

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до організації самостійної роботи
та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

**«МОДЕРНІЗАЦІЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ
ТА РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ
В ЦИВІЛЬНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
галузі знань 19 – Архітектура та будівництво,
освітня програма «Цивільна інженерія»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи та проведення практичних занять із навчальної дисципліни «Модернізація, реконструкція та ремонтно-відновлювальні роботи в цивільній інженерії» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, освітня програма «Цивільна інженерія») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. О. М. Міланко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 59 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. О. М. Міланко

Рецензент

О. В. Гвоздецький, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання і вентиляції Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою теплогазопостачання і вентиляції, протокол № 5 від 12.12.2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ СПОРУД.....	6
1.1 Аналіз поточного енергоспоживання будівлі до реконструкції систем теплопостачання, вентиляції або кондиціювання.....	6
1.2 Енергетична модель реконструйованої системи з урахуванням новітніх технологій (конденсаційних котлів, систем рекуперації тепла).....	16
1.3 Порівняння витрат енергії до і після реконструкції та визначення економічної ефективності.....	17
2 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ.....	18
2.1 Сучасні енергоефективні системи.....	18
2.2 Використання альтернативних джерел енергії в системах теплогазопостачання.....	22
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ.....	27
3.1 План організації робіт із реконструкції інженерних систем (порядок виконання, розподіл робіт між підрядниками, визначення обсягів та термінів).....	27
4 ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ.....	29
4.1 Огляд методів діагностики та інструментів для оцінки стану інженерних систем (трубопроводів, опалення, вентиляції, електропостачання, водопостачання).....	29
4.2 Визначення ступеня спрацьованості та необхідності ремонту або модернізації.....	31
4.3 Використання сучасних методів інспекції (термографії, ультразвукового контролю, дистанційного моніторингу).....	32
5 МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ОНОВЛЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ.....	34
5.1 Технології модернізації та покращення існуючих інженерних систем (використання новітніх матеріалів, енергоефективних рішень).....	34
5.2 Заміна застарілих систем на нові (наприклад, перехід із традиційних котлів на конденсаційні, заміна старих трубопроводів на полімерні).....	36
5.3 Рішення щодо оптимізації функціонування та скорочення витрат на експлуатацію інженерних систем.....	38

6 РЕМОНТ І РЕКОНСТРУКЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ ВИКОНАННЯ РОБІТ.....	39
6.1 Технологічні процеси ремонту та реконструкції (монтаж, демонтаж, прокладання нових трубопроводів, встановлення обладнання).....	39
6.2 Різні методи ремонту: локальні ремонти, часткова заміна, повна модернізація.....	40
6.3 Різні методи ремонту: локальні ремонти, часткова заміна, повна модернізація.....	42
7 ПЛАНУВАННЯ ТА ПІДГОТОВКА РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ.....	43
7.1 Визначення обсягу робіт: аналіз технічного стану об'єкта, виявлення дефектів, складання переліку робіт.....	43
7.2 Підготовка технічної документації: розробка проєктів ремонту, визначення необхідних матеріалів і ресурсів.....	44
7.3 Вибір методів виконання робіт: комплексний підхід, етапність, вибір оптимальних технологій для ремонту та модернізації.....	45
7.4 Визначення термінів виконання робіт і складання графіка робіт.....	46
8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ПІД ЧАС РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ.....	48
8.1 Методи контролю якості: візуальні перевірки, вимірювання, випробування матеріалів та конструкцій.....	48
8.2 Технічний нагляд: роль інженера у забезпеченні відповідності робіт проєктним вимогам та нормативним стандартам.....	50
8.3 Документація результатів контролю: оформлення актів виконаних робіт, перевірка відповідності до технічних вимог.....	52
8.4 Професійна підготовка працівників і контроль за їх кваліфікацією.....	53
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56

ВСТУП

В програмі вивчення дисципліни «Модернізація, реконструкція та ремонтно-відновлювальні роботи в цивільній інженерії» окремо виділено розділ «Теплогазопостачання, опалення і вентиляція», метою вивчення якого є ознайомлення студентів з питаннями реконструкції систем теплопостачання, газопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, а також методик розрахунків елементів конструкцій, основ проектування теплогазопостачання і вентиляції з урахуванням елементів, побудованих раніше, надання їм нових властивостей і характеристик відповідно до нових вимог.

Основні завдання вивчення цієї дисципліни – дати студентам знання та вміння вирішувати питання реконструкції будівель та споруд у поєднанні з реконструкцією систем теплопостачання, газопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Особлива увага під час вивчення цього розділу приділяється питанням зменшення енерговитрат та енергозбереження.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

1.1 Аналіз поточного енергоспоживання будівлі до реконструкції систем теплопостачання, вентиляції або кондиціювання

Розгорнутий аналіз поточного енергоспоживання будівлі до реконструкції систем теплопостачання, вентиляції або кондиціювання включає такі етапи

Загальна характеристика будівлі

Перед аналізом енергоспоживання важливо врахувати:

- призначення будівлі (житлова, комерційна, промислова тощо);
- рік побудови (визначає рівень утеплення та ефективність конструктивних рішень);
- будівельні матеріали (теплопровідність стін, покрівлі, вікон та підлоги);
- поверховість та площа (впливає на витрати енергії на опалення, охолодження та вентиляцію);
- кліматичні умови (сезонні коливання температури, рівень вологості, тривалість опалювального періоду).

Аналіз споживання теплової енергії

Опалення

Оцінюється кількість спожитої енергії для підтримки комфортної температури в холодний період. Основні фактори:

- втрати тепла через огорожувальні конструкції (стіни, дах, вікна, двері, підлогу);
- коефіцієнт теплових втрат будівлі ($\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$);
- ККД існуючої системи теплопостачання (котли, централізоване теплопостачання, теплові помпи);
- наявність автоматизації та регулювання опалення (термостати, погодозалежне регулювання).

Гаряче водопостачання (ГВП)

До гарячого водопостачання належить:

- джерело нагріву води (бойлери, котли, централізоване постачання);
- витрати гарячої води на одного мешканця або користувача будівлі;
- тепловтрати в системах циркуляції гарячої води.

Аналіз споживання електроенергії

Системи вентиляції:

- тип вентиляції (природна, механічна, змішана);
- кількість повітрообмінів на годину;
- споживана потужність вентиляторів та рекуператорів;
- наявність системи рекуперації тепла.

Кондиціонування та охолодження:

- середнє споживання електроенергії для охолодження в літній період;
- тип кондиціонерів та їх енергоефективність;
- наявність автоматизації та регулювання роботи системи.

Інше електроспоживання:

- освітлення (тип ламп, автоматизація, середнє споживання на 1 м^2);
- електроприлади та офісне обладнання;
- втрати електроенергії в мережі.

Аналіз енергетичних балансів та ефективності

До аналізу енергетичних балансів та ефективності належать:

- річне споживання енергії на 1 м^2 площі ($\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$);
- клас енергоефективності будівлі за європейськими стандартами;
- порівняння із нормативними показниками для подібних будівель;
- втрати енергії та потенціал їхнього зменшення.

Висновки та рекомендації

Виявлення основних джерел теплових втрат та неефективного використання електроенергії.

Розрахунок потенціалу енергозбереження після модернізації.

Оцінка економічної доцільності реконструкції (період окупності, скорочення експлуатаційних витрат).

Пропозиції щодо впровадження сучасних енергоефективних рішень (утеплення, модернізація обладнання, автоматизація систем тощо).

Такий аналіз дозволяє оцінити поточний стан будівлі та визначити шляхи її енергетичної модернізації.

Розглянемо необхідні розрахунки на прикладі конкретної задачі.

Задача № 1

Спроекувати заходи з енергоефективної реконструкції житлового будинку та системи опалення на рівні сучасних нормативних вимог без здійснення відселення, а саме:

1. Визначити опори теплопередачі існуючих будівельних конструкцій, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (зовнішні стіни, горищне та підвальне перекриття, вікна, входні та балконні двері).

2. Визначити мінімально необхідні товщини утеплювача зовнішніх огорожень.

3. Визначити теплову потужність системи опалення.

4. Нанести на плані типового поверху доцільний варіант реконструйованої системи опалення. Вказати тип та діаметри трубопроводів, спосіб їх з'єднання та прокладання.

5. Навести схеми вузлів ухваленого варіанту підключення приладових ділянок (стояків) та опалювальних приладів. В експлікації до наведених вузлів

вказати тип рекомендованого найбільш ефективного обладнання (арматури, приладів тощо).

6. Здійснити гідравлічний розрахунок приладових ділянок та розрахунок поверхні опалювальних приладів.

1. Визначити опори теплопередачі існуючих будівельних конструкцій, результати звести до таблиці.

Таблиця 1.1 – Опори теплопередачі існуючих будівельних конструкцій

Будівельні конструкції	$R_{q \min},$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R_H,$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
зовнішні стіни		
горищне та підвальне перекриття		
вікна		
балконні двері		
вхідні двері		
<i>Примітка:</i> $R_{q \min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції або непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (табл. 1.2); R_H – нормативні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (табл. 1.3)		

Таблиця 1.2 – Мінімальне допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових і громадських будівель $R_{q \min}, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Номер поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	4,0	3,3
2	Суміщені покриття	7,0	6,0
3	Горищні покриття та перекриття неопалюваних горищ	6,0	5,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	5,0	4,0
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,9	0,7
6	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та у громадські будинки	0,7	0,6
7	Вхідні двері в малоповерхові будинки та у квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,7	0,6

Таблиця 1.3 – Нормативні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

№ з/п	Найменування огорожувальних конструкцій	Нормативні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, м ² · °C/Вт			
		1 зона > 3501 г.-діб	2 зона 3001–3500 г.-діб	3 зона 2501–3000 г.-діб	4 зона < 2500 г.-діб
НОВЕ БУДІВНИЦТВО					
	ЗОВНІШНІ СТІНИ				
1.	Великопанельні, монолітні і об'ємноблокові з утеплювачем:				
	а) з полімерних матеріалів	2,5	2,4	2,2	2,0
	б) з мінераловати та інших матеріалів	2,2	2,1	1,9	1,8
2.	Блокові:				
	а) з утеплювачем, а також з комірчастого бетону	2,0	1,9	1,7	1,5
	б) зі шпаруватими заповнювачами	1,8	1,7	1,5	1,3
3.	Цегляні, з керамічних та інших каменів, дрібних блоків :				
	а) з утеплювачем	2,2	2,1	1,9	1,7
	б) багатошліинні	1,6	1,5	1,4	1,2
	ПОКРИТТЯ І ПЕРЕКРИТТЯ				
4.	Покриття і перекриття горищ (окрім «теплых» горищ)	2,7	2,5	2,4	2,0
5.	Перекриття над проїздами і холодними підвалами, що сполучаються із зовнішнім повітрям	3,0	2,9	2,4	2,0
6.	Перекриття над неопалюваними підвалами:				
	а) зі світловими отворами в стінах	2,5	2,4	2,2	2,0
	б) без світлових отворів у стінах	2,3	2,2	2,0	1,8
	ВІКНА І БАЛКОННІ ДВЕРІ	0,50	0,42	0,42	0,39
РЕКОНСТРУКЦІЯ, КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ					
1.	Зовнішні стіни	2,2	2,1	1,9	1,7
2.	Покриття, перекриття горищ	2,5	2,4	2,2	2,0
3.	Перекриття над проїздами і підвалами	Як для нового будівництва			
4.	Вікна і балконні двері				

2. Визначити мінімально-необхідні товщини утеплювача зовнішніх огорожень за такою формулою:

$$\delta_{\text{ym}} = \lambda_{\text{ym}} \times R_{\text{ym}}, \quad (1.1)$$

де λ_{ym} – теплопровідність теплоізоляційного шару зовнішньої стіни, дахового та

підвального перекриттів, Вт/(м·К);

R_{ym} – термічний опір теплоізоляційного шару зовнішньої стіни, дахового та підвального перекриттів, м²·К/Вт.

$$R_{ym} = R_{q\min} - R_n, \quad (1.2)$$

$R_{q\min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції або непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, м² · К/Вт (табл. 1.1);

R_H – нормативні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, м² · °С/Вт (табл. 1.1);

Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх огорожень визначаємо за формулою:

$$k = \frac{1}{R_{q\min}}. \quad (1.3)$$

3. Визначення теплової потужності системи опалення: тепловтрати через огорожувальні конструкції та для обігріву вентиляційного повітря Q_1 , Вт, визначаються за формулою:

$$Q_1 = (Q_a + Q_e), \quad (1.4)$$

де Q_a – тепловий потік, Вт, через огорожувальні конструкції;

Q_e – втрати теплоти, Вт, на нагрівання вентиляційного повітря.

Величини Q_a і Q_e розраховуються для кожного приміщення, яке обігрівається.

Тепловтрати Q_a , Вт, для кожної огорожувальної конструкції приміщення розраховуються за формулою:

$$Q_a = k \cdot F \cdot (t_e - t_n^B) \cdot (1 + \Sigma\beta) \cdot n, \quad (1.5)$$

де F – площа огорожуючої конструкції, м² (обмірювання зовнішніх огорожень проводиться згідно із правилами, наведеними на рис. 2);

k – коефіцієнт теплопередачі огорожувальної конструкції, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

t_e – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

t_n^B – розрахункова температура зовнішнього повітря в холодний період року за параметром Б, °С;

n – коефіцієнт, який залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції щодо зовнішнього повітря і визначається за таблицею 3.1;

$\Sigma\beta$ – додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат, що враховуються для зовнішніх вертикальних і похилих огорожувальних конструкцій будівлі згідно із таблицями 1.3 і 1.4.

Між суміжними приміщеннями через внутрішні огорожувальні конструкції розраховуються тепловтрати, якщо різниця температур між ними є 8 °С. Водночас для кожного приміщення потрібно розраховувати тепловтрати тільки через одну внутрішню стіну. Величину тепловтрат через внутрішні огорожувальні конструкції $Q_{вн}$ потрібно враховувати тільки під час розрахунку теплової потужності опалювальних приладів, на підводках до яких проєктуються автоматичні теплорегулятори.

Розрахунки тепловтрат Q_a , Bm , зводимо у рекомендовану таблицю.

