

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ  
Інженерних систем та екології**

---

(факультет)

**Теплотехніки**

---

(назва кафедри)

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

на тему:

**Теплохолодозабезпечення торгового центру в м. Києві**

**Склярський Антон Сергійович**

---

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

Київ – 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ  
Інженерних систем та екології**

---

(факультет)

**Теплотехніки**

---

(назва кафедри)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

---

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року

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

на тему:

**Теплохолодозабезпечення торгового центру в м. Києві**

Виконав студент: групи ТЕ-20

144 «Теплоенергетика»

Енергетичний менеджмент,  
енергоефективні муніципальні та  
промислові теплові технології

**Склярський А. С.**

Керівник: **Кириченко М. А.**

доцент, канд. техн. наук

*Ідентичність підтверджую*

Київ – 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології  
Випускова кафедра: Теплотехніки  
Освітній ступінь: Бакалавр  
Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»  
Освітня програма: Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові теплові технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

\_\_\_\_\_ Приймак О.В.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР  
Склярського Антона Сергійовича**

1. Тема роботи **Теплохолодозабезпечення торгового центру в м. Києві**  
затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року
2. Керівник роботи Кириченко Михайло Анатолійович, доцент, канд. техн. наук
3. Строк подання студентом роботи до захисту \_\_\_\_\_
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
  - Р.1. Система теплозабезпечення
  - Р.2. Система холодозабезпечення
  - Р.3. Розробка джерела теплоти
  - Р.4. Охорона праці при зведенні та експлуатації опалювально-холодильного обладнання
  - Р.5. Вплив на навколишнє середовище
  - Р. 6. Автоматизація
5. Графічний матеріал по розділам:

Р.1. Функціональна схема тепло-,холодопостачання

Р.2. Кондиціонування, гідравлічне та повітряне опалення. План на позн. +5,000.

Р.2. Аксонометричні схеми систем гідравлічного і повітряного опалення

Р.3. Принципова схема обв'язки котла. Характеристика систем

Р.1, Р5, Р.6. Автоматизація котла

Р.6. Автоматизація по датчику СО/2. Розріз 1-1. Функціональна схема

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Система теплозабезпечення	
Розділ 2. Система холодозабезпечення	
Розділ 3. Розробка джерела теплоти	
Розділ 4. Охорона праці при зведенні та експлуатації опалювально-холодильного обладнання	
Розділ 5. Вплив на навколишнє середовище	
Розділ 6. Автоматизація	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення проекту на рецензування	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів дипломної роботи.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2024 р.

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис)

Кириченко М.А.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Кириченко М.А.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Здобувач

\_\_\_\_\_ (підпис)

Склярський А.С.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)



## ***Вступ***

Кваліфікаційна робота бакалавра спеціальності 144 «Теплоенергетика» містить інженерні рішення улаштування систем тепло і холодопостачання торгового центру в м. Києві, що складається з торговельної зали, приміщень кас, виробництва та доготування, санвузлів та адміністративних приміщень. Для забезпечення потреб у теплоті проєктується електричний котел (опалення адміністративних приміщень) та руфтоп (опалення торговельних приміщень). Останній сумісно з місцевими системами кондиціонування типу «спліт» із внутрішніми блоками настінного типу забезпечують холодопостачання у теплий період року. При температурі зовнішнього повітря нижче 10°C передбачається робота руфтопа на газу.

Основними нормативними документами чинними в Україні, що регламентують проєктування, монтаж та експлуатацію вище наведених систем та будівель є:

1. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування;
2. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зміна № 1;
3. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія;
5. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель;
6. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні. Зі Зміною № 1;
7. ДСТУ EN 15359:2018 Тверде відновлювальне паливо. Технічні характеристики та класи (EN 15359:2011, IDT);
8. Про енергетичну ефективність: Закон України від 21.10.2021 р.

									ПЗ	Арк.
										2
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата					

***Розділ 1.***  
***Система теплозабезпечення***

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Система теплозабезпечення або опалення громадської будівлі - це комплексний механізм, який забезпечує комфортну температуру в приміщеннях відповідно до встановлених норм та вимог безпеки.

Основні компоненти такої системи включають:

**Джерело теплоти:** може бути котел на газі, нафті, електричний котел або система централізованого опалення, яка постачає тепло через централізовану мережу.

**Опалювальні прилади:** включає в себе радіатори, конвектори або підлогове/підстелене опалення, через які передається тепло до приміщень.

**Регулювання температури:** для забезпечення комфортної температури у приміщеннях встановлюються термостати або системи автоматичного регулювання, які контролюють роботу котла та розподіл тепла.

**Система циркуляції теплоносія:** може бути насосна система, яка перекачує гарячий теплоносій (воду або гліколь) через радіатори або інші елементи опалення.

**Безпека:** важливим аспектом є системи контролю тиску, температури та вентиляції, а також датчики виявлення витоків газу чи пожежі, які забезпечують безпеку користувачів будівлі.

**Ізоляція та утеплення:** включає в себе утеплення стін, вікон та даху, а також встановлення ущільнювачів на дверях та вікнах для збереження тепла.

Залежно від конкретних потреб і особливостей будівлі, система теплозабезпечення може бути різноманітною і включати додаткові компоненти, такі як системи теплової рекуперації, сонячні колектори або геотермальні системи.

Головна мета системи теплозабезпечення громадської будівлі, що проектується у даній кваліфікаційній роботі, полягає в забезпеченні комфортних умов для користувачів, забезпеченні безпеки та зниженні енерговитрат. Система забезпечення теплотою передбачає компенсацію тепловтрат будівлею у холодний (зимовий) період року для підтримання у приміщеннях нормованих параметрів повітряного середовища. Класично вона складається із джерела теплоти – у даному випадку електричного котла для


											ПЗ	Арк.
												4
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата							

гідравлічної системи опалення, - мережі труб та опалювальних приладів. Руфтоп -передбачається як повітряна системи опалення торгівельної зали.

### 1.1. Підбір зовнішніх огорожень

Підбір зовнішніх огорожень для будівлі - це важливий етап проектування, який впливає на естетику, безпеку та функціональність об'єкта. Ось деякі критерії, які можна врахувати при виборі зовнішнього огороження:

**Матеріал:** Вибір матеріалу повинен залежати від стилю будівлі, його функціонального призначення, естетичних вимог та бюджету. Найпоширеніші матеріали для зовнішніх огорожень включають метал, дерево, камінь, пластик та композитні матеріали. *З точки зору теплотехніки – головним фактором вибору матеріалу є коефіцієнт теплопровідності.*

**Естетика:** Зовнішнє огороження має гармоніювати з архітектурою будівлі та ландшафтом навколишньої території. Важливо враховувати колір, текстуру та стиль матеріалів для створення зовнішнього вигляду, який відповідає загальному візуальному образу.

**Функціональність:** Огороження може виконувати різні функції, від забезпечення приватності та безпеки до *збереження теплоти/холоду в залежності від періоду року у межах нормованих значень.* Важливо враховувати потреби користувачів та конкретні умови місцевості при виборі огороження (*режим експлуатації – вологий або сухий*).

**Тривкість і обслуговування:** Обираючи матеріал для зовнішнього огороження, слід враховувати його тривкість та можливість обслуговування. Деякі матеріали можуть вимагати регулярного обслуговування або обробки для запобігання корозії, розтріскування або зневоднення.

**Вартість:** Бюджетна лінія також грає важливу роль у виборі зовнішнього огороження. Важливо збалансувати якість, естетику та функціональність з доступністю коштів.

При підборі зовнішнього огороження важливо враховувати потреби та вимоги конкретного проекту, а також розглядати різноманітні варіанти для забезпечення найкращого результату.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

					ПЗ
					Арк.
					5

Для будівлі, що тільки проектується, теплотехнічний розрахунок є надзвичайно важливим етапом проектування. Проведення таких розрахунків дозволяє визначити оптимальні параметри і конструкції будівельної оболонки з точки зору теплопередачі і енергоефективності. Основні кроки теплотехнічного розрахунку для такої будівлі можуть включати:

1. Визначення кліматичних умов: Аналіз кліматичних умов місцевості, в якій знаходиться будівля, для визначення потреб у опаленні та охолодженні приміщень протягом року.
2. Вибір конструкційних матеріалів: Вибір оптимальних матеріалів для стін, даху, підлоги та вікон, які мають найкращі теплоізоляційні властивості та найменшу теплопровідність.
3. Розрахунок теплового опору: Розрахунок теплового опору (R-значення) конструкційних елементів для визначення їхньої здатності утримувати тепло в будівлі.
4. Визначення теплових мостів: Виявлення теплових мостів, де може відбуватися надмірна втрата тепла через перерви в ізоляції або погану конструкцію.
5. Розрахунок втрат теплоти: Визначення загальної кількості тепла, яке втрачається через стіни, дах, підлогу, вікна та інші конструкційні елементи будівлі.
6. Рекомендації щодо удосконалення енергоефективності: На основі результатів розрахунків розробляються рекомендації щодо вдосконалення ізоляції, вибору енергоефективних матеріалів та оптимізації систем опалення та вентиляції для зниження втрат теплоти та енерговитрат.

Ці кроки дозволяють максимально ефективно використовувати енергію та забезпечити комфортні умови в приміщеннях, знижуючи витрати на опалення та охолодження і зменшуючи вплив будівлі на навколишнє середовище.

Підбір зовнішніх огорожень виконується згідно [1-3]. За завданням керівника кваліфікаційної роботи маємо завчасно визначені складові прошарки стін та спеціальні склопакети в якості вікон із підвищеними відбиваючими властивостями (Таблиця 1.1). Обов'язково проводимо порівняння отриманих значень нормованого опору теплопередачі з нормативним [1], у разі потреби збільшуємо товщину прошарку теплоізоляції або змінюємо її тип зі

							ПЗ		Арк.
									6
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				

зменшенням коефіцієнту теплопровідності  $\lambda$ , Вт/(м · К), що визначається для «Б» умов експлуатації будівлі за [3].

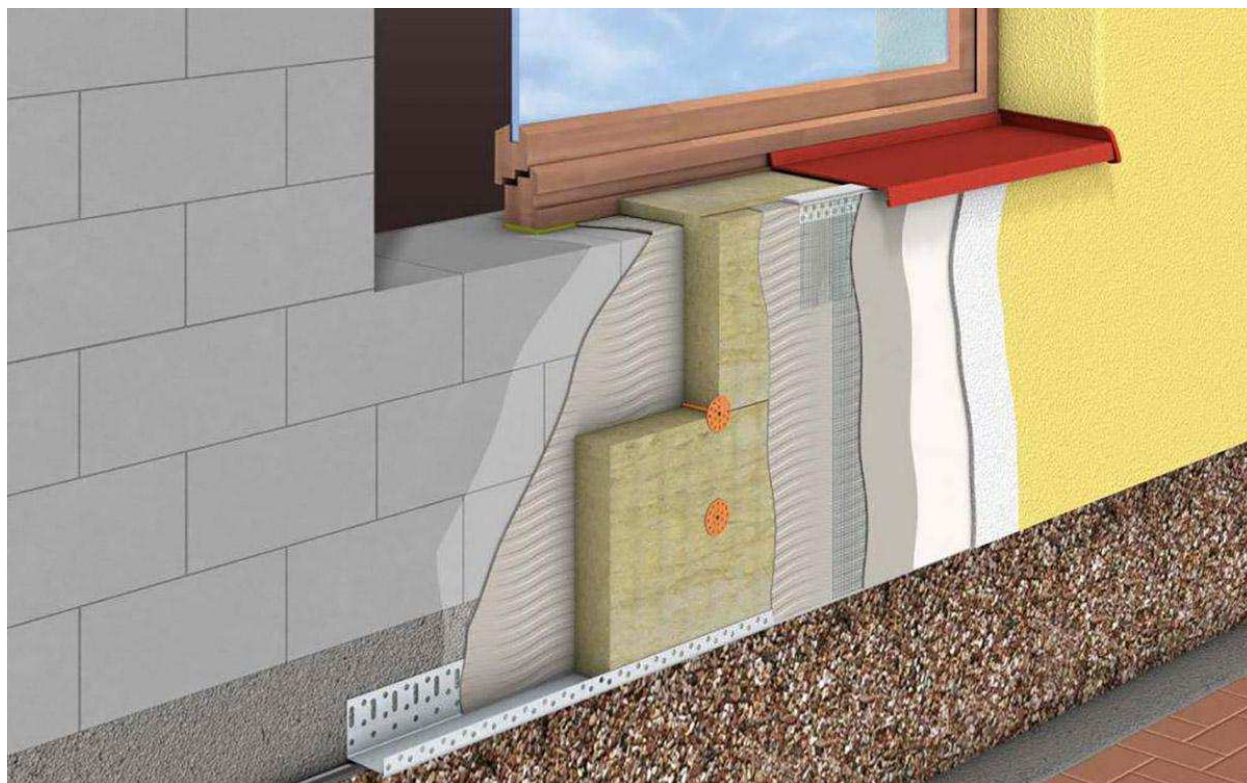


Рис. 1.1 Шари зовнішньої стіни у зоні підвіконня

За ДБН «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»  
І температурна зона приймаємо  $Rq_{min}$ , м<sup>2</sup> · К/Вт

### ***I. Зовнішні стіни (ЗС)***

Нормативний опір теплопередачі для зовнішніх стін:

$$Rq_{min}=4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Зовнішні стіни складаються з таких матеріалів:

1. Штукатурка (Розчин вапняно-піщаний):

$$\rho_{шт}= 1600 \text{ кг/м}^3; \delta_{шт} =0,02 \text{ м}; \lambda_{шт}=0,47 \text{ Вт/(мК)}.$$

2. Теплоізоляція з мінеральної вати на основі базальтового волокна:

$$\rho_{ут}= 150 \text{ кг/м}^3; \delta_{ут} =0,15 \text{ м}; \lambda_{ут}=0,039 \text{ Вт/(мК)}.$$


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

7

3. Кладка цегляна з повнотілої цегли (Керамічної звичайної на цементно-шлаковому розчині):

$$\rho_{\text{ц}}= 1700 \text{ кг/м}^3; \delta_{\text{ц}}=0,38\text{м}; \lambda_{\text{ц}}=0,52 \text{ Вт/(мК)}.$$

4. Штукатурка (Розчин цементно-піщаний):

$$\rho_{\text{шт}}= 1800 \text{ кг/м}^3; \delta_{\text{шт}}=0,02\text{м}; \lambda_{\text{шт}}=0,58 \text{ Вт/(мК)}.$$

Приведений опір теплопередачі становить:

$$R_{\Sigma} = 1/23 + 0,02/0,47 + 0,15/0,039 + 0,38/0,52 + 0,02/0,58 + 1/8,7 = 4,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q\text{min}} = 4,8 \geq 4\text{-умову дотримано.}$$

### ***II. Горищне покриття***

Нормативний опір теплопередачі для перекриття неопалюваного горища:

$$R_{q\text{min}} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Горищне перекриття складається з таких шарів:

1. Тришарові панелі з важкого бетону

$$\rho_{\text{п}}= 2400 \text{ кг/м}^3; \delta_{\text{п}}=0,2 \text{ м}; \lambda_{\text{п}}=1,86 \text{ Вт/(мК)}.$$

2. Пароізоляційна плівка

$$\rho_{\text{п}}= 1600 \text{ кг/м}^3; \delta_{\text{п}}=0,01 \text{ м}; \lambda_{\text{п}}=0,3 \text{ Вт/(мК)}.$$

3. Утеплювач з пінополістиролу

$$\rho_{\text{ут}}= 160 \text{ кг/м}^3; \delta_{\text{ут}}=0,25\text{м}; \lambda_{\text{ут}}=0,043 \text{ Вт/(мК)}.$$

4. Армована стяжка (Розчин цементно-піщаний)

$$\rho_{\text{ст}}= 1800 \text{ кг/м}^3; \delta_{\text{ст}}=0,05\text{м}; \lambda_{\text{ст}}=0,58 \text{ Вт/(мК)}.$$

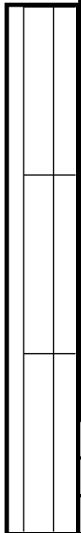
$$R_{\Sigma} = 1/6 + 0,2/1,86 + 0,01/0,3 + 0,25/0,043 + 0,05/0,58 + 1/10 = 6,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

$$R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q\text{min}} = 6,31 \geq 6\text{-умову дотримано.}$$

### ***III. Перекриття над підвалом***

Нормативний опір теплопередачі для перекриття над неопалюваними підвалами,

$$\text{розміщеними нижче рівня землі : } R_{q\text{min}} = 5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$



						ПЗ	Арк.
							8
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Перекрыття складається з таких матеріалів:

1. Тришарові панелі з важкого бетону

$$\rho_b = 2400 \text{ кг/м}^3; \delta_b = 0,2 \text{ м}; \lambda_b = 1,86 \text{ Вт/(мК)}.$$

2. Утеплювач з пінополістиролу

$$\rho_{yt} = 160 \text{ кг/м}^3; \delta_{yt} = 0,25 \text{ м}; \lambda_{yt} = 0,043 \text{ Вт/(мК)}.$$

3. Армована стяжка (Розчин цементно-піщаний)

$$\rho_{ст} = 1800 \text{ кг/м}^3; \delta_{ст} = 0,05 \text{ м}; \lambda_{ст} = 0,58 \text{ Вт/(мК)}.$$

4. Плити з граніту

$$\rho_{пл} = 2800 \text{ кг/м}^3; \delta_{пл} = 0,08 \text{ м}; \lambda_{пл} = 3,49 \text{ Вт/(мК)}.$$

$$R_{\Sigma} = 1/23 + 0,2/1,86 + 0,25/0,043 + 0,05/0,58 + 0,08/3,49 + 1/12 = 6,157 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin} = 6,157 \geq 5 \text{ - умову дотримано.}$$

#### IV. Вікна

Нормативний опір теплопередачі для вікон:  $R_{qmin} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Беремо вікна з двокамерними склопакетами 4i-10-4M1-10-4i (додаток М):

$$R_{\Sigma пр} = 1,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin} \quad 1,14 \geq 0,9 \text{ - умову дотримано.}$$

Результати проведених розрахунків зводимо у Таблицю 1.1: вказуємо тип огороження, опір теплопередачі, коефіцієнт теплопередачі, занотовуємо з яких прошарків складається конструкція та її загальну товщину всіх прошарків (загальна товщина «пирога»).

