

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

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

на тему:

**Дослідження умов газифікації житлових будинків
з кількістю поверхів понад 10**

Меренков Микола Володимирович

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
Костянтин ПРЕДУН

« ____ » _____ 2025 р.

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

на тему:

**«Дослідження умов газифікації житлових будинків
з кількістю поверхів понад 10»**

Виконав студент групи зТВм-24
Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма: теплогазопостачання і вентиляція
Меренков Микола Володимирович
Керівник Предун Костянтин Миронович,
д.е.н., професор

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: магістр за ОПП

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Костянтин ПРЕДУН

„___” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
Меренкову Миколі Володимировичу**

1. Тема роботи: Дослідження умов газифікації житлових будинків з кількістю поверхів понад 10, затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від _____ 2025 р.

2. Керівник роботи Предун Костянтин Миронович, д.е.н., професор

3. Строк подання студентом роботи до захисту 20.12.2025 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Інженерне обладнання житлових будинків.

Розділ 2. Інженерні мережі та споруди енергопостачання населених пунктів.

Розділ 3. Системи енергопостачання.

Розділ 4. Інженерні системи багатоквартирного житлового будинку.

Розділ 5. Заходи з охорони праці.

Розділ 6. Автоматизація технологічних процесів.

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 4. Викопіювання з генплану забудови. Розрахункова схема вуличного газопроводу. Архітектурно-будівельні рішення житлового багатоповерхового будинку. Розрахункові схеми систем опалення, газопостачання, вентиляції.

Розгортка вентиляційних каналів і систем димовидалення. Специфікації матеріалів, виробів, обладнання тощо.

Розділ 6. Функціональна схема автоматизації вузла обліку паливного газу.
Специфікація матеріалів. Конструктивні рішення окремих вузлів.

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Інженерне обладнання житлових будинків.	
Розділ 2. Інженерні мережі та споруди енергопостачання населених пунктів.	
Розділ 3. Системи енергопостачання.	
Розділ 4. Інженерні системи багатоквартирного житлового будинку.	
Розділ 5. Заходи з охорони праці.	
Розділ 6. Автоматизація технологічних процесів.	
Висновки	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1-4.	Предун К.М., д.е.н., професор		
Розділ 5.	Клімова І.В., к.т.н., доцент		
Розділ 6.	Предун К.М., д.е.н., професор		

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Костянтин Предун

Студент _____ Микола Меренков

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної роботи студента:		Меренков Микола Володимирович			
Заклад вищої освіти	Київський національний університет будівництва і архітектури				
Тема	Дослідження умов газифікації житлових будинків з кількістю поверхів понад 10				
Освітній ступень	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання				
Факультет	Факультет інженерних систем та екології				
Кафедра	Теплогазопостачання та вентиляції				
Спеціальність	Будівництво та цивільна інженерія				
Освітньо-наукова програма	Теплогазопостачання та вентиляції				
Керівник	Предун К.М., д.е.н., професор				
Обсяг роботи:	Пояснювальна записка				Аркушів
	сторінок	розділів	таблиць	рисуноків	
		6			
Розділ 1.	Інженерне обладнання житлових будинків.				
Розділ 2.	Інженерні мережі та споруди енергопостачання населених пунктів.				
Розділ 3.	Системи енергопостачання.				
Розділ 4.	Інженерні системи багатоквартирного житлового будинку.				
Розділ 5.	Заходи з охорони праці.				
Розділ 6.	Автоматизація технологічних процесів.				
Висновки по роботі:	За результатами аналізу літературних джерел визначено можливість реконструкції існуючих інженерних систем багатоквартирних висотних житлових будинків і проектування нових з метою забезпечення безаварійної експлуатації внутрішньо будинкового газового обладнання. Розроблено заходи з охорони праці, які унеможливають виникнення аварійних ситуацій під час будівництва та експлуатації систем газопостачання. Розраховано і підбраного технологічне обладнання вузлів обліку природного газу.				
Ключові слова: системи енергопостачання, варіантне проектування, газорозподільні мережі, природний газ.					

Key words: energy supply systems, variant design, gas distribution networks, natural gas.

Керівник _____ Костянтин Предун

Студент _____ Микола Меренков

20 грудня 2025 р.

ЗМІСТ

1.	Інженерне обладнання житлових будинків.	
1.1.	Параметри мікроклімату.	
1.2.	Види і функціональне призначення інженерних систем.	
2.	Інженерні мережі та споруди енергопостачання населених пунктів.	
2.1.	Існуюче становище.	
2.2.	Перспективи розвитку систем енергопостачання.	
3.	Системи енергопостачання.	
3.1.	Автономні системи. Переваги і недоліки.	
3.2.	Центральні системи. Переваги і недоліки.	
3.3.	Забезпечення директивного рівня біосферної сумісності в процесах і проектах реновації будівництва.	
4.	Інженерні системи багатоквартирного житлового будинку.	
4.1.	Вихідні дані для проектування.	
4.2.	Опалення.	
4.3.	Вентиляція.	
4.4.	Газопостачання.	
5.	Заходи з охорони праці.	
5.1.	Загальні заходи безпеки.	
5.2.	Заходи профілактики виявлених факторів.	
5.3.	Техніка безпеки та протипожежні заходи.	
6.	Автоматизація технологічних процесів	
6.1.	Технічна характеристика комерційного вузла обліку газу.	
6.2.	Технічні рішення.	
6.2.	Перетворювач інтерфейсів ініціативний	
6.3.	Розрахунок діапазону вимірювань.	
6.4.	Склад засобів вимірювальної техніки.	
6.5.	Робота резервного джерела живлення.	
	Література	

Розділ 1.

Інженерне обладнання житлових будинків

1.1. Параметри мікроклімату

Більшу частину свого життя людина проводить у приміщенні. І тому здоров'я і працездатність у значній мірі залежать від того, наскільки приміщення у санітарно-гігієнічному відношенні задовольняє фізіологічні потреби людини, тобто у приміщенні повинен бути створений відповідний мікроклімат.

Під мікрокліматом приміщення розуміють сукупність теплового, повітряного і вологісного режимів у їх взаємозв'язку. Основна вимога до мікроклімату – це створення і підтримання сприятливих умов для людей у приміщенні.

Мікроклімат у приміщенні характеризується такими **основними параметрами**:

- 1) температура внутрішнього повітря;
- 2) відносна вологість повітря;
- 3) рухомість повітря.

Значення розрахункових параметрів нормують в залежності від **періоду року**. Розрізняють три періоди року: теплий, холодний і перехідний. Холодний період року характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря менш ніж $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, теплий – більш ніж $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ і перехідний – $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Значення основних параметрів, які визначають мікроклімат у приміщенні, встановлюються вимогами нормативних документів (ДБН В.2.5-67 «Опалення, вентиляція і кондиціонування», ДБН «Житлові будинки») в залежності від призначення або виду приміщення і періоду року.

Таблиця 1.1

Розрахункові параметри внутрішнього повітря житлових і громадських будинків

Параметр внутрішнього повітря	Період року					
	теплий		холодний		перехідний	
	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.
1	2	3	4	5	6	7
1. Температура, $^{\circ}\text{C}$	≤ 28	<u>20...22</u> 23...25	18...22	20...22	18...22	20...22
2. Відносна вологість, %	≤ 65	<u>60...30</u> 60...30	≤ 65	45...30	≤ 65	45...30

3. Рухомість, м/с	≤0.5	0.2/0.3	≤0.2	0.2	≤0.2	0.2
-------------------	------	---------	------	-----	------	-----

Примітка. Параметр повітря: допуст. – допустимий, оптим. – оптимальний.

1.2. Види і функціональне призначення інженерних систем

Необхідний мікроклімат у приміщенні створюється такими системами інженерного забезпечення будинків: опалення, вентиляції і кондиціонування повітря. Для задоволення господарсько-побутових потреб людей будинки обладнуються **системами газопостачання** (необхідні, наприклад, для приготування їжі), **холодного і гарячого водопостачання** (для задоволення санітарно-гігієнічних потреб, потреб у питній воді).

Системи опалення створюють і підтримують у приміщеннях у холодний період року температури повітря у відповідності з вимогами нормативних документів. Таким чином, вони вирішують тільки одну з проблем – забезпечують необхідний **тепловий режим**.

У тісному зв'язку з тепловим режимом знаходиться **повітряний режим** приміщень під яким розуміють процес повітрообміну між приміщенням і зовнішнім середовищем. **Системи вентиляції** якраз і призначені для видалення із приміщення забрудненого і подачу в них чистого (забраного ззовні будинку чи споруди) повітря відповідно з санітарно-гігієнічними потребами (наприклад, 20 м³/год*чоловік) або технологічними вимогами. При цьому температура повітря всередині приміщення, яка вказана у табл.1.1, не повинна змінюватись.

Системи кондиціонування повітря є більш удосконаленими і більш функціональними системами порівняно з системами вентиляції. Вони призначені для створення у приміщеннях оптимальних, більш комфортних умов (системи вентиляції забезпечують тільки допустимі).

Природний газ сьогодні є найбільш вживаним паливом, яке використовує населення для господарсько-побутових потреб, теплоенергетика і промисловість України. В житлових будинках встановлені побутові газові прилади: плити, водонагрівачі (для місцевого гарячого водопостачання) та індивідуальні теплогенератори (для систем місцевого, наприклад, поквартирного опалення). За допомогою **систем газопостачання** природний газ по трубопроводах надходить від джерела до споживача.

У створенні нормальних умов для проживання у сучасних житлових будинках важливу роль відіграють **системи гарячого водопостачання**. Це – задоволення санітарно-гігієнічних і господарсько-побутових потреб жителів. Кількість теплоти, яку використовують ці системи, інколи може перевищувати аналогічні показники для систем опалення.

Для вироблення теплової енергії, яка споживається системами опалення, вентиляції і кондиціонування повітря, гарячого водопостачання, призначені **теплогенеруючі установки**, або ще – джерела теплоти.

1.2.1. Системи опалення

Призначення системи опалення – забезпечення необхідного теплового режиму у приміщеннях в холодний період року, тобто забезпечення відповідно вимогам нормативних документів температур повітря у приміщенні, температур внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожень і температур поверхонь опалювальних приладів.

Система опалення являє собою **комплекс елементів**, які призначені для отримання, переносу і передачі необхідної кількості теплоти у приміщення, які опалюються. Кожна система опалення включає в себе три основні елементи:

- 1) **джерело теплоти** – виробництво теплоти і передача її теплоносію;
- 2) **система теплопроводів** – транспортування теплоносія від джерела теплоти до опалювальних приладів;
- 3) **опалювальні прилади** – передача теплоти від теплоносія повітрю і огороженням приміщення.

Системи опалення **класифікують** в залежності від:

1) **взаємного розміщення основних конструктивних елементів** – розрізняють центральні і місцеві (автономні) системи опалення. Центральна система опалення – опалюється декілька приміщень, будинків, споруд з одного генератора теплоти (яскравий приклад – РОК або ТЕЦ), тобто теплота виробляється за межами приміщень, які необхідно опалювати. Місцеві системи опалення – всі три конструктивні елементи системи опалення об'єднані в одному пристрої, наприклад, газовому конвекторі, який встановлений в приміщенні, що необхідно опалювати;

2) **виду теплоносія**, який передає теплоту опалювальним приладам, - розрізняють парові, водяні, повітряні, електричні, комбіновані (наприклад, пароводяні) тощо системи. Теплоносій – це в принципі будь-яке середовище, яка має добру здатність акумулювати теплову енергію, рухоме, відносно недороге, не погіршує санітарно-гігієнічні умови у приміщенні, дозволяє легко регулювати відпуск теплоти. Найбільш вживані – вода, повітря електричний струм, пара. Системи повітряного опалення як правило суміщують з системами припливної вентиляції;

3) **способу циркуляції теплоносія** – системи опалення з природньою (за рахунок різниці густин нагрітого і охолодженого середовищ (повітря або

води)) і примусовою (за рахунок роботи насоса чи вентилятора або ежектора);

4) **параметрів теплоносія.** Для водяних систем опалення – низькотемпературні (з температурою води до 100 °С (найбільш вживані сьогодні у Європі)) і високотемпературні (з температурою води більш ніж 100 °С. Системи повітряного опалення – це як правило системи низькотемпературні (згідно з вимогами нормативних документів максимальна температура нагрітого повітря не повинна перевищувати 70 °С, щоб не визвати пригорання органічного пилу на поверхні повітропроводу). Парові системи – це високотемпературні системи.

Таблиця 1.2

Характерні параметри основних теплоносіїв для систем опалення

Параметр	Теплоносій		
	вода	пара	повітря
1	2	3	4
1. Температура, °С	70...150	130...150	40...70
2. Густина, кг/м ³	950.0	2.547	1.2
3. Питома теплоємність, кДж/кг*К	4.187	2120*	1.005
4. Швидкість руху, м/с	0.25...2.0	40...80	5...15
5. Співвідношення перерізів труб	1	1.5	550

Примітка. * - теплота фазового переходу, кДж/кг.

Порівняння систем опалення відбувається на основі ряду вимог:

- 1) санітарно-гігієнічних;
- 2) економічних;
- 3) будівельно-монтажних;
- 4) експлуатаційних;
- 5) естетичних.

Проте головним показником є надійне забезпечення необхідних санітарно-гігієнічних умов на протязі всього періоду експлуатації будинку чи споруди.

Одним з найважливіших техніко-економічних показників **систем опалення** є їх **металоємність**. А маса металу, який використовується для виготовлення опалювальних приладів, теплопроводів тощо, в першу залежить від виду теплоносія. Як видно з даних, які наведені у табл.1.2, з цієї точки зору перевагу мають системи водяного опалення із застосуванням замість чавунних опалювальних приладів (наприклад, чавунних секційних радіаторів типу МС-140-98 – найбільш вживаного опалювального приладу на території України у т.зв. старому будівництві) сучасних сталевих радіаторів (наприклад, марки “Korado” (Чехія)).

Згідно з **санітарно-гігієнічними вимогами** у приміщеннях необхідно підтримувати необхідну температуру в межах допустимих коливань її

значення у відповідності з вимогами нормативних документів в залежності від виду і призначення будинку. З цієї точки зору найбільш придатними є системи повітряного опалення, так як повітря є малотеплоємним носієм.

Внаслідок високої температури теплоносія можливе пригорання пилю на поверхні опалювальних приладів і теплопроводів в системах високотемпературного водяного і парового опалення. Це обмежує область застосування цих систем.

Таблиця 1.3

Область застосування систем опалення

Система опалення	Будинок, споруда		
	житловий	громадський	промисловий
1	2	3	4
1. Водяне	+	+	+
2. Парове	-	-	+
3. Повітряне	-	+	+
4. Електричне*	-	-	-

Примітка. * - при неможливості використання інших систем опалення.

Як видно з табл.1.3 для опалення житлових і громадських будинків **перевагу** слід надавати системам **водяного опалення**. Крім того, можливе застосування систем повітряного опалення, які, як правило, суміщують з системами механічної припливної вентиляції.

Водяне опалення використовується при місцевому і централізованому тепlopостачанні. Принципова відмінність полягає лише у джерелі теплоти: в першому випадку – це автономний теплогенератор, а у другому – тепловий пункт, який підключений до міських теплових мереж.

1.2.2. Системи регулювання

Завдання будь-якої системи регулювання – це підтримання сталим значення певного фізичного параметра або його зміна у відповідності з заданою програмою. В системах опалення цими параметрами є **температура у приміщенні і температура теплоносія**. Подача теплоти коректується у відповідності з потребою і при цьому використовується тільки та кількість теплоти, яка необхідна для створення і підтримки відповідних кліматичних умов у приміщенні.

Необхідність регулювання теплового навантаження впливає з того, що потреба у теплоті у приміщенні постійно змінюється в залежності від погодних умов і вимог споживача. Розрізняють **ручне** (теплове навантаження радіатора регулюється за допомогою крана або терморегулятора вручну) і **автоматичне регулювання**.

Засоби регулювання – це необхідний елемент будь-якої системи опалення, який дозволяє оптимізувати її роботу. **Регулятори і прилади обліку теплової енергії повинні використовуватись разом.** Якщо споживач не отримує інформацію про фактичний об'єм спожитої ним енергії, то він не зацікавлений в її економії, а, відповідно, і своїх коштів за допомогою засобів регулювання. З іншої сторони, індивідуальний облік споживання є ефективним тільки тоді, коли споживач має можливість регулювати витрату теплоти в залежності від своїх потреб.

Системи опалення були завжди об'єктом постійного удосконалення, головна мета якого – зниження металоємкості системи і трудозатрат для її монтажу та під час експлуатації. Результат – сьогодні у нас найдешевші у світі системи. Перше зіткнення з енергетичними проблемами показало всі недоліки такої модернізації. У зв'язку з нерегульованістю систем і відсутністю приладів обліку населення використовує теплову енергію у такій кількості, яка не відповідає його економічним можливостям. У 60-х роках ХХ століття двотрубні системи опалення були повністю витіснені однострубними. Замість регульовальної арматури (крани подвійного регулювання) застосовуються триходові крани, які практично нічого не регулюють, а після заміни чавунних радіаторів сталевими конвекторами з примітивною заслонкою для регулювання тепловіддачі приладів витратою повітря регульовальна арматура перестає використовуватись повністю. Подібні системи не потребують налагодження, а всі проблеми під час їх експлуатації пов'язані з ліквідацією аварійних витоків, а також включенням восени і виключенням весною.

Сьогодні у **практиці опалення** будинків у переважній більшості використовують системи централізованого теплопостачання, в котрих теплове навантаження регулюється централізовано – на джерелі теплопостачання або в тепловому пункті (так зване “якісне регулювання”) – шляхом зміни температури теплоносія в залежності від температури зовнішнього повітря. При такому регулюванні неможливо врахувати індивідуальні вимоги всіх споживачів. Тобто, необхідне місцеве регулювання температури у кожному приміщенні за допомогою автоматичного регулятора біля опалювального приладу, який буде підтримувати бажану температуру (за рахунок зміни кількості теплоносія, що надходить до опалювального приладу – це так зване “кількісне регулювання”) і водночас корисно використовувати можливі теплонадходження. У табл.1.4 наведено перелік можливих способів регулювання систем водяного опалення.

Таблиця 1.4

Область застосування різноманітних систем регулювання

Система регулювання	Результат				Область застосування
	1	2	3	4	
1. Ручне регулювання	--	--	--	-	Не рекомендується
2. Ручне регулювання температури теплоносія в тепловому пункті або в котельні плюс радіаторні терморегулятори	+	+	--	-	Застосовується тільки для невеликих систем опалення при умові, що постійно використовують терморегулятори
3. Автоматичне регулювання температури теплоносія в тепловому пункті або в котельні в залежності від погодних умов плюс додаткове ручне регулювання радіаторними кранами (при умові постійного їх використання)	-	-	+	++	Застосовується у випадках, коли теплонадходження від сонячної радіації, побутові та інші суттєво не впливають на теплове навантаження приміщення
4. Автоматичне регулювання температури теплоносія в тепловому пункті або в котельні в залежності від погодних умов з корекцією по температурі приміщення плюс додаткове ручне регулювання радіаторними кранами (при умові постійного їх використання)	+	-	++	++	Рекомендується для невеликих систем опалення з незначними відхиленнями теплових навантажень різних приміщень
5. Автоматичне регулювання температури теплоносія в тепловому пункті або в котельні в залежності від погодних умов плюс регулювання радіаторними терморегуляторами	+	++	++	++	Рекомендується як стандартна система для житлових будинків
6. Автоматичне регулювання температури теплоносія в залежності від погодних умов з корекцією по температурі приміщення плюс регулювання радіаторними терморегуляторами	++	++	++	++	Високоякісна система регулювання. Рекомендується для всіх типів житлових будинків
7. Центральне регулювання температури у приміщенні плюс регулювання радіаторними терморегуляторами	++	++	++	++	Рекомендується тільки для квартирних систем опалення і для односімейних будинків

Примітки. 1. Позначки: ++ - дуже добре; + - добре; - - задовільно; -- - незадовільно.

2. Графи таблиці: 1 – забезпечення необхідної температури у приміщенні; 2 – використання теплонадходжень у приміщенні; 3 – зниження втрат теплоти при розподілі теплоти; 4 – зниження температури у нічний час.

Таким чином, **ефективна система регулювання** складається з двох частин:

- 1) центральне управління в котельні або у тепловому пункті;
- 2) індивідуальні засоби регулювання біля опалювальних приладів.

ЦЕНТРАЛЬНЕ РЕГУЛЮВАННЯ

Переваги:

- 1) зменшення втрат при розподілі теплоти (за рахунок зменшення температури теплоносія в трубопроводах, яка регулюється в залежності від фактичного теплового навантаження з урахуванням фактичної температури зовнішнього повітря);
- 2) підвищення ефективності роботи радіаторних терморегуляторів;
- 3) зменшення тривалості роботи системи опалення з урахуванням фактичної потреби (зниження температури у приміщенні в нічний період, відключення котла у період, коли теплонадходження перевищують тепловтрати).

Існує **два способи** зміни температури при **центральному регулюванні**:

- 1) температура води на виході з котла підтримується сталою, а температура води в подавальному трубопроводі системи опалення регулюється підмішуванням води зі зворотнього трубопровода (встановлюється підмішувальний насос на перемичці);
- 2) зміна температури води на виході з котла при безпосередньому управлінні роботою пальників (включення, відключення і безперервний контроль за роботою пальників відбувається в залежності від температури зовнішнього повітря). Більш висока порівняно з першим типом ефективність роботи котла за рахунок зменшення роботи у “холостому ході” і втрат теплоти внаслідок частих зупинок котла.

1. Регулювання в системах опалення будинків з власною котельнею

Спосіб придатний для систем опалення односімейних будинків або для квартирних систем опалення, обладнаних власним низькотемпературним (температура води на виході із котла – не більше 95 °С) котлом. Часто останні використовують водночас і для гарячого водопостачання.

1.1. Центральне регулювання по температурі приміщення

Дозволяє регулювати температуру теплоносія в залежності від температури в одному з приміщень (так зване контрольне). Можливі 2 варіанти регулювального органу:

а) пальниковий пристрій (кімнатний термостатичний клапан вкл./викл. або безперерв-но контролює роботу пальника в залежності від температури повітря в контрольному приміщенні. Значення бажаної температури встановлюється на термостаті. Опалення інших приміщень залежить від контрольного. І тому бажано встановлення радіаторних терморегуляторів або ручних шарових кранів (як виняток) в цих приміщеннях для регулювання їх температури. Температура води в котлі дорівнює температурі теплоносія – 40...75 °С);

б) змішувальний клапан на трубопроводах (на відміну від попереднього варіанту котел працює весь час при постійній температурі води, наприклад, 75 °С. Температура теплоносія в системі опалення регулюється змішувальним клапаном).