Таблиця 1.4 – Розрахунок тепловтрат

Огороджувальні конструкції	Коефіцієнт, n
1	2
Зовнішні стіни і покриття (зокрема вентилязовані зовнішнім повітрям), перекриття горищні (із крівлею зі штучних матеріалів) і над проїздами; перекриття над холодними (без огорожувальних стінок) підпіллями у північній будівельно-кліматичній зоні	1
Перекриття над холодними підвалами, що сполучаються із зовнішнім повітрям; перекриття горищні (із крівлею з рулонних матеріалів); перекриття над холодними (із огорожувальними стінками) підпіллями і холодними поверхами у північній будівельно-кліматичній зоні	0,9
Перекриття над неопалювальними підвалами зі світловими отворами в стінах	0,75
Перекриття над неопалювальними підвалами без світлових отворів у стінах, розташовані вище за рівень землі	0,6

Таблиця 1.5 – Зведена таблиця розрахунку тепловтрат приміщень будівлі

Но ме р пр им іш ен ня	Найменування приміщ. і $t_e, ^\circ C$	Характеристика огорожувальних конструкцій							Q_o, Bm	Додаткові тепловтрати			Q_a, Bm
		п оз на че н ня	о рі є н т а ц ія	Розмір $a \times b, м$	$F, м^2$	$k, \frac{Bm}{м^2 \cdot ^\circ C}$	$\Delta t, ^\circ C$	n		на орі єнт аці ю	на ви со тн іст ь	$1 + \Sigma \beta$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Таблиця 1.6 – Додаткові втрати теплоти

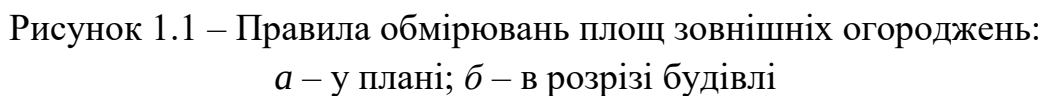
Чинник, яким обумовлені додаткові втрати теплоти	Огорожі, під час розрахунку яких враховуються додаткові втрати теплоти	β
1	2	3
Вітер зі швидкістю* до 5 м/с	Орієнтовані на напрями, звідки дме вітер у січні з повторюваністю* не менше 15 %	0,05
Вітер зі швидкістю* 5 м/с і більше		0,10
Висотність будівель		
будівлі висотою 10–15 поверхів	Огорожі першого і другого поверхів	0,10
	Огорожі третього поверху	0,05
Будівлі висотою 16 поверхів і вище	Огорожі першого і другого поверхів	0,20
	Огорожі третього поверху	0,15
	Огорожі четвертого поверху	0,10

Таблиця 1.7 – Напрямок та швидкість вітру

Місто	Повторюваність напрямку вітру, % Середня швидкість вітру, м/с (в січні)								Повторюваність штилю, %
	Північ	Південь – Схід	Схід	Південь – Схід	Південь	Південь – Захід	Захід	Північ – Захід	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Бердянськ	<u>11,3</u> 2,7	<u>10,9</u> 2,9	<u>18,7</u> 5,9	<u>11,2</u> 4,5	<u>13,3</u> 4,6	<u>12,4</u> 4,7	<u>12,9</u> 4,0	<u>9,3</u> 3,7	10,9
Вінниця	<u>10,1</u> 4,3	<u>5,6</u> 3,3	<u>7,4</u> 3,0	<u>11,1</u> 3,3	<u>13,7</u> 3,4	<u>14,7</u> 3,4	<u>22,6</u> 4,7	<u>14,8</u> 5,0	7,1
Джанкой	<u>10,2</u> 2,5	<u>19,0</u> 3,3	<u>16,1</u> 3,2	<u>7,1</u> 2,4	<u>7,5</u> 3,0	<u>16,4</u> 3,5	<u>14,3</u> 2,9	<u>9,4</u> 2,8	5,7
Дніпропетровськ	<u>14,9</u> 5,0	<u>11,1</u> 5,0	<u>11,0</u> 4,9	<u>10,1</u> 5,0	<u>11,7</u> 5,1	<u>13,7</u> 4,9	<u>17,6</u> 5,0	<u>9,9</u> 5,6	9,2
Донецьк	<u>7,2</u> 4,2	<u>10,3</u> 4,2	<u>14,3</u> 5,3	<u>18,9</u> 5,4	<u>11,0</u> 4,5	<u>14,3</u> 4,9	<u>16,6</u> 5,3	<u>7,4</u> 4,7	8,6
Житомир	<u>7,6</u> 3,6	<u>5,1</u> 3,1	<u>6,6</u> 3,5	<u>9,5</u> 3,8	<u>14,4</u> 4,3	<u>15,4</u> 4,4	<u>24,0</u> 5,2	<u>17,4</u> 4,7	3,7
Запоріжжя	<u>14,5</u> 2,3	<u>11,7</u> 2,0	<u>10,9</u> 2,4	<u>10,7</u> 2,9	<u>12,9</u> 2,0	<u>13,6</u> 2,1	<u>14,9</u> 2,4	<u>10,8</u> 2,4	8,8
Івано-Франківськ	<u>3,5</u> 3,3	<u>1,8</u> 2,0	<u>13,9</u> 3,4	<u>17,1</u> 3,5	<u>5,4</u> 2,8	<u>11,9</u> 3,7	<u>27,1</u> 4,9	<u>19,3</u> 4,8	34,9
Київ	<u>11,2</u> 3,2	<u>4,6</u> 2,0	<u>5,8</u> 1,7	<u>11,9</u> 2,0	<u>14,1</u> 2,7	<u>14,0</u> 3,0	<u>23,5</u> 3,0	<u>14,9</u> 2,9	4,2
Кіровоград	<u>13,0</u> 4,2	<u>6,3</u> 3,6	<u>9,5</u> 4,0	<u>10,6</u> 4,3	<u>16,0</u> 4,5	<u>10,0</u> 4,2	<u>16,8</u> 4,3	<u>17,8</u> 4,2	9,6

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Луцьк	<u>4,6</u> 3,4	<u>3,5</u> 3,0	<u>10,3</u> 3,9	<u>13,1</u> 3,9	<u>15,4</u> 4,0	<u>16,4</u> 4,5	<u>26,1</u> 4,9	<u>10,6</u> 4,5	6,2
Львів	<u>4,4</u> 3,6	<u>3,5</u> 2,9	<u>8,5</u> 3,4	<u>19,8</u> 4,1	<u>8,0</u> 3,5	<u>15,5</u> 4,5	<u>27,9</u> 5,1	<u>12,4</u> 4,5	16,3
Миколаїв	<u>19,6</u> 3,8	<u>12,9</u> 3,9	<u>12,2</u> 3,8	<u>7,2</u> 3,5	<u>14,3</u> 3,7	<u>8,0</u> 3,5	<u>13,0</u> 3,7	<u>12,8</u> 3,5	7,0
Полтава	<u>9,0</u> 3,1	<u>10,0</u> 2,9	<u>11,9</u> 3,5	<u>8,7</u> 2,8	<u>14,7</u> 3,2	<u>14,9</u> 3,4	<u>20,2</u> 3,6	<u>10,6</u> 3,6	2,5
Рівне	<u>5,1</u> 3,6	<u>3,0</u> 2,9	<u>9,9</u> 3,9	<u>13,1</u> 3,9	<u>11,4</u> 4,0	<u>15,2</u> 4,8	<u>34,2</u> 5,8	<u>8,1</u> 5,1	4,0
Сімферополь	<u>5,6</u> 3,7	<u>30,1</u> 5,8	<u>13,4</u> 4,7	<u>6,9</u> 3,8	<u>18,7</u> 4,6	<u>13,7</u> 5,4	<u>8,2</u> 4,1	<u>3,4</u> 3,7	2,0
Суми	<u>7,8</u> 3,7	<u>6,3</u> 3,0	<u>10,0</u> 3,9	<u>15,3</u> 4,3	<u>16,1</u> 4,5	<u>14,4</u> 4,6	<u>18,6</u> 4,8	<u>11,5</u> 4,4	4,6
Тернопіль	<u>6,3</u> 3,4	<u>3,1</u> 2,3	<u>6,0</u> 3,0	<u>19,4</u> 4,0	<u>12,5</u> 3,5	<u>10,1</u> 4,2	<u>28,6</u> 5,7	<u>14,0</u> 5,0	11,1
Харків	<u>8,0</u> 4,5	<u>8,2</u> 4,2	<u>15,3</u> 4,7	<u>12,5</u> 4,2	<u>10,7</u> 4,4	<u>15,8</u> 4,6	<u>18,9</u> 4,6	<u>10,6</u> 4,2	8,1
Херсон	<u>13,7</u> 4,2	<u>14,6</u> 3,8	<u>13,8</u> 3,2	<u>8,5</u> 2,6	<u>10,4</u> 2,8	<u>12,2</u> 2,8	<u>14,9</u> 3,3	<u>11,9</u> 3,9	2,0
Черкаси	<u>11,0</u> 3,1	<u>6,0</u> 2,4	<u>10,3</u> 2,3	<u>11,9</u> 2,4	<u>12,1</u> 2,4	<u>6,6</u> 2,1	<u>19,7</u> 3,4	<u>22,4</u> 4,3	39,9
Чернігів	<u>7,6</u> 4,1	<u>5,9</u> 3,6	<u>9,2</u> 3,5	<u>8,5</u> 3,9	<u>17,4</u> 4,5	<u>19,8</u> 4,4	<u>19,7</u> 4,4	<u>11,9</u> 4,3	11,2
Чернівці	<u>5,3</u> 3,2	<u>1,0</u> 1,9	<u>27,7</u> 3,3	<u>10,0</u> 3,1	<u>8,2</u> 2,4	<u>5,4</u> 2,6	<u>17,4</u> 4,5	<u>25,0</u> 4,7	7,7
Ялта	<u>10,5</u> 2,2	<u>14,6</u> 3,1	<u>12,1</u> 2,4	<u>4,6</u> 1,5	<u>6,6</u> 1,7	<u>11,4</u> 1,8	<u>24,0</u> 1,6	<u>16,2</u> 2,1	3,5
Хмельницький	<u>7,2</u> 4,6	<u>4,6</u> 3,6	<u>6,3</u> 3,6	<u>15,3</u> 4,5	<u>18,6</u> 4,8	<u>10,1</u> 4,3	<u>21,2</u> 5,7	<u>16,7</u> 5,5	10,6


$$Q_{\epsilon} = 0,337 \cdot F_n \cdot h \cdot (t_{\epsilon} - t_n^B), \quad (1.6)$$

0,337 – коефіцієнт, $Bm/K \cdot m^3$.

$$Q_6 = 0,7 \cdot B \cdot (H + 0,8 \cdot p) \cdot (t_6 - t_H), \quad (1.7)$$

Розрахунок теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить через двері опалювальних незадимлюваних сходових кліток із поповерховими виходами на лоджії, необхідно вести за формулою (3.4) із $p = 0$, беручи для

кожного поверху значення H , рівне відстані, m , від низу дверей поверху, що розраховується, до перекриття сходової клітки.

Для вхідних вестибюлів будівель із легко-тепловими завісами величину Q_v враховувати не треба.

Зведений тепловий баланс приміщень

Зведений тепловий баланс рекомендується зводити в таблицю 1.8. Тепловий баланс за приміщеннями різних поверхів розраховується за формулами:

– для першого поверху $\sum Q_I = Q_a^{cep.em.} + Q_a^{cm} + Q_a^{nl} + Q_v, Bm;$

– для середніх поверхів $\sum Q_{cep.em.} = Q_a^{cep.em.} + Q_v, Bm;$

– для останнього поверху $\sum Q_{oct.em} = Q_a^{cep.em.} + Q_a^{nm} + Q_v, Bm,$

де $Q_a^{cep.пов.}$ – сумарні тепловтрати через огорожувальні конструкції приміщення, яке знаходиться на середньому поверсі, Bm ;

Q_a^{cm} – невраховані тепловтрати приміщення через частину стіни на першому поверсі, Bm ;

Q_a^{nl} – невраховані тепловтрати приміщення через наземне перекриття на першому поверсі, Bm ;

Q_a^{nm} – невраховані тепловтрати приміщення через стелю на останньому поверсі, Bm ;

Q_v – тепловтрати на нагрівання вентиляційного повітря, Bm .

Таблиця 1.8 – Зведений тепловий баланс приміщень

Ном ер при міщ енн я	I – поверх					Середні поверхи			Останній поверх				$\Sigma Q_{стояка}, Bm$
	$Q_a^{ce}_{p.em.}, Bm$	$Q_a^c_t, Bm$	Q_a^{nl}, Bm	Q_v, Bm	$\Sigma Q_I, Bm$	$Q_a^{ce}_{p.em.}, Bm$	Q_v, Bm	$\Sigma Q_{ce}, Bm$	$Q_a^{ce}_{p.em.}, Bm$	$Q_a^n_t, Bm$	Q_v, Bm	$\Sigma Q_{oct.em}, Bm$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
01													
02													
03													
...													
													$\Sigma Q_{буд} =$
CxK													
													$\Sigma Q_{буд+ск} =$

1.2 Енергетична модель реконструйованої системи з урахуванням новітніх технологій (конденсаційних котлів, систем рекуперації тепла)

Енергетична модель реконструйованої системи враховує впровадження сучасних технологій енергозбереження, таких як конденсаційні котли та системи рекуперації тепла. Це дозволяє зменшити споживання палива, скоротити експлуатаційні витрати та підвищити ефективність теплогенерації.

Основні компоненти енергетичної моделі

Джерело тепла – конденсаційні котли.

Використання конденсаційних газових котлів дозволяє досягти ККД до 108 % за рахунок утилізації прихованої теплоти конденсації водяної пари у димових газах.

Переваги:

- зменшення витрат палива на 15–30 % порівняно із традиційними котлами;
- зменшення викидів CO_2 та NO_x ;
- автоматизація роботи, гнучке регулювання потужності;
- система рекуперації тепла.

Використання рекуператорів у вентиляційних системах дозволяє повертати до 70–90 % тепла відпрацьованого повітря.

Види рекуператорів:

- пластинчасті теплообмінники;
- роторні теплообмінники;
- водяні та повітряні теплоутилізатори.

Додатково може бути застосована утилізація тепла димових газів для попереднього нагріву повітря або води.

Автоматизація та управління енергоспоживанням

Використання інтелектуальних систем моніторингу та управління (SCADA, BMS).

Оптимізація графіків роботи системи опалення та вентиляції на основі даних про температуру, вологість, присутність людей.