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	ПЗ	Арк.
							9

Таблиця 1.1

Найменування огорожувальної конструкції	Опір Теплопередачі, м <sup>2</sup> К/Вт		Коефіцієнт Теплопередачі U <sub>к</sub> , Вт/м <sup>2</sup> · °С	Опис конструкції	δзаг
	R <sub>min</sub>	R <sub>заг</sub>			
Зовнішня стіна	4,00	4,80	0,208	Кладка цегляна з повнотілої цегли 1700 кг/м <sup>3</sup> на цементно-шлаковому розчині, 380 мм з утеплювачем з мінеральної вати на основі базальтового волокна 150 мм	0,57
Горищне перекриття	6,00	6,31	0,158	Тришарові панелі з важкого бетону 200 мм з утеплювачем з пінополістиролу 250 мм	0,51
Перекриття над підвалом	5,00	6,151	0,162	Плити з граніту, утеплювач з пінополістиролу, Тришарові панелі з важкого бетону 200 мм	0,58
Вікна та балконні двері	0,90	1,14	0,877	вікна з двокамерними склопакетами 4і-10-4М1-10-4і	-

ПЗ

Арк.

10

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

## 1.2. Визначення втрат теплоти

Втрати теплоти - це процес втрати тепла з будівлі або будь-якого іншого об'єкта в результаті теплопередачі через конструкційні елементи (стіни, дах, підлога), віконні та дверні прорізи, а також через вентиляційні системи та інші відкриті отвори. Ці втрати можуть бути значними та призводити до недоопалення приміщення, підвищених витрат на опалення та незручностей для користувачів.

Для визначення втрат теплоти використовуються різні методи теплотехнічного аналізу, включаючи:

7. Теплотехнічні розрахунки: Цей метод включає в себе розрахунок втрат теплоти на основі фізичних властивостей матеріалів, товщини та площі конструкційних елементів, а також розрахунок теплового опору і теплопровідності матеріалів.
8. Теплові зони: Цей метод передбачає розділення будівлі на теплові зони та визначення втрат тепла для кожної зони окремо на основі характеристик та умов експлуатації кожного приміщення.
9. Теплові інфрачервоні зйомки: Цей метод використовує теплові камери для виявлення дірок, тріщин, недоліків і теплових мостів у конструкціях будівлі, які можуть вести до втрат тепла.
10. Аудит енергоспоживання: Цей метод включає огляд будівлі фахівцем з енергоефективності для виявлення проблемних зон та рекомендацій щодо удосконалення ізоляції та оптимізації систем опалення та вентиляції.

Розрахунок тепловтрат будівлі, що проектується, є важливим етапом у визначенні енергоефективності оболонки будівлі та потреб у опаленні та охолодженні. Ось кроки, які можна виконати для такого розрахунку:

11. Визначення теплових характеристик матеріалів: Для кожного елемента будівельної конструкції (стіни, даху, підлоги, вікна) необхідно визначити теплопровідність матеріалів і їх товщину.
12. Розрахунок теплового опору (R-значення): Для кожного елемента оболонки будівлі обчислюється тепловий опір, що представляє собою величину, яка визначає здатність матеріалу або конструкції утримувати тепло. Для стін, дахів і підлоги використовуються


						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		11

формули, що враховують товщину та теплопровідність матеріалів. Для вікон розраховується тепловий опір разом із коефіцієнтом теплопередачі ( $U$ -значенням), який виражає кількість тепла, що проходить через вікно при певних умовах.

13. Визначення площі кожного елемента: Вимірюються або розраховуються площі кожного елемента будівлі.
14. Розрахунок втрат тепла через кожен елемент: Для кожного елемента будівлі розраховується кількість тепла, яка втрачається через нього, використовуючи розрахований тепловий опір та площу елемента.
15. Сумування втрат тепла: Загальні втрати тепла будівлі обчислюються шляхом сумування втрат тепла через всі елементи оболонки.
16. Корекція втрат тепла: У випадку, якщо будівля має теплові мости або інші фактори, які можуть впливати на втрати тепла, проводиться корекція розрахунків.
17. Оцінка енергоефективності: На основі отриманих результатів проводиться оцінка енергоефективності будівлі і при необхідності вносяться зміни до проекту для зменшення втрат тепла та оптимізації систем опалення та вентиляції.

Ці кроки дозволяють проектувати будівлю з урахуванням енергоефективних принципів та зменшити втрати тепла, що відповідно призводить до зниження витрат на опалення та збільшення комфорту у приміщенні.

Параметри зовнішнього повітря приймаються по табл. 2 [2]

- для систем тепlopостачання – температуру зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 [4];
- для систем холодopостачання – температура зовнішнього повітря для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95 [4].

Розрахункову відносну вологість та швидкість повітря беруть у холодний період року для січня, а у теплий - для липня. Характеристика вітру в січні приймається по табл. 5 [2].

Параметри зовнішнього повітря наведено у табл. 1.2


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Таблиця 1.2

## Розрахункові параметри зовнішнього повітря

<i>Місто</i>	<i>Температурна зона</i>	<i>Температура найжаркішої доби, °С</i>	<i>Температура найхолоднішої п'ятиденки, °С</i>	<i>Тривалість опалювального сезону, Зо.с, діб</i>	<i>Середня температура ОП</i>
<i>Київ</i>	<b>I</b>	<b>32</b>	<b>-22</b>	<b>187</b>	<b>-1,1</b>

Таблиця 1.3

## Характеристика вітру в січні

<i>Сторона світу</i>	<i>Пн</i>	<i>Пн Сх</i>	<i>Сх</i>	<i>Пд Сх</i>	<i>Пд</i>	<i>Пд 3</i>	<i>3</i>	<i>Пн 3</i>
<i>Повторюваність, %</i>	11	10	11,0	12	9	11	20	16
<i>Середня швидкість вітру, м/с</i>	3,7	3	2,5	3,3	3,1	3,8	4,3	4,1

<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

Виконуємо розрахунок втрат теплоти у програмному комплексі АРС-ПС.  
Результати розрахунку наведені у Табл. 1.4 - 1.6.

Таблиця 1.4

2024.01.25 14-55'29 Магазин буд. материал. Офис  
Шифр=МВМ стр.1  
ОБ'ЄКТ Магазин буд.матер.-в. Офис  
ВИКОНАВЕЦЬ СКЛЯРСЬКИЙ А.С  
ВХІДНІЕ ДАНІ:

- місцевість ..... Київ УКР
- тип місцевості..... А
- середня температура за опалювальний період,С -1.1
- довжина опалювального періоду,діб ..... 187
- нормативний термін експлуатації,років ..... 10
- тип будівлі..... П
- висота будівлі,м ..... 10
- режим розрахунку по параметрам ..... Б
- розрахункова температура зовнішнього повітря,С -22
- розрахункова швидкість вітру,м/с ..... 4.2
- РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ:
- суммарні тепловтрати будівлі,кВт ..... 259.8  
ккал/ч ..... 223460
- річне споживання теплоти, ГДж ..... 2204  
Гкал..... 526.5


						ПЗ	Арк.
							14
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

2024.01.25 14-55'29 Магазин буд. материал. Офіс  
ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМІЩЕНЬ

Шифр=МВМ стр.2  
Таблиця 1

Прим.	t	Т Е П Л О В Т Р А Т И				ТЕПЛОПОНАДХОДЖЕННЯ				ВТРАТИ		НАДХОДЖЕННЯ			
Прим.	Основні	Інфільтрація		Вентиляція		Побутові		Від труб		ТЕПЛОТИ ВЗИМКУ		ТЕПЛОТИ ЛІТОМ			
	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/г	Вт	ккал/ч	кВт	год	
теплоти взимку 259.8 кВт (223460 Ккал/г) Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час															
201	22	149355	128446	0	0	0	0	0	0	0	0	149355	128446	0	0
202	22	110482	95014	0	0	0	0	0	0	0	0	110482	95014	0	0

2024.01.25 14-55'29 Магазин буд. материал. Офіс  
ТЕПЛОВТРАТИ І ТЕМПЕРАТУРИ ПО СОЯКАМ  
Таблиця 2

Шифр=МВМ стр.3

Прим.:Q : Теплова потужність Q, Вт, температура повітря в прим. t, град. С, для поверхів будівлі  
t :  
поверхи

201 :Q :149355  
:t :22  
202 :Q :110482  
:t :22

2024.01.25 14-55'29 Магазин буд. матеріал. Офіс  
 ТЕПЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГОГОРОДЖЕНЬ ПРИМІЩЕНЬ  
 Таблиця 3

Шифр=МВМ стр.4

=====  
 Позн.: орієнт.-:тнар.: РОЗМІРИ,м :Кіл:Коеф.: Rт : Rв : ПЛОЩА,м2 : НАДБАВКИ,% :К-во :Тдв,:ВТРАТИ  
 ТЕПЛА,Вт  
 ПРИМІТКИ X : Z :огор: n :м2.С/:м2.ч/:Огор.-:Вклю- :Орі-:Пол, :Вис :людей: ч/ :Основ-:Інфіль  
 Вт :кг : :чень :ент.:двері:ота : :добу.:ні :трація  
 =====

ПОВЕРХ=2 ПРИМІЩЕННЯ=201 Температура повітря в приміщенні= 22.0  
 Стіна нормативна стн С -22 51 3.7 1 1 4.8 9999 188.7 53.65 0 0 0 0 0 2377 0  
 4i-10-4M1-10-4i С -22 5 1.45 7 1 1.14 0.2 7.25 0 0 0 0 0 7975 0  
 4i-10-4M1-10-4i С -22 2 1.45 1 1 1.14 0.2 2.9 0 0 0 0 0 455.7 0  
 Стіна нормативна стн С -22 51 3.7 1 1 4.8 9999 188.7 60.9 0 0 0 0 0 2249 0  
 4i-10-4M1-10-4i С -22 5 1.45 8 1 0.28 0.2 7.25 0 0 0 0 0 9114 0  
 4i-10-4M1-10-4i С -22 2 1.45 1 1 0.28 0.2 2.9 0 0 0 0 0 455.7 0  
 Стіна нормативна стн С -22 37.5 3.7 2 1 4.8 9999 138.8 0 0 0 0 0 4884 0  
 Стіна нормативна стн С -22 37.5 1.9 2 1 4.8 9999 71.25 0 0 0 0 0 2508 0  
 Покриття горіщне пн01 -22 38.5 51 1 1 6.4 0 1964 0 0 0 0 0 27869 0  
 Пер. над підвалом пн01 -22 37.5 51 1 0.75 6.151 0 1912 0 0 0 0 0 91467 0  
 Всього теплопотрати через огороження..... 149355 0

ПОВЕРХ=2 ПРИМІЩЕННЯ=202 Температура повітря в приміщенні= 22.0  
 Стіна нормативна стн С -22 51 3.7 1 1 4.8 9999 188.7 53.65 0 0 0 0 0 2377 0  
 4i-10-4M1-10-4i С -22 5 1.45 7 1 0.28 0.2 7.25 0 0 0 0 0 7975 0  
 4i-10-4M1-10-4i С -22 2 1.45 1 1 0.28 0.2 2.9 0 0 0 0 0 455.7 0  
 Стіна нормативна стн С -22 51 3.7 1 1 4.8 9999 188.7 60.9 0 0 0 0 0 2249 0  
 4i-10-4M1-10-4i С -22 5 1.45 8 1 0.28 0.2 7.25 0 0 0 0 0 9114 0  
 4i-10-4M1-10-4i С -22 2 1.45 1 1 0.28 0.2 2.9 0 0 0 0 0 455.7 0  
 Стіна нормативна стн С -22 37.5 3.7 2 1 4.8 9999 138.8 0 0 0 0 0 4884 0  
 Стіна нормативна стн С -22 37.5 1.9 2 1 4.8 9999 71.25 0 0 0 0 0 2508 0  
 Покриття горіщне пн01 -22 38.5 51 1 1 6.4 0 1964 0 0 0 0 0 27869 0  
 Пер. над підвалом пн01 -22 37.5 51 1 0.75 6.251 0 1912 0 0 0 0 0 52594 0  
 Всього теплопотрати через огороження..... 110482 0

### 1.3. Підбір опалювальних приладів

Підбір опалювальних приладів для будівлі варіюється залежно від різних факторів, таких як розмір будівлі, тип системи опалення, доступні джерела енергії, бюджет та енергоефективність. Ось кілька основних кроків для підбору опалювальних приладів:

18. Розрахунок потреб в опаленні: Визначення потреб у теплі для будівлі, що включає в себе обсяг приміщень, кліматичні умови регіону, рівень ізоляції та енергоефективність будівлі.
19. Вибір типу системи опалення: Вибір між різними типами систем опалення, такими як газові котли, електричні системи опалення, теплові насоси, підлогове опалення тощо, залежно від доступних джерел енергії, бюджету та ефективності.
20. Розгляд можливостей енергоефективності: Вибір опалювальних приладів з високою енергоефективністю може зменшити витрати на опалення та сприяти екологічній стійкості.
21. Оцінка технічних характеристик: Оцінка технічних характеристик кожного опалювального приладу, таких як потужність, рівень шуму, розміри, можливості керування та інші функції.
22. Врахування вартості та бюджету: Вибір опалювальних приладів, які відповідають бюджету будівництва та експлуатації будівлі, включаючи вартість самого приладу, витрати на установку та обслуговування.
23. Консультація з фахівцями: Перед прийняттям рішення важливо отримати консультацію з фахівцями в області опалювання, які зможуть надати поради щодо оптимального вибору опалювальних приладів для конкретного проекту.
24. Правильний підбір опалювальних приладів допоможе забезпечити комфортні умови у будівлі та ефективно використовувати енергію.

Існує ряд вимог стосовно підбору та вибору місць розміщення опалювальних приладів [5, 6]. Основними з них регламентується довжина опалювального приладу не менше 70 % від довжини вікна, а також місце їх розташування – безпосередньо під вікнами або біля зовнішніх непрозорих огорожень, якщо вікна відсутні у приміщенні.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

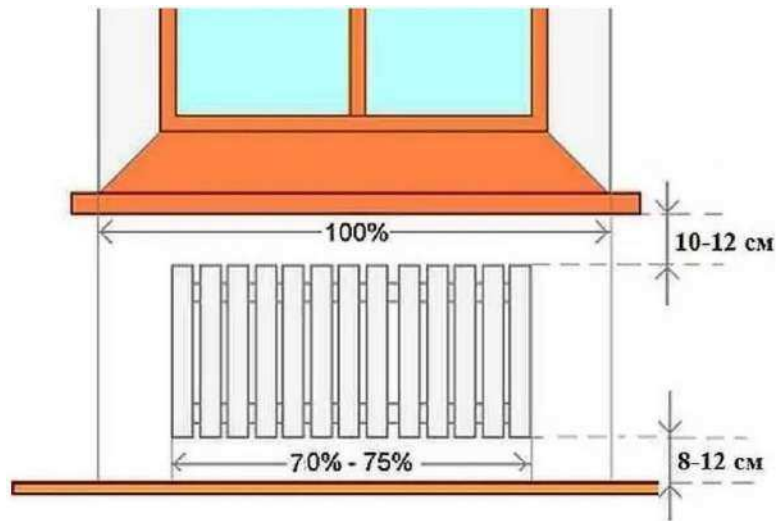


Рис. 1.2 Розміщення опалювального приладу

Потрібна потужність опалювального приладу згідно методики [4] розраховується за формулою:

$$\Phi_{o.n.} = 1,04 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot \Phi_{HL,i}, \text{ Вт}$$

де  $\Phi_{HL,i}$  – розрахункова теплова потужність системи опалення приміщення, Вт [4];

$b_2$  – коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огорожень, значення коефіцієнта  $b_2$  наведені в табл. 10 [4];

$b_3$  – коефіцієнт, що враховує місце та спосіб установки опалювальних приладів, визначається за даними рис. 5 [4];

$b_4$  -коефіцієнт, що враховує схему підключення опалювальних приладів, визначається за даними рис. 6 [4].

