
1906	20,0	516	0	Комната 1906
1907	20,0	615	0	Комната 1907
1908	20,0	511	0	Комната 1908
1909	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1909

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
1910	20,0	480	0	Комната 1910
1911	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1911
1912	20,0	609	0	Комната 1912
1913	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 1913
1914	20,0	541	0	Комната 1914
2001	20,0	541	0	Комната 2001
2002	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2002
2003	20,0	618	0	Комната 2003
2004	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2004
2005	20,0	533	0	Комната 2005
2006	20,0	516	0	Комната 2006
2007	20,0	615	0	Комната 2007
2008	20,0	511	0	Комната 2008
2009	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2009
2010	20,0	480	0	Комната 2010
2011	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2011
2012	20,0	609	0	Комната 2012
2013	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2013
2014	20,0	541	0	Комната 2014
2101	20,0	541	0	Комната 2101
2102	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2102
2103	20,0	618	0	Комната 2103
2104	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2104
2105	20,0	533	0	Комната 2105
2106	20,0	516	0	Комната 2106
2107	20,0	615	0	Комната 2107
2108	20,0	511	0	Комната 2108

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
2109	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2109
2110	20,0	480	0	Комната 2110
2111	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2111
2112	20,0	609	0	Комната 2112
2113	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2113
2114	20,0	541	0	Комната 2114
2201	20,0	541	0	Комната 2201
2202	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2202
2203	20,0	618	0	Комната 2203
2204	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2204
2205	20,0	533	0	Комната 2205
2206	20,0	516	0	Комната 2206
2207	20,0	615	0	Комната 2207
2208	20,0	511	0	Комната 2208
2209	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2209
2210	20,0	480	0	Комната 2210
2211	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2211
2212	20,0	609	0	Комната 2212
2213	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2213
2214	20,0	541	0	Комната 2214
2301	20,0	541	0	Комната 2301
2302	20,0	1053	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2302
2303	20,0	618	0	Комната 2303
2304	20,0	523	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2304
2305	20,0	533	0	Комната 2305
2306	20,0	516	0	Комната 2306
2307	20,0	615	0	Комната 2307

Версія для навчання

Символ	$\theta_{int,H}$	$\Phi_{HL,c}$	Φ_{hg}	Описание
	°C	Вт	Вт	
2308	20,0	511	0	Комната 2308
2309	20,0	634	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2309
2310	20,0	480	0	Комната 2310
2311	20,0	517	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2311
2312	20,0	609	0	Комната 2312
2313	20,0	1043	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2313
2314	20,0	541	0	Комната 2314
2401	20,0	642	0	Комната 2401
2402	20,0	1181	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2402
2403	20,0	712	0	Комната 2403
2404	20,0	613	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2404
2405	20,0	625	0	Комната 2405
2406	20,0	646	0	Комната 2406
2407	20,0	724	0	Комната 2407
2408	20,0	612	0	Комната 2408
2409	20,0	751	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2409
2410	20,0	560	0	Комната 2410
2411	20,0	602	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2411
2412	20,0	704	0	Комната 2412
2413	20,0	1172	0	Кухня эл. с окном 3 ч. 2413
2414	20,0	642	0	Комната 2414

Версія для навчання
Версія для навчання

2.4. Гідравлічний розрахунок трубопроводів.

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк			Цирк. кольцо потребит.:5								
dPцк =		12673 Па		dPгр =		-98 Па		dH = -0.85 м		Lцк =	73.2 м
Избыток давления в кольце				dPизб =		163 Па					
П	А		1	1,50	65	220524	2,102	0,561	76,3	0,0	114
П	А		1	13,39	65	220524	2,102	0,561	76,3	4,1	1673
П	А		3	1,50	65	110262	1,051	0,281	19,4	1,6	94
П	А		3	1,50	65	110262	1,051	0,281	19,4	0,0	29
П	А		5	12,00	40	55131	0,525	0,414	85,3	4,7	1423
П	А		5	6,50	40	55131	0,525	0,414	85,3	2,3	750
				потребит.:							1
О	А		12	6,30	40	55131	0,525	0,407	84,7	54,6	5056
				MNT		настройка 2.8			dn 40 мм		
				Kv = 9.325 м3/ч							
О	А		6	12,00	40	55131	0,525	0,407	84,7	5,2	1444
О	А		4	1,50	65	110262	1,051	0,276	19,4	0,0	29
О	А		4	1,50	65	110262	1,051	0,276	19,4	1,6	92
О	А		2	14,04	65	220524	2,102	0,552	75,5	4,1	1692
О	А		2	1,50	65	220524	2,102	0,552	75,5	0,0	113
Стояк			Цирк. кольцо потребит.:10								
dPцк =		12748 Па		dPгр =		-23 Па		dH = -0.20 м		Lцк =	110.1 м
П	А		1	1,50	65	220524	2,102	0,561	76,3	0,0	114
П	А		1	13,39	65	220524	2,102	0,561	76,3	4,1	1673
П	А		1	22,90	65	110262	1,051	0,281	19,4	1,6	510
П	А		8	8,68	65	110262	1,051	0,281	19,4	5,8	396
П	А		10	3,23	40	55131	0,525	0,414	85,3	5,6	754
П	А		10	6,50	40	55131	0,525	0,414	85,3	2,8	790
				потребит.:							1
О	А		10	6,50	40	55131	0,525	0,407	84,7	48,3	4549
				MNT		настройка 3.2			dn 40 мм		
				Kv = 10.000 м3/ч							
О	А		9	11,80	40	55131	0,525	0,407	84,7	6,1	1504
О	А		7	13,40	65	110262	1,051	0,276	19,4	5,8	480
О	А		7	6,65	65	110262	1,051	0,276	19,4	1,1	171
О	А		2	14,04	65	220524	2,102	0,552	75,5	4,1	1692
О	А		2	1,50	65	220524	2,102	0,552	75,5	0,0	113
Стояк			Цирк. кольцо потребит.:11								
dPцк =		12742 Па		dPгр =		-29 Па		dH = -0.25 м		Lцк =	95.1 м
Избыток давления в кольце				dPизб =		622 Па					
П	А		1	1,50	65	220524	2,102	0,561	76,3	0,0	114
П	А		1	13,39	65	220524	2,102	0,561	76,3	4,1	1673
П	А		1	22,90	65	110262	1,051	0,281	19,4	1,6	510
П	А		8	8,68	65	110262	1,051	0,281	19,4	5,8	396
П	А		11	6,50	40	55131	0,525	0,414	85,3	4,3	923
				потребит.:							1
О	А		11	6,50	40	55131	0,525	0,407	84,7	66,3	6047

				MNT		настройка 2.4			dn 40 мм		
				Kv = 8.462 м3/ч							
O	A		7	13,40	65	110262	1,051	0,276	19,4	5,8	480
O	A		7	6,65	65	110262	1,051	0,276	19,4	1,1	171
O	A		2	14,04	65	220524	2,102	0,552	75,5	4,1	1692
O	A		2	1,50	65	220524	2,102	0,552	75,5	0,0	113
Стояк			Цирк. кольцо потребит.:13								
dPцк =		12673 Па		dPгр =		-98 Па		dH = -0.85 м		Lцк =	49.3 м
Избыток давления в кольце				dPизб =		314 Па					
П	A		1	1,50	65	220524	2,102	0,561	76,3	0,0	114
П	A		1	13,39	65	220524	2,102	0,561	76,3	4,1	1673
П	A		3	1,50	65	110262	1,051	0,281	19,4	1,6	94
П	A		3	1,50	65	110262	1,051	0,281	19,4	0,0	29
П	A		13	6,50	40	55131	0,525	0,414	85,3	4,3	923
				потребит.:							1
O	A		13	6,40	40	55131	0,525	0,407	84,7	85,2	7599
				MNT		настройка 2			dn 40 мм		
				Kv = 7.426 м3/ч							
O	A		4	1,50	65	110262	1,051	0,276	19,4	0,0	29
O	A		4	1,50	65	110262	1,051	0,276	19,4	1,6	92
O	A		2	14,04	65	220524	2,102	0,552	75,5	4,1	1692
O	A		2	1,50	65	220524	2,102	0,552	75,5	0,0	113

2.4. Тепловий розрахунок опалювальних приладів

Описание помещения	L	H	G	$\Phi_{p,r}$	$\Phi_{r,r}$	$\Phi_{def,r}$	$\theta_{r,s}$	$\Delta\theta_r$	$\Delta\theta_{r,r}$	M	$\Phi_{пр.}$
	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
Офис 001	1,600	0,500	0,049	749	746	3	80,00	20,0	19,91	0,00895	20,0
Офис 001	1,600	0,500	0,049	749	746	3	80,00	20,0	19,91	0,00895	20,0
Офис 001	1,600	0,500	0,049	749	746	3	80,00	20,0	19,91	0,00895	20,0
Офис 001	1,600	0,500	0,049	749	746	3	80,00	20,0	19,91	0,00895	20,0
Офис 001	1,600	0,500	0,049	749	746	3	80,00	20,0	19,91	0,00895	20,0
Офис 003	1,400	0,500	0,049	662	654	8	80,00	20,0	19,77	0,00790	14,3
Офис 003	1,400	0,500	0,049	662	654	8	80,00	20,0	19,77	0,00790	14,3
Офис 003	1,400	0,500	0,049	662	654	8	80,00	20,0	19,77	0,00790	14,3
Офис 003	1,400	0,500	0,049	662	654	8	80,00	20,0	19,77	0,00790	14,3
Офис 003	1,400	0,500	0,049	662	654	8	80,00	20,0	19,77	0,00790	14,3
Офис 003	1,400	0,500	0,049	662	654	8	80,00	20,0	19,77	0,00790	14,3
Офис 003	1,400	0,500	0,049	662	654	8	80,00	20,0	19,77	0,00790	14,3
Офис 006	2,600	0,500	0,049	1224	1214	10	80,00	20,0	19,84	0,01461	50,0
Офис 006	2,600	0,500	0,049	1224	1214	10	80,00	20,0	19,84	0,01461	50,0
Санузел 007-08	2,600	0,500	0,049	1163	1199	-36	80,00	20,0	20,63	0,01389	50,0
Санузел 007-08	2,600	0,500	0,049	1163	1199	-36	80,00	20,0	20,63	0,01389	50,0
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2

Версія для навчання

Описание помещения	L	H	G	$\Phi_{p,r}$	$\Phi_{r,r}$	$\Phi_{def,r}$	$\theta_{r,s}$	$\Delta\theta_r$	$\Delta\theta_{r,r}$	M	$\Phi_{пр.}$
	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	К	К	кг/с	%
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A01	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2

Версія для навчання
Версія для навчання
Версія для навчання

Описание помещения	L	H	G	$\Phi_{p,r}$	$\Phi_{r,r}$	$\Phi_{def,r}$	$\theta_{r,s}$	$\Delta\theta_r$	$\Delta\theta_{r,r}$	M	$\Phi_{пр.}$
	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Лестница A02	0,600	0,500	0,049	321	313	8	80,00	20,0	19,51	0,00383	4,2
Комната 101	1,100	0,500	0,049	525	515	10	80,00	20,0	19,61	0,00627	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 102	1,100	0,500	0,049	508	511	-3	80,00	20,0	20,12	0,00607	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 102	1,100	0,500	0,049	508	511	-3	80,00	20,0	20,12	0,00607	50,0
Комната 103	1,300	0,500	0,049	605	605	0	80,00	20,0	20,01	0,00722	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 104	1,100	0,500	0,049	509	511	-2	80,00	20,0	20,09	0,00608	100,0
Комната 105	1,200	0,500	0,049	581	564	17	80,00	20,0	19,42	0,00694	100,0
Прихожая 106	0,600	0,500	0,049	273	301	-28	80,00	20,0	22,02	0,00327	100,0
Комната 107	0,700	0,500	0,049	331	327	4	80,00	20,0	19,78	0,00395	50,0
Комната 107	0,700	0,500	0,049	331	327	4	80,00	20,0	19,78	0,00395	50,0
Комната 108	1,100	0,500	0,049	495	508	-13	80,00	20,0	20,52	0,00591	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 109	0,700	0,500	0,049	308	321	-13	80,00	20,0	20,87	0,00367	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 109	0,700	0,500	0,049	308	321	-13	80,00	20,0	20,87	0,00367	50,0
Комната 110	1,000	0,500	0,049	468	466	2	80,00	20,0	19,93	0,00559	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 111	1,100	0,500	0,049	504	510	-6	80,00	20,0	20,24	0,00602	100,0
Комната 112	1,300	0,500	0,049	594	603	-9	80,00	20,0	20,30	0,00710	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 113	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 113	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	50,0

Версія для навчання
Версія для навчання
Версія для навчання

Описание помещения	L	H	G	$\Phi_{p,r}$	$\Phi_{r,r}$	$\Phi_{def,r}$	$\theta_{r,s}$	$\Delta\theta_r$	$\Delta\theta_{r,r}$	M	$\Phi_{пр.}$
	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
Комната 114	1,100	0,500	0,049	525	515	10	80,00	20,0	19,61	0,00627	100,0
Комната 201	1,100	0,500	0,049	525	515	10	80,00	20,0	19,61	0,00627	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 202	1,100	0,500	0,049	508	511	-3	80,00	20,0	20,12	0,00607	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 202	1,100	0,500	0,049	508	511	-3	80,00	20,0	20,12	0,00607	50,0
Комната 203	1,300	0,500	0,049	604	605	-1	80,00	20,0	20,03	0,00721	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 204	1,100	0,500	0,049	509	511	-2	80,00	20,0	20,09	0,00608	100,0
Комната 205	1,100	0,500	0,049	519	514	5	80,00	20,0	19,81	0,00620	100,0
Комната 206	1,100	0,500	0,049	495	508	-13	80,00	20,0	20,53	0,00591	100,0
Комната 207	0,700	0,500	0,049	299	319	-20	80,00	20,0	21,33	0,00357	50,0
Комната 207	0,700	0,500	0,049	299	319	-20	80,00	20,0	21,33	0,00357	50,0
Комната 208	1,100	0,500	0,049	495	508	-13	80,00	20,0	20,52	0,00591	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 209	0,700	0,500	0,049	308	321	-13	80,00	20,0	20,86	0,00368	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 209	0,700	0,500	0,049	308	321	-13	80,00	20,0	20,86	0,00368	50,0
Комната 210	1,000	0,500	0,049	468	466	2	80,00	20,0	19,93	0,00559	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 211	1,100	0,500	0,049	504	510	-6	80,00	20,0	20,24	0,00602	100,0
Комната 212	1,300	0,500	0,049	594	603	-9	80,00	20,0	20,29	0,00710	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 213	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 213	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	50,0
Комната 214	1,100	0,500	0,049	525	515	10	80,00	20,0	19,61	0,00627	100,0
Комната 301	1,100	0,500	0,049	525	515	10	80,00	20,0	19,61	0,00627	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 302	1,100	0,500	0,049	508	511	-3	80,00	20,0	20,12	0,00607	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 302	1,100	0,500	0,049	508	511	-3	80,00	20,0	20,12	0,00607	50,0
Комната 303	1,300	0,500	0,049	604	605	-1	80,00	20,0	20,03	0,00721	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 304	1,100	0,500	0,049	509	511	-2	80,00	20,0	20,09	0,00608	100,0
Комната 305	1,100	0,500	0,049	519	514	5	80,00	20,0	19,81	0,00620	100,0
Комната 306	1,100	0,500	0,049	495	508	-13	80,00	20,0	20,53	0,00591	100,0
Комната 307	0,700	0,500	0,049	299	319	-20	80,00	20,0	21,33	0,00357	50,0