Використання модулів прогнозування для адаптації роботи системи до зміни погодних умов.

Розрахунок енергоефективності реконструйованої системи:

- 1) витрати тепла у вихідній системі;
- 2) традиційні котли: ККД $\approx 85\text{--}90\%$;
- 3) брак рекуперації тепла $\rightarrow$ втрата до 40 % енергії через вентиляцію;
- 4) енергоефективність після реконструкції;
- 5) конденсаційні котли підвищують ефективність до 105–108 %;
- 6) рекуперація тепла дозволяє повернути 50–90 % втрат вентиляції;

- 7) впровадження автоматизації дає змогу зменшити загальне енергоспоживання на 15–25 %;
- 8) економічний ефект та окупність;
- 9) скорочення витрат на паливо (до 30 % економії).
- 10) скорочення витрат на електроенергію (завдяки оптимізованій роботі pomp, вентиляторів);
- 11) окупність – залежно від об'єкта, 3–7 років.

Висновки

Впровадження конденсаційних котлів і систем рекуперації тепла значно покращує енергоефективність системи. Це дозволяє досягти зменшення експлуатаційних витрат, підвищення екологічної безпеки та швидкої окупності проекту.

1.3 Порівняння витрат енергії до і після реконструкції та визначення економічної ефективності

Реконструкція будівель та інженерних систем спрямована на скорочення енергетичних витрат та покращення економічної ефективності. Важливо провести аналіз витрат енергії до і після реконструкції, щоб оцінити її ефективність та обґрунтувати доцільність інвестицій.

Порівняння витрат енергії

Для оцінки ефективності реконструкції проводиться порівняльний аналіз енергоспоживання до і після проведених заходів. Основними показниками є:

- споживання електроенергії (кВт · год);
- споживання теплової енергії (Гкал);
- витрати на опалення, вентиляцію, освітлення тощо.

Порівняльний аналіз здійснюється на основі фактичних показників споживання енергії, які фіксуються до реконструкції та після її завершення.

Методика розрахунку економічної ефективності

Економічна ефективність реконструкції визначається шляхом розрахунку економії витрат та терміну окупності інвестицій. До основних методів розрахунку належать:

1. Метод чистої приведеної вартості (NPV) визначає різницю між зекономленими коштами та інвестиційними витратами;
2. Термін окупності (PP, Payback Period) обчислюється як відношення інвестицій до річної економії витрат;
3. Внутрішня норма рентабельності (IRR) визначає дохідність інвестицій.
4. Формули для розрахунків: *Економія витрат* (E):

$$E = C_{\text{до}} - C_{\text{після}} \quad (1.8)$$

де $C_{\text{до}}$ – витрати на енергію до реконструкції; $C_{\text{після}}$ – витрати після реконструкції.

Термін окупності (Т):

$$T = I / E \quad (1.9)$$

де I – капіталовкладення в реконструкцію.

Чиста приведена вартість (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^n E_t / (1 + r)^t - I \quad (1.10)$$

де E_t – річна економія,

r – дисконтна ставка,

n – кількість років аналізу.

Приклад розрахунку

Припустимо, що річне споживання електроенергії до реконструкції становило 500 МВт · год, а після – 350 МВт · год. Вартість 1 МВт · год – 2000 грн.

Річна економія: $E = (500 - 350) \times 2000 = 300000$

Капіталовкладення: 1 200 000 грн.

Термін окупності: $T = 1\,200\,000 / 300\,000 = 4$ роки.

Висновки

Аналіз показав, що реконструкція дозволила зменшити витрати на енергію на 30 %. Термін окупності – 4 роки, що свідчить про доцільність проєкту.

Подальший моніторинг витрат допоможе оцінити довгострокові результати та можливість додаткової оптимізації.

2 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

2.1 Сучасні енергоефективні системи

Енергоефективні системи відіграють ключову роль у сучасному світі, оскільки дозволяють зменшити споживання енергії, скоротити витрати та зменшити негативний вплив на довкілля. Розвиток таких систем є відповіддю на зростаючі виклики, пов'язані зі змінами клімату, виснаженням природних ресурсів та необхідністю підвищення ефективності енергоспоживання.

Основи енергоефективності

Енергоефективність – це раціональне використання енергії з мінімальними втратами. Головними принципами сучасних енергоефективних систем є:

- мінімізація енергетичних витрат завдяки використанню вискоелективного обладнання;
- оптимізація енергоспоживання через впровадження автоматизованих систем керування;
- відновлювані джерела енергії, що дозволяють скоротити залежність від викопного палива;

– інтелектуальне управління енергетичними ресурсами, що містить IoT-технології та штучний інтелект для аналізу та оптимізації витрат енергії.

Типи енергоефективних систем

Енергоефективні будівлі

Сучасні будівлі проєктуються з урахуванням високих стандартів енергоефективності. Основні підходи:

- пасивний дизайн – використання теплоізоляції, спеціального скління та архітектурних рішень для зменшення витрат енергії;
- рекуперація тепла – повторне використання тепла від вентиляційних систем;
- розумні системи керування будівлею (BMS) – автоматизоване управління освітленням, опаленням, вентиляцією та кондиціонуванням (HVAC);
- сонячні панелі та теплові помпи, які забезпечують автономність та скорочують витрати електроенергії.

Промислові енергоефективні системи

У промисловості застосовуються такі технології:

- частотні перетворювачі для електродвигунів, які регулюють споживану потужність відповідно до реального навантаження;
- енергоефективні котельні установки та системи когенерації (одночасне виробництво тепла й електроенергії);
- системи утилізації відходів тепла дозволяють використовувати теплову енергію, що зазвичай втрачається.

Енергоефективний транспорт

Сучасні транспортні технології спрямовані на мінімізацію викидів та енергоспоживання:

- електромобілі та гібридні автомобілі, що використовують відновлювані джерела енергії;
- системи рекуперації енергії, наприклад, у залізничному транспорті або електромобілях (енергія гальмування перетворюється на електроенергію);
- аеродинамічні вдосконалення та легкі матеріали для зменшення витрат пального.

Інноваційні технології у сфері енергоефективності

Інтернет речей (IoT)

Інтелектуальні сенсори та системи моніторингу дозволяють відстежувати споживання енергії в режимі реального часу та оптимізувати роботу обладнання.

Штучний інтелект (AI) та машинне навчання

Алгоритми штучного інтелекту аналізують великі обсяги даних для виявлення неефективних процесів та автоматично регулюють параметри систем.

Відновлювані джерела енергії

Сонячні, вітрові та геотермальні установки активно інтегруються у загальні енергосистеми, зменшуючи потребу у викопному паливі.

Смарт-мережі (Smart Grid)

Сучасні енергосистеми дозволяють керувати розподілом електроенергії на основі поточного попиту та доступних ресурсів.

Вигоди впровадження енергоефективних систем

Економічні вигоди енергоефективних систем:

- скорочення витрат на електроенергію та паливо;
- підвищення конкурентоспроможності підприємств.

Екологічні вигоди енергоефективних систем:

- зменшення викидів парникових газів;
- раціональне використання природних ресурсів.

Соціальні вигоди енергоефективних систем:

- підвищення комфорту життя;
- збільшення кількості робочих місць у сфері відновлюваної енергетики.

В епоху зростаючих енергетичних витрат та загострення екологічних проблем, енергоефективність стала ключовим фактором для українських домогосподарств. Застосування сучасних технологій не лише скорочує витрати на комунальні послуги, але й сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Сервіс Єпрофі, що спеціалізується на пошуку роботи та курсів у галузі енергоефективності, допомагає громадянам України знайти найкращі рішення для своїх домівок. Давайте розглянемо найсучасніші технології, які можуть підвищити енергоефективність українських домогосподарств.

Інтелектуальні системи керування енергією

Однією з найперспективніших технологій є інтелектуальні системи управління енергією. Ці системи дозволяють оптимізувати споживання енергії шляхом автоматичного регулювання освітлення, опалення, кондиціонування повітря та інших систем. Використання смарт-технологій дозволяє домогосподарствам зменшити енергоспоживання та скоротити витрати на комунальні послуги.

Сонячні панелі та мікроенергетика

Сонячні панелі стають дедалі популярнішими серед українських домогосподарств. Встановлення сонячних панелей дозволяє не тільки скоротити витрати на електроенергію, але й зробити будинок незалежним від зовнішніх постачальників енергії. В поєднанні з акумуляторними системами зберігання енергії сонячні панелі можуть забезпечити безперервне енергопостачання навіть у випадку відключення електроенергії.

Теплові помпи

Теплові помпи – це інноваційні системи опалення та охолодження, які використовують природні джерела тепла, такі як ґрунт, вода або повітря. Вони є ефективним способом скорочення витрат на опалення та кондиціонування повітря, адже використовують менше енергії порівняно із традиційними системами.

Системи рекуперації тепла

Системи рекуперації тепла дозволяють використовувати тепло, що виходить із будинку, для підігріву свіжого повітря, яке надходить. Це дозволяє скоротити енергоспоживання систем вентиляції та опалення. Використання рекуператорів стає дедалі популярнішим серед українських домогосподарств, оскільки вони допомагають зберігати комфортну температуру в приміщеннях та скорочують витрати на енергію.

Світлодіодне освітлення

Світлодіодні лампи є однією з найпростіших та водночас ефективних технологій енергоефективності. Вони споживають значно менше енергії порівняно із традиційними лампами розжарювання та мають значно довший термін служби. Встановлення світлодіодних ламп дозволяє зменшити витрати на електроенергію та обслуговування освітлення.

Інтелектуальні термостати

Інтелектуальні термостати дозволяють автоматично регулювати температуру в приміщеннях на основі аналізу звичок мешканців та зовнішніх умов. Використання таких термостатів допомагає оптимізувати споживання енергії для опалення та охолодження, що призводить до значної економії коштів.

Енергоефективні вікна та двері

Використання енергоефективних вікон та дверей дозволяє зменшити тепловтрати в приміщеннях. Вони мають спеціальні покриття та структуру, які запобігають витоку тепла взимку та зберігають прохолоду влітку. Це допомагає скоротити витрати на опалення та кондиціонування повітря.

Розумні системи освітлення

Розумні системи освітлення дозволяють автоматично регулювати яскравість та увімкнення / вимкнення освітлення з огляду на присутність людей у приміщенні та час доби. Це допомагає зменшити енергоспоживання та підвищити комфорт у домі.

Енергоефективні побутові прилади

Використання енергоефективних побутових приладів, таких як холодильники, пральні машини та кондиціонери, може значно зменшити споживання енергії. Такі прилади мають високу енергоефективність та відповідають сучасним стандартам.

Системи моніторингу енергоспоживання

Системи моніторингу енергоспоживання дозволяють відстежувати використання енергії в режимі реального часу. Це допомагає виявити найбільш енергоємні процеси та пристрої, що дозволяє вжити заходів для скорочення витрат на енергію.

Застосування сучасних технологій енергоефективності дозволяє українським домогосподарствам значно скоротити витрати на енергоспоживання та зробити свій внесок у захист навколишнього середовища. Сервіс Єспрофі, який спеціалізується на пошуку роботи та курсів в галузі енергоефективності, надає можливість українцям отримати необхідні знання та навички для впровадження цих інновацій у своїх домівках. Використання інтелектуальних систем керування енергією, сонячних панелей, теплових pomp та інших сучасних технологій допоможе створити комфортні та енергоефективні умови для життя, зберігаючи водночас ресурси планети.

Сучасні енергоефективні системи є важливим кроком до сталого розвитку. Впровадження новітніх технологій у будівництві, транспорті, промисловості та енергетиці дозволяє не тільки скоротити витрати, але й сприяти захисту довкілля. В майбутньому розвиток таких систем стане ще більш інноваційним завдяки новим відкриттям у сфері енергозбереження та екологічних технологій.

2.2 Використання альтернативних джерел енергії в системах теплогазопостачання

Сучасні системи теплогазопостачання значно розвиваються завдяки використанню альтернативних джерел енергії. Традиційні викопні палива, такі як природний газ, нафта та вугілля, негативно впливають на навколишнє середовище та характеризуються обмеженістю ресурсів. Саме тому перехід на відновлювані джерела енергії стає важливим напрямом розвитку енергетики.

Основні альтернативні джерела енергії

Сонячна енергія

Використання сонячних колекторів для нагріву води та забезпечення опалення.

Фотовольтаїчні панелі для генерації електроенергії, що може бути використана для роботи систем опалення та теплопостачання.

Вітроенергетика

Вітрові турбіни можуть забезпечувати електроенергією теплові насоси та інші системи теплопостачання.

Геотермальна енергія

Використання теплових pomp, що отримують енергію від ґрунту або підземних вод.

Системи геотермального опалення забезпечують стабільне постачання тепла протягом року.

Біомаса та біогаз

Використання деревних відходів, пелетів, соломи та інших органічних матеріалів у котельнях.

Біогазові станції, що переробляють органічні відходи на газ, придатний для теплогенерації.

Воднева енергетика

Використання водневих паливних елементів у системах теплопостачання.

Виробництво водню через електроліз із використанням відновлюваних джерел електроенергії.

Переваги альтернативних джерел енергії

До переваг альтернативних джерел енергії належать:

- зменшення викидів парникових газів та покращення екологічної ситуації;
- зменшення енергетичної залежності від імпортованих палив;
- економія коштів у довгостроковій перспективі завдяки скороченню витрат на паливо;
- стабільність постачання енергії та незалежність від ринкових коливань цін на традиційні енергоносії.

Виклики та перспективи

Попри численні переваги, існують певні труднощі у впровадженні альтернативних джерел енергії, зокрема:

- висока початкова вартість інфраструктури;
- необхідність модернізації існуючих систем теплогазопостачання;
- обмежена кількість кваліфікованих спеціалістів у цій галузі.

Проте з огляду на глобальні тенденції розвитку технологій та підвищення ефективності альтернативних джерел, можна прогнозувати, що їх використання у системах теплогазопостачання буде зростати.

Використання альтернативних джерел енергії у системах теплогазопостачання є одним із ключових напрямів розвитку сучасної енергетики. Впровадження таких технологій сприяє екологічній безпеці, енергетичній незалежності та зменшенню витрат на опалення. Для подальшого розвитку цієї сфери необхідні державна підтримка, інвестиції та активне використання інноваційних рішень.

Використання сонячної енергії

Джерело сонячної енергії теж належить до низькопотенційних. Для того, щоб пересвідчитись у цьому, досить проаналізувати кількість теплоти, котру можна отримати з одиниці поверхні сонячного колектора, розташованого на

широті Києва. Для порівняння спробуємо оцінити необхідні витрати енергії для отримання тих чи інших комунальних послуг.

На рисунку 2.1 подано дані про середньомісячний обсяг теплового потоку сумарної сонячної енергії, що надходить на 1 м² поверхні колектора, і теплового потоку, що сприймається 1 м² такого колектора за окремими місяцями року.

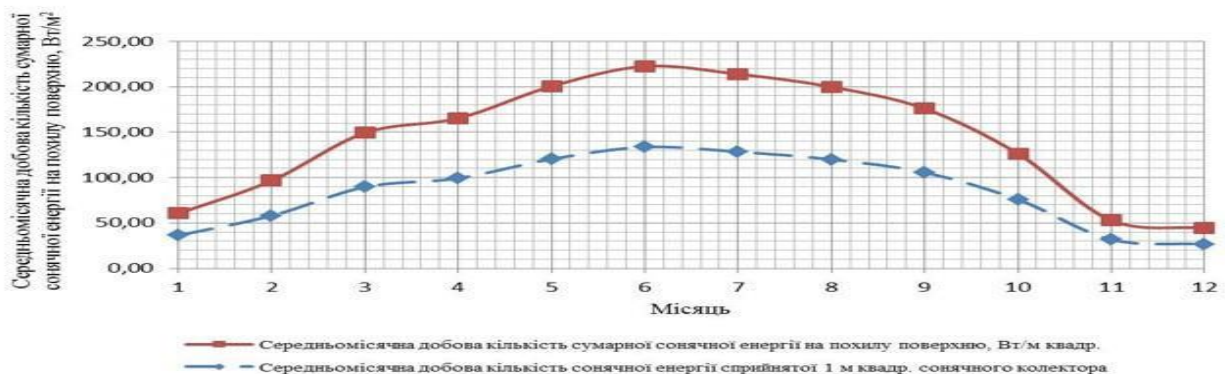


Рисунок 2.1 – Середньомісячний тепловий потік сумарної сонячної енергії на географічній широті Києва у ватах

Потреба у теплоті на опалення 10 м² площі звичайної квартири без термомодернізації становить близько 710 Вт, квартири на першому поверсі – 960 Вт, а на останньому – 1 250 Вт. Дані графіка свідчать про те, що у січні тепловий потік, який можна отримати з 1 м² сонячного колектора, становить лише 40 Вт.

Порівняння теплового потоку, що генерується, з одного боку, і з потребою в теплоті з іншого, переконливо свідчить, що сонячний колектор площею 1 м² зможе забезпечити теплотою лише 0,6 м² площі звичайної квартири, або 0,3 м² квартири на останньому поверсі. За умови, що тепловий потік, який необхідний для опалення 80-квартирного житлового будинку (без термомодернізації) становить близько 180 кВт = 180 000 Вт, необхідна поверхня сонячних колекторів для опалення будинку має бути близько 5 000 м² (для порівняння: площа даху такого будинку становить 900 м²).

Таким чином, ми можемо відзначити, що опалення від сонячних колекторів можна забезпечити для такого будинку лише тоді, якщо потреба будинку в теплоті на опалення становитиме менше 30 кВт. Досягти цього навіть шляхом підвищення теплозахисту огорожень будинку неможливо.

Отже, перспектива опалення багатоповерхового будинку за допомогою лише сонячних колекторів є сумнівною. Може йтися лише про поєднання традиційних способів генерації теплоти за допомогою викопних чи інших видів палива і сонячної генерації. Реалізувати такі технології найбільш зручно у рамках впровадження сучасних систем централізованого теплопостачання.

Насамперед це означає, що в таких системах теплопостачання потрібно відмовлятися від високотемпературного графіку відпуску теплоти і здійснювати перехід на нижчу температуру теплоносія – до 60–70 °С – у подавальному трубопроводі теплових мереж і самих систем опалення. Це пов'язано з тим, що отримати високу температуру теплоносія в сонячних колекторах у холодний період року досить проблематично. У будинках споживачів теплоти необхідно здійснити глибоку термомодернізацію з реконструкцією системи вентиляції і досягти низьких показників енергоспоживання. Крім того, у системі теплопостачання необхідно впровадити заходи із акумуляції теплоти.

Одна з можливих схем використання сонячної теплоти у системі централізованого теплопостачання подана на рисунку 2.2.

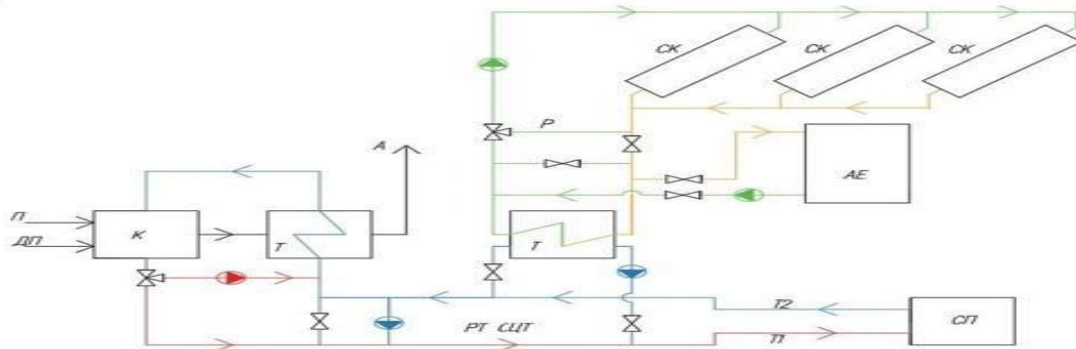


Рисунок 2.2 – Принципова схема вироблення теплової енергії на базі котельні з використанням сонячних колекторів:

- Р – робочі тіла в системі теплопостачання; П – паливо; ДП – дуттьове повітря;
 ПЗ – продукти згорання; РТ СЦТ – робоче тіло централізованої системи теплопостачання (СЦТ); Т – теплообмінник; К – водогрійний котел СЦТ;
 Т1 – подавальний трубопровід СЦТ; Т2 – зворотний трубопровід СЦТ; АЕ – акумулятор енергії; СК – сонячний колектор; СП – споживач;
 А – навколишнє середовище

Схема працює за таким принципом: водогрійний котел К підігріває воду шляхом спалювання палива, і на виході вода, яка надходить до споживача (СП), має температуру t_1 . Якщо температура зовнішнього повітря дозволяє використовувати теплоносій із не дуже високою температурою, то генерація теплоти здійснюється у сонячних колекторах із догріванням до потрібної температури у проміжних теплообмінниках Т. Кількість спаленого палива у котлах при цьому зменшується. Є можливість, за необхідності, здійснювати рециркуляцію теплоносія контуром сонячних колекторів, а також накопичувати гарячу воду, отриману у колекторах. Це потрібно робити, оскільки найчастіше період максимальної генерації теплоти від сонця не збігається з періодом максимального споживання теплоти від системи.

У якості сонячних колекторів необхідно використовувати такі конструкції, які здатні витримувати високі тиски води, характерні для систем теплопостачання.

Під час використання сонячної енергії для нагрівання гарячої води необхідно потурбуватися про скорочення витрат води. Кількість теплоти, яку можна отримати із 1 м² сонячного колектора протягом цілої доби у січні залишається незмінною – не більше 1,2 кВт·год, а протягом доби літнього місяця – не більше 6 кВт·год. Необхідні ж витрати на приготування гарячої води, наприклад, для миття посуду під проточною водою протягом 10 хвилин або прийняття душу – 3 кВт·год. Ситуація поліпшується, якщо душ приймати 5 хвилин – тоді вам потрібно витратити 1,5 кВт·год. Однак це значно менше, ніж буде отримано з 1 м² сонячного колектора протягом усієї доби.

Таким чином, висновок очевидний – для використання сонячної теплоти в системі гарячого водопостачання знову потрібні спеціальні технології, частково – традиційні джерела паливної або електроенергетики і скорочення витрат енергії.

Таку технологію можна реалізувати за допомогою схеми, поданої на рисунку 2.3.

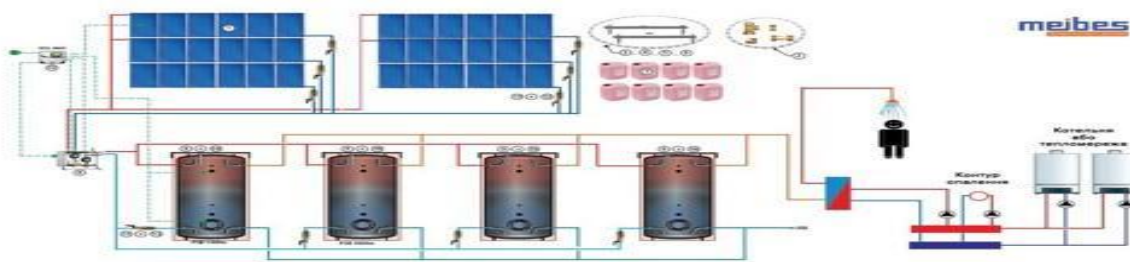


Рисунок 2.3 – Схема приготування гарячої води за допомогою сонячних колекторів

Схема містить сонячні колектори, баки – акумулятори води, пікові дублюючі потужності у вигляді паливних котлів, електродкотлів або системи централізованого теплопостачання, проміжні теплообмінники, системи автоматизації роботи.

Для восьмиквартирного будинку площа колекторів повинна становити близько 90 м². У такому разі сонячні колектори покриють річне навантаження будинку на гаряче водопостачання на 16 % річної потреби в теплоті. Об'єм баків-акумуляторів повинен бути не менше 4 м³, кількість колекторів – 45 шт. Інвестиції у систему – близько 2 млн грн. Протягом січня-квітня і вересня-грудня дефіцит теплоти на приготування гарячої води, що покриватиметься через дублюючу систему теплопостачання, становитиме від 73 % у січні або грудні, до

10 % у квітні або вересні. У цілому за рік сонячні колектори згенерують теплоти 6030 МВт·год, а кількість теплоти, отриманої із традиційних джерел енергії, буде 41 000 МВт·год. Із травня до серпня матимемо профіцит теплоти, яка вироблятиметься у колекторах.

Таким чином, застосування відновлюваних безпаливних джерел енергії дає можливість скоротити витрати традиційних видів палива, але вимагає обов'язкового їхнього дублювання традиційними джерелами енергії із використанням електричної енергії, палива або систем централізованого тепlopостачання. Ефект, якого можна досягти за допомогою впровадження таких технологій, залежить від рівня споживання енергії користувачами.

Перехід на альтернативні й відновлювальні джерела енергії є невідворотним стратегічним напрямом розвитку теплоенергетики, але з урахуванням усіх викликів, які пов'язані із показниками надійності, керованості і забезпеченості систем.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

3.1 План організації робіт із реконструкції інженерних систем (порядок виконання, розподіл робіт між підрядниками, визначення обсягів та термінів)

План організації робіт із реконструкції інженерних систем

Загальні положення

Реконструкція інженерних систем передбачає модернізацію або заміну систем водопостачання, водовідведення, електропостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Роботи здійснюються відповідно до затвердженого проєкту, будівельних норм і правил (ДБН, СНіП тощо), а також із дотриманням вимог техніки безпеки.

Етапи виконання робіт

Підготовчий етап складається з:

- аналізу стану існуючих інженерних систем та складання технічного завдання;
- отримання необхідних дозволів та погоджень;
- розробки проєктної документації;
- підбору та укладання договорів із підрядними організаціями;
- закупівля необхідного обладнання та матеріалів.

Демонтажні роботи:

- відключення старих інженерних мереж;
- демонтаж застарілого обладнання та мереж (електрики, водопостачання, опалення, вентиляції тощо);

– утилізація демонтованих матеріалів відповідно до екологічних норм.

Монтажні роботи:

– прокладання нових трубопроводів, електрокабелів та вентиляційних каналів;

– встановлення нових систем водопостачання, водовідведення та опалення;

– монтаж електричних мереж та освітлювальних систем;

– встановлення систем автоматизації та контролю (сенсори, реле, регулятори);

– випробування змонтованих систем (гідравлічні та електричні випробування).

Оздоблювальні роботи:

– відновлення стін, стель та підлог після монтажних робіт;

– фарбування, укладання плитки, оздоблення стельових конструкцій.

Пусконаладжувальні роботи:

– запуск та тестування кожної інженерної системи.

– регулювання роботи вентиляційного, опалювального та електрообладнання;

– виявлення та усунення можливих дефектів;

– оформлення технічної документації та здача об'єкта у експлуатацію.

Розподіл робіт між підрядниками

Генеральний підрядник здійснює загальну координацію робіт, контроль за якістю виконання та дотриманням графіку.

Підрядник з електромонтажних робіт виконує демонтаж та монтаж електромереж, підключення електрообладнання.

Підрядник з водопостачання та каналізації здійснює прокладання нових трубопроводів, встановлення сантехнічних приладів.

Підрядник з вентиляції та кондиціонування виконує монтаж вентиляційних шахт, повітропроводів, систем кондиціонування.

Оздоблювальні бригади відновлюють оздоблення після монтажних робіт.

Визначення обсягів та термінів виконання робіт

Таблиця 3.1 – Терміни виконання робіт

Етап робіт	Тривалість (тижні)	Відповідальні підрядники
Підготовчий етап	4	Генпідрядник, проєктувальники
Демонтажні роботи	2	Спеціалізовані бригади
Монтажні роботи	6	Всі підрядні організації
Оздоблювальні роботи	3	Оздоблювальні бригади
Пусконаладжувальні роботи	2	Спеціалізовані бригади
Загальна тривалість	17	Всі учасники проєкту

Контроль та управління проєктом містить:

- регулярні наради з підрядниками та замовником;
- оцінку дотримання графіку виконання робіт;
- проведення проміжних перевірок якості;
- фінальне тестування перед здачею в експлуатацію.

Організація робіт із реконструкції інженерних систем вимагає чіткого планування, узгоджених дій усіх підрядників та суворого контролю за якістю виконання. Впровадження сучасних технологій та автоматизації сприятиме ефективності реконструкції та забезпеченню надійності інженерних мереж на довготривалу перспективу.