Підбір опалювальних приладів здійснюється сумісно з гідравлічним розрахунком СО.

#### **1.4. Гідравлічний розрахунок**

Гідравлічний розрахунок є важливою частиною проектування систем опалення та водопостачання будівлі. Цей процес включає в себе розрахунок потоків рідини, тисків, діаметрів трубопроводів та вибір насосів для

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

забезпечення ефективної роботи системи. Кілька кроків, які можна виконати при гідравлічному розрахунку:

Визначення витрати рідини: Визначення потреб у воді для системи, включаючи опалювальні контури, гаряче водопостачання, системи кондиціонування повітря та інші споживачі. Це включає врахування обсягу приміщень, кількості користувачів та їх потреб у воді.

1. Розрахунок гідравлічного опору: Розрахунок гідравлічного опору кожного елемента системи, включаючи труби, фітинги, клапани та інші водопровідні елементи.
2. Вибір діаметрів трубопроводів: Вибір діаметрів трубопроводів залежно від потреб у воді, гідравлічного опору та допустимого швидкості руху рідини.
3. Розрахунок тиску: Розрахунок потрібного тиску для забезпечення потрібної витрати води у всіх точках системи.
4. Вибір насосів: Вибір насосів з урахуванням потрібного тиску та витрати рідини, а також характеристик системи та умов експлуатації.
5. Розрахунок теплового навантаження: Якщо гідравлічний розрахунок проводиться для системи опалення, то потрібно врахувати теплове навантаження та розподіл тепла по всій системі.
6. Перевірка ефективності системи: Після встановлення системи важливо перевірити її ефективність та правильність роботи шляхом проведення тестів тиску, витрати води та інших характеристик.

Гідравлічний розрахунок допомагає забезпечити правильне та ефективне функціонування систем опалення та водопостачання, а також дозволяє ефективно використовувати ресурси та зменшити витрати енергії. У відповідності до цього, при гідравлічному розрахунку трубопроводів переважно розв'язуються три задачі:

- Знаходження **втрат напору** в трубопроводі при відомих діаметрі, матеріалі, шорсткості внутрішньої поверхні, довжині та профілі, при відомій витраті рідини.
- Знаходження **витрати рідини** при транспортуванні її по трубопроводу з відомими діаметром, матеріалом, шорсткістю, довжиною і профілем з допустимими втратами напору.


							ПЗ	Арк.
								19
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

- Знаходження **діаметра трубопроводу** для транспортування по ньому рідини з відомою витратою при заданих втратах напору та інших його характеристиках.

Діаметр трубопроводу при відомій витраті рідини знаходиться за допомогою рівняння нерозривності потоку  $Q = AV$ , якщо в нього підставити значення площі поперечного перерізу  $A = \pi \cdot d^2/4$ , де  $d$  – діаметр трубопроводу, то отримаємо:

$$d = 0,13 \sqrt{\frac{Q_p}{V_e}}$$

де  $Q_p$  – розрахункова витрата рідини на цій ділянці трубопроводу;  $V_e$  – економічно доцільна швидкість руху рідини.

З великими швидкостями руху транспортувати рідини економічно недоцільно, оскільки будуть великі втрати напору. Рекомендовані швидкості  $V_e = 0,3 - 0,7$  для ділянок поповерхового розведення або  $V_e = 0,7-1,5$  м/с – біля джерела теплоти.

Витрата рідини при відомому діаметрі трубопроводу також знаходиться за допомогою загальновідомого рівняння нерозривності потоку:

$$Q = AV = \frac{\pi \cdot d^2}{4} V_e$$

Втрати напору визначаються за формулою Дарсі-Вейсбаха:

$$P = (\zeta + \lambda \cdot \frac{l}{d}) \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

де  $\zeta$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів розрахункової ділянки;  $\lambda$  – коефіцієнт втрат на тертя по довжині трубопроводу (також він називається коефіцієнт Дарсі), який залежить від в'язкості, речовини, що транспортується;  $l$  – довжина ділянки, м;  $\rho$  – густина рідини, що транспортується, кг/м<sup>3</sup>.

Гідравлічний розрахунок трубопроводів виконуємо у програмі АРС-ПС. Для підбору насоса беремо запас 10% від розрахункової витрати або втрат тиску

						ПЗ	Арк.
						20	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

***Розділ 2.  
Система холодозабезпечення***

						<i>ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>21</i>

Кондиціювання повітря - це створення і автоматична підтримка (регулювання) в закритих приміщеннях всіх або окремих його параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху повітря) на певному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей або ведення технологічного процесу. Кондиціювання повітря здійснюється комплексом технічних засобів, званим системою кондиціювання повітря. Системи кондиціювання повітря включають технічні засоби забору, обробки повітря, тобто забезпечення необхідних умов (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі), роботи (вентилятори) та їх розподілу, а також нагріву та охолодження, автоматизації, включає в себе дистанційне керування та засоби кондиціювання повітря. Виробничі середовища на великих громадських, адміністративних і промислових підприємствах зазвичай обслуговуються складними автоматизованими системами керування.

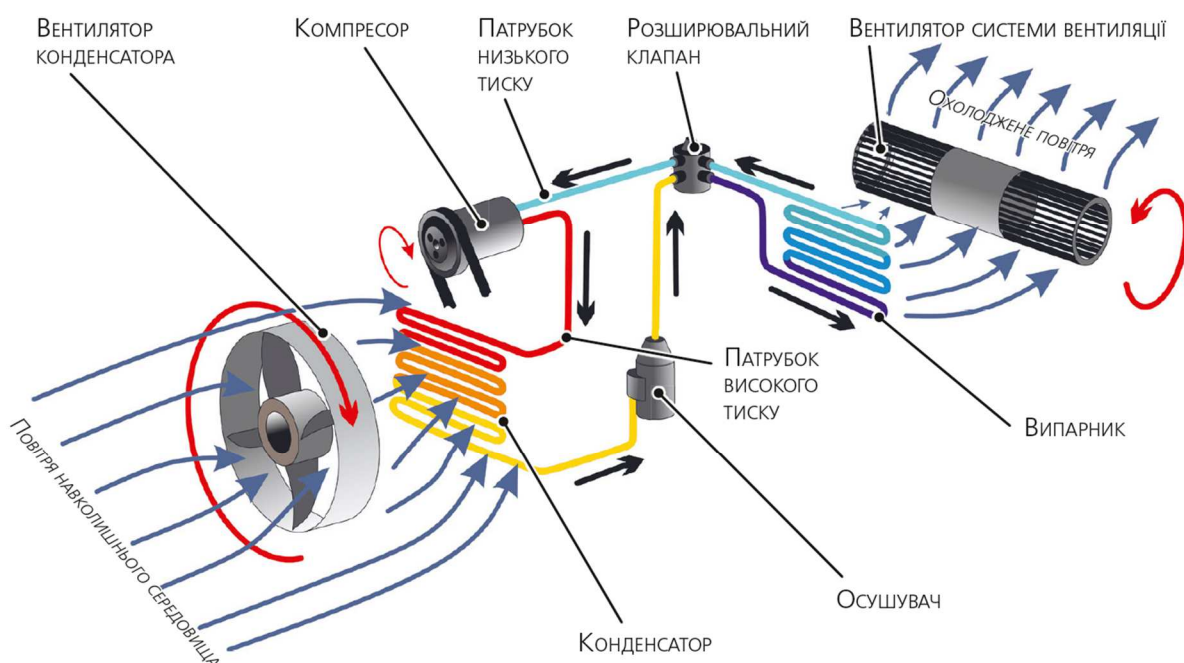


Рис. 2.0 Принцип роботи ККБ

Автоматичні системи кондиціювання повітря підтримують задані умови повітря в приміщенні незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища (атмосферних умов). Даний розділ кваліфікаційної роботи включає у себе визначення джерел та величин надходження теплоти у приміщення, що


						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		22

потребують охолодження; підбір типу систем компенсації теплонадходжень та холодильного обладнання.

## **2.1 Визначення надлишків теплоти**

Теплонадходження в приміщення може відбуватися з різних джерел, які можуть бути внутрішніми чи зовнішніми. Воно впливає на тепловий баланс і комфортні умови у приміщенні.

- Сонячне випромінювання: Сонячні промені, які проникають через вікна і прогрівають поверхні та повітря у приміщенні. Це може призводити до перегріву влітку, але відмінно працювати як додаткове джерело тепла взимку, якщо використовується сонячна енергія.
- Тепловиділення від людей: Тепло, що виділяється від людей через їх тіло та дихання.
- Тепловиділення від обладнання: Електричні прилади, освітлювальні прилади, комп'ютери та інші пристрої виробляють тепло внаслідок своєї роботи.
- Тепловиділення від систем опалення і вентиляції: Системи опалення, кондиціонування повітря та вентиляції можуть виробляти тепло під час роботи.
- Теплопередача через стіни, дах і підлогу: Тепло може надходити зовні або з сусідніх приміщень через конструкційні елементи.
- Тепловиділення від освітлювальних приладів: Лампи та світильники також можуть виділяти тепло під час роботи.

Враховуючи ці джерела теплонадходження, проєктувальники можуть визначити необхідність у додатковій ізоляції, регулюванні систем опалення та кондиціонування повітря, а також управлінні сонячним випромінюванням через вікна, щоб забезпечити комфортні умови у приміщенні та знизити витрати енергії.

Джерелами теплоти у приміщеннях громадської будівлі, що розглядається, є освітлення (природне – сонячна радіація та штучне – електричне освітлення), постійно перебуваючі люди та технологічне обладнання (розрахунок виконано за електричною потужністю).

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Розрахунок теплонадходжень виконуємо у табличному вигляді (Табл. 2.1) за методикою [7].

Таблиця 2.1

Надходження теплоти у приміщення будівлі

Номер прим.	Призначення	Площа, м кв.	Теплонадходження, Вт від			Всього, Вт	Всього із запасом 20%, Вт
			Люди	Освітлення	Обладнання		
1	Торгова зала	1461,7	31559	37785	52500	121844	146213
3	Офісне приміщення	30,0	900	822	600	2322	2786
4	Офісне приміщення	34,7	900	951	600	2451	2941
5	Офісне приміщення	22,2	600	608	400	1608	1930
6	Каса	12,0	450	327	1000	1777	2133
8	Доготовочна	33,6	600	613	3000	4213	5056

**2.2 Підбір обладнання системи холодопостачання**

Для торгівельної зали підбираємо руфтопи (рис. 2.1, 2.2), що будуть забезпечувати повітряне опалення взимку, компенсуючи тепловтрати, та охолоджувати приміщення влітку. Приймаємо дві одиниці обладнання однакової потужності – з передбачуваним резервуванням 50 % у випадку виходу одного з них з ладу. Таким чином, при роботі одного руфтопа у приміщенні будуть зберігатися допустимі параметри мікроклімату та/чи черговий режим опалення поки відбувається ремонт/заміна обладнання, що вийшло з ладу.

**Холодопродуктивність**

Загальна потужність 75,5 кВт Явна потужність 55,2 кВт

Явне/загальне співвідношення 0,73 EER 2,03

Загальна електрична потужність 29,8 кВт

**Внутрішнє повітря**

Температура повітря 27,0 °С Відносна вологість 47 %

**Зовнішнє повітря**

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата
-----	--------	------	-------	--------	------

Температура повітря	35,0 °C	Відносна вологість	50 %
<b>Суміш повітря, що надходить</b>			
Температура повітря	29,4 °C	Відносна вологість	49 %
<b>Суміш повітря, що виходить</b>			
Температура повітря	16,6 °C	Відносна вологість	92 %
Економізатор	30%	Об'єм повітря	4,05 м <sup>3</sup> /год
Робочий діапазон			-20°C ~ 46°C / -20°C ~ 52°C
<i>(Повна загрузка / Часткова загрузка)</i>			
<b>Теплопродуктивність</b>			
Загальна потужність	72,3 кВт	COP	3,06
Загальна електрична потужність	24,87 кВт		
<b>Внутрішнє повітря</b>			
Температура повітря	20,0 °C	Відносна вологість	50 %
<b>Зовнішнє повітря</b>			
Температура повітря	7,0 °C	Відносна вологість	87 %
<b>Суміш повітря, що надходить</b>			
Температура повітря	16,1 °C	Відносна вологість	59 %
<b>Суміш повітря, що виходить</b>			
Температура повітря	32,0 °C	Відносна вологість	23 %

Конфігурація: Горизонтальна подача и повернення повітря

Аксессуары:

- Термостат DPC-1;
- Привід підвищеного тиску 7,5kW;
- Економізатор із захистом від дощу;
- Датчик якості повітря

							<i>ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			25



Рис. 2.1 Руфтоп ARD 075 АВ York

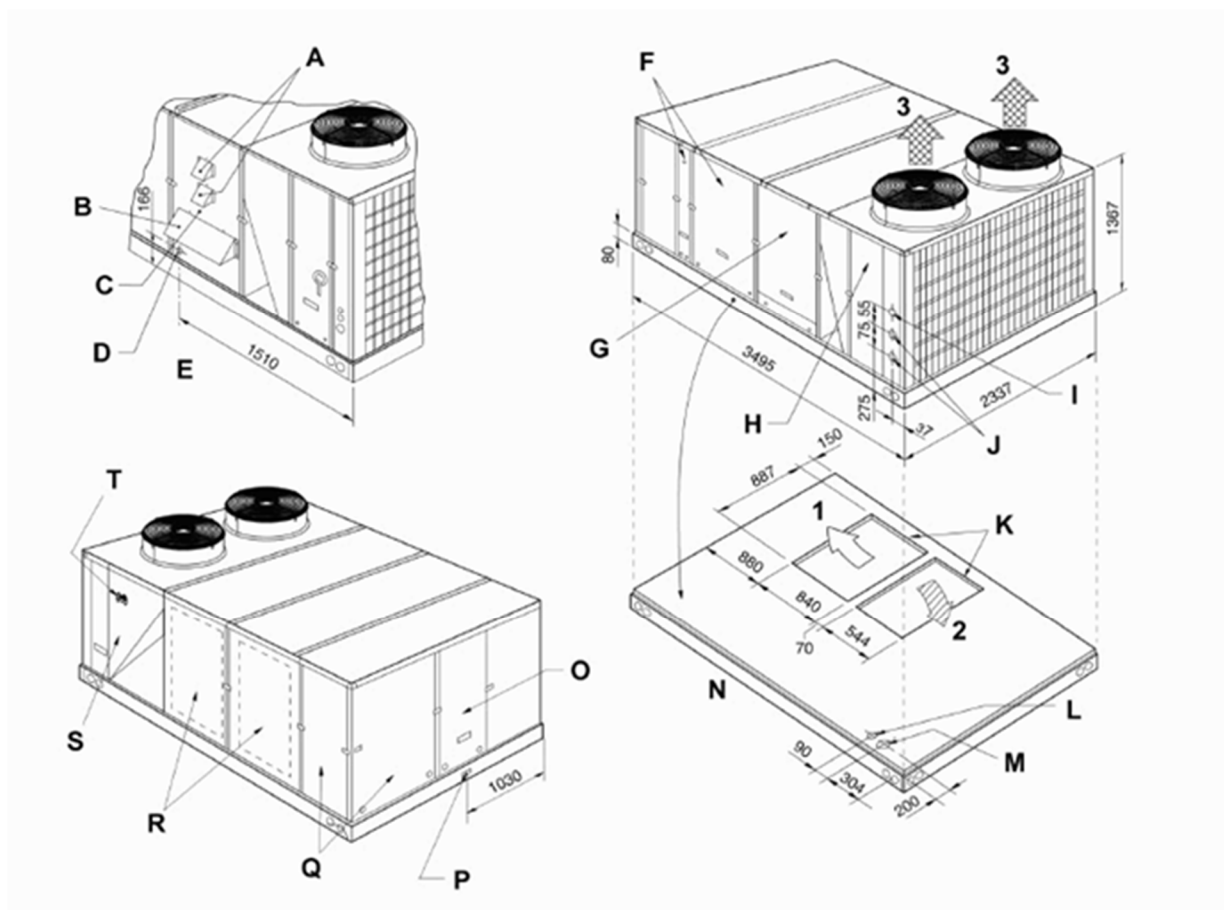


Рис. 2.2 Конструкція руфтопа York


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Умовні позначення на рис. 2.2:

- A. Кожух виходу димових газів;
- B. Витяжка для введення повітря для горіння;
- C. Доступ до газової системи опалення;
- D. Газозабірник ( $\varnothing$  58 мм), з гумовою прокладкою;
- E. Деталі блоку RAG/RAD;
- F. Доступ до двигуна, вентилятора та шківів;
- G. Доступ до опцій опалення;
- H. Доступ до системи управління;
- I. Введення кабелю керування ( $\varnothing$  23 мм) (збоку);
- J. Вхід кабелю живлення ( $\varnothing$  38 + 29 мм) (збоку);
- K. Отвір для підключення нижнього припливного і зворотного повітроводів;
- L. Забір кабелю керування (PG 21 мм) (нижній);
- M. Вхід кабелю живлення (PG 48 мм) (нижній);
- N. Збільшений план основи, показано окремо, щоб було легше побачити;
- O. Доступ до фільтрів і внутрішнього змішувача;
- P. З'єднання для зливу конденсату (1" BSP Гніздо);
- Q. Доступ до камери зовнішнього повітря;
- R. Бічні панелі відсіку припливного та зворотного повітря.