Версія для навчання
Версія для навчання
Версія для навчання

Описание помещения	L	H	G	$\Phi_{p,r}$	$\Phi_{r,r}$	$\Phi_{def,r}$	$\theta_{r,s}$	$\Delta\theta_r$	$\Delta\theta_{r,r}$	M	$\Phi_{пр.}$
	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
Комната 307	0,700	0,500	0,049	299	319	-20	80,00	20,0	21,33	0,00357	50,0
Комната 308	1,100	0,500	0,049	495	508	-13	80,00	20,0	20,52	0,00591	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 309	0,700	0,500	0,049	308	321	-13	80,00	20,0	20,86	0,00368	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 309	0,700	0,500	0,049	308	321	-13	80,00	20,0	20,86	0,00368	50,0
Комната 310	1,000	0,500	0,049	468	466	2	80,00	20,0	19,93	0,00559	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 311	1,100	0,500	0,049	504	510	-6	80,00	20,0	20,24	0,00602	100,0
Комната 312	1,300	0,500	0,049	594	603	-9	80,00	20,0	20,29	0,00710	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 313	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 313	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	50,0
Комната 314	1,100	0,500	0,049	525	515	10	80,00	20,0	19,61	0,00627	100,0
Комната 401	1,100	0,500	0,049	532	517	15	80,00	20,0	19,45	0,00635	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 402	1,100	0,500	0,049	515	513	2	80,00	20,0	19,91	0,00616	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 402	1,100	0,500	0,049	515	513	2	80,00	20,0	19,91	0,00616	50,0
Комната 403	1,300	0,500	0,049	610	607	3	80,00	20,0	19,91	0,00728	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 404	1,100	0,500	0,049	514	513	1	80,00	20,0	19,95	0,00614	100,0
Комната 405	1,100	0,500	0,049	524	515	9	80,00	20,0	19,64	0,00626	100,0
Комната 406	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	100,0
Комната 407	0,700	0,500	0,049	302	320	-18	80,00	20,0	21,16	0,00361	50,0
Комната 407	0,700	0,500	0,049	302	320	-18	80,00	20,0	21,16	0,00361	50,0
Комната 408	1,100	0,500	0,049	502	510	-8	80,00	20,0	20,34	0,00599	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 409	0,700	0,500	0,049	311	322	-11	80,00	20,0	20,68	0,00372	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 409	0,700	0,500	0,049	311	322	-11	80,00	20,0	20,68	0,00372	50,0
Комната 410	1,000	0,500	0,049	473	467	6	80,00	20,0	19,76	0,00565	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 411	1,100	0,500	0,049	509	512	-3	80,00	20,0	20,11	0,00608	100,0
Комната 412	1,300	0,500	0,049	600	604	-4	80,00	20,0	20,13	0,00717	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 413	1,100	0,500	0,049	511	512	-1	80,00	20,0	20,05	0,00610	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 413	1,100	0,500	0,049	511	512	-1	80,00	20,0	20,05	0,00610	50,0

Версія для навчання
Версія для навчання
Версія для навчання

Описание помещения	L	H	G	$\Phi_{p,r}$	$\Phi_{r,r}$	$\Phi_{def,r}$	$\theta_{r,s}$	$\Delta\theta_r$	$\Delta\theta_{r,r}$	M	$\Phi_{пр.}$
	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
Комната 414	1,100	0,500	0,049	532	517	15	80,00	20,0	19,45	0,00635	100,0
Комната 501	1,100	0,500	0,049	532	517	15	80,00	20,0	19,45	0,00635	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 502	1,100	0,500	0,049	515	513	2	80,00	20,0	19,91	0,00616	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 502	1,100	0,500	0,049	515	513	2	80,00	20,0	19,91	0,00616	50,0
Комната 503	1,300	0,500	0,049	610	607	3	80,00	20,0	19,91	0,00728	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 504	1,100	0,500	0,049	514	513	1	80,00	20,0	19,95	0,00614	100,0
Комната 505	1,100	0,500	0,049	524	515	9	80,00	20,0	19,64	0,00626	100,0
Комната 506	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	100,0
Комната 507	0,700	0,500	0,049	302	320	-18	80,00	20,0	21,16	0,00361	50,0
Комната 507	0,700	0,500	0,049	302	320	-18	80,00	20,0	21,16	0,00361	50,0
Комната 508	1,100	0,500	0,049	502	510	-8	80,00	20,0	20,34	0,00599	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 509	0,700	0,500	0,049	311	322	-11	80,00	20,0	20,68	0,00372	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 509	0,700	0,500	0,049	311	322	-11	80,00	20,0	20,68	0,00372	50,0
Комната 510	1,000	0,500	0,049	473	467	6	80,00	20,0	19,76	0,00565	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 511	1,100	0,500	0,049	509	512	-3	80,00	20,0	20,11	0,00608	100,0
Комната 512	1,300	0,500	0,049	600	604	-4	80,00	20,0	20,13	0,00717	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 513	1,100	0,500	0,049	511	512	-1	80,00	20,0	20,05	0,00610	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 513	1,100	0,500	0,049	511	512	-1	80,00	20,0	20,05	0,00610	50,0
Комната 514	1,100	0,500	0,049	532	517	15	80,00	20,0	19,45	0,00635	100,0
Комната 601	1,100	0,500	0,049	532	517	15	80,00	20,0	19,45	0,00635	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 602	1,100	0,500	0,049	515	513	2	80,00	20,0	19,91	0,00616	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 602	1,100	0,500	0,049	515	513	2	80,00	20,0	19,91	0,00616	50,0
Комната 603	1,300	0,500	0,049	610	607	3	80,00	20,0	19,91	0,00728	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 604	1,100	0,500	0,049	514	513	1	80,00	20,0	19,95	0,00614	100,0
Комната 605	1,100	0,500	0,049	524	515	9	80,00	20,0	19,64	0,00626	100,0
Комната 606	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	100,0
Комната 607	0,700	0,500	0,049	302	320	-18	80,00	20,0	21,16	0,00361	50,0

Версія для навчання
Версія для навчання
Версія для навчання

Описание помещения	L	H	G	$\Phi_{p,r}$	$\Phi_{r,r}$	$\Phi_{def,r}$	$\theta_{r,s}$	$\Delta\theta_r$	$\Delta\theta_{r,r}$	M	$\Phi_{пр.}$
	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
Комната 607	0,700	0,500	0,049	302	320	-18	80,00	20,0	21,16	0,00361	50,0
Комната 608	1,100	0,500	0,049	502	510	-8	80,00	20,0	20,34	0,00599	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 609	0,700	0,500	0,049	311	322	-11	80,00	20,0	20,68	0,00372	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 609	0,700	0,500	0,049	311	322	-11	80,00	20,0	20,68	0,00372	50,0
Комната 610	1,000	0,500	0,049	473	467	6	80,00	20,0	19,76	0,00565	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 611	1,100	0,500	0,049	509	512	-3	80,00	20,0	20,11	0,00608	100,0
Комната 612	1,300	0,500	0,049	600	604	-4	80,00	20,0	20,13	0,00717	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 613	1,100	0,500	0,049	511	512	-1	80,00	20,0	20,05	0,00610	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 613	1,100	0,500	0,049	511	512	-1	80,00	20,0	20,05	0,00610	50,0
Комната 614	1,100	0,500	0,049	532	517	15	80,00	20,0	19,45	0,00635	100,0
Комната 701	1,100	0,500	0,049	532	517	15	80,00	20,0	19,45	0,00635	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 702	1,100	0,500	0,049	515	513	2	80,00	20,0	19,91	0,00616	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 702	1,100	0,500	0,049	515	513	2	80,00	20,0	19,91	0,00616	50,0
Комната 703	1,300	0,500	0,049	610	607	3	80,00	20,0	19,91	0,00728	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 704	1,100	0,500	0,049	514	513	1	80,00	20,0	19,95	0,00614	100,0
Комната 705	1,100	0,500	0,049	524	515	9	80,00	20,0	19,64	0,00626	100,0
Комната 706	1,100	0,500	0,049	503	510	-7	80,00	20,0	20,27	0,00601	100,0
Комната 707	0,700	0,500	0,049	302	320	-18	80,00	20,0	21,16	0,00361	50,0
Комната 707	0,700	0,500	0,049	302	320	-18	80,00	20,0	21,16	0,00361	50,0
Комната 708	1,100	0,500	0,049	502	510	-8	80,00	20,0	20,34	0,00599	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 709	0,700	0,500	0,049	311	322	-11	80,00	20,0	20,68	0,00372	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 709	0,700	0,500	0,049	311	322	-11	80,00	20,0	20,68	0,00372	50,0
Комната 710	1,000	0,500	0,049	473	467	6	80,00	20,0	19,76	0,00565	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 711	1,100	0,500	0,049	509	512	-3	80,00	20,0	20,11	0,00608	100,0
Комната 712	1,300	0,500	0,049	600	604	-4	80,00	20,0	20,13	0,00717	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 713	1,100	0,500	0,049	511	512	-1	80,00	20,0	20,05	0,00610	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 713	1,100	0,500	0,049	511	512	-1	80,00	20,0	20,05	0,00610	50,0

Версія для навчання
Версія для навчання
Версія для навчання

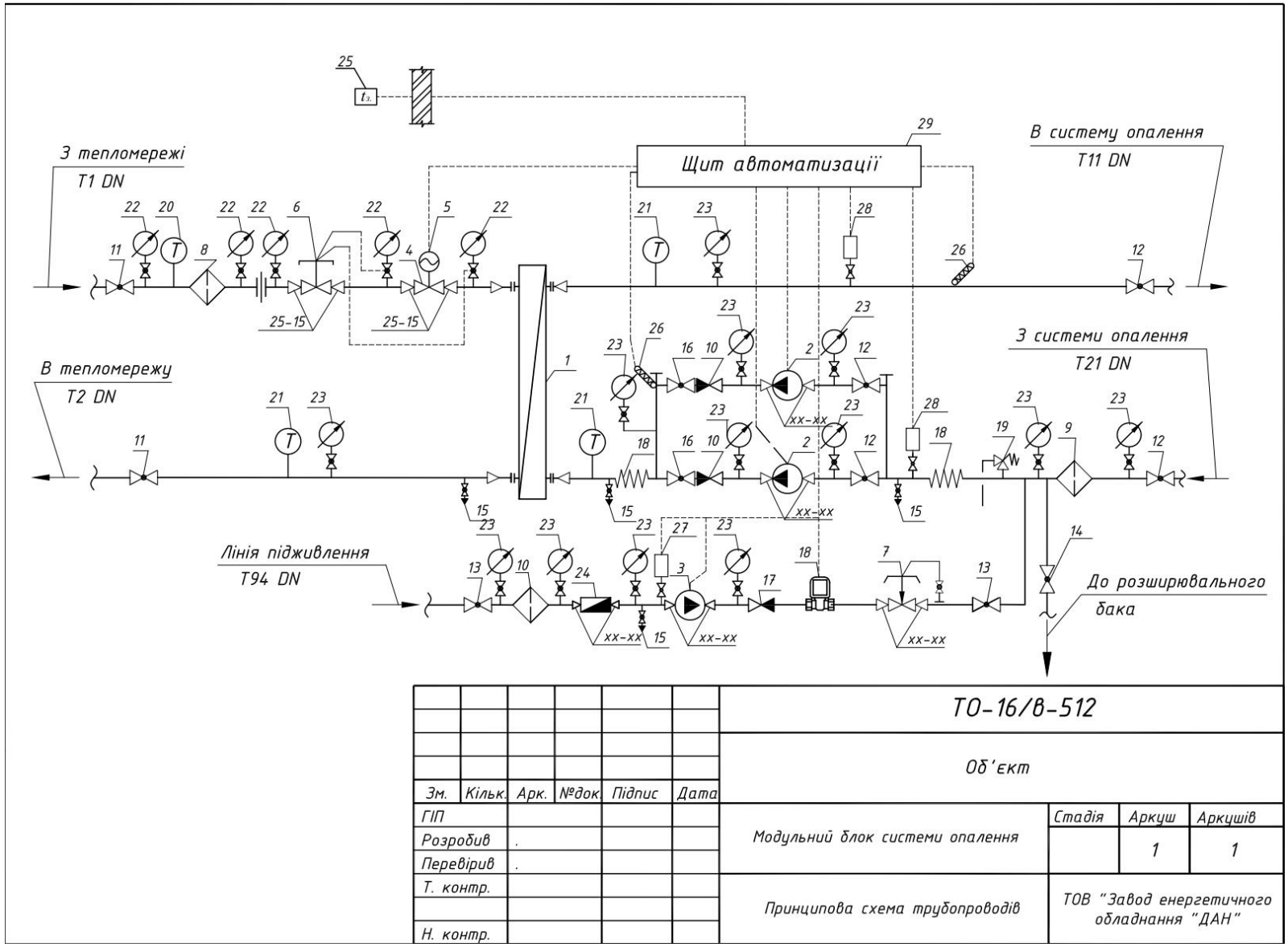
Описание помещения	L	H	G	$\Phi_{p,r}$	$\Phi_{r,r}$	$\Phi_{def,r}$	$\theta_{r,s}$	$\Delta\theta_r$	$\Delta\theta_{r,r}$	M	$\Phi_{пр.}$
	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
Комната 2214	1,200	0,500	0,049	541	555	-14	80,00	20,0	20,51	0,00646	100,0
Комната 2301	1,200	0,500	0,049	541	555	-14	80,00	20,0	20,51	0,00646	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2302	1,100	0,500	0,049	526	516	10	80,00	20,0	19,60	0,00629	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2302	1,100	0,500	0,049	526	516	10	80,00	20,0	19,60	0,00629	50,0
Комната 2303	1,300	0,500	0,049	618	609	9	80,00	20,0	19,70	0,00738	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2304	1,100	0,500	0,049	523	515	8	80,00	20,0	19,70	0,00625	100,0
Комната 2305	1,200	0,500	0,049	533	552	-19	80,00	20,0	20,71	0,00637	100,0
Комната 2306	1,100	0,500	0,049	516	513	3	80,00	20,0	19,89	0,00616	100,0
Комната 2307	0,700	0,500	0,049	307	321	-14	80,00	20,0	20,88	0,00367	50,0
Комната 2307	0,700	0,500	0,049	307	321	-14	80,00	20,0	20,88	0,00367	50,0
Комната 2308	1,100	0,500	0,049	511	512	-1	80,00	20,0	20,04	0,00610	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2309	0,700	0,500	0,049	317	324	-7	80,00	20,0	20,44	0,00379	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2309	0,700	0,500	0,049	317	324	-7	80,00	20,0	20,44	0,00379	50,0
Комната 2310	1,000	0,500	0,049	480	469	11	80,00	20,0	19,53	0,00574	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2311	1,100	0,500	0,049	517	514	3	80,00	20,0	19,88	0,00618	100,0
Комната 2312	1,300	0,500	0,049	609	606	3	80,00	20,0	19,91	0,00727	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2313	1,100	0,500	0,049	522	515	7	80,00	20,0	19,75	0,00623	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2313	1,100	0,500	0,049	522	515	7	80,00	20,0	19,75	0,00623	50,0
Комната 2314	1,200	0,500	0,049	541	555	-14	80,00	20,0	20,51	0,00646	100,0
Комната 2401	1,400	0,500	0,049	642	650	-8	80,00	20,0	20,25	0,00767	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2402	1,300	0,500	0,049	590	602	-12	80,00	20,0	20,39	0,00705	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2402	1,300	0,500	0,049	590	602	-12	80,00	20,0	20,39	0,00705	50,0
Комната 2403	1,500	0,500	0,049	712	702	10	80,00	20,0	19,71	0,00851	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2404	1,300	0,500	0,049	613	607	6	80,00	20,0	19,81	0,00732	100,0
Комната 2405	1,300	0,500	0,049	625	610	15	80,00	20,0	19,51	0,00747	100,0
Комната 2406	1,400	0,500	0,049	646	651	-5	80,00	20,0	20,15	0,00772	100,0
Комната 2407	0,800	0,500	0,049	362	370	-8	80,00	20,0	20,44	0,00433	50,0