4 ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ

4.1 Огляд методів діагностики та інструментів для оцінки стану інженерних систем (трубопроводи, опалення, вентиляція, електропостачання, водопостачання)

Інженерні системи будівель та промислових об'єктів відіграють ключову роль у забезпеченні їхньої функціональності та безпеки. Для підтримки їхньої працездатності необхідно регулярно проводити діагностику та оцінку стану. Нижче наведено огляд основних методів та інструментів, які використовуються для цього.

Діагностика трубопроводів

Методи:

- ультразвукова діагностика використовується для виявлення корозії, тріщин і витоків;
- ендоскопія (візуальний огляд зсередини) дозволяє оцінити стан внутрішніх поверхонь труб;
- гідравлічні випробування – це перевірка міцності трубопроводів під тиском;
- магнітний контроль – ефективний для виявлення дефектів у металевих трубах;
- термографія – дозволяє виявити місця із підвищеним спрацюванням або витоками тепла.

Інструменти:

- ультразвукові товщиноміри;
- ендоскопи та відеоінспекційні системи;
- тепловізори;
- манометри для перевірки тиску.

Діагностика систем опалення

Методи:

- аналіз теплообміну – виявлення зон теплових втрат;
- гідравлічні випробування – тестування трубопроводів на герметичність;
- термографічний аналіз – контроль рівномірності нагріву та витоків тепла;
- акустична діагностика – визначення шумів у системах, що можуть свідчити про несправності.

Інструменти:

- інфрачервоні тепловізори;
- манометри та сенсори тиску;
- аналізатори горіння.

Діагностика систем вентиляції

Методи:

- аеродинамічні випробування – вимірювання швидкості та об'єму повітря;
- контроль герметичності повітропроводів – перевірка на витoki;
- аналіз повітряного середовища – визначення рівня забруднення.

Інструменти:

- анеометри;
- газоаналізатори;
- сенсори вологості та температури.

Діагностика систем електропостачання

Методи:

- тепловізійна діагностика – виявлення перегрівів у електромережах;
- електричні випробування – перевірка ізоляції кабелів, опору заземлення;
- аналіз якості електроенергії – виявлення відхилень напруги, частоти та гармонік.

Інструменти:

- тепловізори;
- мультиметри;
- осцилографи;
- аналізатори електричних мереж.

Діагностика систем водопостачання

Методи:

- аналіз тиску води – перевірка стабільності подачі води;
- локалізація витоків – використання акустичних методів та газових індикаторів;
- перевірка якості води – визначення фізико-хімічного складу.

Інструменти:

- сенсори тиску та витрати води;
- акустичні детектори витоків;
- лабораторні аналізатори води.

Застосування сучасних методів діагностики та інструментів дозволяє забезпечити своєчасне виявлення несправностей та продовжити термін служби інженерних систем. Використання комплексного підходу до оцінки стану обладнання сприяє зменшенню аварійності, покращенню енергоефективності та скороченню витрат на ремонт.

4.2 Визначення ступеня спрацьованості та необхідності ремонту або модернізації

Управління технічним станом обладнання та інфраструктури є важливим аспектом експлуатації будь-яких об'єктів. Визначення ступеня спрацьованості, а також оцінка необхідності ремонту або модернізації допомагає запобігти аваріям, скоротити експлуатаційні витрати та продовжити термін служби обладнання.

Основні види спрацьованості

Спрацьованість можна поділяється на кілька основних видів:

1. **Фізична спрацьованість** – поступова втрата первісних характеристик матеріалів через механічні, термічні, хімічні чи інші впливи.
2. **Моральна спрацьованість** – старіння обладнання внаслідок технологічного прогресу, появи нових ефективніших рішень.
3. **Функціональна спрацьованість** – зменшення продуктивності або ефективності обладнання через зміну умов експлуатації.
4. **Економічна спрацьованість** – перевищення вартості експлуатації та обслуговування над витратами на заміну чи модернізацію.

Методи оцінки ступеня спрацьованості

Для визначення спрацьованості використовують різні методи, серед яких:

1. **Візуальний огляд** – оцінка стану деталей за зовнішніми ознаками (тріщинами, корозією, деформацією).
2. **Діагностичні методи** – використання спеціального обладнання для вимірювання параметрів (вібрації, температури, електричного опору).
3. **Аналіз продуктивності** – порівняння фактичних характеристик із нормативними.
4. **Математичне моделювання та прогнозування** – використання алгоритмів для розрахунку залишкового ресурсу обладнання.
5. **Аудит витрат** – аналіз економічної доцільності ремонту або заміни.

Критерії необхідності ремонту або модернізації

Після оцінки ступеня спрацьованості ухвалюється рішення про доцільність ремонту чи модернізації на основі таких факторів:

1. **Безпека експлуатації:** якщо спрацьованість становить загрозу, потрібен негайний ремонт або заміна.
2. **Вартість ремонту:** якщо ремонт дорожчий за заміну, доцільно розглянути оновлення.
3. **Можливість модернізації:** якщо технологічні зміни можуть значно покращити ефективність, варто інвестувати в оновлення.
4. **Рівень моральної спрацьованості:** якщо обладнання застаріло і його підтримка стає не вигідною, краще здійснити заміну.
5. **Екологічні вимоги:** відповідність сучасним стандартам екологічної безпеки.

Висновок

Оцінка ступеня спрацьованості та необхідності ремонту або модернізації є ключовим елементом ефективного управління ресурсами. Використання сучасних методів діагностики та аналізу дозволяє оптимізувати витрати, забезпечити безпеку та продовжити термін служби обладнання. Регулярний моніторинг стану активів сприяє своєчасному ухваленню рішень та збільшенню загальної ефективності експлуатації.

4.3 Використання сучасних методів інспекції (термографії, ультразвукового контролю, дистанційного моніторингу)

Сучасні методи інспекції відіграють важливу роль у забезпеченні якості, безпеки та ефективності роботи промислового обладнання, інженерних конструкцій і технологічних процесів. Технології, такі як термографія, ультразвуковий контроль та дистанційний моніторинг, дозволяють проводити неруйнівний контроль (НК), що сприяє своєчасному виявленню дефектів, запобіганню аваріям і зниженню експлуатаційних витрат. У цій статті розглянуто принципи роботи, переваги та сфери застосування зазначених методів.

Термографія

Принцип роботи

Термографія заснована на аналізі інфрачервоного (ІЧ) випромінювання, яке випускають об'єкти залежно від їхньої температури. Спеціальні тепловізори фіксують теплові аномалії, що можуть вказувати на наявність дефектів, спрацьованості або перевантажень у системах.

До переваг термографії належать:

- безконтактність: дозволяє проводити діагностику без необхідності зупинки обладнання;

- швидкість аналізу: миттєве отримання теплових зображень дозволяє оперативно реагувати на проблеми;
- безпека: особливо важливо для обстеження електричних систем та обладнання під високою напругою.

Сфери застосування термографії:

- діагностика електрообладнання (трансформатори, розподільчі щити, кабельні траси);
- контроль стану механічних вузлів та деталей (підшипники, редуктори, помпи);
- будівництво (теплові втрати будівель, контроль герметичності конструкцій).

Ультразвуковий контроль

Принцип роботи

Метод ультразвукового контролю (УЗК) базується на поширенні високочастотних звукових хвиль у матеріалах. Відбиття хвиль від внутрішніх дефектів або меж розділу дозволяє виявити тріщини, порожнини, домішки сторонніх матеріалів.

До переваг ультразвукового контролю належать:

- висока точність: здатність виявляти мікродефекти у матеріалах;
- глибина проникнення: дозволяє досліджувати товсті металеві та композитні конструкції;
- мобільність: портативні пристрої забезпечують зручність у використанні.

Сфери застосування:

- контроль зварних швів та металевих конструкцій;
- діагностика трубопроводів, резервуарів і котлів;
- авіаційна та автомобільна промисловість (перевірка деталей і вузлів).

Дистанційний моніторинг

Принцип роботи

Дистанційний моніторинг передбачає використання сенсорів, бездротових технологій і аналітичного програмного забезпечення для постійного контролю стану об'єктів. Отримані дані передаються в режимі реального часу на централізовані системи аналізу.

До переваг дистанційного моніторингу належать:

- безперервний контроль: дозволяє отримувати інформацію про стан обладнання 24/7;
- прогнозування відмов: аналіз даних дозволяє виявляти аномалії та прогнозувати потенційні несправності;
- оптимізація витрат: зменшує потребу в періодичних перевірках та мінімізує незаплановані простої.

Сфери застосування:

- промисловість (моніторинг виробничих ліній, механізмів, систем подачі енергії);
- енергетика (контроль стану електромереж, трансформаторів, генераторів);
- транспорт (авіаційні, залізничні, автомобільні системи контролю безпеки).

Сучасні методи інспекції, такі як термографія, ультразвуковий контроль і дистанційний моніторинг, значно підвищують рівень безпеки та ефективності експлуатації обладнання. Вони дозволяють виявляти потенційні дефекти на ранніх стадіях, запобігати аварійним ситуаціям і оптимізувати витрати на обслуговування. Поєднання цих технологій забезпечує комплексний підхід до діагностики та технічного обслуговування, що є важливим фактором у сучасній промисловості.

5 МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ОНОВЛЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ

5.1 Технології модернізації та покращення існуючих інженерних систем (використання новітніх матеріалів, енергоефективних рішень)

Сучасний розвиток технологій дозволяє значно підвищити ефективність та надійність інженерних систем, що використовуються у промисловості, житлових і комерційних будівлях. Завдяки використанню новітніх матеріалів, енергоефективних рішень та автоматизованих систем управління, можна досягти суттєвого скорочення експлуатаційних витрат, збільшити безпеку та зменшити вплив на довкілля.

Використання новітніх матеріалів

Один із ключових напрямів модернізації інженерних систем – впровадження сучасних матеріалів, що володіють покращеними характеристиками. Наприклад:

- полімерні труби замінюють металеві аналоги у системах водопостачання та опалення, оскільки вони легші, стійкі до корозії та мають триваліший термін експлуатації;
- композитні матеріали у будівництві дозволяють зменшити вагу конструкцій, підвищити їхню міцність та довговічність;
- нанотехнологічні покриття для трубопроводів і теплообмінників зменшують їхню спрацьованість, покращують теплоізоляцію та антикорозійні властивості.

Енергоефективні рішення

Енергоефективність є важливим аспектом модернізації інженерних систем.

Деякі з найбільш ефективних технологій містять:

- теплоізоляційні матеріали нового покоління, що мінімізують тепловтрати;
- конденсаційні котли та теплові помпи, які значно ефективніше використовують паливо та електроенергію;
- світлодіодне освітлення замість традиційних ламп, що дозволяє зменшити споживання електроенергії до 80 %;
- системи рекуперації тепла, які дозволяють використовувати відпрацьоване тепло для підігріву води або повітря.

Автоматизація та «розумні» технології

Інтелектуальні системи управління відіграють ключову роль у підвищенні ефективності та надійності інженерних рішень. Наприклад:

- системи автоматичного керування HVAC (опалення, вентиляція, кондиціонування) дозволяють регулювати температуру в приміщеннях відповідно до реальних потреб, що скорочує енергоспоживання;
- системи моніторингу енергоспоживання допомагають аналізувати витрати та оптимізувати використання ресурсів;
- розумні мережі (Smart Grids) забезпечують інтеграцію відновлюваних джерел енергії та підвищують гнучкість електромереж.

Приклади успішної модернізації

1. Модернізація системи теплопостачання у житловому комплексі: встановлення індивідуальних теплових пунктів та теплоізоляційних матеріалів дозволило зменшити споживання енергії на 30 %.

2. Автоматизація виробничого процесу на промисловому підприємстві: впровадження сенсорів контролю енергоспоживання та регульованих приводів зменшило витрати електроенергії на 20 %.

3. Перехід на LED-освітлення в муніципальній інфраструктурі: заміна традиційного освітлення на світлодіодне скоротила витрати на електроенергію на 50 %.

Модернізація та покращення інженерних систем є важливою частиною сталого розвитку. Інтеграція новітніх матеріалів, енергоефективних технологій та автоматизації сприяє підвищенню ефективності роботи систем, скороченню витрат і позитивному впливу на екологію. Впровадження таких рішень у промисловість, житлові та комерційні об'єкти дозволяє не лише економити ресурси, а й забезпечувати комфортні умови для людей.

5.2 Заміна застарілих систем на нові (наприклад, перехід із традиційних котлів на конденсаційні, заміна старих трубопроводів на полімерні)

Заміна застарілих систем на нові: ефективність і переваги

У сучасному світі технології стрімко розвиваються, і компанії стикаються з необхідністю оновлення застарілих систем. Використання старих технологій може призвести до низької продуктивності, високих витрат на обслуговування та втрати конкурентоспроможності. У цій статті ми розглянемо основні переваги оновлення систем та їхній вплив на ефективність бізнесу.

Основні причини для заміни застарілих систем

1. Підвищення продуктивності: нові технології забезпечують вищу швидкість обробки даних і автоматизацію багатьох процесів.
2. Скорочення витрат: старі системи потребують значних фінансових вкладень на підтримку та усунення збоїв.
3. Посилення безпеки: сучасні рішення мають покращені механізми захисту даних.
4. Сумісність з новими технологіями: оновлені системи легше інтегрувати з іншими сучасними рішеннями.
5. Підвищення задоволеності користувачів: нові системи зазвичай мають інтуїтивний інтерфейс і покращений користувацький досвід.

Переваги впровадження нових систем

Оптимізація бізнес-процесів

Заміна застарілих систем дозволяє значно підвищити ефективність роботи співробітників за рахунок автоматизації, кращої організації робочих процесів та інтеграції з іншими програмними продуктами.

Скорочення часу простою

Старі системи часто виходять з ладу, що може призводити до затримок у роботі компанії. Нові рішення мінімізують ризик збоїв і забезпечують стабільність роботи.

Поліпшення безпеки даних

Інформаційна безпека є критично важливою для будь-якої компанії. Нові системи містять сучасні технології шифрування, багаторівневий захист та механізми запобігання несанкціонованому доступу.

Масштабованість та гнучкість

Нові системи легко адаптуються до зростаючих потреб бізнесу, дозволяючи компаніям розширювати свою діяльність без значних витрат.

Збільшення конкурентоспроможності

Компанії, які використовують сучасні технології, мають більше можливостей для інновацій і кращої взаємодії з клієнтами, що дає їм перевагу на ринку.