										ПЗ	Арк.
											27
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата					

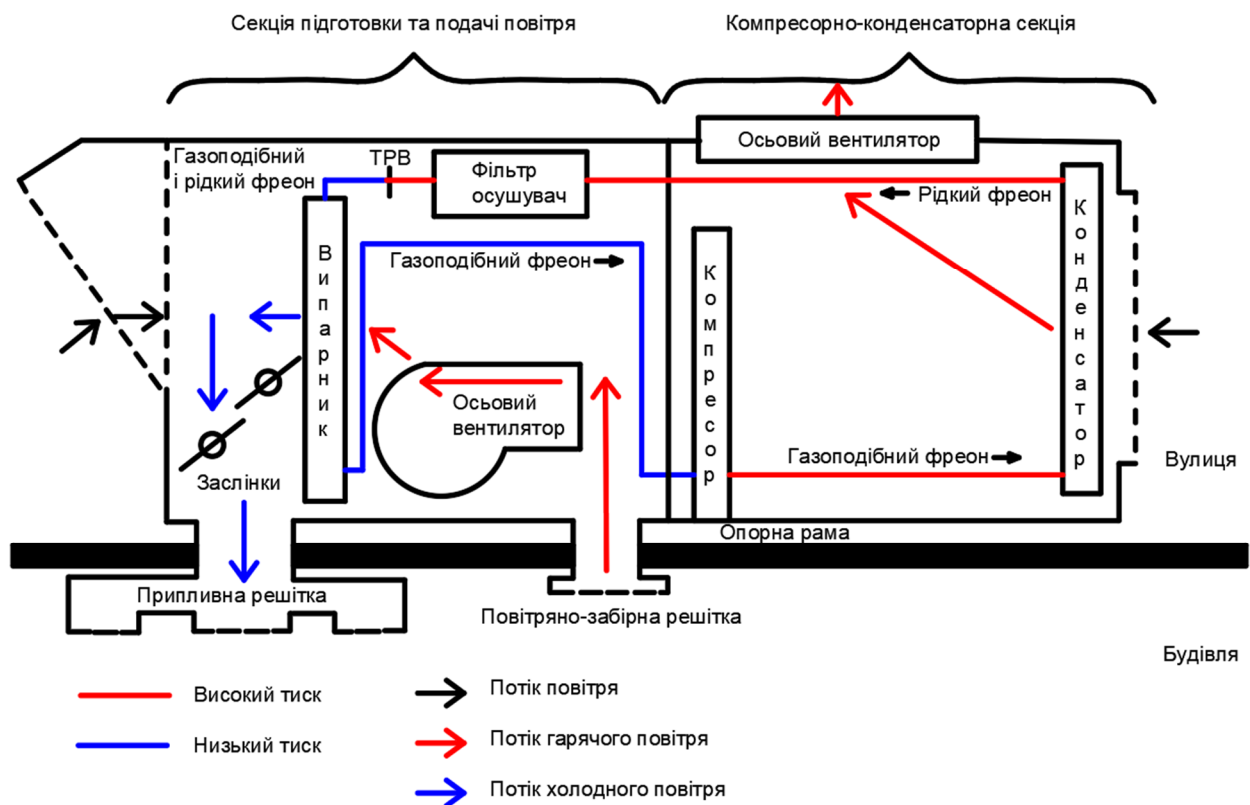


Рис. 2.3 Функціональна схема роботи дахового кондиціонера

Для адміністративних приміщень підбираємо системи кондиціонування типу «спліт» Mitsushito SMK/SMC\_DIG\_ (рис. 2.3). Відведення дренажу передбачається у внутрішню систему водовідведення із підключенням через гідрозатвор (рис. 2.4). Принцип роботи спліт-систем у загальному вигляді наведено на рис. 2.5.

### Основні характеристики SMK25DIG1 /SMC25DIG1:

Колір	Білий
Напруга, В/Гц/Ф	220 ~ 240/50/1
Розмір приміщення, м <sup>2</sup>	25
Повітряпродуктивність, м <sup>3</sup> /год	530
Споживана потужність, кВт	0,82 / 0,81
<b>Продуктивність охолодження, кВт</b>	<b>2,63</b>
Енергоефективність у режимі охолодження (EER)	3,21
<b>Продуктивність обігріву, кВт</b>	<b>2,93</b>
Енергоефективність в режимі нагрівання (COP)	3,62
Розміри внутрішнього блоку, мм	680 x 255 x 178

Розміри зовнішнього блоку, мм	700 x 540 x 240
Тип фреону (холодоагент)	R410a

**Додаткова інформація:**

Діапазон зовнішніх температур на обігрів	от -15°C до +34°C
Діапазон зовнішніх температур на охолодження	от +18°C до +50°C
Інверторне керування	так
Автоматичний перезапуск	так
Таймер увімкнення-вимкнення	так
Пульт ДУ	так
Офіційна гарантія	2 роки
Синоніми назви	SMK /SMC25DIG1
Максимальна довжина магістралі, м	20
Максимальний перепад висоти, м	8
∅ Діаметр газової магістралі (мм/дюйм)	9,52 (3/8")
∅ Діаметр рідинної магістралі (мм/дюйм)	6,35 (1/4")

Таблиця 2.2

**Підбір обладнання**

Номер прим.	Призначення	Площа, м кв.	Необхідна потужність, кВт	Фактична потужність, кВт	Номер системи	Тип системи
1	Торгова зала	1461,7	146,21	151,00	K1, K2	ARD 075 AB
3	Офісне приміщення	30,0	2,79	3,52	K3	SMK/SMC32DIG1
4	Офісне приміщення	34,7	2,94	3,52	K4	SMK/SMC32DIG2
5	Офісне приміщення	22,2	1,93	2,64	K5	SMK/SMC25DIG1
6	Каса	12,0	2,13	2,64	K6	SMK/SMC25DIG2
8	Доготовочна	33,6	5,06	5,27	K7	SMK/SMC50DIG1

ПЗ

Арк.

29

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



Рис. 2.3 Спліт-кондиціонер Mitsushito

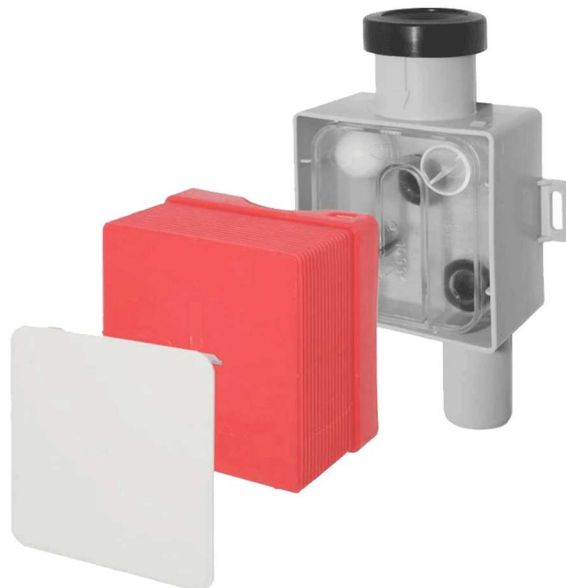


Рис. 2.4 Сифон для кондиціонера Mitsushito


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата



Рис. 2.5 Принцип функціонування спліт-системи

### 2.3 Аеродинамічний розрахунок повітроводів руфтопа

Метою даного розрахунку є визначення перетинів повітроводів у системі дахового кондиціонера (руфтопа) з0 урахуванням наявного вільного напору повітрооброблюючого агрегату, що було підібрано за необхідною тепловою та холодильною потужністю – зворотня задача.

Розрахунок повітроводів складається з 2-х етапів:

1. Розрахунок ділянок основного (магістрального) напрямку вентиляційної системи, який характеризується найбільшою довжиною та завантаженістю. Тут визначаються втрати тиску в мережі і порівнюються з наявним вільним напором руфтопа.
2. Ув'язка відгалужень вентиляційної системи. Визначаються місця встановлення регулюючої арматури – дросель-клапанів або повітряних клапанів, - кут нахилу регулюючої вставки та, за

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

потребою, відбувається коригування прийнятих перетинів повітроводівділянок.

Втрати тиску визначаються за формулою Дарсі-Вейсбаха, Па, при коефіцієнті гідравлічного опору тертя (число Рейнольдса  $Re > 2320$ ) визначеному за рівнянням Альтшуля (стовп. У Табл. 2.3):

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{k_e}{d_e} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$$

де  $k_e = 0,0001$  – еквівалентна шорсткість стінок повітроводу з листової сталі, м.

На етапі проектування були проведені аеродинамічні розрахунки повітроводів, розрахована необхідна витрата повітря в різних режимах технологічного процесу, розраховані втрати тиску в різних частинах системи, а також підбрані всі елементи за каталогами фірм-виробників. Було підбрано витяжні вентилятори систем місцевого видалення повітря та дахового кондиціонера (руфтопа). Була розроблена система автоматизації з різною логікою роботи в різних режимах з урахуванням аварійних ситуацій (Розділ 6).

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

	№ ділянки	Повітря			довжина l, м	круглі d, мм	прямокутні				швидкість v, м/с	rw2/2	RE	y	на l м, R	на всій діл. Rl	сума E	Z	Rl+Z	E(Rl+Z)
		м3/ч	м3/с	F, м2			A	B	dз=2AB/(A+B)											
К1	1,0	13500	3,8	5,0		0,7	840	890	0,9	5,0	16,3	276131,2	0,036	0,7	3,4	3,0	49,0	52,4	52,4	
видалення	1,0	13500	3,8	5,0		0,8	1600	500	0,8	4,7	14,2	227479,5	0,016	0,3	1,5	2,0	28,5	30,0	82,4	
	1,0	10125	2,8	3,3		0,7	1400	500	0,7	4,0	10,5	188568,6	0,016	0,2	0,8	2,0	20,9	21,7	104,1	
		6750	1,9	4,2		0,5	1200	400	0,6	3,9	9,9	149283,4	0,017	0,3	1,2	2,0	19,8	21,0	125,1	
		3375	0,9	3,2		0,2	600	400	0,5	3,9	9,9	119426,8	0,018	0,4	1,2	2,0	19,8	21,0	146,1	
		1690	0,5	13,0		0,1	600	200	0,3	3,9	9,9	74752,3	0,021	0,7	8,9	2,0	19,8	28,7	174,8	

Із запасом:

236,3

К1 пришив	1,0	13500	3,8	6,0	1000	0,8			1,0	4,8	14,8	304272,0	0,015	0,2	1,3	3,0	44,4	45,7	45,7
	2,0	8960	2,5	6,5	900	0,6			0,9	3,9	9,9	224384,9	0,016	0,2	1,1	2,0	19,9	21,0	66,7
	3,0	4480	1,2	7,0	710	0,4			0,7	3,1	6,4	142215,8	0,017	0,2	1,1	2,0	12,8	13,9	80,6
	4,0	3920	1,1	2,0	600	0,3			0,6	3,9	9,6	147252,6	0,017	0,3	0,6	1,0	9,6	10,2	90,8
	5,0	3360	0,9	5,5	600	0,3			0,6	3,3	7,1	126216,5	0,018	0,2	1,2	1,0	7,1	8,2	99,1
	6,0	2800	0,8	5,5	500	0,2			0,5	4,0	10,2	126216,5	0,018	0,4	2,0	1,0	10,2	12,2	111,3
	7,0	2240	0,6	5,5	500	0,2			0,5	3,2	6,5	100973,2	0,019	0,2	1,4	1,0	6,5	7,9	119,1
	8,0	1680	0,5	6,0	400	0,1			0,4	3,7	9,0	94662,4	0,019	0,4	2,6	1,0	9,0	11,6	130,7
	9,0	1120	0,3	6,5	350	0,1			0,4	3,2	6,8	72123,7	0,021	0,4	2,6	2,0	13,6	16,2	146,9
	9,0	560	0,2	6,5	250	0,0			0,3	3,2	6,5	50486,6	0,022	0,6	3,8	2,0	13,0	16,8	163,7

Із запасом:

240,1

***Розділ 3.***  
***Розробка джерела теплоти***

						ПЗ	Арк.
							34
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

### 3.1 Принципова схема

Джерело теплоти – електричний котел – використовується для опалення адміністративних приміщень. Він розміщується у технічному коридорі. Робота котла залежить від температурного графіку зовнішнього середовища (датчик температури сумісно з прогнозованим графіком). Задля оптимального функціонування у гідравлічній системі передбачається розширювальний бак, запірні та регулюючі арматури.

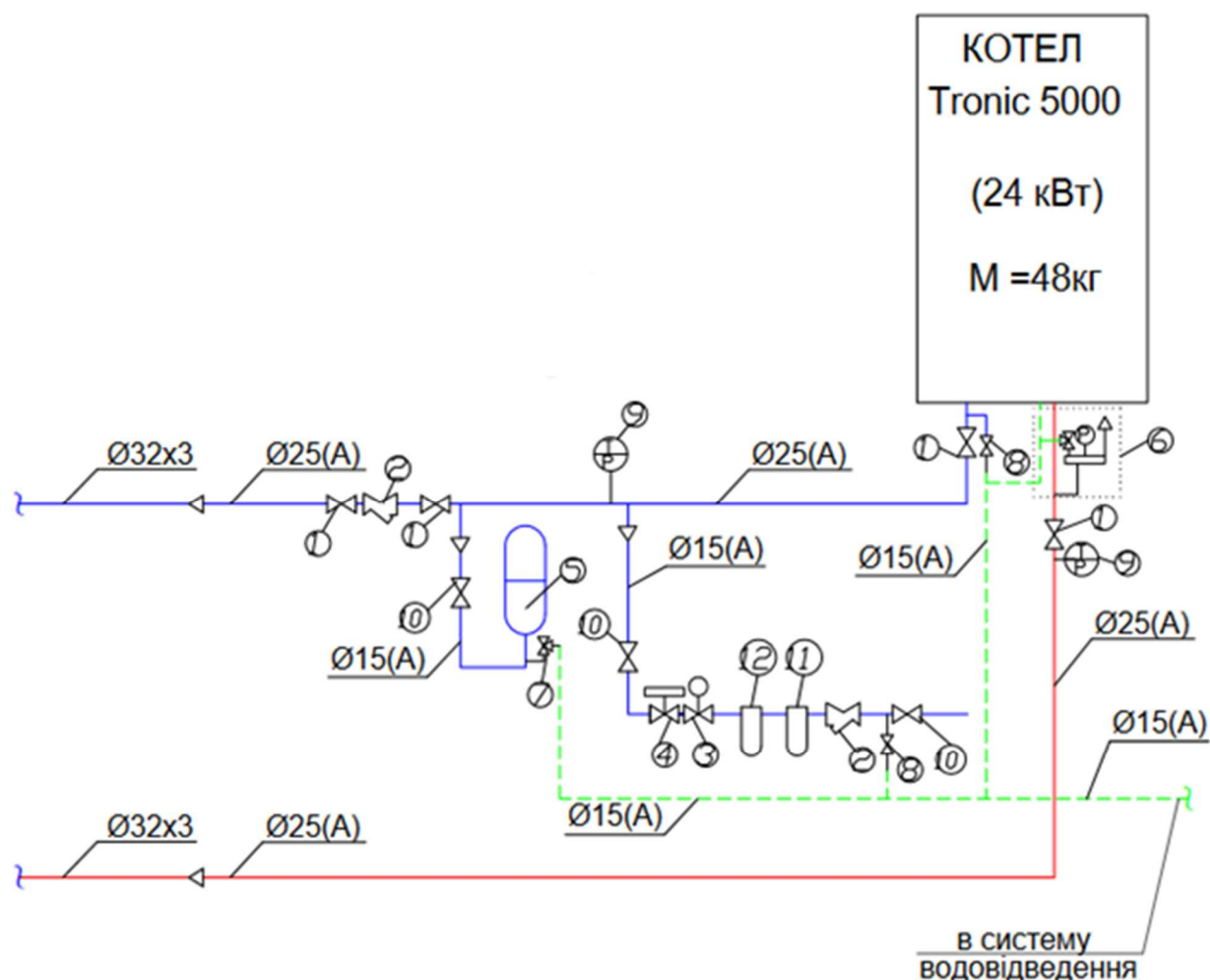


Рис. 3.1 Принципова схема обв'язки котла

- 1 - кран кульовий Ду25;
- 2 - фільтр сітчастий;
- 3 - регулятор тиску D04FS-3/4A+M38K;