1.2. Регулювання температури приміщень в залежності від погодних умов

Забезпечує зміну температури теплоносія в залежності від зміни температури зовнішнього повітря. Будинки додатково обладнуються радіаторними терморегуляторами. Це стандартне рішення для систем опалення в західних країнах. В якості регулювального органу може використовуватись пальник котла або змішувальний клапан на трубопроводах.

1.3. Регулювання температури приміщень в залежності від погодних умов з корекцією по температурі у приміщенні

Цей спосіб об'єднує в собі переваги регулювання температури двох вищевказаних способів. При ньому температурний графік автоматично коректується у відповідності з фактичним тепловим навантаженням будинку (останнє може часто змінюватись, наприклад, за рахунок теплонадходжень від сонячної радіації). Тобто, спосіб придатний для будинків з великими амплітудами коливання теплового навантаження за рахунок, відповідно, великої площі вікон. В якості регулювального органу може використовуватись так само пальник котла або змішувальний клапан на трубопроводах. Якщо необхідно регулювати температуру в декількох приміщеннях, то важливо правильно вибрати контрольне.

2. Регулювання в індивідуальному тепловому пункті будинку

Застосовуються ті ж принципи, що і при регулюванні систем опалення будинків з власними котельнями. Температура приміщень регулюється в залежності від погодних умов. Використовується даний спосіб в системах централізованого теплопостачання, що забезпечують райони багатоповерхової забудови.

2.1. ІТП з залежним приєднанням до теплових мереж

В таких системах вода з тепломережі через ІТП надходить в систему опалення будинку, а зміна її температури виконується за допомогою регулюючих органів:

а) клапана на трубопроводі (характер залежності температури теплоносія в системі опалення від температури зовнішнього повітря закладається в процесорний блок регулятора. При підвищенні температури зовнішнього повітря вентиль зменшує витрату мережної води і, відповідно, зменшується температур теплоносія в системі опалення. Циркуляційний насос підтримує сталим витрату води в системі опалення. Цей спосіб регулювання може використовуватись в ІТП будинків всіх типів);

б) елеватора (при використанні регулюємих елеваторів змінюється коефіцієнт змішування, і температура води в системі опалення встановлюється в залежності від температури повітря. Цей спосіб регулювання може використовуватись в ІТП будинків всіх типів. Елеватор виконує водночас функції змішувача і циркуляційного насоса. Проте складність в регулюванні, невеликий його діапазон не сприяють широкому застосуванню.).

Довідка. Обладнання теплових ввідів (ІТП) сьогодні в більшості своїй спрощено до примітивного рівня і обмежується, як правило, встановленням нерегулюємого елеватора взірця 30-х років ХХ століття, сопло якого розраховується за різницею тисків у подавальному і зворотньому трубопроводах теплової мережі, а коефіцієнт змішування, який елеватор повинен забезпечити, ніколи і ніким не контролюється.

2.2. ІТП з незалежним приєднанням до теплової мережі

На ІТП такого типу мережна вода ізольована від води в системі опалення. Тобто, циркуляційні контури тепломережі і системи опалення гідравлічно не зв'язані між собою. Теплова енергія в цьому випадку передається через поверхню теплообмінника. Крім того, перепади тиску в тепловій мережі не впливають на циркуляцію води в системі опалення. Цей спосіб регулювання може використовуватись в ІТП будинків всіх типів. При зміні витрати мережної води за допомогою регулювального клапана температура теплоносія встановлюється в залежності від температури

зовнішнього повітря. В якості циркуляційного насоса системи опалення можливо використання насосів з регульованою кількістю обертів.

Даний спосіб найбільш перспективний спосіб модернізації існуючих ІТП, які оснащено звичайними елеваторами.

Для підживлення системи опалення подачу води з водопроводу також бажано автоматизувати з встановленням насоса.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ РЕГУЛЮВАННЯ

Так як центральне регулювання не враховує індивідуальні вимоги до зміни теплових навантажень в окремих приміщеннях чи квартирах, то важливо, щоб всі опалювальні прилади були обладнані індивідуальними регуляторами. Вони змінюють витрату теплоносія через прилад при сталій його температурі або температуру при сталій витраті.

Переваги індивідуального регулювання:

1) можливість використання теплонадходжень при їх наявності у приміщенні;

2) задоволення індивідуальних вимог споживача.

Досвід західноєвропейських країн показує, що при використанні термостатичних вентилів замість звичайних економія теплової енергії сягає 20 %. Індивідуальні регулювальні органи – ручні або термостатичні встановлюють на вході води в опалювальний прилад. Останні найбільш ефективні, але й за допомогою ручних може отримати бажаний результат.

Тобто, **радіаторні терморегулятори (термостати)** є ефективним енергозберігаючим пристроєм для житлових, громадських і виробничих приміщень. Вони автоматично підтримують задану температуру у приміщенні незалежно від зміни погодних умов та надходжень теплоти за рахунок сонячної радіації, освітлення, людей тощо шляхом зміни витрати води, що проходить через опалювальний прилад.

Сьогодні на ринку України представлені всі потужні виробники засобів регулювання систем теплопостачання Європи – фірми “Danfoss” (Данія), “Herz-Armaturen” (Австрія). Продукція сертифікована в Україні і отримала всі необхідні дозволи для використання.

Будь-який радіаторний терморегулятор складається з двох частин:

1) керувальної частини – термостатичної головки з вмонтованим чи виносним датчиком температури;

2) керованого виконавчого органу або регулюючого клапану (термостатичного клапану).

Класифікація радіаторних терморегуляторів

Терморегулятори класифікують в залежності від:

- 1) речовини, що заповнює датчик (сильфон): розрізняють прилади з рідинним, газоконденсатним і твердотілим заповненням (останні застосовують досить рідко);
- 2) розміщення датчика температури: існують термостати з вбудованим в корпус і виносним датчиком;
- 3) принципу регулювання: бувають прилади прямої дії, котрі працюють за пропорційним законом і забезпечують точність регулювання $1...2$ °С, а також непрямої дії (з автономним електроживленням), працюють як за пропорційним, так і більш складним пропорційно-інтегральним законами і забезпечують точність регулювання 0.3 °С.

На практиці частіше використовують значно дешевші (різниця у ціні – до 10 раз) і досить надійні регулятори прямої дії, які дозволяють забезпечити досить комфортні умови у приміщенні. Тим більше, що коливання температури в $0,3$ чи 1 °С істотно не впливає на самопочуття людини.

Радіаторні терморегулятори RTD фірми “Danfoss” знайшли широке застосування при реконструкції старих і проектуванні та монтажу нових систем опалення на Україні. Термін служби таких регуляторів за даними фірми-виробника перевищує 20 років.

Принцип дії

Терморегулятори RTD являють собою газонаповнені пристрої. Сильфонна система термостатичного елемента наповнена газом, що забезпечує належне пропорційне регулювання температури повітря у приміщенні: датчик реагує на температуру оточуючого повітря, а цій температурі відповідає цілком визначений тиск газу у сильфоні, який врівноважується натиском регулюючої пружини. При підвищенні температури навколишнього середовища тиск газу в сильфоні збільшується і конус клапана зміщується в бік закриття. І це тримає аж доти, поки між тиском газу в сильфоні і зусиллям пружини не досягнеться рівновага. Зі зниженням температури повітря у приміщенні тиск газу знижується, що спричиняє стискування сильфона і конус клапана зміщується в бік відкриття. Таким чином, знову встановлюється рівновага у системі.

Термостати фірми “Herz-Armaturen” працюють аналогічно, а основна відмінність від регуляторів “Danfoss” полягає у тому, що високочутливий датчик (сильфон) заповнений рідиною, а не газом.

R-зона (Xp) регулятора засвідчує те, наскільки має підвищитись температура повітря у приміщенні, аби конус клапана терморегулятора

змістився з відкритого положення до закритого. Подана на терморегуляторі шкала узгоджена з європейськими стандартами при $X_p=2$ °С, тобто радіаторні терморегулятори закриваються, якщо температура повітря у приміщенні перевищує задану (встановлену на шкалі приладу) на 2 °С.

Серія терморегуляторів RTD від “Danfoss” охоплює моделі з вмонтованим або дистанційним датчиком, захищеним від стороннього втручання датчиком, а також дистанційним регулятором температури.

Вимоги до встановлення

Конструкція корпусу терморегулятора дає змогу монтувати його на вхідному отворі опалювального приладу з дотриманням єдино спрямованого потоку теплоносія і стрілки на клапані. Пристрої можна застосовувати у будь-якій системі опалення. Під час монтажу, коли датчик ще не встановлено, система опалення регулюється ручним способом. Необхідна температура у приміщенні досягається шляхом повертання шкали настроювання, котра визначає співвідношення між позначками на ній та температурою у приміщенні. Зазначені індекси необхідні для орієнтовного використання, адже на реальну температуру впливають умови розташування радіаторного терморегулятора.

Терморегуляторами з вмонтованим датчиком слід комплектувати опалювальні прилади, біля котрих забезпечується вільна циркуляція повітря. Це, як правило, радіатори, що встановлені відкрито біля стіни. У протилежному випадку, якщо:

- 1) опалювальний прилад і, відповідно, регулятор встановлені у ніші;
- 2) підвіконня надто широке (понад 220 мм), а відстань (у просвіті) від нього до радіатора менша 100 мм;
- 3) глибина радіатора згідно з паспортною характеристикою перевищує 160 мм;
- 4) згідно з умовами встановлення вісь термостатичного елемента має бути у вертикальному положенні (звичайне монтажне положення – горизонтальне);
- 5) радіаторний терморегулятор закритий екраном, знанавісами, тощо доцільно застосовувати термостатичний елемент з дистанційним датчиком.

Для створення більш комфортних умов у житлових та громадських будівлях використовуються програмовані регулятори комнатної теператури.

Монтаж

При встановленні термостатів біля опалювальних приладів, а також будь-яких інших засобів регулювання систем опалення чи теплопостачання

висуваються підвищені вимоги щодо якості води, яка циркулює у цих системах.

Як уже згадувалось раніше, у практиці опалення житлових і громадських будівель застосовуються **одно- і двотрубні системи** опалення, а переважна більшість з цих систем належить однотрубним. Окрім того, системи опалення поділяють на проточні та проточно-регульовані. При модернізації існуючих систем опалення, а також при проектуванні нових опалювальних приладів оснащуються тим чи іншим регульовальним клапаном, конструкція якого залежить від виду системи опалення. А термостатичні елементи, як правило, застосовуються одні і ті ж самі, незалежно від виду регульовального клапана.

Для існуючих **однотрубних проточно-регульованих систем** з замкненими ланками перехід на автоматичне регулювання температури у приміщеннях здійснюється шляхом заміни кранів подвійного регулювання на клапани RTD-G практично без будь-яких значних змін у конструкції системи. Дані клапани випускаються у двох модифікаціях (пряме і кутове виконання) трьох типорозмірів (умовний прохід $d_y=15, 20, 25$ мм). Вони розраховані на робочий тиск 1.0 МПа і максимальну температуру води 120 °С. Клапани RTD-G можна оснащувати будь-якими термостатичними елементами RTD.

Для модернізації **однотрубних проточних систем** опалення необхідно насамперед змонтувати замкнені ділянки біля кожного з радіаторів. Їх діаметр, як правило, повинен бути меншим на один калібр за діаметр стояка (наприклад, при діаметрі стояка $d_y=20$ мм діаметр замкненої ланки повинен складати $d_y=15$ мм). Після цього на вхідній підводці до опалювального приладу встановлюється клапан RTD-G. При такій реконструкції стояка суттєво зменшується кількість води, що надходить у кожний прилад: від 100 % (проточна система) до 30...35 % (модернізована, проточно-регульована система). Відповідно, у такій же пропорції зменшується теплопередача опалювального приладу. У цьому випадку слід збільшити поверхню нагріву радіаторів (тобто виконати тепловий перерахунок опалювальних приладів стояка). До можливих шляхів відносяться також:

- 1) збільшення температурного перепаду в системі опалення;
- 2) підвищення продуктивності циркуляційного насосу;
- 3) виконання додаткового теплозахисту зовнішніх огорожень будівлі.

В загальному випадку при прийнятті рішення про реконструкцію системи опалення будинку чи споруди необхідно комплексно розв'язувати поставлене завдання: починаючи від утеплення зовнішніх огорожень і закінчуючи автоматизацією процесів теплопостачання.

В одноквартирних спорудах, будинках садибного типу, оснащених **однотрубними системами** опалення, для їх реконструкції також використовують клапани типу RTD-G. Підключення радіаторів до трубопроводів **системи опалення з нижньою розводкою** магістралей доцільно виконувати за допомогою спеціальних з'єднувальних елементів типу RTD-KE. Останні мають високу пропускну здатність подібно до клапанів радіаторних терморегуляторів RTD-G.

Двотрубні системи опалення найбільш легко піддаються модернізації. З цією метою необхідно просто демонтувати ручні регулювальні пристрої (наприклад, вже згадувані крани подвійного регулювання) і замінити їх на клапани типу RTD-N. Після монтажу термостатичних елементів температура повітря у приміщення регулюватиметься автоматично. Клапани RTD-N також розраховані на робочий тиск 1.0 МПа і максимальну температуру води 120 °С.

З'єднувальний елемент RTD-K для **двотрубних систем опалення** рекомендований при **нижній розводці** магістральних трубопроводів у нових та модернізованих спорудах, наприклад, при підпільному їх прокладанні. Ці елементи, аналогічно елементам типу RTD-KE для однотрубних систем легко (без труднощів) монтується на радіаторах, надаючи системі елегантного виду. З'єднуючі системи RTD-KE і RTD-K складаються з корпусу термостатичного регулятора, підвідної трубки та розподільно-з'єднуючої деталі. На клапани елементів RTD-KE і RTD-K також монтується будь-які термостатичні елементи типу RTD.

1.2.3. Системи вентиляції

Призначення систем вентиляції – забезпечення необхідного повітрообміну у приміщеннях. За допомогою систем вентиляції усуваються такі шкідливі фактори як:

- 1) **надлишкова теплота**, яка викликає підвищення температури повітря у приміщенні;
- 2) **надлишкові водяні пари, волога**;
- 3) **гази і пари** хімічних речовин, токсичний і нетоксичний пил тощо.

1.2.3.1. Джерела надходження шкідливостей у приміщення

У приміщеннях житлових і громадських будинків **основним джерелом** надходження шкідливостей є їх **мешканці**. Значення питомих виділень однією особою розрізняють в залежності від виду виконуваної роботи і температури повітря у приміщенні.

Таблиця 1.5

Питомі виділення теплоти Q_y і вологи G дорослою людиною в залежності від температури повітря у приміщенні і фізичного навантаження

Фізичне навантаження	Температура повітря у приміщенні, °С							
	15		20		25		30	
	Q_y , Вт	G , г/год	Q_y , Вт	G , г/год	Q_y , Вт	G , г/год	Q_y , Вт	G , г/год
Стан спокою	120	40	85	40	60	50	40	75
Робота: легка	125	55	100	75	65	115	40	150
середн. катег.	135	110	105	140	70	185	40	230
важка	165	185	130	240	95	295	40	355

Крім виділень теплоти від людей у приміщеннях присутні **теплонадходження** від штучного (електричного) освітлення, сонячної радіації (через зовнішні огорожувальні конструкції), а також побутові. В промислових і комунально-побутових підприємствах надлишкова теплота поступає у приміщення ще й за рахунок виділень від технологічного обладнання. При відсутності вентиляції вказані теплонадходження значно підвищують температуру внутрішнього повітря і утруднюють процес терморегуляції в організмі людини, а також негативно впливають на технологічні процеси виробництва.

Як видно з табл.1.5 люди є також джерелом надходження у приміщення і **вологи**. Поєднання великих вологості повітря і його температури впливає на процес випаровування: віддача теплоти за рахунок випаровування в організмі людини зменшується і його температура підвищується. Підвищена вологість повітря при низькій навколишній температурі викликає охолодження організму, так як вологі шкіра і навколишнє повітря більш теплопровідні. **Волога** у приміщення надходить і за рахунок випаровування з відкритої поверхні води (наприклад, це має місце в комунально-побутових підприємствах – лазнях, пральнях тощо).

Людина у стані спокою на протязі однієї години вдихає і видихає в середньому біля 500 л повітря. Під час дихання склад повітря змінюється – воно насичується діоксидом вуглецю. В цехах промислових підприємств повітря забруднюється головним чином шкідливими для здоров'я людини речовинами, які виділяються під час технологічних процесів.

Вміст **шкідливих парів, газів, пилу**, інших речовин не повинен перевищувати гранично-допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі зони обслуговування або робочої зони. Наприклад, для діоксиду вуглецю величина ГДК дорівнює 20 мг/м³.

Розроблені числені методики, згідно з якими можна обрахувати кількість шкідливих речовин, теплоти і вологи, які надходять у приміщення

або у зону обслуговування під час виконання різноманітних технологічних процесів, а також в залежності від призначення будинків і споруд.

1.2.3.2. Повітрообмін у приміщенні. Розрахунковий повітрообмін

Повітрообміном називається часткова або повна заміна повітря, який вміщує шкідливі виділення (теплоту, вологу, забруднюючі речовини), чистим атмосферним повітрям. Кількість повітря, яке надходить або видаляється з приміщення за 1 годину, віднесене до його внутрішнього об'єму, називається **кратністю повітрообміну**. Розрізняють кратності повітрообміну по притоку повітря у приміщення і по його видаленню з нього.

Повітрообмін визначають для кожного з приміщень окремо для холодного і теплого періодів року та перехідних умов:

- 1) для асиміляції надлишків теплоти, що надходить у приміщення;
- 2) те ж, надлишків вологи (водяних парів);
- 3) те ж, забруднюючих речовин;
- 4) згідно з нормативною кратністю повітрообмінів;
- 5) на підставі нормативних питомих витрат повітря 1 людиною, одиницею технологічного устаткування тощо.

Як **розрахунковий повітрообмін** у приміщенні приймають більшу з величин, обчислених для асиміляції шкідливостей і згідно з нормативами на підставі вимог нормативних документів. Це значення використовують для аеродинамічного розрахунку повітропроводів і каналів, а також для вибору вентиляційного устаткування і обладнання.

1.2.3.3. Класифікація систем вентиляції

Повітряне середовище у приміщенні, яке задовольняє вимоги санітарних умов, забезпечується в результаті видалення забрудненого повітря з приміщення і подачі чистого зовнішнього повітря. Відповідно, системи вентиляції поділяються на **витяжні і припливні**.

По способу переміщення повітря розрізняють вентиляцію **природню** (неорганізовану і організовану) і **механічну** (штучну). Під неорганізованою природною вентиляцією розуміють повітрообмін у приміщенні, який відбувається за рахунок різниці тисків зовнішнього і внутрішнього повітря, а також впливу вітру через щілини у зовнішніх огороженнях та відкриті фрамуги вікон і дверей. Такий же повітрообмін, але організований через спеціальні в зовнішніх огороженнях фрамуги, площа отворів яких регулюється, є організованою природною вентиляцією або ще називається **аерацією**. У переважній більшості аерацію застосовують для вентиляції промислових будівель і споруд зі значними тепловиділеннями. Механічною

вентиляцією називається спосіб подачі повітря у приміщення або видалення з нього за допомогою вентилятора. Такий спосіб вентиляції є більш досконалим, так як повітря може бути попередньо спеціально підготовлено (наприклад, припливне – у відношенні чистоти, температури і вологості).

Системи механічної вентиляції, які автоматично підтримують у приміщенні метеорологічні умови на рівні заданих незалежно від зміни зовнішніх параметрів повітряного середовища, а також тепловологісного режиму у приміщенні, називаються **системами кондиціонування повітря**.

По способу організації повітрообміну у приміщенні вентиляція може бути **загальнообмінною, місцевою, змішаною, аварійною, протидимною**. Аналогічно класифікуються і системи вентиляції.

1.2.3.4. Принципова схема вентиляції житлового будинку

В житлових будинках нормується повітрообмін в залежності від призначення приміщень квартири:

- 1) щодо повітря, яке видаляється, м³/год.:
 - а) кухня – в залежності від виду встановленого обладнання: 4-пальникова газова плита – 90, електроплита – 60;
 - б) ванна кімната і санвузол – 25;
 - в) суміщений санвузол – 50;
- 2) щодо повітря, яке подається: житлові кімнати – з розрахунку 3 м³/год. на 1 м² їх площі.

Повітря у приміщення надходить через щілини в зовнішніх огороженнях (в першу чергу, у вікнах), безпосередньо відкриті фрамуги вікон. Згідно з класифікацією це – **неорганізована природня припливна вентиляція**. Видалення повітря відбувається через вентиляційні ґратки, які встановлені в каналах, що проходять у внутрішніх стінах, або в приставних каналах у кухнях, санвузлах, ванних кімнатах. Забруднене повітря по вентиляційному каналу піднімається догори і далі через витяжну шахту надходить в атмосферу. В сучасних будинках вентиляційні канали виготовлюють у вигляді спеціальних блоків – так званих вентиляційних панелей. Кожне приміщення, з якого видаляється повітря, обладнується самостійним каналом. Така система вентиляції носить назву **організованої (канальної) природної витяжної вентиляції**.

Як правило, системи вентиляції житлових будинків в Україні сьогодні не регулюються і, відповідно, їх не автоматизують. Перспективним напрямком є оснащення витяжних систем **індивідуальними (поквартирними) вентустановками** з додатковими функціональними можливостями. Наприклад, це може бути оснащення вентустановки:

1) датчиком вологості – особливо зручно для видалення надлишкової вологи з ванної кімнати, сирого підвалу тощо;

2) таймером, що забезпечує додаткову роботу вентилятора протягом певного проміжка часу після його вимкнення – дуже зручний для застосування в санвузлах;

3) двошвидкісним електродвигуном – вентилятор на низькій швидкості видаляє лише половину від нормативної кількості повітря, а на високу швидкість переключається лише при потребі – включенні газової чи електроплити.

За рахунок цього може бути досягнуте зменшення витрат повітря, а, відповідно, і теплоти для нагрівання припливного повітря, що компенсує те, що видаляється.

Механічна вентиляція

Системи механічної вентиляції використовують для організації повітрообміну в приміщеннях громадських будівель і споруд, промислових об'єктів тощо.