Виклики під час оновлення систем

Хоча заміна старих систем має численні переваги, цей процес може супроводжуватися певними труднощами:

- висока вартість впровадження: нові рішення можуть потребувати значних фінансових вкладень;
- складність інтеграції: перехід на нову систему може викликати труднощі у сумісності з іншими програмами;
- навчання персоналу: співробітникам може знадобитися час на освоєння нової системи;
- можливі ризики під час міграції: важливо забезпечити безпеку даних і мінімізувати перебої в роботі під час переходу.

Заміна застарілих систем на нові – це стратегічний крок, який може суттєво покращити ефективність роботи компанії. Незважаючи на можливі труднощі, переваги оновлення, такі як підвищена продуктивність, безпека та гнучкість, роблять цей процес необхідним для довгострокового успіху. Важливо ретельно планувати впровадження нових рішень, щоб мінімізувати ризики та отримати максимальну вигоду від технологічного оновлення.

Сучасні технології пропонують значне підвищення енергоефективності, скорочення експлуатаційних витрат та покращення екологічних показників. Оновлення інженерних систем, таких як котельні установки та трубопроводи, дозволяє досягти суттєвого покращення комфорту, надійності та економічності.

Перехід з традиційних котлів на конденсаційні

Традиційні газові котли мають ККД (коефіцієнт корисної дії) на рівні 80–90 %, тоді як сучасні конденсаційні котли можуть досягати 105–110 % за рахунок використання тепла конденсації водяної пари, що міститься у продуктах згоряння.

Переваги конденсаційних котлів:

1. Вища енергоефективність: зменшення витрат газу на 15–30 %.
2. Зменшення викидів CO₂: екологічно чистіша експлуатація.
3. Довший термін служби: менша спрацьованість компонентів.
4. Автоматизоване управління: оптимізація витрат енергії залежно від умов роботи.

Перехід на конденсаційні котли є особливо вигідним для багатоквартирних будинків, підприємств та приватних будинків з великою площею опалення.

Заміна старих трубопроводів на полімерні

Металеві трубопроводи, що використовувалися десятиліттями, мають низку недоліків: схильність до корозії, обмежений термін експлуатації, високу теплопровідність, що призводить до втрат тепла. Альтернативою є полімерні труби (наприклад, поліпропіленові (PPR), зшитий поліетилен (PEX), металопластикові).

Переваги полімерних трубопроводів:

1. Відсутність корозії: не підлягають іржавінню, що збільшує термін служби до 50 років.
2. Краща теплоізоляція: зменшення тепловтрат у системах опалення.
3. Менша вага і простий монтаж: економія на транспортуванні та роботах.
4. Стійкість до гідроударів: мінімізує ризики розривів та протікань.
5. Безпечність для питної води: немає шкідливих домішок.

Особливо вигідна заміна старих труб на полімерні у системах водопостачання, опалення та теплових мереж у багатоквартирних будинках, промислових об'єктах та приватному секторі.

Оновлення інженерних систем забезпечує значне підвищення ефективності, скорочення експлуатаційних витрат та збільшення терміну служби обладнання.

Інвестиції в модернізацію швидко окупаються завдяки економії енергоресурсів та мінімізації витрат на ремонт і обслуговування.

5.3 Рішення щодо оптимізації функціонування та скорочення витрат на експлуатацію інженерних систем

Інженерні системи відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного функціонування будівель, підприємств та інфраструктурних об'єктів. Однак їхня експлуатація часто супроводжується значними фінансовими витратами. Впровадження сучасних технологій, автоматизації та управлінських підходів дозволяє оптимізувати роботу таких систем та скоротити витрати без втрати якості надання послуг.

Основні підходи до оптимізації

Енергоефективність та використання альтернативних джерел енергії

Одним з найбільш ефективних способів скорочення витрат на експлуатацію є зменшення споживання енергоресурсів. Це можна досягти шляхом:

- використання енергоефективного обладнання (LED-освітлення, кондиціонерів із високим коефіцієнтом енергоефективності, економічних pomp тощо);
- інсталяції систем автоматичного регулювання енергоспоживання (розумних термостатів, сенсорів руху для освітлення, автоматики для вентиляційних систем);
- перехід на відновлювані джерела енергії (сонячні панелі, вітроустановки, геотермальні помпи).

Автоматизація та системи диспетчеризації

Сучасні системи управління будівлями (BMS – Building Management Systems) дозволяють суттєво скоротити витрати завдяки:

- моніторингу та аналізу споживання ресурсів у реальному часі;
- автоматичному регулюванню температури, вологості, освітлення залежно від умов та потреб;
- дистанційному керуванню інженерними системами, що дозволяє оперативно реагувати на зміни та усувати несправності без необхідності фізичної присутності обслуговуючого персоналу.

Оптимізація технічного обслуговування та ремонту

Впровадження проактивного підходу до технічного обслуговування допомагає уникнути аварій та зменшити витрати на дорогі ремонти. До основних рішень належать:

- використання предиктивної аналітики та сенсорів для визначення спрацьованості обладнання;
- впровадження регулярних технічних оглядів та діагностики інженерних систем;
- використання сучасних матеріалів і технологій, що продовжують строк служби інженерних систем.

Оптимізація водопостачання та водовідведення

Скорочення витрат на водопостачання можливе за рахунок:

- використання систем повторного використання води (наприклад, очищення та повторного застосування води для технічних потреб);
- впровадження економічних сантехнічних приладів (автоматичних змішувачів, систем зменшеного змиву);
- встановлення сенсорів витoku та автоматичних систем зупинки подачі води у разі аварії.

Оптимізація систем опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC)

Операційні витрати на HVAC-системи є значними, тому важливо:

- впроваджувати системи рекуперації тепла, що дозволяють повторно використовувати тепло повітря;
- використовувати сучасні системи регулювання клімату із можливістю зонального керування;
- проводити своєчасне очищення та обслуговування систем вентиляції, що підвищує їхню ефективність і скорочує витрати електроенергії.

Оптимізація інженерних систем та скорочення витрат на їхню експлуатацію є важливим напрямом розвитку як для комерційних, так і для житлових об'єктів. Використання сучасних технологій, автоматизації, енергоефективних рішень та розумних підходів до технічного обслуговування дозволяє не лише скоротити витрати, але й підвищити надійність та довговічність інженерних систем.

Довгострокова стратегія оптимізації сприяє екологічній стійкості та економічній ефективності, що є пріоритетом для сучасного світу.

6 РЕМОНТ І РЕКОНСТРУКЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ ВИКОНАННЯ РОБІТ

6.1 Технологічні процеси ремонту та реконструкції (монтаж, демонтаж, прокладання нових трубопроводів, встановлення обладнання)

Ремонт та реконструкція промислових об'єктів і систем забезпечують їхню безперервну роботу, подовжують термін експлуатації та підвищують ефективність. До цих процесів належать: демонтаж, прокладання нових трубопроводів і встановлення обладнання. Кожен з етапів має свої особливості та вимагає ретельного планування та дотримання технологічних норм.

Демонтажні роботи

Демонтаж – це перший етап реконструкції, який передбачає видалення застарілих конструкцій, обладнання чи трубопроводів. Основні етапи демонтажу містять:

1. Оцінку стану об'єкта – виявлення потенційних ризиків, небезпечних зон, наявності шкідливих речовин.
2. Розробку проєкту демонтажу – визначення послідовності робіт, застосування механізмів та безпекових заходів.
3. Вимкнення комунікацій – перекриття трубопроводів, вимкнення електроживлення та інших інженерних мереж.
4. Безпосередньо демонтаж – використання спеціалізованої техніки, ручних інструментів або вибухових методів для видалення конструкцій.
5. Утилізацію та переробку матеріалів – сортування та повторне використання матеріалів або їх безпечне видалення.

Монтажні роботи

Монтаж є ключовим етапом у відновленні або вдосконаленні систем. Основні процеси містять:

1. Підготовку монтажного майданчика – очищення, вирівнювання поверхонь, створення опорних конструкцій.
2. Доставку та розміщення обладнання – транспортування великих агрегатів, організація місця для зберігання матеріалів.
3. Збірку та встановлення конструкцій – зварювання, закріплення елементів, випробування стабільності.
4. Підключення до інженерних мереж – з'єднання з електромережею, газовими системами, системами водопостачання.

5. Фінальні випробування – перевірка працездатності, усунення недоліків, запуск у тестовий режим.

Прокладка трубопроводів

Процес прокладання нових трубопроводів може бути виконаний відкритим або закритим способом.

Відкритий спосіб:

- риття траншей;
- встановлення опорних конструкцій;
- укладання труб;
- з'єднання секцій зварюванням або муфтовими з'єднаннями;
- засипка траншеї та відновлення території.

Закритий спосіб:

- горизонтальне буріння;
- протягування труб під землею;
- мінімальне порушення дорожнього покриття.

Усі роботи супроводжуються обов'язковими гідравлічними випробуваннями, ізоляцією стиків та антикорозійним захистом.

Встановлення обладнання

Встановлення обладнання – це завершальний етап, що містить:

1. Проектування розміщення – відповідність інженерним схемам, оптимізація доступу до технічного обслуговування.
2. Закріплення та балансування – забезпечення стійкості та правильного розташування.
3. Підключення до систем – з'єднання із трубопроводами, кабелями, сенсорами.
4. Налаштування та перевірка працездатності – калібрування, запуск, контрольні випробування.

Ремонт та реконструкція промислових об'єктів є складним і багатоступеневим процесом, що вимагає координації багатьох технологічних операцій. Від якості проведення демонтажу, монтажу, прокладання трубопроводів та встановлення обладнання залежить надійність та довговічність об'єктів, а також їх ефективна експлуатація у майбутньому.

6.2 Різні методи ремонту: локальні ремонти, часткова заміна, повна модернізація

Ремонтні роботи є важливою частиною експлуатації будівель, техніки та інших об'єктів. Вибір відповідного методу ремонту залежить від ступеня спрацьованості, технічного стану та економічної доцільності. Основними методами ремонту є локальний ремонт, часткова заміна та повна модернізація.

Локальні ремонти

Локальний ремонт передбачає усунення дрібних дефектів без значного втручання у конструкцію або механізм. Він застосовується, коли проблема має обмежений характер і не вимагає масштабних змін. Наприклад:

- закладення тріщин у стінах або стелі;
- усунення пошкоджень підлогового покриття;
- відновлення роботи окремих деталей обладнання.

Переваги локального ремонту:

- мінімальні витрати часу та ресурсів;
- можливість швидкого відновлення функціональності;
- збереження основної конструкції без значних змін.

Однак цей метод не підходить для випадків, коли проблема є системною або конструкція сильно спрацьована.

Часткова заміна

Часткова заміна застосовується, коли окремі частини конструкції чи механізму вийшли з ладу і їх простіше замінити, ніж ремонтувати. Прикладами можуть бути:

- заміна окремих дошок у підлозі;
- заміна пошкоджених вікон або дверей;
- оновлення електропроводки в окремих зонах будівлі.

Основні переваги часткової заміни:

- дозволяє зберегти більшу частину об'єкта без повного демонтажу;
- вимагає менше витрат, ніж повна модернізація.
- є більш ефективним методом для усунення серйозних, але локалізованих проблем.

Проте, якщо спрацьованість загальна, часткова заміна може бути лише тимчасовим рішенням.

Повна модернізація

Повна модернізація передбачає кардинальне оновлення конструкції або системи, що дозволяє підвищити ефективність, довговічність та відповідність сучасним стандартам. До прикладів повної модернізації належать:

- капітальний ремонт будівлі із заміною всіх інженерних систем;
- повне оновлення технічного обладнання підприємства;
- реконструкція дорожнього покриття.

Переваги повної модернізації:

- забезпечує довгостроковий ефект та підвищену надійність;
- дозволяє адаптувати об'єкт до нових стандартів та вимог;
- значно покращує зовнішній вигляд та функціональність.

Головним недоліком цього методу є висока вартість та тривалість виконання робіт.

Вибір методу ремонту залежить від масштабу проблеми, доступного бюджету та майбутніх планів щодо експлуатації об'єкта. Локальний ремонт підходить для незначних пошкоджень, часткова заміна – для локалізованих серйозних проблем, а повна модернізація є оптимальним рішенням для старих або спрацьованих об'єктів, які потребують комплексного оновлення.

6.3 Порядок виконання робіт з урахуванням безпеки та організації робочого процесу

Підготовчий етап

Аналіз умов виконання робіт (місце, необхідне обладнання, ресурси).

Оцінка потенційних ризиків та небезпек.

Розробка та затвердження плану робіт із зазначенням етапів, відповідальних осіб і термінів.

Інструктаж з техніки безпеки та охорони праці для всіх залучених працівників.

Перевірка наявності та справності засобів індивідуального захисту (каска, рукавиць, спецодягу тощо).

Організація робочого місця

Підготовка території (очищення від зайвих предметів, обмеження доступу для сторонніх осіб).

Встановлення необхідного обладнання та засобів безпеки (огорожень, знаків безпеки, аварійних виходів).

Забезпечення відповідного освітлення та вентиляції робочої зони.

Розміщення матеріалів і інструментів у зручному та безпечному місці.

Виконання робіт

Дотримання технологічного процесу відповідно до затвердженого плану.

Використання тільки справного обладнання та інструментів.

Дотримання правил безпечного виконання робіт, зокрема роботи на висоті, з електрообладнанням, з хімічними речовинами тощо.

Контроль відповідності умов праці нормам безпеки та негайне усунення виявлених порушень.

Регулярний контроль стану працівників, проведення коротких перерв для відпочинку.

Завершення робіт

Перевірка якості виконаних робіт.

Очищення робочого місця, правильне зберігання інструментів та матеріалів.

Видалення відходів та небезпечних матеріалів згідно з екологічними нормами.

Оцінка виконаної роботи та фіксація можливих недоліків для їх усунення в майбутньому.

Заключний інструктаж щодо дотримання безпеки після завершення робіт.

Дотримання цього порядку забезпечить ефективну організацію робочого процесу, мінімізує ризики та сприятиме підвищенню безпеки праці.