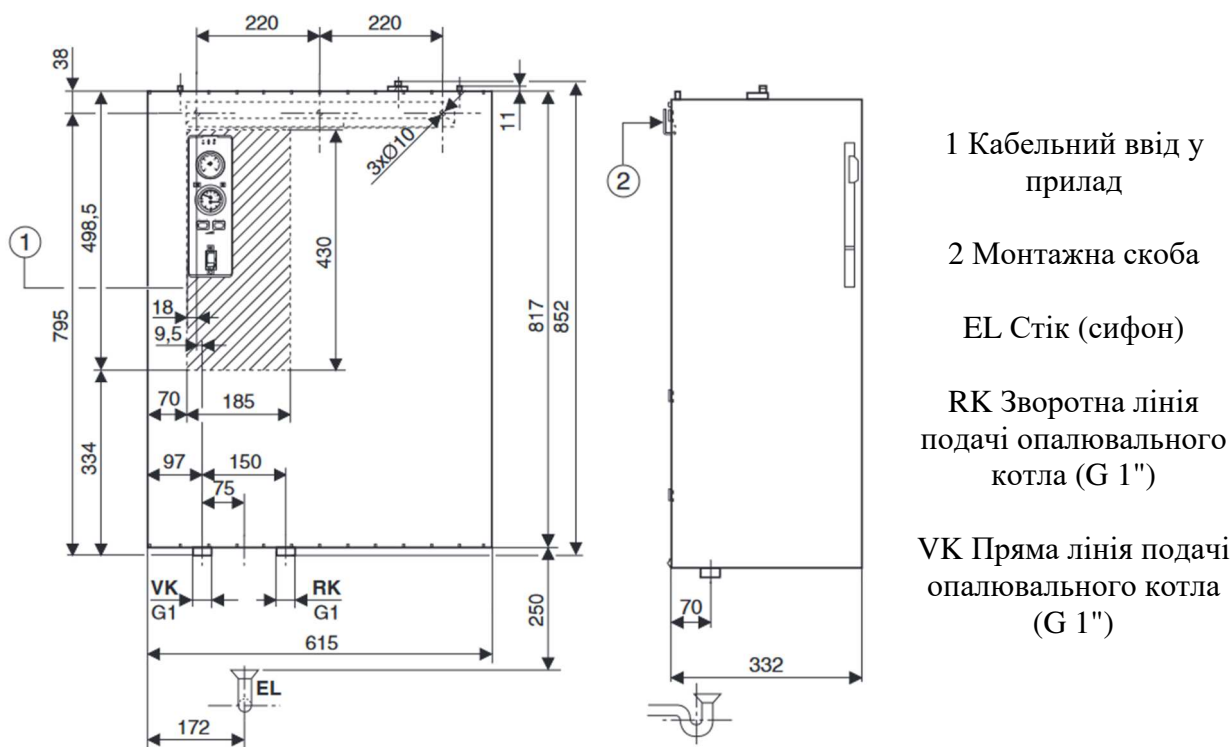
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

- 4 - клапан підживлювальний VF04-1/2E+VST06-1/2A;
- 5 - бак розширювальний Reflex F15;
- 6 - група безпеки котла (манометр, повітровідвідник, запобіжний клапан);
- 7 - запобіжний клапан;
- 8 - кран спускний Ду15;
- 9 – термоманометр;
- 10 - кран кульовий Ду15;
- 11 - фільтр магістральний 10 мкм 1/2``;
- 12 - фільтр від накипу магістральний 1/2``.

### 3.2 Підбір основного обладнання

#### Електричний котел

Котел підбираємо виходячи з отриманих розрахунків тепловтрат адміністративних приміщень - типу Tronic 5000H 24 кВт.



1 Кабельний ввід у прилад

2 Монтажна скоба

EL Стік (сифон)

RK Зворотна лінія подачі опалювального котла (G 1")

VK Пряма лінія подачі опалювального котла (G 1")

Рис. 3.2 Котел Tronic 5000H

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

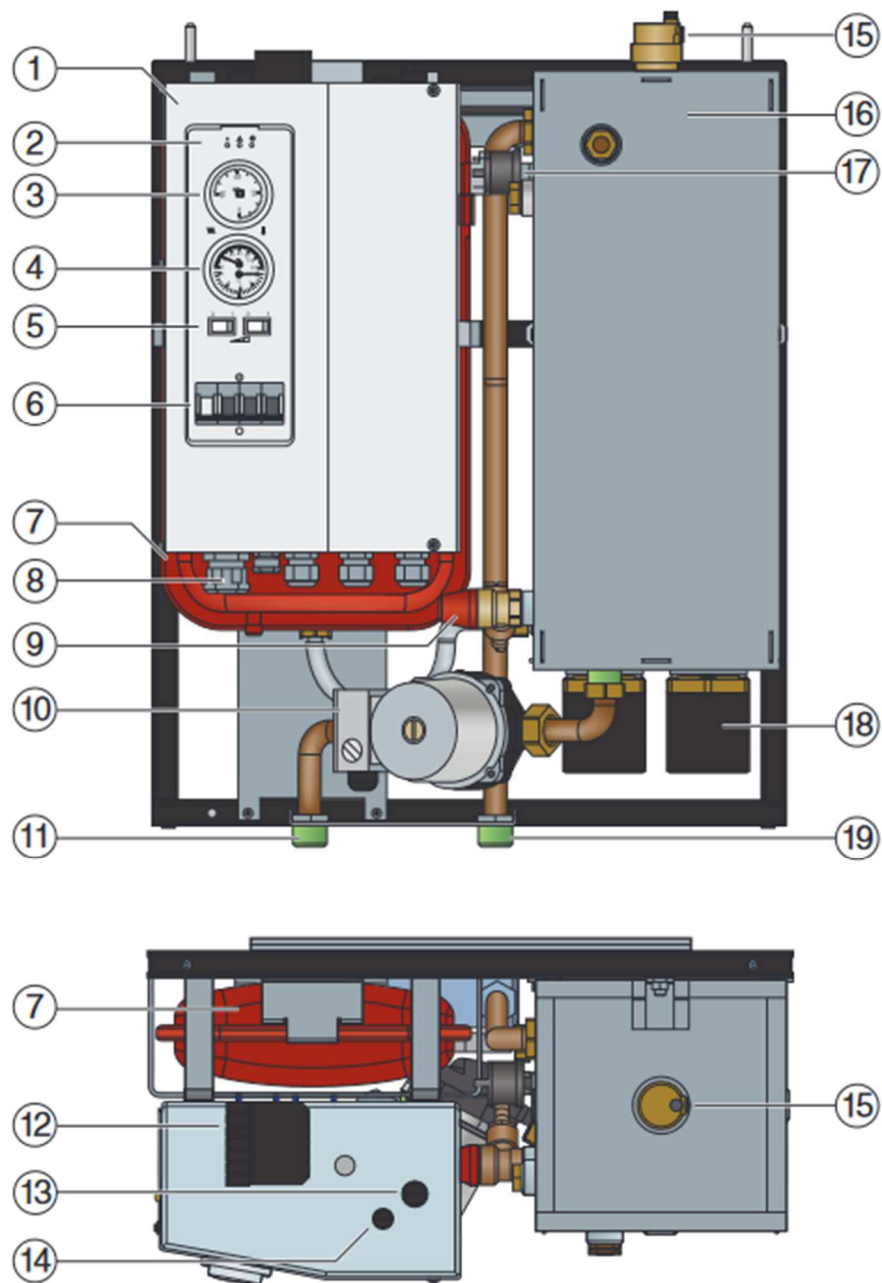


Рис. 3.3 Конструкція котла Tronic 5000H

Позначення до рис. 3.3:

- 1 Блок керування
- 2 Контрольні лампочки
- 3 Температурний регулятор
- 4 Термометр/манометр

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

- 5 Головний вимикач
- 6 Силовий вимикач
- 7 Розширювальний бак (AG)
- 8 Ввід для підключення до приладу
- 9 Запобіжний клапан
- 10 Насос
- 11 Зворотна лінія опалювального котла (RK)
- 12 Вставне з'єднання для контуру регулювання
- 13 Запобіжний обмежувач температури (STB)
- 14 Запобіжник системи керування
- 15 Повітряний клапан
- 16 Обшивка опалювального котла разом із ізоляцією
- 17 Вимикач тиску води
- 18 Нагрівальні елементи
- 19 Пряма лінія опалювального котла (VK)

**Насоси**

Насос - це пристрій, який використовується для перекачування рідини з одного місця в інше. Основна функція насоса полягає в створенні тиску, який приводить до переміщення рідини по трубопроводу або системі.

Основні складові насоса включають в себе:

- **Корпус:** Корпус - це основна частина насоса, яка містить ротор та імпелер, а також з'єднання для вводу та виводу рідини.
- **Ротор і імпелер:** Ротор - це обертаюча частина насоса, яка створює рух рідини. Імпелер - це рухлива частина, яка здійснює перекачування рідини шляхом обертання.
- **Механізм приводу:** Механізм приводу відповідає за приведення в рух ротора та імпелера. Це може бути електричний двигун, гідромотор, двигун внутрішнього згоряння або інші джерела енергії.


<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

- **Вхідний і вихідний отвори:** Вхідний отвір приймає рідину, яку необхідно перекачати, а вихідний отвір відпускає рідину після перекачування.

Насоси використовуються в різних галузях техніки і промисловості, таких як системи опалення, водопостачання, водопровід, водовідведення, системи охолодження, хімічна промисловість, нафтогазова промисловість та багато інших. Вони є важливою складовою будь-якої системи, де потрібно переміщати рідину з одного місця в інше.

Насоси підбираються за витратою  $G$  (л/с або кг/год) та втратами тиску ( $P$ , Па), що були визначені в ході гідравлічного розрахунку. Насос підбирається за програмою на сайті виробника (наприклад – Wilo, Grundfoss) або за номограмами. При виборі звертають увагу на такі показники як клас енергоефективності насоса, управління (ЕС чи АС двигун, фазність тощо) та ККД. У конструкції електричного котла передбачено вбудований насос (поз. 10 рис. 3.2). Його потужності достатньо ля нормального функціонування гідравлічного опалення адміністративних приміщень.

### Розширювальний бак

Розширювальний бак - це важлива складова систем опалення і водопостачання, яка використовується для компенсації змін об'єму рідини в системі внаслідок зміни температури.

Основні функції розширювального бака включають в себе:

- Компенсація температурних змін: Рідина, що циркулює в системі опалення або водопостачання, може розширюватися або стискуватися в залежності від зміни температури. Розширювальний бак забезпечує додатковий об'єм для розширення рідини при нагріванні та її стиснення при охолодженні, що дозволяє підтримувати сталу робочу температуру і тиск в системі.
- Захист від перевищення тиску: Розширювальний бак також може служити як захисний механізм для системи, допомагаючи запобігти перевищенню тиску в системі при нагріванні рідини. Він здатен відводити надмірний тиск, що виникає внаслідок розширення рідини.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

ПЗ							

Арк.
39

- Зберігання і рівномірне розподілення рідини: Розширювальний бак також може використовуватися для зберігання деякої кількості рідини і рівномірного її розподілу по системі в разі потреби.

Розширювальні баки можуть бути виконані у різних конструкціях і розмірах залежно від потреб системи. Вони є важливою частиною будь-якої системи опалення або водопостачання, забезпечуючи її надійну та ефективну роботу. Підбір розширювального баку ґрунтується на розрахунку загальної кількості рідини в системі, перепаді температур та тиску під час експлуатації. Важливим також є місце встановлення баку по відношенню до верхньої точки системи опалення.

#### Підбір розширювального баку електричного котла:

Об'єм води в системі опалення **223 літра**

Середня температура теплоносія у розрахунковому режимі **80 °С**

Питоме збільшення об'єму води в системі опалення **0,026 л/кг**

Статичний тиск у системі опалення **0.20 бар**

Початковий тиск газ. простору в баку **0.50 бар**

Початковий експлуатаційний тиск **1.51 бар**

Мінімальний внутрішній діаметр труби для приєднання баку до СО **15 мм**

Корисна ємність **6 літрів**

Резервна експлуатаційна ємність **6 літрів**

Повна корисна ємність **12 літрів**

Мінімальний об'єм баку **7 літрів**

**Об'єм баку з урахуванням резервної ємності 14 літрів.**



марка	V liter	Pmax bar	Ps bar	d mm	h mm	DN mm	m kg
F 8	8	3	0.75	389	88	10	6.5
F 12	12	3	1.00	444 x 350	108	15	8.5
<b>F 15</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>1.00</b>	<b>444 x 350</b>	<b>134</b>	<b>20</b>	<b>9.0</b>
F 18	18	3	1.00	444 x 350	158	20	9.5
F 24	24	3	1.00	444 x 350	180	20	9.8


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ					Арк.
					40

*Розділ 4.*

*Охорона праці при зведенні та експлуатації опалювально-холодильного обладнання*

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	ПЗ	Арк.
							41

#### 4.1 Законодавчі вимоги

Законодавчі вимоги щодо охорони праці при зведенні та експлуатації опалювально-холодильного обладнання зазвичай визначаються регулюючими органами у сфері промислової безпеки та охорони праці у кожній конкретній країні. Ці вимоги можуть включати в себе наступне:

- **Стандарти безпеки та техніки безпеки:** Законодавство зазвичай встановлює стандарти безпеки та техніки безпеки, які повинні дотримуватися під час зведення, установки та експлуатації опалювально-холодильного обладнання.
- **Требовані заходи безпеки:** Закони можуть встановлювати обов'язкові заходи безпеки, такі як носіння захисного спорядження, правила використання підйомних механізмів та інші процедури безпеки.
- **Навчання та підготовка персоналу:** Законодавство може вимагати, щоб персонал, який займається зведенням та експлуатацією опалювально-холодильного обладнання, пройшов спеціальне навчання та підготовку щодо безпеки роботи.
- **Інспекції та аудити:** Закони можуть передбачати проведення регулярних інспекцій та аудитів безпеки на робочих місцях, де знаходиться опалювально-холодильне обладнання, для перевірки дотримання вимог безпеки.
- **Подання звітів:** Вимоги можуть включати подання звітів про аварійні ситуації, порушення безпеки та інші події, що стосуються безпеки праці.
- **Відповідальність за порушення законодавства:** Закони можуть передбачати відповідальність за порушення вимог безпеки праці, включаючи штрафи та інші санкції для роботодавців та працівників.

Ці вимоги спрямовані на забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час будівництва, установки та експлуатації опалювально-холодильного обладнання, а також на попередження аварійних ситуацій та інцидентів на робочому місці.

При улаштуванні електричного котла необхідно дотримуватись наступних вимог безпеки:

- "Правил технічної експлуатації теплових установок та мереж"

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

- "НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні"
- "НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском"

#### **4.2 Загальні вказівки щодо техніки безпеки**

**Згідно паспорту обладнання**, монтаж обладнання, техобслуговування та інструктаж споживача стосовно правил експлуатації мають виконувати фахівці, які займаються встановленням систем водопроводу, тепло- й електротехнікою. Обов'язково дотримуйтеся вказівок в усіх інструкціях. Недотримання цих приписів може призвести до пошкодження обладнання та/або травмування, яке становить небезпеку для життя.

- Перед встановленням слід прочитати інструкцію з монтажу та технічного обслуговування (теплогенератора, регулятора опалення тощо).

- Необхідно дотримуватися вказівок щодо техніки безпеки та попереджень.

- Також слід дотримуватися регіональних приписів, технічних норм і директив.

- Усі виконані роботи потрібно документувати.

- Дотримуйтеся безпечних монтажних відстаней відповідно до цієї інструкції та встановлених норм.