Переваги систем механічної вентиляції порівняно з природними:

1) незалежність від температурних коливань зовнішнього повітря, його тиску і швидкості;

2) можливість переміщати припливне і видаляємо повітря на значну відстань (радіус дії природних систем вентиляції – до 10 м (по горизонталі));

3) можливість надавати повітрю необхідних параметрів (підігрівати або охолоджувати, очищувати, зволожувати або осушувати).

1.2.4. Системи газопостачання

1.2.4.1. Класифікація газопроводів і систем газопостачання

В залежності від максимального робочого тиску газопроводи в населених пунктах поділяють на газопроводи:

1) низького тиску – до 5 кПа (надлишковий тиск)

2) середнього тиску – від 5 кПа до 0.3 МПа;

3) високого тиску II категорії – від 0.3 до 0.6 МПа;

4) високого тиску I категорії – від 0.6 до 1.2 МПа (для газопостачання промислових підприємств окремими газопроводами від ГРС поза межами населеного пункту).

До газопроводів низького тиску підключають житлові і громадські будинки, невеликі комунально-побутові споживачі (максимально-годинна витрата – до 50 м³/год), індивідуальні джерела тепlopостачання. Газопроводи середнього і високого тиску II категорії є джерелами газопостачання великих

комунально-побутових підприємств, джерел централізованого теплопостачання, промислових підприємств на території населеного пункту, мережних газорегуляторних пунктів. Останні є джерелами газопостачання мереж низького тиску.

За числом ступеней тиску у міських газорозподільних мережах системи газопостачання поділяються на дво-, три- і багатоступеневі. Використання тієї чи іншої визначається величиною населеного пункту, плануванням його забудови, розміщенням житлової і промислової зон і витратою газу окремими споживачами. В невеликих населених пунктах застосовують, як правило, двоступеневі системи (газопроводи низького і середнього або високого тисків), в сільській місцевості останнім часом – одноступеневі середнього тиску з використанням домових регуляторів тиску, у великих населених пунктах – три- і багатоступеневі.

Від міських газорозподільних мереж газ подається окремому споживачу по відводу (відгалуженню), тобто по тій частині газопроводу, яка йде розподільної його частини до вимикального пристрою, що встановлюється на ввіді у будинок або на територію підприємства. Такий газопровід називається внутрішньоквартальним. Всередині будинку газопровід від точки вводу до окремого приладу (побутового або промислового агрегату) називається внутрішньобудинковим або внутрішньоцеховим.

Газорегуляторні пункти (ГРП) і установки (ГРУ) необхідні для зниження тиску газу і підтримання його на заданому рівні. ГРП є джерелом живлення, як правило, розподільних міських мереж нижчого ієрархічного рівня, а ГРУ – окремих споживачів. ГРП розміщують в окремих будинках і спорудах, а ГРУ – на стінах або в середині будинків, де є споживачі природного газу.

1.2.4.2. Вимоги до встановлення побутових газових приладів

Для задоволення господарсько-побутових потреб населення, а також потреб у теплопостачанні (наприклад, у поквартирному опаленні) встановлюють такі побутові газові прилади:

- 1) побутові газові плити (дво-, три- і чотирিপальникові, відповідно ПГ-2, ПГ-3, ПГ-4);
- 2) газові водонагрівачі (проточні, наприклад, ВПГ-23, об'ємні – АГВ-120);
- 3) опалювальні котли, наприклад КС-ТГ-16 або апарати (АОГВ-23.2), останні можуть мати можливість задовольняти потреби і у гарячому водопостачанні (АКГВ-23.2).

Останнім часом широко застосовуються побутові прилади і теплогенератори закордонного виробництва. Порівняно з вітчизняними вони

мають дещо кращі експлуатаційні характеристики (наприклад, вище значення коефіцієнту корисної дії), а також кращий дизайн.

Для їх встановлення у приміщенні необхідно забезпечити певні умови:

1) побутові прилади можна встановлювати у кухнях з висотою не менше, ніж 2.2 м, які мають вікно з кватиркою або фрамугою для відкривання, вентиляційний канал для видалення повітря (забезпечення природної каналної витяжної вентиляції);

2) мінімальний об'єм приміщення, а також кількість видаляемого повітря приймають в залежності від виду встановленого обладнання. Наприклад, для ПГ-4 мінімальний об'єм приміщення складає 15 м³, а кількість видаляемого повітря – 90 м³/год;

3) водонагрівачі повинні бути обладнані окремим газоходом, який підключається до свого вертикального димового каналу.

При встановленні побутових газових приладів та індивідуальних теплогенеруючих установок у відповідності з “Правилами...” у топці приладу повинно бути забезпечено розрідження не менше 2 Па, а у приміщенні – повітрообмін не менше 3-кратного.

Розділ 2.

Інженерні мережі та споруди енергопостачання населених пунктів

В структурі енергопостачання населених пунктів України, що історично склалася, переважають централізовані системи:

- 1) водяного теплопостачання: джерела теплоти – ТЕЦ або РОК – у своїй більшості в якості палива використовують природний газ;
- 2) газопостачання природним газом тиском до 0,6 МПа: джерела – ГРС, приєднані до відгалужень магістральних газопроводів;
- 3) електропостачання напругою до 10 кВ: джерела – ТП, забезпечуються струмом, як правило, від АЕС і вугільних ТЕС.

Системи тепло-, газо- та електропостачання населених пунктів України сьогодні є прикладом неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у державі.

До системи теплозабезпечення населених пунктів належать:

- 1) об'єкти генерації теплової енергії (ТЕЦ, ТЕС, АЕС, когенераційні установки, централізовані опалювальні котельні, промислово-опалювальні котельні окремих підприємств, квартирні генератори теплоти, вторинні енергоресурси, відновлювані джерела енергії (ВДЕ));
- 2) об'єкти передачі і розподілу теплової енергії споживачам (магістральні теплові мережі, теплові пункти, місцеві розподільчі мережі, зокрема, розподільчі мережі/системи житлових будинків: опалення, вентиляції і гарячого водопостачання);
- 3) системи управління і регулювання постачання теплової енергії.

Основними споживачами теплової енергії у державі є житлово-комунальний сектор (44 %), промисловість (35 %) та інші галузі економіки (близько 21 %). Основними видами палива для ТЕЦ є: природний газ – 76÷80 %, мазут 15÷18 % та вугілля – 5÷6 %. Для котелень основні види палива: газ – 67 %, тверде паливо (вугілля) – 31 %, рідке паливо – 1,5 %. У структурі собівартості теплової енергії орієнтовно 55 % становить вартість природного газу, 11÷15 % вартість електроенергії та 8 % – води.

Загалом в державі у структурі загального первинного постачання енергії становище природного газу навіть дещо посилюється – з 28,9 % у 2015 р. до 30,2 % у 2035 р.

Теплопостачання населених пунктів України забезпечують 8250 підприємств усіх форм власності, на яких експлуатується 32725 котелень сумарною потужністю 130618,7 Гкал/год. Загальна кількість встановлених котлів – 75831 одиниць, з них 16254 котлів (21,4 %) з терміном експлуатації більше 20 років. Протяжність теплових мереж у двотрубному обчисленні

становить 34625,5 км, з них в аварійному стані перебуває – 5491,4 км.

Частка централізованого опалення у загальній структурі теплопостачання України складає близько 42 %. Водночас централізованою системою теплопостачання забезпечується близько 60 % загальної площі, гарячим водопостачанням – понад 40 % загальної площі житлового фонду України.

Загальна генерація теплової енергії ТЕЦ, котельнями різного призначення, індивідуальними генераторами теплоти та іншим джерелами складає приблизно 230-240 млн. Гкал на рік. За останні роки виробництво теплової енергії зменшувалося у зв'язку із економічною кризою, погіршенням якості опалення та гарячого водопостачання, яке, особливо у літній період року, практично було відсутнім у більшості населених пунктів країни.

Військова агресія російської федерації суттєво зменшила як житловий фонд і, відповідно, потребу в енергетичних ресурсах, так і централізовану генерацію теплової та електричної енергії. Руйнування власного газовидобутку, газотранспортної й газорозподільної систем, особливо у другій половині 2025 р. породили ще одну проблему – забезпечення джерел енергії блакитним паливом, які з часу введення в експлуатацію були орієнтовані на використання у умовах щільної забудови міських населених пунктів природного газу як найбільш екологічного серед усіх інших органічних палив.

Постачання теплової енергії споживачам здійснюється теплогенеруючими, теплотранспортними й теплопостачальними організаціями, які на даний час підпорядковані різним структурам: як загальнодержавним міністерствам (Міністерство розвитку громад і територій, наприклад), так і місцевим органам виконачої влади (регіональні підприємства житлово-комунального господарства), а також іншим відомчим організаціям. Загалом в Україні функціонує 21 обласне і 17 міських об'єднань та підприємств комунальної теплоенергетики.

Тарифи на опалення і гаряче водопостачання у державі визначаються Національною комісією регулювання електроенергетики та житлово-комунальних послуг (НКРЕКП).

Чинна структура централізованих систем теплопостачання України створювалась десятиріччями. Сьогодні вона морально застаріла, а окрім того перебуває на межі фізичного зносу. Також значно ускладнив її стан неконтрольований перехід найбільш платоспроможних абонентів до автономного теплопостачання. Вказані вище реалії у повній мірі стосуються всієї інженерної інфраструктури населених пунктів, зокрема систем електро-

і газопостачання, які знаходяться у комунальній власності, і є, як правило, також збитковими через невідповідність діючих тарифів фактичним витратам щодо надання послуг і втратам при транспортуванні.

Таким чином, постає питання щодо визначення шляхів подальшого розвитку систем інженерного забезпечення населених пунктів України, зокрема, систем теплопостачання. Ще більшої актуальності набуває вказана проблема у зв'язку зі значною залежністю держави від імпортних енергоносіїв.

2.1. Існуюче становище

З підписанням Угоди про асоціацію з Європейським Союзом Україна прийняла на себе зобов'язання щодо імплементації нормативно-правових актів у т.ч. щодо зменшення первинного енергоспоживання, що сприяє впровадженню інноваційних технологій (наприклад, встановленню інтелектуальних систем обліку енергоносіїв), а також зменшенню викидів парникових газів в атмосферне повітря.

Грунтовний аналіз стану систем енергозабезпечення населених пунктів України виконано у роботі [1], а в табл.2.1 відображено деякі основні аспекти, що стосуються інженерних комунікацій.

Таблиця 2.1

Характеристика стану інженерних мереж і споруд на них населених пунктів України [2]

№ з/п	Показник	Система енергопостачання		
		водяна	електрична	газова
1.	Відсоток зносу (потреба в капітальному ремонті чи перекладанні), %	43,0	18,0	10,0
2	Втрати при транспортуванні (% від кількості енергії, що передається)	14,3	19,0	2,8
3.	Перспектива розвитку існуючої мережі для задоволення потреб теплопостачання (без значних капіталовкладень)	-	-	+

Відсутність перспективи розвитку водяних теплових мереж пояснюється значним зносом існуючих систем.

Обмеження пропускної спроможності електричних мереж і споруд на них не дозволить застосовувати їх для задоволення потреб систем теплопостачання. Наприклад, при використанні електроенергії для потреб опалення 5-поверхового 4-секційного 80-квартирного житлового будинку (звичайна, так звана, “хрущовка”) розрахункова електрична потужність збільшиться в 10,3 р., а переріз електрокабелю для кожної з жил зросте у 9,6

р. (з 35 до 240 мм²) [2]. Також, окрім передачі електроенергії територією населеного пункту постають проблеми її виробництва. А сучасний стан електрогенеруючих потужностей та сировинної бази для них залишає бажати кращого [1]. Атомні електростанції при своїй частці у встановлених потужностях, яка дещо перевищує 25 %, виробляють майже 50 % електроенергії в державі. Проте до 2020 р. в Україні вичерпають проектні терміни експлуатації – 30 років – 12 з 15 працюючих енергоблоків [3]. З усіх держав, які розвивають атомну енергетику, лише у США кількість енергоблоків, роботу яких продовжено, перевищує кількість зупинених.

Порівняно з іншими газові мережі мають відносно кращий технічний стан, і втрати при транспортуванні є мінімальними (див. табл.1). Водночас природний газ залишається основним паливом для систем теплопостачання населених пунктів як автономних, так і централізованих. В той же час при влаштуванні будинкової котельні або встановленні квартирних теплогенераторів витрата природного газу в багатоквартирному житловому будинку, характеристика якого вказана вище, проти існуючої збільшиться в 1,4 р., що викличе заміну існуючого газопроводу низького тиску діаметром $d_y=80$ на більший – $d_y=100$ мм.

З метою визначення оптимального з точки зору передачі енергії варіанту проаналізовано декілька можливих способів теплопостачання житлових будинків з різною потребою у тепловій енергії:

- джерело теплоти – районна опалювальна котельня, в будинку влаштовується індивідуальний тепловий пункт, передача теплоти відбувається системою підземних водяних тепломереж, система опалення будинку традиційна, водяна;

- джерело теплоти – автономна водогрійна котельня, підключена до міської газорозподільної мережі, як паливо використовується природний газ низького тиску, система опалення будинку традиційна, водяна;

- джерело енергії – трансформаторний пункт (ТП) житлової групи, приєднаний до міських електричних мереж напругою $U=1$ або 10 кВ, електрокабелі на ділянці “ТП – електрощитова будинку” напругою $U=0,4$ кВ, система опалення будинку електрична напругою $U=220$ В з встановленням електроконвекторів у кожному приміщенні.

Таблиця 2.2

Технічна характеристика інженерних мереж [4]

Показник	Один. виміру	Кількість енергії, кВт		
		100	500	1000
2-трубна замкнута водяна система теплопостачання, прокладання у непрохідних каналах, перепад температур води $T_1/T_2=100/50$ °С				

1. Витрата теплоносія G	т/год.	1,72	8,6	17,2
2. Діаметр труби d_{3xS}	мм	38x2,5	76x3,5	89x3,5
3. Питомі втрати тиску ΔP	Па/м	110	95	75
4. Товщина теплової ізоляції δ	мм	80	90	100
5. Діаметр теплоізольованої труби D_3	мм	200	260	290
6. Ширина смуги землевідводу B	м	1,1	1,1	1,4
7. Об'єм земляних робіт V	м ³ /м	1,7	1,7	1,7
Система газопостачання низького тиску				
1. Витрата природного газу	м ³ /год.	13,2	66,2	132,3
2. Діаметр газопроводу d_{3xS} :				
2.1. Сталевого	мм	57x3	102x3	133x4
2.2. Поліетиленового	мм	63x3,6	110x6,3	125x7,1
3. Питомі втрати тиску ΔP у:				
3.1. Сталевому газопроводі	Па/м	0,75	1,0	0,75
3.2. Поліетиленовому газопроводі	Па/м	0,55	0,65	1,1
4. Ширина смуги землевідводу B	м	0,4	0,4	0,4
5. Об'єм земляних робіт V	м ³ /м	0,4	0,4	0,4
Система електропостачання напругою $U=0,4$ кВ				
1. Розрахунковий струм I	А	151	753	1508
2. Економічна площа перерізу кабелю S	мм ²	94	471	942
3. Кабель АВВГ 4x S_l , де S_l – площа перерізу струмопровідної жили	мм ²	120	185	185

Продовження табл.2

1	2	3	4	5
4. Діаметр електрокабелю D (орієнтовно)	мм	50	60	60
5. Кількість кабелів n	шт.	1	3	6
6. Втрати напруги $\Delta U/U \times 100$, не більше	%	5	5	5
7. Ширина смуги землевідводу B	м	0,4	0,75	1,3
8. Об'єм земляних робіт V	м ³ /м	0,3	0,6	1,0

Примітки. 1. Для систем електропостачання в якості енергії, що передається споживачу, прийнято активну потужність на шинах ТП.

2. Ширина смуги землевідводу – це ширина земельної ділянки, достатня для підземного прокладання інженерних комунікацій.

3. Об'єм земляних робіт визначено за умови мінімальної глибини прокладання інженерних мереж довжиною 1 м.

Щодо розміру витрат, включаючи земляні роботи, в спорудження систем передачі енергії найдешевшим варіантом є мережа газопроводів. Окрім того, системи газопостачання характеризуються меншими втратами енергоносія при транспортуванні по відношенню до інших мереж. Стосовно систем електропостачання як альтернативних газовим, то показник втрат енергії при її передачі перевищує аналогічний для газорозподільних систем

майже у 7 р., обсяг земляних робіт – в середньому у 2 р., проте вартість електрокабелів є нерозмірно більшою порівняно з газопроводами.

Якщо розглядати проблему енергозабезпечення населених пунктів України з погляду кінцевого споживача – житлового будинку, то можна відмітити наступне. Сьогодні житловий фонд України згідно із статистичними даними нараховує 1072,2 млн. м² загальної площі і представлений в основному будинками, спорудженими в 50...80-х роках минулого століття. Теплотехнічні властивості зовнішніх огорожень відповідали тогочасним вимогам нормативних документів, зокрема – вимогам СНиП II-3-79** «Строительная теплотехніка». В той же час вартість енергоносіїв внутрішнього споживання в колиш. СРСР була низькою. Наприклад, ціна природного газу для промисловості і комунальної теплоенергетики становила 28 крб./1000 м³. Наразі ці будівлі відрізняє високий рівень витрат теплоти для опалення (згідно з класифікацією ДБН В.2.6-31 вони відносяться до класу енергоефективності значно нижчою за нормований показник «С») [5].

Частка житла, зведеного в часи незалежності, не перевищує 5 % (з певними допущеннями його можна вважати енергоефективним). При використанні розподілу території України на температурні зони більше половини від загальної кількості будівель розташовано у найхолоднішій – першій.

Енергетична стратегія розвитку України [6] хоча і встановлює зменшення енергоемності економіки України, але при цьому пріоритетним визначає розвиток традиційної енергетики, що орієнтована на споживання викопних видів палива. У той же час результати досліджень [7] показують, що впровадження енергоефективних заходів в існуючих житлових будинках, а саме:

- теплова ізоляція зовнішніх огорожень;
 - встановлення енергоефективного інженерного обладнання систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання тощо;
 - автоматизація роботи вказаних систем
- дозволить зменшити майже на 60 % загальне споживання енергії, а, відповідно, і витрати в реконструкцію міських інженерних мереж та споруд на них.

Лише після цього головним завданням стає розвиток технологій альтернативної і відновлюваної енергетики.

Таким чином, в основу розвитку тепlopостачання населених пунктів України мають бути покладені взаємопов'язані комплексні заходи, які передбачають істотне скорочення споживання викопних паливо-

енергетичних ресурсів за рахунок підвищення ефективності їх використання та заміщення альтернативними і поновлюваними видами палива. Поряд з централізованими системами наберуть широкого вжитку і індивідуальні: на рівні мікрорайону, житлової групи або окремого будинку чи квартири. Природний газ залишиться основним енергоносієм систем теплопостачання по меншій мірі у міських населених пунктах України.

На сьогодні у системі теплозабезпечення країни накопичилось значна кількість серйозних проблем, починаючи від технічного стану генерації тепла та його розподільчих мереж, неефективного його споживання і закінчуючи проблемами фінансового забезпечення, особливо гострими з яких є проблема інвестицій, тарифного регулювання та оплати за спожиту теплову енергію. Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) країни обігрівують понад 25 міст України. Найбільші з них — Київська ТЕЦ-5, Дарницька (Київ), Київська ТЕЦ-6, Харківська ТЕЦ-5, Одеська, Калуська, Краматорська та ін.

Більшість ТЕЦ були введені в дію в період 1950÷1980 років минулого століття. За цей час істотно змінилися не тільки технології виробництва, а й попит на теплову енергію в регіонах їх розміщення. Традиційно в Україні процент споживачів, які охоплені централізованим теплопостачанням, є досить високим. Це пояснюється тим, що, на відміну від країн Західної Європи, значна частина українських побутових споживачів теплової енергії сконцентрована у компактних районах, у багатоквартирних будинках, значні обсяги теплової енергії споживаються промисловими підприємствами. Як відомо, ефективною для ТЕЦ є подача тепла на відстань не більше 10÷12 км. Останнім часом роздрібні поставщики газу стимулюють встановлення побутовими споживачами індивідуальних опалювальних систем, відбираючи тим самим ринок у ТЕЦ. Одночасно проявляється тенденція, яка пов'язана з скороченням споживання теплової енергії. Враховуючи, що частка ТЕЦ у покритті теплових навантажень в Україні є відносно невисокою (становить приблизно 25 %), така ситуація не сприяє фінансовій стабілізації ТЕЦ. Для порівняння, у Фінляндії, Данії та Німеччині, когенерація забезпечує вироблення 75÷80 % теплової енергії для централізованого теплопостачання, а котельні, що виробляють лише тепло, використовуються виключно для покриття пікового навантаження.

2.2. Перспективи розвитку систем енергопостачання

Житлово-комунальний сектор — значний споживач паливно-енергетичних ресурсів. Соціальна спрямованість державної політики України, популізм в недалекому минулому щодо тарифної політики

спричинили надлишкові витрати для генерації енергії, понаднормові втрати при її транспортуванні та розподілі, неефективне використання при експлуатації інженерних систем будівель і споруд.

Збільшення вартості енергоресурсів спонукає як окремих мешканців житлових будинків, так і державу загалом впроваджувати заходи як з енергозбереження, так і з підвищення енергоефективності будівель і споруд.

В Україні розроблена законодавча база та прийняті нормативно-правові документи, гармонізовані з європейськими директивами і стандартами, щодо зменшення первинного енергоспоживання, що сприяє поширенню інноваційних технологій, а також зменшенню викидів парникових газів в атмосферне повітря. Наприклад в Законі України «Про енергоефективність будівель» [8] встановлено пріоритетність заходів із забезпечення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей протягом нормативного строку експлуатації будівлі при нормативно допустимому рівні витрат енергії [5].

Аналіз рішень з практичного реалізації вказаних заходів, особливо в умовах децентралізації державного управління, засвідчує майже цілковите недотримання вказаної послідовності. Серед основних (які на перший погляд дають економію коштів) для потреб теплопостачання населених пунктів слід відзначити:

- 1) заміну традиційного палива – природного газу – альтернативним, як правило, місцевим – торфом, вугіллям, брикетами шихти/деревини тощо;
- 2) використання електроенергії, переважна більшість якої генерується атомними електростанціями.