7 ПЛАНУВАННЯ ТА ПІДГОТОВКА РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

7.1 Визначення обсягу робіт: аналіз технічного стану об'єкта, виявлення дефектів, складання переліку робіт

Аналіз технічного стану об'єкта

Аналіз технічного стану передбачає комплекс заходів, спрямованих на оцінку поточного стану об'єкта та його відповідність нормам і вимогам експлуатації. Основні етапи аналізу:

- огляд об'єкта: візуальний контроль конструкцій, елементів та комунікацій;
- вивчення технічної документації: аналіз проєктної, виконавчої та експлуатаційної документації;
- інструментальні вимірювання: використання спеціального обладнання для визначення параметрів стану конструкцій та систем;
- оцінка впливу зовнішніх факторів: виявлення негативного впливу навколишнього середовища, кліматичних умов, навантажень тощо.

Виявлення дефектів

Після аналізу технічного стану проводиться ідентифікація дефектів, які можуть впливати на безпеку, функціональність та довговічність об'єкта. Основні типи дефектів:

- конструктивні дефекти (тріщини, деформації, корозія металевих елементів тощо);
- фізична спрацьованість (старіння матеріалів, руйнування покриттів, втрата несучої здатності);
- технічні несправності (відмова систем опалення, водопостачання, електропостачання тощо);
- порушення технології будівництва (неякісні зварні шви, недостатня товщина шару захисту тощо);
- вплив експлуатаційних факторів (перевантаження конструкцій, неправильне використання обладнання).

Складання переліку робіт

На основі результатів аналізу та виявлених дефектів формується детальний перелік робіт, що необхідно виконати для усунення недоліків та відновлення функціональності об'єкта. Перелік робіт містить:

- демонтажні роботи: видалення аварійних конструкцій, демонтаж застарілих або пошкоджених елементів;
- ремонтно-відновлювальні роботи: усунення тріщин, посилення несучих конструкцій, заміна пошкоджених ділянок;
- монтажні роботи: встановлення нових конструкцій, обладнання та комунікацій;
- оздоблювальні роботи: шпаклювання, фарбування, облицювання, утеплення тощо;
- налагоджувальні роботи: перевірка працездатності інженерних систем після ремонту;
- контроль та випробування: проведення випробувань, лабораторних досліджень, отримання відповідних сертифікатів.

Складання повного переліку робіт дозволяє чітко визначити трудові та матеріальні ресурси, необхідні для виконання робіт, а також встановити терміни та бюджет проєкту.

7.2 Підготовка технічної документації: розробка проєктів ремонту, визначення необхідних матеріалів і ресурсів

Розробка проєктів ремонту

Розробка проєктної документації для ремонтних робіт містить кілька основних етапів:

- аналіз поточного стану об'єкта – огляд конструкцій, інженерних систем, визначення дефектів, складання технічного звіту;
- розробка технічного завдання (ТЗ) – формулювання вимог до ремонту, очікувані результати, визначення обсягів робіт;
- проєктування – створення креслень, схем, кошторисної документації, вибір методів виконання ремонту;
- узгодження проєкту – перевірка відповідності будівельним нормам, затвердження у відповідних інстанціях;
- підготовка до реалізації – створення графіків виконання робіт, визначення підрядників та постачальників.

Визначення необхідних матеріалів і ресурсів

Для успішного виконання ремонту необхідно визначити:

- будівельні матеріали – вибір типу та кількості матеріалів (бетон, металоконструкції, покриття, ізоляційні матеріали тощо);

- обладнання та механізми – розрахунок необхідної техніки (кранів, бетонопомп, генераторів тощо);
- трудові ресурси – визначення кількості та спеціалізації робітників, необхідних для виконання ремонту;
- фінансові витрати – розробка кошторису, визначення вартості матеріалів, робіт і транспортування.

Всі ці етапи є важливою частиною якісного планування та виконання ремонтних робіт, що забезпечує їхню ефективність та відповідність технічним стандартам.

7.3 Вибір методів виконання робіт: комплексний підхід, етапність, вибір оптимальних технологій для ремонту та модернізації

Виконання ремонтних та модернізаційних робіт потребує ретельного аналізу й планування, що дозволяє забезпечити якісне виконання завдань у встановлені терміни. Комплексний підхід, розподіл робіт на етапи та вибір оптимальних технологій є ключовими факторами успішного ремонту та модернізації будь-якого об'єкта.

Комплексний підхід до виконання робіт

Комплексний підхід передбачає всебічне оцінювання об'єкта ремонту, визначення пріоритетних завдань і використання ефективних методів. Основні складові цього підходу:

- діагностика та аналіз – виявлення поточного стану об'єкта, оцінка рівня спрацьованості та потреби в оновленні;
- проєктування та планування – розробка технічних рішень, створення графіків виконання робіт та розрахунок необхідних ресурсів;
- оптимізація процесів – впровадження сучасних технологій і матеріалів, які зменшують витрати та підвищують ефективність ремонту;
- контроль та коригування – моніторинг виконання робіт, внесення змін у випадку необхідності для забезпечення відповідності стандартам та вимогам.

Етапність виконання ремонтних робіт

Розподіл процесу на етапи дозволяє більш ефективно організувати роботи та уникнути збоїв у виконанні.

Основні етапи ремонту та модернізації

Підготовчий етап:

- збір та аналіз вихідних даних;
- оцінка технічного стану об'єкта;
- розробка проєктної документації.

Демонтажні роботи:

- видалення застарілих або спрацьованих елементів;
- підготовка поверхонь до подальших робіт.

Основні ремонтні роботи:

- відновлення несучих конструкцій;
- заміна або ремонт обладнання;
- виконання внутрішніх і зовнішніх опоряджувальних робіт.

Завершальний етап:

- контроль якості виконаних робіт;
- пусконаладжувальні роботи;
- введення об'єкта в експлуатацію.

Вибір оптимальних технологій

Використання провідних технологій дозволяє підвищити якість ремонтних та модернізаційних робіт, зменшити витрати й прискорити виконання завдань.

Основні критерії вибору технологій:

- надійність і довговічність – використання матеріалів і технологій, що забезпечують тривалий термін служби;
- економічна ефективність – співвідношення витрат і якості отриманого результату;
- екологічна безпека – впровадження екологічно чистих рішень;
- сумісність із існуючими системами – використання технологій, які гармонійно інтегруються в уже наявну інфраструктуру.

Ефективний ремонт та модернізація базуються на комплексному підході, ретельному плануванні етапів робіт і застосуванні сучасних технологій. Такий підхід дозволяє досягти оптимального результату з мінімальними витратами ресурсів, забезпечуючи довговічність і надійність модернізованих об'єктів.

7.4 Визначення термінів виконання робіт і складання графіка робіт

Визначення термінів виконання робіт і складання графіка робіт є важливою частиною управління проектами, оскільки ці процеси допомагають визначити, коли саме буде виконано кожне завдання та як вони будуть взаємопов'язані. Це забезпечує ефективну організацію роботи та мінімізацію ризиків затримок. Ось розгорнуте пояснення цих понять.

Визначення термінів виконання робіт

Визначення термінів виконання робіт містить процес оцінки часу, необхідного для завершення кожного етапу або конкретного завдання проекту. Це важливий етап планування, що дозволяє:

1. Оцінити обсяг робіт: перед тим як визначити терміни, необхідно зрозуміти, які завдання і етапи мають бути виконані, їх складність і взаємозалежність.
2. Прогнозувати час виконання: використовуються різні методи, такі як досвід попередніх проектів, експертні оцінки, а також спеціальні технічні методи (наприклад, методи PERT або CPM).

3. Розподіл ресурсів: оцінка термінів дозволяє правильно розподілити ресурси (людські, технічні, фінансові) на кожен етап робіт.

4. Забезпечення контрольних термінів: визначення кінцевих термінів для кожного завдання допомагає забезпечити, щоб проєкт не виходив за межі встановлених часових рамок.

Складання графіка робіт

Графік робіт – це інструмент, що допомагає відобразити план роботи, де вказано, коли і в якому порядку будуть виконуватись конкретні завдання та етапи проєкту. Графік робіт є важливою частиною організації проєкту та виконання робіт в межах встановлених термінів. Його основні складові:

1. Ідентифікація завдань і етапів: спочатку потрібно визначити, які роботи будуть виконуватись в рамках проєкту, а також які є етапи та підзавдання.

2. Встановлення тривалості робіт: для кожного завдання визначається час, необхідний для його виконання, і створюється часовий графік.

3. Визначення взаємозалежностей: часто одне завдання не може початися без завершення іншого. Це вимагає визначення взаємозв'язків між завданнями, що зазвичай відображається у вигляді діаграм або таблиць.

4. Розподіл ресурсів: ресурси повинні бути доступні в потрібний час для виконання завдань, тому важливо скласти графік з урахуванням доступних ресурсів.

5. Візуалізація: для більш легкого сприйняття використовуються графічні інструменти, такі як діаграми Ганта, де на горизонтальній осі відображається час, а на вертикальній – перелік завдань і етапів.

6. Контроль і коригування: графік потребує постійного контролю і коригування в разі виникнення непередбачених обставин або змін в проєкті.

Важливість визначення термінів і складання графіка робіт:

1. Управління ризиками: за допомогою чітко визначених термінів і графіка можна передбачити можливі проблеми та мінімізувати їхній вплив.

2. Покращення ефективності: добре складений графік дозволяє зберегти організованість і зменшити час простою ресурсів.

3. Забезпечення якості: планування дає змогу приділяти увагу всім важливим етапам проєкту і виконувати роботи в межах встановлених стандартів якості.

4. Контроль бюджету: чітко визначені терміни дозволяють забезпечити своєчасне виконання робіт, що, зі свого боку, допомагає уникнути перевитрат.

Інструменти для складання графіка робіт:

1. Діаграма Ганта: один із найбільш популярних інструментів для візуалізації графіка, що дозволяє чітко побачити тривалість кожного етапу і взаємозв'язки між завданнями.

2. Метод критичного шляху (CPM) допомагає визначити мінімальний час, необхідний для завершення проєкту, а також визначити критичні завдання, від яких залежить виконання всього проєкту.

3. Метод PERT (програмна оцінка та огляд техніки) дозволяє оцінити час виконання робіт в умовах невизначеності.

Загалом правильне визначення термінів і складання графіка робіт є критичними аспектами для успішного завершення проєкту в межах запланованих ресурсів і часу.

8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ПІД ЧАС РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

8.1 Методи контролю якості: візуальні перевірки, вимірювання, випробування матеріалів та конструкцій

Контроль якості є важливою складовою в процесі виробництва та будівництва, яка забезпечує відповідність виробів, матеріалів і конструкцій встановленим стандартам і вимогам. Існує кілька основних методів контролю якості.

Візуальні перевірки

Візуальний контроль є одним із найпростіших, але дуже важливих методів. Він містить перевірку зовнішнього вигляду виробу або конструкції на наявність дефектів, пошкоджень, тріщин, корозії, забруднень або інших недоліків, які можуть вплинути на їх експлуатаційні характеристики. Цей метод може проводитися безпосередньо на виробництві або в процесі монтажу. Візуальні перевірки можуть виконуватися вручну або за допомогою спеціальних інструментів, таких як лупи, мікроскопи, відеокамери.

Переваги:

- швидкість виконання;
- можливість виявити дефекти на ранніх етапах.

Недоліки:

- обмеженість точності під час виявлення дрібних дефектів;
- залежність від досвіду та кваліфікації спеціаліста.

Вимірювання

Метод вимірювань передбачає використання точних інструментів для визначення геометричних параметрів об'єкта, таких як розміри, маса, товщина, довжина, кут нахилу тощо. Вимірювання можуть бути як фізичними (наприклад, за допомогою штангенциркуля або мікрометра), так і електронними (наприклад, з використанням лазерних сканерів або 3D-сенсорів). Цей метод дозволяє визначити, чи відповідає виріб чи конструкція вимогам щодо точності розмірів.

Переваги:

- висока точність;
- широкий спектр застосувань для різних видів продукції.

Недоліки:

- не завжди дозволяє виявити приховані дефекти;
- потрібна кваліфікація для роботи з точними вимірювальними приладами.

Випробування матеріалів

Цей метод полягає у проведенні лабораторних або спеціальних випробувань, які дозволяють оцінити властивості матеріалів, з яких виготовлено виріб або конструкція. Випробування можуть містити механічні тести (наприклад, на міцність, твердість, стійкість до спрацювання), хімічні аналізи (для визначення складу матеріалу) або термічні тести (для оцінки температурних властивостей). Це особливо важливо для конструкцій, що працюють під великими навантаженнями або в складних умовах експлуатації.

Переваги:

- висока точність та достовірність результатів;
- можливість виявити приховані дефекти.

Недоліки:

- залишкові витрати на проведення тестів;
- можлива необхідність у спеціальному обладнанні та дослідженнях.

Випробування конструкцій

Цей метод містить фізичні випробування вже готових конструкцій або їх частин. Це можуть бути навантажувальні випробування, випробування на вібрації, на герметичність тощо. Вони дозволяють перевірити, чи відповідають конструкції реальним експлуатаційним умовам і чи здатні вони витримати навантаження, для яких були розраховані. Випробування конструкцій можуть здійснюватися як в лабораторних умовах, так і на реальних об'єктах (наприклад, на будівельних майданчиках).

Переваги:

- перевірка реальних умов експлуатації;
- можливість виявити критичні слабкі місця конструкції.

Недоліки:

- високі витрати та потреба у спеціальних установках;
- можливість пошкодження конструкцій під час випробувань.

Інші методи

Окрім основних методів, існують також інші специфічні техніки контролю якості, такі як ультразвукові, рентгенівські або магнітні методи. Вони дозволяють виявляти внутрішні дефекти, корозію або тріщини без розкриття матеріалу або конструкції, що робить їх дуже ефективними для складних об'єктів або дорогих матеріалів.

Контроль якості є комплексним процесом, що містить різні методи, які доповнюють один одного. Вибір методу залежить від типу виробу чи конструкції, наявності необхідних ресурсів і часу, а також від вимог до точності та достовірності результатів. Для досягнення найкращих результатів часто застосовуються комбінації візуальних перевірок, вимірювань, випробувань матеріалів і конструкцій.

8.2 Технічний нагляд: роль інженера в забезпеченні відповідності робіт проєктним вимогам та нормативним стандартам

Технічний нагляд є важливим етапом реалізації будь-якого будівельного проєкту, оскільки він дозволяє забезпечити правильність виконання робіт та дотримання всіх встановлених вимог до якості та безпеки. Інженер технічного нагляду відіграє центральну роль у цьому процесі, гарантуючи, що всі етапи проєкту від виконання до завершення відповідають вимогам проєктної документації, законодавчим та нормативним стандартам, а також потребам замовника.

Завдання інженера технічного нагляду

Роль інженера технічного нагляду полягає у забезпеченні контролю за якістю виконання робіт, перевірці відповідності технічних рішень проєкту, дотриманні строків та бюджетних обмежень. Його основними обов'язками є:

- контроль за виконанням робіт: інженер технічного нагляду регулярно перевіряє, чи відповідають фактичні роботи проєктним рішенням та нормативним вимогам;
- контроль за матеріалами та конструкціями: потрібно стежити за якістю використовуваних матеріалів, їх відповідністю проєктним вимогам та стандартам;
- документація та звітність: інженер нагляду оформлює акти, протоколи та інші документи, що підтверджують виконання робіт відповідно до проєкту;
- інспекція будівельних робіт проводить регулярні перевірки на місці виконання робіт, контролює їх відповідність проєктним вимогам.

Підготовка та проєктна документація

Однією з основних функцій інженера технічного нагляду є перевірка проєктної документації. Всі проєкти повинні бути оформлені відповідно до чинних нормативних документів, таких як будівельні норми і правила (ДБН), а також стандартів безпеки, екології та енергозбереження. Інженер нагляду перевіряє:

- відповідність проєктних рішень нормативним стандартам;
- придатність та безпечність конструкцій і матеріалів;
- технічні рішення, які відповідають стандартам якості та ефективності.

Нормативно-правова база

Нормативна база будівництва містить широкий спектр документів, таких як державні будівельні норми (ДБН), стандарти (ДСТУ), технічні умови (ТУ), екологічні та санітарно-гігієнічні вимоги. Інженер технічного нагляду зобов'язаний мати глибокі знання у цих питаннях і регулярно моніторити зміни в законодавстві.

Контроль якості будівельних матеріалів

Інженер технічного нагляду також відповідає за перевірку якості будівельних матеріалів. До цього входять не тільки візуальні огляди, але й лабораторні випробування матеріалів на відповідність стандартам, сертифікації продукції. Особливо важливим є контроль за використанням сертифікованих матеріалів, які відповідають вимогам щодо безпеки та довговічності.

Координація з іншими фахівцями

Інженер технічного нагляду тісно співпрацює з іншими учасниками проєкту: архітекторами, проєктувальниками, будівельниками, постачальниками матеріалів та замовниками. Ця координація є важливою для вирішення можливих проблем, які виникають у процесі виконання робіт.

Оцінка відповідності вимогам безпеки

Одна із головних задач інженера технічного нагляду – це контроль за забезпеченням безпеки на будівельному майданчику. Він має впевнитися, що всі роботи виконуються із дотриманням норм безпеки, а також контролювати, щоб використовувані інструменти, обладнання та матеріали не становили загрози для здоров'я працівників та навколишнього середовища.

Виявлення та усунення дефектів

Однією із важливих функцій інженера технічного нагляду є своєчасне виявлення дефектів, які можуть виникнути в процесі будівництва, а також контроль за їх усуненням. Це допомагає уникнути порушень технічних норм і забезпечити високу якість кінцевого продукту.

Підсумкові перевірки та приймання робіт

Після завершення будівництва інженер технічного нагляду здійснює остаточні перевірки відповідності виконаних робіт проєкту, нормативам та вимогам замовника. Після цього складається акт приймання робіт, і проєкт може бути переданий замовнику.

Роль інженера технічного нагляду є незамінною на всіх етапах будівельного процесу. Це фахівець, який забезпечує виконання проєкту на всіх рівнях – від документального оформлення до контролю за якістю виконаних робіт. Завдяки його професіоналізму забезпечується дотримання нормативних стандартів, що є гарантією безпеки, довговічності та якості споруджуваних об'єктів.

Таким чином, інженер технічного нагляду – це фахівець, чия робота критична для успіху будівельного проєкту. Його професіоналізм і уважність до

деталей допомагають уникнути численних помилок і забезпечити успішне завершення будівництва з дотриманням усіх вимог і стандартів.

8.3 Документація результатів контролю: оформлення актів виконаних робіт, перевірка відповідності до технічних вимог

Документація результатів контролю є важливою частиною процесу виконання робіт, оскільки вона підтверджує відповідність фактично виконаних робіт технічним вимогам та контрактним умовам. Ось основні моменти для оформлення актів виконаних робіт і перевірки відповідності технічним вимогам

Оформлення актів виконаних робіт:

- назва документа: акт виконаних робіт, може бути названий по-різному залежно від виду робіт (Акт приймання виконаних робіт, Акт виконаних будівельних робіт тощо);

- заголовок: у заголовку вказується найменування підприємства/організації, замовника, виконавця, дата виконання робіт.

- реквізити;

- назва об'єкта, на якому виконувались роботи.

- опис виконаних робіт;

- вказівка на кількість та обсяг виконаних робіт, зафіксованих у специфікаціях або кошторисах;

- вартість виконаних робіт;

- призначення акта (наприклад, підтвердження завершення етапу будівництва або введення в експлуатацію);

- перевірка документів: зазначення про те, що виконані роботи перевірено та відповідні документи надано (технічні паспорти, сертифікати, дозволи).

Перевірка відповідності до технічних вимог:

- технічні вимоги: для кожного виду робіт повинні бути чітко визначені технічні вимоги та стандарти, що регулюють виконання робіт (нормативні документи, технічні умови, державні будівельні норми);

- перевірка якості: оцінка якості виконаних робіт за допомогою інструментальних вимірів або лабораторних досліджень; проведення тестів або випробувань для підтвердження відповідності матеріалів та конструкцій;

- участь технічних спеціалістів: для перевірки робіт залучаються інженери, техніки та інші фахівці, які мають досвід роботи у цій сфері;

- невідповідності: у разі виявлення невідповідності вимогам, складається акт про дефекти або недоліки з описом ситуації та заходами для виправлення.

Завершення та підписання:

- після перевірки робіт складається акт приймання-передачі, який підписують представники замовника та підрядника;

– якщо робота виконана відповідно до вимог, акт підписується, і роботи вважаються завершеними.

Залежно від типу робіт можуть застосовуватись різні шаблони та форми актів, але загальні принципи оформлення залишаються однаковими.

8.4 Професійна підготовка працівників і контроль за їх кваліфікацією

Професійна підготовка працівників є одним із основних елементів сучасного управління людськими ресурсами. Успіх будь-якої організації або підприємства значною мірою залежить від кваліфікації та компетентності його працівників. Професійна підготовка та постійне вдосконалення кваліфікації забезпечують не тільки ефективну роботу працівників, а й конкурентоспроможність підприємства на ринку. Контроль за кваліфікацією працівників є необхідною умовою для досягнення високих стандартів продуктивності та якості виконання завдань.

Професійна підготовка: поняття та принципи

Професійна підготовка – це процес набуття знань, навичок, умінь та досвіду, необхідних для виконання певних професійних обов’язків. Вона охоплює як первинне навчання для нових працівників, так і безперервну освіту для кваліфікованих спеціалістів.

Основними принципами професійної підготовки є:

- системність – підготовка має бути організована як комплекс заходів, спрямованих на досягнення високої ефективності;
- практичність – навчання повинне бути орієнтоване на реальні умови роботи;
- адаптивність – програми підготовки повинні бути гнучкими, щоб відповідати змінним умовам і потребам підприємства;
- індивідуальний підхід – кожен працівник має можливість навчатися залежно від своїх потреб і темпу засвоєння знань.

Форми професійної підготовки

Професійна підготовка може здійснюватися в різних формах:

- внутрішнє навчання на підприємстві – проведення тренінгів, семінарів, курсів підвищення кваліфікації;
- навчання у навчальних закладах містить теоретичні курси, спеціалізовані програми для підвищення рівня кваліфікації;
- онлайн-навчання – інтерактивні курси, вебінари та дистанційне навчання, яке дозволяє працівникам навчатися у зручний для них час;
- стажування та практика – практика на реальних об’єктах або у реальних умовах виробництва;

– підвищення кваліфікації та сертифікація – після здобуття основної професії працівники можуть проходити додаткове навчання для підтвердження своєї кваліфікації.

Підвищення кваліфікації

Підвищення кваліфікації – це процес удосконалення знань і навичок працівників, що дозволяє їм успішно виконувати нові або складніші завдання, а також пристосовуватися до змін у технологіях, методах роботи чи вимогах ринку праці. Це є важливим етапом для збереження високого рівня ефективності підприємства.

Процес підвищення кваліфікації містить:

- оцінка потреб у підвищенні кваліфікації – визначення, які знання та навички потрібно покращити для виконання нових завдань або відповідності змінним умовам;
- організація та проведення тренінгів – проведення спеціалізованих навчальних заходів, курсів, семінарів;
- оцінка результатів підвищення кваліфікації – визначення ефективності проведених навчальних заходів.

Контроль за кваліфікацією працівників

Контроль за кваліфікацією є важливою частиною процесу професійної підготовки. Безперервне оцінювання рівня кваліфікації дозволяє не лише забезпечити відповідність працівників вимогам професійних стандартів, а й передбачити майбутні потреби в навчанні.

Основні методи контролю кваліфікації містять:

- тестування та іспити для перевірки знань та навичок;
- практичні завдання – перевірка здатності до виконання реальних робочих завдань;
- атестація працівників – проведення формальних оцінок для визначення рівня кваліфікації;
- оцінка результатів роботи – аналіз результатів роботи працівника на основі досягнутих показників і критеріїв.

Роль контролю в системі управління персоналом

Контроль за кваліфікацією працівників є важливим інструментом у системі управління персоналом. Він дозволяє:

- забезпечити ефективне використання ресурсів підприємства, скеровуючи навчання до тих сфер, де це необхідно;
- визначати рівень готовності працівників до виконання нових або складніших завдань;
- формувати стратегії розвитку персоналу та визначати напрями для подальшого навчання.

Вплив зовнішніх факторів на професійну підготовку

Зовнішні фактори, такі як зміни в економічній ситуації, розвиток технологій, зміни у законодавстві, можуть значно впливати на професійну підготовку працівників. У результаті таких змін можуть з'являтися нові вимоги до кваліфікації працівників, які потребують швидкої адаптації і відповідних змін у програмах підготовки.

Виклики професійної підготовки

Основними викликами в організації професійної підготовки є:

- швидка зміна технологій та ринкових умов, що вимагає постійного оновлення знань і навичок;
- нестабільність економічної ситуації, що може обмежувати ресурси для навчання;
- мотивація працівників до навчання, адже не всі працівники готові до підвищення кваліфікації або зміни своєї професійної діяльності.

Професійна підготовка і контроль за кваліфікацією працівників є ключовими елементами, які визначають ефективність роботи підприємств і організацій. Забезпечення високого рівня кваліфікації працівників дозволяє підприємствам адаптуватися до змінюваних умов, підвищувати конкурентоспроможність та сприяти розвитку економіки в цілому. Постійний контроль за кваліфікацією є необхідним для підтримки високих стандартів і досягнення стійкого розвитку.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – Чинний від 2018-01-07. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с.
2. СНіП 2.04.14 – 88. Теплова ізоляція обладнання і трубопроводів. – Чинний від 1990-01-01. – НДПП «Теплопроект», 1989. – 28 с.
3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Чинний від 2022-01-09. – Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 27 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинний від 2014-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 149 с.
5. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. У двох частинах. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Чинний від 2013-01-03. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 113 с.
6. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. – Чинний від 2020-01-06. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. – 109 с.
7. ДБН В.2.5-77:2014. Котельні зі зміною № 1. – Чинний від 2018-01-07. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. – 55 с.
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011-01-11. – Київ : ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2010. – 127 с.
9. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – Чинний від 2023-01-03. – Київ : Технічний комітет стандартизації ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд», 2022. – 63 с.
10. ДСТУ Б А.2.4-28:2008. Мережі теплові (тепломеханічна частина). Робочі креслення. – Чинний від 2010-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с.
11. ДСТУ 9243.4:2023. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. – Чинний від 2024-01-04. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. – 59 с.
12. ДСТУ 9243.7:2023. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних креслень. – Чинний від 2024-01-04. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. – 48 с.
13. Про теплопостачання : Закон України від 2 червня 2005 року // Відомості Верховної Ради. – 2005. – № 28. – С. 373.

14. Ушацький С. А. Організація зведення і реконструкції будівель та споруд : навч. посіб. для студентів ВНЗ / С. А. Ушацький. – Київ : Вища школа, 1992. – 183 с.
15. Савйовський В. В. Реконструкція будівель і споруд: навч. посіб. / В. В. Савйовський. – Київ : Ліра, 2018. – 320 с.
16. Бліхарський З. Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд : навч. посіб. для ВНЗ : [рек. М-вом освіти і науки України] / З. Я. Бліхарський ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2008. – 108 с.
17. Савйовский В. В. Ремонт та реконструкція цивільних будівель : навч. посіб. / В. В. Савйовский, О. Н. Болотських. – Харків : «Ватерпас», 1999. – 287 с.
18. Черненко В. К. Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. посіб. / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачєєв. – Київ, 2010. – 372 с.
19. Шаровар М. К. Технологія експлуатації та реконструкції міської забудови : навч.-метод. посібник для студ. ЗДІА спец. «МБГ» / М. К. Шаровар. – Запоріжжя : ЗДІА, 2011. – 111 с.
20. Єнін П. М. Теплопостачання : навч. посіб. У 7 ч. Ч. 1. Теплові мережі і споруди / П. М. Єнін, Н. А. Швачко. – Київ : Кондор, 2007. – 244 с.
21. Ковальчук В. А. Теплопостачання : навч. посіб. / В. А. Ковальчук, Т. С. Мацнєва. – Рівне : НУВГП, 2013. – 300 с.

Методичні рекомендації

до організації самостійної роботи та
проведення практичних занять з навчальної дисципліни

**«МОДЕРНІЗАЦІЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ
ТА РЕМОНТНОВІДНОВЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ
В ЦИВІЛЬНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
галузі знань 19 – Архітектура та будівництво,
освітня програма «Цивільна інженерія»)*

Укладач **МІЛАНКО** Ольга Миколаївна

Відповідальний за випуск *О. М. Міланко*

Редактор *Б. О. Хільська*

Комп'ютерне верстання *О. М. Міланко*

План 2025, поз. 513М

Підп. до друку 12.06.2025. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 3,4.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.