**УВАГА! Недотримання вказівок щодо техніки безпеки може призвести до людських травм, зокрема до смертельних, а також до пошкодження обладнання та заподіяння шкоди навколишньому середовищу. Перед введенням пристрою в експлуатацію уважно прочитайте правила техніки безпеки.**

- Монтаж, перше введення в експлуатацію, а також техобслуговування та підтримку в належному стані мають здійснювати фахівці спеціалізованого підприємства.

**УВАГА! Монтаж, під'єднання, заземлення та технічне обслуговування котла мають здійснювати фахівці монтажно-ї установи, які мають дозвіл, посвідчення і ліцензію на виконання робіт згідно вимогам по електробезпеці. При відсутності в цій інструкції відмітки монтажно-ї служби про введення в експлуатацію, виробник не несе гарантійних зобов'язань! При експлуатації котла необхідно виконувати правила пожежної безпеки.**

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

• Чищення та техобслуговування приладу слід проводити щонайменше раз на рік. При цьому перевіряйте всю опалювальну установку на бездоганність функціонування. Виявлені недоліки усувайте відразу.

• Дотримуйтеся відповідних інструкцій для компонентів установки, приладдя та запасних частин.

• Переконайтеся в тому, що опалювальний котел використовується за передбаченим для його типу цільовим призначенням.

• Після розпакування опалювального котла перевірте його комплектність.

• Не зберігайте та не залишайте легкозаймисті матеріали або рідини поблизу приладу.

• Дотримуйтеся безпечних монтажних відстаней відповідно до цієї інструкції та встановлених норм.

• Опалювальний котел слід завжди експлуатувати тільки з правильним робочим тиском.

• Щоб уникнути пошкоджень унаслідок надмірного тиску, у жодному випадку не закривайте запобіжні клапани. Під час нагрівання вода може витікати на запобіжному клапані опалювального контуру та трубопроводу гарячої води.

• Встановлюйте прилад лише у захищеному від низьких температур приміщенні.

• Під'єднання електропровідних деталей і під'єднання до електромережі може здійснювати тільки кваліфікований персонал після проведення всіх перевірок і оглядів. Дотримуйтеся схеми з'єднання.

• Перш ніж здійснювати будь-які роботи, повністю від'єднайте прилад від електроживлення (наприклад, за допомогою захисного вимикача/запобіжника).

• Неправильне під'єднання опалювального котла може призвести до пошкоджень, за які виробник не несе відповідальності.

Для під'єднання котла до електричної мережі користувач повинен мати дозвіл від місцевої організації електропостачання. Повна потужність котла не може бути більшою за дозволена потужність. Вводити котел в експлуатацію може лише фахівець Авторизованого сервісного центру (далі по тексту АСЦ).


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

44

При введенні котла в експлуатацію фахівець Авторизованого сервісного центру зобов'язаний:

- перевірити під'єднання котла до електричної мережі та опалювальної системи;
- перевірити герметичність котла та усіх з'єднань;
- перевірити надійність електричних з'єднань;
- перевірити всі функції котла;
- ознайомити Користувача із правилами обслуговування котла й догляду за ним.

На системі опалення перед входом у котел необхідно встановити сітчастий фільтр. На вході в котел і на виході з котла також необхідно встановити запірні крани.

#### **4.3 Наряди-допуски та кваліфікація обслуговуючого персоналу**

Для постійного контролю за справністю та безпечною експлуатацією котла власник котла призначає відповідальну особу з числа інженерно-технічних працівників з відповідною кваліфікацією та теплотехнічною підготовкою.

Призначення відповідальної особи офіційно здійснюється наказом по компанії.

На паспорті котла (водонагрівача) вказано номер замовлення і дата.

На час відсутності відповідальної особи (відпустки, відрядження тощо) виконання обов'язків покладається на іншого інженерно-технічного працівника, який пройшов перевірку знань.

Особа, відповідальна за справний стан і безпечну експлуатацію котла, має:

- Підтримувати котел у належному стані.
- Своєчасно проводити планово-попереджувальний ремонт котлів та готувати їх до технічного опосвідчення.
- Своєчасно усувати виявлені збої.
- Обслуговуючий персонал повинен бути ознайомлений із виробничими процедурами та періодично перевіряти свої знання цих процедур.

ПЗ

Арк.

45

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

- Обов'язкове виконання виробничих інструкцій обслуговуючим персоналом.
- Періодично перевіряти робочий стан котла.
- Кожен робочий день перевіряти та вносити записи в змінний щоденник.
- Співпрацювати з персоналом для розвитку навичок.
- Проводити технічну паспортизацію котла.
- Зберігати паспорт котла та інструкцію виробника з його монтажу та експлуатації.
- Провести аварійне навчання персоналу котельні.
- Забезпечувати правильність ведення технічної документації при експлуатації та ремонті котла.
- Брати участь у комісіях з атестації та періодичної перевірки знань ІТП та обслуговуючого персоналу.
- Перш за все, особа, яка обслуговує котел, повинна суворо дотримуватись вимог експлуатаційної документації, що додається виробником до котла.

Якщо виробник запровадив стандарти експлуатації, які є суворішими, ніж ті, що викладені в нормативних актах, необхідно дотримуватися умов, встановлених виробником.

Також слід мати на увазі, що монтаж і експлуатація котла можлива тільки при наявності проектної документації котла і котельні від професійного проектного інституту.

При цьому виготовлення, монтаж, налагодження, реконструкція та ремонт котлів та їх елементів повинні здійснюватися лише підприємствами чи організаціями, які мають необхідні технічні засоби для якісного виконання робіт та відповідні дозволи держави.

Органи праці та служби зайнятості.

На кожний котел потрібен протокол огляду (паспорт) та інструкція з монтажу та експлуатації (інструкція) українською мовою.

Введення котла в експлуатацію можливе тільки після проходження технічного огляду та отримання в установленому порядку дозволу на експлуатацію.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ					
Арк.					
46					

При цьому особа, яка пройшла навчання, несе відповідальність за справність і безпечну експлуатацію котла та обслуговуючий персонал, який проходить медичні огляди, професійне навчання та атестацію згідно з типовими правилами проведення трудового навчання та перевірки знань.

Охоронні питання призначаються наказом роботодавця.

Перевіряти роботу манометрів, запобіжних клапанів, манометрів рівня води та обладнання для живлення принаймні один раз на зміну та принаймні раз на день, якщо тиск перевищує 14 бар (1 бар дорівнює 105 Па або 0,986923 атмосфера).

Функції перевіряються наступним чином:

- Манометр – встановить стрілку манометра на нуль (за допомогою триходового клапана або альтернативного запірного клапана).
- Рівнемір – розпиленням.
- Зниження індикатора – шляхом порівняння вимірних значень з показниками рівнемірів прямої дії.
- Запобіжний клапан – активно відкривається на короткий період часу.
- Резервне живлення – для короткочасної роботи.
- Сигналізація та автоматичні захисні заходи – дотримуйтесь графіків та інструкцій, затверджених роботодавцем.

Зверніть увагу, що котел повинен бути негайно зупинений відповідальною особою у випадках, зазначених у виробничій інструкції, а також у наступних випадках:

- Виявлення несправності запобіжного пристрою через підвищення тиску.
- Якщо тиск в обладнанні, що працює під тиском, продовжує зростати більш ніж на допустимі 10%, незважаючи на те, що персонал відповідає всім вимогам, зазначеним в інструкціях.
- Рівень води падає нижче нижнього допустимого рівня.
- Підвищення рівня води вище максимально допустимого значення.
- Припинення роботи відгодівельного обладнання.
- Припинення експлуатації водомірів, які мають прямий вплив.
- Тріщини, виступи, зварні проміжки, зламані анкерні болти або анкери виявлені на основних елементах обладнання.


							ПЗ	Арк.
								47
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

- Неприпустиме підвищення або зниження тиску на шляху від котла безперервної дії до встановленого клапана.
- Гасіння факелів в топці під час спалювання паливної камери.
- Швидкість потоку води через чайник впала нижче мінімально допустимого значення.
- Падіння тиску води в контурі водогрійного котла нижче допустимого значення.
- Підвищені температури води на виході з водогрійного котла до значення на 20 °С нижче температури насичення, що відповідає робочому тиску води у вихідному колекторі котла.
- Несправність автоматики безпеки або аварійних сигналів, включаючи втрату живлення цих пристроїв.
- Спалах пожежі, що загрожує обслуговуючому персоналу або котлу.
- Несправність манометра, і тиск неможливо виміряти за допомогою інших приладів.

При цьому механізм аварійного відключення пристрою повинен бути зазначений в інструкції з виготовлення.

						ПЗ	Арк.
							48
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

***Розділ 5.***  
***Вплив на навколишнє середовище***

						ПЗ	Арк.
							49
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Під час процесу горіння газу - що має місце у чилері при температурі зовнішнього повітря нижче 10 °С - такі речовини, як зважені тверді частинки, діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ) або оксиди сірки, перетворені в діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ), оксиди азоту, перетворені в діоксид азоту ( $\text{NO}_2$ ), і оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ) потрапляють в атмосферу разом з вихлопними газами. Також деякі парникові гази: вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), оксиди азоту ( $\text{I}$ ) або закис азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Існує кілька способів визначення загальної кількості викидів цих забруднюючих речовин. Перший з них заснований на безперервних вимірюваннях концентрації забруднюючих речовин у вихлопних газах. Другий - базується на методиці розрахунку на основі даних про вартість, складу палива (газу), характеристик установок (пилогазоочисні та електрогенеруючі установки) [8].

Індекс викидів є важливим показником для розрахунку кількості компонентів (забруднюючих речовин), що викидаються в атмосферу разом із вихлопними газами. Він характеризує відношення маси забруднюючих речовин до одиниць енергії, отриманої при спалюванні палива. Щоб його визначити, потрібно врахувати багато факторів, від яких він залежить. Крім того, є два показники викидів (питомий і загальний).

Перший – враховує індивідуальні особливості палива і процесу його згоряння, а також заходи щодо зниження викиду шкідливих речовин у зовнішнє середовище разом з вихлопними газами.

Другий показник викидів визначається для відповідної категорії енергетичних об'єктів із специфічними технологіями отримання енергії при спалюванні відповідного виду палива та технологіями зменшення негативного впливу на довкілля.

Особливості фізико-хімічного складу палива не враховуються.

### **5.1 Показники емісії забруднюючих речовин і парникових газів**

При використанні газу у якості палива необхідно визначити викиди оксидів вуглецю ( $\text{CO}$  і  $\text{CO}_2$ ) і азоту ( $\text{NO}_x$  і  $\text{N}_2\text{O}$ ), а також метану ( $\text{CH}_4$ ).

						ПЗ		Арк.
								50
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

### Викиди оксидів азоту $NO_x$

Показник емісії оксидів азоту  $k_{NO_x}$ , г/ГДж з урахуванням наявних заходів зі зменшення викиду визначаються як [9]:

$$k_{NO_x} = (k_{NO_x})_o \cdot \left(\frac{Q_\phi}{Q_n}\right)^z \cdot (1 - \eta_I),$$

де  $(k_{NO_x})_o$  – показник емісії оксидів азоту в залежності від технологій спалювання без урахування заходів зі скорочення викиду, приймають згідно табл. Д.4 (додаток Д) [10];

При факельному спалюванні природного газу в котлах з тепловою потужністю до 300 кВт показник емісії оксидів азоту без урахування первинних заходів дорівнює:  $(k_{NO_x})_o = 100$  г/ГДж.

$Q_\phi$  – фактична теплова потужність енергетичної установки, МВт;

Для обраного чилера  $Q_\phi = 76$  кВт.

$Q_n$  – номінальна теплова потужність енергетичної установки, МВт;

$Q_n = 90$  кВт.

$z$  – емпіричний коефіцієнт згідно табл. Д.5 (додаток Д) [10];

$z = 1,25$ .

$\eta_I$  – ефективність первинних (режимно-технологічних) заходів скорочення викиду оксидів азоту згідно табл. Д.6 (додаток Д) [10];

Малотоксичні пальники + ступенева подача повітря  $\eta_I = 0,45$ .

$$k_{NO_x} = 100 \cdot \left(\frac{76}{90}\right)^{1,25} \cdot (1 - 0,45) = 44,52 \text{ г/ГДж}$$

### Оксид вуглецю CO

Процес утворення оксиду вуглецю CO відбувається внаслідок неповного згоряння вуглецю (C) в органічному паливі. Зі зменшенням потужності електростанції концентрація CO в димових газах зростає.

Для вимірювання викидів чадного газу використовуються методи вимірювання концентрації.

Значення загального показника викидів оксиду вуглецю визначається залежно від виду палива, потужності енергетичної установки


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

51

та технології спалювання за табл. Е.1 (додаток Е) [9] і складає  $k_{CO} = 17$  г/ГДж.

### Діоксид вуглецю CO<sub>2</sub>

Вуглекислий газ є парниковим газом. Це основний газоподібний продукт, який утворюється при окисленні вуглецю органічного палива.

Викиди CO<sub>2</sub> залежать від вмісту вуглецю в паливі та ступеня окислення вуглецю палива в енергетичній установці.

Швидкість викидів вуглекислого газу  $k_{CO_2}$ , г/ГДж при згорянні органічного палива розраховується за наступною формулою [9]:

$$k_{CO_2} = \frac{44}{12} \frac{C^r}{100} \frac{10^6}{Q_i^r} \varepsilon_C = 3,67 \cdot k_C \cdot \varepsilon_C,$$

де  $C^r$  – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

$$C^r = 73,76 \%$$

$Q_i^r$  – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг;

$k_C$  – показник емісії вуглецю палива, г/ГДж.

Специфічний показник емісії вуглецю  $k_C$ , г/ГДж – це відношення вмісту вуглецю палива до його теплоти згоряння [9]:

$$k_C = \frac{C^r}{100} \frac{10^6}{Q_i^r}$$

$$k_C = \frac{73,76}{100} \frac{10^6}{49,15} = 15007,1 \text{ г/ГДж}$$

$\varepsilon_C$  – ступінь окислення вуглецю палива (додаток А) [12];

Ефективність процесу горіння визначає ступінь окислення вуглецю палива  $\varepsilon_C$ . При повному згорянні палива ступінь окислення дорівнює одиниці, але за наявності недогорання палива його значення зменшується. Ступінь окислення вуглецю палива в енергетичній установці розраховується за формулою [9], а для природнього газу становить 0,995 (рекомендоване значення).

$$k_{CO_2} = 3,67 \cdot 15007,1 \cdot 0,995 = 54800 \text{ г/ГДж.}$$

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

### Оксид діазоту N<sub>2</sub>O

Оксид діазоту (або оксид азоту (II)) N<sub>2</sub>O є парниковим газом. У Таблиці 5 [16] наведено значення загальних показників викидів N<sub>2</sub>O залежно від виду палива, потужності енергетичної установки та технології спалювання. Для природного газу:

$$k_{N_2O} = 0,1 \text{ г/ГДж.}$$

### Метан CH<sub>4</sub>

Метан CH<sub>4</sub> також є парниковим газом. У Таблиці 5 [16] наведено значення загальних показників викидів метану в залежності від виду палива. Для природного газу:

$$k_{CH_4} = 1,0 \text{ г/ГДж.}$$

### 5.2 Викиди забруднювальних речовин і парникових газів

Валовий викид  $j$ -ї забруднювальної речовини/парникового газу  $E_j$ , т, що надходить у атмосферу разом із димовими газами за проміжок часу  $P$ , визначається як сума валових викидів цієї речовини під час спалювання різних видів палива, у т.ч. і під час їх одночасного спільного спалювання [10]:

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \cdot \sum k_{ji} \cdot V_i \cdot (Q_i^r)_i,$$

де  $E_{ji}$  – валовий викид  $j$ -ї речовини/газу під час спалювання  $i$ -го палива за проміжок часу  $P$ , т;

$k_{ji}$  – показник емісії  $j$ -ї забруднювальної речовини/ парникового газу для  $i$ -го палива, г/ГДж;

$V_i$  – витрата  $i$ -го палива за проміжок часу  $P$ , т;

$V_i = 38844 \text{ м}^3/\text{рік} = 27,463 \text{ т}/\text{рік}$  за умови експлуатації чилера 195 діб на рік по 24 годин на добу та номінальній витраті газу на нагрів  $8,6 \text{ м}^3/\text{год.}$

$(Q_i^r)_i$  – нижча робоча теплота згоряння  $i$ -го палива, МДж/кг.