Фізико-хімічні властивості деяких палив подано нижче:

1) природний газ:

а) нижча теплота спалювання $Q_p^H = 34$ МДж/м³;

б) густина $\rho = 0,73$ кг/м³;

2) торф:

а) нижча теплота спалювання $Q_p^H = 10,8$ МДж/кг;

б) зольність палива в робочому стані $A^r = 12.5$ %;

в) вміст сірки в паливі в робочому стані $S^r = 0,3$ %;

г) вологість палива в робочому стані $W^r = 50$ %;

Проаналізовано заходи щодо підвищення енергоефективності мікрорайону існуючої багатоповерхової житлової забудови населеного пункту, який знаходиться у I температурній зоні України. Усі будинки – однакові, 4-секційні, 5-поверхові, на 80 квартир кожний, побудовані за типовими проектами у 70-і роки минулого століття. Джерелом теплоти є опалювальна котельня з якісним регулюванням теплових потоків. В якості

палива використовується природний газ. Індивідуальні теплові пункти за залежною схемою, як правило, за допомогою елеваторних вузлів підключені до міських теплових мереж зі сталевих труб, прокладених у непрохідних каналах. Система теплопостачання була розрахована на дотримання температурного графіка $T_1/T_2 = 150/70$ °С. Наразі зазначений температурний графік не дотримується – у кращому разі – це $T_1/T_2 = 100/50$ °С. Відповідно, тепла мережа не в змозі забезпечити передачу необхідної кількості теплоти. І як наслідок у житлових приміщеннях не дотримується нормовані параметри повітряного середовища.

У зв'язку з частковим недотриманням розрахункової температури повітря – $t = 20$ °С – у приміщеннях будинку протягом опалювального періоду (внаслідок недотримання графіку температур у тепловій мережі при якісному регулюванні тепловіддачі) фактичне питоме споживання теплоти для потреб опалення 1 м^2 загальної площі не перевищує 100 Вт/м^2 . Відповідно, тепла потужність системи опалення становить $Q_0 = 500 \text{ кВт}$.

З урахуванням усіх можливих втрат на шляху на шляху транспортування теплоносія «джерело теплоти – окремий опалювальний прилад» витрата первинного палива – природного газу з $Q_p^H = 34 \text{ МДж/м}^3$ – протягом опалювального періоду складає $221,1 \text{ тис.м}^3$, що в реальних цінах становить $1,77 \text{ млн. грн}$.

При заміні природного газу місцевим паливом, наприклад, торфом джерело теплоти додатково слід обладнати:

- 1) котлоагрегатами, призначеними для його спалювання;
- 2) пилогазоочисним устаткуванням для зменшення викидів забруднюючих речовин (в першу чергу золи) в атмосферне повітря.

Окрім того, площа земельної ділянки для розміщення джерела теплоти з використанням в якості палива природного газу є найменшою у порівнянні з будь-якими іншими видами палив [9]. Тобто, в умовах щільної міської забудови може виникати проблема щодо розміщення на території існуючої котельні паливних складів і золовідвалів, що викличе в свою чергу збільшення розмірів санітарно-захисної зони та її можливе «накладання» на зону прилеглої житлової забудови.

У табл.2.3 подано результати розрахунку витрат основного і альтернативного палив без зміни теплової потужності котельні (на прикладі опалення одного будинку). Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря визначені розрахунковим шляхом у відповідності з методикою [10].

Аналіз даних, наведених у табл.2.3, показує, що при відмові від використання природного газу для потреб теплопостачання і його заміні місцевим паливом можна досягти економії коштів приблизно 2000 грн . на

кВт необхідної потужності системи опалення за опалювальний період. Проте, водночас збільшуються викиди забруднюючих речовин, у т.ч. і парникових газів в атмосферне повітря майже у 2 р.

Таблиця 2.3

Характеристика джерела теплоти при зміні виду палива [11]

№ з/п	Показник	Один. виміру	Вид палива	
			газ	торф
1.	Теплова потужність системи опалення будинку	кВт	500	500
2.	Витрата первинного палива:			
2.1	Максимально-годинна	м ³ /год.	103,0	
		кг/год.		333,3
2.2	Протягом опалювального періоду	млн.м ³	0,221	
		т		714,0
3.	Вартість палива (за опалювальний період)	млн.грн	1,77	0,71
4.	Викиди забруднюючих речовин (за опалювальний період), у т.ч.:	т	2,471	5,044
4.1	Оксид вуглецю	т	1,870	3,740
4.2	Оксиди азоту (в перерахунку на NO ₂)	т	0,601	1,234
4.3	Летюча зола	т	-	0,034
4.4	Оксиди сірки (в перерахунку на SO ₂)	т	-	0,036

Виконавши додаткове утеплення зовнішніх огорожень житлового будинку у відповідності з вимогами [5, 8] можна досягти зменшення теплової потужності системи опалення майже у 2,5 р. і, відповідно, зменшення витрати первинного палива.

Таблиця 2.4

Характеристика джерела теплоти після термомодернізації зовнішньої оболонки будинку [11]

№ з/п	Показник	Один. виміру	Вид палива	
			газ	газ
1	2	3	4	5
1.	Теплова потужність системи опалення будинку	кВт	500	200
2.	Витрата теплоносія	т/год.	5,375	3,44
3.	Діаметр труби	мм	57x3	57x3
4.	Питома втрата тиску на тертя	Па/м	250	110
5.	Швидкість руху теплоносія	м/с	0,8	0,5
6.	Витрата первинного палива:			
6.1	Максимально-годинна	м ³ /год.	103,0	41,0
6.2	Протягом опалювального періоду	млн.м ³	0,221	0,088
7.	Вартість палива (за опалювальний період)	млн.грн	1,77	0,71

8.	Викиди забруднюючих речовин (за опалювальний період), у т.ч.:	т	2,471	0,988
8.1	Оксид вуглецю	т	1,870	0,748
8.2	Оксиди азоту (в перерахунку на NO ₂)	т	0,601	0,240
8.3	Летюча зола	т	-	-
8.4	Оксиди сірки (в перерахунку на SO ₂)	т	-	-

При зменшенні теплових навантажень зменшуються в кінцевому випадку і витрати електроенергії для транспортування теплоносія – для умов задачі, що розглядається, за рахунок зменшення питомих втрат тиску на тертя з 250 до 110 Па/м (при незмінному діаметрі трубопроводу теплової мережі). В загальному випадку можливе суттєве зниження як матеріалоемності систем централізованого теплопостачання (при зменшенні діаметрів труб на 1...2 калібри за рахунок зменшення витрат теплоносія), так і втрат теплоти при транспортуванні від джерела до споживача.

Вартість природного газу для потреб опалення окремого житлового будинку після виконання термомодернізації його зовнішньої оболонки стає співрозмірною з вартістю альтернативного палива, а викиди забруднюючих речовин в атмосферу зменшуються приблизно у 5 р. (0,988 і 5,044 т за опалювальний період відповідно).

Першочергові заходи зі встановлення в котельнях водогрійних котлів для використання в якості палива місцевих альтернативних, наприклад, торфу дають лише економію коштів (за рахунок різниці цін природного газу і альтернативних палив), а не сприяють підвищенню енергоефективності та енергозбереженню в житлово-комунальному господарстві. Водночас не вирішується інша головна проблема – зниження викидів забруднюючих речовин і зокрема парникових газів в атмосферне повітря.

Виконані розрахунки показують, що для підвищення енергоефективності існуючих житлових будинків та систем централізованого теплопостачання населених пунктів може бути рекомендована наступна пріоритетність таких заходів:

- 1) термомодернізація зовнішньої оболонки будинків (витрати теплоти для потреб опалення зменшуються не менше, чим у 2,5 р.);
- 2) заміна трубопроводів теплових мереж (знижуються матеріалоемність систем (до 10 %) і втрати теплоти при її транспортуванні (в середньому на 20... 25 %));
- 3) реконструкція інженерних систем будинків з метою управління тепловими потоками та обліку фактично спожитої теплоти;

4) заміна існуючих теплогенеруючих установок на котли з більш високими еколого-теплотехнічними характеристиками, що споживають як природний газ, так і палива органічного походження.

Реалізація вказаних заходів зможе дозволити залишити в якості основного органічного палива для потреб тепlopостачання населених пунктів України найбільш екологічне – природний газ, тим більш, що розвідані запаси дозволяють збільшити його видобуток і повністю відмовитись від закупівель закордоном.

Реалізація першочергових заходів Енергетичної стратегії України на період до 2035 р. [6] виявила певні диспропорції в основних її аспектах, наприклад, щодо цінової політики. Для потреб енергопостачання населених пунктів пріоритетними є два енергоносії – природний газ та електричний струм. За надані послуги з газо-, тепло- та електропостачання мешканцям житлових будинків запроваджено ринкові або т.зв. економічно обґрунтовані ціни.

Згідно з положеннями Стратегії [6] у 2035 р. частка відновлювальної енергетики повинна становити не менше 25 % у структурі енергетичного балансу держави. В Україні, як загалом у всьому світі, її розвитку надані значні преференції. Наприклад, при генерації електроенергії з поміж усіх джерел найвищий тариф отримують сонячні електростанції (СЕС) – 15 євроцентів/кВт-год. (для СЕС, запущених у 2019 р.). Загалом для «зеленої» енергетики він гарантований до 2030 р. [12] і прив'язаний до курсу європейської валюти та є одним з найбільших у Європі. У той же час на першу половину 2019 р. оптові ціни на електроенергію, вироблену на АЕС (частка в генерації у 2018 р. – 54,33 %), склали 0,56 грн. (2 євроценти) , а для ТЕС (частка – майже 36 %) – 2,00 грн. (7 євроцентів) за 1 кВт-год. [13]. Причому, остання ціна є чи не найвищою серед аналогічних у світі. З введенням в Україні з 1 липня 2019 р. ринку електроенергії [14] вартість електроенергії, виробленої АЕС, збільшилась приблизно на 25 % при одночасному зниженні тарифів на електроенергію «теплової генерації» на 12 %.

Таблиця 2.5

Норми витрат на місяць та вартість реалізації послуг з електро-, тепло- та газопостачання для населення у м. Києві станом на 1.09.2019 р. [15, 16]

№ з/п	Характеристика послуги	Один. виміру	Вартість послуги:	
			грн.	євроцент
1.	Газопостачання	1000 м ³	6166,77	224,2*
		кВт-год.	0,71	2,6
	- індивідуальне газове опалення на 1 місяць для 1 м ² опалюваної площі	11 м ³ /м ²	67,83	2,47*

2.	Електропостачання при споживанні:			
	- до 100 кВт-год./місяць	кВт-год.	0,90	3,27
	- більше 100 кВт-год./місяць	кВт-год.	1,68	6,11
3.	Електропостачання для потреб опалення при споживанні:			
	- до 3000 кВт-год./місяць	кВт-год.	0,90	3,27
	-більше 3000 кВт-год./місяць	кВт-год.	1,68	6,11
4.	Теплопостачання централізоване	Гкал	1611,58	58,6*
		кВт-год.	1,39	5,05

Примітка.* Вартість послуги вказана в EUR (курс 27,5 грн./ EUR).

Стосовно теплопостачання будівель і споруд в Законі України «Про енергетичну ефективність будівель» [8] встановлено пріоритетність заходів із забезпечення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей протягом нормативного строку експлуатації будівлі при нормативно допустимому рівні витрат енергії. Першочерговими завданнями є зменшення споживання енергії за рахунок термомодернізації зовнішньої оболонки будівлі, автоматизації процесів регулювання відпуску теплоти, облік спожитих енергоресурсів тощо. Використання альтернативних палив слід розглядати лише після виконання вище вказаних заходів.

Критерієм порівняння різноманітних палив прийнято вартість 1 кВт-год. енергії, що може бути отримана при їх згорянні в теплогенеруючих установках.

Таблиця 2.6

Питома вартість енергії палива [17,18]

№ з/п	Паливо	Теплота згорання		Вартість		
		МДж/кг	кВт-год./кг	грн./т євро/т	палива	енергії
					грн./кВт-год. євроцент/кВт-год.	
1.	Природний газ	49,10	13,64	9153/333	0,67/2,44	0,73/2,65
2.	Вугілля марки ГР	20,47	5,68	3500/127	0,62/2,25	0,89/3,24
3.	Торфобрикет	14,95	4,15	2700/98	0,65/2,36	0,87/3,16
4.	Брикет з лущиння соняха	19,13	5,32	3500/127	0,66/2,40	0,78/2,83
5.	Брикет із соломи	15,70	4,36	4300/156	0,99/3,60	1,16/4,22
6.	Брикет із дуба	19,35	5,38	4700/171	0,87/3,16	1,02/3,71

Аналіз даних, наведених у табл.2.6, демонструє безальтернативність та пріоритетність використання природного газу для потреб енергопостачання населених пунктів, приймаючи в якості критерію порівняння вартість енергії. Розгляд екологічних аспектів застосування традиційних та альтернативних палив також дає подібну картину (табл.2.7).

У сільській місцевості, перетворивши відходи сільськогосподарського виробництва та обробки деревини як вторинну сировину в якісне біопаливо, доцільно запроваджувати заміну традиційного природного газу альтернативним паливом. У міських населених пунктах за рахунок реалізації заходів з підвищення енергоефективності існуючих будівель і споруд можливе зменшення споживання традиційного природного газу, а зекономлені кошти можуть бути спрямовані на їх термомодернізацію. Це дозволить залишити в якості основного органічного палива для потреб централізованого теплопостачання найбільш екологічне – природний газ.

Таблиця 2.7

Порівняльний аналіз використання альтернативних палив для потреб теплопостачання (у частках до природного газу) [17, 18]

Показник	Паливо					
	деревина	солома	лушпиння	торф	газ	вугілля
1	4	5	6	7	8	9
А. Викиди забруднюювальних речовин (ЗР)						
1. Оксиди азоту	1,839	1,841	1,844	1,849	1,0	4,541
2. Оксиди сірки*	-	1,0	1,316	2,756	-	23,277
3. Оксид вуглецю	10,994	11,006	11,025	11,056	1,0	11,039
4. Тверді частки**	1,0	5,055	2,213	21,993	-	49,458
5. Разом ЗР	6,754	19,106	13,678	63,069	1,0	192,28
Б. Викиди парникових газів (ПГ)						
6. Діоксид вуглецю	2,776	2,627	2,149	2,471	1,0	3,341
7. Метан	1,571	1,571	1,571	1,571	1,0	1,571
8. Оксид діазоту	23,0	23,0	23,0	23,0	1,0	23,0
9. Разом ПГ	2,776	2,627	2,149	2,471	1,0	3,341
10. Всього ЗР+ПГ	2,780	2,664	2,161	2,532	1,0	3,660

Примітки. *При порівнянні викидів в атмосферне повітря сірчистого ангідриду за основу взято викиди при використанні соломи (для природного газу і деревини з твердих порід даний інгредієнт відсутній).

** Для викидів твердих часток в якості еталонного палива прийнято деревину, так як при використанні природного газу в навколишнє середовище цей інгредієнт не надходить.

Впровадженню нових технологій в енергетичне виробництво з мінімальним впливом на навколишнє середовище сприятимуть ефективні схеми торгівлі викидами, зелені сертифікати та спеціальні тарифи, що слід опрацювати в спеціальних програмах та заходах з реалізації Енергетичної стратегії. Особливу необхідно приділити формуванню громадської думки щодо економії енергоресурсів та підтримки екологічно прийняттого розвитку енергетики країни, яка має стимулювати органи законодавчої та виконавчої влади до прийняття та реалізації відповідних рішень.

Література

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. – Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р., №145-р. – URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-p> (дата звернення: 23.10.2025).
2. Предун К.М. Деякі аспекти реконструкції систем інженерного забезпечення житлових будинків // Енергозбереження в будівництві та архітектурі: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2011. – Вип.1. – с.115...119.
3. Хмара Д.О. Проблеми продовження терміну експлуатації ядерних реакторів на українських АЕС // Нова тема. – 2010. – №2. – с.20...23.
4. Предун К.М. Вибір і обґрунтування способів передачі енергії для систем інженерного забезпечення населених пунктів України. – Енергозбереження в будівництві та архітектурі: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2011. – Вип.1. – С.115-119.
5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 23 с.
6. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. – URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=24523408 (дата звернення: 23.10.2025).
7. Колесник Є.С. Потенціал енергозбереження в житловому фонді України // Энергосбережение. – 2011. – №11. – с. 6...9.
8. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель». – 2118-VII. – К.: ВВР, 2017, №3, с.5, стаття 359.
9. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 177 с. URL: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?iddoc=83211> (дата звернення: 23.10.2025).
10. ГДК 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. – К.: Вид-цтво «КВІЦ», 2002. – 29 с.
11. Предун К.М. Підвищення енергоефективності існуючого житлового фонду України. - Містобудування і територіальне планування: наук.-техн. збірник / головн. ред. М.М.Осетрін. – К., КНУБА, 2017. – Вип. 65. – С.462-466.
12. Закон України «Про альтернативні джерела енергії». – [№ 2755-VIII від 11.07.2019.](http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555-15) – URL: <https://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення: 23.10.2025).
13. Структура генерації та ціни електроенергії. – URL: <https://www.google.com/search?q=%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%A3%D0>

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19> (дата звернення: 23.10.2025).

14. Закон України «Про ринок електричної енергії». №2712-VIII від 25.04.2019. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19> (дата звернення: 23.10.2025).

15. Ціна на газ для побутових споживачів – URL: <https://energy.kyivgaz.ua/ofitsijna-informatsiya/tsini-ta-tarifi-na-gaz.html> (дата звернення: 23.10.2025).

16. Тарифи. КИЇВЕНЕРГО. – URL: – Режим доступу: https://kyivenergo.ua/dtek_kem_home/tarifi_home (дата звернення: 23.10.2025).

17. Predun K.M. Modernization of applied organizational and technological solutions in design and use of modern heating systems /K. M. Predun, O. M. Shevchuk, Y. Y. Franchuk. – Innovative Solutions In Modern Science, № 2(29), 2019. – p. 62...77.

18. Предун К.М. Екологічні аспекти використання альтернативних палив для потреб тепlopостачання населених пунктів України / **К.М. Предун** // Управління розвитком складних систем: збірн. наук. праць. – К.: КНУБА, 2018. – Вип. 33. – С.179-184.

Розділ 3.

Системи енергопостачання

У повсякденному житті використовується три види енергії: тепла, механічна та електрична. На пршому місці фігурує тепла енергія, на частку якої приходиться близько 75 % від усієї кількості споживаної енергії. Це витрати теплоти на технологічні потреби промислових та інших підприємств, потреби у теплопостачанні житлових і громадських будівель. На частку механічної енергії, яка використовується для приводу стаціонарних і транспортних установок, припадає 24 % обсягу споживаної енергії. Решта – 1 % - це частка електричної енергії у її не перетвореній формі.

Тільки 42 з 419 проєктів будівництва багатоквартирних житлових комплексів, розпочатих в Україні у 2024–2025 роках, передбачають підключення до систем централізованого теплопостачання.

Останніми роками девелопери пропонують майбутнім мешканцям різні варіанти енергетичної свободи. Лідером загалом у держави є індивідуальне опалення (автономне поквартирне з влаштування власної теплогенеруючої установки) у кожній квартирі житлового багатоквартирного будинку: його пропонують 293 проєкти.

Автономне теплопостачання з влаштування власної водогрійної котельні в будинку передбачено у 63 проєктах. Є й комбіновані рішення — автономне в будинку та індивідуальне у квартирі (7 проєктів) і централізоване з індивідуальним у квартирі (1 проєкт). Ще в 14 проєктах девелопери не повідомили про технологію опалення.

Щодо регіональних особливостей. Відносно вагома частина проєктів із центральним опаленням представлена у Києві: це 5 із 23 розпочатих у 2024–2025 роках новобудовах. Автономне теплопостачання (у будинку) запроєктовано в дев'яти проєктах столиці, індивідуальне (поквартирне) – семи. Два проєкти не повідомили про обрані рішення.

У Київській області лідером є індивідуальне опалення: його пропонують у 29 із 43 проєктів, централізоване опалення запроєктоване в семи проєктах, автономне – у п'яти, комбіноване – в одному. Ще про один із проєктів немає даних.

У Львівській області цей тренд ще більш виражений. Індивідуальне (у квартирі) передбачено 98 проєктами з розпочатих 115, автономне – у восьми, автономне +індивідуальне – у двох, централізоване – тільки в одному. Девелопери шести проєктів не вказали обраного рішення.

В Івано-Франківській області централізоване опалення передбачено тільки у 2 із 43 проєктів. Також у лідерах індивідуальне теплопостачання – у квартирах 25 житлових комплексів, автономне – у 14 будинках. У двох проєктах не вказані проєктні рішення.

Раніше повідомлялося, що в разі критичного пошкодження російськими агресорами ключових ТЕЦ великі міста України можуть залишитися без опалення на кілька днів або навіть тижнів.

3.1. Автономні системи. Переваги і недоліки

Останнім часом дедалі більшого поширення набувають системи децентралізованого теплопостачання будинків і споруд, у т.ч. житлових і громадських. При цьому:

- 1) зменшуються непродуктивні втрати теплоти у магістральних мережах від РОК чи ТЕЦ до споживача;
- 2) системи краще піддаються регулюванню.

Внаслідок цього вартість теплової енергії стає не менше, ніж у 2 рази дешевше за ту, яка вироблена на джерелах централізованого теплопостачання.

В системах децентралізованого теплопостачання джерело теплоти і споживачі знаходяться в межах одного будинку чи його частини. В якості джерела теплоти в таких системах дозволено використовувати автоматизовані водогрійні котельні установки, що працюють на природному газі, малогабаритні газові водонагрівачі, модулі, які складаються з газових проточних водонагрівачів (блочних котлів) з малою питомою масою (далі за текстом – автономні теплогенератори), які працюють, як правило, без постійного перебування обслуговуючого персоналу. В усіх випадках максимальна **температура води на виході** з теплогенератора не повинна перевищувати 115 °С.

Теплогенератори дозволено розміщувати на плоских покрівлях і в горищних приміщеннях житлових, громадських та виробничих будівель і споруд (це “так звані” дахові котельні) висотою не більше 30 м включно (для будівель з більшою висотою доцільність влаштування дахової котельні вирішується в кожному окремому випадку регіональними органами Пожежного нагляду МВС України), в прибудовах до житлових будинків та у вбудованих приміщеннях громадських будівель і споруд.

Максимальна сумарна **теплова потужність** теплогенераторів визначається умовами їх встановлення:

- 1) на плоских дахах, горищах – до 3,75 МВт;

2) у прибудованих і вбудованих приміщеннях – до 1,25 МВт.

Не допускається розміщення дахових котелень безпосередньо над приміщеннями громадського призначення з масовим перебуванням людей. Це, наприклад, глядацька зала театру, аудиторія навчального закладу тощо.