Версія для навчання
Версія для навчання
Версія для навчання

Описание помещения	L	H	G	$\Phi_{p,r}$	$\Phi_{r,r}$	$\Phi_{def,r}$	$\theta_{r,s}$	$\Delta\theta_r$	$\Delta\theta_{r,r}$	M	$\Phi_{пр.}$
	м	м	м	Вт	Вт	Вт	°C	K	K	кг/с	%
Комната 2407	0,800	0,500	0,049	362	370	-8	80,00	20,0	20,44	0,00433	50,0
Комната 2408	1,300	0,500	0,049	612	607	5	80,00	20,0	19,85	0,00731	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2409	0,800	0,500	0,049	376	373	3	80,00	20,0	19,87	0,00449	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2409	0,800	0,500	0,049	376	373	3	80,00	20,0	19,87	0,00449	50,0
Комната 2410	1,200	0,500	0,049	560	559	1	80,00	20,0	19,96	0,00669	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2411	1,300	0,500	0,049	602	605	-3	80,00	20,0	20,10	0,00719	100,0
Комната 2412	1,500	0,500	0,049	704	700	4	80,00	20,0	19,90	0,00840	100,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2413	1,300	0,500	0,049	586	601	-15	80,00	20,0	20,52	0,00700	50,0
Кухня эл. с окном 3 ч. 2413	1,300	0,500	0,049	586	601	-15	80,00	20,0	20,52	0,00700	50,0
Комната 2414	1,400	0,500	0,049	642	650	-8	80,00	20,0	20,25	0,00767	100,0

Версія для навчання

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



Позиція	Найменування і технічні характеристики обладнання та матеріалів		Тип, марка, позначення обладнання	Один. виміру		Кіл-ть
				наймен	код	
1	Теплообмінник пластинчастий	"ДАН"	ФП-16 (47 пл.)	шт		1
2	Насос циркуляційний DN40 PN6/10 Q=22,39 м³/год,	Wilo	Yonos MAXO 40/0,5-12	шт	2120647	2
	H=18,01 м.вод.ст. P=0,45 кВт, U=230 В, I=2 А					
3	Насос підживлення DN25 PN10 Q=0,86 м³/год,	Wilo	MEDANA CH1-L.206-1/	шт		1
	H=21 м.вод.ст. P=0,75 кВт, U=400 В, I=1,9 А		E/E/10T			
4	Регулятор температури DN 40, kvs =25 м³/год; dp=0,17 бар	Siemens	VVG41.40	компл.		1
5	Електропривід, 230В	Siemens	SAX31.00	шт		1
6	Регулятор перепаду тиску DN 32, kvs =15 м³/год; dp=0,47 бар	Siemens	VHG519L32	компл.		1
	діапазон налаштування, 0,4-2,2 бар					
7	Регулятор тиску 'після себе' DN 15 kvs =1,6 м³/год 1.5-5.5 бар	LDM	RD122V/T	шт		1
8	Сітчастий фільтр фланцевий DN 50			шт		1
9	Сітчастий фільтр фланцевий DN 50			шт		1
10	Сітчастий фільтр муфтовий DN 25			шт		1
11	Кульовий кран фланцевий DN 50			шт		2
12	Кульовий кран фланцевий DN 50			шт		6
13	Кульовий кран муфтовий DN 25			шт		3
14	Кульовий кран муфтовий DN 15			шт		5
15	Клапан зворотній міжфланцевий DN 50			шт		2
16	Клапан зворотній муфтовий DN 25			шт		1
17	Гнучка вставка фланцева DN 50			шт		2
18	Запобіжний клапан DN 32 Pскиду=5,5 бар			шт		1
19	Термометр біметалевий границя виміру 0÷120°С, приєднання 1/2"	Склоприлад	ТБ-100	шт	101304	4
20	Манометр границя вимірювання 0÷1,6 МПа, приєднання 1/2"	Склоприлад	ДМ 05-МП-ЗУ-01	шт		5
21	Манометр границя вимірювання 0÷1,0 МПа, приєднання 1/2"	Склоприлад	ДМ 05-МП-ЗУ-01	шт		13
22	Лічильник гарячої води з імпульсним виходом DN 15	PoWoGaZ	JS 90-1,6-NK	шт		1
23	Датчик температури зовнішнього повітря	RAUT	ST-01	шт		1
24	Датчик температури накладний	RAUT	STw-03	шт		2
25	Датчик реле тиску	Danfoss	KPI-35	шт	060-122466	3
26	Щит автоматизації			шт		1
27	□□□□□□□□□□□□□□□□500□			□□		1
б/п	Відбірний пристрій тиску ЗК4-270.10-90			компл.		3
б/п	Трубна обв'язка			компл.		1
б/п	Обмежувальна шайба DN 50			шт		1
б/п	Рама під блок системи опалення			шт		1
б/п	Кабельна обв'язка			компл.		1
□/□	□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□4-275.00-90			компл.		18

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ТО-16/в-512			
Кер.від.					Модульний блок системи опалення	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив							1	1
Перевірив								
					Специфікація обладнання			

Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування повітря

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

Теплонадходження від сонячної радіації

	01		03		06	
	Пд	Зх	Зх	Пн	Сх	Пд
q'=	93	181	181	31	30	93
$q_{в.п}$=	191	373	373	64	62	191
$q_{в.р.}$=						
$K_{1=}$	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
$k_{2=}$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Приміщ.	q'	кільк. Вікон, шт.	Загальна площа $м^2$	Qс.р , Вт	Σ
01	93	1	18	2301	6374
	181	1	18	4073	
03	181	3	54	11139	12329
	31	1	18	1190	
06	30	2	36	2345	10828
	93	4	72	8483	

Теплонадходження через огороджуючі конструкції

Приміщ.	Стіна, орієнт.	twz	Fст,$м^2$	Fприм, $м^2$	Δt_1	Δt_2	Δt_3
01	Пд	22	96	367	-1,1	34,4	24
	Зх	22	64	367	-1,1	34,4	24
03	Зх	24	176	1024	-3,1	34,4	24
	Пн	24	96	1024	-3,1	34,4	24
06	Сх	24	152	2085	-3,1	34,4	24
	Пд	24	224	2085	-3,1	34,4	24

Δt_4	Δt_5	Δt_6	Δt_7	$Q_{стін}$	$\sum Q$
6,7	4,4	4,84	3,3	62	639
6,7	5,6	6,52	3,3	155	476
6,7	7,8	9,6	3,3	161	349

Теплонадходження від штучного освітлення

Приміщ.	Площа приміщення, $м^2$	Qосв
01	367	5248
03	1024	14643
06	2085	29816

Повна кількість теплоти в теплий і холодний період року

Приміщення	Кількість людей,чол.	Сум.кіл-ть теплонадх., Вт
01	10	2100
03	569	66004
06	200	24000

Надходження шкідливостей в приміщення

Вологонадходження в теплий період року (ТП)

Приміщення	Кількість людей,чол.	$m_{вл}$, г	Σ, г
01	10	91	910
03	569	107	60883
06	200	107	21400

Вологонадходження в холодний період року (ХП)

Приміщення	Кількість людей,чол.	$m_{вл}$, г/люд.	Σ, г/год
01	10	75	750
03	569	91	51779
06	200	91	18200

Кількість вуглекислого газу

Приміщення	Кількість людей,чол.	M_{CO2}	Σ, г/год
01	10	75	750
03	569	60	34140
06	200	60	12000

Надходження вологи, г/кг

Приміщення	Вид забруднення	Період	Волога	CO_2
01	люди	ХП	750	750
		ТП	910	750
	обладнання		3614	
03	люди	ХП	51779	34140
		ТП	60883	34140
	їжа		6,36	
місцева витяжка			10842	
06	люди	ХП	18200	12000
		ТП	21400	12000

Надходження шкідливостей в приміщення

Джерела теплонадходження	Теплонадходження в період року, Вт	
	Теплий	***Холодний***
01		
Сонячної радіації	6374	
через огороджуючі конструкції	639	
від освітлення	5248	5248
від людей	2100	2100
від обладнання	6825	6825
Всього	21186	14173
03		
Сонячної радіації	12329	
через огороджуючі конструкції	476	
від освітлення	14643	14643
від гарячих страв	13513	13513
від людей	66004	66004
	106965	94160

06		
Сонячної радіації	10828	
через огороджуючі конструкції	349	
від освітлення	29816	29816
від людей	24000	24000
	64993	53816

період року	тепловтрати	теплонадлишки	теплонадходження	теплова напруженість
01				
ТП			21186	8
ХП	44040	-29867	14173	5
03				
ТП			106965	26
ХП	122880	-28720	94160	23
06				
ТП			64993	8
ХП	250200	-196385	53816	6

3.2.Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях. Складання повітряного балансу.

Розрахунок повітрообміну за санітарними нормами

Приміщення	Площа	Кіл-ть л.	Q_{tot},м^3/год	Gc.н.,кг/год
01	367	10	1832	2198
03	102	56	5420	6504
06	208	20	2339	2807

Розрахунок повітрообміну на розбавлення до ГДК

Приміщення	Gco_2,кг/год	L_{CO2},м^3/год
01	169	141
03	7659	6383
06	2693	2244

Приміщення	ε
01	22,7
03	6,8
06	10,9

Приміщення	twz	Δt	tin	tl
01	22	5	17	24,6
03	24		19	26,85
06	24		19	26,6

	ТП		
Приміщення	G_Q	I_l	I_{in}
01	5744	46	37
03	31798	50	37,5
06	21270	52	41

	ТП		
Приміщення	G_w	d_l	d_{in}
01	1300	8,7	8
03	101482	9,1	8,5
06	21400	9,9	8,9

Приміщення	$G_{заг}$	$L_{заг}$
01	5744	4787
03	101482	84569
06	28078	23398

Приміщення	$G_{заг}$	G_{max}	$G_{рец}$
01	5744	2198	3546
03	101482	65040	36442
06	28078	21400	6678

Приміщення	dc	G_{ext}	dext	$G_{рец}$	dl	$G_{заг}$
01	11,9	2198	17	3546	8,7	5744
03	14,2	65040	17	36442	9,1	101482
06	15,3	21400	17	6678	9,9	28078

Холодопродуктивність камери зрошення

Приміщення	$G_{заг}$	I_c	I_o	Q_x,кВт
01	5744	58	31,5	42
03	101482	65,5	29,5	1015
06	28078	68	35	257

Приміщення	$G_{заг}$	d_c	d_o	W
01	5744	11,9	8	6
03	101482	14,2	8,5	160
06	28078	15,3	8,9	50

Витрата води на II підігрів

Приміщення	$G_{заг}$	I_{in}	I_o	Q_x, кг/год
01	5744	37	31,5	9
03	101482	37,5	29,5	226
06	28078	41	35	47

Розрахунок повітрообміну в приміщенні в холодний період року

Приміщення	ε
01	27,6
03	7,7
06	12,9

Приміщення	twz	Qh	$G_{заг}$	tin	tl
01	20	7348	5744	15	22,6
03	22	94160	31798	10	24,85
06	22	53816	28078	14	24,6

Приміщення	G_{ext}	dext	$G_{рец}$	dl	$G_{заг}$	dc
01	2198	0,5	3546	7,2	5744	4,6
03	65040	0,5	36442	8,9	101482	3,5
06	21400	0,5	6678	8,6	28078	2,4

Прим.	$G_{заг}$	I_c	I_t	I_o	I_{in}	Q_1	Q_2
01	5744	18,0	-13	27,5	32,5	49	8
03	101482	7,5	-12,5	22	25	564	85
06	28078	0	-13	29	33,5	101	35

	Параметри повітря у вентиляційній системі					
Період	Точка	Опис	t,C	I,кдж/кг	d, г/кг	ф,%
	01					
Тепплий	ext	зовнішнє пов.	29	59	10	45
	wz	в робочій зоні	22	43	8,3	50
	I	видаляєме	24,6	46	8,7	44
	in	припливне	17	37	8	65
	C	точка суміші	27,5	58	11,9	51
	O	камера зрошення	11,5	31,5	8	95
Холодний	T	Підігрів в 1 кал.	16	27,5	4,5	40
	O	Камера зрошення	9,8	27,5	7	95
	ext	Зовнішнє повітря	-23	-22	0,6	90
	C	Суміш	6,9	18	4,5	75
	in	Припливне повітря	15	32,5	7	66
	wz	Робоча зона	20	38,5	7,1	50
	I	Видаляєме повітря	22,6	41,5	7,2	44
	03					
Тепплий	ext	зовнішнє пов.	29	59	10	45
	wz	в робочій зоні	24	46	8,7	45
	I	видаляєме	26,85	50	9,1	39
	in	припливне	19	37,5	7,5	55
	C	точка суміші	29	65,5	14,2	57
	O	камера зрошення	10,5	29,5	7,5	95
Холодний	T	Підігрів в 1 кал.	14	22	3,5	35
	O	Камера зрошення	7,1	22	6	95
	ext	Зовнішнє повітря	-23	-22	0,6	90
	C	Суміш	-1	7,5	3,5	95
	in	Припливне повітря	10	25	6	80
	wz	Робоча зона	22	43	8,1	50
	I	Видаляєме повітря	24,85	47	8,9	46

	06					
Тепплий	ext	зовнішнє пов.	29	59	10	45
	wz	в робочій зоні	24	50	9,4	50
	l	видаляєме	26,6	52	9,9	45
	in	припливне	19	41	8,9	65
	C	точка суміші	29	68	15,2	60
	O	камера зрошення	13	35	8,9	95
Холодний	T	Підігрів в 1 кал.	22	29	2,4	14
	O	Камера зрошення	10,2	29	7,2	95
	ext	Зовнішнє повітря	-23	-22	0,6	90
	C	Суміш	-6	0	2,4	95
	in	Припливне повітря	14	33,5	7,2	75
	wz	Робоча зона	22	50	8,1	50
	l	Видаляєме повітря	24,6	46	8,7	45

Повітрообмін у розрахунковому приміщенні

01		
Повітрообмін	G, кг/год	L, $м^3$/год
За санітарними нормами	2198	1832
За розбавленням CO2 до ГДК	169	141
За асиміляцією теплонадлишк.	5744	4787
За асиміляцією вологонадлишк.	1300	1083
Загальний повітрообмін	5744	4787
Витрата рециркуляційного повітря	3546	2955
Витрата зовнішнього повітря	2198	1832
Загальний повітробмін (40% від витрати)	2298	**1915**
Витрата рециркуляційного повітря (40% від витрати)	1418	1182
Витрата зовнішнього повітря(40% від зовн.п)+зонти	13338	11115
витрата разом із зонтами	16784	**13987**

Загальна витрата витяжного повітря через зонти 9200м3/год, для підбору установки додамо до припливу 9200м3/год

03		
Повітрообмін	G, кг/год	L, м^3/год
За санітарними нормами	65040	54200
За розбавленням CO2 до ГДК	7659	6383
За асиміляцією теплонадлишк.	31798	26499
За асиміляцією вологонадлишк.	101482	84569
Загальний повітрообмін	101482	84569
Витрата рециркуляційного повітря	36442	30368
Витрата зовнішнього повітря	65040	54200
Загальний повітрообмін (+60% від витрати кухні)	104929	**87441**
Витрата рециркуляційного повітря	36442	**30368**
Витрата зовнішнього повітря(+ 60% від зовн.п. кухні)	68487	**57072**

06		
Повітрообмін	G, кг/год	L, м^3/год
За санітарними нормами	28078	23398
За розбавленням CO2 до ГДК	2693	2244
За асиміляцією теплонадлишк.	21270	17725
За асиміляцією вологонадлишк.	21400	17833
Загальний повітрообмін	21400	**17833**
Витрата рециркуляційного повітря	6678	**5565**
Витрата зовнішнього повітря	21400	**17833**

3.3.Вибір і обґрунтування систем вентиляції та кондиціонування повітря.