Розрахунки виконуємо у табличному вигляді (Табл. 5.1) окремо для забруднюючих речовин і окремо для парникових газів. Ставку податку на викиди забруднювальних речовин і парникових газів приймаємо за Табл. 5.2.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

Таблиця 5.1

Викиди забруднювальних речовин і парникових газів  
в атмосферу при спалюванні вугілля

Інгредієнт	Показник емісії, г/ГДж	Викид в атмосферу, т/рік	Податкові зобов'язання за викид, грн./рік	Примітка
1	2	3	4	5
А. Забруднювальні речовини				
Оксид азоту $NO_x$	44,52	0,06	154,71	
Діоксид сірки $SO_2$	-	-	-	
Тверді частинки	-	-	-	
Оксид вуглецю $CO$	17	0,02	2,23	
Разом		0,08	156,93	
Б. Парникові гази				
Діоксид вуглецю $CO_2$	54800	73,97	2219,08	
Оксид діазоту $N_2O$	0,1	0,0001	0,57	
Метан $CH_4$	1,0	0,0013	0,20	
Разом		73,97	2219,85	
Всього		74,05	2376,78	

Таблиця 5.2

Ставки податку на викиди забруднювальних речовин  
і парникових газів [17]

Речовина	$NO_x$	$CO$	$SO_2$	Тверді частки	$CO_2$	$N_2O$	$CH_4$
Ставка податку, грн./т	2574,43	96,99	2574,43	96,99	30,00	4216,92	145,50

ПЗ

Арк.

54

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

*Розділ 6.*  
*Автоматизація*

<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
							55

## 6.1 Автоматизація роботи електричного котла

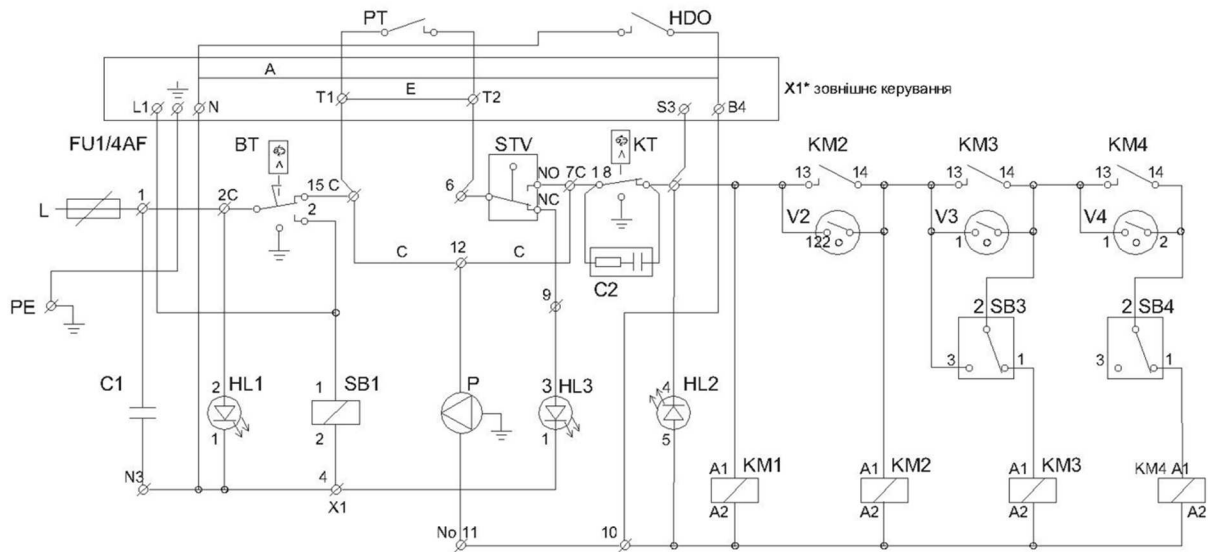


Рис. 6.1 Схема з'єднань котла Tronic 5000

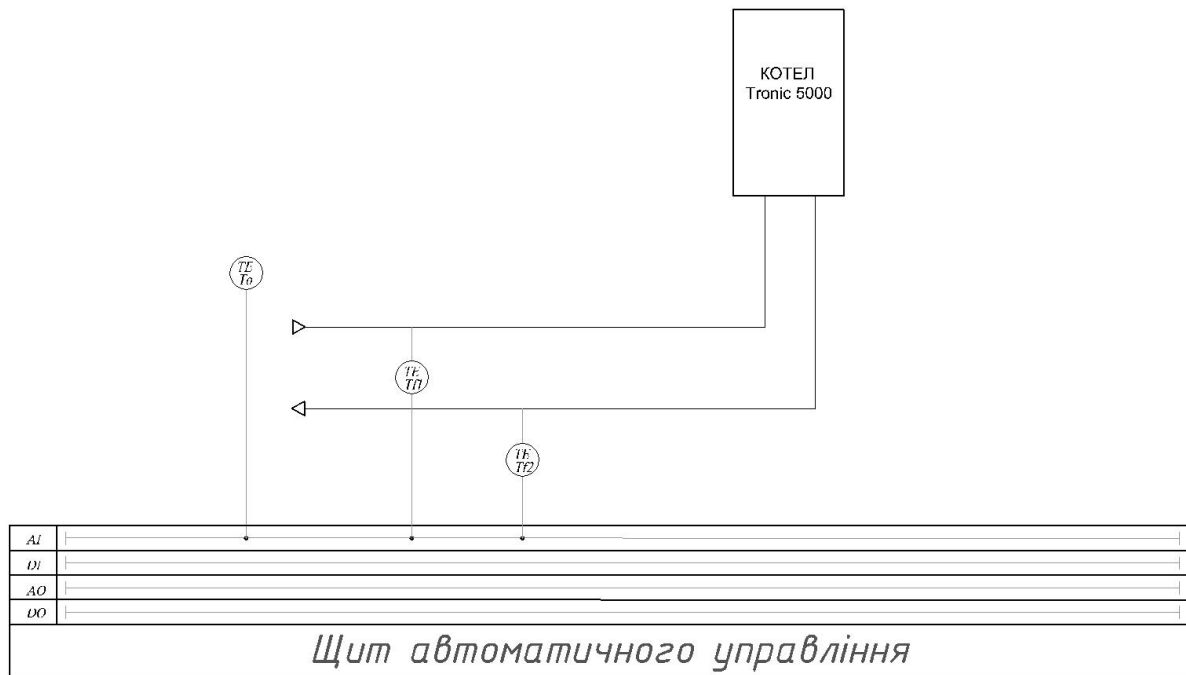


Рис. 6.2 Щит автоматичного управління

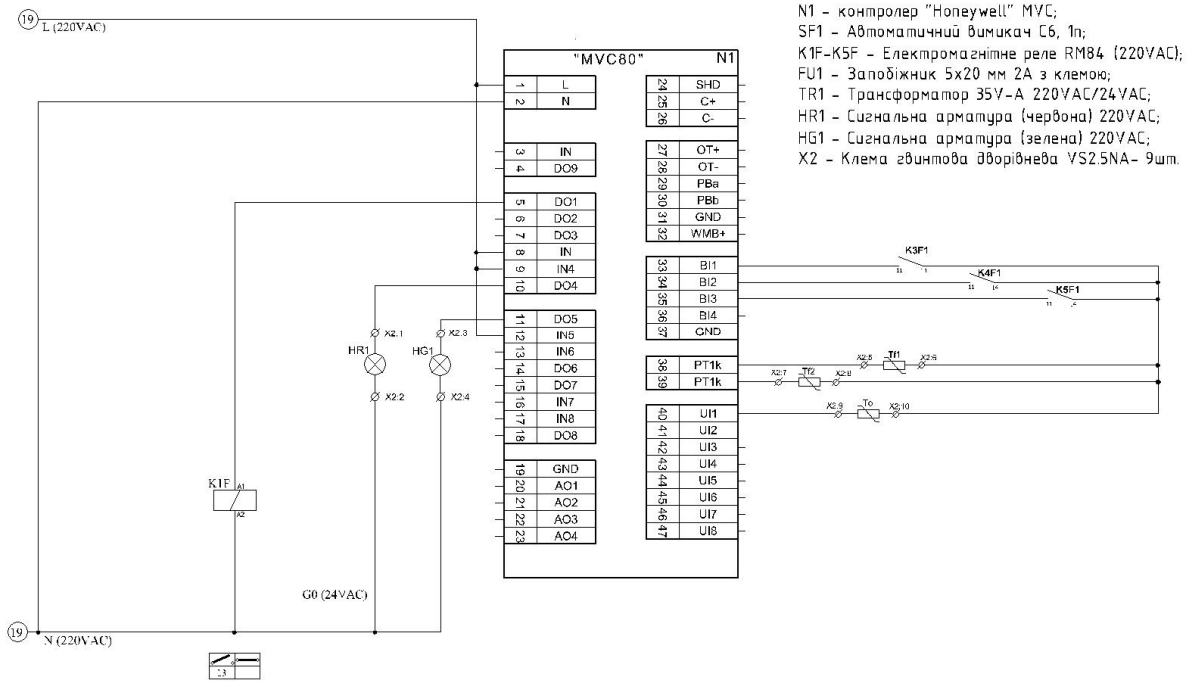
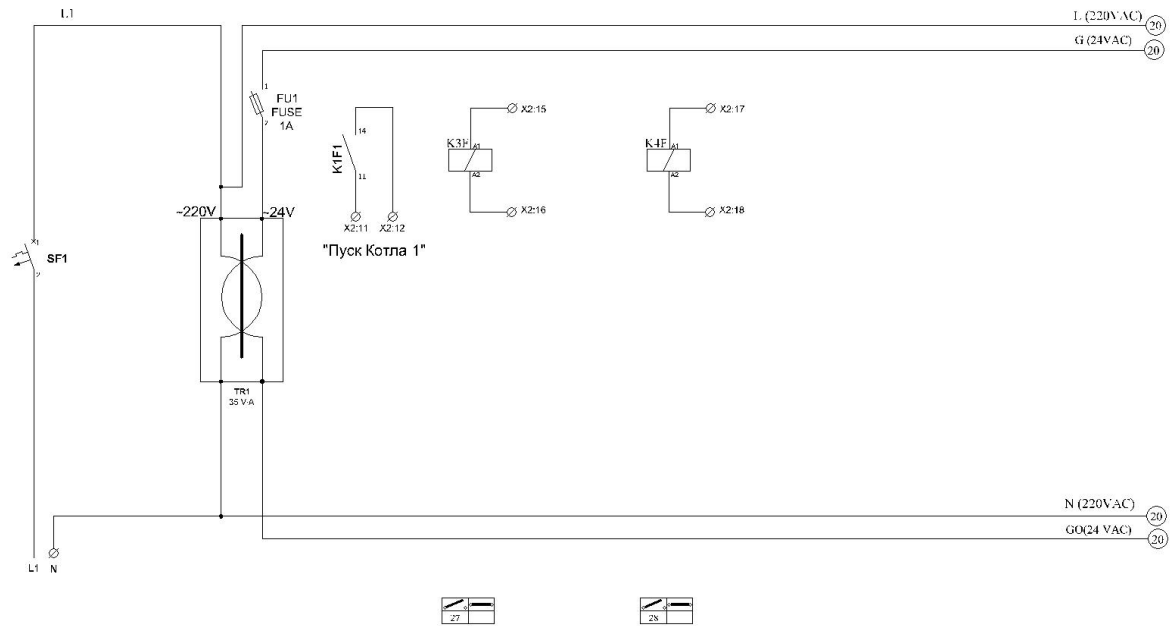


Рис. 6.4 Схеми управління котлом

Позначення:

N1 - контролер "Honeywell" MVC;

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

SF1 - Автоматичний вимикач С6, 1п;

K1F-K5F - Електромагнітне реле RM84 (220VAC);

FU1 - Запобіжник 5x20 мм 2А з клеєю;

TR1 - Трансформатор 35V-А 220VAC/24VAC;

HR1 - Сигнальна арматура (червона) 220VAC;

HG1 - Сигнальна арматура (зелена) 220VAC;

X2 - Клема гвинтова дворівнева VS2.5NA- 9шт.

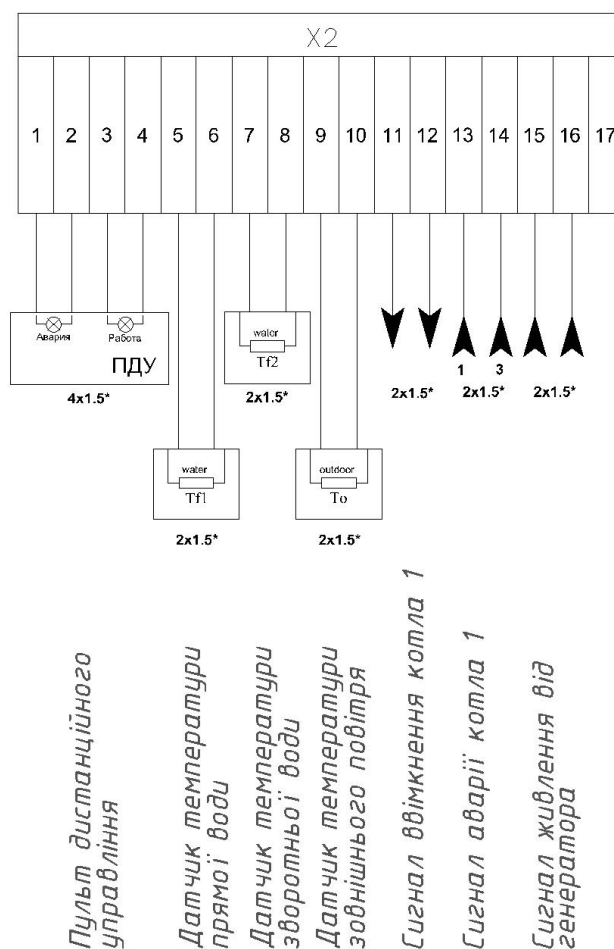


Рис. 6.4 Схема підключення клемм


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

58

## 6.2 Автоматизація роботи рудного

Автоматизація рудного - це процес впровадження автоматичних систем та технологій для оптимізації та поліпшення ефективності рудних процесів у виробничих та промислових середовищах. Ця ініціатива має на меті зменшення людського втручання, підвищення продуктивності, зниження витрат та покращення якості продукції.

У рамках автоматизації рудного використовуються різноманітні технології, такі як програмне забезпечення з вбудованими алгоритмами управління, датчики для збору даних, автоматичні пристрої та роботи, системи моніторингу та управління, а також інтеграція з системами штучного інтелекту та аналізу даних.

Основні переваги автоматизації рудного включають:

1. Підвищення ефективності: Автоматичні системи дозволяють швидше та точніше виконувати завдання, що призводить до збільшення продуктивності та зниження часу простою обладнання.

2. Зменшення витрат: За допомогою автоматизації можна оптимізувати використання ресурсів, ефективніше використовувати енергію та матеріали, що призводить до зменшення витрат на виробництво.

3. Покращення якості: Автоматичні системи забезпечують більшу точність та однорідність у виконанні завдань, що дозволяє підвищити якість виробів та послуг.

4. Забезпечення безпеки: Автоматизація дозволяє зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій та травматичних випадків шляхом віддалення людей від небезпечних зон та впровадження аварійних систем.

Загальний опис схеми автоматизації рудного, яка ілюструє основні кроки та взаємозв'язки між компонентами системи:

- 1. Збір даних:** Датчики та сенсори збирають дані про різні параметри виробничого процесу, такі як температура, тиск, вологість, рівень матеріалів тощо.
- 2. Передача даних:** Зібрані дані передаються до центральної системи управління за допомогою мережі зв'язку.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

59

3. **Аналіз даних:** Центральна система аналізує зібрані дані для ідентифікації відхилень від стандартних параметрів та потенційних проблем.
4. **Прийняття рішень:** На основі результатів аналізу система приймає відповідні рішення щодо управління процесом.
5. **Управління обладнанням:** Автоматичні системи керують обладнанням (наприклад, механічними або електронними пристроями) з метою оптимізації процесу.
6. **Моніторинг та контроль:** Система постійно моніторить роботу обладнання та виробничого процесу для виявлення відхилень та вчасного реагування на них.
7. **Звітність і аналітика:** Збирається і аналізується інформація про продуктивність, якість та витрати для підготовки звітів та рекомендацій для подальшого вдосконалення процесу.

### **Регулювання витрати зовнішнього повітря (по датчику CO<sub>2</sub>)**

Регулювання витрати зовнішнього повітря (по датчику CO<sub>2</sub>) в контексті роботи руфтопа є важливою складовою автоматизації процесів виробництва. Датчики CO<sub>2</sub> використовуються для вимірювання рівня вуглекислого газу в повітрі, що дає можливість контролювати якість та ефективність роботи системи вентиляції та клімат-контролю.