В загальному випадку система автоматизації теплогенераторів при експлуатації котельні без постійного перебування обслуговуючого персоналу повинна відповідати вимогам “Правил безпеки систем газопостачання”. Робота таких теплогенераторів допускається за умови:

1) розміщення газовикористовуючого і допоміжного обладнання у відокремлених приміщеннях, обладнаних охоронною (проти несанкціонованого доступу сторонніх) і пожежною сигналізаціями і аварійним вибухозахищеним освітленням, з ввімкненням його поза приміщенням;

2) оснащення газовикористовуючих установок системами автоматизації, які забезпечили б їх безаварійну роботу, протиаварійний захист, відключення подачі газу на установку при загазованості приміщення (при досягненні загазованості приміщення 20 % від нижньої межі займистості природного газу, тобто при наявності в об’ємі приміщення 1 % природного газу), при пожежі у приміщенні і вимкнення електропостачання;

3) виводу сигналів про загазованість приміщення і спрацювання захистів на диспетчерський пункт або в приміщення з постійним перебуванням чергового персоналу;

4) наявності в оперативному підпорядкуванні у диспетчера чергового персоналу, здатного до виконання робіт з аварійної зупинки обладнання.

Експлуатація теплогенераторів, які встановлено у приміщеннях житлових чи громадських будинків, без обслуговуючого персоналу не допускається.

Котельні установки мають бути обладнані системою замірів параметрів, які забезпечують безпечне проведення технологічного процесу спалювання природного газу і **умови вибухобезпеки**, а саме:

1) тиск газу в газопроводі до і після регулювального клапана (регулятора тиску газу);

2) розрідження (теплогенератор оснащений димосом для видалення продуктів спалювання газу або вертикальна ділянка димаря створює достатній перепад тиску і встановлювати димосос немає необхідності) або тиск газу у верхній частині топки (теплогенератор обладнаний т.зв. “вентиляторним пальником”, що забезпечує примусову подачу повітря для утворення газоповітряної суміші).

Технологічні захисти теплогенератора передбачені в його конструкції і забезпечуються автоматикою, що поставляється, як правило, комплектно з ним. В загальному випадку повинно бути гарантовано:

- 1) зупинку котла чи іншого апарату з відключенням подачі газу при:
 - а) погасанні полум'я у топці;
 - б) відключенні димососів (для теплогенераторів, газовідвідний тракт яких оснащений ними);
 - в) відключенні дуттьових вентиляторів (при їх наявності);
 - г) зниженні тиску газу після регулятора тиску газу нижче заданного значення;
- 2) відключення подачі газу на пальник, обладнаний запобіжними клапанами, при незапаленні чи погасанні факела цього пальника;
- 3) відключення подачі газу на теплогенератор при:
 - а) незапаленні або погасанні факела розпалювального пальника в процесі розпалювання газовикористовуючого устаткування;
 - б) зниженні тиску газу після регулятора тиску газу нижче заданного значення.

Приміщення, в яких встановлюються агрегати, що використовують природний газ, необхідно оснащувати сигналізаторами на загазованість цих приміщень. Також у них слід влаштовувати легкоскидні конструкції площею з розрахунку 5 % від загального об'єму приміщення. Як правило, цю роль виконують вікна з одинарним склінням.

Газове устаткування для теплопостачання можна встановлювати як у кухнях, так і в окремих нежитлових приміщеннях. В одному приміщенні можна розміщувати не більше двох однотипних приладів: ємкісних водонагрівачів, малометражних опалювальних котлів або інших апаратів. В протилежному випадку слід збільшити теплову потужність кожно-го з них. При розміщенні у кухні двох різнотипних приладів – газової плити і проточного водонагрівача типу ВПГ об'єм приміщення слід приймати як для кухні, в якій знаходиться лише плита з аналогічною кількістю газових пальників.

Вимоги до встановлення іншого опалювального обладнання визначаються в залежності від його **теплової потужності**. Опалювальні конвектори дозволено використовувати для опалення різноманітних приміщень. При цьому в житловій кімнаті їх теплова потужність не повинна перевищувати 7,5 кВт. Опалювальні прилади і котли потужністю до 30 кВт можна розміщувати як у кухнях поряд з іншими побутовими газовими приладами (при цьому об'єм приміщення необхідно збільшити на 6 м³), так і в

окремих приміщеннях об'ємом не менше $7,5 \text{ м}^3$ з дотриманням усіх вимог щодо встановлення побутових газових приладів.

А газове опалювальне обладнання тепловою потужністю від 30 до 200 кВт слід встановлювати лише в окремих нежитлових вбудованих або прибудованих до житлових будинків приміщеннях, які відповідають таким вимогам:

- 1) висота приміщення – не менше 2,5 м;
- 2) наявна природна загальнообмінна вентиляція: а) видалення повітря – трикратне від об'єму приміщення за годину; б) приплив повітря – компенсація витяжки і компенсація кількості повітря, що необхідне для спалювання природного газу;
- 3) об'єм приміщення (в залежності від теплової потужності обладнання): а) від 30 до 60 кВт – $13,5$; б) від 30 до 200 кВт – не менше 15 м^3 ;
- 4) наявне природне освітлення з розрахунку $0,03 \text{ м}^2$ на 1 м^3 об'єму приміщення (при виникненні вибухонебезпечних ситуацій вікна виконуватимуть роль легкоскридних конструкцій, що перешкоджатиме руйнуванню споруди в цілому).

Остання вимога повинна виконуватись і при розміщенні опалювального устаткування в підвальних приміщеннях індивідуальних житлових будинків. А у підвальних і цокольних поверхах громадських будинків і прибудовах до них заборонено встановлювати газові теплогенеруючі установки потужністю до 200 кВт.

Для подачі повітря у приміщення, де розміщуються газові прилади і опалювальні апарати з організованим відведенням продуктів спалювання, необхідно передбачати:

- 1) у нижній частині дверей чи стіни, що виходять у суміжне нежитлове приміщення, решітку або зазор між дверима і підлогою (у вбудовані приміщення громадських будинків з газовим обладнанням заборонено надходження повітря з сусідніх приміщень, в яких знаходяться легкозаймисті і корозійноактивні речовини);
- 2) у зовнішній стіні – решітку.

Розмір припливних пристроїв визначається тепловою потужністю газового устаткування і повинен бути не меншим, відповідно, $0,02 \text{ м}^2$ – для кухонь, в яких встановлені газова плита, проточний водонагрівач і опалювальний апарат загальною потужністю до 30 кВт, і $0,025 \text{ м}^2$ – для окремих приміщень з опалювальними апаратами тепловою потужністю більше 30 кВт.

З метою безпечної експлуатації побутових газових приладів і опалювальних апаратів у приміщеннях житлових будинків вимогами ДБН

В.2.5-20 і “Правил... слід передбачати встановлення **квартирних сигналізаторів** для контролю мікроконцентрацій чадного газу (0.005 % об’ємних CO) і довибухових концентрацій метану (20 % від нижчої концентраційної межі спалаху) з виводом на індивідуальну попереджувальну сигналізацію. Аналогічні сигналізатори необхідно розміщувати у підвалах, цокольних та перших поверхах всіх газифікованих житлових (окрім індивідуальних) та громадських будинків, у т.ч. і у приміщеннях громадських будинків, в яких дозволено використання газу (розміщено газове обладнання), з виходом на колективну попереджувальну сигналізацію і на об’єднану диспетчерську службу. Всі приміщення громадських будинків, в яких встановлено газове обладнання, також повинні бути оснащені первинними засобами пожежогасіння, наприклад, порошковими вогнегасниками типу ОП-5Б.

Конструкція димової труби повинна забезпечувати відведення продуктів спалювання газу з температурою в усті, яка є не меншою за т.зв. “температуру точки роси”, що складає 50...70 °С. Це перешкоджатиме утворенню конденсату на стінках труби, який в холодний період року при зупинці теплогенератора може обмерзати і в кінцевому випадку привести до повної закупорки димаря. Відсутність тяги спричинить аварійну зупинку котла.

3.2. Центральні системи. Переваги і недоліки

Джерело теплоти (як правило, на базі водогрійних котлів) і споживачі (житлові і громадські будинки, будівлі і споруди іншого призначення) знаходяться на значній відстані один від одного, а теплова енергія передається по двотрубним мережам, що на території населених пунктів прокладають, як правило, підземно в непрохідних залізобетонних каналах. Джерелами централізованого теплопостачання в населених пунктах є районні опалю-вальні котельні (**РОК**) або теплоелектроцентралі (**ТЕЦ**). Основним видом палива, при згорянні якого виділяється теплота для підігріву води, виступає **мережний природний газ**. Він водночас є і найбільш екологічно чистим паливом.

З метою економії металу для теплопроводів за рахунок зменшення площі їх поперечного перерізу у водяних теплових мережах прийнято такий температурний перепад: подавальний трубопровід – $T_1=130...150$ °С, зворотний – $T_2=70$ °С.

При такій схемі теплопостачання у кожному будинку влаштовують індивідуальний тепловий пункт (**ІТП**) або один центральний тепловий пункт

(ЦТП) на житлову групу з декількох будинків. Таким чином, ІТП (ЦТП) є джерелом теплоти будівель і споруд різноманітного призначення. До теплових мереж теплові пункти підключають по **залежній** (за допомогою елеваторного вузла) або **незалежній** (через теплообмінник з влаштуванням циркуляційного насосу при підключенні споживачів теплової енергії) **схемам**. У першому випадку вода з теплової мережі надходить безпосередньо до споживача, наприклад, у систему опалення, а у другому теплова мережа і система опалення являють собою два незалежних контури.

Залежне підключення споживачів до теплових мереж характерне для житлових і громадських будинків висотою до 12 поверхів. У будинках з більшою кількістю поверхів незалежна схема є більш раціональною, а в деяких випадках і єдино можливою – так як перепаду тиску води у мережі недостатньо для заповнення опалювальних приладів на верхніх поверхах.

В загальному випадку **основними функціями** теплових пунктів є:

- 1) облік теплової енергії, що витрачається в системах опалення, вентиляції (кондиціонування повітря) і гарячого водопостачання;
- 2) регулювання параметрів теплоносія (тиск, температура, витрата), що надходить до споживача, а також витрати мережної води;
- 3) очистка теплоносія від механічних та інших домішок.

Згідно з вимогами нормативних документів для водяного опалення житлових і громадських будівель і споруд дозволено використовувати воду з параметрами (не більше) $t_1/t_2=105/70$ °С. Для задоволення потреб мешканців у гарячому водопостачанні в ІТП чи ЦТП влаштовують водоводяні теплообмінники для підігріву холодної водопровідної води до температури $t_3=55...60$ °С, яка надходить у мережу гарячого водопостачання, за рахунок теплоти води з мережних трубопроводів. В якості теплообмінників останнім часом почали широко використовувати пластинчасті теплообмінники. Порівняно з існуючими типу “труба в трубі” їх відрізняє висока компактність, що дозволяє у 4...8 разів знизити об’єм приміщення теплового пункту, і простота в експлуатації. З метою економії теплової енергії часто в приміщеннях теплових пунктів розміщують баки-акумулятори гарячої води.

В теплових пунктах громадських будинків підключаються також і системи тепlopостачання повітрянагрівачів (калориферів) припливних вентиляційних установок і установок кондиціонування повітря.

Індивідуальні теплові пункти житлових і громадських будівель дозволено розміщувати у підвальних та цокольних поверхах, причому над ними не повинні знаходитись основні приміщення вказаних споруд. В житлових будинках ІТП, як правило, проектують в окремих приміщеннях

підвалів, які розміщуються під кухнями. ЦТП – це окрема споруда, яка знаходиться в центрі житлової групи з 4...6 будинків.

Теплові пункти згідно з вимогами нормативних документів необхідно оснащувати засобами автоматизації, пристроями теплотехнічного контролю і регулювання, котрі слід встановлювати “за місцем” або на щиті управління для виміру параметрів теплоносія (тиск, температура) і обліку кількості спожитої теплоти, а також засобами пожежної і охоронної сигналізації.

Автоматизація теплових пунктів повинна забезпечувати:

- 1) регулювання витрати теплоти в системі опалення і обмеження максимальної витрати мережної води споживачем;
- 2) задану температуру води в системі гарячого водопостачання;
- 3) підтримання статичного тиску води в системах споживання теплоти при їх незалежному приєднанні (через теплообмінник);
- 4) заданий тиск води в зворотньому трубопроводі або необхідний перепад тисків у подавальному і зворотньому трубопроводах теплової мережі;
- 5) захист систем споживання теплоти від підвищення тиску чи температури води у випадку виникнення небезпеки перевищення допустимих граничних значень вказаних параметрів;
- 6) припинення подачі води в бак-аккумулятор гарячого водопостачання при досягненні верхнього рівня у ньому і припинення розбору води з нього споживачами при досягненні нижнього рівня;
- 7) захист системи опалення від спорожнення.

Використання технічних засобів телемеханіки визначається **задачами диспетчерського управління** і виконується в комплексі з використанням технічних засобів контролю, сигналізації, управління і автоматизації. Для центральних теплових пунктів необхідно передбачати такі **засоби телемеханіки**:

- 1) телесигналізація про несправність технічного устаткування і обладнання або про порушення заданого значення параметрів, що контролюються (передача одного загального сигналу);
- 2) телеуправління пуском/зупинкою насосів, арматури з електроприводом, які мають оперативне значення (властиве ЦТП, що забезпечують тепловою енергією мікрорайони в обсязі понад 10 МВт, а також магістральним тепловим мережам, в першу чергу в місцях розгалуджень);
- 3) телесигналізація положення арматури з електроприводами, насосів і комутаційної апаратури, яка забезпечує підведення напруги в приміщення насосної станції);

4) телевимірювання тиску, температури, витрати теплоносія, а також кількості використаної теплоти різними категоріями споживачів;

5) аварійно-попереджувальну телесигналізацію граничних значень витрати живильної води, перепаду тисків між подавальним і зворотним трубопроводами.

Апаратура телемеханіки, датчики телеінформації повинні розміщуватись в спеціальних приміщеннях, які знаходяться поряд з приміщеннями електротехнічних засобів. Причому, повинен бути забезпечений захист від попадання на цю апаратуру води чи пару при виникненні аварійних ситуацій.

Як правило, при проектуванні автоматизації і телемеханіки необхідно передбачати максимальне суміщення каналів зв'язку і телемеханіки.

3.3. Забезпечення директивного рівня біосферної сумісності в процесах і проєктах реновації будівництва

Дослідження щодо біосферної сумісності як населених пунктів загалом, так і окремих будівель зокрема тісно пов'язані з проблемами екології та енергоефективності. Чинні в Україні нормативно-технічні документи в цілому відповідають меті біосферної сумісності, однак вони потребують певного корегування. Актуальним також є створення власних “зелених стандартів” та рейтингової системи оцінки, що враховує національні пріоритети економіки, енергетики, екології тощо. Внаслідок значної кліматичної та ресурсної диференціації регіонів України міжнародні рейтингові системи “зеленого будівництва” не можуть бути повноцінно застосовані в нашій країні в силу того, що вибудовані під чинні у своїх державах будівельні норми і традиції, а також ресурсні, енергетичні та економічні пріоритети.

Суттю створення нового національного стандарту “зеленого будівництва” України є розгляд і осмисленні тільки тих концептуальних рекомендацій загально визнаних систем екологічної експертизи об'єктів нерухомості, які зможе ввести в практику національний проєктно-будівельний сектор. Вимоги такого стандарту повинні бути спрямовані на скорочення споживання енергетичних і матеріальних ресурсів протягом усього життєвого циклу будівлі, використання альтернативних палив і джерел енергії, раціональне водокористування, зниження шкідливих впливів на навколишнє природне середовище як в процесі будівництва об'єкта, так і протягом періоду його експлуатації при забезпеченні комфортного

середовища проживання людини та адекватної економічної рентабельності архітектурних, конструктивних та інженерних рішень.

Необхідний перехід від стратегії зниження витрат на будівництво до стратегії зниження сукупної вартості експлуатації будівлі, економіка якої базується на мінімальній вартості всіх витрат протягом її життєвого циклу.

Першим етапом створення в країні комплексної системи забезпечення екологічної безпеки при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів будівництва є коригування нормативних вимог до забезпечення нормативних значень параметрів мікроклімату у приміщеннях, їх санітарно-гігієнічного стану і, як наслідок, розробка проекту системи екологічної сертифікації будівель для території України.

Як відомо, аналоги такої системи (LEED, BREEAM, DGNB, Система сертифікації “Зелені стандарти” тощо) вже успішно працюють в провідних країнах світу [1].

З 2021 р. одним із стратегічних пріоритетів Європейського Союзу є зведення енергоефективних будинків, здатних на основі відновлюваних джерел генерувати енергії більше, ніж споживати. Такі будівлі базуватимуться на концепції “Triple Zero” архітектора В.Зобека [2], згідно з положеннями якої практично відпадає необхідність у зовнішній системі енергопостачання, відсутні викиди забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферу, а також відходи внаслідок утилізації будівлі по закінченню періоду її експлуатації.

Через призму представленої концепції в сучасних формаціях є перспектива розвитку будинків “нуль теплової та електричної енергії” (zero energy building – ZEB) або майже з нульовим споживанням (nearly zero energy building – nZEB), “активних” будинків (active house) та “розумних” (Smart-Grid-0-Energy). Основною характеристикою, що визначає економічно оптимальний рівень енергетичної ефективності, є витрати первинної енергії. Окрім того, вимоги до будівель типу nZEB повинні також включати майже нульову емісію вуглекислого газу – менше 3 кг/м² загальної площі протягом року [3].

Біосферосумісність будівництва (БСБ) досліджується як складова біосферосумісності, що розглядається і як “стратегічний пріоритет екологізації науково-технічного розвитку” (за визначенням М.Ф.Замятіної) і як “тип динамічної рівноваги природно-антропогенної системи” (за визначенням О.Литовки) і як прикладна реалізація “біосферосумісних технологій регіонально-галузевого розвитку, що забезпечують пропорціональний та збалансований розвиток біотехносфери” (за визначенням В.А. Ільчова та І.А. Мамлігіна).

Еколого-економічне обґрунтування вибору органічних палив для потреб теплопостачання населених пунктів України з метою зниження споживання енергетичних і матеріальних ресурсів упродовж усього життєвого циклу будівель та скорочення їх впливу та довкілля і здоров'я людини.

В основу чинної в Україні класифікації будинків за енергетичною ефективністю покладено рівень відносного відхилення розрахункових та нормативних значень питомих витрат теплової енергії на опалення, охолодження, вентиляцію, освітлення та гаряче водопостачання [4]. Для житлових і громадських будинків унормовано максимально допустимі значення річної енергопотреби, відповідно, для 1 м² загальної площі та 1 м³ їх об'єму. У табл.3.1 наведено значення питомої енергопотреби для житлових будинків.

Таблиця 3.1

Нормативна максимальна річна енергопотреба для житлових будинків в Україні EP_{max} [4]

Призначення будівлі	Значення EP_{max} , кВтгод./м ² для температурної зони України	
	I	II
1	2	3
Житлові будинки поверховістю:		
- від 1 до 3	120	110
- від 4 до 9	83	81
- від 10 до 16	77	75
- 17 і більше	70	68

Вказані у табл.3.1 значення EP_{max} стосуються нового будівництва або капітально відремонтованого, частка яких в житловому фонді України відносно мала. Загалом, житловий фонд нараховує приблизно 1,1 млрд. м² загальної площі і представлений в основному будинками, зведеними у 60...80 роки минулого століття. Теплотехнічні показники їх зовнішніх огорожень є значно меншими за вимоги сьогодення. А екологічні вимоги щодо будівництва [5] у ті часи взагалі були відсутні.

Необхідна енергопотреба будівель забезпечується за рахунок традиційних джерел – водогрійних котелень, які використовують різноманітні органічні палива, а також альтернативних – теплонасосних установок, вітрових або сонячних електростанцій тощо. Проте сьогодні частка останніх відносно невелика. Пріоритет належить природному газу – приблизно 70 % [6].

При спалюванні органічних палив в атмосферне повітря разом з продуктами згоряння надходять:

- 1) забруднювальні речовин (оксиди азоту NO_x і вуглецю CO , сірчистий ангідрид SO_2 і тверді частки у вигляді золи, сажі тощо);
- 2) парникові гази (діоксид вуглецю CO_2 , метан CH_4 , діазоту оксид N_2O).

Фізико-хімічні властивості палив прийнято у відповідності з даними [7].

Прогнозовані викиди забруднювальних речовин (ЗР) і парникових газів (ПГ) обраховані згідно з методикою [8]. Вона базується на використанні показників емісії на основі даних про склад і витрату палива. Показник емісії характеризує масову кількість забруднювальної речовини, яка надходить в атмосферу разом з димовими газами, віднесена до одиниці енергії, що виділяється під час згоряння палива.

Як приклад розраховано викиди забруднювальних речовин і парникових газів для забезпечення питомої енергопотреби 1-поверхового житлового будинку, розташованого у I температурній зоні України. В якості джерела теплоти виступає автономна водогрійна котельня. Проаналізовано використання декількох видів палив – традиційних природного газу і вугілля, альтернативних: гранули з відходів сільськогосподарського виробництва і деревообробки, місцевого: торф.

Податкові зобов'язання за викиди в атмосферне повітря забруднювальних речовин та парникових газів визначені у відповідності з вимогами ст.243 ПКУ-2025 [9].

Таблиця 3.2

Викиди забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря при згорянні палив для забезпечення питомої річної енергопотреби $EP_{max}=120$ кВтгод./м²

Показник	Умовн. позначення	Один. виміру	Паливо					
			дере- вина	соло- ма	луш- пиння	торф	газ	вугіл- ля ГР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Витрата палива	B	кг/м ²	51,61	45,86	37,64	60,15	11,94	35,17
А. Викиди забруднювальних речовин (ЗР) і парникових газів (ПГ)								
2. ЗР	ΣE_1	кг/м ²	0,164	0,833	0,375	1,725	0,023	5,266
3. ПГ	ΣE_2	кг/м ²	66,920	71,702	58,553	67,155	23,093	90,916
у т.ч.: CO_2	E_{CO_2}	кг/м ²	66,918	71,700	58,551	67,153	23,093	90,914
4. ЗР+ПГ:	ΣE	кг/м ²	67,084	72,535	58,928	68,880	23,117	96,182
5. Частка CO_2	a_{CO_2}	%	99,8	98,8	99,4	97,5	99,9	94,5
Б. Податкові зобов'язання (ПЗ) за викиди ЗР і ПГ в атмосферне повітря								

6. ЗР	$\Sigma ПЗ_1$	грн./м ²	0,090	0,367	0,390	0,881	0,042	5,470
7. ПГ	$\Sigma ПЗ_2$	грн./м ²	9,277	9,939	8,117	9,309	3,200	12,602
у т.ч.: CO ₂	$ПЗ_{CO_2}$	грн./м ²	9,273	9,935	8,113	9,305	3,200	12,598
8. ЗР+ПГ:	$\Sigma ПЗ$	грн./м ²	9,367	10,306	8,507	10,190	3,242	18,072
9. Частка CO ₂	a_{CO_2}	%	99,0	96,4	95,4	91,3	98,7	69,7
В. Пріоритетність використання палив								
10. Частка викидів	B_1	-	2,9	3,1	2,5	3,0	1,0	4,2
11. Частка ПЗ	B_2	-	2,9	3,2	2,6	3,1	1,0	5,6

Аналіз даних, наведених у табл.3.2, свідчить, що вуглекислий газ, незважаючи на велике різноманіття шкідливих інгредієнтів у продуктах згоряння будь-яких палив, є основним фактором, що спричиняє «теплове» забруднення атмосфери як за кількістю викидів, так і за вартістю податкових зобов'язань. Деяко менша частка – приблизно 70 % – у платі за викиди при спалювання вугілля викликана декількома обставинами. По-перше, у даній роботі не розглядались заходи щодо пилогазоочистки продуктів згоряння, а, по-друге, ефективних та відносно дешевих технічних засобів і способів очистки викидів для котельних установок невеликої потужності не існує.

Отримані значення викидів забруднювальних речовин і парникових газів для забезпечення нормованих параметрів енергоефективності будівель свідчать, що лише заміна традиційного палива для потреб теплопостачання – природного газу – альтернативними не вирішує проблему зростаючого рівня забруднення довкілля, а також глобального потепління. Термомодернізація зовнішньої оболонки будівлі дозволяє суттєво зменшити її енергопотребу і залишити в якості первинного палива виключно природний газ, що є і найбільш екологічним органічним паливом [10, 11].

Екологічні показники, які характеризують енергетичні потреби 1-поверхового житлового будинку, розташованого у I температурній зоні України, можуть бути інтерпольовані для будинків іншої поверховості.

Таблиця 3.3

Максимальні питомі викиди забруднювальних речовин і парникових газів, кг/м²·рік в атмосферне повітря для енергопотреби житлових будинків

Поверховість житлового будинку	Температурна зона України	Паливо					
		дере-вина	соло-ма	луш-пиння	торф	газ	вугіл-ля ГР
1	2	3	4	5	6	7	8
від 1 до 3	I	67,1	72,5	58,9	68,9	23,1	96,2
	II	61,5	66,5	54,0	63,1	21,3	88,2
від 4 до 9	I	46,4	50,2	40,8	47,6	16,0	66,5
	II	45,3	49,0	39,8	46,5	15,6	65,0

від 10 до 16	I	43,0	46,5	37,8	44,2	14,8	61,7
	II	41,9	45,3	36,8	43,1	14,4	60,1
17 і більше	I	39,1	42,3	34,4	40,2	13,5	56,1
	II	38,0	41,1	33,4	39,0	13,1	54,5

В останні два десятиліття, майже одночасно й паралельно з інформаційним моделюванням будинків успішно розвивається ще один, але зовсім з іншого погляду, концептуальний підхід до створення нових об'єктів – екологічно раціональне проектування (Sustainable Design) [12]. Це поняття, що одержало у світі найширше поширення, відноситься до загальної концепції Стійкого (сталого) розвитку (Sustainable Development) [13, 14]. Результати виконаних досліджень можуть стати вихідними умовами для оцінки перспектив та розробки економічної політики “зеленого будівництва” та реконструкції існуючої забудови населених пунктів України.

Висновки. Пропоновані показники максимальних питомих викидів забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря при згорянні палив для енергетичних потреб житлових будинків можуть бути впроваджені у національні стандарти та методики вимірювання енергоефективності, а також використані при сертифікації будівель поряд з аналогічними, вираженими в одиницях енергії. Отримані розрахункові величини викидів та плати за забруднення довкілля дозволять удосконалити пропозиції щодо фінансування енергоефективних проектів, зроблять більш доступною інформацію про очікувані ефекти від реалізації моделі сталого розвитку у житлово-комунальному господарстві України.

Література

1. Орловська Ю.В. та ін. Економічна політика ЄС з підтримки зеленого житлового будівництва : монографія. Дніпро, 2017. 148 с.
2. Архитектура трех нулей от Верена Зобека. URL: http://rodovid.me/green_city/arhitektura-treh-nuley-ot-verena-zobeka.html (дата звернення: 16.04.2020).
3. Zrownowazone budownictwo. Seria Dokumenty unit Europejskiej dotyczace budownictwa. – Warszawa: ITB, 2010.
4. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний з 1.05.2017 р.]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 30 с.
5. ДСТУ Б EN 15217:2013. Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристики та енергетичної сертифікації будівель. [Чинний з 1.04.2014 р.]. Київ : Мінрегіон України, 2014. 37 с.

6. Куц Г.О., Тесленко О.І. Стан централізованого теплопостачання України / // *Міжнародна науково-практична конференція «Технічні науки, історія, сучасність, майбутнє, досвід ЄС»*. Влоцлавек, Республіка Польща. 27–28 вересня 2019 р. Wloclawec: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2019. С.22...25.
7. Парасочка С., Хрящевський В. Екологічні аспекти використання твердого біопалива для потреб теплопостачання. URL: <http://tecom.com.ua/ekolo-gichni-aspekti-vikoristannya-tverdogo-biopaliva-dlya-potreb-teplopostchannya-2.html> (дата звернення: 16.04.2020).
8. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ : Видавництво «КВІЦ», 2002.
9. Податковий кодекс України: Закон України. №2755-VI / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2628-19> (дата звернення: 28.03.2020).
10. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085 (дата звернення: 16.04.2020).
11. Предун К.М. Підвищення енергоефективності існуючого житлового фонду України. *Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник*. Київ: КНУБА, 2017. Вип. 65. С. 462-466.
12. EN 1990:2002. Eurocode: Basis of structural design. Supersedes ENV 1991-1:1994 ; approved by CEN on 29 November 2001. Brussels : CEN, 2005. 116 p.
13. Сердюк В.Р. Макроекономічні аспекти політики енергозбереження в Україні. *Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. Наук.-техн. збірник*. 2010. Вип. 36. С.59-64.
14. Сергій С. Організаційно-технологічний підхід до економічного забезпечення безкризового розвитку суспільства в наступництві поколінь. *Вісник Національної академії державного управління при Президентові України*. 2013. № 1. С.123-130.

Розділ 4.

Інженерні системи багатоквартирного житлового будинку

4.1. Вихідні дані для проектування

Основою для розробки проектних рішень щодо систем інженерного забезпечення житлового будинку були:

- 1) архітектурно-будівельні рішення багатоквартирного житлового будинку;
- 2) розрахункові параметри повітряного середовища у приміщеннях і кліматична характеристика району будівництва;
- 3) викопіювання з генплану населеного пункту.

При розробці проектних рішень враховані вимоги чинних в Україні нормативно-технічних документів:

1. ДВН В.2.5-20:2018. Газопостачання.
2. ДСТУ Б А.2.4-25:2008. Газопостачання. Внутрішні газопроводи.
3. ДСТУ Б А.2.4-26:2008. Газопостачання. Зовнішні газопроводи.
4. ДСТУ Б В.Б.2.5-33:2007. Поквартирне теплопостачання житлових будинків.
5. НПАОП 0.00-1.76-15. Правила безпеки систем газопостачання.
6. ДБН В.1.1—7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
7. ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів безпеки праці (ССБП). Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.
8. Кодекс газорозподільних систем України.
9. ДБН В.2.2-12:2018. План і забудова територій.
10. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації для будівництва.

4.2. Опалення

Теплотехнічні показники (термічні опори теплопередачі) зовнішніх огорожень будівлі наступні:

- стіни зовнішні – $R_0 = 3,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
- заповнення світлових прорізів (вікна і балконні двері) – $R_0 = 0,75 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;
- перекриття – $R_0 = 4,95 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Будинок побудований у 2018 р. Зазначені показники відповідають вимогам чинних на той час нормативних документів, зокрема ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».

Опалення житлових квартир та громадських приміщень запроектовано водяне зі сталевими пластинчастими радіаторами підключенням фірми "KORADO", марки RADIK Klasik в якості опалювальних приладів з боковим (для житлових приміщень 2-13 поверхів) та нижнім (для громадських приміщень 1-го поверху). Система опалення – горизонтальна. Усі трубопроводи прокладають приховано у бетонній підготовці підлоги. Температура теплоносія – 80/60 °С.

Джерелом теплоти служать настінні двоконтурні газові котли із закритою камерою згоряння, потужністю 24 кВт (для житлових приміщень), які встановлені у кухнях кожної із квартир житлового будинку. Для громадських приміщень першого поверху в якості джерела теплоти запроектовано електричні котли (системи опалення та енергопостачання на входять у завдання даної кваліфікаційної роботи).

Для регулювання тепловіддачі опалювальних приладів у кожному із приміщень на радіаторах встановлюють термоголовки. Видалення повітря із системи поквартирного опалення передбачено за допомогою кранів Маєвського, якими оснащено кожний опалювальний прилад. Злив води із системи опалення слід влаштувати у нижніх її точках. Теплові подовження трубопроводів компенсуються кутами поворотів трубопроводів (згідно з архітектурно-планувальними рішеннями будівлі та відповідно прийнятої схеми системи поквартирного опалення/теплопостачання).

Регулювання теплопродуктивності системи водяного опалення здійснюється за допомогою автоматики теплогенеруючих установок (шляхом зміни витрати природного газу в залежності від температури зовнішнього повітря (якісне регулювання) і зміни витрати теплоносія (в залежності від температури повітря у приміщенні (кількісне регулювання)) .

Трубопроводи опалення усіх систем передбачено виконати з поліпропіленових труб stabi PN20 фірми ekoplastik.

Для зменшення тепловтрат усі трубопроводи захищають трубчастою теплоізоляцією типу izoflex товщиною 6 мм.

Після виконання монтажних робіт систему опалення необхідно випробувати на міцність і герметичність водою з постійною температурою 80 °С і тиском 0,6 МПа. Підвищення тиску слід здійснювати на протязі не менше 30 хвилин. Зниження тиску при випробуванні не повинно перевищувати 0,06 МПа на протязі наступних 30 хвилин і 0,02 МПа в

наступні 2 години. Виконання гідравлічного випробування оформляється актом.

Монтаж, випробування і здачу в експлуатацію необхідно виконувати згідно вимог ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем».

Розрахункові схеми систем поквартирного опалення житлової частини будівлі наведені на арк. 3-5 графічної частини роботи, специфікація матеріалів і обладнання - на арк.5.

4.3. Вентиляція

4.3.1. Загальні рішення

Вентиляція багатоквартирного житлового будинку запроектована у відповідності з вимогами чинних нормативних документів, а саме ДБН В.2.2-15:2005 «Житлові будинки», ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Прийняті рішення з організації повітрообміну в приміщення, структурні схеми подачі і видалення повітря тощо відповідають вимогам нормативних документів.

Системи вентиляції:

- подача «чистого» зовнішнього повітря для житлових приміщень (традиційна) – з розрахунку $3 \text{ м}^3/\text{год.}$ на 1 м^2 загальної площі житлової кімнати системами неорганізованої припливної вентиляції з природним спонуканням (через віконні провітрювані, відкриті кватирки вікон тощо);

- видалення «забрудненого» повітря – системами організованої каналної вентиляції з природним спонуканням:

а) у кухнях – в залежності від виду встановлених побутових приладів – для газової поверхні типу ПГ-4 – $90 \text{ м}^3/\text{год.}$ (згідно з вимогами ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання»);

б) для туалету, ванної кімнати – по $25 \text{ м}^3/\text{год.}$ згідно з вимогами ДБН В.2.2-15:2005 «Житлові будинки»);

в) для суміщеного санвузла – $50 \text{ м}^3/\text{год.}$ згідно з вимогами ДБН В.2.2-15:2005 «Житлові будинки».

В холодний період року для забезпечення розрахункового повітрообміну у приміщеннях кожної із квартир двері у кухнях і санвузлах повинні мати підріз у нижній частині дверей, площею не менше $0,02 \text{ м}^2$.

Повітря, необхідне спалювання природного газу в топках двоконтурних котлів – теплогенеруючих установках систем поквартирного теплопостачання – з розрахунку приблизно 9.2 м^3 на 1 м^3 природного газу,

поступає через вентиляційні шахти – колективні димоходи відведення продуктів спалювання.

Конструктивні рішення наведені на арк. 11 графічної частини кваліфікаційної роботи.

Монтаж, випробовування і здачу в експлуатацію систем вентиляції і димовидалення слід виконувати згідно вимог ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем».

4.3.2. Розрахунок повітрообмінів

Для кухні, в якій встановлено побутові газові прилади і двоконтурний водогрійний котел, розрахунковий повітрообмін складає не менше 90 м³/год. (у відповідності з вимогами нормативних документів для приміщень, в яких встановлені теплогенеруючі установки потужністю до 30 кВт, він повинен бути не менше 3-кратного).

Витяжна система вентиляції – канална, з організацією «повітряних карманів» для підключення окремих каналів з кожного приміщення до загальної витяжної вентиляційної шахти. Канал розміром 140*270 мм у кожній квартирі виконано у будівельних конструкціях – цегляній стіні. Вентиляційна шахта – розміром 270*400 мм. Устя шахти і вентиляційний канал останнього – 13 поверху – виходять вище рівня даху на 2,0 м.

Для вентиляційного каналу розміром 140*270 мм для видалення «забрудненого» повітря із кухні швидкість руху повітря становить

$$W = \frac{L}{3600 \cdot a \cdot b} = \frac{90}{3600 \cdot 0,14 \cdot 0,27} = 0,66 \text{ м/с.} \quad (4.1)$$

де L – кількість повітря, яка видаляється, м³/год., L = 90 м³/год.; a*b – розміри вентиляційного каналу, м, a*b= 0,14*0,27 м.

Отримане значення швидкості руху повітря знаходиться в межах, рекомендованих для витяжних вентиляційних систем з природним спонуканням.

Для витяжної вентиляційної шахти з природним спонуканням швидкість руху може бути дещо збільшена – до 1,5-2,0 м/с. Результати розрахунку наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Розрахунок вентиляційної системи ВП-1

№ з/п	Поверх	Витрата повітря L, м ³ /год.	Розміри a*b, мм	Швидкість руху повітря W, м/с	Примітка
1	13	90	140*270	0,66	Вентканал
2	13	900	270*400	2,31	ВШ
3	12	900	270*400	2,31	ВШ
4	11	810	270*400	2,08	ВШ

5	10	720	270*400	1,5	ВШ
6	9	630	270*400	1,62	ВШ
7	8	540	270*400	1,39	ВШ
8	7	450	270*400	1,16	ВШ
9	6	360	270*400	0,93	ВШ
10	5	270	270*400	0,69	ВШ
11	4	180	270*400	0,46	ВШ
12	3	90	270*400	0,23	ВШ
13	2	90	140*270	0,66	Вентканал

4.4. Газопостачання

4.4.1. Основні технічні рішення

Газифікація багатоквартирного житлового будинку №2 з вбудованими приміщеннями громадського призначення на 1-му поверсі на вул. Залізничній, 7 у м. Львові запроектована з точкою підключення до розподільного вуличного газопроводу середнього тиску газу $d_y = 200$ мм, прокладеного по вул. Левандівська.

Тиск газу у точці підключення – 0,1 МПа.

Проектом передбачено влаштування шафового газорегуляторного пункту (ГРП) для зниження тиску газу – із середнього на низький – з встановленням регуляторів тиску газу типу RBE 4012 $d_y = 40$ мм.

Для комерційного обліку спожитого палива передбачено загальнобудинковий вузол обліку газу з встановленням лічильника типу Delta 3080 G160 із температурним коректором коректором.

Тиск газу на виході із ГРП – 4,0 кПа.

Діаметр підвідного газопроводу, виконаного із поліетиленових труб, від точки врізки у вуличний (по вул. Левандівська) до вводу в житловий будинок за результатами гідравлічного розрахунку – $d = 160 \times 9,1$ мм (SDR 17,6).

4.4.2. Внутрішнє газопостачання

Точкою приєднання багатоквартирного житлового будинку служить вимикаючий пристрій на газопроводі низького тиску після запроектованого загальнобудинкового вузла обліку природного газу на межі балансової належності між газопроводами зовнішнього та внутрішньобудинкового газопостачання на фасаді будинку.

В якості побутових газових приладів у кожній із кухонь передбачено встановлення газових варочних поверхонь фірми «Bosh» тепловою

потужністю 9,4 кВт і двоконтурних настінних водогрійних котлів фірми «Proterm» потужністю 23,5 кВт.

Таблиця 4.2

Характеристика газового обладнання квартири

№ з/п	Назва приладу	Тип, марка	к.к.д., %	Кількість	Потужність, кВт		Витрата, м ³ /год.	
					макс.	мінім.	макс.	мінім.
1.	Двоконтурний водогрійний котел, з герметичною топкою	«Proterm»	93,0	156	23,5	10,5	2,7	1,21
2.	Робоча варочна поверхня	«Bosh»	100	156	9,4	2,82	1,0	0,3

Визначення розрахункової максимально-годинної витрати природного газу в залежності від потужності обладнання виконують так:

- робоча поверхня:

$$V_1 = \frac{3,6 \cdot Q_1}{Q_p^H} = \frac{3,6 \cdot 9,4}{34} = 1,00 \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (4.2)$$

- двоконтурний котел:

$$V_2 = \frac{3,6 \cdot Q_2}{\eta \cdot Q_p^H} = \frac{3,6 \cdot 23,5}{0,93 \cdot 34} = 2,70 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.3)$$

Аналогічним чином обраховують мінімально-годинну витрату. Результати розрахунків вказані у табл. 4.2.

Сумарна витрата блакитного палива газобладнанням однієї квартири складе

$$\sum V = V_1 + V_2 = 1,0 + 2,7 = 3,7 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.4)$$

Для визначення розрахункових витрат природного газу на ділянках внутрішньо будинкової мережі слід використовувати залежність, яка враховує одночасність дії побутових приладів і водогрійних котлів

$$\sum V = N \cdot (K_{sim} \cdot V_1 + 0,85 \cdot V_2), \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.5)$$

де N – кількість квартир, які отримують газ і підключені до даної ділянки внутрішньо будинкової мережі, шт.; K_{sim} – коефіцієнт одночасності; для робочої поверхні прийнятий як для 4-пальникової газової плити, див. ДБН В.2.5-20; 0,85 – коефіцієнт одночасності для водогрійних котлів систем автономного теплопостачання, див. ДБН В.2.5-20.

Розрахункові схеми газопроводів внутрішньо будинкової системи газопостачання наведені на арк. 9,10.

Особливий інтерес представляє розподіл тисків газу у вертикальних стояках. Гідравлічний розрахунок газопроводів виконують згідно з методикою, наведеною у навчальному посібнику «Газопостачання населених

пунктів і об'єктів природним газом. Наприклад, для Г.Ст.1 результати розрахунку наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Результати гідравлічного розрахунку
внутрішньобудинкової системи газопостачання

№ ділянки	Номинал. витрата газу ΣV , м ³ /год.	Кількість квартир N , шт.	Коефіцієнт k_{sim}	Розрахункова витрата газу ΣV_p , м ³ /год.	Геометрична довжина L_{25} , м	Надбавка α , %	Розрахункова довжина L_{25} , м	Умовий діаметр d_y , мм	Питома втрата тиску R , Па/м	Втрата тиску ΔP , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Газовий стояк Г.Ст.1										
1-2	1,0	1	1	1,0	2,0	200	6,0	15	1,8	10,8
2-3	3,7	1	1	3,7	1,0	200	3,0	20	3,5	10,5
3-4	7,4	2	0,65	5,89	3,0	20	3,6	38*3	1,4	5,0
4-5	11,1	3	0,45	8,24	3,0	20	3,6	38*3	2,2	7,9
5-6	14,8	4	0,35	10,58	3,0	20	3,6	38*3	3,3	11,9
6-7	18,5	5	0,29	12,93	3,0	20	3,6	48*3,5	1,6	5,8
7-8	22,2	6	0,28	15,45	3,0	20	3,6	48*3,5	2,5	9,0
8-9	25,9	7	0,28	18,03	3,0	20	3,6	48*3,5	3,0	10,8
9-10	29,6	8	0,265	20,48	3,0	20	3,6	48*3,5	4,1	14,8
10-11	33,3	9	0,258	22,98	3,0	20	3,6	48*3,5	1,9	6,8
11-12	37,0	10	0,254	25,49	3,0	20	3,6	57*3	2,2	7,9
12-13	40,7	11	0,251	28,00	3,0	20	3,6	57*3	2,5	9,0
13-14	44,4	12	0,248	30,52	3,0	20	3,6	57*3	3,2	11,5
						Σ	48,6		Σ	121,6

Розрахунковий перепад тиску в газовому стояку прийнятий $\Delta P_n = 150$ Па. Сумарна розрахункова довжина становить $\Sigma L_p = 48,6$ м. Тоді питомі втрати тиску на тертя складуть

$$\bar{R} = \frac{\Delta P_{наєвн.}}{\Sigma L_p}, \text{ Па/м}, \quad (4.6)$$

де ΣL_p – розрахункова довжина т.зв. “головної магістралі (за аналогією вуличних газопроводів): від точки підключення газового стояка до розподільного газопроводу, прокладеного по периметру будинку до найбільш віддаленого газового приладу, м.

$$\bar{R} = \frac{150}{48,6} = 3,08 \text{ Па/м.}$$

За допомогою номограм для гідравлічного розрахунку сталевих газопроводів низького тиску визначають діаметри розрахункових ділянок стояка і втрати тиску. Результати розрахунку наведені у табл.4.3.

Для висотних будинків при визначенні надлишкових тисків перед газопальниковими пристроями побутових приладів і опалювальних котлів необхідно враховувати гідростатичний тиск, який створюється

вертикальними ділянками внутрішньо будинкової системи за рахунок різниці в густинах повітря у приміщенні і природного газу.

Величина гідростатичного тиску визначається за формулою

$$\Delta P_r = \pm h g (\rho_n - \rho_r), \text{ Па}, \quad (4.7)$$

де h – різниця геометричних відміток в кінці і на початку вертикального газопроводу, м; ρ_n , ρ_r – густина відповідно навколишнього повітря і природного газу, кг/м³.

При русі природного газу, який легший від повітря, по газопроводу вгору значення ΔP_r необхідно приймати зі знаком “мінус”.

Номінальне значення тиску газу перед газопальниковим пристроєм прийнято рівним $P_{ГПП} = 2000$ Па.

З урахуванням гідростатичного тиску обчислюють значення тиску газу перед соплом газопальникового пристрою приладів на кожному поверсі житлового будинку (на прикладі ГСт.1). Результати розрахунку вказано у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Значення надлишкового тиску перед газопальниковим пристроєм побутового газового приладу

№ з/п	Поверх	Втрати тиску, Па	Тиск перед ГПП, Па	Відмітка, м	Гідростатичний тиск, Па	Фактичний тиск перед ГПП, Па	Похибка, %
1.	13	21,0	2021	35,0	163	1858	-7,1
2.	12	5,0	2026	32,0	149	1877	-6,1
3.	11	7,9	2034	29,0	135	1899	-5,1
4.	10	11,9	2046	26,0	121	1925	-3,8
5.	9	5,8	2052	23,0	107	1945	-2,8
6.	8	9,0	2061	20,0	93	1968	-1,6
7.	7	10,8	2072	17,0	79	1993	-0,4
8.	6	14,8	2087	14,0	65	2022	1,1
9.	5	6,8	2094	11,0	51	2043	2,2
10.	4	7,9	2104	8,0	37	2067	3,4
11.	3	9,0	2113	5,0	23	2090	4,5
12.	2	11,5	2125	2,0	9	2116	5,8

З урахуванням гідростатичного тиску на верхніх поверхах багатоквартирного будинку значення тисків газу буде дещо меншим від номінального значення – 2000 Па. Максимальна похибка – мінус 7,1 % – не перевищуватиме нормативну величину у 10 %.

Отже, при встановленні імпортованих побутових газових приладів, номінальне значення тиску перед газопальниковими пристроями яких становить 2000 Па, і виконанні газових стояків з труб різних діаметрів, запроектованих за телескопічною структурою, можна забезпечити

експлуатаційну надійність та безаварійність роботи цих приладів і автономних теплогенеруючих установок (з герметичною топкою згорання і відведенням продуктів спалювання у вертикальні газоходи).

Для обліку спожитого природного газу абонентами кожної із квартир передбачено встановлення побутового лічильника газу (згідно вимог Кодексу газорозподільних систем).

Розрахунок типорозміру ПЛГ виконують за формулою:

$$V_{\max(\min)\text{ПЛГ}} = \frac{V_{\max(\min)} \cdot t_{\max(\min)}}{P_{\min(\max)} \cdot 293,15} \cdot 0,101325 \cdot Z, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.8)$$

де $V_{\max(\min)\text{ПЛГ}}$ - відповідно, максимальна і мінімальна пропускна спроможність побутового лічильника газу, $\text{м}^3/\text{год.}$ згідно із паспортом заводу-виробника; $V_{\max(\min)}$ - відповідно, максимальна і мінімальна витрата природного газу газобладнання, встановленим у квартирі, $\text{м}^3/\text{год.}$; $P_{\min(\max)}$ - відповідно, мінімальний і максимальний абсолютний тиск газу, МПа; $t_{\max(\min)}$ - відповідно, максимальна і мінімальна абсолютна температура газу, К; Z - коефіцієнт стисливості газу, для умов даної задачі $Z = 0,99$.

Отже, максимальна витрата газу в робочих умовах:

$$V_{\max\text{ПЛГ}} = \frac{3,7 \cdot (273,15 + 40) \cdot 0,101325 \cdot 0,99}{0,102 \cdot 293,15} = 3,9 \text{ м}^3/\text{год.},$$

а мінімальна:

$$V_{\min\text{ПЛГ}} = \frac{0,3 \cdot (273,15 - 25) \cdot 0,101325 \cdot 0,99}{0,104 \cdot 293,15} = 0,25 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Згідно з отриманими результатами для обліку паливного газу підібрано побутовий лічильник мембранного типу G2.5з наступним діапазоном вимірювання витрат газу в робочих умовах: $V_{\min} = 0,025$; $V_{\text{ном}} = 2,5$; $V_{\max} = 4,0 \text{ м}^3/\text{год.}$

Для відключення подачі газу проектом передбачено встановлення вимикаючих пристроїв перед побутовим лічильником газу, перед кожним газовим приладом, у місцях підключення газових стояків до розподільних магістралей, прокладених по фасаду будинку.

Перед газовим лічильником передбачено встановлення електромагнітного клапана-відсікача згідно з вимогами нормативних документів.

Для контролю до вибухонебезпечних концентрацій природного (датчик відградуваний на метан) та чадного (датчик відградуваний на оксид вуглецю) газів у повітрі у примщенні кухні встановлено комбіновані сигналізатори газу «СГБ 01-4» з підключенням до електромагнітного клапану-відсікача, а також з виведенням сигналу на систему колективної

попереджувальної сигналізації (на пульт адміністратора/чергового в будинку і на ОДС Львівської філії ТОВ «Газорозподільних мереж України»).

У підвальних приміщеннях встановлюють сигналізатори контролю до вибухонебезпечних концентрацій паливного газу для подачі сигналу у приміщення з постійним перебуванням людей (наприклад, на пульт чергового/адміністратора житлового будинку) і виведенням сигналу на систему колективної попереджувальної сигналізації. Система колективної попереджувальної сигналізації згідно з вимогами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» повинна бути організована з виведенням звукового і світлового сигналів на фасад під'їзду кожної житлової секції будинку та звукового – у межах сходового-ліфтового вузла.

Опалювальний котел комплектується системою вбудованої автоматики, яка гарантує безпечну роботу та автоматичне регулювання заданого температурного режиму у приміщеннях кожної із квартир.

Газові стояки всередині будинку монтують із сталевих водогазопровідних труб по ГОСТ 3262-75*. Підключення побутових газових приладів і газових котлів слід виконати також із таких труб. Для захисту від корозії труби покривають масляною фарбою МА15 ГОСТ10503-71 по ДСТУ Б В.2.5-29 і ДСТУ Б В.2.5-30 за два рази по двом шарам ґрунтування.

З'єднання сталевих труб необхідно виконувати зварюванням з мінімальною кількістю різьових з'єднань. Різьові з'єднання необхідно передбачати тільки у місцях встановлення запірної арматури та приєднання газових приладів і водогрійних котлів.

Кріпити внутрішній газопровід необхідно за допомогою костилів та хомутів згідно вимог серії 5-905-18.05 та ДБН В.2.5-20.

Конструкція кріплення газопроводу повинна допускати зсув труби по вертикалі. Газопроводи (горизонтальні) у місцях проходження через зовнішні огороження, а також вертикальні стояки у місцях перетину міжповерхових перекриттів прокладають у футлярах. Відрізок газопроводу у футлярів не повинен мати стикових з'єднань. Діаметри останніх слід приймати за умови, щоб кільцевий простір між трубою і футляром був не менше 5 мм (для газопроводів умовним діаметром до 32 мм) і не менше 10 мм – для газопроводів більшого діаметру. Простір між огороженням і футляром необхідно ретельно закласти на всю товщину конструкції просмоленним клоччям, гумовими втулками або іншим еластичним матеріалом, які запобігатимуть перетіканню газоповітряних чи інших середовищ між приміщеннями. Кінці футляру повинні виступати над і під перекриттям, іншими огороженнями (стінами, перегородками тощо) не менше ніж на 3 см.

Перед прийманням газопроводу в експлуатацію необхідно провести випробовування на міцність і щільність відповідно до вимог нормативних документів. Величина випробовувального тиску, час випробовувань вказано у табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Випробовування внутрішньобудинкових газопроводів низького тиску

Газопровід низького тиску до 5 кПа	Кількість стиків, що підлягають контролю, %	Норми випробовувань:			
		на міцність		на щільність	
		тиск, МПа	тривалість, год.	тиск, МПа	тривалість, год.
Внутрішньобудинковий	100	0,1	1	0,005	5 хвил.

Згідно п. 23.3 та 23.5 ДБН В.2.5-20 випробовування необхідно проводити при відключених (за допомогою заглушки) газових приладів (робочих поверхонь, водогрійних котлів, побутових лічильників газу).

Після виконання монтажу газопроводів такі види робіт підлягають прийняттю зі складанням актів прийняття прихованих робіт:

- перевірка якості захисного покриття газопроводу;
- очистка і продувка газопроводу, його випробовування на міцність і щільність.

Газопроводи, введені в експлуатацію, повинні знаходитись під систематичним наглядом, підлягати перевіркам технічного стану, поточним та капітальним ремонтам згідно з вимогами «Правил безпеки систем газопостачання», інших нормативних документів.

Розділ 5.

Заходи з охорони праці та навколишнього середовища

5.1 Загальні заходи безпеки

У даній роботі передбачаються заходи, що забезпечують безпеку мешканців як житлових, так і нежитлових приміщень, а також обслуговуючого персоналу в процесі експлуатації систем опалення і газопостачання:

- всі трубопроводи підлягають теплоізоляції з розрахунку досягнення температури на їх поверхні не вище 45°C;
- трубопроводи холодної води теж ізолюються для запобігання конденсації вологи;
- передбачена автоматизація технологічних процесів, встановлено достатню кількість контрольно-вимірювального обладнання;
- передбачена сигналізація аварійних ситуацій автономних теплогнеруючих установок, а також сигналізація щодо відхилень від заданих технологічних параметрів їх роботи;
- передбачена ремонтоспроможність технологічного обладнання та трубопроводів;
- передбачається система повітровипускників та зливних трубопроводів;
- захист електроспоживачів від коротких замикань та перевантажень;
- захисне заземлення щита КВП, корпусів обладнання та конструкцій для їхньої установки, захисних труб, металорукавів та кабельних конструкцій;
- можливість організації дистанційних інформаційних параметрів, стану обладнання і керування ним.

Прийняті рішення передбачають:

- основний робочий режим роботи технологічного устаткування – автоматичний,
- технологічний захист і захист від несанкціонованого доступу;
- можливість організації дистанційних інформаційних параметрів, стану обладнання і керування ним.

Основою для виявлення небезпечних і шкідливих факторів, розробки заходів з попередження їх появи слугували вимоги нормативних документів:

1. ДВН В.2.5-20:2018. Газопостачання.
2. ДСТУ Б А.2.4-25:2008. Газопостачання. Внутрішні газопроводи.
3. ДСТУ Б А.2.4-26:2008. Газопостачання. Зовнішні газопроводи.

4. ДСТУ Б В.Б.2.5-33:2007. Поквартирне тепlopостачання житлових будинків.
5. НПАОП 0.00-1.76-15. Правила безпеки систем газопостачання.
6. ДБН В.1.1—7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
7. ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів безпеки праці (ССБП). Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.
8. Кодекс газорозподільних систем України.

8.2 Заходи профілактики виявлених факторів

Заходи встановлюються на час виконання будівельно-монтажних, санітарно-технічних робіт або під час експлуатації будівлі.

1. Обвалення ґрунту:

- встановлення відкосів згідно ДБН А.3.2-2-2009 при глибині виїмки до 5 м в однорідних ґрунтах ;
- встановлення вертикальних відкосів без кріплення на глибину до 1,5 м в нескальних, незамерзаючих ґрунтах вище рівня ґрунтових вод;
- встановлення пристроїв механічних кріплень траншеї глибиною до 5 м із інвентарних та типових деталей;
- розміщення ґрунта, який виймається, інструментів для монтажу і будівельно-дорожніх машин на безпечній відстані від підшви виїмки;
- організувати нагляд за безпечністю виконання робіт і за станом стійкості бортів виїмок.

2. Розташування робочого місця на висоті 1,3 м і більше відносно рівня підлоги:

- робоче місце повинно бути вільним від сторонніх предметів і матеріалів;
- монтувати трубопроводи на висоті всередині виробничого приміщення слід з риштування, лісів, колисок, настилів, виготовлених з міцного матеріалу;
- працюючи на висоті (монтуючи труби і прилади, пробиваючи отвори тощо), слід користуватися запобіжним поясом, справність котрого кожен раз перевіряє керівник робіт;
- приставні драбини повинні мати врізані сходи, внизу – нековзні наконечники, а вгорі – захвати. Працювати з них дозволяється на висоті не більше 3 м. Підйом тягарів з драбин не допускається. Встановлюючи приставні драбини на висоті, необхідно прикріплювати їх верх і низ до міцних елементів конструкцій;

- розсувні драбини-стрем'янки повинні мати пристосування, не дозволяють їм довільно розсуватися під час роботи. Для забезпечення стійкості тятиви сходів повинні розходитися донизу;

- міцність риштування і лісів слід перевіряти до початку роботи (це робить майстер або виконавець робіт);

- забороняється класти інструмент на край робочого настилу лісів, вести роботи з випадкових опор, використовувати в якості тимчасових опор або підставок випадкові предмети (нагрівальні прилади, дошки, ящики, сходи).

3. Підвищена температура теплоізоляційного матеріалу:

- при роботі з мінеральною ватою та виробами з неї слід запобігати пилянню; мінеральну вату та вироби із неї треба обережно укладати;

- виконувати теплоізоляційні роботи біля діючого устаткування та апаратів, які знаходяться під тиском, допускається тільки по спеціальному письмовому дозволу (допуску);

- щоб запобігти опіку неможна торкатися голими руками гарячих трубопроводів або других гарячих частин устаткування;

- забороняється відкривати будь-які вентиля, клапани, засувки, крани на трубопроводах та апаратах;

- при нанесенні ізоляційних мастик на гарячу поверхню слід використовувати захисні окуляри;

- металеві сітки та каркаси основного ізоляційного шару не повинні мати гострих кінців проволочи, які можуть нанести травму;

- з особливою обережністю слід установлювати кріпильні кільця по основному ізоляційному шару на трубопроводах та апаратах великого діаметру. При перетяжці кілець можливі їх обриви і поранення рук та обличчя ізолювальника кінцями кілець;

- під час виконання робіт з бітумом та мастиками дозволяється розпалювати вогонь на відстані більше 25 м від місця роботи.

4. Електричний струм:

- забезпечити електроустановки надійною ізоляцією;

- обов'язково створювати захисне заземлення, занулення, автоматичне відключення;

- працювати з електрикою тільки з застосуванням спеціальних захисних засобів;

- виключити можливість випадкового дотику до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою.

5. Підвищений рівень шуму:

- для зниження шуму силових установок застосовують стаціонарні глушники шуму після вентиляційної установки на припливному повітропроводі і на витяжному повітропроводах;
- використання засобів індивідуального захисту від шуму для робітників (протишумні шоломи, навушники і вкладиші);
- використання будівельно-архітектурних рішень для зменшення шуму на шляху його розповсюдження;
- ізолювати джерела звукопоглинальними матеріалами.

6. Підвищена запиленість робочої зони:

- для захисту очей і обличчя використовуються зварювальні маски, захисні окуляри і спеціальні щитки. Популярним і поширеним засобом захисту органів зору при проведенні робіт є зварювальна маска «хамелеон»;
- для захисту органів дихання використовують респіратор, який зручно одягати під маску зварника. На практиці добре зарекомендували себе респіратори з вуглецевим покриттям. Вони захищають органи дихання від зварювального диму, аерозолів, пилу та органічних запахів нижче гранично допустимих концентрацій. Наявність клапанів видиху полегшує дихання і дозволяє успішно застосовувати такі респіратори при підвищених температурах;
- для захисту від попадання бризок розплавленого металу або контакту з розпеченими поверхнями використовують спецодяг зварника. Область рук добре захищають краги, для інших частин тіла ефективні спеціальні куртки, костюми, комбінезони, штани, а на ноги прийнято взувати черевики зварника.

7. Недостатнє освітлення робочої зони:

- потрібно створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частої переадаптації органів зору;
- не створювати засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- не створювати на робочій поверхні різних та глибоких тіней ;
- повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що висвітлюються;
- освітлення повинно бути надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним.

8. Атмосферна електрика:

- захист об'єктів від прямих ударів блискавки забезпечується шляхом влаштування блискавковідводів. Вони можуть стояти окремо, що забезпечує розтікання струму блискавки, минаючи об'єкт, та де розтікання струму здійснюється за контрольованими шляхами і забезпечує низьку ймовірність ураження людей, вибуху чи пожежі. Крім того, можуть бути використані сітчасті блискавковідводи на неметалевому даху, або сам металевий дах. В обох випадках влаштовують струмовідводи через кожні 50-80 м за периметром будівлі, але не ближче ніж 3 м від входів чи місць, які доступні для дотику людей;

- захист від електростатичної індукції (вторинний прояв блискавки) здійснюється приєднанням устаткування до заземлювача для відведення електростатичних зарядів, індукованих блискавкою, в землю. Захист від електромагнітної індукції полягає у встановленні методом зварювання перемичок між протяжними металоконструкціями в місцях їхнього зближення менше ніж на 10 см. Інтервал між перемичками повинен не перевищувати 20 м. Це дає змогу наведеному струму блискавки переходити з одного контуру в інший без утворення електричних розрядів. Захист від занесення високих потенціалів у будівлю здійснюється шляхом приєднання до заземлювача металоконструкцій перед їх введенням у будівлю;

- для виключення іскрування в місцях з'єднань протяжних металевих комунікацій забезпечуються низькі перехідні опори – не більше 0,03 Ом.

9. Обладнання, яке працює під тиском:

- до обслуговування обладнання, яке працює під тиском, допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли спеціальне навчання, атестацію і кваліфікаційні комісії та інструктаж щодо безпечного обслуговування обладнання. Перевірка знань персоналу, що обслуговує таке обладнання, проводиться не рідше, ніж раз на рік;

- інструкції щодо режиму роботи і безпечної експлуатації обладнання повинні бути вивішені на робочих місцях і видані під розписку обслуговуючому персоналу. В разі порушення режимів роботи і появи несправностей експлуатація обладнання має бути припинена;

- на обладнання для вимірювання тиску встановлюють манометри, перевірка яких з опломбуванням проводиться не рідше одного разу на рік. Не рідше за один раз на 6 місяців перевіряють покази робочих манометрів за контрольним - результати перевірки записують у журнал;

- тиск настройки запобіжних клапанів повинен дорівнювати робочому тиску в системі або перевищувати його, але не більше, ніж на 25 % . Робоче середовище, що виходить із запобіжного клапана, слід відводити в безпечне місце. Запобіжні клапани перевіряють не рідше, ніж один раз на 6 місяців або один раз на рік, залежно від виду обладнання, на якій вони встановлені. З проведенням періодичних перевірок запобіжний клапан після випробування повинен пломбуватися.

10. Пожежна безпека:

- застосування будівельних конструкцій з нормованими межами вогнестійкості та класами пожежної небезпеки;
- використання зонування території (планування з урахуванням ознак пожежної небезпеки);
- застосування вогнезахисних фарб, облицювань, інших вогнезахисних складів для підвищення меж вогнестійкості будівельних конструкцій;
- встановлювати протипожежні розриви;
- встановлювати протипожежні перешкоди;
- забезпечити безпечні шляхи евакуації (не менше двох виходів);
- забезпечити видалення з приміщення диму при пожежі (з застосуванням аераційних ліхтарів, димових люків, легко скидних конструкцій);
- дотримання протипожежних вимог до систем опалення та кондиціонування повітря;
- застосування первинних засобів пожежогасіння;
- встановлення систем зовнішнього та внутрішнього пожежного водопроводу;
- встановлення систем виявлення пожежі (установок і систем пожежної сигналізації), оповіщення та управління евакуацією людей при пожежі.

5.3. Техніка безпеки та протипожежні заходи

Протипожежні заходи вирішуються відповідно до вимог нормативних документів: ДБН В.1.1-7, ДСТУ Б В.2.5-33 та інших .

Будівля II-ого ступеня вогнестійкості, 13-поверхова, з підземним паркінгом та технічним поверхом, забезпечена шляхами евакуації. Стіни будинку – цегляні, перекриття – із збірних залізобетонних плит.

Ввідний газопровід низького тиску газу, який прокладений по стіні будинку, повинен бути доступним для обслуговування та ремонту (влаштовані площадки з негорючих матеріалів, мають сходи для підйому на відмітку підлоги).

Вхідні двері відкриваються у напрямку виходу із приміщення.

Вентиляція приміщень, в яких встановлено газовикористовуюче обладнання, забезпечує трикратний повітрообмін. Витяжні вентиляційні канали не повинні захаращуватись та зменшуватись за площею від проектних рішень.

Приміщення кухні має легкоскидні конструкції – заповнення світлових прорізів – вікна, площа яких перевищує мінімально необхідну величину – 3 % від об'єму приміщення.

Зовнішнє пожежогасіння здійснюється від пожежних гідрантів, якими оснащено колодязі квартального господарсько-питного водопроводу.

Внутрішнє пожежогасіння виконується за допомогою пожежних кранів, встановлених на кожному поверсі в об'ємі сходово-ліфтової клітини.

При виникненні аварійних ситуацій припиняється подача газу до водогрійних котлів і газових плит за допомогою клапана-відсікача, встановленого на вводі газопроводу у кожную квартиру.

У місцях встановлення газового обладнання не повинен проходити електричний кабель, встановлюватись електричні розетки, електричні вимикачі.

Забороняється використовувати відкрите полум'я для виявлення витоків газу з газопроводів, та для перевірки тяги вентиляційних каналів.

При виявленні запаху паливного газу, продуктів неповноти його згоряння необхідно:

- перекрыти газовий кран на вводі в квартиру;
- провітрити приміщення;
- не вмикати/вимикати електроприлади;
- викликати аварійну службу газу за тел. 104.

Не допускається накопичення та використання поруч з газовими приладами легкозаймистих речовин і матеріалів (папар, фарба, розчинник тощо).

5.4. Колективна та попереджувальна сигналізація

Пожежна безпека організована з виведенням звукового і світлового сигналів на фасад під'їзду кожної із секцій житлового будинку та звукового – у межах сходово-ліфтового вузла.

Сигналізатори вибухонебезпечних концентрацій спрацьовують при досягненні вмісту газів у повітрі, яка становить 20 % від нижньої концентраційної межі розповсюдження полум'я. Наприклад, для метану – основного компоненту паливного газу, це значення складає 1 % вмісту у

газоповітряній суміші об'єму кухні. Сигналізатори шкідливих речовин, наприклад, чадного газу, спрацьовують при досягненні об'ємної частинки оксиду вуглецю в повітрі до 0,005 %.

Датчики встановлені у вибухонебезпечних зонах, найближче до можливих джерел витоків паливного газу на відстані не більше 1,0 м по горизонталі. При витоках метану та оксиду вуглецю – на відстані 0,5 м нижче верхньої відмітки перекриття при багатьох розосереджених джерелах витікання (газові плита, водонагрівач, побутовий лічильник, запірні арматура) або у найбільш ймовірних місцях витоків і накопичення газу.

Сигналізація при спрацьованні датчика загазованості передбачена для попередження кожного абонента у кожній квартирі. Це т.зв. індивідуальна попереджувальна сигналізація.

Контроль довибухонебезпечних концентрацій паливних газів передбачає обов'язкове виведення сигналів в систему колективної попереджувальної сигналізації та на пульт об'єднаної диспетчерської служби.

Під час експлуатації слід виконувати контрольно-профілактичні роботи для підтримання у робочому стані обладнання систем колективної та попереджувальної сигналізації у відповідності з вимогами заводів-виготовлювачів.

5.5. Висновки

1. Проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори, які виникають при виконанні будівельно-монтажних робіт з влаштування внутрішніх інженерних систем і прокладання зовнішнього вуличного розподільного і ввідного газопроводів.

2. Розглянуто і запропоновано заходи щодо профілактики небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Розділ 6.

Автоматизація технологічних процесів

6.1. Технічна характеристика комерційного вузла обліку

Вузол передбачається встановити на ввідному газопроводі середнього тиску на територію житлового комплексу.

ВОГ проектується з урахуванням забезпечення пропускної здатності двох регуляторів тиску РДП-200В при мінімальному вхідному тиску $P_{абс\ min} = 0,250$ МПа, але не більше 75 000 м³/год. за стандартних умов при максимальному вихідному тиску $P_{абс\ max} = 0,4$ МПа.

Витратні характеристики двох регуляторів наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Характеристика регуляторів тиску газу

$P_{абс\ вх},$ МПа	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$q \cdot 10^3,$ м ³ /год.	0	30,8	46,44	61,92	77,40	92,88	108,36	123,84

$P_{абс\ вх},$ МПа	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
$q \cdot 10^3,$ м ³ /год.	139,32	154,80	170,28	185,76	200,0

6.2. Технічні рішення

Діапазон витрати газу приймається від 125,0 до 40 00,0 м³/год. за такими значеннями параметрів вимірювального середовища: абсолютний тиск газу від 0,25 до 0,4 МПа, температура газу -22 °С до 40 °С.

Проектом передбачено виконувати вимірювання параметрів та обчислення спожитого газу по одному із вимірювальних трубопроводів (на базі звужувального пристрою (ЗП) та лічильника газу «Delta», розташованих послідовно.

На базі ЗП встановлюється два вимірювальні перетворювачі 3095 FB з різними діапазонами вимірювання, тобто від $\Delta p = 0,1$ кПа до $\Delta p = 6,2$ кПа та від $\Delta p = 6,2$ кПа до $\Delta p = 62,2$ кПа.

Лічильник «Delta» G650 забезпечує облік витрат газу в нижньому діапазоні вимірювань витрат газу.

									Лист
Изм.	Лист	докум.	Подпись	Дата					

6.3. Розрахунок діапазону вимірювання витрати через ЗП ВТ DN300 та розрахунок діапазону витрат лічильника «Delta» G650

Результати розрахунків виконано за допомогою програми «САПР «Расход-РУ» версія 2.0, та затверджені у ЦОВМ України (програма розроблена ЗАТ «Інститут енергоаудиту і обліку енергоносіїв») та наведені у табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Вимірювальний трубопровід:	Вихідні дані ¹	Розрахункові дані - Витрати газу, м ³ / год.
DN 150 «Delta» G650	t min 22 °C, Рабс max = 1,3 МПа; p=0,67 кг/м ³ ; q _{min} ліч =5 м ³ /год	q _{150min} вог = 74.95
	tmax = 40° C, Рабс min= 250 кПа, p=0,8кг/м ³ ; q _{перх.ліч} =897,1м ³ /год	q _{150 перх} = 2074,1
	tmax =40 °C, Раб min=250 кПа, P=0,8 кг/м ³ ; q _{махліч} =1000 м ³ /год	q _{150 max} delta= 2312.04
DN 300:d20= 203 мм; D20= 309 мм	tmax =40 °C ; p _{абс min} =250 кПа; 0,8 кг/м ³ ; Δ p _{min} = 0,1 кПа	p = q _{300 перх} =1894.4
	tmax =40 °C , p _{абс min} =250 кПа, 0,8 кг/м ³ ; Δ p _{мак} = 62,2 кПа	p = q _{300 мах} вог = 42785,0

Примітка: ¹У розрахунку використано: x_a = 1,2%; x_y = 0,8 %; матеріал ЗП - 12X18H10T; матеріал ВТ - СТАЛЬ 20.

Найбільше розрахункове значення основної відносної похибки вимірювання об'єму газу в діапазонах витрати від q_{min} до q_{max} не перевищує 3 %.

В залежності від значення витрати газу, Комплекс забезпечує автоматичне переключення робочого вимірювального трубопроводу з ВТ №1 на ВТ №2 (без втручання обслуговуючого персоналу) за допомогою пристрою перемикачів діапазонів (далі - ППД), побудованого на базі поворотної заслінки типу «Butterfly» з електроприводом АУМА на ВТ DN 350. Команди на переключення ППД формує та подає Обчислювач за заданим алгоритмом через контролер керування пристроєм перемикачів діапазонів.

6.4. Склад засобів вимірювальної техніки та обладнання комерційного вузла обліку газу

6.4.1. Обчислювач ОЕ-22ДМ^{ІЗ}

До нього безпосередньо увімкнено друкуючий пристрій та GSM модем. Обладнання розташоване з зовнішній стіні приміщення ГРП у приладовій шафі.

6.4.2. Вимірювальні перетворювачі 3095 FB (ВП)

Перетворювачі ВП вимірюють тиск і перепад тиску. Характеристика обох 3095 FB надана у табл..6.3.

Таблиця 6.3

Порядковий номер ВТ та ВП3095 FB	ВМД вимірювання (заводське налаштування)		Діапазони калібрування		Приведена похибка вимірювання:	
	Тиск, кПа, (МПа)	Перепад тиску, кПа	Тиск, МПа	Перепад тиску, кПа	тиску р, %	перепаду тиску Δр, %
ВТ №1 DN 300 ВП 3095 FB, №1	5516(5,5)	62,2 (діапазон 2)	0,4	62,2	±0,13%	±0,075%
ВТ №1 DN 300 ВП 3095 FB, №2	5516(5,5)	62,2 (діапазон 2)	0,4	6,2	±0,13 %	±0,075%

6.4.3. Перетворювачі температури (ПТ)

Типу ТСП-1187, по одному на кожний ВТ:

- для ВТ DN 300 - ТСП-1187 з такими параметрами: $L_{робоче}=200\text{мм}$, $L_{занур}=150\text{ мм}$; $\phi_{пт}=6,5\text{ мм}$;
- для ВТ DN 150 - ТСП-1187 з такими параметрами: $L_{робоче}=120\text{ мм}$, $L_{занур}=70\text{ мм}$; $\phi_{пт}=6,5\text{ мм}$;

Всі ПТ: вибухозахищені, НСХ 100П, діапазон вимірювань -50...200 °С. Клас допуску ТСП за ГОСТ 6651 - «В».

6.4.4. Лічильник газу ротацийний «Delta» G650 (BT2DN150)

Границі допустимої відносної похибки:

$$\delta = \pm 2 \% \text{ в діапазоні об'ємних витрат } q_{\min} < q < 0,05 q_{\max};$$

$$\delta = \pm 1 \% \text{ в діапазоні об'ємних витрат } 0,05 q_{\max} < q < q_{\max}.$$

Лічильник встановлений у контейнеру, після фільтру, на газопроводі середнього тиску.

Перевірка правильності вибору лічильника

Лічильник встановлюється на газопроводі високого тиску, вихідні дані такі:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- мінімальний абсолютний тиск газу, кПа $P_{\min} = 250$;
- максимальний абсолютний тиск газу, кПа $P_{\max} = 400$;
- мінімальна температура газу, °C $t_{\min} = -22$;
- максимальна температура газу, °C $t_{\max} = 40$;

Для встановлення у ВТ DN 150 пропонується лічильник газу «Delta» G650, $q_{\max} = 1000 \text{ м}^3/\text{год}$, $q_{\min} = 5,0 \text{ м}^3/\text{год}$.

Перевірка правильності вибору лічильника здійснюється за формулою:

$$q_{\max(\min)\text{с.у.}} = q_{\max(\min)\text{роб.у.}} \cdot \frac{P_{\min(\max)}}{101,325} \cdot \frac{293,15}{T_{\max(\min)}} \cdot \frac{1}{K}$$

де: $q_{\max(\min)\text{с.у.}}$ - витрата газу, зведена до стандартних умов, $\text{м}^3/\text{год}$.; $q_{\max(\min)\text{роб.у.}}$ - витрата газу лічильника в робочих умовах (паспорт), $\text{м}^3/\text{год}$.; $P_{\min(\max)}$ - мінімальний (максимальний) абсолютний тиск газу, кПа; $T_{\max(\min)}$ - максимальна (мінімальна) температура газу, К; $p_c = 101,325$ кПа - тиск за стандартних умов; $T_c = 293,15$ К - температура за стандартних умов; К - коефіцієнт стиснення газу.

Тоді діапазон витрати на ВТ №2 буде такий:

$$q_{\max\text{с.у.}} = 1000 \cdot \frac{250}{101,325} \cdot \frac{293,15}{313,15} \cdot \frac{1}{0,999} = 2312,04 \text{ м}^3/\text{год за ст. у.};$$

$$q_{\min\text{с.у.}} = 5 \cdot \frac{1300}{101,325} \cdot \frac{293,15}{251,15} \cdot \frac{1}{0,999} = 74,95 \text{ м}^3/\text{год за ст. у.};$$

$$q_{\text{перех.с.у.}} = 897,1 \cdot \frac{250}{101,325} \cdot \frac{293,15}{313,15} \cdot \frac{1}{0,999} = 2074,1 \text{ м}^3/\text{год за ст. у.}$$

Таким чином, діапазон вимірювання витрати газу лічильником «Delta» G650 складає: $74,95 \dots 2312,04 \text{ м}^3/\text{год}$ за ст. ум.

Висновок: лічильник «Delta» G650 вибраний вірно.

До складу обладнання комерційного вузла обліку відносяться:

- контролер керування пристроєм перемикачів діапазонів ОЕ-22БУ - 1 шт.;
- пристрої перемикачів діапазонів на базі приводу АУМА та поворотної заслінки «Butterfly» DN 350- 1 шт.;
- блок безперебійного живлення обчислювача БП-1к-1 (далі - БЖ) - 1 шт.;
- частотний перетворювач Altivar 12-1 шт.;
- джерело безперебійного живлення ІБП SinPro 400-S910 та акумуляторна батарея номінальною ємністю $100 \text{ А} \cdot \text{год}$ - 1 шт.;
- модем GSM - для передачі інформації в диспетчерський відділ - 1 шт.;
- друкуючий пристрій ML 1120 OKI - 1 шт.;
- блок іскрозахисту PSA-03Ex.03.24 - 2 шт.

6.5. Робота резервного джерела живлення

Блок живлення БП-1К-1 обчислювача ОЕ-22ДМ^{із}контролер керування ОЕ- 22БУ^{із}, та частотний перетворювач Altivar 12, автоматично переходять на живлення від Джерела безперебійного живлення (далі - ДПЖ) марки SinPro серії 400-S910, при цьому забезпечується робота ЗВТ Вузла та комплексу АСК ТП протягом не менше 72 годин.

Джерело безперебійного живлення марки SinPro серії 400-S910, виконане за

схемою OFF-Line, яка передбачає комутацію вхідної напруги на вихід пристрою, якщо вхідна напруга знаходиться в межах норми, і роботу від перетворювача напруги і акумуляторної батареї (АКБ), якщо вхідна напруга виходить за межі норми.

ДБЖ SinPro забезпечує:

- автоматичний перехід мережа-акумулятор, акумулятор-мережа;
- високу економічність при роботі від АКБ (ККД пристрою більше 90%);
- стабілізована вихідна напруга, при роботі від батарей, незалежно від стану акумулятора і потужності підключеного навантаження;
- оптимальний автоматичний процес заряду акумулятора в широкому діапазоні напруги мережі (175-265 В) з індикацією розряд/заряд;
- захист пристрою від перевантаження і короткого замикання;
- захист акумуляторів від перезаряду (автоматичне відключення).

Джерело безперебійного живлення марки SinPro розраховане на безперервний цілодобовий режим роботи в закритих приміщеннях при:

- температура оточуючого середовища від 1 до 40 °С;
- відносна вологість від 40 до 80% (при 25±10 °С);
- атмосферний тиск від 630 до 800 мм. рт. ст.

Зарядні пристрої ДБЖ SinPro оптимізовані для застосування кислотних акумуляторів і забезпечує дворівневий прискорений заряд АКБ. Пристрій ДБЖ SinPro 400-S910 забезпечено індикацією режиму роботи від мережі «Мережа», від акумулятора «АБ», закінчення заряду акумулятора «Заряд АБ 100%» та індикаторами поточної ємності акумуляторної батареї «Ємність АБ 75-95%, 25- 70%, 0-20%», а також індикацією нормального стану пристрою «Вихід» і аварійного стану «Перевантаження. Пристрій має перемикач Вкл/Викл. розташований на задній панелі, який забезпечує вимкнення пристрою на тривалий час, для виключення непотрібного розряду

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

акумуляторної батареї. Час автономної роботи ДБЖ визначається енергією, збереженої в акумуляторній батареї і споживаної потужністю навантаження.

6.6. Алгоритм управління виконавчим органом переключення ВТ

6.6.1. ВТ №2 DN 150

Якщо, за робочих умов, витрата газу $q < 1 \text{ м}^3 / \text{год.}$, то обчислювач приймає до розрахунку витрати газу $q = 0$, за умови підтвердження положення кінцевих вимикачів, пристрій перемикання діапазонів (ППД) «закритий».

Якщо, за робочих умов, $1 \text{ м}^3 / \text{год.} < q < 5 \text{ м}^3 / \text{год.}$, приймається до розрахунку значення витрати газу на рівні $q = 5 \text{ м}^3 / \text{год.}$

В діапазоні $5 < q < 1000 \text{ м}^3 / \text{год.}$ - по фактичним показникам лічильника «Delta» G650.

Коли перепад тиску A_p на ЗП стає рівним 0,12 кПа, Обчислювач подає команду на відкриття ППД. Після цього при підтвердженні виконання команди відкриття витрата розраховується за значеннями A_p на ВТ DN 300.

Якщо сигнал підтвердження відкриття від кінцевих вимикачів ППД «відкрито» відсутній протягом 60 сек. Обчислювач подає сигнал «ALARM» (заслінка знаходиться в проміжному положенні).

6.6.2. ВТ №1 DN300

Якщо $0,1 < \Delta p < 62,2 \text{ кПа}$, то витрата розраховується за фактичними значеннями перепаду тиску БП 3095 FB.

Якщо Δp БП 3095 FB стає рівним 0,1 кПа, Обчислювач ОЕ-22ДМ^{1Z} подає команду на закриття ППД. Під час закриття ППД витрата розраховується за $\Delta p = 0,1 \text{ кПа}$ при значеннях $\Delta p < 0,1 \text{ кПа}$. Після цього при підтвердженні виконання команди закриття ППД витрата розраховується по фактичним показникам q лічильника «Delta» G650.

Якщо сигнал підтвердження закриття від кінцевих вимикачів ППД «закрито» відсутній протягом 60 сек., Обчислювач подає сигнал «ALARM» (заслінка знаходиться в проміжному положенні).

Після подачі сигналу «ALARM» (як у випадку відкриття, так і у випадку закриття заслінки) Обчислювач виконує розрахунок витрати газу за фактичним значенням Δp на ВТ AN 300. При $\Delta p < 0,1 \text{ кПа}$ до розрахунку приймається значення $\Delta p = 0,1 \text{ кПа}$.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

6.7. Вимоги до монтажу

ВТ DN 300 змонтований на території ГТРП, ВТ DN 150 знаходиться у контейнеру на території ГГРП.

Конфігурування та види опорів, їх характеристика та вихідні дані для розрахунків витратоміру наведені на аксонометричній схемі дипломного проекту. Розміщення основних елементів комерційного вузла обліку наведено на плані.

Звужувальний пристрій на ВТ №1 DN 300 монтується на вимірювальному трубопроводі на території ГГРП на висоті 2,4 м від підлоги, у відповідності з вимогами ДСТУ ГОСТ 8.586.1-5:2009. ВТ №2 з ротаційним лічильником газу «Delta», типорозмір G650, серія S3F, вертикальна ділянка трубопроводу. Додатково, перед ВОГ, на газопроводі DN 300, встановлений блок фільтрів газу.

Теплоізоляцію зовнішньої поверхні ВТ DN 300, виконують у відповідності з вимогами ДСТУ ГОСТ 8.586.1:2009, п. 7.1.7; теплоізолюють ділянки трубопроводу між перетинами труб, розташованими на відстані від 5D перед ЗП до 5D після ТО.

Для ВТ №1 ТО встановлено в бобишку під кутом 90°, на відстані від звужувального пристрою, згідно розрахунків (1600 мм). Довжина занурення ТО (Лзанур) ВТ DN 300 становить 150 мм. Електричне приєднання ТО до ВП здійснюється штатними кабелями з комплектів постачання фірми-виробника.

Для контрольного термометру на ВТ №1, DN 300, встановлюється гільза, довжина гільзи дорівнює 200 мм.

Вимірювальний перетворювач 3095FB (для вимірювального трубопроводу №1) монтується на стійці у технічному приміщенні ГРП, висота 1,6 м від підлоги

праворуч від вхідної двері. Вентильний блок БКН-3 з'єднується з камерами звужувального пристрою за допомогою імпульсних ліній через ізолюючі втулки. Імпульсні лінії 14x2,0 мм прокладаються з нахилом, більшим за 1:12 до горизонталі (у відповідності до п. 6.2.9.4 ДСТУ ГОСТ 8.586.5:2009).

Вимірювальний трубопровід №2 з ротаційним лічильником «Delta» G650, змонтований на вертикальній ділянці DN 150.

Проектом передбачається можливість підключення контрольних засобів вимірювання (тиск, температура, витрата).

Ротаційний лічильник комплектується сітчастим фільтром-вставкою.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Обчислювач ОЕ-22ДМ^{із}, джерело безперебійного живлення ІБП SinPro 400- S910 з акумуляторною батареєю номінальною ємністю 100 А/год, принтер, модем встановлені у приладовій шафі комерційного ВОГ з зовнішньої стіни ГРП.

Прокладання кабелів

Кабель від ТСП на ВТ №1, комплектної поставки з 3095FB, № 1К, броньований, типу RTD, прокладається до перетворювача 3095 FB (конструкція у контейнеру).

Кабель від 3095FB №2 типу МКЕКШвнг 2х2х0,5 мм² (броньований) прокладається в перфорованому лотку, по зовнішній стіні ГРП та по стінці контейнеру на висоті 2,0 м, по естакаді на висоті 2,5 м .

Кабелі від ТСП, лічильника DELTA та перетворювача абсолютного тиску РС- 28, які монтуються на вимірювальному трубопроводі №2 (відповідно, №№ 8,6,7) прокладаються аналогічно кабелю №2 до шафи приладової з урахуванням необхідності збереження відстані кабелів від обладнання іскробезпечного виконання до решта кабелів не менше 100 мм по всій довжині. Таким чином, кабелі №7, №6 окремо від кабелів №2, №8 (які поєднуються до обладнання виконання вибухонепроникна оболонка).

Враховуючи той факт, що діапазон вхідного абсолютного тиску на вході до ВОГ становить 250...400 кПа (тобто, середній тиск), випробування газопроводів на міцність та герметичність виконуються згідно з вимог гл. 23, табл. 42, п. 8 ДБН В.2.5-20:2018. Після закінчення усіх монтажних робіт на газопроводі проводяться випробування на міцність шляхом подачі у газопровід води під тиском 0,6 МПа, протягом 1 години; та випробування на герметичність, шляхом подачі у газопровід води або повітря під тиском 0,4 МПа, протягом 12 годин. Після випробувань на герметичність та міцність газопровід потрібно захистити від корозії шляхом покриття поверхні газопроводу двома шарами ґрунтовки та двома шарами емалі для зовнішніх робіт.

6.8. Підготовка комерційного вузла обліку газу до роботи

Перед випробувальним включенням Вузла необхідно перевірити:

- відповідність комплектності складових Вузла замовній специфікації;
- відсутність дефектів корпусів складових Вузла та дефектів, що перешкоджають читанню написів, маркувань та показів на інформаційному дисплеї Обчислювача;
- надійність та цілісність з'єднань електричних кіл та трубних з'єднань;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

- щільність закриття кришок ЗВТ та обладнання;
- цілісність пломб.

Ввімкнути БЖ в мережу змінного струму, потім подати до обчислювача напругу 12 В з БЖ.

Після прогріву протягом 10 хвилин, проконтролювати герметичність з'єднувальних ліній, для чого з ВТ подати вимірюване середовище, зафіксувати значення перепаду тиску та абсолютного тиску за показами Обчислювача та закрити кульові крани, встановлені у звужувальних пристроях і зрівнювальний вентиль тривентильного блоку. З'єднувальні лінії вважаються герметичними, якщо після 120 секунд падіння тиску не перевищило 0,5 % від зафіксованого значення.

Після випробувального включення Вузол залишити в робочому стані на сімдесят дві години для випробувальної експлуатації.

Вузол до промислової експлуатації приймає комісія у складі представників Постачальника, Споживача та Виконавця.

При позитивних результатах роботи, комісія складає акт про введення Вузла в промислову експлуатацію, а обладнання - пломбують.

6.9. Технічне обслуговування

Промислову експлуатацію Вузла повинен виконувати персонал, що ознайомився з експлуатаційною документацією на обладнання, надану підприємствами-виробниками, пройшов навчання та відповідний інструктаж. Терміни обслуговування наведені в документі АСФА.411734.001 КЕ «Комплекс вимірювальний ОЕ-22ДМ^{із}. Керівництво з експлуатації».

Профілактичний огляд містить в собі перевірку конденсатозбірників на наявність рідини, перевірку цілісності пломб, міцності закріплення обладнання за місцем встановлення та стан заземлюючих дротів. За наявністю рідини в конденсатозбірниках необхідно видалити її через продувні

					КР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		