Основні розглянуті технології включають різноманітні механічні системи, природну вентиляцію та пасивну вентиляцію. Ключові параметри, пов'язані з кожною системою, включають експлуатаційні витрати, витрати на встановлення, швидкість вентиляції, потенціал рекуперації тепла. Також розглядаються пов'язані питання, такі як інфільтрація, системи повітроводів, варіанти фільтрації, шум та будівельні питання. У цьому звіті описано широкий спектр систем, що зараз представлені на ринку та можуть бути використані для відповідності стандарту ASHRAE 62.2. Хоча ці системи зазвичай належать до категорій припливних, витяжних або збалансованих, специфіка кожної системи зумовлена занепокоєннями, що виходять за рамки стандарту та обговорюються. Деякі з цих систем виходять за рамки чинного стандарту, надаючи додаткові функції (такі як розподіл повітря або контроль тиску). Ринок визначить безпосередню цінність таких функцій, але ASHRAE може розглянути пов'язані модифікації стандарту в майбутньому.

Мета вентиляції полягає в забезпеченні свіжого (або принаймні зовнішнього) повітря для комфорту та забезпеченні здорової якості повітря в приміщенні шляхом розбавлення забруднюючих речовин. Історично люди вентилювали будівлі, щоб забезпечити контроль джерела як продуктів згоряння, так і

неприємних запахів (Sherman, 2004). Наразі існує широкий спектр вентиляційних технологій для забезпечення вентиляції в житлових приміщеннях, включаючи як механічні системи, так і сталі технології. Більшість існуючого житлового фонду в США використовує інфільтрацію

в поєднанні з відкриттям вікон для забезпечення вентиляції, що іноді призводить до надмірної вентиляції з подальшою втратою енергії; іноді призводить до недостатньої вентиляції та поганої якості повітря в приміщенні. На основі роботи Шермана та Дікергоффа (1998), Шерман та Метсон (2002) показали, що нещодавнє житлове будівництво створило більш щільні,

енергозберігаючі огороджувальні конструкції будівель, що створює потенціал для недостатньої вентиляції. Рівень інфільтрації в цих нових будинках в середньому в 3-4 рази нижчий, ніж в існуючому житловому фонді. Як наслідок, нові будинки часто потребують систем вентиляції, щоб відповідати чинним стандартам вентиляції.

МакВільямс та Шерман (2005) розглянули такі стандарти та пов'язані з ними фактори.

Згідно зі стандартом ASHRAE 62.2-2004, опублікованим Американським товариством інженерів з опалення, охолодження та кондиціонування повітря (ASHRAE, 2004), окремі житлові будинки повинні відповідати нормі вентиляції для всього будинку, яка базується на кількості спалень у будинку, кількості мешканців, плюс коефіцієнт інфільтрації (3 куб. фути за хвилину на 100 кв. футів плюс 7,5 куб. футів за хвилину на кожного додаткового мешканця, що включає 2 куб. фути за хвилину на 100 кв. футів на інфільтрацію). Існує кілька способів виконати цей стандарт за допомогою механічних систем або природних сил.

Згідно з журналом Home Energy Magazine за травень/червень 2000 року, «хороша система вентиляції повинна:

- Забезпечувати контрольовану кількість незабрудненого зовнішнього повітря як для комфорту, так і для розведення повітря
- Мати термін служби щонайменше 15 років
- Бути прийнятною для експлуатації мешканцями (низький рівень шуму, низька вартість)
- Не знижувати безпеку та довговічність будинку».

У цій статті буде розглянуто як механічні, так і екологічно безпечні технології вентиляції, а також фактори, що впливають на їхню ефективність. Механічні технології повинні включати:

- Системи безперервної витяжки
- Системи періодичної витяжки
- Витяжку з впускними отворами для додаткового повітря
- Періодичну або безперервну локальну витяжку з впускним отвором для додаткового повітря у зворотному напрямку
- Безперервну подачу
- Періодична подача з впускним отвором у зворотному напрямку системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря
- Комбіновану витяжку та подачу (збалансовану)

Сталі технології, тобто ті, рушійними силами яких є головним чином різниця температур та вітер, розглядаються в другому розділі та включають:

- Інфільтрацію з вікнами, що відкриваються
- Пасивну вентиляцію
- Сонячний димохід
- Гібридні системи

Обговорюється вплив випадкової вентиляції, що забезпечується інфільтрацією та вікнами, що відкриваються. Нарешті, у третьому розділі обговорюється різноманітні фактори, які можуть впливати на ефективність

вентиляції, включаючи вартість та споживання енергії, очищення та фільтрацію повітря, якість будівництва, системи керування та системи повітроводів.

Механічна вентиляція всього будинку

Існує безліч механічних систем вентиляції всього будинку, включаючи витяжні, припливні та збалансовані системи. Будь-яка з них може працювати безперервно або періодично, вони можуть бути одно- або багатопортовими, або система може бути інтегрована в існуючу систему опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Стратегії механічної вентиляції забезпечують більш рівномірну швидкість вентиляції, ніж природна вентиляція (Hekmat, Feustel and Modera, 1986). Правильно проектовані механічні системи забезпечують хороший контроль над швидкістю вентиляції порівняно з більшістю інших вентиляційних систем; однак для роботи системи потрібна додаткова енергія. Holton, J.K., M.J. Kokayko та T.R. Beggs (1997) порівняли вентиляційні системи в нових будинках та виявили, що швидкість інфільтрації коливається від 0,1 до 0,07 повітрообміну на годину влітку та від 0,35 до 0,15 АСН взимку. Як результат, вони рекомендують включати в сучасні будинки систему механічної вентиляції. Дослідники вивчали різні конфігурації витяжних, припливних та збалансованих систем вентиляції, з рециркуляцією по всьому будинку та без неї за допомогою вентилятора центрального опалення та охолодження.

Безперервна витяжка

Безперервна система витяжки всього будинку забезпечує вентиляцію за допомогою одноточкового або багатоточкового центрального вентилятора для видалення повітря з будівлі (Concannon, 2002). Припливне повітря

надходить у зовнішню оболонку будівлі через щілини або передбачені вентиляційні отвори (див. Рисунок 1). Якщо конструкція будівлі герметична, існує ймовірність створення негативного тиску всередині будівлі, що призводить до зворотної тяги від приладів згоряння (з відкритим димоходом). Часто ці системи включають демпфер для скидання тиску для зменшення дисбалансу тиску.

Припливне повітря надходить у будівлю неконтрольовано і може втягуватися з

відносно небажаних місць, таких як гаражі, затхлі підвали (або підпілля) або запилені горища (Barley, 2002). Системи витяжки всього будинку можуть бути непридатними в районах, де рівень забруднення зовнішнього середовища високий. У випадку радону, дослідники виявили, що системи витяжки можуть фактично підвищувати рівень забруднення в приміщенні.

(Bonnefous, Gadgil, and Fisk, 1992). У суворих кліматичних умовах дуже холодне припливне повітря може створювати протяги, тоді як у вологих кліматичних зонах системи, що використовують лише витяжку, можуть спричинити пошкодження конструкції будівлі вологою. Фільтрацію не можна розумно додавати до системи вентиляції, що використовує лише витяжку, якщо не враховувати огороджувальні конструкції будівлі як частину системи фільтрації.

Рекуперацію тепла можна додати до витяжних систем. Пасивно, сама огороджувальна конструкція будівлі може забезпечити певну рекуперацію тепла (Walker and Sherman, 2003), а також частково ефективна для видалення озону. Більш активно, тепловий насос витяжного повітря може бути використаний для рекуперації енергії у витяжному потоці повітря.

Інститут домашньої вентиляції (HVI) перераховує широкий спектр вентиляторів, які можуть відповідати чинним стандартам ASHRAE щодо швидкості вентиляції за умови правильної установки. Однак, кілька факторів (такі як герметичність огороджувальної конструкції будівлі, розмір, якість повітроводів та їх розташування, серед іншого) можуть суттєво впливати на те, чи встановлений вентилятор може забезпечити зазначену швидкість вентиляції. Ці вентилятори потенційно можуть забезпечити швидкість вентиляції від 50 до понад 5000 кубічних футів за хвилину. Більшість експлуатаційних витрат пов'язані з кондиціонуванням припливного повітря, а не з енергією для роботи вентилятора. У довіднику HVI зазначено споживання енергії лише для невеликого відсотка вентиляторів, з типовим споживанням енергії близько 3,5

кубічних футів за хвилину/Вт. Рей (2000) виявив, що з більшості точок зору, витяжні механічні системи вентиляції є найдешевшими з механічних систем в експлуатації.

Одноточкові витяжні системи

Одноточкова витяжна система часто являє собою модернізований вентилятор для ванної кімнати.

Витрати на будівництво та монтаж є найнижчими серед механічних систем. (Concannon, 2002) Для виведення повітря назовні потрібен лише один вентилятор і, можливо, кілька простих повітроводів. У деяких випадках вентилятор можна встановити у зовнішній стіні, що усуває потребу у великій мережі повітроводів. Одноточкові вентиляційні системи страждають від нерівномірного розподілу свіжого повітря, особливо у закритих приміщеннях. (Rudd, A. 2000.) Оцінюючи п'ять систем механічної вентиляції, Рірдон та Шоу (1997) виявили, що стратегії лише локальної витяжки, які залежали від вентиляторів на кухні та у ванній кімнаті для забезпечення вентиляції всього будинку, забезпечували лише незначно кращу продуктивність, ніж лише інфільтрація. Ця проста система страждала від поганого розподілу припливного повітря; нижня кімната отримувала все припливне повітря, тоді як кімнати нагорі (спальні) не отримували достатньо повітря, щоб відповідати чинним

вентиляційним нормам. Однак, стандарт 62.2 не має вимог щодо розповсюдження; тому це не є проблемою для мінімально сумісної системи, але, тим не менш, це варто врахувати.

Багатоточкові витяжні системи

Багатоточкові витяжні системи є покращенням порівняно з однопортовими витяжними системами, оскільки вони покращують рівномірність вентиляції по всіх кімнатах будинку, але є додаткові витрати на встановлення повітроводів (Rudd, 1999). Один витяжний вентилятор підводиться до багатьох кімнат будинку та може бути встановлений дистанційно для зниження рівня шуму. У порівнянні вентиляційних систем Рірдон та Шоу (1997) виявили, що якщо

використовувати централізовану витяжну систему з всмоктувальними решітками в кожній кімнаті будинку замість локальної витяжної системи, повітря рівномірно розподіляється по всьому будинку навіть у закритих спальнях.

Періодична витяжка

Періодичну витяжну систему встановлюють подібно до безперервної витяжної системи; як правило, вона складається з одного центрального вентилятора для видалення затхлого повітря з будівлі, але також може включати кілька вентиляторів у місцях з високими джерелами забруднення (наприклад, у ванних кімнатах та кухнях). У цьому випадку вентилятор(и) працює(ють) лише частину часу з вищою швидкістю та має розмір, щоб забезпечитинеобхідну вентиляцію. Швидкість вентиляції, коли система працює періодично, повинна бути більшою, ніж якби вона працювала безперервно (Sherman, 2004). Існує кілька переваг використання періодичних систем вентиляції. Мешканець може зменшити кількість зовнішнього повітря, що надходить у будівлю в періоди дня, коли якість зовнішнього повітря погана. Проблеми з піковим навантаженням можуть зробити вигідним зменшення вентиляції протягом певних періодів дня. Коли система вентиляції інтегрована з системою опалення та охолодження, циклічна робота також може мати більше сенсу.

Для керування вентилятором можна використовувати таймер, який зазвичай має перемикач, щоб мешканець міг його вмикати за потреби. Недоліком тут є те, що мешканець контролює вентиляцію та потрібно покладатися на те, щоб знати, коли потрібна вентиляція. Якщо вентилятор шумить, мешканець може вирішити не вмикати систему, що може призвести до недостатньої вентиляції. Багато систем використовують таймер для автоматичного запуску вентилятора протягом певного часу щодня, щоб мешканець не відчував, коли потрібна вентиляція. Однак, мешканець часто має контроль над перемикачем, щоб увімкнути вентилятор на високу швидкість, коли потрібна додаткова вентиляція.

Існують більш складні (і дорогі) системи керування, включаючи: датчики CO2, датчики присутності та датчики вологості. Системи керування CO2 та

мешканцями не відповідають чинному стандарту 62.2, якщо ці функції не використовуються для підвищення вентиляції понад мінімальні показники, необхідні згідно з 62.2.

Наш власний досвід показав, що витрати на встановлення та експлуатацію аналогічні витратам на системи безперервної витяжки, але можуть перевищувати їх, якщо встановити складні системи керування.

Як і у випадку з системами безперервної витяжки, більшість потреб у енергії спрямовані на кондиціонування припливного повітря, а не на роботу вентилятора. Існує потенціал для зменшення споживання енергії порівняно з системою безперервної витяжки, якщо періодична система використовується разом із природними рушійними силами для забезпечення належної вентиляції, при цьому зменшуючи енергію, необхідну для кондиціонування зовнішнього повітря. Наприклад, робота вентилятора вночі може зменшити витрати на охолодження. Крім того, вентилятор можна запрограмувати на роботу в періоди, коли рівень забруднення зовнішнього повітря низький, або ж на вимикання системи, коли рівень твердих частинок або озону на зовнішньому повітрі високий. Якщо локально використовуються тарифи на комунальні послуги, що базуються на часі використання, можливо, можна зменшити експлуатаційні витрати, частіше провітрюючи приміщення в періоди низьких витрат, щоб забезпечити зменшення або навіть відсутність вентиляції в періоди високих витрат.

3.4. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо.

Аеродинамічний розрахунок 01

П1

Приток

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці L, м3\год	Довжина ділянки l, м	Розрахункова швидкість б перерізі v_p, м\с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу fр, м2	Діаметр повітропроводу d, мм	Еквівалентний діаметр d_{e}, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість б перерізі υд, м/с	Коефіцієнт шорсткості βш	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Rтер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Невʼязка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На всій ділянці Рділ = R·l·βш·К1							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Магістраль 1																				
1	2000	3,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	1,9	1,80	1	21,17	23,09	23,09	-	-
2	4000	2,2	6	0,185	560	560	0,246	4,51	1	1	12,24	0,37	0,8	0,37	1	4,53	5,34	28,44		
3	6000	8	6	0,278	630	630	0,312	5,35	1	1	17,23	0,44	3,5	0,37	1	6,38	9,90	38,33		
4	10000	28	6	0,463	800	800	0,502	5,53	1	1	18,41	0,35	9,8	2,25	1	41,42	51,22	89,55		
Відгалуження																				
5	2000	1,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	0,8	1,80	1	21,17	21,99	21,99	5	0,09
6	2000	1,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	0,8	1,80	1	21,17	21,99	21,99	23	0,52
7	2000	6,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	3,6	1,80	1	21,17	24,74	24,74	35	0,78
8	2000	1,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	0,8	1,80	1	21,17	21,99	21,99	19	0,42
9	4000	2	6	0,185	560	560	0,246	4,51	1	1	12,24	0,37	0,7	0,37	1	4,53	5,27	27,26	70	3,34

Аеродинамічний розрахунок 01

В1

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 d_{e}, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість в перерізі $v_д$, м/с	Коефіцієнт шорсткості βш	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Rтер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Невʼязка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На всій ділянці Рділ = R·l·βш·К1							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Магістраль 1																				
1	2000	3,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	1,9	1,80	1	21,17	23,09	23,09	-	-
2	4000	2,2	6	0,185	560	560	0,246	4,51	1	1	12,24	0,37	0,8	0,37	1	4,53	5,34	28,44		
3	6000	8	6	0,278	630	630	0,312	5,35	1	1	17,23	0,44	3,5	0,37	1	6,38	9,90	38,33		
4	10000	28	6	0,463	800	800	0,502	5,53	1	1	18,41	0,35	9,8	2,25	1	41,42	51,22	89,55		
Відгалуження																				
5	2000	1,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	0,8	1,80	1	21,17	21,99	21,99	5	0,09
6	2000	1,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	0,8	1,80	1	21,17	21,99	21,99	23	0,52
7	2000	6,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	3,6	1,80	1	21,17	24,74	24,74	35	0,78
8	2000	1,5	5	0,111	400	400	0,126	4,42	1	1	11,76	0,55	0,8	1,80	1	21,17	21,99	21,99	19	0,42
9	4000	2	6	0,185	560	560	0,246	4,51	1	1	12,24	0,37	0,7	0,37	1	4,53	5,27	27,26	70	3,34

Аеродинамічний розрахунок 03

П2

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці L, м3\год	Довжина ділянки l, м	Розрахункова швидкість в перерізі v_p, м\с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу fp, м2	Діаметр повітропроводу d, мм	Еквівалентний діаметр d_{e}, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість в перерізі $v_д$, м/с	Коефіцієнт шорсткості βш	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Rтер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Невʼязка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На осій 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	1650	3,5	5	0,092	355	355	0,099	4,63	1	1	12,91	0,69	2,4	2,20	1	28,40	30,82	30,82	–	–
2	3300	4	5	0,183	500	500	0,196	4,67	1	1	13,13	0,46	1,8	0,37	1	4,86	6,70	37,52	–	–
3	4950	4	5	0,275	560	560	0,246	5,50	1	1	18,74	0,55	2,2	0,37	1	6,93	9,13	46,65	–	–
4	6600	20	6	0,306	630	630	0,312	5,88	1	1	20,81	0,52	10,4	3,85	1	80,12	90,52	128,03	–	–
Відгалуження																				
5	1650	3,5	5	0,092	355	355	0,099	4,63	1	1	12,91	0,69	2,4	2,20	1	28,40	30,82	30,82	18	0,50
6	1650	3,5	5	0,092	355	355	0,099	4,63	1	1	12,91	0,69	2,4	2,20	1	28,40	30,82	30,82	34	0,83
7	1650	3,5	5	0,092	355	355	0,099	4,63	1	1	12,91	0,69	2,4	2,20	1	28,40	30,82	30,82	76	4,61

Аеродинамічний розрахунок 03

В2

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці L, м3\год	Довжина ділянки l, м	Розрахункова швидкість 0 перерізі v_p, м\с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу fр, м2	Діаметр повітропроводу d, мм	Еквівалентний діаметр $d_{екв}$, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість 0 перерізі $v_д$, м/с	Коефіцієнт шорсткості $\beta_ш$	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔPділ = Rтер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Невʼязка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На ділянці Рділ = R·l·$\beta_ш$·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	1650	3,5	5	0,092	355	355	0,099	4,63	1	1	12,91	0,69	2,4	2,20	1	28,40	30,82	30,82	–	–
2	3300	4	5	0,183	500	500	0,196	4,67	1	1	13,13	0,46	1,8	0,37	1	4,86	6,70	37,52	–	–
3	4950	4	5	0,275	560	560	0,246	5,58	1	1	18,74	0,55	2,2	0,37	1	6,93	9,13	46,65	–	–
4	6600	20	6	0,306	630	630	0,312	5,88	1	1	20,81	0,52	10,4	3,85	1	80,12	90,52	128,03	–	–
Відгалуження																				
5	1650	3,5	5	0,092	355	355	0,099	4,63	1	1	12,91	0,69	2,4	2,20	1	28,40	30,82	30,82	18	0,50
6	1650	3,5	5	0,092	355	355	0,099	4,63	1	1	12,91	0,69	2,4	2,20	1	28,40	30,82	30,82	34	0,83
7	1650	3,5	5	0,092	355	355	0,099	4,63	1	1	12,91	0,69	2,4	2,20	1	28,40	30,82	30,82	76	4,61

Аеродинамічний розрахунок 06

П3

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці L, м3\год	Довжина ділянки l, м	Розрахункова швидкість в перерізі v_p, м\с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу fр, м2	Діаметр повітропроводу d, мм	Еквівалентний діаметр $d_{екв}$, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість в перерізі $v_д$, м/с	Коефіцієнт шорсткості $\beta_ш$	Коефіцієнт К1	Швидкісний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Рмер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На всій ділянці Рділ = R·l·$\beta_ш$·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	810	6,5	4	0,056	280	280	0,062	3,65	1	1	8,02	0,6	3,9	1,85	1	14,84	18,74	18,74		
2	1620	18	5	0,090	355	355	0,099	4,55	1	1	12,46	0,67	12,1	0,37	1	4,61	16,67	35,41		
Відгалуження																				
3	810	1,5	4	0,056	280	280	0,062	3,65	1	1	8,02	0,6	0,9	1,85	1	14,84	15,74	15,74	56	1,56

Аеродинамічний розрахунок 06

В3

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці L, м3\год	Довжина ділянки l, м	Розрахункова швидкість в перерізі v_p, м\с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу fр, м2	Діаметр повітропроводу d, мм	Еквівалентний діаметр $d_{екв}$, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу fд, м2	Дійсна швидкість в перерізі $v_д$, м/с	Коефіцієнт шорсткості βш	Коефіцієнт К1	Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці Рд	Втрати тиску на тертя		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Коефіцієнт К2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів ΔPz = Σξділ·Рд·К2	Загальні втрати тиску на ділянці , ΔРділ = Rтер + Pz, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана ξдк
												Питомі на 1 п.м R, Па/м	На всій ділянці Рділ = R·l·βш·К1							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Магістраль 1																				
1	810	6,5	4	0,056	280	280	0,062	3,65	1	1	8,02	0,6	3,9	1,85	1	14,84	18,74	18,74		
2	1620	18	5	0,090	355	355	0,099	4,55	1	1	12,46	0,67	12,1	0,37	1	4,61	16,67	35,41		
Відгалуження																				
3	810	1,5	4	0,056	280	280	0,062	3,65	1	1	8,02	0,6	0,9	1,85	1	14,84	15,74	15,74	56	1,56

3.5. Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря. Підбір холодильного обладнання.

Список обладнання

Модель	Кількість	Опис
BLAUBERG BLHVE-S785-O/3R1A	1	BLHV-PRO EVI VRF Outdoor Unit (380-415V/3PH/50Hz),78,5 kW
BLAUBERG BLHVE-S615-O/3R1A	1	BLHV-PRO EVI VRF Outdoor Unit (380-415V/3PH/50Hz),61,5 kW
BLAUBERG BLHVE-S400-O/3R1A	1	BLHV-PRO EVI VRF Outdoor Unit (380-415V/3PH/50Hz),40,0 kW
BLAUBERG BLHV-100-I-CR-AC/1R1A	8	Касетний Внутрішній блок Круглопоточний (220-240V/1PH/50Hz),10,0 kW
BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	8	Касетний Внутрішній блок Круглопоточний (220-240V/1PH/50Hz),8,0 kW
BLAUBERG BLHV-71-I-CR-AC/1R1A	6	Касетний Внутрішній блок Круглопоточний (220-240V/1PH/50Hz),7,1 kW
BL-SP-A02D	4	Branch joint
BL-SP-A01D	6	Branch joint
BL-SP-A03D	9	Branch joint
BLSP-S069	22	Світлодіодна дисплейна панель круглопотокової касети

2.2 Список забезпечення поля

2.2.1 Матеріали трубопроводів для холодоагенту

Модель	Кількість	Блок	Опис
Φ9.52	80.5	m	Мідна труба
Φ12.7	18	m	Мідна труба
Φ15.88	83.5	m	Мідна труба
Φ19.05	16	m	Мідна труба
Φ22.2	5	m	Мідна труба
Φ25.4	3	m	Мідна труба

Ф28.6	32	m	Мідна труба
Ф31.8	7	m	Мідна труба
Ізоляційна оболонка для трубопроводу			All refrigerant piping and branch joints should be completely insulated.

Рекомендована товщина ізоляційної оболонки:

Розмір трубопроводу	**Товщина.**	
	Вологість <80%ВВ	Вологість ?80%ВВ
Ф6.35~Ф38.1mm	≥15mm	≥20mm
Ф41.3~Ф38.1mm	≥20mm	≥25mm

2.2.2 Зарядка холодоагенту

Назва системи	**Модель**	**Кількість**	**Блок**	**Опис**
К1	R410A	3.59	kg	Додатковий холодоагент додано
К2	R410A	5.76	kg	Додатковий холодоагент додано
К3	R410A	2.39	kg	Додатковий холодоагент додано
Total(R410A)	R410A	11.74	kg	Додатковий холодоагент додано

2.2.3 Електричні кабелі

Тип	**Розмір**	**Довжина**
Кабель джерела живлення	Вибрати на основі МСА кожного блоку	Згідно з фактичним дизайном системи
Комунікаційний кабель	0.75мм2 трижильний екранований	Згідно з фактичним дизайном системи

4. К1

4.1 Список специфікацій (К1)

Модель	Кількість	Блок	Опис
BLAUBERG BLHVE-S615-O/3R1A	1		BLHV-PRO EVI VRF Outdoor Unit (380-415V/3PH/50Hz),61,5 kW
BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	8		Касетний Внутрішній блок Круглопоточний (220-240V/1PH/50Hz),8,0 kW
BL-SP-A02D	1		Branch joint
BL-SP-A01D	3		Branch joint
BL-SP-A03D	3		Branch joint
BLSP-S069	8		Світлодіодна дисплейна панель круглопотокової касети
R410A	3.59	kg	Додатковий холодоагент додано
Ф9.52	32	m	Мідна труба
Ф12.7	6.5	m	Мідна труба
Ф15.88	35.5	m	Мідна труба
Ф22.2	1	m	Мідна труба
Ф28.6	11	m	Мідна труба

4.2 Деталі внутрішнього блоку (К1)

4.2.1 Таблиця деталей внутрішнього блоку

Назва внутрішнього блоку	Модель	Вага(kg)	Розмір (ШхВхГ)(mm)	Джерело живлення	MCA(A)	MFA(A)
IDU1	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	24	833*232*900	220~240V-1Ph-50Hz	0,8	15
IDU2	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	24	833*232*900	220~240V-1Ph-50Hz	0,8	15
IDU3	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	24	833*232*900	220~240V-1Ph-50Hz	0,8	15
IDU4	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	24	833*232*900	220~240V-1Ph-50Hz	0,8	15

IDU5	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	24	833*232*900	220~240V-1Ph-50Hz	0,8	15
IDU6	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	24	833*232*900	220~240V-1Ph-50Hz	0,8	15
IDU7	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	24	833*232*900	220~240V-1Ph-50Hz	0,8	15
IDU8	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	24	833*232*900	220~240V-1Ph-50Hz	0,8	15

Назва внутрішнього блоку	**Модель**	**Tmp-C(℃)**	**RTC(kW)**	**ATC(kW)**	**RSC(kW)**	**ASC(kW)**	**PI-C(W)**	**Tmp-H(℃)**	**RHC(kW)**	**AHC(kW)**	**PI-H(W)**
IDU1	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	27,0/19,0		7,65		5,61	180	21		5,42	180
IDU2	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	27,0/19,0		7,65		5,61	180	21		5,42	180
IDU3	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	27,0/19,0		7,65		5,61	180	21		5,42	180
IDU4	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	27,0/19,0		7,6		5,58	180	21		5,42	180
IDU5	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	27,0/19,0		7,63		5,6	180	21		5,42	180
IDU6	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	27,0/19,0		7,65		5,61	180	21		5,42	180
IDU7	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	27,0/19,0		7,57		5,55	180	21		5,42	180
IDU8	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	27,0/19,0		7,54		5,54	180	21		5,42	180

Назва внутрішнього блоку	**Модель**	**Потік повітря(m^3/h)**	**Звуковий тиск dB(A)**	**Зовнішній статичний тиск(Pa)**

IDU1	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	1200[1]	39	
IDU2	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	1200[1]	39	
IDU3	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	1200[1]	39	
IDU4	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	1200[1]	39	
IDU5	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	1200[1]	39	
IDU6	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	1200[1]	39	
IDU7	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	1200[1]	39	
IDU8	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	1200[1]	39	

Назва внутрішнього блоку	**Модель**	**Piping Length to 1st Y Joint(m)**
IDU1	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	2,50
IDU2	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	8,50
IDU3	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	6,00
IDU4	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	15,00
IDU5	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	12,50
IDU6	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	11,50
IDU7	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	18,00
IDU8	BLAUBERG BLHV-80-I-CR-AC/1R1A	20,00

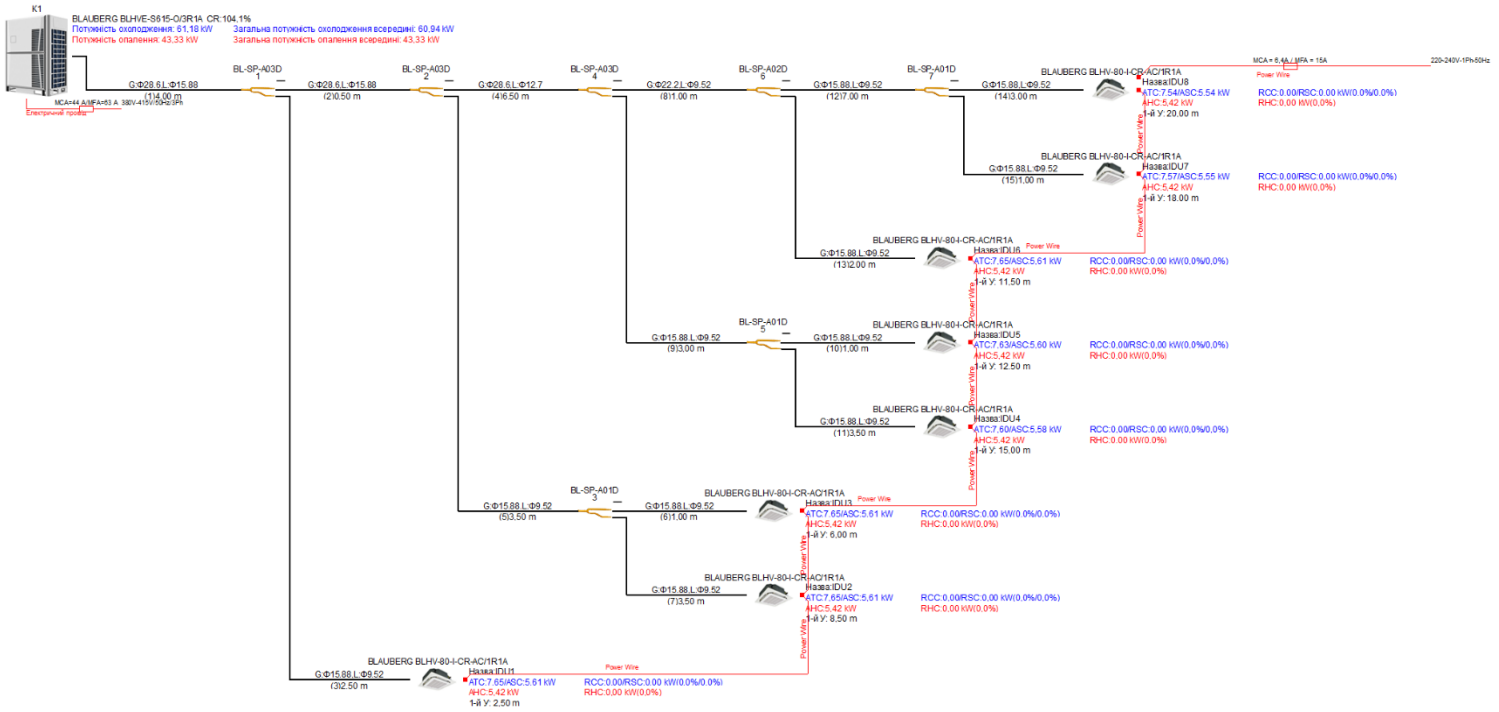
4.3 Деталі зовнішнього блоку (К1)

4.3.1 Таблиця деталей зовнішнього блоку

Модель		**BLAUBERG BLHVE-S615-O/3R1A**
Модуль		BLAUBERG BLHVE-S615-O/3R1A
Tmp-C	℃	35

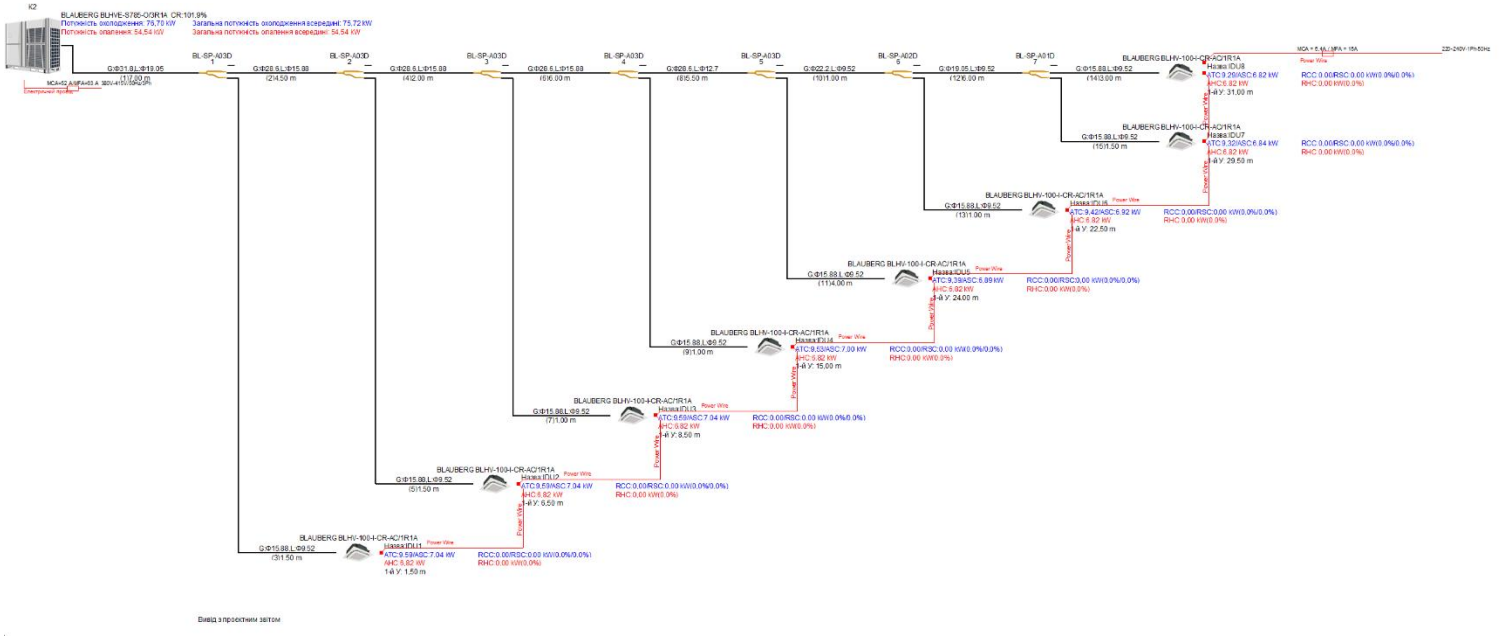
RTC	kW	
ATC	kW	61,18
PI-C	kW	16,47
EER (коефіцієнт енергоефективності)		3,71
Tmp-H	℃/℃	-22/-20
RHC	kW	
AHC	kW	43,33
PI-H	kW	16,41
COP (коефіцієнт ефективності)		2,64
CR		104,1
Потік повітря	m^3/h	16000
Звуковий тиск	dB(A)	63
Основний холодоагент	kg	16,00
Ex-Refr(ODU)	kg	0,00
Ex-Refr(Piping)	kg	3,59
TCO2 eq.		40,90
MCA	A	44
MFA	A	63
Джерело живлення	V/ph/Hz	380V-415V/50Hz/3Ph
Dimension (WxHxD)	mm	1340*1740*840
Вага	kg	297

4.5 Схеми трубопроводів (К1)



Вивід з проектним звітом

5.5 Схеми трубопроводів (К2)



Розділ 4. Заходи з енергоефективності

Правильні звички, які варто впровадити

Отримати підтримку щодо індивідуалізації витрат на опалення для вашого багатоквартирного будинку

Пропонується орендодавцям, управителям та житловим кооперативам (співвласникам) своє інноваційне рішення для індивідуалізації витрат на опалення:

- Цифровий двійник будівлі, який дозволяє визначити надходження та втрати тепла для кожної квартири;
- Встановлення датчиків температури у квартирах;
- Відстеження споживання енергії через платформу Kocliko.

Кілька простих дій для зниження споживання теплоти

- Налаштовуйте температуру між 19° та 21° у житлових кімнатах, коли ви перебуваєте вдома;
- Знижуйте температуру у вашому домі, коли ви відсутні;
- Встановлюйте температуру в спальнях (нічних кімнатах) на рівні 17°;
- Закривайте штори, вікна та віконниці (ролети) на ніч;
- Залишайте віконниці відкритими вдень для доступу сонячного світла.

Розділ 5. Заходи з охорони праці.

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів [25,26]

№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

Технік ОВК (опалення, вентиляція, кондиціювання): запобігання МСЗ

Завдання техніка ОВК численні. Він забезпечує експлуатацію, технічне обслуговування, а також профілактичне та корекційне обслуговування різних систем кондиціювання, вентиляції та опалення в будівлях. Під час створення мережі ОВК технік піддається сильним постуральним навантаженням (вимушеним позам) та вібрації інструментів (болгарка, шурупокрут, перфоратор, обтискний інструмент), коли йому доводиться прокладати трубопроводи через монтажні отвори (тримії), по підлозі або під стелею. Він також дуже залежний від координації робіт, які проводяться між монтажниками мереж, трубопровідниками, ізолювальниками, а також іншими фахівцями, такими як муляри та монтажники гіпсокартону. Фактори ризику виникнення м'язово-скелетних захворювань (МСЗ), особливо пов'язані з важкими позами, тісно пов'язані з робочим середовищем, яке вимагає виконання роботи безпосередньо на підлозі або під стелею.

Це рішення представляє основні результати ергономічного дослідження*, проведеного на будівельних майданчиках у межах програми Fipu

(Інвестиційний фонд із запобігання професійному зносу), що фінансується Cnam. Дослідження було проаналізовано експертами технічного управління OPPBTP для визначення робочих ситуацій, що несуть ризик виникнення м'язово-скелетних захворювань (МСЗ), з метою запропонувати рішення для покращення умов праці, зменшення або навіть усунення МСЗ.

- Кабінет Ergonova

Зміст

1. З чого складається реалізація мережі ОВК?
2. Які ризики, пов'язані з різними етапами діяльності, можуть сприяти виникненню м'язово-скелетних захворювань?
3. Рекомендації

Основні аспекти профілактики

Дія на етапах підготовки будівельного майданчика, з урахуванням його специфіки та пов'язаних із цим ризиків, дозволяє передбачити та впливати на проблематику МСЗ. Таким чином, можна передбачити етапи діяльності, які призводять до важких поз та значного ручного переміщення вантажів. Поділ передовим досвідом з усією професійною спільнотою та пошук інноваційних, організаційних і технічних рішень дозволять обмежити ризики виникнення МСЗ.

З чого складається реалізація мережі ОВК?

Реалізація мережі ОВК полягає у монтажі трубопроводів гарячої води, крижаної води або повітроводів, що дозволяють підключити котли та центральні кондиціонери (CTA) до кінцевого обладнання для опалення, кондиціювання або вентиляції.

Основна мережа опалення та повітроводи зазвичай проводяться через монтажні отвори (тримії). Ці мережі розгалужуються через розподільчий колектор, що дозволяє спрямовувати потоки до касетних кондиціонерів, встановлених у кожній кімнаті будівлі. Тому робота на будівельному майданчику вимагає:

- встановлення CTA та котла;

- створення мережі повітря (повітроводів) від монтажного отвору до всіх рівнів будівлі;
- створення мережі труб у монтажному отворі;
- створення мережі труб під стелею та підключення до центральної мережі;
- ізоляції кожної труби;
- встановлення блоків кондиціювання.

Примітка щодо спостережуваних ситуацій Деякі фотографії можуть демонструвати відхилення від звичайних правил безпеки: вони відображають реальність спостережуваних будівельних майданчиків. Їх мета — не показати ідеальний приклад, а представити реальні ситуації на місцях.

Які ризики, пов'язані з різними етапами діяльності, можуть сприяти виникненню м'язово-скелетних захворювань?

Обладнання монтажного отвору (тримії)

Ця діяльність вимагає попереднього облаштування монтажного отвору, що може зайняти від 15 днів до місяця, залежно від кількості рівнів будівлі. Різні етапи роботи включають:

- підготовку труб;
- кріплення опорних рейок;
- підготовку колінних секцій;
- зварювання різних елементів;
- монтаж зворотних клапанів та продувочних кранів на висоті 30 см від стелі.

Монтажний отвір дозволяє розподіляти мережі опалення та кондиціювання від кожного майданчика до різних поверхів будівлі. Ці отвори проходять крізь перекриття для всіх поверхів. Вони можуть включати мережі води, опалення, кондиціювання або інші мережі.

Для підготовки мереж спочатку необхідно розрізати сталеві труби великого діаметру (150 мм):

- Труби доставляються краном у пучках по 8 або 10 штук довжиною 6 метрів. Вони розрізаються болгаркою на секції по 3 метри безпосередньо в зоні зберігання або якомога ближче до зони роботи.
- Виконується зварювання для з'єднання труб та фіксації їх на опорах.
- Труби встановлюються у вертикальному положенні за допомогою талі або підйомного пристрою.
- Фіксація опорних рейок, будь то на підлозі чи на стіні, вимагає одночасно свердління, різання та прикручування рейок.

Підготовка колінних секцій здійснюється болгаркою з гнуттям труб; усі краї скошуються. Для підготовки зварювальних робіт зварювання стиків колінних секцій може виконуватися полум'ям (паяльною лампою) або дуговим зварюванням, залежно від будівельного майданчика. Потім майстер підключає клапани або продувочні крани.

Фактори ризику МСЗ для виконання трубопроводу в монтажному отворі

- **Ручне переміщення вантажів та транспортування** Підготовка труб створює навантаження, пов'язані зі значним ручним переміщенням, оскільки труба важить приблизно 90 кг, і її необхідно доставляти до зони зберігання принаймні 10 разів на день. Можуть існувати обтяжливі фактори, такі як відсутність засобів механічного переміщення, наприклад кранів, що полегшують доставку. А також відстань, яку необхідно подолати між зоною зберігання та зоною роботи. Переміщення може здійснюватися одним або двома операторами. Колінні секції важать приблизно 10 кг.
- **Важкі пози** Різання секцій, а також виконання зварювання точки кріплення змушують згинати тулуб, а також потребують тривалого опертя на коліна. Встановлення секцій труб вимагає роботи з піднятими над плечима руками з кутом понад 60°, причому час дії може перевищувати 2 години на день. Для кріплення опорних рейок необхідно виконувати свердління та прикручування до підлоги; майстер опиняється або в позі з нахилом тулуба, або в положенні на колінах. Зварювання колінних стиків також викликає

постуральні навантаження, такі як згинання тулуба під час захоплення стиків, згинання та обертання шийного відділу хребта для візуалізації зони зварювання, а також навантаження на верхні кінцівки для утримання зварювального пальника (приблизно 10 хвилин на один зварний шов).

- **Механічні вібрації** Шліфування швів за допомогою болгарки створює вібрації на рівні рук до 6,3 м/с² і триває близько 30 хвилин на кожну секцію. За пучок потрібно виконати 16–20 секцій. Діяльність із кріплення опорних рейок вимагає використання вібруючих інструментів, таких як перфоратор для свердління бетону (рахуйте приблизно 10–15 хвилин використання на кожну опору). Перфоратор створює вібрації до 8,8 м/с²; також використовується болгарка для різання рейки (рахуйте приблизно 3–5 хвилин на рейку) та шурупокрут для прикручування рейки (приблизно 10 хвилин). Зварювання різних елементів колінних стиків може займати понад 2 години на день. Можуть додаватися обтяжливі фактори, такі як стан інструментів або витратних матеріалів: чи вони обслужені, чи не є застарілими з точки зору вібраційних норм? Чи вони також надаються в розпорядження?

Реалізація мереж під стелею

Мережі під стелею проходять вздовж коридорів будівлі від подачі, розташованої в монтажних отворах. Вони складаються з чотирьох контурів — два контури подачі та два контури повернення — для забезпечення циркуляції гарячої та холодної води до центрального блоку.

Для виконання монтажу мережі під стелею необхідні різні етапи роботи, такі як:

- встановлення кріпильних опор;
- укладання та фіксація труб;
- підключення труб/обтиск;
- встановлення розподільчого колектора.

Встановлення кріпильних опор (типу «жаба») та рейок вимагає етапу болтового з'єднання або прикручування, як для кріпильних опор з кожного

боку балок IPN (двотаврові балки), так і для встановлення рейок. Прикручування виконується вручну за допомогою тріскачкового ключа.

Труби доставляються іншим майстром. Необхідно пропустити всі труби через кожен хомут, виконати часткове прикручування, відрегулювати вирівнювання перед остаточним затягуванням.

З'єднання труб між собою здійснюється обтиском. Для цього майстер підганяє труби болгаркою, потім робить скос. Ця робота може виконуватися вручну, якщо потрібно. Потім він встановлює фітинги, фіксує труби, а потім обтискає їх електроінструментом.

Крім того, встановлення розподільчого колектора змушує встановлювати чотири Т-подібні фітинги, готувати розрізи болгаркою, вирівнювати фітинги, скошувати їх, підключати колектор до мережі, обтискати та прикручувати клапани.

Фактори ризику МСЗ для реалізації мереж під стелею

- **Ручне переміщення вантажів** Реалізація мережі під стелею створює навантаження, пов'язані з носінням інструментів. Болгарка або обтискний інструмент важать приблизно 5 кг, а колектори — від 3,5 до 5 кг. Можуть існувати обтяжливі фактори, такі як полі-експозиція, оскільки носіння вантажу здійснюється, зокрема, з руками над плечима і утримується понад 15 хвилин.
- **Важкі пози** Чи то для встановлення кріпильних опор, чи труб під стелею, ці види діяльності вимагають прикручування, різання, обтискання і створюють пози з підняттям рук понад 60° та розгинанням шийного відділу хребта — пози, які, до того ж, утримуються протягом тривалого часу.
- **Механічні вібрації** Дії з прикручування, різання та обтискання створюють вібрації до 2,5 м/с² протягом понад 15 хвилин на день.

Встановлення мережі повітря (повітроводи та блоки кондиціювання)

Майстри доставляють вентиляційні повітроводи (приблизно 36 кг) зі складу до зони роботи. Переміщення здійснюється двома операторами до

підйомника повітроводів. Залежно від доступності місця, повітропровід може підніматися підйомником, таллю або вручну.

Монтаж повітроводів на поверхах вимагає фіксації рейок та збирання циліндричних секцій, як під стелею, так і на рівні підлоги. Встановлення блоків кондиціювання виконується за допомогою пересувних робочих платформ або драбин.

Фактори ризику МСЗ для встановлення мережі повітря

- **Ручне переміщення вантажів** Встановлення вентиляційних повітроводів та блоків кондиціювання створює навантаження, пов'язані з перенесенням ваги повітроводів, що можуть досягати 36 кг і перевищувати одну тонну на рівень монтажного отвору. Перенесення ваги посилюється утриманням вантажу з руками над рівнем 60°.
- **Важкі пози** Встановлення кріпильних опор, рейок, блоків кондиціювання, а також з'єднання циліндричних повітроводів під стелею вимагає роботи з піднятими руками, і ця поза може перевищувати 1 годину на день.

Ізоляція (калорифування)

Ізоляція труб, що транспортують рідини, або вентиляційних повітроводів полягає у термічній або акустичній ізоляції. Ізоляційний матеріал накладається для покриття повітроводів, труб та колін, що складають вологі та сухі мережі. Ізоляція розрізається ножем безпосередньо на закріплених мережах, що передбачає роботу або на підлозі, або під стелею.

Фактори ризику МСЗ для ізоляції

- **Важкі пози** Діяльність з ізоляції вимагає роботи або на підлозі, що передбачає згинання тулуба або опертя на коліна, або під стелею, що створює роботу з руками над плечима. Ці пози можуть перевищувати 2 години на день за тривалістю дії.

Проблематика, пов'язана з використанням платформ

На будівельному майданчику використовувалися різні платформи, щоб дозволити майстрам працювати на висоті. Серед них:

- індивідуальна рухома робоча платформа (PIRL),

- рухомі риштування,
- драбина.

Оскільки рівні робочих зон дуже мінливі, майстри можуть знаходитися в нижній або верхній частині риштувань, що призводить до згинання хребта або підняття верхніх кінцівок. Крім того, труднощі з доступом до робочих зон можуть або перешкоджати встановленню найбільш підходящої платформи, або спричиняти частіші монтажі та демонтажі.

Тоді спостерігається:

- збільшення ручного переміщення різних елементів,
- втрата часу на виконання завдань,
- ризиковані практики.

Рекомендації

Рекомендації, пов'язані з організацією праці

1. **Планування MOA (Замовника) та MOE (Виконавця робіт)** Планування робіт та передбачення робочих ситуацій дозволяють обмежити вплив факторів ризику, звідси важливість діалогу між замовником (MOA) та керівником робіт (MOE). Вибір технічних засобів та способів їх реалізації знаходиться під керівництвом MOA (він фінансує) на пропозиції його MOE. Тому необхідно, щоб діалог між MOA/MOE міг відбуватися якомога раніше в проекті, починаючи з етапу досліджень, етапу проектування і до реалізації робіт. Це дозволить зрозуміти очікування та потреби проекту, а також оптимізувати зміни та еволюції під час реалізації для кращого врахування впливу цих змін на здоров'я операторів та вартість встановлення. Це узгодження дозволяє уникнути зміни вже виконаної роботи та втрати часу.

2. **Координація безпеки та охорони здоров'я від проектування до реалізації** Будівельна операція вимагає втручання різних учасників з різноманітними та доповнюючими компетенціями. Чіткі правила, встановлені заздалегідь і спільні для замовника (MOA), керівника робіт (MOE) та координатора з охорони праці (CSPS), сприяють впровадженню оперативної та надійної стратегії профілактики. Це практичні модальності співпраці.

3. **Діалог та узгодження з командами** Діалог та узгодження з відповідними командами дозволяють краще передбачити непередбачувані обставини та мінливість кожного будівельного майданчика. Мета полягає в тому, щоб поєднати пов'язані засоби та найбільш ефективні способи роботи (якість, безпека, здоров'я).

4. **Процес закупівлі та забезпечення партисипативним та ітеративним обладнанням** Важливо визначити процес закупівлі щодо вибору інструментів та засобів, інтегруючи критерії як з точки зору продуктивності, так і з точки зору здоров'я та безпеки. Цей процес має бути партисипативним та/або консультативним з майстрами та/або майбутніми користувачами.

5. **Розвиток культури профілактичного обслуговування** Визначення колективних умов щодо обслуговування, догляду та заміни витратних матеріалів є однією з відповідальностей MOA. Мета полягає в тому, щоб розвивати колективний процес, а не зосереджуватися на індивідуальній відповідальності. Передбачати знос, щоб уникнути непередбачених ситуацій через передачу інформації та цінувати обладнання так, щоб воно сприймалося як важіль продуктивності, так і важіль збереження здоров'я.

6. **Управління ресурсами та моніторинг робіт** Обмежити вплив тих самих факторів ризику через багатофункціональність, щоб організувати ротації на периметрах та сприяти чергуванню завдань. Використовувати додатки для планування та моніторингу робіт. Використання BIM (інформаційне моделювання будівель) у 3D дозволяє моделювати мережі сантехніки та ОВК заздалегідь, уникаючи перешкод з іншими професіями.

Рекомендації, пов'язані з технікою

MOA за підтримки свого MOE та CSPS повинен впровадити спільні засоби, зокрема пов'язані з переміщенням, підйомом та роботами на висоті.

1. **Засоби доступу до роботи на висоті** Надати платформи для роботи, що дозволяють мати змінні висоти та обмежувати постуральні регулювання. Наприклад, регульовані PILR, телескопічні рухомі риштування або напівелектричні чи електричні підйомні платформи.

2. **Електричні та ергономічні інструменти** Інструменти останнього покоління у деяких виробників інтегрують технічні властивості з інноваційними системами, спрямованими на забезпечення безпеки та збереження здоров'я, такі як:

- Система ACV: антивібраційна система, яка зменшує відчутні вібрації.
- Система ARC: система захисту від обертання, яка дозволяє миттєво зупинити інструменти для свердління та прикручування, коли свердло блокується в поверхні, що обмежує ризик скручування верхніх кінцівок.
- Система захисту від падіння: система, яка дозволяє миттєве блокування ріжучих інструментів, коли він падає.
- Електричний обтискний прес: інструмент, який дозволяє виконувати швидкі та безпечні з'єднання на багатошарових або мідних трубах без зварювання, зменшуючи втому та ризик опіків.
- Регульований тріскачковий розвідний ключ: інструмент, який полегшує затягування у вузьких просторах завдяки вбудованому механізму тріскачки, обмежуючи повторювані рухи.
- Дриль-шурупокрут: компактний і легкий дриль-шурупокрут розроблений для обмеження втоми під час тривалого використання та адаптований для робіт на висоті.

3. **Інструменти, що дозволяють зменшити носіння важких вантажів**

- Модульний електричний транспортний візок, що дозволяє легко транспортувати кілька штабельованих ящиків для інструментів, уникаючи ручного носіння важких вантажів.
- Портативні електричні лебідки та талі, що дозволяють зменшити ризик травм спини.
- Інструменти типу підйомників матеріалів, які можуть допомогти підняти обладнання, щоб обмежити роботу з руками над плечима.

4. **Підключені інструменти та віддалена діагностика**

- Підключені мультиметри, які передають вимірювання в реальному часі на смартфон.

- Тепловізійні камери для виявлення витоків тепла.
- Додатки доповненої реальності, що використовуються для накладання схем встановлення на будівельному майданчику.

Рекомендації, пов'язані із засобами індивідуального захисту

1. **Наколінники** Щоб обмежити ризик пошкоджень колін (проблема меніска, гігрома коліна), необхідно надати захист для колін, або безпосередньо інтегрований у робочий одяг, або надати знімні наколінники чи наколінники з гелем, які пропонують кращий комфорт.
2. **Окуляри** Щоб гарантувати чітке бачення у вологому або гарячому середовищі та збільшити безпеку, необхідно надати захисні окуляри проти запотівання.
3. **Рукавички** Для безпечного маніпулювання металевими трубами або ріжучими інструментами необхідно бути екіпірованим рукавичками проти порізів з посиленим зчепленням. Важливо зазначити, що звичайні робочі рукавички не зменшують передачу вібрацій, а скоріше мають тенденцію збільшувати її, згідно з дослідженням INRS. Крім того, холод посилює вплив вібрацій на кровообіг.

Інноваційні способи роботи та пов'язані засоби

1. **Збірне виробництво (Prefabrication) та модульність** Збирання в майстерні дозволяє зменшити час, проведений на будівельному майданчику, та покращити умови праці, уникаючи робіт у вузьких просторах. Модульні системи в ОВК дозволяють швидке та безпечне встановлення, обмежуючи роботи на висоті та потребу у зварюванні на місці.
2. **Техніка без зварювання** Обтискні фітинги уникають використання паяльних ламп, зменшуючи таким чином ризики пожежі та вдихання токсичних димів. Цей метод швидший і потребує менше фізичних зусиль. Фітинги швидкого з'єднання (push-fit) дозволяють швидко з'єднувати труби без важких інструментів, обмежуючи повторювані маніпуляції.

3. **Приклад на основі майстерні виготовлення** На основі відвідування майстерні компанії, добровільної для ергономічного дослідження, ми змогли спостерігати два типи діяльності:

- Збирання прототипу, що дозволить живити розрахунки вартості заздалегідь та визначити способи монтажу на будівельному майданчику.
- Збирання серійного комплекту різних елементів, які потім встановлюються безпосередньо на будівельних майданчиках, таких як комплекти монтажних отворів, елементи типу колекторів або технічних фітингів. Майстерня також представляє перевагу можливості керувати поверненням до роботи після відновлення працевлаштування, оскільки умови праці є менш обтяжливими та більш «контрольованими», ніж на будівельному майданчику.

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

Будівельна галузь десятиліттями страждає від низької продуктивності (Jarkas et al. Citation2012; Dixit et al. Citation2019). Деякі причини скромного розвитку в цій галузі включають фрагментацію проектів та погану співпрацю через поширені короткострокові контракти (Khoshgoftar et al. Citation2010; Alashwai and Fong Citation2015; Grenzfurtner and Gronalt Citation2021). Крім того, будівельну галузь звинувачують у повільному впровадженні нових практик або операційних методів, які були впроваджені в інших галузях, таких як модуляризація продуктів або централізоване управління даними (Alaloul et al. Citation2020). Було домовлено про створення модульних пропозицій продуктів та використання продуктових платформ для систематизації пропозицій продуктів та стандартизації процесів, що призводить до індустріалізації (Jansson et al. Citation2014; Lessing Citation2015).

Lean, який спочатку був розроблений для автомобільної промисловості, був спрямований на підвищення ефективності шляхом стандартизації процесів (Ohno Citation, 1998). Коскела (Citation, 1992) запровадив нову філософію Lean виробництва в будівельній галузі на початку 1990-х років. Відтоді розробка інструментів та методів на основі Lean використовується в будівельній галузі (Meiling et al. Citation, 2012), хоча й з незначними результатами. Було виявлено, що стандартизація процесів та управління унікальними проектами з використанням повторюваного процесу є ключовими для досягнення ефективності та індустріалізації в будівельній галузі (Höök Citation, 2008; Andersson and Lessing Citation, 2020; Stehn et al. Citation, 2021).

Відправною точкою для індустріалізації є систематизм на рівні бізнес-моделі (БМ), який закладає основу для розробки стандартизованих продуктів і процесів (Belova and Sbitneva Citation2018; Uusitalo and Lavikka Citation2020). Однак Пекурі та ін. (Citation2015), які вивчали БМ та принципи вибору проектів у будівельній галузі, помітили, що БМ не завжди визначені або суворо дотримуються. Також Абейнаяке та ін. (Citation2021) виявили, що

концепція БМ є досить новою та, що дивно, мало вивченою в будівельній галузі.

Операційна модель – це відображення того, як організація надає цінність своїм клієнтам і як організація фактично керує собою, тобто як організація операціоналізує своє управління бізнесом на більш детальному рівні (Pekuri et al. Citation, 2015). Індустріалізація слугує основою для повторюваної розробки продуктів та стандартизації процесів (Liker and Morgan Citation, 2006). Однак елементи самої можливої операційної моделі як частини індустріалізації ще не були проаналізовані в цілому (Brege et al. Citation, 2014; Das et al. Citation, 2021). Промислова операційна модель (IOM), яка слугує основою, необхідна для ефективної інтеграції та повного використання переваг усіх сучасних розробок у процесах і методах (Liker and Morgan Citation, 2006). У цій операційній моделі процеси та їх постійний розвиток є фундаментальними елементами, як і в багатьох широко визнаних критеріях досконалості (Fonseca Citation, 2021).

З огляду на відсутність досліджень щодо IOM (Інтегрованого методу виробництва) для будівельної галузі, це дослідження має на меті окреслити IOM та комплексну й безперервну роль основних елементів IOM в індустріалізації будівництва. Припущення нашого дослідження полягає в тому, що IOM необхідний для підвищення продуктивності в будівельному бізнесі, підтримуючи кращий контроль витрат, забезпечення якості та точність графіків у проектах. Історія показала, що цих цілей дуже важко досягти за допомогою поширених моделей реалізації проектів, які дозволяють унікальності керувати моделями проектів. Цілі дослідження представлені у вигляді дослідницьких питань (ДП) наступним чином:

• Які загальні ключові елементи IOM?

• Як виникають елементи IOM та які відповідні проблеми виникають у будівельній галузі?

• Які передумови для впровадження IOM у будівельній галузі?

Наше дослідження має якісний характер і має на меті описати ІОМ та його елементи. Це дослідження розпочалося з огляду літератури щодо ВМ, операційних бізнес-процесів та постійного вдосконалення (CI); результати були синтезовані для визначення основних елементів ІОМ (RQ1). Після огляду літератури представлено детальний метод дослідження. У розділі результатів ми підсумовуємо результати напівструктурованого інтерв'ю та описуємо ключові проблеми, пов'язані з ІОМ, з якими стикається будівельна галузь (RQ2). У тому ж розділі ми представляємо передумови для впровадження ІОМ у будівельній галузі (RQ3), а також наше обговорення. Нарешті, ми представляємо наші висновки.

Методи, засновані на бережливому будівництві (Innella et al. Citation2019) та промисловому будівництві (Uusitalo and Lavikka Citation2020), все частіше використовуються в будівельній галузі. Обидва спрямовані на одну й ту саму мету, а саме на підвищення продуктивності (Li et al. Citation2019).

Бережливе будівництво охоплює чотири ключові сфери: визначення мети компанії, управління процесами компанії, оцінка організації та людей, а також безперервна взаємодія (Liker Citation2014). Ці чотири основи бережливого будівництва широко використовуються як операційна модель у галузях промисловості (Puram et al. Citation2021). Крім того, Дейв та ін. (Citation2008) вважають людей, процеси та інформаційні системи трьома основними елементами бережливого будівництва, які слід вивчати в будівельній галузі. Вомак та Джонс (Citation2003) визначили такі принципи бережливого будівництва: 1) визначення цінності, 2) визначення потоку створення цінності, 3) потік, 4) притягання та 5) прагнення досконалості. По суті, спочатку потрібно визначити, що важливо для клієнтів (продукт), потім оптимізувати процеси шляхом усунення втрат та встановлення привабливості, і, нарешті, постійно вдосконалювати.

Остервальдер (Citation2004) представив загальновживане визначення систематичного та ефективного бізнесу. Існує три рівні сталого розвитку бізнесу: стратегія (планування), бізнес-модель (архітектура) та процеси

(впровадження). Стратегічний рівень охоплює бачення, цілі та завдання; рівень бізнес-моделі включає логіку заробітку; а рівень процесу включає організацію та потік. Основу для індустріалізації будівництва не можна побудувати на принципово іншій структурі (Brege et al. Citation2014; Pekuri et al. Citation2014).

Бізнес-модель визначає логіку доходів компанії, і важливо, як конкретний та ефективний метод управління, описувати та доносити логіку компанії (Osterwalder Citation2004; Johnson et al. Citation2008). Спрощена БМ повинна включати три ключові елементи: пропозицію, систему створення цінності та модель доходів (Suikki et al. Citation2006; Pekuri et al. Citation2013; Brege et al. Citation2014). Пропозиції можуть стосуватися заздалегідь визначених продуктів та послуг, які створюють цінність для клієнтів. Пропозиції вимагають ефективних та чітко визначених процесів досліджень і розробок.

Система створення цінності включає всі процеси та ресурси, необхідні для виконання проекту, від розміщення замовлення до доставки. Модель доходу описує, як компанія отримує цінність від проекту та як вона фактично створює гроші.

Портер (Citation1987) зазначив, що компанії можуть досягти успіху, якщо вони мають конкурентну перевагу завдяки своєму управлінню бізнесом (BM) та ключовим компетенціям. Економіка масштабу побудована на систематичності та повторюваності продуктів і процесів (Chandler Citation1993; Liker Citation2014). Якщо портфель продуктів, відправна точка систематичних процесів, побудований на сильних сторонах та компетенціях компанії, це також максимізує її конкурентоспроможність (Tolonen et al. Citation2015b). Завдяки модульній та повторюваній архітектурі продукту, він також підтримує індустріалізацію (Lessing Citation2015). BM також необхідний для цифровізації операцій, тобто впровадження Індустрії 4.0 (Das et al. Citation2021).

За словами Бєлової та Сбітневої (Citation2018), бізнес-модель необхідна в будівництві для адаптації компаній до сучасної промислової та економічної

сфери, підтримки інновацій та розвитку бізнес-процесів. Пекурі та ін. (Citation2013) та Бреге та ін. (Citation2014) стверджували, що управління бізнесом (BM) у будівельній галузі не може принципово відрізнятися від BM в інших галузях. Однак Пекурі та ін. (Citation2015) виявили, що продукти зазвичай не визначені, а вибір продуктів компанії не є систематичним, що вимагається в BM. Типова логіка доходу в будівельному проекті ґрунтується на ціноутворенні на основі витрат. Щоб ефективно працювати, будівельні компанії повинні вибирати лише ті проекти, які відповідають їхньому BM, якщо вони прагнуть отримати переваги масштабу. Як правило, будівельні компанії стикаються з серйозними труднощами у визначенні своєї логіки BM (Abeynayake et al. Citation2021). Хьок та ін. (Citation2015) погоджується, що будівельні компанії, які не усвідомлюють наміру своїх дій, призводять до нецільового використання ресурсів та механізмів інтеграції, що негативно впливає на їхню загальну ефективність.

Ключові оперативні процеси повинні впроваджувати та операціоналізувати управління бізнесом (Becker et al. Citation2003; Osterwalder Citation2004). Основні сфери або операції типової компанії можна логічно здійснювати на основі управління бізнесом: процес продукту (створення пропозиції) та процес замовлення-доставки (надання цінності клієнтам) (Pekuri et al. Citation2014). Процес замовлення-доставки слід додатково розбити на оперативні бізнес-процеси відповідно до характеру бізнесу (наприклад, процес роботи з клієнтом, процес ланцюга постачання та процес обслуговування) (Tolonen et al. Citation2015a).

Процеси відіграють важливу роль у Lean-мисленні: правильний процес дасть правильні результати (Ohno Citation1998). Процеси повинні систематично керуватися та розвиватися. Щоб забезпечити розвиток, процеси повинні бути повторюваними. Дейв (Citation2017) наголошує на важливості управління ключовими операційними процесами, де створення процесів не є одноразовою вправою, оскільки процеси повинні постійно підтримуватися та вдосконалюватися. Крім того, Уусітало та Лавікка (Citation2020) наголошують

на важливості зосередження на процесах, що ведуть до індустріалізації, а Абад-Сегура та ін. (Citation2020) представляють зростаючий дослідницький інтерес до управління промисловими процесами для сталого суспільства.

Безперервність між процесами є важливою; Гулдінг та ін. (Citation2015) підкреслюють важливість взаємодії між процесами проектування та виробництва. Продуктивність компанії та її процесів повинна однозначно вимірюватися відповідно до поставлених цілей. Важливо, що процеси та ключові показники ефективності (KPI) повинні мати призначених власників та чітко визначені обов'язки щодо розвитку (Tolonen et al. Citation2015a). Розробка процесів має бути частиною типового циклу розробки компанії. Управління даними про продукт (PDM) тісно пов'язане з управлінням процесами, оскільки всі дані про процеси повинні бути доступні всім зацікавленим сторонам у режимі реального часу (Li et al. Citation2018). Успішна підтримка роботи PDM сприяє ефективному управлінню операційними процесами в компаніях (Silvola et al. Citation2011).

Одна з проблем у будівельній галузі полягає в тому, що через проектну структуру, практично всі процеси будуються заново для кожного проекту (Pekuri et al. Citation, 2015). Відсутнє повторення, що призводить до труднощів у вимірюванні стану процесів, у встановленні цілей розвитку та у вимірюванні ефекту від дій розвитку. Також важко оптимізувати та систематично розвивати процеси, якщо вони змінюються залежно від вимог проекту (Lessing Citation, 2015). Іншими словами, економії за рахунок масштабу досягти неможливо.

Lean-мислення спрямоване на досконалість, а досконалості можна досягти за допомогою безперервної взаємодії (БВ). Продукти та процеси (потоки створення цінності) – це елементи, в яких Lean прагне мінімізувати варіації. Lean розглядає людей та БВ як найважливіші елементи компанії (Liker Citation, 2014). Liker та Morgan (Citation, 2006) запропонували модель PPT (процес, люди, інструменти та технології) для організації операцій в організації. PPT керується наступним твердженням: Інструменти та технології використовуються для заохочення людей до дотримання процесу. У Lean до

людей належать лідери, команди, співробітники та мережа постачальників і партнерів компанії. Важливо почати з визначення організаційної структури та ролей співробітників у їхніх сферах відповідальності, щоб уникнути непорозумінь та зосередитися на відповідних темах. Також не слід нехтувати відповідальністю за процеси та навчанням власників процесів. Розвиток людей з особистими планами розвитку та планами розвитку на рівні компанії є важливим. Цього не відбувається без систематичного лідерства та управління людьми (Ohno Citation, 1998).

Ключовими елементами успішної неперервної інтеграції (БІ) є наступні: система управління ефективністю з встановленими цілями для ключових показників ефективності (KPI), фактична система управління виробничим майданчиком, процес удосконалення (наприклад, планування-виконання-перевірка-дія або PDCA) та культура підтримки, яка сприяє навчанню на невдачах (Liker Citation, 2014). Деякі компанії навіть мають власні організації БІ, а деякі використовують більш просунуті методи, такі як набір інструментів Lean Six Sigma.

Навіть якщо БІ є одним з найважливіших елементів у кожній компанії, вона не завжди систематично використовується, і переваги БІ не максимізуються. У будівельній галузі такі проблеми, як фрагментовані процеси, орієнтація на проекти та короткострокові угоди, спричиняють проблеми в роботі БІ (Grenzfurtner та Gronalt Citation, 2021). Систематичні моделі процесів та систематичне використання БІ, таким чином, корисні в будівельній галузі (Dave Citation, 2017). Навіть якщо інструменти безперервної інтеграції (БІ) використовуються, систематичний розвиток БІ та компетенцій слід покращити, що свідчить про наявність потенціалу для розвитку в будівельній галузі в найближчі роки (Goulding et al. Citation2015; Mansour et al. Citation2021).

Остервальдер (Citation2004) представив три рівні сталого розвитку бізнесу: стратегію, управління бізнесом (BM) та процеси; BM слугує відправною точкою для IOM. Пекурі та ін. (Citation2013) описують BM як

такий, що складається з наступного: 1) пропозиція, тобто заздалегідь визначені продукти та послуги, 2) система створення цінності з ключовими операційними процесами та 3) модель доходу, яка визначає, як компанія отримує цінність від результатів, що надаються клієнтам. Однак, згідно з дослідженнями (Pekuri та ін. Citation2015; Abeynayake та ін. Citation2021), BM залишається досить рідко використовуваним у будівельній галузі.

Індустріалізація вимагає чітких продуктових платформ, які виграють від модуляризації та ефективних і стандартизованих процесів (Höök Citation2008; Jansson et al. Citation2014; Andersson and Lessing Citation2020; Stehn et al. Citation2021). Крім того, співпраця між операційними процесами є важливою (Goulding et al. Citation2015). Для ефективного вдосконалення процесів усі дані про продукти та процеси повинні систематично управлятися (Li et al. Citation2018). Як згадувалося вище, ключовими елементами CI є наступні: система управління ефективністю з встановленою ціллю для KPI, фактична система управління виробничим цехом, процес вдосконалення та культура підтримки (Liker Citation2014). Вуні та Шен (Citation2020) вивчали критичні фактори успіху (CSF) з 55 статей, опублікованих у 1993–2019 роках. Ключові CSF у будівельній галузі включають ефективне управління продуктами та процесами, а також практики CI

У цьому дослідженні застосовується індуктивний підхід та кількісний метод (Bryman and Bell Citation, 2011). Відповідна література з IOM, BM, операційних процесів, CI, Lean та будівництва була проаналізована та використана як основа для розуміння відповідних областей, і цей аналіз започаткував процес дослідження. Були проведені напівструктуровані інтерв'ю (Kallio et al. Citation, 2016), щоб охопити найважливішу інформацію, пов'язану зі станом IOM та потенціалом майбутнього розвитку, а також щоб забезпечити вільне обговорення ключових тем.

Одиницею аналізу в цьому дослідженні є весь процес планування, проектування та будівництва до технічного обслуговування, і він не залежить безпосередньо від моделі контракту чи кількості зацікавлених сторін,

залучених до процесу. Загалом у це дослідження було включено 11 зацікавлених сторін, пов'язаних з будівництвом (Таблиця 1), щоб отримати достатні знання з тем. Усі зацікавлені сторони, що брали участь, також були зацікавлені у розвитку промислових елементів у своїй роботі. Великі підрядники та постачальники будівельних послуг, а також менші постачальники технологій та архітектори також були залучені, щоб ми могли отримати широке та всеохоплююче уявлення про будівельну галузь. Через характер цього дослідження респондентами були переважно ті, хто обіймав найвищі керівні посади, оскільки вони володіють компетенціями для обговорення широкого кола тем, що стосуються їхніх відповідних організацій. У деяких організаціях брали участь дві або три ключові особи, щоб надати достатню інформацію з відповідних тем. Організації-учасниці переважно базувалися на півночі Фінляндії, але більшість з них мають клієнтів по всій країні, а деякі також розширюють свою діяльність по всьому світу.

Структура інтерв'ю була побудована на ключових елементах ІОМ, розглянутих у Розділі 2. Ми використовували відкриті запитання, щоб респонденти могли надати більше деталей щодо свого досвіду під час відповідей на запитання. Запитання були побудовані на трьох ключових областях синтезованої моделі ІОМ: продукт і дані, операційні бізнес-процеси та безперервна інтеграція (БІ). Загалом було поставлено 22 запитання для оцінки стану компаній та спрямування обговорення на інші цікаві питання. Теми, пов'язані з продуктом, включали клієнтів, цільові ринки, продукти, управління продуктами, управління даними та фактори конкурентоспроможності. Запитання, що стосуються області, пов'язаної з процесами, були спрямовані на розуміння того, як використовуються процеси, чи працює організація на основі процесів, та визначення важливості процесів в організації. Теми БІ охоплювали особистісний розвиток, структури розвитку (наприклад, академічні), роль БІ в організації та системні інструменти та методи БІ. У всіх областях було визначено, як вимірюються та управляються

проблеми. Крім того, ролі та обов'язки були розглянуті у всіх досліджуваних ключових областях.

Усі інтерв'ю проводилися через зустрічі Teams або Zoom та записувалися, щоб забезпечити ретельний аналіз та гарантувати достовірність інформації під час її використання для подальшого аналізу. Також інтерв'юери робили додаткові нотатки під час інтерв'ю. Два дослідники незалежно інтерпретували результати інтерв'ю, щоб підвищити валідність аналізу. У першому аналізі результати були позначені та закодовані відповідно до методу, що використовується в якісному контент-аналізі (Duriau et al. Citation2007). Виявлення закономірностей було зумовлене чотирма ключовими вимірами (продукт, дані, ключові процеси та CI) IOM. Щоб уникнути упередженості дослідників, закодовані результати обговорювалися між авторами. Результати з подібними кодами були об'єднані з елементами основного рівня за допомогою індуктивної логіки (Bryman and Bell Citation2011), що виявило ключові проблеми, з якими стикаються компанії-учасниці. На другому етапі аналізу ми систематично поєднали емпіричні дані, існуючу теорію та паралельний розвиток передумов IOM для будівельної галузі (Dubois and Gadde Citation2002).

Список літератури:

1. 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.
2. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. [Чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 52 с.
3. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення (з урахуванням зміни №1).- [Чинні від 2019-12-01].- Мінрегіон України.- К.: ДП „Укрархбудінформ", 2019.- 44 с.
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 Б EN 13779:2011. Вентиляція громадських будівель. Вимоги до виконання систем вентиляції та кондиціонування повітря (EN 13779:2007, IDT). Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 107 с.
6. ДСТУ Б А.2.4-41:2009. Система проектної документації для будівництва. Робочі креслення систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 32 с.
7. Боженко М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 380 с.
8. Клімов Р. О. Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря : конспект лекцій. Кам'янське : ДДТУ, 2016. 102 с.
9. Чепурний М. М. Основи кондиціонування повітря : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2008. 81 с.
10. Стефанов Е. В. Вентиляція і кондиціонування повітря. Харків : ХДТУ, 2005. (або актуальне видання).
11. Крупнов Б., Шарафадинов Н. Посібник з проєктування систем опалення, вентиляції та кондиціонування. 2008.
12. ДСТУ EN 12792:2008. Системи вентиляції та кондиціонування повітря. Терміни та визначення понять. Умовні познаки (EN 12792:2003, IDT). Київ, 2008.
13. ДСТУ EN 12599:2005 (або актуальна редакція 2025). Системи вентиляції та кондиціонування повітря. Процедури випробування та методи вимірювання під час здавання в експлуатацію.
14. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023-03-01].

– К.: ДП «УкрНДНЦ» , 2022. – 63 с.
15. 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.
16. Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
17. 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.
18. 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.
19. Росковшенко Ю. К.Центральні системи кондиціонування повітря: Навч. посібник. Київ : ІВНВКП "Укргеліотех", 2008.216 с.
20. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. - [Чинні від 2023-03-01].-К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022.- 156 с.
21. Любарець О.П., Верещинський П., Сеньковський К., Куно Г. Теплова потужність систем опалення. Довідник з методики розрахунку у програмі Auditor-OZC 6.9. Київ-Варшава-Білосток: ТОВ КАН, 2016.- 28с.
22. 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.
23. 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.
24. Методичні вказівки до виконання курсової роботи: Розробка монтажного проекту системи вентиляції / В.М. Голубенков, П.Л. Зінич.– К.:КНУБА, 2008.–56 с. – Методичні_вказівки.

25. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту «Організація будівельно-монтажних робіт» для студентів теплогазопостачання і вентиляції/ уклад. М.В. Степанов. – К.: КНУБА, 2005. – 48 с.

26. 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.

27. 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.

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

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

30. Вільсон О.Г. Охорона праці в галузі (на прикладі будівництва): навчальний посібник. - К.: Основа, 2006. - 204 с.

31. 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.

32. Атаманчук П.С. Охорона праці в галузі: навчальний посібник І П.С. Атаманчук та ін. - К.: Центр учбової літератури, 2017. - 322 с.

33. Русаловський А.В. Правові та організаційні питання охорони праці: навчальний посібник / А.В. Русаловський; 5-те вид., допов. І перероб. - К.: Університет «Україна», 2011. - 280 с.

34. 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.