У контексті руфтопа, де процеси можуть вимагати специфічних умов середовища для оптимальної продуктивності, регулювання витрати зовнішнього повітря стає ключовим елементом. Датчики CO<sub>2</sub> можуть виявляти збільшення концентрації CO<sub>2</sub>, що може свідчити про недостатню якість повітря та недостатню подачу зовнішнього повітря. На основі отриманих даних система автоматичного керування може вжити відповідних заходів, таких як збільшення потоку свіжого повітря, зміна швидкості вентиляторів або інші корекційні заходи.

Переваги регулювання витрати зовнішнього повітря включають забезпечення комфортних та безпечних умов праці для персоналу, оптимізацію енергоспоживання шляхом зменшення необхідності вентиляції в умовах, коли це не потрібно, і підвищення продуктивності за рахунок оптимізації умов середовища.


Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

<i>ПЗ</i>		
60		

Арк.
60

Таким чином, регулювання витрати зовнішнього повітря за допомогою датчиків CO<sub>2</sub> стає важливою частиною автоматизації руфтопа, сприяючи підвищенню ефективності та забезпеченню оптимальних умов роботи.

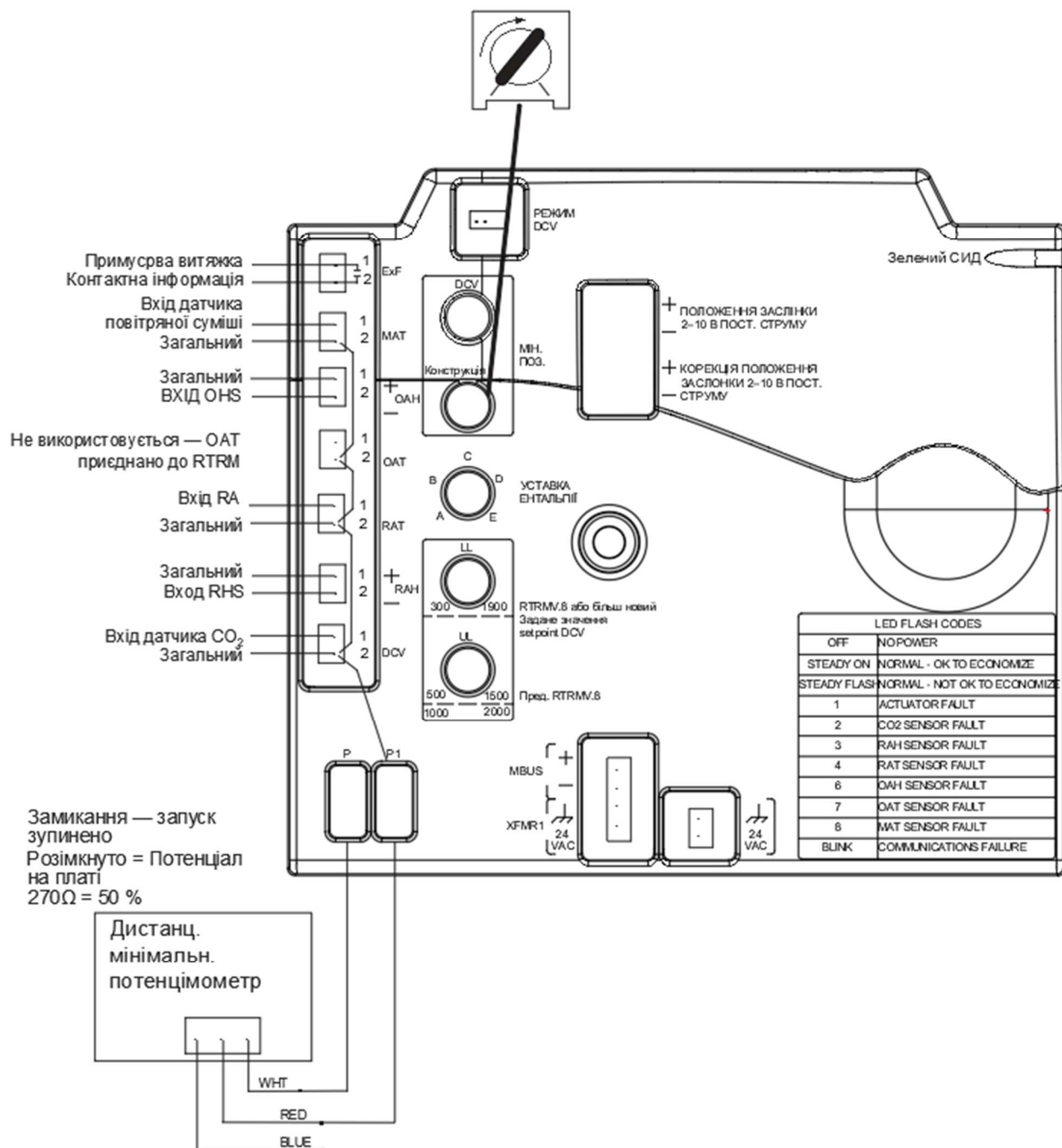
У підбраному руфтопі є можливість налаштування економайзера або приводної заслінки 0–50 % (опція)

Плата RTEM встановлена на виконавчому механізмі заслінки. Для доступу до плати RTEM на економайзерах:

- Зніміть панель для доступу на секції економайзер.
- Електроживлення має бути від'єднане, щоб встановити мінімальне положення та перевірити економайзер.
- Від'єднайте електроживлення, встановіть термостатичний перемикач вентилятора на ON (ВКЛ), а перемикач «HEAT/COOL» (НАГРІВАННЯ/ОХОЛОДЖЕННЯ) на «OFF» (ВИМК.). При цьому заслінка буде встановлена в положення мінімальної вентиляції.
- Щоб встановити потрібне положення мінімальної вентиляції, поверніть лімба на RTEM за годинниковою стрілкою, щоб збільшити вентиляцію, або проти годинникової стрілки, щоб зменшити вентиляцію. Заслінка відкриється на цю величину, як тільки буде подано харчування в ланцюг вентилятора.
- Коли стрілка на регулювальному гвинті лімба вказує на 8 годин, мінімальне положення приблизно відповідає 0%. Коли лімба вказує на 12 годин, це приблизно 25%, а коли він вказує на 4 години, це приблизно 50%.

Щоб перевірити, чи правильно функціонує заслінка, RTEM обладнаний індикаторною лампою у середині плати. Робота цієї лампи показано у табл. 6.1.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		



LED FLASH CODES	
OFF	NO POWER
STEADY ON	NORMAL - OK TO ECONOMIZE
STEADY FLASH	NORMAL - NOT OK TO ECONOMIZE
1	ACTUATOR FAULT
2	CO2 SENSOR FAULT
3	RAH SENSOR FAULT
4	RAT SENSOR FAULT
6	DAH SENSOR FAULT
7	OAT SENSOR FAULT
8	MAT SENSOR FAULT
BLINK	COMMUNICATIONS FAILURE

1 = Плата RTEM

## Світлодіоди плати RTEM

ВИКЛ:	Немає живлення чи несправність
ВКЛ:	Нормально, увімкнути економайзер
Повільні спалахи:	Нормально, не включати економайзер
Швидкі спалахи:	Порушення зв'язку
Імпульсні спалахи:	Код помилки
1 спалах:	Відмова виконавчого механізму
2 спалахи:	Датчик CO2
3 спалахи:	Датчик вологості RA
4 спалахи:	Датчик темп. RA
5 спалахів:	Датчик якості OA
6 спалахів:	Датчик вологості OA
7 спалахів:	Датчик температури OA
8 спалахів:	Датчик темп. MA
9 спалахів:	Дефект O3У
10 спалахів:	Дефект ROM
11 спалахів:	Дефект ЕСПІЗУ

**Проведення настінного датчика CO2**

Потенціометр заданого значення DVC на модулі економайзера можна регулювати так: 0% - 500 проміле, 50% - 1000 проміле, Заслінка зовнішнього повітря здійснюватиме регулювання від налаштування мінімального положення до 100%, можливості зберігати задане значення CO2.

**Проведення датчика CO2 у повітроводі**

1. Приєднайте сигнальний провід DCV до гнізда DCV на RTEM.
2. Підключіть електроживлення відповідно до рекомендаціями вимог щодо джерел харчування.

Монтаж настінного датчика:

1. Виберіть потрібне місце в кімнаті для встановлення датчика CO<sub>2</sub>. Виберіть внутрішню стіну з гарною циркуляцією повітря на висоті приблизно 14 м від підлоги.

							ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			63

2. Зніміть задню кришку датчика та пропустіть дроти живлення та вихідного сигналу через отвір у задній кришці. Для відкритої проводки зробіть виїмки плоскогубцями, щоб зменшити товщину перерізу верхнього чи нижнього краю задньої кришки і пропустити через це місце дроти. 3. Прикріпіть задню кришку до стіни шурупами. Стрілка на задній кришці показує напрямок установки.

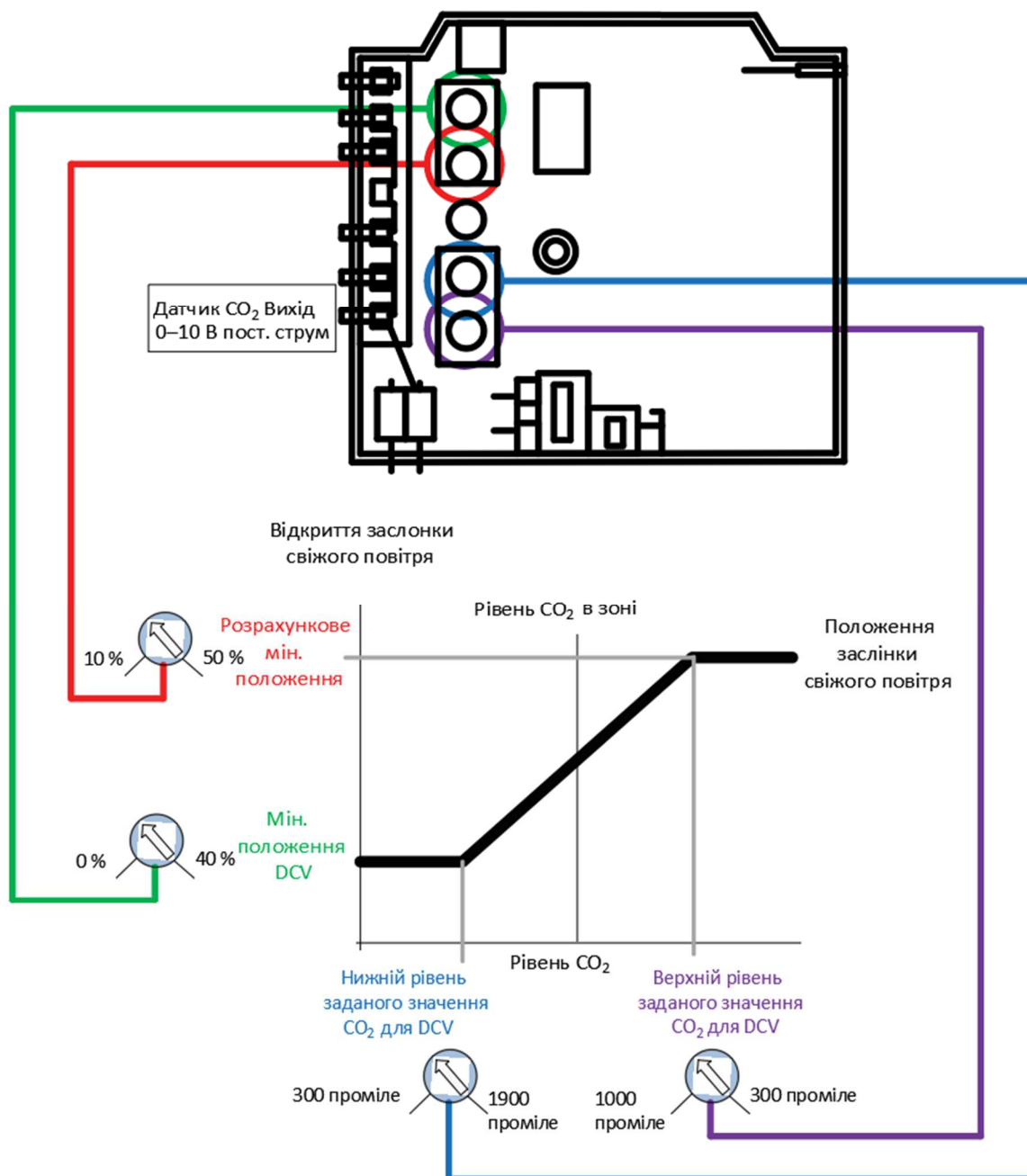


Рис. 6.7 Принцип роботи датчика CO<sub>2</sub>

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

### Список використаної літератури

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 27 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [Чинні від 2011-11-01] – К.: Мінрегіон України, 2011. – 127 с.
3. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Прийнято наказом ДП «Український науково- дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 10.06.2022 р. № 201, чинний з 01.03.2023 р.
4. В. Коновалюк, А. Москвітїна, М. Шишина Опалення, вентиляція, охолодження та газопостачання житлового будинку: методичні вказівки до виконання практичних занять та курсового проєктування з дисципліни «Інженерне обладнання будівель і споруд: теплогазопостачання і вентиляція» для студентів спеціальності 191 «Архітектура та вістобудування» ОПП «Архітектура та містобудування» – К.: КНУБА, 2023. – 104 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинні від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 149 с.
6. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зміна № 1 [Чинні від 2022-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2022. – 49 с.
7. Москвітїна А., Шишина М., Пефтьєва І. Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель: метод. вказів. до практич. занять, курс. та дипломного проєктування: для студ. спец. 192 "Буд-во та цивіл. інженерія" ОПП "Теплогазопост. і вентиляція". Київ: КНУБА, 2023. 60 с.
8. Про енергетичну ефективність: Закон України від 21.10.2021 р. – Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2, ст.8.
9. Еколого-економічні розрахунки систем енергозабезпечення будівель і споруд: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи / уклад.: К.М. Предун, О.А. Дудніков, О.Б. Почка. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
- 10.ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. – Київ: Вид-цтво «КВІЦ», 2002. – 29 с.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

11. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні. Зі Зміною № 1 [Чинні від 2018-07-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 61 с.
12. Левицька О. Г. Порівняльний аналіз викидів шкідливих речовин при застосуванні альтернативних природному газу біопалив / О. Г. Левицька, О. В. Січевий // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.-2019.-№20.-С.90-95.- Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh\\_2019\\_20\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh_2019_20_15)
13. Податковий кодекс України. – Документ 2755-VI, чинний, поточна редакція. – Редакція від 03.09.2023, підстава – 3303-IX, 3325-IX. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення: 23.04.2024 р.). – Назва з екрана.
14. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Перша редакція. Т. І. Донецьк : Український науковий центр технічної екології, 2004. 184 с.
15. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. – Схвал. розпорядженням КМУ від 15 березня 2006 р. N 145-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-p> (дата звернення: 23.04.2024 р.).
16. Про теплопостачання: закон України. – Редакція від 09.06.2018. – 2417-VIII. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15> (дата звернення: 23.04.2024 р.).
17. Про альтернативні види палива: закон України». – Редакція від 24.11.2016. – 1713-VIII. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14> (дата звернення: 23.04.2024 р.).
18. Про альтернативні джерела енергії: закон України. – Редакція від 11.06.2017. – 2019-VIII. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення: 23.04.2024 р.).
19. Про охорону навколишнього природного середовища: закон України. – Редакція від 8.10.2023. – 2614-IX. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 23.04.2024 р.).

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

20. ДОРОШЕНКО, Андрій; ПОГОСОВ, Олександр. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТОЧКОВИХ ТЕПЛОПРОВІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА ЗНАЧЕННЯ ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ. Матеріали конференцій МЦНД, 2024, 19.01. 2024; Кривий Ріг, Україна: 300-304.
21. ШАПОВАЛ, О. В.; ЧЕПУРНА, Н. В.; КИРИЧЕНКО, М. А. Аналіз ефективності роботи повітряного теплового насоса залежно від коливань температури зовнішнього повітря. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 2021, 37: 24-30.
22. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art\\_id=24523](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=24523) 4085 (дата звернення: 23.04.2024 р.).
23. ДОРОШЕНКО, Андрій; КИРИЧЕНКО, Михайло. ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНИХ НЕОДНОРІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ ЗОНИ ПРИМИКАННЯ ДО НЕСУЧОЇ ПЛИТИ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ З МЕТАЛОКАРКАСУ. Матеріали конференцій МНЛ, 2024, 26 квітня 2024 р., м. Одеса: 288-291.
24. Ліцензійна програма АРС-ПС, автор Кугель Я.М. - [www.kugel.com.ua](http://www.kugel.com.ua).
25. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2002. – 256с.
26. Економіка енергетики : підручник / за ред. д.е.н., проф. Л.Г. Мельника, д.е.н., проф. І.М. Сотник. – Суми : Університетська книга, 2017. – 378 с.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата